

ORIGINAL

Predictive model of complex networks for geopolitical conflicts in global trade: the case of Ecuador

Modelo predictivo de redes complejas para conflictos geopolíticos en el comercio global: el caso de Ecuador

Edwin Santiago Núñez Naranjo¹  , Belky Nerea Orbes Revelo¹  , Julio Ricardo Avendaño Barrera¹  

¹Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Departamento de Ciencias económicas, administrativas y de comercio. Av. General Rumiñahui s/n y Ambato, Sangolquí, Pichincha, Ecuador.

Citar como: Núñez Naranjo ES, Orbes Revelo BN, Avendaño Barrera JR. Predictive model of complex networks for geopolitical conflicts in global trade: the case of Ecuador. Salud, Ciencia y Tecnología. 2026; 6:2578. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20262578>

Enviado: 04-09-2025

Revisado: 15-10-2025

Aceptado: 11-12-2025

Publicado: 01-01-2026

Editor: Prof. Dr. William Castillo-González 

ABSTRACT

Introduction: the development of Latin American countries requires clear economic integration strategies that reduce the risks associated with geopolitical conflicts. In an international scenario marked by trade tensions and rivalries between powers, the ability to anticipate risk scenarios becomes a strategic tool for guiding national policies and decisions. The objective is to develop a predictive model based on complex networks to assess geopolitical conflicts arising from global trade, applied in Ecuador.

Method: the study relied on the structural-functional systemic method to comprehensively analyze the interactions between economic and political factors. A bibliographic review was conducted in high-impact databases, Scopus and Web of Science, complemented by official reports and statements from heads of state. The model was built using Gephi 1.10.1 software, which allowed for a visual representation of trade and geopolitical networks. To assess its robustness, the Historical Validation (Backtesting) method was applied, comparing the model's predictions with events that occurred during the reference period.

Results: the results showed high accuracy in identifying geopolitical conflicts, successfully predicting trade tensions with Ecuador's main trading partners, although discrepancies were observed in the actual intensity of some events.

Conclusions: while the model is an effective tool for anticipating risks and guiding trade strategies, it requires adjustments that incorporate qualitative and contextual variables. These findings reinforce the need to complement quantitative approaches with interdisciplinary analysis to increase predictive capacity in complex scenarios.

Keywords: Geopolitical Conflicts; Complex Networks; Global Trade, Imports; Exports.

RESUMEN

Introducción: el desarrollo de los países latinoamericanos exige estrategias claras de integración económica que reduzcan los riesgos asociados a los conflictos geopolíticos. En un escenario internacional marcado por tensiones comerciales y rivalidades entre potencias, la capacidad de anticipar escenarios de riesgo se convierte en una herramienta estratégica para orientar políticas y decisiones nacionales. El objetivo se centra en desarrollar un modelo predictivo basado en redes complejas para evaluar conflictos geopolíticos derivados del comercio global, aplicado en Ecuador.

Método: el estudio se apoyó en el método sistémico estructural funcional, para analizar las interacciones entre factores económicos y políticos de manera integral, revisión bibliográfica en bases de datos de alto impacto, *Scopus* y *Web of Science*, complementada con informes oficiales y declaraciones de jefes de Estado. La construcción del modelo se realizó mediante el software Gephi 1.10.1, que permitió representar visualmente se aplicó el método de Validación Histórica (Backtesting), comparando las predicciones del modelo

con hechos ocurridos en el periodo de referencia.

Resultados: los resultados evidenciaron una alta precisión en la identificación de conflictos geopolíticos, logrando predecir tensiones comerciales con los principales socios de Ecuador, aunque se observaron divergencias en la intensidad real de algunos eventos.

Conclusiones: si bien el modelo constituye una herramienta eficaz para anticipar riesgos y orientar estrategias comerciales, requiere ajustes que incorporen variables cualitativas y contextuales. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de complementar enfoques cuantitativos con análisis interdisciplinarios para aumentar la capacidad predictiva en escenarios complejos.

Palabras clave: Conflictos Geopolíticos; Redes Complejas; Comercio Global; Importaciones; Exportaciones.

INTRODUCCIÓN

Los conflictos geopolíticos representan desacuerdos o enfrentamientos entre países o bloques, originados por intereses estratégicos, territoriales o ideológicos, que pueden traducirse en disputas fronterizas, competencia por recursos, divergencias ideológicas o luchas por influencia regional o global. Tales tensiones generan consecuencias en la seguridad y la estabilidad internacional.^(1,2) En este escenario, la predicción de conflictos se convierte en un elemento estratégico para orientar acciones estatales. La geopolítica se enfoca en factores geográficos y militares, mientras que la geoeconomía considera las implicaciones de las actividades económicas, ambas con un papel complementario en la planificación nacional.^(3,4)

Diversas investigaciones han abordado la predicción de conflictos derivados del comercio global, utilizando metodologías heterogéneas y con resultados variados.^(2,5,6,7) Si bien no existe una fórmula exacta para anticipar el futuro, la identificación de escenarios probables permite reconocer peligros y oportunidades relevantes para la toma de decisiones. En la bibliografía consultada^(2,3,6,8,9) utilizan métodos que combinan enfoques cuantitativos y cualitativos, como modelos econométricos, análisis de redes complejas, aprendizaje automático y simulaciones basadas en agentes. Estas herramientas permiten identificar patrones históricos y dinámicas internacionales, incorporando rigor científico y adaptabilidad en la evaluación de riesgos.

Un aspecto recurrente en la literatura es el protagonismo del riesgo geopolítico en las relaciones comerciales.^(2,9,10) La creciente liberalización del comercio mundial ha reducido barreras arancelarias, incrementando la interdependencia entre países. Sin embargo, autores^(11,12) señalan que los cambios geopolíticos modifican constantemente estas relaciones, obligando incluso a países alejados de zonas de tensión a ajustar su planificación. Este dinamismo convierte a los negocios internacionales en una disciplina clave para comprender la globalización y sus efectos políticos.^(2,5)

No obstante, los métodos predictivos enfrentan limitaciones. Teóricamente, la falta de marcos comunes que integren factores políticos, económicos y culturales puede producir interpretaciones parciales; metodológicamente, la dependencia de datos históricos restringe la capacidad de anticipar eventos inesperados, como sanciones o cambios abruptos en políticas de comercio; y en la práctica, los altos costos de simulaciones avanzadas o algoritmos de *Machine Learning* excluyen a países en desarrollo, generando desigualdades en la capacidad de análisis.^(1,3,5,6,12,13)

La guerra en Ucrania o los cambios de gobiernos con distintas orientaciones políticas ejemplifican la dificultad de predecir fenómenos globales interdependientes. Aunque el futuro no puede anticiparse con certeza, se requieren aproximaciones constantes que reduzcan incertidumbre y orienten estrategias de acción.⁽¹⁴⁾

En el caso de Ecuador⁽¹⁵⁾ destaca, a partir de una encuesta a más de 900 expertos, una serie de riesgos críticos: recesión económica, crimen organizado, desigualdad social, tensiones en torno a productos de exportación y medidas arancelarias. A ello se suman crisis recientes como los apagones energéticos de 2024, que afectaron la operatividad empresarial, y los persistentes problemas de pobreza e inseguridad. Este escenario multifacético configura un contexto de alta vulnerabilidad que exige fortalecer los mecanismos de análisis y predicción de riesgos geopolíticos.

En consecuencia, el objetivo principal de esta investigación es desarrollar un modelo predictivo basado en redes complejas para anticipar conflictos geopolíticos derivados del comercio global, aplicado al caso de Ecuador en los años 2023 y 2024.

MÉTODO

La investigación corresponde a un estudio descriptivo-explicativo, desarrollado con un enfoque mixto y orientado a analizar y predecir conflictos geopolíticos derivados del comercio global mediante técnicas de redes complejas. El estudio se llevó a cabo en la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Ecuador, y abarcó el periodo 2023-2024, seleccionado por la intensificación de tensiones geopolíticas internacionales y su impacto directo en el comercio exterior ecuatoriano.

Las variables analizadas se agruparon en tres categorías: económicas, geopolíticas y estructurales del modelo de red. Las variables económicas incluyeron el volumen de exportaciones e importaciones, aranceles aplicados, diversificación de productos y fluctuaciones comerciales. En cuanto a las variables geopolíticas, se incorporaron elementos poco utilizados en estudios predictivos, tales como declaraciones oficiales de jefes de Estado, anuncios de acuerdos o tensiones bilaterales, medidas arancelarias inesperadas, conflictos diplomáticos y variaciones regulatorias. Finalmente, las variables estructurales del modelo de redes comprendieron nodos, aristas, pesos, direccionalidad y medidas de centralidad, necesarias para identificar patrones de riesgo en la interacción entre países.

Para la construcción del modelo se utilizaron como instrumentos diversas fuentes económicas oficiales (Banco Mundial, Banco Central del Ecuador y bases globales de comercio), documentos políticos y geopolíticos (decretos, comunicados y discursos presidenciales), así como literatura científica actualizada obtenida en Scopus, Web of Science y SciELO. La información fue procesada siguiendo un protocolo estructurado: inicialmente se realizó la normalización de los datos económicos y la codificación de los eventos geopolíticos en categorías de riesgo (alto, medio o bajo). Posteriormente, los datos se integraron y procesaron en el software Gephi 1.10.1, utilizando algoritmos de disposición espacial y detección de comunidades, lo que permitió representar gráficamente las redes comerciales y estimar su estructura.

El proceso de recopilación de datos se desarrolló en cuatro momentos: búsqueda sistemática en bases científicas para contextualizar el fenómeno; extracción de datos económicos provenientes de fuentes oficiales; recopilación y codificación de información geopolítica procedente de comunicados, discursos y reportes internacionales; e integración de todas las fuentes en una matriz consolidada para su posterior análisis. La codificación de eventos geopolíticos fue sometida a un proceso de validación interna, realizado por tres especialistas en comercio exterior y relaciones internacionales, quienes evaluaron la coherencia y consistencia del instrumento antes de su aplicación definitiva.

Para el análisis de los datos, se siguieron etapas claramente definidas: primero, un análisis descriptivo de las variables económicas; luego, la construcción y estudio de las redes complejas para determinar la centralidad, dependencia comercial y posibles áreas de tensión; y, posterior, la estimación de escenarios de conflicto mediante patrones históricos de interacción entre países. La validación del modelo se ejecutó mediante el método de Validación Histórica (*Backtesting*), que consistió en comparar las predicciones generadas por el modelo con los eventos reales ocurridos en 2023 y 2024, clasificando aciertos, falsos positivos y falsos negativos, y calculando un índice de precisión basado en la cantidad de predicciones correctas respecto al total analizado.

RESULTADOS

Los resultados se presentan en tres momentos: el diseño del modelo predictivo, su aplicación al caso de Ecuador durante los años 2023 y 2024, y la validación de la precisión mediante el método *Backtesting*.

Modelo para la predicción de conflictos geopolíticos en el comercio mundial

El modelo diseñado tiene como objetivo predecir conflictos geopolíticos vinculados al comercio internacional, integrando variables económicas y geopolíticas de los principales socios comerciales. Su fundamento metodológico se basó en el análisis de redes complejas, considerando la evolución de exportaciones, importaciones, aranceles, conflictos y acuerdos bilaterales, así como las declaraciones oficiales de jefes de Estado. De esta manera, se combinaron insumos cuantitativos y cualitativos para generar proyecciones estratégicas en escenarios de riesgo y cooperación.

En el modelo, los nodos representan a los países, mientras que los enlaces simbolizan las relaciones comerciales y políticas. Estos vínculos incluyen atributos como la direccionalidad (exportaciones o importaciones), el peso económico, los conflictos derivados de aranceles o restricciones y, en contraste, los acuerdos que promueven la cooperación económica. Las variables económicas consideradas fueron valores de exportación e importación, aranceles y productos estratégicos, mientras que las variables geopolíticas incluyeron tensiones comerciales, tratados y declaraciones diplomáticas.

El modelo permite identificar riesgos y oportunidades derivados de estas interacciones, apoyando la toma de decisiones para mitigar los efectos de los conflictos y fortalecer alianzas estratégicas. El procedimiento incluyó la recolección y normalización de datos, la construcción de redes con nodos y aristas ponderados según relevancia comercial, y la identificación de escenarios de riesgo. Finalmente, se validaron los resultados mediante el análisis de eventos históricos y declaraciones oficiales (figura 1).

Aplicación del modelo en Ecuador (2023-2024)

Para la primera aplicación se seleccionó a Ecuador como caso de estudio, empleando datos oficiales del Banco Central del Ecuador y del Banco Mundial.⁽¹⁶⁾ Se consideraron los seis principales socios comerciales en términos de volumen de exportaciones, importaciones y cercanía geográfica: Estados Unidos, China, Panamá, Japón, Perú y Colombia.

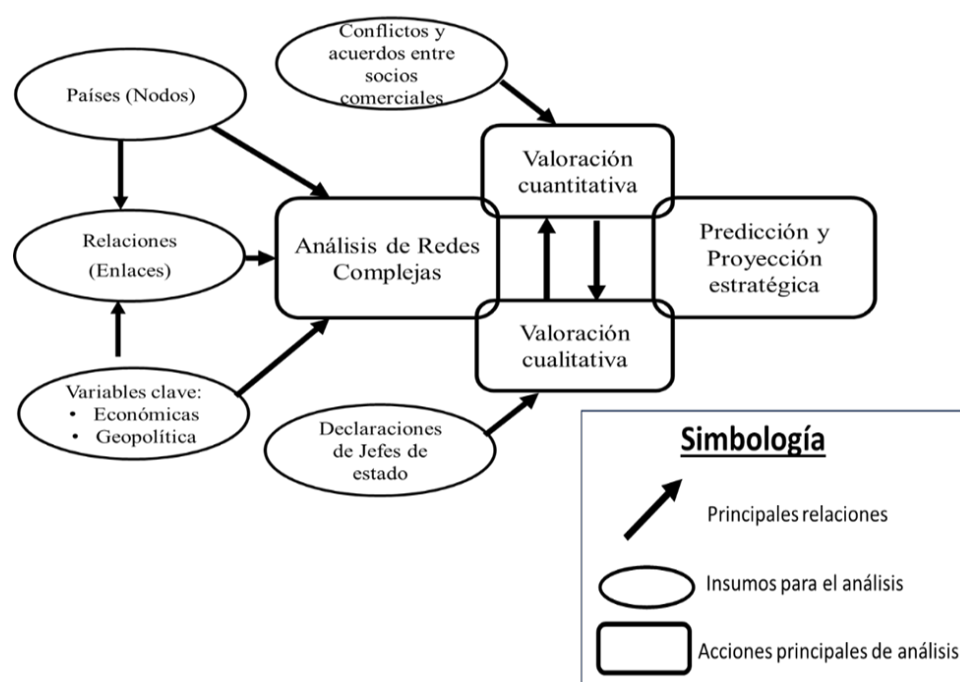


Figura 1. Representación esquemática del modelo para predecir conflictos geopolíticos relacionados con el comercio mundial, mediante redes complejas

Tabla 1. Principales socios comerciales de Ecuador y sus indicadores (2023)					
Socio comercial	Principales exportaciones de Ecuador	Principales importaciones hacia Ecuador	Aranceles de Ecuador a importaciones	Aranceles de socios a exportaciones de Ecuador	Intensidad de valores (Millones de USD)
Estados Unidos	Petróleo crudo, camarones, plátanos	Petróleo refinado, coches, medicamentos	5 %-10 %	10 %	Exportaciones: \$3, 000 M Importaciones: \$2, 500 M
China	Petróleo crudo, camarones, plátanos	Electrónicos, maquinaria, textiles	0 %-15 %	5 %-15 %	Exportaciones: \$2, 800 M Importaciones: \$3, 200 M
Panamá	Camarones, plátanos	Productos alimenticios, textiles	5 %-10 %	5 %-10 %	Exportaciones: \$1, 200 M Importaciones: \$800 M
Japón	Camarones, pescado procesado	Automóviles, maquinaria	5 %-15 %	5 %-15 %	Exportaciones: \$1, 000 M Importaciones: \$1, 500 M
Perú	Plátanos, pescado procesado	Harina de soja, productos agrícolas	5 %-10 %	5 %-10 %	Exportaciones: \$900 M Importaciones: \$700 M
Colombia	Conservas de atún, camarones, plátanos	Jabones, perfumes, productos agrícolas	5 %-10 %	5 %-10 %	Exportaciones: \$1, 500 M Importaciones: \$1, 200 M
Fuente: crédito correspondiente al Banco Central del Ecuador. Primer trimestre 2023					

El análisis de la tabla 1 muestra que China y Estados Unidos son los principales socios comerciales, con intercambios de \$6 000 millones y \$5 500 millones, respectivamente. En ambos casos, los productos exportados

por Ecuador se concentran en petróleo crudo, camarones y plátanos, mientras que las importaciones son más diversificadas, incluyendo maquinaria, electrónicos, automóviles y medicamentos. Esta asimetría refleja la dependencia de una canasta exportadora limitada frente a una demanda importadora variada, lo que condiciona la estrategia comercial del país.

En relación con los aranceles, Japón y China aplican tasas relativamente altas (hasta 15 %), lo que plantea un reto para la competitividad de los productos ecuatorianos. En contraste, socios como Perú y Panamá mantienen tasas más bajas, ofreciendo oportunidades para diversificar el comercio.

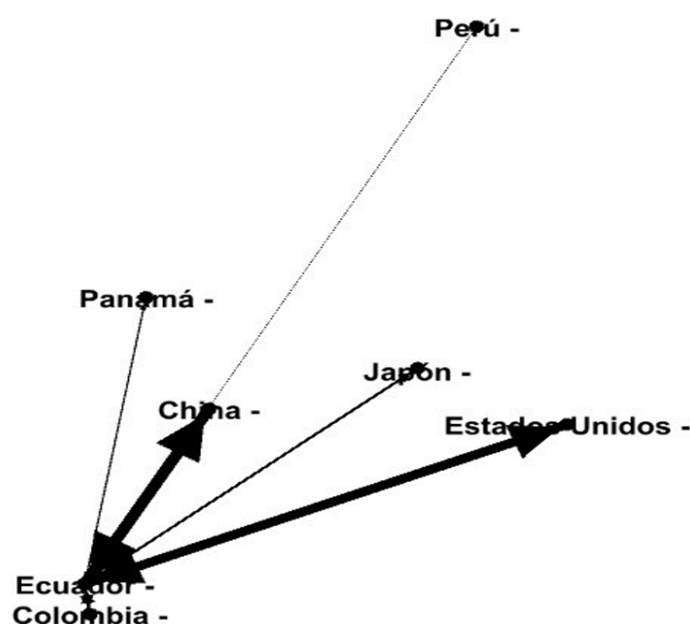
Las dinámicas bilaterales también muestran riesgos y oportunidades estratégicas. El Tratado de Libre Comercio con China representa una posibilidad para ampliar exportaciones, aunque la rivalidad geopolítica entre China y Estados Unidos podría impactar indirectamente a Ecuador. Como señala⁽¹⁷⁾, Washington observa con preocupación la creciente influencia de China en América Latina, lo que podría derivar en mayores restricciones tecnológicas o comerciales.

El contexto internacional agrava esta situación. La crisis energética global, acentuada por el conflicto entre Rusia y Ucrania, ha incrementado los costos de combustibles y productos básicos, afectando la competitividad de las exportaciones ecuatorianas. A nivel interno, la sequía prolongada y los cortes eléctricos durante 2024 debilitaron sectores estratégicos como la agricultura, generando inestabilidad social y política.⁽¹⁸⁾

Las relaciones con países vecinos como Perú y Colombia presentan tanto oportunidades como tensiones. Aunque existe un comercio dinámico, la competencia en productos agrícolas y pesqueros puede generar conflictos si no se alcanzan acuerdos equilibrados. Según⁽¹⁹⁾, la sobreoferta regional de productos agrícolas y las fluctuaciones de precios internacionales reducen las ventajas competitivas de Ecuador. Asimismo, las diferencias en políticas arancelarias y capacidades productivas refuerzan un entorno de competencia constante.

Visualización y análisis de redes

La representación gráfica generada en Gephi 1.10.1 mediante el algoritmo *ForceAtlas 2* en la figura 2, permitió organizar los nodos y aristas para mejorar la legibilidad de las relaciones comerciales de Ecuador con sus principales socios. Esta visualización ofrece una perspectiva integral de los flujos de exportación e importación, así como de los factores geopolíticos que condicionan dichas interacciones.



Fuente: Elaboración propia en Gephi 1.10.1

Figura 2. Representación simplificada de las relaciones entre Ecuador y sus principales socios comerciales

El análisis de redes complejas permitió identificar áreas de tensión derivadas de desequilibrios comerciales, barreras arancelarias y dependencia excesiva de productos estratégicos como petróleo, camarones y plátanos. Esta concentración expone al país a vulnerabilidades frente a cambios en la demanda internacional y a políticas restrictivas de potencias como Estados Unidos y China.

Riesgos geopolíticos y comerciales

Las relaciones con China y Estados Unidos constituyen simultáneamente oportunidades y riesgos. Mientras el Tratado de Libre Comercio (TLC) con China puede impulsar exportaciones e inversiones, la rivalidad geopolítica con Estados Unidos genera incertidumbre para Ecuador. Washington ha expresado preocupación por la creciente influencia china en América Latina, lo que podría traducirse en restricciones comerciales.⁽¹⁷⁾

Los aranceles elevados en Asia (5 %-15 %), especialmente en Japón, limitan la competitividad de los productos ecuatorianos frente a competidores con mejores acuerdos. A nivel regional, la competencia con Perú y Colombia en sectores agrícolas y pesqueros intensifica la presión comercial, debido a la sobreoferta y a políticas arancelarias diferenciadas.⁽¹⁹⁾

Por otro lado, la cooperación con Estados Unidos en seguridad y lucha contra el crimen organizado es esencial para la estabilidad interna, aunque cualquier variación en la política estadounidense impactaría directamente sectores clave como petróleo y camarones.

En términos estratégicos, el modelo revela que la diversificación de mercados y productos es indispensable para reducir riesgos de dependencia y mejorar la resiliencia económica.

Proyecciones de conflictos comerciales

A partir del modelo, se identificaron los principales riesgos para el período 2023-2024, que se sintetizan en la tabla 2.

Tabla 2. Posibles conflictos, causas probables e intensidad		
Posible conflicto	Causa probable	Intensidad
Disputas comerciales por productos estratégicos	Restricciones ambientales o arancelarias en mercados clave como EE.UU. y China.	Alta
Competencia regional en productos agrícolas y pesqueros	Sobreoferta de productos en la región y variaciones en tratados comerciales.	Media
Impacto de tensiones geopolíticas en comercio	Rivalidad entre EE.UU. y China afectando acuerdos comerciales ecuatorianos.	Alta
Dependencia excesiva de exportaciones de petróleo y camarones	Fluctuaciones en precios internacionales y políticas ambientales restrictivas.	Alta
Desplazamiento comercial por aranceles elevados en mercados asiáticos	Costos de importación limitando la competitividad de productos ecuatorianos.	Media
Presión para diversificar exportaciones	Vulnerabilidad económica por concentración en pocos sectores exportadores.	Alta
Ajustes en tratados comerciales con socios regionales	Revisión de políticas arancelarias y acuerdos de libre comercio.	Media
Disminución de acceso a mercados clave por restricciones internacionales	Normativas ambientales y acuerdos de exclusividad con otros países.	Alta

Los resultados muestran que los conflictos más críticos están vinculados a la dependencia de exportaciones tradicionales y a la presión por diversificar la oferta exportadora, ambos con intensidad alta. Asimismo, la competencia regional y los aranceles en mercados asiáticos plantean desafíos de mediana intensidad, mientras que las tensiones entre China y EE. UU. afectan indirectamente la estabilidad de los acuerdos comerciales ecuatorianos.

Estos hallazgos sugieren la necesidad de consolidar acuerdos regionales, fortalecer relaciones bilaterales y fomentar la innovación productiva para ampliar la oferta exportadora.

Conflictos potenciales y oportunidades estratégicas

La tabla 3 resume los conflictos identificados por socio comercial y las posibles direcciones estratégicas.

Tabla 3. Socios comerciales con posibles conflictos y oportunidades estratégicas			
Socio comercial	Conflictos potenciales	Intensidad de la relación comercial	Oportunidad o dirección estratégica
Estados Unidos	Petróleo crudo, camarones, plátanos	Muy alta	Reducir dependencia de productos estratégicos
China	Petróleo crudo, camarones, plátanos	Muy alta	Diversificar exportaciones hacia tecnología
Panamá	Camarones, plátanos	Media	Incrementar comercio bilateral
Japón	Camarones, pescado procesado	Alta	Reducir barreras arancelarias
Perú	Plátanos, pescado procesado	Media	Consolidar tratados regionales
Colombia	Conservas de atún, camarones, plátanos	Alta	Potenciar acuerdos binacionales

De acuerdo con esta clasificación, los vínculos con Estados Unidos y China requieren estrategias orientadas a reducir la dependencia de productos primarios y diversificar exportaciones hacia sectores tecnológicos. En el ámbito regional, con Perú y Colombia, la consolidación de tratados bilaterales y acuerdos binacionales se perfila como clave para reducir la competencia en productos agrícolas y pesqueros.

El modelo confirma que Ecuador necesita adoptar una estrategia de comercio internacional basada en diversificación, reducción de barreras arancelarias y fortalecimiento de la competitividad interna, lo que contribuiría a mitigar riesgos y aprovechar oportunidades emergentes.

Validación del modelo mediante *Backtesting*

La validación del modelo se realizó aplicando el método Backtesting, contrastando predicciones con eventos reales ocurridos en 2023 y 2024. Los resultados (tabla 4) muestran una precisión inicial del 100 % al coincidir nueve conflictos predichos con igual número de eventos reales. Sin embargo, al considerar dos falsos positivos vinculados a conflictos internos (minería y narcotráfico), la precisión ajustada fue de 81,82 %: $Pm = (9/11) * 100 = 81,82 \%$

Tabla 4. Valores obtenidos para la validación del modelo						
No	Posible conflicto			Causa probable	Intensidad pronosticada	Intensidad percibida
1	Disputas comerciales	por productos estratégicos		Restricciones ambientales o arancelarias en mercados clave como EE.UU. y China.	Alta	Baja
2	Competencia regional	en productos agrícolas y pesqueros		Sobreoferta de productos en la región y variaciones en tratados comerciales.	Media	Alta
3	Impacto de tensiones geopolíticas	en comercio		Rivalidad entre EE.UU. y China afecta acuerdos comerciales ecuatorianos.	Alta	Baja
4	Dependencia excesiva de exportaciones de petróleo y camarones			Fluctuaciones en precios internacionales y políticas ambientales restrictivas.	Alta	Alta
5	Desplazamiento comercial por aranceles elevados en mercados asiáticos			Costos de importación limitan la competitividad de productos ecuatorianos.	Media	Media
6	Presión para diversificar exportaciones			Vulnerabilidad económica por concentración en pocos sectores exportadores.	Alta	Alta
7	Ajustes en tratados comerciales con socios regionales			Revisión de políticas arancelarias y acuerdos de libre comercio.	Media	Media
9	Disminución de acceso a mercados clave por restricciones internacionales			Normativas ambientales y acuerdos de exclusividad con otros países.	Alta	Alta

La validación evidenció que, aunque la ocurrencia de los conflictos fue correctamente anticipada, la intensidad percibida no siempre coincidió con la pronosticada. Por ejemplo, disputas comerciales y tensiones EE. UU.-China fueron menos intensas de lo esperado, mientras que la competencia regional mostró mayor severidad, probablemente por factores no contemplados como subsidios agrícolas y revisiones de tratados bilaterales.

Estos resultados confirman la validez del modelo para anticipar vulnerabilidades estructurales, especialmente la dependencia de exportaciones y la presión para diversificar mercados. No obstante, revelan la necesidad de incorporar variables dinámicas como cambios regulatorios y negociaciones gubernamentales en tiempo real para mejorar la precisión en la estimación de intensidades.

Contexto geopolítico interno

Durante el período analizado, Ecuador también enfrentó desafíos internos que incidieron en su estabilidad. En enero de 2024, el presidente Daniel Noboa declaró un conflicto armado interno frente al avance del crimen organizado, identificando 21 grupos como actores beligerantes.⁽¹⁷⁾ Esta situación reflejó la dimensión transnacional del narcotráfico y sus repercusiones sobre la seguridad y la economía nacional.

La inclusión de estos factores internos dentro del análisis amplía la comprensión del riesgo geopolítico, evidenciando que la seguridad y el comercio están estrechamente interrelacionados en países en desarrollo.

Síntesis de hallazgos

La validación del modelo confirma su alta precisión (81,82 %) y utilidad para proyectar conflictos geopolíticos vinculados al comercio internacional. Aunque persisten limitaciones en la estimación de intensidades, el modelo

permite identificar riesgos clave y proponer direcciones estratégicas para la política comercial de Ecuador, tales como:

- Reducir la dependencia de exportaciones primarias.
- Diversificar mercados hacia Asia, Europa y países emergentes.
- Consolidar tratados regionales y acuerdos bilaterales.
- Incorporar análisis dinámicos en tiempo real en futuras aplicaciones del modelo.

El modelo constituye una herramienta académica sólida, y, a su vez, ofrece insumos prácticos para la toma de decisiones estratégicas en el ámbito del comercio exterior y la seguridad nacional.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta investigación muestran que el modelo predictivo basado en redes complejas permite identificar con alta precisión los conflictos geopolíticos que afectan el comercio exterior de Ecuador, especialmente en su relación con Estados Unidos, China, Perú y Colombia. El modelo logró anticipar nueve conflictos relevantes y confirmó que la dependencia de productos estratégicos, como petróleo, camarones y plátanos, constituye una fuente crítica de vulnerabilidad. En conjunto, estos resultados ofrecen una visión clara sobre los factores que estructuran el riesgo geopolítico del país.

Al interpretar los resultados a la luz de la literatura internacional, puede observarse que coinciden con los análisis que destacan el papel central de las tensiones geopolíticas en la configuración del comercio global. ⁽²⁰⁾ Autores ⁽²¹⁾, también sostienen que la competencia entre potencias, particularmente entre Estados Unidos y China, ha evolucionado hacia una “guerra comercial” sostenida que repercute en países dependientes de ambos mercados. En este estudio, el modelo reproduce ese comportamiento al mostrar cómo la rivalidad entre ambas potencias condiciona los flujos comerciales ecuatorianos y la estabilidad de acuerdos bilaterales. Asimismo, los resultados se alinean con investigaciones que evidencian que los países con una canasta exportadora concentrada son más sensibles a fluctuaciones externas y a cambios en políticas arancelarias. ^(10,12) Los mecanismos que explican esta sensibilidad son claros: dependencia de pocos productos, competencia regional creciente y asimetrías en la estructura productiva.

Las implicaciones de estos resultados son significativas. En primer lugar, demuestran que el uso de redes complejas ofrece una perspectiva integradora para analizar fenómenos geopolíticos, permitiendo visualizar interdependencias que no pueden captarse mediante métodos tradicionales. En segundo lugar, proporcionan una herramienta práctica para que los responsables de política comercial anticipen riesgos y ajusten estrategias, particularmente en momentos de alta volatilidad como los observados en 2023-2024. De manera más amplia, los hallazgos resaltan la necesidad de diversificar mercados y productos, fortalecer acuerdos regionales y monitorear con mayor frecuencia las variaciones estratégicas de las grandes potencias.

Sin embargo, el estudio presenta limitaciones importantes. La primera recae en la disponibilidad de información, especialmente sobre eventos geopolíticos, ya que gran parte de los datos provino de declaraciones oficiales y medios digitales ante la escasez de estudios científicos recientes sobre ciertas tensiones específicas. Este tipo de fuentes, aunque útiles, puede introducir sesgos derivados del discurso político o del enfoque mediático. Asimismo, la naturaleza del modelo depende de la calidad de los datos económicos y geopolíticos, lo que puede afectar la precisión al representar relaciones internacionales altamente dinámicas. Otra limitación se relaciona con el uso de un horizonte temporal relativamente corto, que podría limitar la identificación de tendencias estructurales. Finalmente, la interpretación de eventos geopolíticos está sujeta a la valoración del investigador y, por tanto, la combinación con metodologías cualitativas más rigurosas resultaría recomendable para futuros estudios.

La discusión evidencia que, aunque el modelo desarrollado constituye una herramienta valiosa para anticipar escenarios de conflicto, su eficacia puede mejorar mediante la ampliación de bases de datos, la incorporación de nuevas variables geoestratégicas y la integración de métodos tanto cuantitativos como cualitativos que permitan comprender la complejidad del entorno global.

CONCLUSIONES

Los resultados teóricos y empíricos evidenciados en este estudio confirman la efectividad de las redes complejas para identificar patrones de riesgo y oportunidades en la evolución del comercio mundial. Este enfoque constituye una herramienta útil para diseñar estrategias que permitan aprovechar las oportunidades emergentes y mitigar los riesgos derivados de amenazas geopolíticas.

El modelo diseñado, sustentado en la recolección de datos de comercio exterior y geopolítica, así como en la caracterización de las relaciones de Ecuador con sus principales socios, permitió la construcción de gráficos y el análisis de interacciones que hicieron posible identificar causas probables de conflicto y estimar su intensidad.

La aplicación del modelo en el caso de Ecuador (2023-2024) evidenció su pertinencia y aplicabilidad, al posibilitar el pronóstico de conflictos geopolíticos y la definición de direcciones estratégicas de comercio

exterior que pueden contribuir al desarrollo nacional.

La validación mediante el método *Backtesting* demostró una alta precisión predictiva, lo que respalda la validez del modelo. No obstante, se observó una sobrevaloración de la intensidad de algunos conflictos y la existencia de dos falsos negativos no detectados, lo que señala áreas de mejora.

Las limitaciones encontradas sugieren la necesidad de nuevas investigaciones que trasciendan el marco temporal de este estudio, amplíen la base de datos, incorporen contextos comparativos de otros países y aprovechen al máximo las potencialidades de los programas informáticos actuales, en combinación con métodos cualitativos robustos. De esta manera, el modelo podrá alcanzar mayor precisión y utilidad práctica en la predicción de conflictos geopolíticos asociados al comercio global.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castilla F. ¿Qué son los conflictos geopolíticos? RRY Academy; 2024. <https://academia.relacionateypunto.com/que-son-los-conflictos-geopoliticos/>
2. Rojas JJB, Calle DB. Revisión contextual para la interpretación del análisis de riesgo geopolítico. *Revista de ciencias sociales*. 2021;27(1):144-61. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7817688>
3. López de Mesa C, Orlando J. El resbaladizo piso de las relaciones internacionales: hacia una nueva Guerra Fría. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*. 2023;18(1):7-13. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-30632023000100007&script=sci_arttext
4. Vergara M. Geopolítica das cadeias de abastecimento e a segurização da China: ¿É esta a epifania de uma globalização econômica limitada? *URVIO Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad*. 2024;(40):116-32. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-42992024000300116&script=sci_abstract&tlng=pt
5. Herman PR. Modeling complex network patterns in international trade. *Rev World Econ*. 2022 Feb;158(1):127-79. <https://link.springer.com/10.1007/s10290-021-00429-y>
6. Linares Giraldo M, Avendaño Castro WR, Mogrovejo Andrade JM. Implicaciones geopolíticas y económicas del Brexit en la Unión Europea. *Apuntes del CENES*. 2020;39(70):17-41. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-30532020000200017&script=sci_arttext
7. Salazar LGS, Sánchez NIC. Los conflictos socioterritoriales: una expresión de las territorialidades superpuestas en el Pacífico Sur colombiano. *Perspectiva Geográfica*. 2025;30(1):2. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10243260>
8. Fernandez LEA. Informe de Riesgos Globales 2025: Conflictos geopolíticos, medio ambiente y desinformación como principales amenazas. *ESPAE Escuela de Negocios*; 2025. <https://www.espae.edu.ec/sin-categoria/informe-de-riesgos-globales-2025/>
9. Saló CC, Galceran-Vercher M. Las otras geopolíticas de la inteligencia artificial. *Revista CIDOB d'Afers Internacionals*. 2024;(138):27-50. <https://www.redalyc.org/journal/6957/695780434003/695780434003.pdf>
10. Molina Álvarez LG. Disputa hegemónica: impactos en la geopolítica del siglo XXI. *Norteamérica*. 2023;18(2):185-206. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-35502023000200185&script=sci_arttext
11. La geopolítica y la geometría del comercio global: actualización 2025 | McKinsey [Internet]. McKinsey & Company; [cited 2025]. Available from: <https://www.mckinsey.com/locations/south-america/latam/hispanoamerica-en-potencia/la-geopolitica-y-la-geometria-del-comercio-global-actualizacion-2025/es-CL>
12. Bermúdez-Tapia M, Carvajal Villamizar JA, Mejía Azuero JC. La geopolítica en una zona de influencia a raíz del conflicto entre Rusia y Ucrania. *NovJus*. 2024 Jan 1;18(1):89-126. <https://novumjus.ucatolica.edu.co/article/view/5311>
13. GuendelAngulo H. Escenarios de transición. De la geopolítica mundial unipolar a la multipolar. *Comunicación*. 2024;33(1):120. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-38202024000100120&script=sci_arttext&tlng=pt
14. Levy A. Aproximación a un modelo cibernético de inteligencia estratégica y comando ejecutivo. *Revista de*

Investigación en Modelos Financieros. 2022;1:1-25. <https://www.academia.edu/download/104979148/3517.pdf>

15. Fernandez LEA. Informe de Riesgos Globales 2025: Conflictos geopolíticos, medio ambiente y desinformación como principales amenazas. ESPAE Escuela de Negocios; 2025. <https://www.espae.edu.ec/sin-categoria/informe-de-riesgos-globales-2025/>

16. Banco Central del Ecuador. Resultados de Comercio Exterior, enero 2023. Quito: BCE; 2023. https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/ComercioExterior/informes/ResultCE_012023.pdf

17. Presidente de la República del Ecuador. Decreto Presidencial 111. Quito: Presidencia de la República del Ecuador; 2024. https://www.comunicacion.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/Decreto_Ejecutivo_No._111_20240009145200_20240009145207.pdf

18. Ponti VB. A tres años de la guerra entre Rusia y Ucrania - Implicancias y medidas en el sector energético europeo. Escenario Mundial; 2025. <https://www.escenariomundial.com/2025/02/24/a-tres-anos-de-la-guerra-entre-rusia-y-ucrania-implicancias-y-medidas-en-el-sector-energetico-europeo/>

19. Romero PJS. La Unión Europea dio luz verde a acuerdo comercial con Colombia, Perú y Ecuador. infobae. 2024 Oct 14. <https://www.infobae.com/colombia/2024/10/14/la-union-europea-dio-luz-verde-a-acuerdo-comercial-con-colombia-peru-y-ecuador/>

20. Colomina Saló C, Galceran-Vercher M. Las otras geopolíticas de la inteligencia artificial. Revista CIDOB d'Afers Internacionals. 2024;(138):27-50. [https://openurl.ebsco.com/contentitem/doi:10.24241%2Frci.2024.138.3.27](https://openurl.ebsco.com/contentitem/doi:10.24241%2Frci.2024.138.3.27?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:doi:10.24241%2Frci.2024.138.3.27)

21. Bermúdez-Tapia M, Carvajal Villamizar JA, Mejía Azuero JC. La geopolítica en una zona de influencia a raíz del conflicto entre Rusia y Ucrania. NovJus. 2024 Jan 1;18(1):89-126. <https://novumjus.ucatolica.edu.co/article/view/5311/5344>

FINANCIACIÓN

La investigación no recibió financiación.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe conflicto de intereses entre los autores.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Edwin Santiago Núñez Naranjo.

Curación de datos: Belky Nerea Orbes Revelo.

Análisis formal: Julio Ricardo Avendaño Barrera.

Investigación: Edwin Santiago Núñez Naranjo.

Metodología: Belky Nerea Orbes Revelo, Julio Ricardo Avendaño Barrera.

Administración del proyecto: Edwin Santiago Núñez Naranjo.

Recursos: Belky Nerea Orbes Revelo.

Software: Julio Ricardo Avendaño Barrera.

Supervisión: Edwin Santiago Núñez Naranjo.

Validación: Belky Nerea Orbes Revelo.

Visualización: Julio Ricardo Avendaño Barrera.

Redacción - borrador original: Belky Nerea Orbes Revelo.

Redacción - revisión y edición: Edwin Santiago Núñez Naranjo, Belky Nerea Orbes Revelo, Julio Ricardo Avendaño Barrera.