

TRANSICIONES ENERGÉTICAS JUSTAS EN LAS AMÉRICAS: UN ANÁLISIS DE CLÚSTER RECIENTE^{°*}

JUST ENERGY TRANSITIONS IN THE AMERICAS: A RECENT CLUSTER ANALYSIS

Claudia Pong ^{**}

recibido: 14 marzo 2025 – aprobado: 14 marzo 2025

Resumen

En el contexto del Acuerdo de París, ¿es equitativo que los países americanos persigan los mismos objetivos que los países desarrollados y/o que históricamente han contaminado más el ambiente con mayores emisiones de dióxido de carbono? Con la aspiración de resolver esta cuestión, se plantea como objetivo del trabajo formar cuatro grupos de países que se asemejen para que, en el mediano y largo plazo, puedan diseñar políticas que sean razonables, asequibles y accesibles según los recursos y las limitaciones de la región, que es muy desigual en varios aspectos. Se utilizan como marcos teóricos el enfoque de las transiciones energéticas justas y los clubes climáticos, con una metodología de análisis de clúster con k-medias en Microsoft Excel.

Palabras clave: transición energética justa, clubes climáticos, Acuerdo de París, Américas, clúster

Clasificación JEL: P28

[°] Pong, C. (2026). Transiciones energéticas justas en las Américas: un análisis de clúster reciente. *Estudios económicos*, 43(86), pp. 148-166, DOI: 10.52292/j.estudecon.2026.5318

^{*} Este artículo obtuvo el Premio Anual de Investigación en Economía “Profesor Héctor Pistonesi Castelli”.

^{**} Universidad Nacional del Sur; Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (IIESS, UNS-CONICET), Argentina. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8708-0928>. Correo electrónico: cpong@iiesc-conicet.gob.ar

Abstract

In the context of the Paris Agreement, is it equitable for the countries of the Americas to pursue the same objectives as developed countries and/or those that have historically contributed more to environmental pollution through higher carbon dioxide emissions? To address this question, the objective of this research is to form four groups of similar countries so that, in the medium and long term, they can design policies that are reasonable, affordable, and accessible according to the resources and limitations of a region characterized by significant inequalities. The concept of just energy transitions and the notion of climate clubs are used as theoretical frameworks, and a cluster analysis using the k-means method in Microsoft Excel is employed.

Keywords: just energy transition, climate clubs, Paris Agreement, Americas, cluster analysis

JEL Codes: P28

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, 193 países más la Unión Europea se encuentran en un tratado internacional de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) jurídicamente vinculante en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (CMNUCC, 2025). Este tratado denominado el Acuerdo de París tiene como objetivos estabilizar y reducir las emisiones antropogénicas y concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) con el fin de limitar el calentamiento mundial por debajo de los 2° C de temperatura global en este siglo (preferentemente a 1.5° C en relación con los niveles preindustriales) (ONU, 2025).

El Acuerdo de París examina la contribución de los países firmantes a la disminución de los GEI cada cinco años y también prevé proporcionar ayuda a naciones más pobres y en desarrollo con financiación climática para mitigar el cambio climático, fortalecer la resiliencia y mejorar la capacidad de adaptación para enfrentar los desafíos climáticos ahora y en el futuro (ONU, 2025).

El Acuerdo de París se firmó el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016 (ONU, 2025). Durante el año 2020, los países presentaron sus planes de acciones climáticas nominados como las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC), donde se conocen las medidas para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París. A partir de 2023 y 2024, los países informan de manera transparente las medidas adoptadas y realizan una evaluación del progreso mediante un balance mundial para establecer objetivos más ambiciosos y aprendizajes a exponer en las próximas rondas de 2025, 2030 y 2035 (UN Climate Change, 2021).

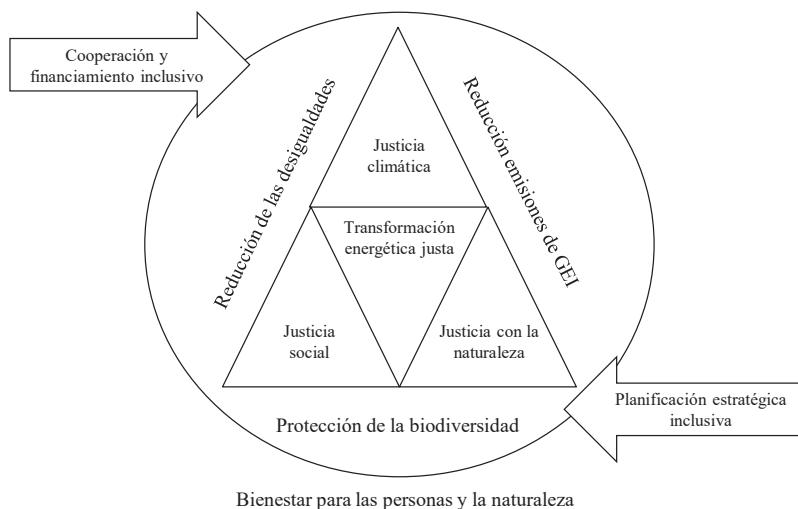
Al mismo tiempo, el Acuerdo de París contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) adoptados el 25 de septiembre de 2015 por un lapso de 15 años (ONU, 2025). Frente a este panorama, así mismo, se plantean varias transformaciones en diferentes esferas de la vida humana como económica, política, social, cultural, técnica y demás, para lograr el desarrollo sostenible en el planeta. En este artículo de investigación, se analizan en el ámbito de la economía de la energía las transiciones energéticas justas (TEJ) para el continente americano.

De manera histórica, más del 70% de los GEI en el mundo (y también en América) provienen del sector energético seguido por el agrícola, cerca de los 12% y 15% (Climate Watch Data, 2025). Por estas razones, las investigaciones e innovaciones han estado rondando en las temáticas energéticas y cómo proceder para poder descender la quema de combustibles fósiles. “Desde 1850, la activi-

dad humana ha causado la emisión de más de 2 300 giga toneladas de dióxido de carbono (CO₂), de las cuales, el 68% provinieron del uso de energía generada por fuentes fósiles” (RED, 2024, p. 3). En este sentido, Linares (2018, p. 24) expresa que “Hay una clara voluntad social, y no una simple imposición de la naturaleza, para lograr un modelo energético más justo, más limpio, y más asequible”.

Se debate también sobre una transformación energética justa, un enfoque que integre el derecho de las generaciones futuras y la justicia climática, social y con la naturaleza (figura 1). Según Rivera (2023, p. 91), “el contexto histórico actual demanda que esta transición energética sea justa con los trabajadores y con la población afectada, pero también que en este proceso se evite reproducir las desigualdades e injusticias sociales y ambientales, a fin de impulsar un marco más amplio de transformación económica y social hacia un futuro más justo y sostenible (sin justicia no hay sostenibilidad)”.

Figura 1. Elementos de un enfoque de transformación energética justa



Fuente: Rivera (2023, p. 92).

A su vez, específicamente en el continente americano, se encuentran diferencias entre los distintos países que lo conforman. Para el 2030, América Latina y el Caribe se comprometieron a reducir las emisiones de GEI en 11% con respecto a 2020 (RED, 2024, p. 5). Sin embargo, desde el punto de vista de una TEJ, la región

enfrenta desafíos ambientales y estructurales relacionados con las brechas de los ingresos por habitantes, pobrezas y desigualdades. “Durante las últimas décadas, el PIB per cápita de la región se ha mantenido un 30% por debajo del de Estados Unidos. El bajo producto se asocia a la baja productividad y esta, a su vez, se vincula con un exceso de empresas pequeñas, informales y con bajo capital físico, humano y organizacional” (RED, 2024, p. 7).

En un continente desigual y contexto inequitativo, se plantea en este artículo evaluar la posibilidad de dividir en grupos los países de América y caracterizarlos con el fin de lograr construir equipos de trabajo intrarregionales para mitigar los efectos del calentamiento global y conseguir cumplir con las NDC y, además, los ODS. Se emplea un análisis de clúster con k-medias en el programa Microsoft Excel y se estudian los cuatro grupos conformados de países del continente americano. En el primer apartado se explica qué se entiende por el enfoque de TEJ y los clubes climáticos y luego, en la segunda sección, se muestra el método de k-medias para crear conglomerados. En los resultados, se debate y justifica los equipos intrarregionales integrados en línea con los clubes climáticos de William Nordhaus para mejorar los aportes al Acuerdo de París.

I. APORTES AL MARCO CONCEPTUAL

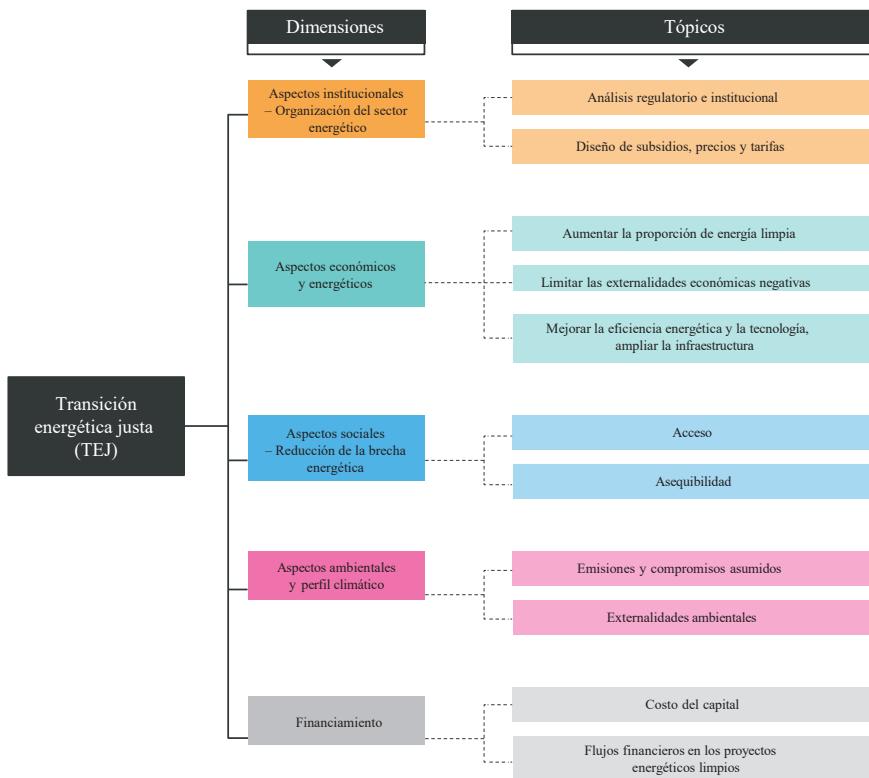
I.1. Transiciones energéticas justas

Las transiciones energéticas han ocurrido a lo largo de la historia humana por diversos motivos (Linares, 2018). Los sistemas energéticos cambian de manera drástica, lenta y significativa. Los factores que impulsan las transiciones también pueden ser numerosos, por ejemplo, la utilización de fuentes de energía distintas, la organización del suministro y estructura del sistema energético, la localización geográfica, etcétera.

En el caso de las transiciones energéticas justas (TEJ), se plantea la disminución de las emisiones de GEI considerando las tecnologías limpias (de bajas o nulas emisiones como gas natural, energías renovables y nuclear, biomasa y biocombustibles), los nuevos desarrollos (hidrógenos y procesos de captura, uso y almacenamiento de carbono), la eficiencia energética (que envuelve la electrificación de la demanda, optimización del sistema de transporte y distribución y conversión de los equipamientos) y todo ello, teniendo en cuenta los costos, la regulación, los mecanismos de mercado, el financiamiento y la cuestión social que incluye el acceso y la asequibilidad energética respetando el medio ambiente (CAF, 2024).

En el siguiente esquema denominado IESAF (por las iniciales de las dimensiones que engloba) se resumen los tópicos que el enfoque de las TEJ abarca (figura 2).

Figura 2. Dimensiones y tópicos de la transición energética justa (TEJ)



Fuente: CAF (2024, p. 19).

Asimismo, las dimensiones y los tópicos que se mencionan para las TEJ precisan de indicadores para poder realizar un seguimiento de su alcance y camino hacia el cumplimiento del Acuerdo de París. A continuación, se presenta una tabla que muestra los posibles indicadores recomendados por el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe-Corporación Andina de Fomento (CAF) (figura 3):

Figura 3. Indicadores potenciales del enfoque de las TEJ

Dimensiones	Tópicos	Índice	Indicadores potenciales
I - Aspectos institucionales – Organización del sector	1. Análisis regulatorio e institucional	I-1.1	Normativa y gobernabilidad del sector energético
		I-1.2	Existencia de estrategias de transición energética
E - Aspectos económicos y energéticos	2. Diseño de subsidios, precios y tarifas	I-1.2.bis	Efectividad de las estrategias de transición energética
	1. Utilización de los recursos locales	I-2.1	Subsidios a los combustibles (% del PIB)
		I-2.2	Gasto total en subsidios (BUSD) y gasto en subsidios para electricidad (BUSD)
	2. Introducción de las tecnologías de la transición energética	E-1.1	Reservas comprobadas de recursos locales
		E-1.2	Dependencia de las importaciones netas de energía (%)
		E-2.1	Proporción de energía renovable en el consumo final total de energía y la generación de electricidad (%)
		E-2.1bis	Capacidad instalada de generación eléctrica renovable (GW)
		E-2.2	Intensidad energética medida en función de la energía primaria y el PIB (TJ/MUSD PPP)
		E-2.3	Eficiencia de la conversión y distribución de energía (%)
		E-2.4	Intensidad energética por sector económico (TJ/MUSD PPP)
S - Aspectos sociales – Reducción de la brecha energética	2.5	E-2.5	Intensidad energética del sector residencial (TJ/hogar)
		E-2.6	Penetración de la electricidad en el sector transporte (%)
		E-2.7	Penetración del gas natural e hidrógeno en el sector transporte (%)
	3. Externalidades económicas y creación de empleo	E-3.1	Capacidad instalada (GW) y valor de los activos abandonados (MUSD)
		E-3.2	Número de empleados formales asociados a cadenas de valor existentes
		E-3.3	Número de empleos asociados a proyectos de transición energética (miles de puestos de trabajo)
A - Aspectos ambientales y perfil climático	1. Acceso	S-1.1	Proporción de la población con acceso a la electricidad
		S-1.2	Proporción de la población cuya fuente primaria de energía consiste en tecnologías y combustibles limpios
		S-1.3	Uso de energía per cápita
	2. Asequibilidad	S-1.4	Calidad del servicio eléctrico
		S-2.1	Tarifa final por sector y combustible
		S-2.2	Porcentaje de ingresos de los hogares dedicado a combustibles y electricidad, para el total y para el 20% de los hogares más pobres
F - Financiamiento	1. Emisiones y compromisos asumidos	A-1.1	Emisiones totales de GEI por año y por sector (MtCO2e)
		A-1.2	Emisiones totales de GEI por unidad de PIB y per cápita (MtCO2e/MUSD PPP y tCO2e per cápita)
	2. Externalidades ambientales	A-2.1	Número de personas afectadas directamente, atribuido a desastres cada 100.000 habitantes
		A-2.2	Vulnerabilidad y preparación para el cambio climático
F - Financiamiento	1. Costo de capital	F-1.1	Costo del endeudamiento del sector privado
	2. Flujos financieros en los proyectos energéticos limpios	F-2.1	Corrientes financieras internacionales hacia los países en desarrollo para apoyar la investigación y el desarrollo de energías limpias y la producción de energía renovable, incluidos los sistemas híbridos
		F-2.2	Dependencia fiscal/tributaria de cadenas productivas asociadas a hidrocarburos

Fuente: Ghazarian et al. (2024, p. 20).

Por último, la literatura sugiere que los indicadores del enfoque se actualizan anualmente (Ghazarian et al., 2024).

I.2. Clubes climáticos

El economista ganador del Premio Nobel, Nordhaus (2018), expuso sobre la aparición del fenómeno de “free-riding” en los acuerdos del Protocolo de Kioto

(1997) y París (2015) y una posible solución para ello a través de la conformación de clubes climáticos combinado con un diseño de una estructura de incentivos efectiva para que los países se unan a un club.

Desde el punto de vista de la teoría de juegos, en los acuerdos climáticos internacionales, los países tienen incentivos a obtener beneficios a expensas de los esfuerzos y gastos gubernamentales que realicen otras naciones para proteger el medio ambiente (que es considerado un bien público global). Sin embargo, en este contexto y con esas estrategias, el resultado final es que todos los Estados se verán perjudicados (Nordhaus, 2020).

La introducción de clubes climáticos implica que los miembros del grupo poseen beneficios y objetivos a cumplir para permanecer en él e incurren en penalidades si los comportamientos se desvían de lo acordado. Por ejemplo, se podrían limitar las emisiones de GEI mediante un precio al carbono común internacional.

Al mismo tiempo, los países que no sean participantes en un grupo no tienen los beneficios propios de la membresía o al momento de comercializar los bienes y servicios internacionalmente, poseen restricciones arancelarias y/o no arancelarias con el fin de internalizar las externalidades de un menor empleo de tecnologías limpias. “With penalty tariffs on nonparticipants, the Climate Club would create a situation in which countries acting in their self-interest would choose to enter the club and undertake ambitious emission reductions because of the structure of the payoffs” (Nordhaus, 2020, p. 16).

El diseño de clubes climáticos estables en el tiempo es un desafío que se encuentra en discusión e investigación, pero la delineación de objetivos e incentivos deberían ser tales que los costos de no participar en un club (verbigracia, pago de un impuesto al carbono) son muchos mayores que los costos de cuidar al medio ambiente para los países partícipes en un club (por ejemplo, cambio de la matriz energética y eléctrica). “Like players on athletic teams, countries can accomplish more when acting together than when going their separate ways” (Nordhaus, 2020, p. 14).

En resumen, los aportes teóricos que se emplean en el presente estudio se basan en las literaturas relacionadas con las TEJ para destacar las particularidades del continente americano y los clubes climáticos para buscar mejores resultados por equipos que individuales.

II. APORTES METODOLÓGICOS

El análisis de conglomerados o clústeres es una técnica estadística que permite agrupar casos o variables de un archivo de datos en función de la similitud que exista entre ellos (UC3M, 2025).

Este análisis de agrupamientos mediante clúster basado en el procedimiento k-medias significa que, partiendo del estudio de casos individuales, se intenta ir agrupando los casos hasta llegar a la formación de grupos o conglomerados homogéneos (UC3M, 2025).

El criterio de similitud para que los elementos se sumen a un grupo son las distancias entre ellos en un conjunto de variables. El proceso de análisis de conglomerados de k-medias utiliza la distancia euclídea, que es la longitud de la recta que une dos casos (Saavedra, 2021).

Para ejemplificar, en un espacio de dos dimensiones en el que cada punto se encuentra definido por las coordenadas (x, y), la distancia euclídea entre dos puntos p y q viene dada como:

$$\text{distancia euclídea } (p, q) = [(x_p - x_q)^2 + (y_p - y_q)^2]^{0,5}$$

Es decir, se determina un número k de conglomerados que se desea obtener y a continuación, de forma secuencial se asigna a cada caso el centroide más cercano y actualizado (los centros de los conglomerados se llaman centroides). Y una vez que todos los casos fueron asignados a un k conglomerado, se inicia un proceso iterativo para calcular los centroides finales de los k clústeres.

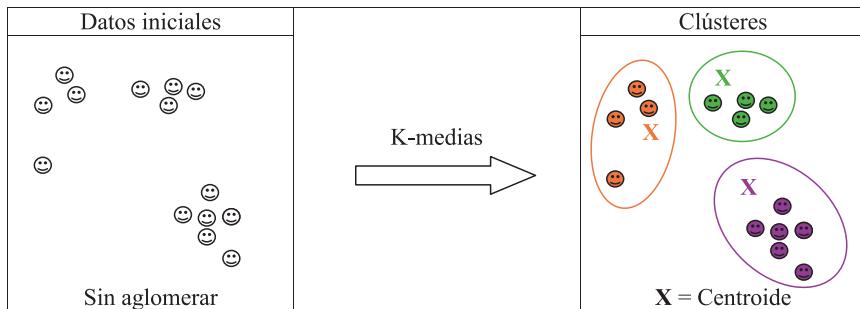
El proceso de análisis de clúster finaliza cuando ya no hay más reasignaciones a los elementos y se determinan cuáles casos se reúnen en qué k grupos (figura 4).

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En base a datos sobre el total de las emisiones de dióxido de carbono del Banco Mundial y el porcentaje de participación de las energías renovables en la generación eléctrica de las economías americanas de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA), se procedió a realizar un análisis de conglomerados

con k-medias para diferenciar grupos de países que tengan similitudes para poder atacar con mayor eficacia el calentamiento global.

Figura 4. Análisis de clúster en k-medias



Fuente: elaboración propia

En la tabla 1, se muestran los datos usados para cada uno de los 35 países del continente americano ordenados alfabéticamente. En esta primera revisión de la información, se reconoce a Estados Unidos como una observación atípica (por las elevadas emisiones de dióxido de carbono) y se considera que se la puede analizar de manera separada en un futuro trabajo de investigación.

Tabla 1. Datos iniciales del continente americano para el año 2022

Países	Participación porcentual de las energías renovables en la generación eléctrica (%)	Total de las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) excluyendo los usos del suelo LULUCF (MtCO ₂ e)
Antigua y Barbuda	6.51	0.2777
Argentina	29.18	184.0372
Bahamas	1.19	1.4462
Barbados	8.40	0.6742
Belice	89.71	0.2694
Bolivia	36.54	21.9595
Brasil	87.71	466.7704

Canadá	68.98	582.0729
Chile	55.42	92.8587
Colombia	74.36	88.4698
Costa Rica	99.28	8.6084
Cuba	4.94	24.7708
Dominica	23.17	0.0688
Ecuador	76.11	46.1069
El Salvador	78.30	7.9724
Estados Unidos	21.34	4853.7802
Granada	1.74	0.1225
Guatemala	79.09	20.0901
Guyana	7.57	3.804
Haití	19.52	3.437
Honduras	59.49	10.6126
Jamaica	12.01	6.083
México	22.25	487.774
Nicaragua	65.68	5.7344
Panamá	80.08	11.384
Paraguay	100.00	9.9326
Perú	55.73	61.6104
República Dominicana	17.82	23.457
San Cristóbal y Nieves	4.39	0.1019
San Vicente y Las Granadinas	15.02	0.0828
Santa Lucía	2.00	0.2548
Surinam	53.85	3.289
Trinidad y Tobago	0.07	29.2174
Uruguay	90.15	8.5415
Venezuela	77.41	96.9249

Nota: LULUCF (uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura).

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del Banco Mundial e IRENA.

Luego de hacer el análisis de conglomerados en k-medias por medio del programa de Microsoft Excel, se hallaron cuatro grupos de países denominados G1, G2, G3 y G4 (en un intento de análisis inicial, Estados Unidos podía conformar un solo G5 por su magnitud y reciente alejamiento del Acuerdo de París con el presidente Donald Trump). Los resultados se muestran seguidamente en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis de conglomerados con k-medias para América (sin Estados Unidos)

Países	Código del país	Clústeres
Antigua y Barbuda	ATG	G1
Bahamas	BHS	G1
Barbados	BRB	G1
Bolivia	BOL	G1
Cuba	CUB	G1
Dominica	DMA	G1
Granada	GRD	G1
Guyana	GUY	G1
Haití	HTI	G1
Jamaica	JAM	G1
República Dominicana	DOM	G1
San Cristóbal y Nieves	KNA	G1
San Vicente y Las Granadinas	VCT	G1
Santa Lucía	LCA	G1
Trinidad y Tobago	TTO	G1
Belice	BLZ	G2
Costa Rica	CRI	G2
Ecuador	ECU	G2
El Salvador	SLV	G2
Guatemala	GTM	G2
Honduras	HND	G2
Nicaragua	NIC	G2
Panamá	PAN	G2

Paraguay	PRY	G2
Surinam	SUR	G2
Uruguay	URY	G2
Argentina	ARG	G3
Chile	CHL	G3
Colombia	COL	G3
Perú	PER	G3
Venezuela	VEN	G3
Brasil	BRA	G4
Canadá	CAN	G4
México	MEX	G4

Fuente: elaboración propia.

Se pueden observar que se obtuvieron cuatro grupos que unieron países con relativas similitudes en características vinculadas con la geografía, economía y energía. El G1 reúne a 15 países, G2 a 11 países, G3 a 5 países y G4 a 3 países.

Tabla 3. Grupos para las Américas (excluyendo a los Estados Unidos de América)

Países	Grupo de Ingresos	Características
Antigua y Barbuda	Ingreso alto	Compuesto por una mayoría de países insulares. Las emisiones de CO ₂ provienen principalmente de los sectores energía (40%), usos de la tierra (30%) y agricultura (20%). Porcentaje promedio de energías renovables sobre la capacidad eléctrica instalada: 15.62%.
Bahamas	Ingreso alto	
Barbados	Ingreso alto	
Bolivia	Ingreso mediano bajo	
Cuba	Ingreso mediano alto	
Dominica	Ingreso mediano alto	
Granada	Ingreso mediano alto	
Guyana	Ingreso alto	
Haití	Ingreso mediano bajo	
Jamaica	Ingreso mediano alto	
República Dominicana	Ingreso mediano alto	
San Cristóbal y Nieves	Ingreso alto	
San Vicente y Las Granadinas	Ingreso mediano alto	
Santa Lucía	Ingreso mediano alto	
Trinidad y Tobago	Ingreso alto	
Belice	Ingreso mediano alto	Compuesto por países de menores superficies terrestres. Las emisiones de CO ₂ provienen principalmente de los sectores energía (31%), usos de la tierra (28%) y agricultura (28%). Porcentaje promedio de energías renovables sobre la capacidad eléctrica instalada: 65.13%.
Costa Rica	Ingreso mediano alto	
Ecuador	Ingreso mediano alto	
El Salvador	Ingreso mediano alto	
Guatemala	Ingreso mediano alto	
Honduras	Ingreso mediano bajo	
Nicaragua	Ingreso mediano bajo	
Panamá	Ingreso alto	
Paraguay	Ingreso mediano alto	
Surinam	Ingreso mediano alto	
Uruguay	Ingreso alto	

Argentina	Ingresa mediano alto	
Chile	Ingresa alto	Integrado por países que poseen mayores superficies terrestres. Las emisiones de CO ₂ provienen principalmente de los sectores energía (48%), agricultura (24%) y usos de la tierra (16%).
Colombia	Ingresa mediano alto	
Perú	Ingresa mediano alto	
Venezuela	No clasificado	Porcentaje promedio de energías renovables sobre la capacidad eléctrica instalada: 50.54%.
Brasil	Ingresa mediano alto	
Canadá	Ingresa alto	Formado por tres países con extensas superficies terrestres e importantes economías. Las emisiones de CO ₂ provienen principalmente de los sectores energía (52%), agricultura (24%) y usos de la tierra (16%).
México	Ingresa mediano alto	Porcentaje promedio de energías renovables sobre la capacidad eléctrica instalada: 60.51%.

Nota: las emisiones de dióxido de carbono por grupo (2021) se obtuvieron desde Climate Watch en <https://www.climatewatchdata.org/>, los grupos de ingresos por países son datos provenientes del Banco Mundial y las participaciones de las energías renovables en la capacidad eléctrica instalada (2022) por medio de IRENA.

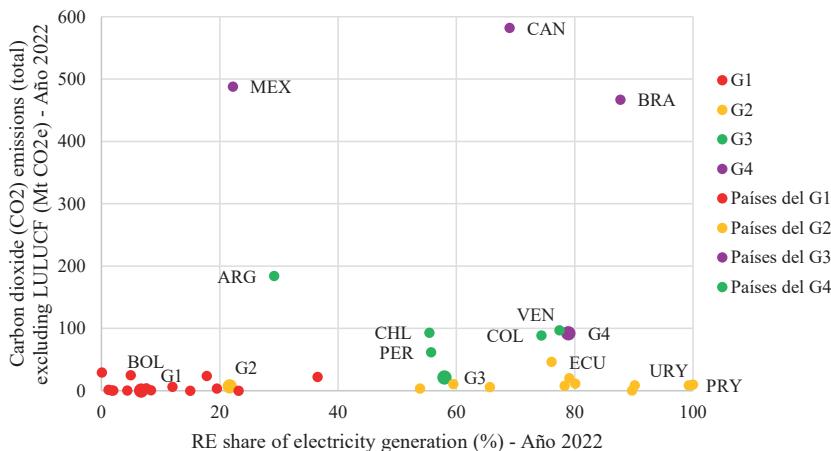
Fuente: elaboración propia.

Si se examina la tabla 3, los clústeres deberían apuntar a disminuir las emisiones de GEI que provienen del sector energético, seguida de la agricultura en G3

y G4 y los usos de la tierra para G1 y G2. Asimismo, los porcentajes promedios de energías renovables sobre la capacidad eléctrica instalada se posicionan de menor a mayor participación desde G1, seguido de G3, G4 y finalmente, G2. Estas economías perfilan para que puedan diagramarse objetivos en conjuntos y de esta forma, lograr superiores resultados de alcance al Acuerdo de París.

A continuación, se presenta un gráfico que resume los resultados del análisis por conglomerados en k-medias del continente americano del año 2022 (figura 5).

Figura 5. Análisis de clústeres en k-medias para América para el año 2022



Nota: Estados Unidos no se encuentra en el gráfico debido a que sus emisiones de CO₂ son los más elevados en el continente.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

El presente trabajo investiga la posibilidad de armar conglomerados dentro del continente americano con el fin de poder a futuro construir objetivos más accesibles para América y que los objetivos del Acuerdo de París y Desarrollo Sostenible se puedan cumplir con mayor velocidad.

Se emplea el análisis de clústeres con k-medias utilizando Microsoft Excel y se usaron datos provenientes del Banco Mundial, Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA) y Climate Watch Data para construir los cuatro grupos obtenidos.

Se puede concluir que, bajo los marcos teóricos de las transiciones energéticas justas y los clubes climáticos, no solamente se busca mitigar el calentamiento global, sino que también se indagan soluciones que sean efectivas, cooperativas, inclusivas y colaborativas socialmente con las generaciones actuales y futuras abandonando problemas estructurales que persiguen a gran parte de la región como las desigualdades, pobrezas e inequidades en los ingresos per cápita.

Se obtuvieron cuatro grupos en el continente americano, a saber: G1 con países en su mayoría insulares que deben mejorar su participación de las energías renovables dentro de las capacidades instaladas; G2 con países de menor superficie terrestre continental, pero un gran porcentaje de participación de energías renovables en sus capacidades instaladas promedio; G3 con países que son mayores en superficie terrestre y economías que pueden mejorar sus matrices energéticas y eléctricas con tecnologías más limpias y G4 con países que son líderes en la región y tienen las capacidades para fijar objetivos más ambiciosos en torno a la introducción de fuentes de energía renovables.

Con el fin de que los esfuerzos se traduzcan en cumplimientos y mejoras medioambientales, los equipos de naciones americanas conformados pueden idear objetivos comunes accesibles en reducción de las emisiones de GEI y armar un sistema de incentivos que estimule a los países miembros a mejorar obteniendo beneficios ya sean comerciales y/o fiscales y evitando penalidades, logrando en el mediano y largo plazo mayor adherencia y participantes.

Entre otras posibilidades y líneas de investigación, el estudio puede ampliarse con más variables que se relacionen con las TEJ, variables en sus niveles per cápita, las reservas de recursos naturales, energéticos y minerales de los Estados y otras variables vinculadas con los trilemas o cuatrilemas energéticos de los países. Además, podrían considerarse el peso de los problemas estructurales de la región como la pobreza que limita el financiamiento y las finanzas de los países a la hora de definir prioridades y ayudas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA). (29 de enero de 2025). *Capacidad y Generación eléctrica*. <https://pxweb.irena.org/pxweb/en/IRE-NASTAT/>
- Banco Mundial. (29 de enero de 2025). *Datos del Banco Mundial*. <https://datos-bancomundial.org/indicador/EN.GHG.CO2.MT.CE.AR5>
- Climate Watch Data. (29 de enero de 2025). *Global Historical Emissions*. https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=sector&chartType=percentage&end_year=2021&start_year=1990
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (29 de enero de 2025). *Qué es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico>
- Nordhaus, W. (2020). The Climate Club: How to Fix a Failing Global Effort. *Foreign Affairs*, 99(3), 10-17. <https://www.jstor.org/stable/26985603>
- Ghazarian, A., Champetier, C., Quiroga, D., Baqueriza, F., Barros, N., Souilla, L., Sanz, R., Gomelsky, R., Salinas, E., Ríos, J. & Cont, W. (2024). *Transición Energética Justa: Marco conceptual para la región, Análisis en el contexto nacional*. Caracas, Venezuela: Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF) e International Development Finance Club (IDFC). <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2342>
- Linares, P. (2018). La Transición Energética. *Ambienta*, 125, 20-31. https://www.mapama.gob.es/app/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_AM%2FPDF_AM_Ambienta_2018_125_20_31.pdf
- Organización de las Naciones Unidas. (29 de enero de 2025). *El Acuerdo de París*. <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>
- Organización de las Naciones Unidas. (29 de enero de 2025). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Rivera, L. (2023). Necesidad de una transición energética justa con las personas y la naturaleza: una mirada a la transición energética europea. En R. Ávila et al. *La triple transición: Visiones cruzadas desde Latinoamérica y la Unión Europea*. (83-128). Barcelona: Fundación Carolina y Oxfam Intermón. https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2023/07/LibroFC_Oxfam.pdf#page=83
- Saavedra T., R. (1 de mayo de 2021). *K-Medias de Agrupamiento (Clusters) en Excel - Análisis Bivariante-Parte 1*. [Video de YouTube]. <https://youtu.be/ZXde0ls6tKQ?si=aFJJysABDtS5MZv>

Universidad Carlos III de Madrid (UC3M). (29 de enero de 2025). *Capítulo 21.*

Análisis de conglomerados (I): El procedimiento Conglomerados de K medias. 461-473. <https://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/GuiaSPSS/21conglk.pdf>

United Nations Climate Change. (6 de enero de 2021). *¿Se ha preguntado alguna vez qué es el Acuerdo de París y cómo funciona?* [Video de YouTube]. <https://youtu.be/4ofqzVW0mwM?si=CRWHFPAItG5HbKh7>

© 2026 por los autores; licencia no exclusiva otorgada a la revista Estudios económicos. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0) de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>