



UNIVERSIDAD LA SALLE

FACULTAD DE NEGOCIOS

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la
Secretaría de Educación Pública, según Decreto Presidencial de
fecha 29 de mayo de 1987

TESIS

**Impacto de la Transición Energética: Evaluación de los Efectos de
las Energías Renovables en los Sectores Agrícola y Pesquero**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
**LICENCIADO EN INGENIERÍA ECONÓMICA Y
FINANCIERA**

PRESENTA:

DANIEL ALEJANDRO SÁNCHEZ RAMÍREZ

Asesor: Dr. Luis Antonio Andrade Rosas

Ciudad de México, 2025

Ciudad de México a 30 de enero de 2025

**MTRO. GABRIEL NUÑEZ
GONZÁLEZ DIRECTOR DE
GESTIÓN ESCOLAR
UNIVERSIDAD LA SALLE**

P R E S E N T E

Le informo que el (la) C.

DANIEL ALEJANDRO SÁNCHEZ RAMÍREZ

Egresada(o) de la Facultad de Negocios

de la **UNIVERSIDAD LA SALLE**, de la Licenciatura en:

INGENIERÍA ECONÓMICA Y FINANCIERA

Con reconocimiento de validez oficial de estudios de la Secretaría de Educación Pública según Decreto Presidencial de fecha 29 de mayo de 1987.

Ha elaborado la tesis titulada: **“Impacto de la Transición Energética: Evaluación de los Efectos de las Energías Renovables en los Sectores Agrícola y Pesquero”**

De conformidad con la modalidad para la obtención de título aprobada para esta Licenciatura de acuerdo a lo establecido en el Reglamento General de las Universidades La Salle Integrantes del Sistema Educativo de las Universidades la Salle.

Cumplió con todos los requisitos y el trabajo que fue elaborado bajo la conducción del Dr. Luis Antonio Andrade Rosas quien fungió como asesor, tiene la calidad suficiente para ser la base de sustentación de su Examen Profesional por lo que se le autoriza presentarlo.



Mtro. Markel Israel Lehman Elizondo
Director Facultad de Negocios

Dedicatoria

A mis padres, pilares fundamentales de mi vida, por su amor incondicional, su paciencia infinita y su apoyo inagotable. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la humildad. Cada sacrificio que hicieron por mí está reflejado en estas páginas, y este logro es tan suyo como mío.

A mis amigos, compañeros de risas, desvelos y sueños. Gracias por estar ahí en los momentos de estrés, por escucharme y por brindarme palabras de aliento cuando más las necesitaba. Han hecho este camino más ligero y memorable.

A mis profesores y asesores, por compartir su conocimiento, guiarme con sabiduría y creer en mi potencial. Su dedicación ha sido fundamental para alcanzar este logro académico.

Este trabajo no solo representa el fin de una etapa, sino el comienzo de un nuevo camino. Lo dedico a todos aquellos que, de una forma u otra, han dejado huella en mi vida y han contribuido a que este sueño se haga realidad.

Índice

Introducción	5
Hipótesis	6
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos.....	7
Capítulo 1: Impacto ambiental.....	8
1.1-Calentamiento Global	8
1.2-Impacto del calentamiento global y panorama en la agricultura y pesca.....	13
1.3-Efectos en el Producto Interno Bruto	20
1.3.1- Preparaciones para la transición	23
1.4-Energías renovables.....	28
1.4.1 Avances en los países de energías renovables	37
1.4.2- Los impactos del COVID 19	41
Capítulo 2: Metodología	44
2.1-Datos y variables	48
2.2- Análisis y Resultados	49
Bibliografía	61

Introducción

Los combustibles fósiles han sido una de las fuentes de energía más empleadas a nivel mundial. Su inicio data, desde la primera revolución industrial cuando se comenzaron a utilizar para generar electricidad, calefacción en hogares y edificios comerciales; así como combustible para vehículos, camiones, aviones, barcos, entre otros. En la industria son esenciales, tanto como fuente de energía como materia prima; sin embargo, su uso ha generado más desventajas que beneficios, lo que ha llevado al fenómeno conocido como calentamiento global. En este sentido, Arribas (2022) menciona que la capa de ozono también se ve afectada tanto por el calentamiento global como por la contaminación, y a pesar de los esfuerzos realizados para protegerla, no se ha logrado reducir el daño de manera efectiva.

Las actividades humanas han perturbado el ciclo natural del carbono al generar una cantidad excesiva de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Desde la Revolución Industrial, las actividades humanas han sido la principal fuente de emisiones de CO₂, lo que ha llevado a un aumento significativo de sus niveles en la atmósfera (EPA, 2024). Durante la pandemia de COVID-19, se observó la importancia de cuidar el planeta, ya que en los dos años de confinamiento se redujo significativamente la cantidad de metano en la atmósfera, demostrando que es posible reducir la contaminación (Caltagirone, 2020).

El calentamiento global afecta significativamente a sectores como la agricultura y la pesca. Según el Gobierno de México (2015), los cambios climáticos impactan el rendimiento de los cultivos, provocan la pérdida de ganado y la destrucción de siembras. Las variaciones extremas de temperatura aceleran la propagación de plagas y enfermedades en las zonas de transmisión, con consecuencias devastadoras para el sector agropecuario. En el sector pesquero, la Sustainable Fishing, MSC (2020) menciona que los aumentos repentinos de temperatura y la acidificación del agua pueden causar la desaparición de especies y hábitats

marinos. Además, las desviaciones de las corrientes oceánicas y el calentamiento de las aguas están alterando la distribución de las poblaciones de peces y la estructura de los ecosistemas.

Esto nos lleva a la energía renovable que es un componente fundamental en la mitigación del cambio climático porque es una energía no contaminante y sostenible que no emite gases de efecto invernadero ni otros contaminantes. El objetivo es reducir la huella ambiental y avanzar hacia un sistema energético más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. La Agencia Internacional de Energías Renovables sostiene que, si la proporción de energías renovables en la matriz energética mundial se duplicara hasta el 32% en 2030 podría aumentar el bienestar en un 3.7% y crear más de 24 millones de puestos de trabajo en el sector (FIIAP, 2019).

Según Walle (2012), el CO₂ es un gas de efecto invernadero presente naturalmente en la atmósfera que ayuda a regular la temperatura de la Tierra al atrapar el calor. Este gas se genera a través de procesos biológicos, la quema de combustibles fósiles, la descomposición de materia orgánica, la deforestación, actividades industriales y fenómenos naturales como las erupciones volcánicas. Para las plantas, el CO₂ es esencial para realizar la fotosíntesis y liberar oxígeno al aire.

La conversión de la energía es un proceso que implica impactos ambientales, las energías fósiles y las renovables tienen un impacto en la huella ecológica, tanto las energías fósiles como las renovables producen CO₂ en diferentes cantidades, pero algo importante es: ¿cuál de estas energías daña más al ecosistema y a las tierras donde se cultiva?

Hipótesis

La hipótesis del trabajo se centra en analizar el impacto de las energías fósiles y renovables en la agricultura, espacios agrícolas (áreas de tierra que se utilizan para la producción de cultivos y la cría de animales con fines agrícolas) y la pesca, considerando el CO₂ como un indicador clave. Se plantea que las diferentes fuentes de energía, tanto fósiles como renovables, tienen efectos distintos en la producción agrícola y pesquera. La reducción de las

emisiones de CO₂ asociadas con la transición de energías fósiles a energías renovables (solar y eólica) mejora la salud del suelo y la calidad del agua en los ecosistemas agrícolas y pesqueros, lo que resulta en un aumento de la productividad y sostenibilidad en estos sectores

Esta hipótesis permite investigar cómo la disminución de CO₂ puede influir en los factores ambientales que afectan la agricultura y la pesca, así como evaluar los beneficios a largo plazo de la transición energética.

Objetivo general

El objetivo es analizar cómo el uso de combustibles fósiles y el consumo de electricidad influyen en los sectores agrícola y pesquero. Se evaluará el papel de las energías eólica y solar para entender su impacto en estos sectores en diferentes países. Esto proporcionará una visión clara de cómo estas fuentes de energía afectan y benefician a los espacios agrícolas y pesqueros.

Objetivos específicos

1. Evaluar el impacto de las energías fósiles y renovables: Analizar cómo el uso de energías fósiles y el consumo de electricidad afectan a los sectores agrícola y pesquero.
2. Comparar fuentes de energía: Evaluar el papel de las energías eólica y solar para comprender su influencia en los sectores agrícola y pesquero en diversos países.
3. Analizar el impacto ambiental y económico: Realizar un análisis detallado sobre el impacto ambiental y económico de las energías renovables y fósiles, considerando su efecto en la huella ecológica.
4. Contribuir al debate sobre el cambio climático: Aportar información relevante al debate sobre la reducción de la huella ecológica y el cambio climático, enfocándose en los sectores mencionados.

Capítulo 1: Impacto ambiental

1.1- Calentamiento Global

El calentamiento global se atribuye principalmente a la influencia de las actividades humanas, en particular al uso de combustibles fósiles que emiten CO₂ y otros gases de efecto invernadero. Aunque es cierto que la actividad solar también puede influir en las variaciones de la temperatura terrestre, la comunidad científica concuerda en que el impacto de las actividades humanas es el factor predominante en el calentamiento global observado en las últimas décadas. Las evidencias presentadas por organismos como la NASA (2022) respaldan esta posición, ya que realizaron una comparación entre la temperatura y la actividad solar.

El recién adquirido interés público y gubernamental en el calentamiento global muestra su creciente preocupación por sus repercusiones mundiales y las consecuencias de este fenómeno. La adopción del término “Antropoceno” subraya el impacto directo de la actividad humana en el clima y la geología contemporáneos y, al mismo tiempo, reconoce que sus consecuencias difieren de una región a otra (Rodas, 2023).

De acuerdo con la Comisión Europea (2022), la variable principal que contribuye al cambio climático es la concentración de gases de efecto invernadero. Los gases presentes en la atmósfera de la Tierra mantienen el calor del Sol e impiden que el calor se irradie en el espacio; de esta manera, es cómo la Tierra se calienta. Aunque son producidos de manera natural, varias actividades humanas han incrementado la cantidad de ciertos gases en la atmósfera; algunos de los más abundantes son:

- CO₂ (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido nitroso (N₂O)
- Gases fluorados (F-gases)

El calentamiento global es causado por el CO₂ producido por la humanidad, es decir, la quema de combustibles fósiles y la deforestación. En 2020 la concentración de CO₂ en la atmósfera (se mide en partículas por millón (ppm) y se puede determinar con dispositivos que analizan el aire) fue un 48% superior a los niveles preindustriales de la época de la revolución industrial, lo que significa que es extremadamente necesario tomar medidas para reducir las emisiones y la lucha contra el calentamiento.

El metano es un gas que contribuye con cerca del 30% del calentamiento global registrado desde la era preindustrial, y su concentración está aumentando a una tasa más rápida que en cualquier otro momento desde el inicio de los medios de medición durante la década de 1980 (United Nations Environment Programme, 2021).

El metano es un gas de efecto invernadero sumamente potente, capaz de atrapar más de 80 veces más calor que el dióxido de carbono en el corto plazo. Aunque su presencia en la atmósfera es menor, su impacto en el calentamiento global es significativamente mayor (United Nations Environment Programme, 2021). La creciente demanda de proteínas animales debido al aumento en la población y urbanización plantea un desafío significativo a la sostenibilidad. El informe de la ONU identifica que las emisiones ganaderas contribuirán mucho al crecimiento general en el mundo árabe y en la agricultura del este asiático. El ganado representa el 32% y el arroz el 8% de las emisiones antropogénicas de metano. Por lo tanto, es crucial implementar soluciones para mitigar estos impactos, como mejorar las prácticas de gestión ganadera, optimizar el riego en los cultivos de arroz y promover dietas alternativas que reduzcan la dependencia de la producción animal.

Los óxidos nitrógeno son gases de nitrógeno y oxígeno tóxicos, ambos son no inflamables, pero si perjudiciales para la salud y el medio ambiente, éstos se emiten al aire por el escape de vehículos motorizados, también se liberan durante la combustión de carbón, petróleo y gas natural, la calefacción de productos químicos, la soldadura al arco, la galvanoplastia, el grabado de metales y el uso de dinamita (ATSDR, 2016).

En general, los óxidos de nitrógeno se descomponen con prontitud en la atmósfera como producto de la reacción con otras sustancias que comúnmente se hallan en el aire, por ejemplo, la reacción del dióxido de nitrógeno con compuestos químicos que emana la luz solar conlleva la producción del ácido nítrico, componente primario de la lluvia ácida, asimismo, el dióxido de nitrógeno interactúa con la luz solar potencializando el ozono y la neblina de smog en el aire que respiramos (ATSDR, 2016).

EPA afirma que los gases fluorados son únicos, no tienen fuentes naturales. Todos los gases fluorados se generan a través de actividades humanas, principalmente como reemplazos de sustancias con el agujero de ozono, como el clorofluorocarbono. Diversas aplicaciones industriales y comerciales utilizan gases fluorados y generan gases de efecto invernadero. Las emisiones totales de gases fluorados en los Estados Unidos aumentaron un 69.7% de 1990 a 2017, mientras que las emisiones de hidrofluorocarbonos aumentaron un 239.9%.

La deforestación representa una grave amenaza para el clima intensificando el efecto invernadero y acelerando el calentamiento global al destruir ecosistemas vitales que regulan el CO₂, lo que, según Guénola Kahlert de WWF la convierte en una "bomba de relojería" para el cambio climático, con hasta un 15% de las emisiones globales atribuibles a la pérdida de bosques superando incluso el impacto del tráfico vehicular. La tala y desecación de bosques para expandir cultivos como el aceite de palma, arroz o maíz provocan una devastación ecológica significativa apuntando a decisiones políticas intencionales que priorizan necesidades humanas a corto plazo sobre el cambio climático. Esta explotación no solo destruye hábitats, sino que desencadena efectos en cadena que afecta a diversos ecosistemas, una realidad que muchos parecen ignorar (Walle, 2012).

El cambio climático está transformando la agricultura a nivel mundial al provocar alteraciones significativas en los patrones climáticos, lo que genera incertidumbre y presenta numerosos desafíos para los agricultores, éstos deben adaptarse a condiciones extremas, como inviernos más rigurosos que dañan los cultivos y veranos calurosos que provocan sequías. La variabilidad en las precipitaciones puede causar la desecación de los suelos o inundaciones que destruyen las cosechas, afectando gravemente la productividad y sostenibilidad de la agricultura. Las

condiciones adversas resultantes del cambio climático impactan negativamente el rendimiento y la calidad de los cultivos, llevando a los agricultores a adoptar prácticas agrícolas no convencionales. Para abordar la escasez de agua, muchos implementan sistemas de riego artificial para asegurar la adecuada hidratación de las plantas, al mismo tiempo, la variabilidad climática y la alta humedad fomentan la aparición de plagas y enfermedades, lo que resulta en un uso más intensivo de insecticidas y fungicidas para proteger las cosechas, aumentando así los costos y los desafíos ambientales asociados a la agricultura (Ivanchuk, 2022).

De acuerdo con Pérez (2018), China es responsable de una proporción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero superando el 25% del total global. Esta situación es preocupante, ya que el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático establece que es crucial reducir las emisiones mundiales en un 40% para 2040. El uso predominante del carbón como fuente de energía principal en China, tanto para la producción de electricidad como en las industrias del acero y cemento, empeora el panorama.

La proyección mencionada por Masters (2023), sobre sequías más intensas y prolongadas, respaldada por los estudios de Li (2021) y Cocine (2020), es motivo de gran preocupación especialmente para la agricultura y la seguridad alimentaria en regiones vulnerables como China. Se prevé que la duración de las sequías aumente a 10.8 meses durante el período 2021-2060, en comparación con los 6.6 meses registrados entre 1960 y 2000 y que la intensidad de las sequías se incremente en un 40% para 2050. El impacto en los ecosistemas y en las economías locales podría ser devastador, además, se espera que la frecuencia de sequías extremas se multiplique por 2 o 3 para finales del siglo.

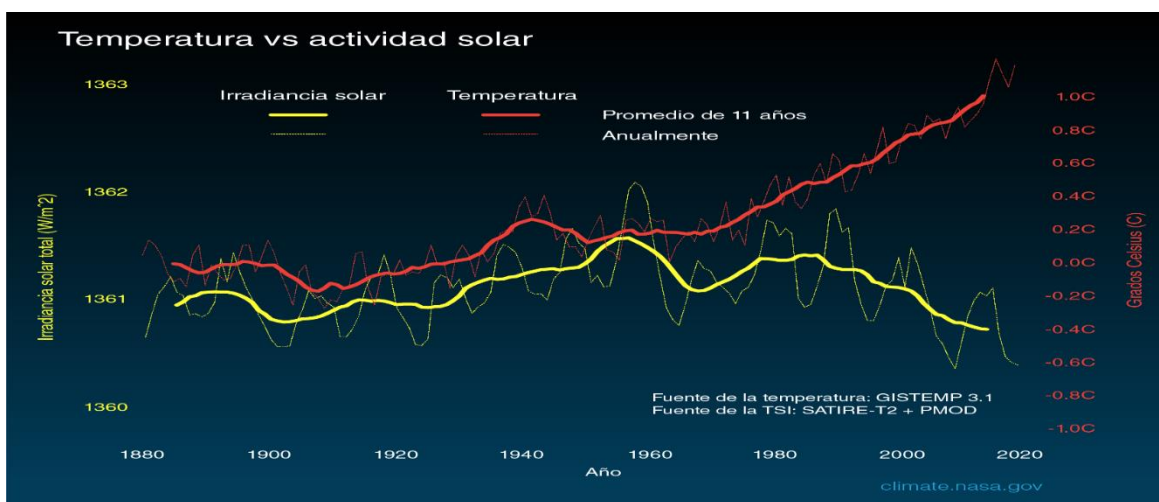
El reporte de la ONU de mayo de 2022 revela una situación alarmante pronosticando que entre 4,800 y 5,700 millones de personas sufrirán escasez de agua durante al menos un mes al año para el 2050, un aumento considerable en comparación con los 3,600 millones que ya padecen esta situación. Asimismo, se prevé que el 75 % de la población mundial se verá afectada por sequías, lo que podría provocar migraciones masivas de hasta 216 millones de

personas debido a la disminución de la productividad agrícola y la falta de acceso al agua (Masters, 2023).

El gráfico (1) presenta la variación en la temperatura de la superficie terrestre (línea roja) y la cantidad de energía solar recibida por la Tierra (línea amarilla) medida en vatios por metro cuadrado desde 1880. Las líneas más delgadas indican los niveles anuales, mientras que las más gruesas muestran las tendencias promedio de 11 años. Estos promedios de 11 años se emplean para suavizar la variabilidad natural de los datos anuales, facilitando la identificación de las tendencias subyacentes (NASA, 2022).

Es importante comprender que las variaciones de energía solar pueden provocar fluctuaciones menores en el clima de la Tierra. El reciente calentamiento global no puede explicarse solo por cambios de la energía del Sol. La energía solar de la Tierra se ha mantenido más o menos igual desde la década de 1950, pero el planeta se ha calentado durante ese tiempo.

Gráfico 1. Cambios de temperatura de la superficie global



Fuente: aclimate NASA gova (2022).

El derretimiento de los glaciares y la elevación del nivel del mar representan un grave desafío para las islas y ciudades costeras, con un incremento promedio de 9.1 centímetros desde 1993,

según la NASA, que utilizó satélites para medir la altura del mar. La tasa anual ha aumentado, pasando de 0.20 centímetros en 1993 a 0.44 centímetros actualmente y se proyecta que para 2050 podría alcanzar hasta 0.66 centímetros anuales, lo que augura un aumento significativo en la probabilidad de inundaciones en estas áreas vulnerables (López, 2023).

El reto de la ecología política no radica únicamente en ocupar un espacio ya existente, sino en ser capaz de articular mayorías sociales y aprovechar la lucha contra el calentamiento global como un medio para promover políticas que fomenten la redistribución, la justicia social y la democratización. Esto implica no solo abordar la crisis ambiental, sino también abogar por un cambio estructural en la sociedad que beneficie a toda la población y promueva un desarrollo sostenible y equitativo (Tejero, 2019).

1.2- Impacto del calentamiento global y panorama en la agricultura y pesca

La agricultura consiste en cultivar plantas y criar animales para obtener alimentos, fibras, y otros productos esenciales. Puede ser industrializada, con el uso intensivo de maquinaria, fertilizantes químicos, y monocultivos, o ecológica, que emplea prácticas más sostenibles como la rotación de cultivos y el uso de abonos orgánicos. En regiones altamente tecnificadas, se han incorporado métodos como la agricultura de precisión, que utiliza sensores y datos geoespaciales para optimizar recursos como agua y fertilizantes, mientras que, en áreas rurales menos desarrolladas, persisten prácticas tradicionales que dependen del trabajo manual y los ciclos naturales. El calentamiento global no solo afecta el clima global, sino que también tiene profundas repercusiones en sectores vitales como la agricultura y la pesca. Estos sectores son esenciales para la seguridad alimentaria y la economía de muchas regiones, pero están particularmente vulnerables a los cambios climáticos. (TOTVS, 2023)

Los sistemas sostenibles son: agroecología combina conocimientos científicos y tradicionales para crear sistemas alimentarios que respetan la biodiversidad y los ciclos naturales, reduciendo la dependencia de insumos químicos, mejorando la salud del suelo y minimizando el desperdicio de recursos. Además, fomenta la igualdad de género al integrar a mujeres y comunidades marginadas en los procesos productivos. La agricultura de conservación utiliza técnicas como la siembra directa, cultivos de cobertura y rotación de cultivos para proteger el suelo, mejorar su fertilidad y aumentar la captura de carbono, ayudando a mitigar el cambio climático (Gobierno de México, 2023)

La agricultura vertical y urbana aprovecha espacios reducidos en entornos urbanos para cultivar alimentos mediante hidroponía o aeropónica, reduciendo la huella ecológica y facilitando el acceso a alimentos frescos cerca de las ciudades. La mecanización agrícola sostenible promueve el uso de tecnologías eficientes y accesibles, adaptadas a las necesidades locales, para optimizar la producción agrícola y reducir el impacto ambiental, incluyendo herramientas automatizadas, sistemas de irrigación inteligentes y maquinaria accesible para pequeños productores. Finalmente, el uso eficiente del agua mediante tecnologías como el riego por goteo y la captación de agua de lluvia ayuda a mitigar la escasez hídrica y asegura que los cultivos reciban solo el agua necesaria (Gobierno de México, 2023)

Los países líderes en agricultura están ubicados en distintas regiones del mundo. A continuación, se ofrece un panorama general de las naciones más destacadas en este sector:

América Latina: Países como Brasil, Argentina y México son líderes en la producción de soja, maíz y café. Sin embargo, enfrentan desafíos como la deforestación y el cambio climático. Aquí se están promoviendo prácticas como la agroecología y la ganadería climáticamente inteligente para mejorar la sostenibilidad (Jacto, 2022)

Europa: En el norte y occidente, como en Países Bajos e Inglaterra, se ha adoptado la rotación de cultivos y métodos intensivos que datan de la Revolución Agrícola. En el sur y este,

predomina una agricultura más tradicional debido a restricciones históricas y sociales (Jacto, 2022)

África y Asia: Dependiendo del país, las prácticas oscilan entre métodos tradicionales y tecnologías avanzadas. Por ejemplo, India combina agricultura de subsistencia con producción comercial de arroz y trigo, mientras que en África subsahariana, la agricultura de pequeña escala es la base de la economía local (Jacto, 2022)

Estados Unidos: Su agricultura es altamente mecanizada y especializada, con énfasis en cultivos transgénicos y sistemas industriales de producción para maximizar la productividad (Jacto, 2022)

Ivanchuk (2023) menciona que la agricultura a nivel mundial tiene características propias según la región y sus peculiaridades climáticas, así como el tipo de cultivo seleccionado. Sin embargo, en los últimos años, estas condiciones climáticas han cambiado y ya no se mantienen constantes. Los efectos del cambio climático obligan a los agricultores a adaptarse, a menudo probando métodos y técnicas que no habían utilizado anteriormente.

Otra consecuencia del cambio climático en la agricultura es la falta de lluvia en regiones acostumbradas a precipitaciones, lo que obliga a los agricultores a recurrir al riego artificial para satisfacer la demanda de las plantas. En otras regiones, el problema es el exceso de humedad. Esta alta humedad, combinada con temperaturas inusualmente altas, atrae plagas y provoca la necesidad de usar insecticidas. Las plantas son sensibles tanto a la falta de agua como al exceso de esta, y en ambos casos, pueden morir. El cambio climático crea condiciones tan severas que la agricultura se convierte en una odisea, especialmente en zonas con menos recursos económicos, como las regiones marginales o algunos países africanos.

La pesca es una actividad esencial tanto para la seguridad alimentaria como para la economía global. Sin embargo, su práctica varía considerablemente entre regiones y países, influenciada por factores como la tecnología disponible, las características geográficas y las políticas de manejo de recursos.

Tipos de pesca:

- **Pesca artesanal:** Se practica en pequeña escala con métodos tradicionales y equipos simples, como redes y líneas de pesca. Es vital para la subsistencia de muchas comunidades en América Latina, Asia y África. Su enfoque selectivo y menor impacto ambiental ayuda a conservar la biodiversidad marina (Fao 2016)
- **Pesca industrial o de altura:** Se realiza en alta mar con embarcaciones grandes equipadas con tecnología avanzada. Genera altos volúmenes de captura, muchas veces procesados directamente en los barcos. Países como Japón, Estados Unidos, Noruega y Perú lideran en este tipo de pesca, explotando tanto aguas frías como tropicales (Fao 2016)
- **Acuicultura:** Implica la cría de especies acuáticas en entornos controlados. Representa un 44-46% de la producción pesquera mundial, con Chile, Ecuador, Brasil y Asia como principales productores. Es una solución para mitigar la presión sobre la pesca silvestre y garantizar la seguridad alimentaria (Fao 2016)

La pesca enfrenta múltiples desafíos globales que afectan su sostenibilidad, productividad y rol en la seguridad alimentaria. Estos desafíos son variados y complejos y su impacto se siente en diferentes niveles, desde las comunidades locales hasta la economía global. La sobrepesca ha llevado a la disminución de muchas poblaciones de peces, poniendo en riesgo la biodiversidad marina y la capacidad de los océanos para regenerarse. El cambio climático, con el aumento de las temperaturas del agua, la acidificación de los océanos y los cambios en las corrientes

marinas está alterando los hábitats de muchas especies marinas, afectando su distribución y abundancia. Algunos de los principales retos incluyen:

- **Sobreexplotación y sostenibilidad:** Aunque el 76,9 % de los desembarques mundiales en 2021 provino de poblaciones biológicamente sostenibles, la proporción de poblaciones marinas explotadas dentro de límites sostenibles ha disminuido al 62,3 %. Es esencial mejorar las prácticas de gestión pesquera para revertir esta tendencia y evitar la pérdida de biodiversidad marina (Fao 2024)
- **Pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR):** Esta actividad afecta gravemente la sostenibilidad de los recursos marinos, perjudica los ingresos de comunidades pesqueras legítimas y representa una amenaza para los ecosistemas acuáticos. Aumentar la vigilancia y la cooperación internacional es fundamental para combatir este problema (Fao 2024)
- **Impactos climáticos:** El cambio climático está alterando los ecosistemas marinos, afectando la distribución de las especies y la productividad de las pesquerías. Estas alteraciones representan desafíos para la planificación y la gestión sostenible del sector (Fao 2024)
- **Demanda creciente de productos acuáticos:** Se prevé un aumento de la producción de alimentos acuáticos en un 10 % para 2032, principalmente gracias a la acuicultura. Sin embargo, el suministro no siempre crece al ritmo de la demanda, especialmente en regiones como África subsahariana, donde muchas personas dependen de estos alimentos como fuente de proteína y nutrientes esenciales (Fao 2024)

Los países líderes en pesca se distribuyen por diversas regiones del mundo, con algunas naciones destacando tanto en la captura de peces como en la acuicultura. A continuación, se presenta un panorama general de las principales naciones en este sector:

Asia:

China se posiciona como el mayor productor mundial de pesca, siendo responsable de aproximadamente el 30% de la captura global y el 60% de la producción acuícola. La acuicultura, tanto de agua dulce como marina, representa dos tercios de su producción pesquera total. Indonesia ocupa el segundo lugar en producción global, con más de 5.8 millones de toneladas anuales, y su pesca marina continental abarca el 70% de la captura total. India, con una extensa línea costera, produce 9.6 millones de toneladas anuales y es líder en la exportación de camarón. Vietnam también destaca en acuicultura y exporta gran parte de su producción, principalmente camarón y bagre.

América:

En América, Perú es líder en pesca de captura, representando el 5.8% de la producción mundial, con un enfoque en especies como la anchoveta. Chile y Ecuador son referentes en acuicultura en América Latina, con Chile siendo un gran productor de salmón. Estados Unidos ocupa el tercer lugar mundial en producción pesquera, aunque ha mostrado tendencias de leve descenso en la última década.

Europa:

En Europa, Noruega es reconocida por su industria de salmón y bacalao, siendo uno de los principales exportadores globales. Rusia, aunque en declive, se mantiene como uno de los más importantes en la pesca de captura.

Cada región enfrenta retos particulares, como la sobreexplotación, los cambios climáticos y la pesca ilegal. Sin embargo, también existen oportunidades para un desarrollo sostenible en la industria pesquera, que pueden ser aprovechadas mediante la implementación de prácticas responsables y tecnologías innovadoras.

Según BASF (2024), entre las causas del aumento de la temperatura que perjudica al sector agrícola se encuentra la emisión de ciertos gases específicos, como el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y sobre todo el dióxido de carbono (CO₂), cuya principal fuente es la quema de combustibles fósiles. Además, la deforestación contribuye al cambio climático del planeta. Según datos de Naciones Unidas, cada año se ven afectadas unos 12 millones de hectáreas de bosque, lo que contribuye al calentamiento global. La deforestación también tiene un impacto directo sobre las precipitaciones en determinadas regiones, debido a la importancia de la transpiración de los árboles para las lluvias.

Según Manuel Barange (2019), muchas especies marinas son móviles y su distribución geográfica se determina por su afinidad a ciertas características físicas, como la temperatura del agua, que encuentran favorables. A medida que la temperatura del océano cambia, muchas especies alterarán su distribución, abandonando hábitats desfavorables y colonizando nuevos. Esto tiene múltiples consecuencias: los modelos de gestión pesquera que actualmente afectan a una especie en un país pueden quedar obsoletos si la especie se desplaza a aguas de más de un país. La ciencia indica que más de 30 zonas económicas exclusivas alrededor de los países costeros recibirán nuevas especies, lo que requerirá que las instituciones gestionen los mecanismos y los actores se adapten. Además, la producción pesquera se verá afectada. Se estima que por cada grado de calentamiento del océano se perderá un 5% de la biomasa animal. La capacidad pesquera global podría reducirse entre un 3% y un 12% para 2050, dependiendo de las futuras emisiones de gases de efecto invernadero. Se espera que la

producción disminuya en las zonas tropicales y aumente en las boreales, lo que añade una injusticia geográfica como resultado de un fenómeno global. Estos cambios en la producción son consecuencia del calentamiento del agua y la reducción de la producción primaria de los océanos, como el plancton.

1.3- Efectos en el Producto Interno Bruto

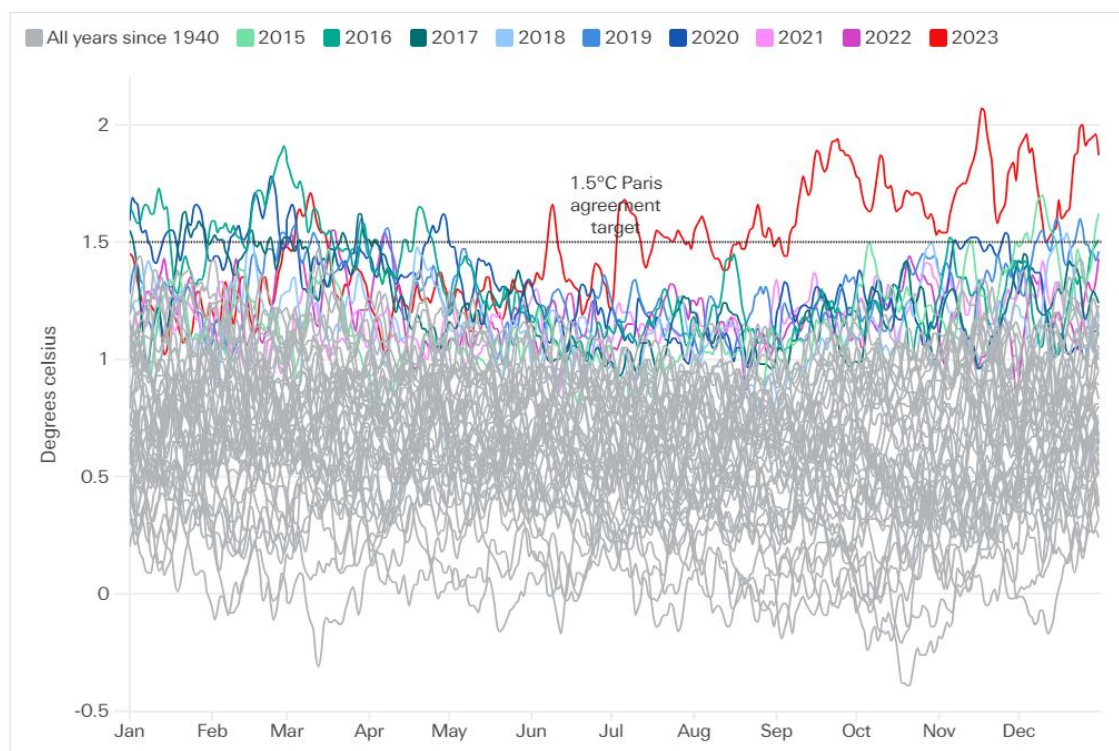
El planteamiento de estos expertos, como Ruiz-Healy (2022), es que el cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos ya están causando un impacto negativo en la economía global y que, si continúa su tendencia negativa, podría dejar a millones de personas bajo el umbral de la pobreza, incrementar los precios de los alimentos y modificar el comercio internacional y el funcionamiento de los mercados de trabajo. Esto nos lleva a tomar en serio que la economía y el crecimiento productivo podrían llegar a tener un impacto grave como consecuencia de la crisis climática. La Universidad de Delaware (2013) que en el año 2022 las pérdidas equivalieron al 1.8% del Producto Interno Bruto (PIB) global, lo que supuso una pérdida aproximada de 1.5 billones de dólares (1.37 billones de euros) en riqueza por el cambio climático a nivel global

AP (2024) señala que la nueva investigación del Instituto Potsdam para la Investigación del Impacto Climático sugiere que el cambio climático podría causar una reducción del 19% en el ingreso global en el vertiginoso plazo de 25 años, perjudicando además a las regiones más pobres, que son las de menor responsabilidad en el calentamiento. El informe publicado en Nature contempla que el costo económico del cambio climático se estima en cerca de 38 billones de dólares anuales para el año 2049, y que podría llegar a duplicarse para el año 2100, alcanzando así un monto incluso superior a las proyecciones anteriores.

El gráfico (2) muestra el aumento de la temperatura global desde 1940 hasta 2023. El 2023 fue el año más cálido por un margen muy significativo. Se observa una caída del PIB a nivel global debido al cambio climático. El impacto proyectado del incremento del calentamiento global en el PIB a escala global es alarmante. Los aumentos, suponiendo que se tomen medidas con respecto a los compromisos de mitigación del cambio climático, predicen un

incremento en la temperatura global de entre 2.0 y 2.6 °C para mediados del siglo. La pérdida económica global en este escenario podría ser hasta un 10% mayor en comparación con un escenario en el que el Acuerdo de París fuera significativamente menos ambicioso. En el escenario de un aumento de las temperaturas de 3.2 °C, la pérdida del PIB mundial podría ser hasta un 14% mayor que la prevista en los objetivos de París (Swiss Re, 2021).

Gráfico 2: Aumento de temperatura



Fuente: Copernicus, Swiss Re (2021)

Tabla 1: Temperature rise scenario, by mid-century.

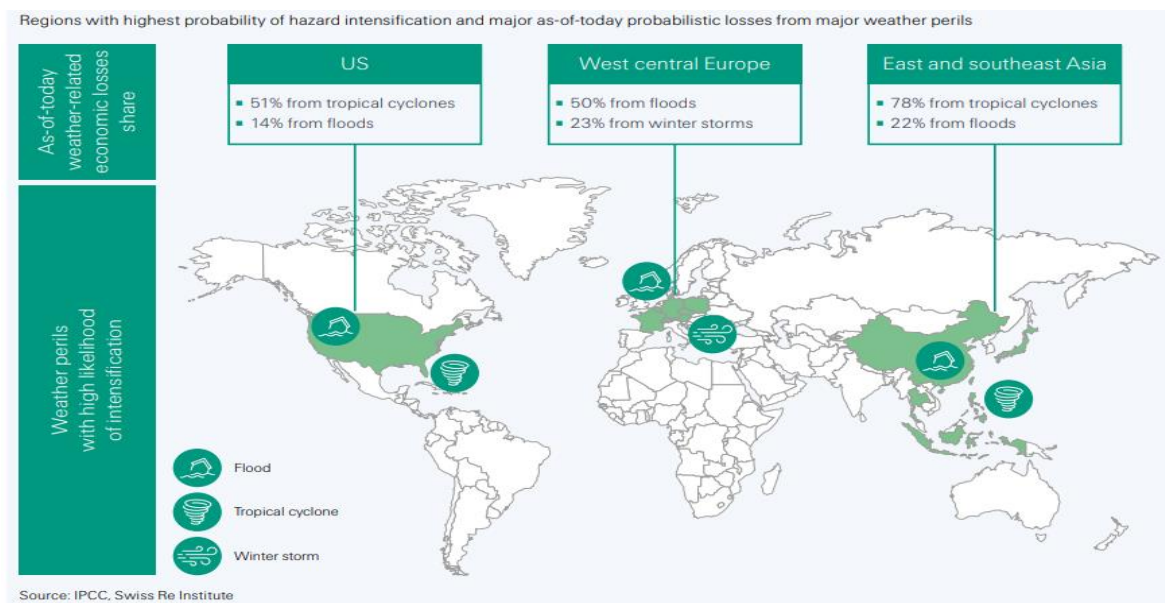
	Temperature rise scenario, by mid-century			
	Well-below 2°C increase	2.0°C increase	2.6°C increase	3.2°C increase
	Paris target	The likely range of global temperature gains		Severe case
Simulating for economic loss impacts from rising temperatures in % GDP, relative to a world without climate change (0°C)				
World	-4.2%	-11.0%	-13.9%	-18.1%
OECD	-3.1%	-7.6%	-8.1%	-10.6%
North America	-3.1%	-6.9%	-7.4%	-9.5%
South America	-4.1%	-10.8%	-13.0%	-17.0%
Europe	-2.8%	-7.7%	-8.0%	-10.5%
Middle East & Africa	-4.7%	-14.0%	-21.5%	-27.6%
Asia	-5.5%	-14.9%	-20.4%	-26.5%
Advanced Asia	-3.3%	-9.5%	-11.7%	-15.4%
ASEAN	-4.2%	-17.0%	-29.0%	-37.4%
Oceania	-4.3%	-11.2%	-12.3%	-16.3%

Fuente: Instituto Swiss Re.

En la tabla 1 se observa que las economías del sur y sudeste de Asia enfrentan una mayor vulnerabilidad a los impactos negativos del cambio climático en contraste con las economías desarrolladas del hemisferio norte. Al considerar factores como el impacto del PIB, la vulnerabilidad a los riesgos climáticos extremos y la capacidad de adaptación, un índice exhaustivo puede ofrecer datos sobre el posible impacto del cambio climático gradual en diversas regiones.

El gráfico 3 muestra que regiones como Estados Unidos, Europa central occidental y Asia oriental y sudoriental experimentan la intensificación más significativa de inundaciones, ciclones tropicales y tormentas invernales, alineándose con las áreas que ya enfrentan pérdidas sustanciales a causa de estos peligros, dichas regiones abarcan 16 economías importantes, que representan aproximadamente el 60% del PIB mundial (gráfico 3). El riesgo de inundaciones representa una amenaza significativa para las regiones mencionadas, y los datos actuales revelan que las inundaciones contribuyen al 50% de las pérdidas económicas anuales relacionadas con el clima en Europa central occidental. La posible intensificación de las inundaciones en el futuro podría tener un impacto considerable en las pérdidas económicas en estas zonas.

Gráfico 3. Regiones con mayor intensificación de riesgos y mayores probabilidades actuales de peligros climáticos importantes.



Fuente: IPCC, Swiss Re Institute.

1.3.1- Preparaciones para la transición

Se ha observado como algunos recursos naturales pueden aprovecharse sin necesidad de entrar a una posible contaminación o calentamiento global. Para ello, es necesaria la participación de todos los agentes económicos, en particular el circulante, en donde los bancos toman una mayor participación para este activo (Tooze y Tamammes, 2019).

Estamos interesados en sustituir el combustible fósil por energía renovable, lo cual no siempre se puede lograr como lo sostienen Tello y Caballero (2018), mencionando que las economías no necesariamente tienen la disposición a cooperar por la falta de recurso natural, por su situación o por la falta de cuestiones económicas, los acuerdos como el de París son fundamental para motivar y apoyar a estas economías faltantes de recursos.

El acuerdo de París es uno de los factores importantes para poder llevar a cabo esta transición de las energías renovables limitando la temperatura media global a 1.5 °C, esto requiere el apoyo de los políticos, agentes económicos y el conjunto de la sociedad y se necesita la implementación de nuevas tecnologías, así como de inversión que promueva la reducción del calentamiento del planeta y la estabilización del incremento de temperatura por las causas antropogénicas a largo plazo (Martínez, 2007).

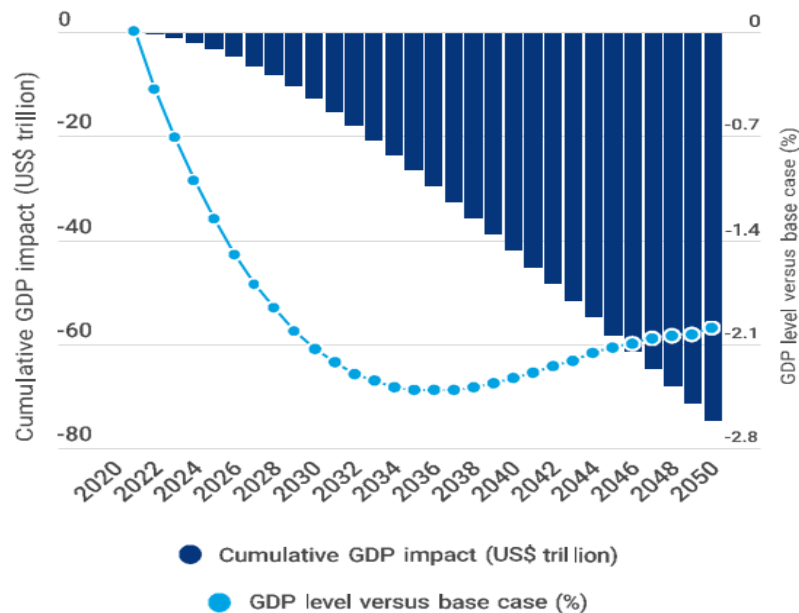
Por su parte, Mouhtadi y Kamdem (2018), a partir de un análisis sobre el crecimiento económico y emisiones de CO₂ en Marruecos, sostienen una relación a largo plazo entre estas variables, además de una causalidad bidireccional de largo plazo entre consumo de energía y crecimiento económico y entre consumo de energía y emisiones de CO₂. Finalmente, los autores sugieren implementar medidas económicas, energéticas y ambientales para fomentar el crecimiento y reducir las emisiones de CO₂.

La transición energética tendrá un impacto significativo en el PIB mundial. De acuerdo con Wood Mackenzie (2018), se estima que las medidas necesarias para mitigar con éxito el calentamiento global a 1.5 °C podrían reducir el PIB mundial en un 3.6% para el año 2050. Por otro lado, evitar un mayor aumento de la temperatura podría impulsar el PIB mundial en un 1.6% para el mismo año. En resumen, se proyecta un impacto neto del 2.0% en la previsión del PIB mundial en 2050 debido a la transición energética. A pesar de esta reducción, se destaca que acelerar la transición energética es posible sin desviar drásticamente la trayectoria de la economía global. Es importante tener en cuenta que varios factores influirán en el PIB mundial en las próximas décadas, y que los impactos económicos de la transición energética no se sentirán de manera uniforme, con marcadas diferencias en cómo afectará a diferentes países.

En el escenario base de Wood Mackenzie (2023), se prevé que la economía mundial duplique su tamaño en términos reales para 2050, con un crecimiento continuo del PIB. Por otro lado, el objetivo de limitar el calentamiento a 1.5 °C implica una transición energética acelerada que busca reducir las emisiones de carbono y adoptar tecnologías más limpias para cumplir con este objetivo climático. Esta transición hacia un escenario de 1.5 °C implica costos y beneficios económicos.

Se estima que las medidas necesarias para mitigar con éxito el calentamiento global a 1.5 °C podrían reducir el PIB mundial en un 3.6% para el año 2050. Sin embargo, evitar un mayor aumento de la temperatura podría impulsar el PIB mundial en un 1.6% para el mismo año. La diferencia principal entre el escenario base y el objetivo de limitar el calentamiento a 1.5 °C radica en los impactos económicos y ambientales resultantes de la transición energética hacia un futuro más sostenible y resiliente al cambio climático.

Gráfico 4: Impacto del PIB mundial en comparación con el escenario base (Todos los valores del PIB en términos reales: precios constantes en dólares EE.UU. y tipos de cambio 2010).



Fuente: Wood Mackenzie

El resultado neto de la transición energética proyectada representa un impacto del 2.0% en la previsión del PIB mundial para 2050, con una cifra anual de 165 billones de dólares en un escenario de 1.5 °C. A pesar de una pérdida acumulada de 75 billones de dólares entre 2022 y 2050, que equivale al 2.1% de la producción económica total, la aceleración de esta transición es viable sin alterar drásticamente la economía global. No obstante, factores desconocidos influirán en el PIB mundial en las próximas décadas, por lo que es crucial

reconocer que los resultados podrían variar considerablemente, ya sea positiva o negativamente (Wood Mackenzie, 2022).

Todos los países enfrentan hoy el desafío de emprender una transición verde, el paso a una economía sin emisiones de carbono, con sus consecuencias de largo alcance y sus exigencias en materia de tierras, planificación, infraestructura, inversión, tecnología, empleo y justicia social. Las perturbaciones que esto conlleva se manifestarán en las próximas décadas, además de los efectos disruptivos de un clima cambiante (Laurence, 2023).

Para países cuyas economías se organizan en torno a la extracción de combustibles fósiles, se avecina una reestructuración más fundamental. Hay veintiuna economías para las que el carbón, el petróleo y el gas natural representan la mayoría de las exportaciones de mercancías; en seis de estos países, los combustibles fósiles representan más del 90 por ciento de esas exportaciones (gráfica 5) (Laurence, 2023).

Gráfico 5: Veintiún economías cuyas exportaciones están dominadas por combustibles fósiles

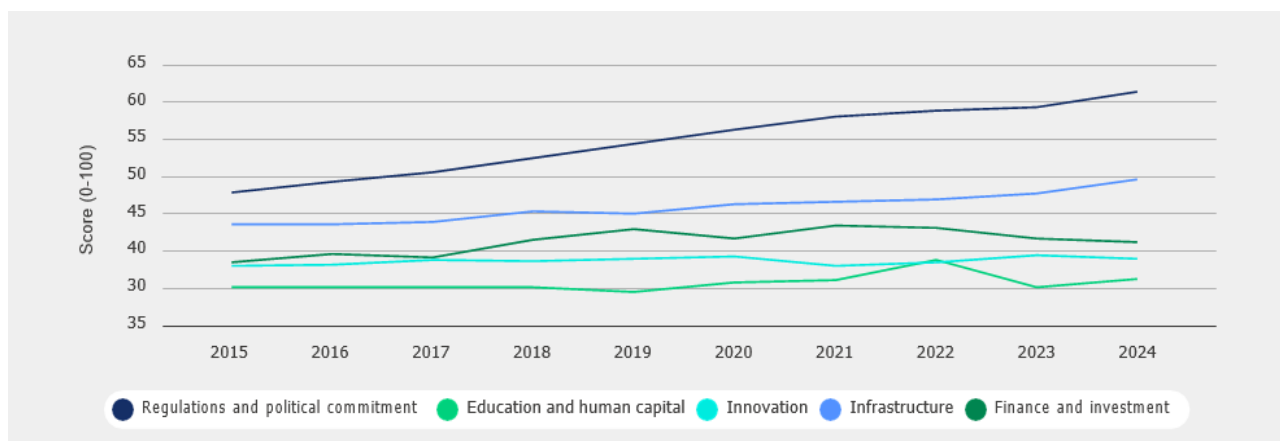
Twenty-one Economies Whose Exports Are Dominated by Fossil Fuels



SOURCE: "Fuel Exports (% of Merchandise Exports)," World Bank, accessed December 1, 2022, <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.FUEL.ZS.UN>.

Fuente: Carnegie

Gráfico 6: Tendencia de preparación para la transición de ETI, 2015-2024



Fuente: World Economic Forum

En la gráfica 6 se observa que el área de regulación y compromiso político ha mostrado el mayor crecimiento, lo que indica que los gobiernos están cada vez más comprometidos en implementar políticas que promuevan la sostenibilidad energética. Este compromiso puede incluir la creación de leyes, regulaciones y acuerdos internacionales que fomenten el uso de energías renovables y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Aunque ha habido mejoras en la infraestructura, el progreso ha sido más lento. Esto sugiere que se están haciendo esfuerzos para construir y mejorar las instalaciones y redes necesarias para apoyar la transición energética, como redes eléctricas inteligentes, plantas de energía renovable y sistemas de almacenamiento de energía. Sin embargo, aún queda mucho por hacer para alcanzar los objetivos deseados. Por otro lado, las áreas de educación y capital humano, finanzas e inversión, e innovación se han mantenido estables o han disminuido, lo que indica desafíos significativos en la formación de talento especializado, en la obtención de financiamiento adecuado y en el desarrollo de nuevas tecnologías para el sector energético. La falta de progreso en estas áreas puede dificultar la transición hacia un sistema energético más sostenible y eficiente.

En 2023, se han creado más de 211,350 nuevos empleos en el sector de energía limpia, con una proyección de 1.5 millones de empleos en la próxima década. La infraestructura de energía renovable también ha crecido globalmente, con países como Brasil y Chile destacándose en su capacidad renovable. Brasil es líder en generación de electricidad limpia, gracias a sus grandes plantas hidroeléctricas, mientras que Chile genera el 35% de su energía a partir de energía solar y eólica. Sin embargo, el crecimiento de la innovación ha disminuido, y tanto el sector público como las empresas enfrentan dificultades para mantenerse al día en investigación y desarrollo. A pesar de esto, economías emergentes como China e India han avanzado en tecnologías de energía limpia; China ha invertido en baterías y vehículos eléctricos, e India ha expandido su capacidad de energía renovable y desarrollado el hidrógeno limpio (World Economic Forum, 2024)

Financiar la transición energética es un desafío, especialmente en economías emergentes, donde se necesitan billones de dólares anuales para descarbonizar sus sistemas energéticos. Actualmente, la inversión en energías renovables se concentra en países desarrollados, dejando rezagadas a muchas economías en desarrollo. Los altos costos de capital y la falta de transparencia en algunos países dificultan la inversión del sector privado, mientras que el financiamiento concesional y el apoyo de bancos de desarrollo pueden hacer viables ciertos proyectos (World Economic Forum, 2024)

1.4- Energías renovables

La investigación realizada por Boudiaf (2024), destaca que las energías renovables juegan un papel crucial en la conservación del medio ambiente al reducir las emisiones de CO₂, según el análisis realizado en 38 países africanos de ingresos medios bajos o bajos. Aunque el crecimiento económico se relacionó con un aumento de las emisiones de CO₂, las energías renovables no impactaron directamente en el PIB debido a su naturaleza tradicional y su uso directo de recursos naturales sin integrarse en el ciclo económico. Esto resalta la importancia de las energías renovables para la sostenibilidad ambiental.

Aplicaciones Actuales en el Sector Industrial y de Transporte

Sector Industrial:

- **Generación de Electricidad:** Las industrias están adoptando fuentes renovables, como la energía solar y eólica, para satisfacer sus necesidades energéticas, reduciendo así costos y emisiones (MINT, 2024)
- **Calefacción y Procesos Térmicos:** La biomasa y la energía geotérmica se utilizan para generar calor en procesos industriales, mejorando la eficiencia energética (MINT, 2024)

Sector Transporte:

- **Electrificación de Vehículos:** El uso de vehículos eléctricos (VE) alimentados con energía renovable está en aumento, disminuyendo la dependencia de combustibles fósiles (Petrov, 2023)
- **Biocombustibles:** La incorporación de biocombustibles en el transporte terrestre y aéreo contribuye a la reducción de emisiones de CO₂ (Petrov, 2023)

Como menciona El País (2024) en Europa, países como España y Dinamarca lideran en la integración de energías renovables en la industria y el transporte. España, por ejemplo, ha superado el 50% de generación eléctrica a partir de fuentes renovables. En América Latina, naciones como Costa Rica y Paraguay obtienen casi el 100% de su electricidad de fuentes renovables, impulsando la electrificación de diversos sectores. En Asia, China ha realizado inversiones significativas en energías renovables, especialmente en energía solar y eólica, aplicándolas en sectores industriales y de transporte (IEA, 2023)

Las energías renovables son fuentes de energía obtenidas de recursos naturales inagotables o que se regeneran de manera continua, como el sol, el viento, el agua y la biomasa. Estas energías no solo son sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, sino que también

ayudan a diversificar la matriz energética y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. A continuación, exploraremos en detalle cada tipo de energía renovable:

1. Energía Hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica es aquella que se genera al transformar la fuerza del agua en energía eléctrica. Para aprovechar dicha fuerza se construyen grandes infraestructuras hidráulicas capaces de extraer el máximo potencial de este recurso renovable, libre de emisiones y autóctono (Iberdrola, 2019)

Porcentaje de generación global:

Representa aproximadamente el 16% de la producción eléctrica mundial (Foro Económico Mundial, 2022)

Principales países productores:

- China: Es el mayor productor mundial, con una capacidad instalada superior a 390 GW.
- Brasil: Gran parte de su electricidad proviene de hidroeléctricas como Itaipú.
- Estados Unidos: Tiene una capacidad significativa en regiones como el noroeste.
- Canadá: Amplio uso de energía hidroeléctrica, principalmente en Quebec.
- India: Utiliza la energía hidroeléctrica como una de sus principales fuentes renovables.

2. Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene al convertir la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico. Se trata de un tipo de energía renovable inagotable y no contaminante que puede producirse en instalaciones que van desde los pequeños generadores para autoconsumo hasta las grandes plantas fotovoltaicas (Iberdrola, 2020)

Porcentaje de generación global:

Representa cerca del 10% de la generación eléctrica mundial en algunos países (CNN Español, 2024)

Principales países productores:

- China: Líder mundial con la mayor capacidad instalada.
- Estados Unidos: Incremento significativo en estados como California y Texas.
- India: Grandes inversiones en energía solar como parte de su transición energética.
- Alemania: Pionera en Europa en adopción de energía solar.
- Japón: Importante capacidad instalada y crecimiento sostenido.

3. **Energía Eólica**

La energía eólica es aquella que se obtiene a partir de la fuerza del viento. ¿Cómo? A través de un aerogenerador que transforma la energía cinética de las corrientes de aire en energía eléctrica. El proceso de extracción se realiza principalmente gracias al rotor, que transforma la energía cinética en energía mecánica y al generador que transforma dicha energía mecánica en eléctrica (Iberdrola, 2021)

Porcentaje de generación global:

Contribuye al 7% de la electricidad mundial (Ember, 2022)

Principales países productores:

- China: Mayor capacidad instalada del mundo.
- Estados Unidos: Amplias instalaciones en Texas y el Medio Oeste.
- Alemania: Líder en generación eólica en Europa.
- India: Creciente infraestructura eólica.
- España: Notable capacidad instalada, especialmente en regiones costeras.

4. Energía Geotérmica

La energía geotérmica permite utilizar el calor del interior de la tierra para obtener electricidad, agua caliente y calefacción ofreciendo una alternativa a los combustibles fósiles. Aunque es un tipo de energía renovable con muchos años de historia, sigue siendo una gran desconocida (Iberdrola, 2020)

Porcentaje de generación global:

Representa aproximadamente el 0.5% de la producción eléctrica mundial (Low Carbon Power, 2023)

Principales países productores:

- Estados Unidos: Líder global con más de 3.900 MW instalados.
- Indonesia: En rápido crecimiento, con más de 2.400 MW.
- Filipinas: Con 1.950 MW, es un referente en el Sudeste Asiático.
- Turquía: Amplia capacidad geotérmica en expansión.
- Islandia: Pionera en aprovechamiento de recursos geotérmicos.

5. Biomasa

También conocida como bioenergía, es la energía obtenida de la materia orgánica constitutiva de los seres vivos, sus excretas y sus restos no vivos. La formación de biomasa se da a partir de la energía solar, la cual se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis. Mediante la fotosíntesis, las plantas que contienen clorofila transforman el bióxido de carbono (CO₂) y el agua de productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y que a su vez sirven de alimento para otros seres vivos. Mediante este proceso se almacena la energía solar en forma de biomasa (Gobierno de México, 2018)

Porcentaje de generación global:

Aporta el 5% de la energía primaria mundial (Statista, 2023)

Principales países productores:

- Estados Unidos: Uso significativo en generación eléctrica y biocombustibles.
- Brasil: Productor líder de bioetanol a partir de caña de azúcar.
- Alemania: Extensa red de plantas de biogás.
- India: Utiliza biomasa para electricidad en áreas rurales.
- China: Aprovecha residuos agrícolas para generación energética.

Usar diferentes métodos de energías renovables, como el uso de los biocombustibles para sustituir los combustibles tradicionales, representa desafíos como costos y escalabilidad comparados con combustibles tradicionales (Thiessen, 2017). Para cumplir con los objetivos de sostenibilidad de la Agencia Internacional de la Energía es necesario triplicar la producción de biocombustibles para 2030 lo que implica mejorarla tecnología y la eficiencia, además de desarrollar políticas que mantengan un equilibrio entre la producción de energía y alimento, asegurando la seguridad alimentaria y protegiendo el medio ambiente.

La energía eólica se puede utilizar en cualquier momento del día, lo que hace opcional el uso de baterías para almacenar excedentes. Un aerogenerador de 5 kW puede abastecer a un hogar de seis miembros, equivalente a lo generado por 24 paneles solares. Sin embargo, entre 2010 y 2019, la energía eólica marina y terrestre experimentó una reducción del 9% en el servicio público, alcanzando precios de 5.3 centavos de dólar por kWh.

Los aerogeneradores no son adecuados para áreas urbanas con obstáculos que afecten el viento y requieren un mantenimiento más frecuente y costoso que los sistemas solares, lo que debe considerarse en su implementación (Abora, 2023).

Los paneles solares son versátiles y se pueden instalar en cubiertas industriales, techos de edificios y casas para autoconsumo, así como en suelos para alimentar granjas y empresas

agroindustriales mediante la modalidad agro-voltaica. Su diseño sin partes móviles reduce el espacio necesario y facilita una instalación rápida con poco cableado lo que a su vez implica menor supervisión y mantenimiento menos costoso. Con una vida útil de más de 25 años los paneles solares son resistentes a rayos y vientos fuertes, además de operar de manera completamente silenciosa, lo que los hace ideales tanto en zonas urbanas como rurales (Abora, 2023).

Se observa una causalidad bidireccional entre energía no renovable y crecimiento económico, mientras que las fuentes renovables se ven afectadas negativamente por el aumento del PIB. Para poder promover la competitividad de las energías renovables se necesita una gran inversión para tener una eficiencia energética entre países.

El importante crecimiento proyectado en el suministro de energía baja en carbono, del 42% de la generación de energía actual a un 78% previsto para 2050 en el caso base de Wood Mackenzie (2023), demuestra un cambio notable hacia fuentes de energía más limpias, con la energía eólica y solar a la cabeza. A medida que aumenta la proporción de energías renovables como la eólica y la solar, duplicando la demanda de energía en el mismo período, se espera que los desafíos relacionados con la cadena de suministro y las presiones inflacionarias que actualmente enfrentan los desarrolladores se alivien en los próximos años, facilitando potencialmente una transición más fluida hacia una economía más sostenible.

Por su parte, Hees (2018) destaca la importancia de las técnicas de energía oceánica para alcanzar los objetivos de energía renovable de la Unión Europea, señalando que el marco de ayudas estatales actual puede ser restrictivo para estos proyectos. Se plantea la necesidad de garantizar la financiación de proyectos renovables oceánicos importantes y se proponen soluciones alternativas como mejorar el acceso a la financiación para las pequeñas y medianas empresas (PYME) en esta área y proporcionar ayuda a la inversión a nivel de la Unión Europea.

Según Wood Mackenzie (2023), se proyecta que la participación de la electricidad en la demanda final de energía aumentará del 20% al 22% para 2030 y llegará al 30% en 2050. En escenarios con compromisos de país y cero emisiones netas, esta proporción se incrementará aún más, alcanzando el 41% y el 50%, respectivamente, para el año 2050. Esto resalta la creciente dependencia y relevancia de la electricidad en el panorama energético futuro, especialmente en la transición hacia la sostenibilidad y la reducción de emisiones.

Dato (2018) explica sobre la relación entre la inversión en eficiencia energética y la adopción de energías renovables en el sector residencial, llenando un vacío en la literatura existente. Se plantea que la eficiencia energética puede reducir la demanda de energía, permitiendo a las energías renovables disminuir aún más las emisiones de gases de efecto invernadero, donde demuestra que ambas decisiones están interrelacionadas positivamente y analiza factores como la pobreza energética, los incentivos, las características de la vivienda, el compromiso y la confianza del consumidor.

La investigación de Swiss Re (2023) destaca la importancia crucial de la inversión necesaria para la transición hacia las energías renovables, con un déficit global estimado en más de 270 billones de dólares. Para alcanzar emisiones netas cero para 2050, se requerirá un significativo aumento en las inversiones en energía limpia, que deberían llegar a 4.2 billones de dólares anuales para 2030, desde los 1.7 billones actuales. Estos hallazgos subrayan la urgencia de movilizar recursos financieros a gran escala para abordar efectivamente el cambio climático y cumplir con los objetivos de reducción de emisiones establecidos.

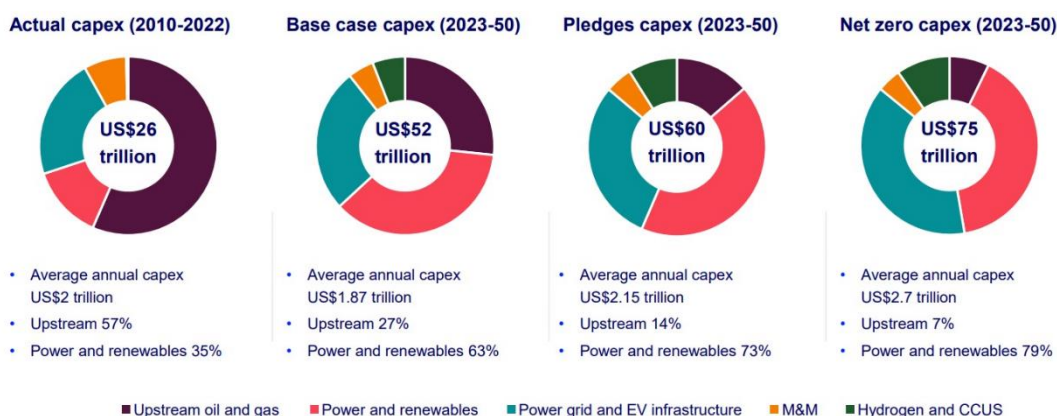
Wood Mackenzi (2023) estima una inversión de 1.9 billones de dólares al año para cambiar de combustible fósil a energía renovable, pero esto aumentará un 150 % o 2.7 billones de dólares si se quiere cumplir 1.5 °C. Por su parte, Monaca, Spector y Kobus (2019) resaltan la necesidad de una movilización masiva de capital para combatir el cambio climático con estimaciones que sugieren que se necesitarán más de 53 billones de dólares de inversión en suministros y eficiencia energética para cumplir con los objetivos climáticos del Acuerdo de

París. A pesar del creciente interés en las finanzas sostenibles y el aumento de activos de inversión en Environmental Social and Governance (ESG), persisten desafíos para dirigir eficazmente este capital hacia proyectos sostenibles y de energía limpia, lo que destaca la importancia de superar obstáculos para lograr una transición energética efectiva y oportuna.

Gráfico 7: El gasto global anual debe aumentar aproximadamente un 50% para alcanzar el cero neto

Annual global spend needs to increase by about 50% to achieve net zero

About 75% of total capital is needed in power and infrastructure sectors; clear policies can unlock the finance

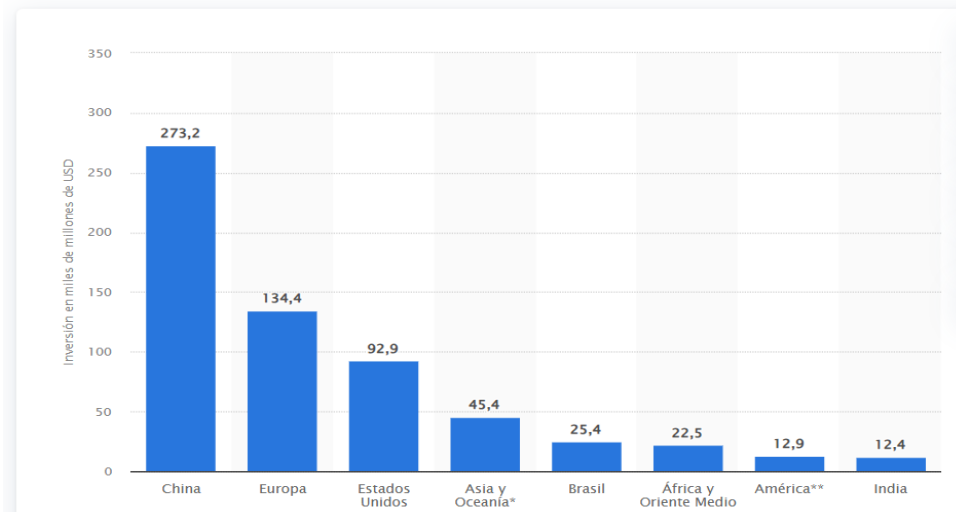


Fuente: Wood Mackenzi (2023)

El sector privado tiene el potencial de desempeñar un papel crucial a la hora de abordar el cambio climático, movilizando capital hacia iniciativas sostenibles. A pesar del importante valor de los mercados mundiales de bonos, actualmente solo una pequeña fracción está asignada a deuda sostenible. Existe un inmenso potencial para aumentar la inversión del sector privado en energía limpia y proyectos de adaptación y el escenario de emisiones netas cero de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) sugiere que las fuentes privadas podrían contribuir más del 70% a las inversiones en energía limpia para 2030, lo que representa un aumento sustancial con respecto a los niveles actuales. Además, hay margen para crecer en la movilización de financiación privada para proyectos de adaptación ya que actualmente menos del 2% de la financiación para la adaptación a nivel mundial proviene de fuentes privadas.

1.4.1 Avances en los países de energías renovables

Gráfico 8: El gasto global anual debe aumentar aproximadamente un 50% para alcanzar el cero neto



Fuente: Statista (2023)

En el gráfico 7 se muestra la inversión anual en miles de millones de dólares (USD) necesaria por regiones del mundo para alcanzar el objetivo de cero emisiones netas. Este objetivo de cero netos implica reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para equilibrarlas con la cantidad que puede ser absorbida o eliminada, de manera que se logre un balance en el que no se añadan emisiones al ambiente.

Tabla 2: Tabla de clasificación ETI 2024 (Se tomo los 20 países con mejor clasificación de los 120 países)

Rank	Country	ETI score (2015–2024)	2024 ETI score	SP ¹ ('24)	TR ² ('24)
1	Sweden		78.4	79.4	76.8
2	Denmark		75.2	72.0	80.1
3	Finland		74.5	70.7	80.1
4	Switzerland		73.4	76.2	69.1
5	France		71.1	74.7	65.6
6	Norway		69.9	75.2	62.0
7	Iceland		68.0	71.8	62.2
8	Austria		67.9	68.5	67.0
9	Estonia		67.8	73.7	59.0
10	Netherlands		66.7	62.7	72.7
11	Germany		66.5	65.0	68.7
12	Brazil		65.7	69.9	59.4
13	United Kingdom		65.6	66.3	64.6
14	Portugal		65.4	67.0	62.9
15	Latvia		65.2	70.1	58.0
16	Spain		64.3	64.7	63.7
17	China		64.1	66.6	60.3
18	Luxembourg		64.1	64.1	64.1
19	United States		64.0	67.3	59.0
20	Chile		63.9	67.9	58.0

Fuente. World Economic Forum (2023)

Este año se registraron los puntajes promedio globales más altos en la historia del ETI, con mejoras modestas en el desempeño del sistema de alrededor del 0,2% y un fuerte progreso en la preparación para la transición, con un crecimiento del 2%. Los 10 países mejor clasificados en el ETI son predominantemente economías avanzadas, principalmente del norte de Europa. En conjunto, contribuyen solo con el 1% de las emisiones de CO2 relacionadas con la energía, el 3% del suministro total de energía y representan el 2% de la población mundial. Suecia lidera la clasificación, seguida de Dinamarca y Finlandia. Sin embargo, Noruega ha visto una caída en su clasificación del ETI por primera vez en muchos años debido al aumento de los precios de la electricidad y la disminución de la construcción de capacidad renovable (World Economic Forum, 2024)

Cabe destacar que seis economías del G20 figuran en el top 20 del ETI, entre ellas Francia, Alemania, Brasil, China, el Reino Unido y los EE. UU. Durante el año pasado, la infraestructura y el compromiso regulatorio experimentaron el crecimiento más significativo aumentando aproximadamente un 4% mientras que la innovación, las finanzas y las inversiones disminuyeron un 1% (World Economic Forum, 2024)

Durante la última década, la lista de los países con mejor desempeño en el Índice de Transición Energética (ETI) se ha mantenido relativamente estable. No obstante, países como China, Brasil y Chile han logrado posicionarse entre los 20 primeros gracias a sus constantes esfuerzos en la transición energética. Aunque cada nación sigue una estrategia de transición energética propia, todas comparten ciertos elementos clave (World Economic Forum, 2024)

- Aumento de la seguridad energética mediante una combinación diversificada de fuentes de energía y electricidad, además de una red de socios importadores.
- Mayor intensidad en el uso de energía y carbono.
- Incremento en la proporción de energía limpia dentro de su matriz energética.
- Implementación de un mecanismo de fijación de precios del carbono.
- Marcos regulatorios sólidos y favorables que impulsan la transición energética.



Economías avanzadas

En la última década, las economías avanzadas, encabezadas por los países nórdicos, han experimentado una notable mejora del 6% en sus puntajes promedio del Índice de Transición Energética (ETI). Aunque han logrado acceso universal a la electricidad y han avanzado en la descarbonización, la asequibilidad se ha convertido en un desafío debido a los altos precios de la energía en los últimos años. En el último año, se han registrado avances significativos en educación, desarrollo del capital humano e infraestructura. Sin embargo, la seguridad energética y las finanzas e inversiones han mostrado un descenso debido a la crisis energética y la incertidumbre en los mercados energéticos.



Comunidad de Estados Independientes

En la última década, la Comunidad de Estados Independientes (CEI) ha registrado una mejora del 4% en sus puntajes agregados del Índice de Transición Energética (ETI). Es importante destacar que los puntajes de regulación y compromiso político han aumentado un 32% durante este período, impulsados por mejoras en la eficiencia energética y las energías renovables, en línea con los resultados de la COP28. Sin embargo, recientemente ha habido un descenso en los puntajes de educación, capital humano e innovación, lo que se atribuye a la disminución de empleos en industrias de bajo carbono y a la reducción del gasto público en investigación y desarrollo. Además, los desafíos en la asequibilidad energética persisten para los consumidores, agravados por el aumento del 60% en los subsidios a los combustibles en el último año.



Asia emergente y en Desarrollo

En los países emergentes y en desarrollo de Asia, incluidas naciones populosas como India y China, se ha observado una mejora del 8% en las puntuaciones del índice ETI en la última década, principalmente en la reducción de la intensidad energética. La región también ha reforzado su marco normativo y de políticas, lo que se evidencia en un aumento del 16% en la puntuación de la fijación de precios del carbono. Sin embargo, el progreso en el frente sostenible se ha estancado, marcado por un preocupante aumento de la intensidad del carbono. A pesar de las incorporaciones de energía renovable, la región sigue dependiendo en gran medida del carbón.



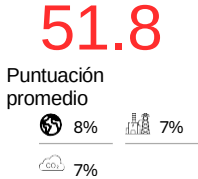
América Latina y el Caribe

América Latina y el Caribe ha experimentado el crecimiento más lento, con un aumento del 3% en los puntajes del Índice de Transición Energética (ETI) en la última década. A pesar de liderar en la dimensión de sostenibilidad, principalmente gracias a su dependencia de la energía hidroeléctrica y a las recientes expansiones en la capacidad solar y eólica, la región sorprendió al registrar una disminución del 70% en los puntajes de inversión en energías renovables durante el mismo período. Además, tanto el entorno de educación y capital humano como el de innovación sufrieron caídas del 5% y 9%, respectivamente, en la última década.



África subsahariana

África subsahariana ha experimentado un notable crecimiento en la transición energética del 10% en la última década, lo que la convierte en la región con mejor desempeño en la dimensión de equidad. Es importante destacar que la región ha logrado el mayor aumento del 58% en los puntajes de regulación y compromiso político, junto con avances en educación y capital humano. Sin embargo, enfrenta desafíos para atraer inversiones globales y fomentar asociaciones público-privadas que fortalezcan la infraestructura y diversifiquen su mezcla energética.



Medio Oriente, África del Norte y Pakistán

En la última década, la región de Oriente Medio, Norte de África y Pakistán ha experimentado un crecimiento del 7% en los puntajes del Índice de Transición Energética (ETI), aunque estos se han estancado en los últimos tres años. La fuerte dependencia de la región de los ingresos del petróleo presenta desafíos para una transición energética sostenible. A pesar de que la preparación para la transición ha mejorado en un 22% durante la última década, la región ha registrado la disminución más significativa en financiamiento e inversiones en los últimos tres años.



Europa emergente y en desarrollo

Europa emergente y en desarrollo ha mostrado un crecimiento sólido, con un aumento del 7% en los puntajes del Índice de Transición Energética (ETI) en la última década. Este grupo ha destacado en la preparación para la transición, logrando una mejora del 16% en sus puntajes, impulsada por avances en regulación, compromiso político y financiamiento. En los últimos tres años, se ha logrado un progreso significativo en la adición de capacidad de energía renovable y en la mejora de la infraestructura de transporte, lo que se refleja en puntajes de infraestructura más altos. Sin embargo, persisten desafíos debido a las altas importaciones de energía y las preocupaciones sobre la asequibilidad para los consumidores.

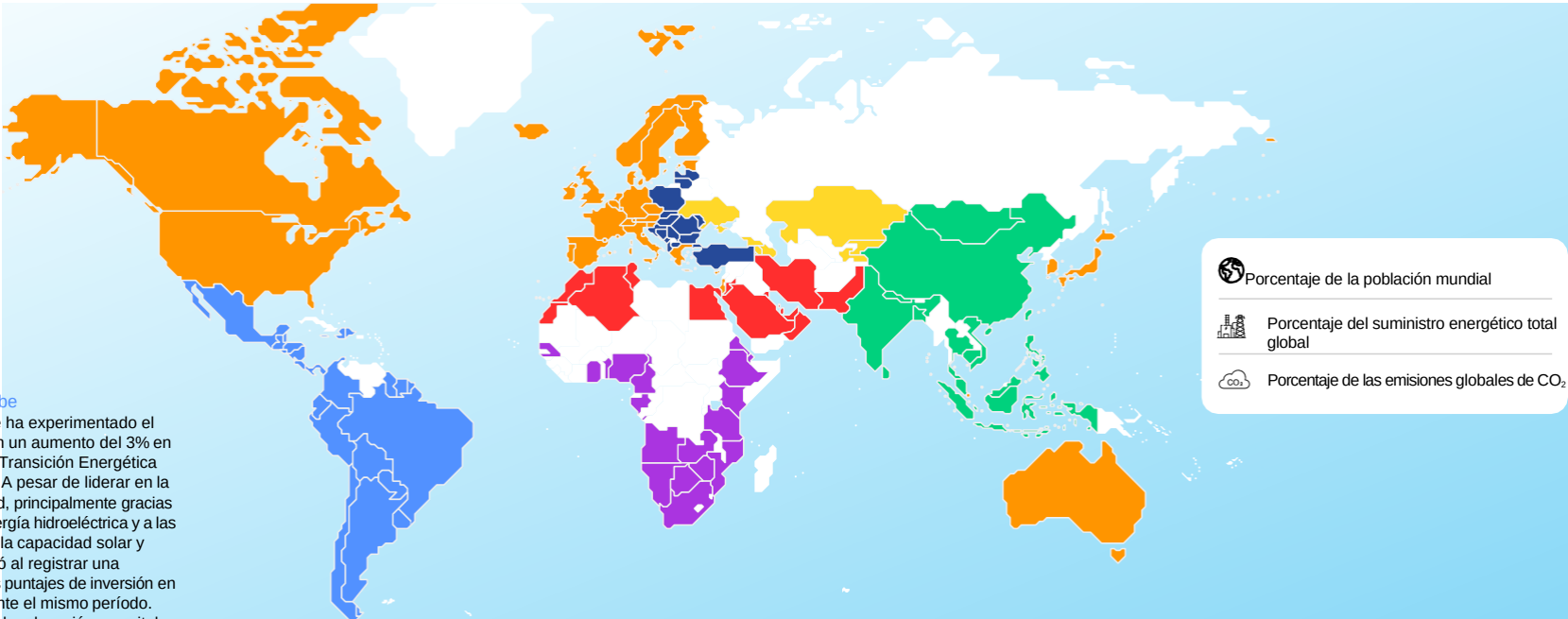


Figura 1 : Puntuaciones regionales y datos clave: puntuaciones medias por grupo de pares – ETI 2024

Fuente: World Economic Forum

1.4.2- Los impactos del COVID 19

Durante la pandemia de COVID-19, los mercados energéticos globales experimentaron grandes perturbaciones. En marzo de 2020, más de 100 países habían implementado confinamientos. China, un actor crucial en la producción de tecnología de energía limpia, que alberga más del 80% de la capacidad mundial de fabricación de módulos solares fotovoltaicos y el 58% de la producción de turbinas eólicas terrestres, fue el primero en iniciar los confinamientos. En los últimos años, varios países y regiones han intentado localizar partes esenciales de los procesos de fabricación, como lo demuestra el objetivo de la UE para 2030 de producir al menos el 40% de los productos clave a nivel nacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Los recientes eventos geopolíticos, como la guerra entre Rusia y Ucrania y los conflictos en Oriente Medio, refuerzan aún más la necesidad de resiliencia local, tanto en fuentes de energía limpias como convencionales (World Economic Forum, 2024)

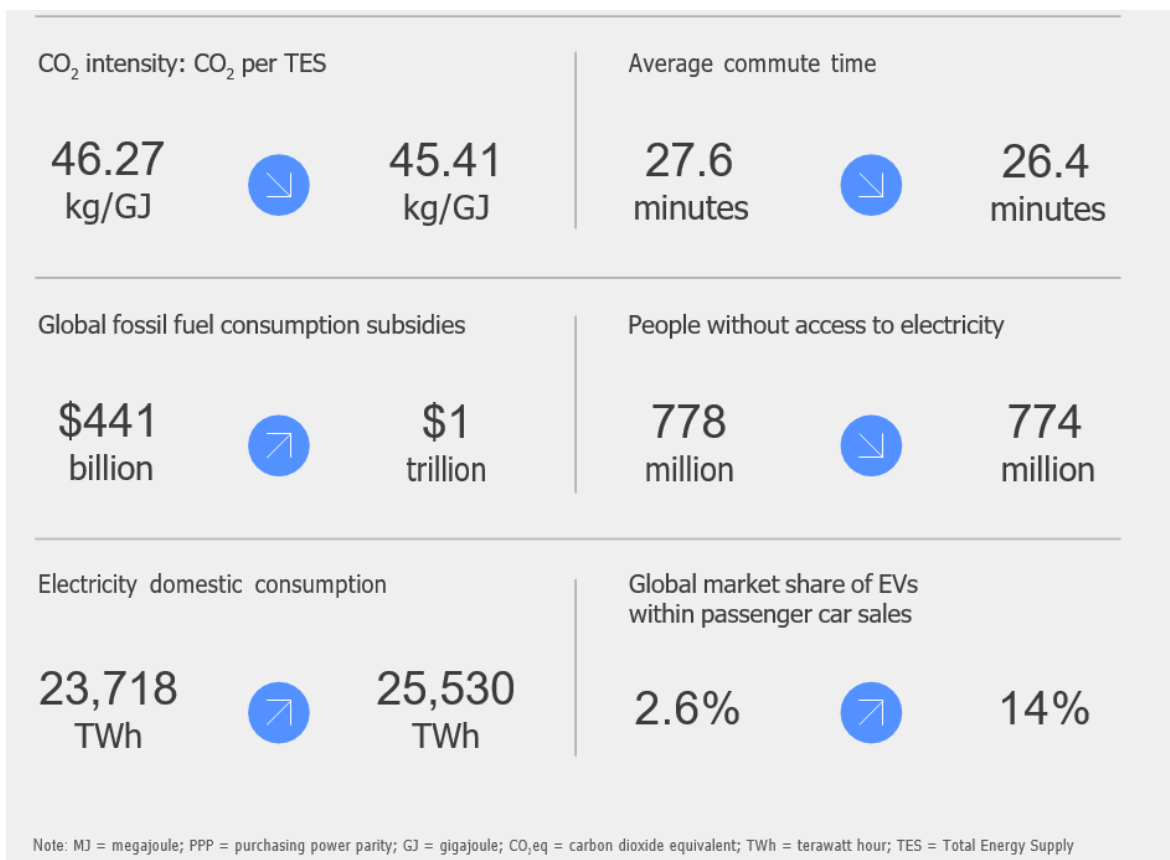
Los confinamientos por COVID-19 y el trabajo remoto cambiaron la demanda de energía residencial y los patrones de consumo, alterando los picos de demanda y el uso general de energía. Las empresas se adaptaron rápidamente a estos cambios, como se evidencia en la proliferación de soluciones de gestión inteligente de la energía residencial, como termostatos inteligentes y sistemas de monitoreo de energía. Además, la mayor conciencia de los consumidores sobre los precios de la electricidad a lo largo del día ha impulsado la adopción de planes de precios según el horario de uso por parte de los proveedores de servicios públicos. Las aplicaciones de ahorro de energía se han vuelto populares en lugares como el Reino Unido donde los precios de la electricidad se dispararon. Estos avances permiten a los consumidores ajustar sus patrones de uso y aplanar la curva de demanda. A medida que los consumidores pasan más tiempo trabajando desde casa, los países con alta intensidad

energética pueden adoptar precios de la electricidad sensibles al horario para reducir la demanda máxima y, por ende, la capacidad total necesaria (World Economic Forum, 2024)

Aunque la pandemia de COVID-19 presentó una oportunidad para traducir la caída temporal de las emisiones en un progreso a largo plazo, los impactos acumulativos como las tensiones geopolíticas, las tasas de interés altas y otras incertidumbres, han complicado el camino de la transición energética. Sin embargo, algunos efectos son duraderos, como la necesidad de construir cadenas de suministro resilientes, mejorar la flexibilidad del sistema energético y mantener el compromiso con la descarbonización y la eficiencia energética (World Economic Forum, 2024)

Tabla 3: Evolución de los indicadores clave, pre-pandemia de COVID-19 (2019) vs post-pandemia de COVID-19 (2022)

2019 → 2022			2019 → 2022		
Global clean energy investments			Global energy intensity (2017 PPP)		
\$1.1 trillion	↗	\$1.4 trillion	4.44 MJ/\$	↘	4.24 MJ/\$
Share of renewable energy in the total electricity generation			Global GHG emissions		
26.1%	↗	29.5%	52.6 Gt CO ₂ eq	↗	53.8 Gt CO ₂ eq



Fuente: International Energy Agency (IEA); Bloomberg New Energy Finance; Environmental Investigation Agency; Society for Human Resource Management; Enerdata; World Trade Organization; Electronic Data Gathering, Analysis, and Retrieval (EDGAR).

En términos de inversión en energía limpia, los fondos globales aumentaron de \$1.1 billones en 2019 a \$1.4 billones en 2022, reflejando un compromiso internacional hacia una economía energética más sostenible. Sin embargo, a pesar de este aumento las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI) subieron de 52.6 a 53.8 gigatoneladas de CO₂ equivalente, subrayando la necesidad de esfuerzos más ambiciosos para reducir las emisiones.

La intensidad energética global que mide la energía consumida por unidad de producto económico se redujo de 4.44 MJ/\$ a 4.24 MJ/\$ durante el mismo periodo, sugiriendo una mejora en la eficiencia energética mundial. Paralelamente, el uso de energías renovables en

la generación de electricidad aumentó del 26.1% al 29.5%, destacando el crecimiento de fuentes de energía más limpias en la matriz eléctrica global.

La intensidad de CO₂ por suministro total de energía (TES) disminuyó ligeramente de 46.27 kg/GJ a 45.41 kg/GJ, mostrando una moderada reducción en las emisiones de CO₂ por unidad de energía consumida, aunque aún se requiere una aceleración en esta mejora.

Un punto relevante es el crecimiento de los subsidios a combustibles fósiles, que casi se duplicaron, pasando de \$441 mil millones a \$1 billón entre 2019 y 2022. Este incremento puede deberse a políticas para amortiguar los efectos económicos de la inflación energética en algunas regiones, aunque también refleja la persistente dependencia de los combustibles fósiles.

Se registraron avances en el acceso a electricidad, con una leve disminución en la cantidad de personas sin acceso de 778 a 774 millones. Además, el consumo doméstico de electricidad aumentó de 23,718 TWh a 25,530 TWh, probablemente debido a la creciente demanda en los hogares.

Finalmente, destaca el incremento en la cuota de mercado de vehículos eléctricos (EVs), que pasó del 2.6% de las ventas de autos en 2019 a un 14% en 2022, reflejando una tendencia positiva hacia la electrificación del sector automotriz, impulsada por políticas de incentivos y una mayor conciencia sobre las ventajas ambientales de los EVs.

Capítulo 2: Metodología

Analizaremos el impacto de las energías fósiles y renovables en la agricultura, pesca y espacios agrícolas, considerando el CO₂ como un indicador clave. Esto permitirá evaluar cómo las fuentes de energía fósil y energía doméstica afectan a gran medida en comparación con las fuentes renovables como la energía eólica y solar. se busca comprobar su influencia en la producción agrícola y pesquera. La teoría del crecimiento sustenta un crecimiento “objetivo” que es llegar a su punto donde su ahorro cubre las necesidades de depreciación o “gasto”, esto es, el estado estacionario.

Metodología econométrica

En un análisis econométrico, para mostrar la importancia o no de una variable, se deben cumplir dos condiciones: i) la parte intuitiva que refleja el análisis teórico esperado y, ii) la significancia estadística que muestra el error de explicación mínimo cometido por la variable independiente sobre la dependiente.

Para tal análisis, se requiere una expresión entre Y , conocida como variable dependiente, y las diferentes variables independientes $X_1, X_2, \dots, X_k$, esto es,

$$Y_i = a_0 + a_1X_{1i} + a_2X_{2i} + \dots + a_kX_{ki} + U_i \quad (1)$$

donde, los efectos por los cambios de $X_1, X_2, \dots, X_k$ sobre Y pueden ser expresados como $\frac{\partial Y_i}{\partial X_{ji}} = a_j$, para $j = 1, 2, \dots, k$. Por su parte, U_i representa variables no controlables, como una crisis, una guerra, una enfermedad, una inflación, etc., que de alguna forma alteran al modelo y se denominan perturbaciones. Además, ocurren con cierta probabilidad, por lo que se consideran aleatorias.

Los modelos expresados en (1) se denominan modelos econométricos y entre algunos de sus supuestos tenemos,

- i) U_i es una variable aleatoria con distribución normal, con media 0 y varianza constante, esto es, $U_i \sim N(0, \sigma^2)$.
- ii) Las variables explicativas $X_1, X_2, \dots, X_k$, tienen que ser no correlacionadas, es decir, lo que explica X_i tiene que ser completamente diferente a la explicación de X_j , para toda $i \neq j$.
- iii) Las U_i tienen que ser independientes, lo que significa que si se quiere explicar el cambio religioso de un país en términos de variables observadas $X_1, X_2, \dots, X_k$,

una enfermedad o inflación en un país no debe afectar al cambio religioso de otros países.

Para encontrar los valores de los coeficientes a_j ($j = 1, 2, \dots, k$) se utiliza mínimos cuadrados ordinarios, y así estimar el comportamiento promedio de Y_i dadas las observaciones $X_1, X_2, \dots, X_k$, es decir,

$$\hat{Y}_i = E(Y_i | X_1, X_2, \dots, X_k) = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 X_{1i} + \hat{a}_2 X_{2i} + \dots + \hat{a}_k X_{ki} \quad (2)$$

Inferencia Estadística

Para verificar si las variables $X_1, X_2, \dots, X_k$, en el modelo (1), son significativas individualmente sobre Y , se plantea una prueba de hipótesis como,

$$H_0: a_j = 0 \quad \text{vs} \quad H_a: a_j \neq 0, \text{ para } j = 1, 2, \dots, k$$

Para resolverla, se utilizan los valores P (p_{value}). Un $p_{value} < 0.05$ muestra que la variable X es estadísticamente significativa para explicar el comportamiento Y , al menos a un 95% de confianza.

Por otro lado, si se quiere mostrar la significancia de todo el modelo, es decir, si las variables independientes en conjunto pesan para explicar el comportamiento de la dependiente (Y_i), la prueba de hipótesis es,

$$H_0: a_1 = a_2 = \dots a_k = 0 \quad \text{vs} \quad H_0: a_j \neq 0, \text{ para } j = 1, 2, \dots, k \quad (*)$$

Para probar tal hipótesis, se construye el estadístico F de prueba, $F_p = \frac{n-(k+1)}{k} \frac{R^2}{1-R^2}$ que sigue una distribución F de Fischer y se compara con el cuantil $F_{n-(k+1)}^k$ que arrojan los paquetes estadísticos. Si $F_p > F_{n-(k+1)}^k$, se rechaza el hecho de que ninguna variable es significativa, es decir, al menos una variable impacta al modelo.

Finalmente, dado el siguiente modelo,

$$Y_i = a_0 + a_1X_{1i} + a_2X_{2i} + \cdots + a_kX_{gi} + U_i \quad (3)$$

Al cual se le quiere agregar nuevas variables, para obtener el siguiente modelo,

$$Y_i = a_0 + a_1X_{1i} + a_2X_{2i} + \cdots + a_gX_{gi} + \cdots + a_kX_{ki} + U_i \quad (4)$$

Con $k > g$, para verificar si la agregación de las $k - g$ variables fue significativa, la prueba de hipótesis es,

$$H_0: a_{g+1} = a_{g+2} = \cdots a_k = 0 \quad \text{vs} \quad H_0: a_j \neq 0, \text{ para } j = g + 1, g + 2, \dots, k$$

Para resolver tal prueba, se construye el siguiente estadístico de prueba,

$$F_{obs} = \frac{R_C^2 - R_R^2 / (k - g)}{(1 - R_C^2) / (n - k - 1)} \sim F_{n-k-1}^{k-g} \quad (5)$$

Donde, R_R^2 se refiere al R^2 del modelo reducido (3) y R_C^2 al R^2 del modelo completo (4). Si $F_{obs} > F_{n-k-1}^{k-g}$ rechazamos H_0 y, por lo tanto, se justifica la agregación de las nuevas variables.

Efectos Cualitativos

Las variables explicativas en (1) tienen carácter cuantitativo, pero en algunos casos es de gran interés introducir variables de carácter cualitativo, tales como diferencia en ingresos por países, pertenecer a una región, tamaño económico del país, etc. Para considerar los efectos de las variables cualitativas sobre la variable dependiente, podemos modificar el modelo econométrico incorporando variables dicotómicas.

Esto es, si D representa el lugar de pertenencia de un país, podemos definirla de la siguiente forma,

$$D = \begin{cases} 1 & \text{si el país es de Centroamérica} \\ 0 & \text{otro caso,} \end{cases}$$

Entonces, si Y_i representa el nivel de migración de un país, podemos analizar el efecto de X_{1i} (en particular) sobre Y_i , dependiendo si el país es de Centroamérica o de otra región. Para su análisis, partimos de la siguiente expresión,

$$Y_i = a_0 + a_1X_{1i} + a_2X_{2i} + \dots + a_kX_{ki} + a_{k+1}D_iX_{1i} + U_i$$

De esta forma, la estimación del modelo de migración en países no centroamericanos es:

$$\hat{Y}_i = E(Y_i|X_1, X_2, \dots, X_k \text{ and } D_i = 0) = \hat{a}_0 + \hat{a}_1X_{1i} + \hat{a}_2X_{2i} + \dots + \hat{a}_kX_{ki}$$

Análogamente, el modelo de migración para países centroamericanos es:

$$\hat{Y}_i = E(Y_i|X_1, X_2, \dots, X_k \text{ and } D_i = 1) = \hat{a}_0 + (\hat{a}_1 + \hat{a}_{k+1})X_{1i} + \hat{a}_2X_{2i} + \dots + \hat{a}_kX_{ki}$$

Para validar la diferencia entre los modelos se propone una prueba de hipótesis individual sobre el factor $\hat{a}_{k+1}$.

2.1-Datos y variables

En el cuadro 1 se muestra la información, las fuentes y las variables para nuestro análisis. Donde Y es la variable dependiente y X_1, X_2, X_3 y X_4 , las variables independientes

Tabla 3. Variables seleccionadas		
Variable	representa	Descripción
Y	La suma de $Z1 + Z1 =$ Promedio de espacios cultivables y Agricultura, silvicultura y pesca, valor agregado (% del PIB)	Promedio de los espacios cultivables y PIB % de agricultura, silvicultura y pesca, obtenido de la página de Banco Mundial:
X_1	Consumo de energía eólica y solar	Promedio del consumo de las energías eólica y solar del año 2016 al 2022, Obtenido de la Enerdata
X_2	Emisiones de CO2	Promedio de las emisiones de CO2 del año 2016-2022, Obtenido de la Enerdata
X_3	Consumo de electricidad	Promedio del consumo de electricidad del año 2016-2022, Obtenido de la Enerdata

X_4	Consumo del petróleo crudo	Promedio del consumo de petróleo crudo del año 2016-2022, Obtenido de la Enerdata
-------	----------------------------	---

La selección de estas variables se debe a varios factores. En primer lugar, muchas de las bases de datos encontradas no están completas, es decir, muchos países no proporcionan información sobre sus impactos ecológicos o económicos. Además, varias bases de datos solo incluyen a los principales países que están apostando por la energía ecológica. Para nuestra hipótesis, necesitamos la mayoría de los países para tener una visión global de la situación.

Las variables que usamos para la metodología fueron elegidas precisamente para tener una visión del impacto que tiene cada una de ellas. Reforzamos este uso de las variables con autores que comentan sobre el impacto negativo o positivo a nivel mundial y estamos tomando un panorama general, donde los eventos conocidos como “cisne negro” (acontecimientos inesperados, de gran impacto y difíciles de predecir, que suelen tener consecuencias graves) son considerados en la investigación. Finalmente, las limitaciones de las bases de datos influyen en la selección de estas, ya que es posible que no se ajusten a nuestros objetivos y, por lo tanto, deban ser descartadas.

2.2- Análisis y Resultados

La propuesta de estimar modelos econométricos sobre la convergencia absoluta y condicional, utilizando datos del Banco Mundial y Enerdata de 2022, busca reflejar adecuadamente las dinámicas económicas subyacentes mediante una metodología rigurosa. El enfoque se centra en garantizar que los resultados obtenidos sean robustos y contribuyan significativamente a comprender mejor el fenómeno en cuestión, validando así las hipótesis formuladas sobre la convergencia económica.

De acuerdo con la información, la primera estimación es:

$$\hat{Y}_t = 13.404 - 0.218X_1 + 4.353X_2 - 5.439X_3 \quad (1)$$

$$p_{value} \quad (0.059) \quad (0.027) \quad (0.010), R^2 = 0.3232$$

En el modelo, las variables independientes tienen diferentes niveles de importancia. Algunas (con $p = 0.027$ y $p = 0.010$) son significativas y contribuyen al modelo, mientras que otras ($p = 0.059$) no tienen un efecto claro. El modelo explica el 32.32% de la variabilidad total, lo cual muestra que es útil, aunque no perfecto. Esta información nos permite concluir que el modelo tiene cierta capacidad para explicar los datos y que algunas variables independientes son relevantes para entender la variable dependiente.

Estadísticamente a partir de los P_{pvalue} observamos que todas las variables son significativas individualmente, y por lógica de manera conjunta el modelo debería de ser estadísticamente significativo esto se puede apreciar a través del R^2 con lo que podemos justificar la prueba de hipótesis mostrada en la expresión (*) de la metodología. En efecto observe que:

$$F_p = \frac{n-(k+1)}{k} \frac{R^2}{1-R^2} = \frac{36-(3+1)}{3} \frac{0.3232}{1-0.3232}$$

$$por\ lo\ tanto, P(F > F_p) = P(F > 5.093) = 0.0053$$

De esta forma rechazamos el hecho que ninguna de nuestras variables sea significativa como se plantean en la PH (*). Y así mostramos la utilidad de R^2

Los resultados sugieren que el consumo de energía eólica y solar (X_1) y el consumo de electricidad (X_3) tienen un impacto negativo en la parte agrícola, lo que puede deberse a la posible dependencia de la agricultura en la energía fósil o la sobrecarga en el sistema eléctrico. Sin embargo, es sorprendente ver que las emisiones de CO2 (X_2) tienen un impacto positivo, lo que puede indicar que la agricultura puede beneficiarse indirectamente de la producción

de CO₂ como fertilizante natural. Resultado que se justifica en Boscolo (2022), el cual menciona que el carbono es un elemento fundamental en la biosfera, participando en la formación de moléculas esenciales como proteínas y ADN, y también es clave en la fotosíntesis, proceso en el que las plantas convierten energía solar en azúcar y emiten oxígeno. Investigaciones en fotosíntesis buscan aprovechar el CO₂ excesivo en la atmósfera para estimular el crecimiento de las plantas, con resultados prometedores en laboratorio, pero aún inconclusos en entornos naturales y agrícolas.

Un reciente estudio publicado en *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (PNAS) revela que los bosques se han adaptado para poder sobrevivir al cambio climático, específicamente al aumento del CO₂ en la atmósfera. Al contrario de lo que se pensaba, no es que las plantas hayan incrementado su eficiencia en el uso del agua debido a la mayor cantidad de carbono disponible, sino que han "aprendido" a actuar de manera adaptativa ante el aumento del CO₂ según la disponibilidad de agua (Antelo, 2019). Estos datos ayudan a reforzar nuestros resultados obtenidos con el CO₂, que es la única variable que tiene un impacto positivo en la agricultura. Además, Antelo (2019) agrega que las estomas son pequeñas aberturas en las hojas de las plantas que permiten el intercambio de gases con el entorno. A través de estos poros, las plantas absorben CO₂ del aire y liberan oxígeno y vapor de agua como productos residuales. Además, las estomas también permiten a las plantas regular su temperatura y controlar la cantidad de agua que necesita, lo que es fundamental para su supervivencia y crecimiento.

Renee (2022) refuerza que el aumento de los niveles de CO₂ en la atmósfera provoca un aumento de la fotosíntesis de las plantas, un efecto conocido como efecto de fertilización de carbono. Una nueva investigación ha descubierto que entre 1982 y 2020, la fotosíntesis mundial de las plantas aumentó un 12 por ciento, al igual que los niveles de CO₂ en la atmósfera, que aumentaron un 17 por ciento. La gran mayoría de este aumento de la fotosíntesis se debió a la fertilización con CO₂.

El aumento de la fotosíntesis produce un mayor crecimiento en algunas plantas. Los científicos han descubierto que, en respuesta a los niveles elevados de CO₂, el crecimiento de las plantas sobre la superficie aumentó un promedio del 21 por ciento, mientras que el crecimiento bajo la superficie aumentó un 28 por ciento. Como resultado, se espera que algunos cultivos como el trigo, el arroz y la soja se beneficien del aumento del CO₂, con un aumento de los rendimientos del 12 al 14 por ciento. Sin embargo, el crecimiento de algunas gramíneas tropicales y subtropicales y de varios cultivos importantes, como el maíz, la caña de azúcar, el sorgo y el mijo, no se ve tan afectado por el aumento del CO₂ (Renee, 2022).

Pero también los investigadores que estudiaron cientos de especies de plantas entre 1980 y 2017 descubrieron que la mayoría de los ecosistemas terrestres no fertilizados están presentando deficiencias de nutrientes, en particular nitrógeno. Atribuyeron esta disminución de nutrientes a los cambios globales, incluidos el aumento de las temperaturas y los niveles de CO₂. Los ecosistemas terrestres están perdiendo nutrientes, en particular nitrógeno. Atribuyeron esta disminución de nutrientes a los cambios globales, incluidos el aumento de las temperaturas y los niveles de CO₂ (Renee, 2022).

Hay que mencionar que las energías renovables tienen un efecto negativo en la parte de la agricultura, ya sea energía eólica o solar, donde se destacan estos puntos.

- Produce contaminación lumínica debido a las luces de seguridad aeronáutica que deben instalarse en las turbinas y otras estructuras.
- Provoca alteraciones ambientales, especialmente durante la fase de instalación, debido a la remoción de tierras, la pérdida de vegetación, el desmonte y el incremento de la erosión.
- La fabricación y la instalación de los paneles solares generan un impacto ambiental, debido al proceso de producción de los materiales.

Los puntos mencionados sugieren que la instalación de turbinas eólicas y paneles solares puede tener un impacto negativo en el medio ambiente y en la agricultura. La contaminación

lumínica generada por las luces de seguridad puede afectar la vida silvestre, mientras que la instalación de los equipos puede causar daño ambiental durante la fase de construcción, como pérdida de vegetación y erosión. Además, la ocupación del espacio natural para instalar estos equipos puede impedir el uso de este para la agricultura, lo que puede afectar negativamente la producción agrícola y los agricultores.

Además, en la lista de catástrofes medioambientales producto de las actividades humanas, los derrames de petróleo se cuentan entre las más graves y también las más frecuentes. Y una de las zonas más afectadas del planeta es el Amazonas. Casi 400 comunidades de la Amazonía peruana, afectadas desde 2014 por frecuentes derrames de petróleo, tienen en el organismo plomo, cadmio, mercurio y otros metales pesados (Acciona, 2020).

La estimación (1) muestra que la energía eólica y solar (X_1) pueden tener un impacto negativo en (Y), en este caso, un aumento de 1% en esta variable tiene un decrecimiento en la agricultura de 0.21%, que a pesar de ser pequeño puede tener consecuencias a largo plazo. Esto es importante considerar, ya que, aunque el efecto sea pequeño en un momento dado, puede acumularse y tener un impacto significativo en el futuro.

La segunda estimación

$$\hat{Y}_t = 6.339 - 0.185X_1 + 6.677X_2 - 3.817X_3 - 4.168 X_4 \quad (2)$$

$$p_{value} \quad (0.100) \quad (0.004) \quad (0.080) \quad (0.068), R^2 = 0.3929$$

En este análisis de regresión, evaluamos la significancia estadística de las variables independientes. De las cuatro variables consideradas, solo una ($p = 0.004$) resultó ser significativa ($p < 0.05$), lo que sugiere que tiene un impacto notable en la variable dependiente. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0.3929$) indica que el modelo explica alrededor del 39.29% de la variabilidad total de los datos, lo que lo hace moderadamente útil para describir la relación entre las variables. Esto nos lleva a concluir que el modelo podría beneficiarse de la inclusión de otras variables o de ajustes en su estructura.

Estadísticamente, con base en los valores P_{pvalue} , observamos que todas las variables son significativas de manera individual. Esto sugiere que, de forma lógica, el modelo completo debería ser estadísticamente significativo. Esta conclusión se refuerza al analizar el coeficiente R^2 , que respalda la validez de la prueba de hipótesis presentada en la expresión (*) de la metodología. En efecto, se puede observar que:

$$F_p = \frac{n-(k+1)}{k} \frac{R^2}{1-R^2} = \frac{36-(4+1)}{4} \frac{0.3929}{1-0.3929}$$

$$\text{por lo tanto, } P(F > F_p) = P(F > 5.016) = 0.003$$

De esta forma rechazamos el hecho que ninguna de nuestras variables sea significativa como se plantean en la PH (*). Y así mostramos la utilidad de R^2

Realizamos una prueba F para evaluar la significancia global del modelo de regresión. El valor F_p obtenido fue 5.093 y el valor P asociado fue 0.0053 lo que indica que el modelo es estadísticamente significativo ($P < 0.05$). Esto significa que las variables independientes tienen un impacto importante en la variable dependiente y que el modelo es útil para explicar la variabilidad en los datos.

Los resultados de la regresión indican que, a pesar de la inclusión de la nueva variable (X_4), el impacto negativo de las energías renovables en los espacios agrícolas persiste, aunque se observa una leve disminución en su magnitud. Sin embargo, X_4 , que representa el promedio del consumo de petróleo crudo, emerge como un factor más influyente en la reducción de los espacios agrícolas y también en la pesca, sugiriendo que el consumo de petróleo tiene un papel significativo en estas áreas. A lo que Plitt (2010) menciona, el derrame de petróleo en el mar tiene efectos devastadores e inmediatos en el ecosistema marino, como la formación de una película sobre la superficie que bloquea la luz y afecta la fotosíntesis de las algas, vitales para la cadena alimentaria. Este fenómeno provoca la muerte de muchas especies y una contaminación aguda que introduce compuestos tóxicos en el agua.

Es cierto que los accidentes petroleros generan gran preocupación y atención mediática, pero en términos cuantitativos, su impacto en la contaminación del océano es menor al 10% del

total de hidrocarburos que llegan al mar. La mayoría de la contaminación proviene de fuentes más cotidianas, como los residuos municipales e industriales y las filtraciones durante el transporte marítimo, que suman alrededor de 3,5 millones de toneladas al año frente a una demanda total de petróleo de 3,000 millones de toneladas. Esto refleja la complejidad de la contaminación marina y la necesidad de abordar no solo los accidentes, sino también las fuentes más comunes y menos visibles, de acuerdo con lo que sustenta (IntecoAstur, 2022). Esto refuerza el impacto negativo en la parte de la pesca y la agricultura, donde se espera que esto afecte en el futuro.

Como menciona Dale (2006) la agricultura intensiva moderna enfrenta serios desafíos de sostenibilidad, ya que su dependencia de tecnología y productos derivados de hidrocarburos ha contribuido a la erosión del suelo, la contaminación del agua y graves problemas de salud pública y ecológicos. Este enfoque no solo agrava la degradación ambiental, sino que también perpetúa un ciclo de dependencia de combustibles fósiles, ya que el uso indiscriminado de fertilizantes y pesticidas, así como la irrigación, requieren cantidades crecientes de energía, lo que agrava aún más la crisis ambiental. En apoyo a nuestros resultados, las energías eólicas y solares ocupan espacios verdes para ser instaladas, afectando más al suelo que se usa para el cultivo; es por ello por lo que tenemos un resultado negativo en la variable X_1 .

La generación de energía a partir de combustibles fósiles emite contaminantes atmosféricos que contribuyen a la mala calidad del aire y al cambio climático, la sobreexplotación de recursos no renovables como el petróleo y el gas natural agota estos recursos finitos. Esto va acorde con nuestros resultados de que el consumo de energías eléctricas que usan el combustible fósil en los países que aún no implementan otras energías son los que contaminan el aire y la capa de ozono que conlleva al cambio climático.

Algo importante que comenta Kirk (2022) es que la naturaleza es como una receta en la que cada ingrediente debe estar en la medida justa. Una pizca de nuez moscada le da a la tarta de calabaza un sabor rico y cálido, pero una cucharada de nuez moscada arruinaría la tarta. El motor de un coche funciona con una mezcla precisa de aire, combustible y chispa. La

sobrecarga de un elemento altera todo el sistema. Muchos aspectos de la naturaleza funcionan de manera equilibrada, similar a la analogía de Kirk.

La atmósfera tiene una receta específica, el CO₂ y otros gases de efecto invernadero, que son una parte esencial de la receta porque atrapan el calor en la atmósfera. Sin CO₂, el planeta Tierra estaría en una era de hielo perpetua. Pero una pequeña cantidad de CO₂ mantiene el planeta en la famosa condición de “Ricitos de Oro y los tres osos”: ni demasiado calor ni demasiado frío, sino la zona “justa” ideal para la vida tal como la conocemos. Demasiado CO₂ sobrecalienta el planeta (Kirk 2022). Esto justifica nuestros resultados donde el CO₂ es positivo para la pesca y agricultura, ya que el CO₂ ayuda a las plantas, aunque depende mucho de qué plantas se siembra y si es capaz de soportar el CO₂, pero aquí entra la parte de las investigaciones científicas de cómo hacer que las plantas crezcan más rápido y no mueran por los cambios climáticos.

Respecto a la interpretación de la estimación (2), se observa que si la energía eólica y solar (X_1) aumenta 1%, esto provocará una caída del 0.185% en la agricultura y pesca. Pero, “afortunadamente” menor al impacto que tendrá un aumento del petróleo crudo (X_4) sobre la agricultura, en este caso, de 4.1%. También observa, que el consumo de energía X_3 está muy relacionado con el petróleo crudo; es por ello por lo que tiene un impacto casi similar con un 3.8%, pero en el caso del CO₂ su impacto es positivo, muy grande, en la agricultura con un 6.6%.

Tercera estimación

De acuerdo con (2), consideremos únicamente aquellas variables significativas al 5%. En este caso tenemos la siguiente estimación,

$$\hat{Y}_t = 3.563 + 7.917X_2 - 4.469X_3 - 4.780X_4 \quad (3)$$

$$p_{value} \quad (0.0007) \quad (0.044) \quad (0.040), R^2 = 0.3369$$

Los valores p obtenidos (0.0007, 0.044 y 0.040) son estadísticamente significativos ($p < 0.05$), lo que sugiere que tienen un impacto considerable en la variable dependiente y no son producto del azar. El coeficiente de determinación $R^2=0.3369$ indica que el modelo explica aproximadamente el 33.69% de la variabilidad total en los datos, representando un ajuste moderado. Esto nos lleva a concluir que, aunque el modelo es útil para describir parcialmente la relación entre las variables, podría beneficiarse de la inclusión de nuevas variables o ajustes adicionales para mejorar su capacidad predictiva.

Estadísticamente, con base en los valores P_{pvalue} , observamos que todas las variables son significativas de manera individual. Esto sugiere que, de forma lógica, el modelo completo debería ser estadísticamente significativo. Esta conclusión se refuerza al analizar el coeficiente R^2 , que respalda la validez de la prueba de hipótesis presentada en la expresión (*) de la metodología. En efecto, se puede observar que:

$$F_p = \frac{n-(k+1)}{k} \frac{R^2}{1-R^2} = \frac{36-(3+1)}{3} \frac{0.3369}{1-0.3369}$$

$$\text{por lo tanto, } P(F > F_p) = P(F > 5.420) = 0.0039$$

De esta forma rechazamos el hecho que ninguna de nuestras variables sea significativa como se plantean en la PH (*). Y así mostramos la utilidad de R^2

Los resultados obtenidos son las variables que son las que dañan al planeta, pero nuevamente tenemos que las emisiones del CO2 no son dañinas a comparación del consumo de la electricidad y el petróleo crudo, pero, como menciona el Instituto para la Salud Geo ambiental (2024), el CO2 es fundamental para la vida en la Tierra, pues es absorbido por las plantas durante la fotosíntesis, convirtiéndose en glucosa y oxígeno, lo que sustenta la vida y la productividad agrícola. Este ciclo del carbono es crucial para mantener el equilibrio de

los ecosistemas, resaltando la interdependencia entre organismos y su entorno. Sin embargo, altas concentraciones de CO₂ pueden ser peligrosas; por ejemplo, en niveles superiores a 30,000 ppm, pueden causar asfixia, y en espacios interiores, niveles superiores a 800 ppm pueden provocar quejas por olores y malestar.

El CO₂ es necesario en el ambiente y se encuentra en concentraciones que van de 300 a 550 ppm en la atmósfera, las cuales son generalmente seguras y no tóxicas para los seres humanos y otros animales. Sin embargo, el equilibrio de CO₂ en la atmósfera es frágil, y cualquier cambio significativo en sus niveles podría tener consecuencias graves para el clima y los ecosistemas, subrayando la importancia de monitorear y gestionar sus emisiones para evitar impactos adversos (Instituto para la Salud Geoambiental, 2024). Respecto a nuestros resultados, la variable del CO₂ es necesaria para el ecosistema, pero el problema recae en el impacto creado por el humano. La dependencia del petróleo también contribuye a problemas sociales y económicos, como la inestabilidad geopolítica, el cambio climático y la disparidad en el acceso a recursos energéticos (Ambientum, 2024).

La interconexión entre la electricidad y el medioambiente es cada vez más evidente, impulsada por una creciente conciencia social sobre los efectos negativos del consumo energético. A medida que la demanda crece por el aumento de la población y la tecnología, también lo hace el uso de recursos naturales y las emisiones de gases contaminantes, lo que contribuye a problemas como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, resaltando la urgencia de adoptar energías renovables y prácticas sostenibles para mitigar estos impactos. (Ecoembes, 2023). Esto apoya que el consumo de electricidad sea también uno de los factores que afecta al cambio climático y provoca las consecuencias en el cambio climático y las altas temperaturas.

Aunque se ha tratado de usar otros productos para reducir la quema de combustibles fósiles, como menciona Masters (2023), la utilización de aproximadamente el 40% de la cosecha de maíz en Estados Unidos para biocombustibles representa un dilema crucial, especialmente con la proyección de un aumento de la población mundial a 10,000 millones para 2050.

Convertir tierras agrícolas destinadas a biocombustibles podría alimentar a 1,900 millones de personas, lo que sugiere una evidente solución a la creciente demanda alimentaria. Sin embargo, las barreras políticas obstaculizan esta transición. Aunque el uso de biocombustibles contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los combustibles fósiles, la producción de estos cultivos conlleva severos costos ambientales, incluyendo el aumento de emisiones, la pérdida de biodiversidad, el agotamiento del suelo y la contaminación del agua, lo que plantea la necesidad de reconsiderar las políticas energéticas y agrícolas. Esto refuerza nuestra hipótesis de que, aunque se usen otros productos como el biocombustible, este puede afectar al suelo y a la contaminación del agua.

En esta tercera estimación, la variable X_2 son las emisiones de CO₂ con un impacto favorable en (Y) con un aumento 1% y con un aumento del 7.9%. Sin embargo, el consumo de electricidad (X_3) y el petróleo (X_4) crudo son muy similares con un impacto negativo del 4.4% y 4.7%. Esto se debe a que se usa el petróleo para generar energía y es por ello por lo que están a un porcentaje similar.

Conclusiones

En esta investigación, analizamos el impacto de las fuentes de energía, como los combustibles fósiles, la energía eólica y la solar, en los sectores agrícola y pesquero. También evaluamos las inversiones necesarias a nivel mundial para que se pueda llevar a cabo esta transición energética, así como las implicaciones que este cambio podría tener en el producto interno bruto (PIB) y en los sectores afectados por el cambio climático en diversos países.

Un hallazgo relevante de nuestra investigación es el efecto positivo del CO₂ en la agricultura y la pesca, con coeficientes que oscilan entre el 4.35% y el 7.92%. Esto coincide con estudios recientes que destacan el papel del CO₂ en la fotosíntesis y el crecimiento vegetal. Sin embargo, también identificamos impactos negativos significativos derivados del consumo de petróleo crudo y electricidad, cuyos efectos fluctúan entre -3.8% y -5.4%. Estas fuentes de

energía contribuyen a la contaminación y la degradación ambiental, exacerbando los desafíos en estos sectores.

Las energías renovables, aunque fundamentales para la transición energética, mostraron un impacto negativo menor (-0.18% a -0.22%) en los espacios agrícolas, principalmente por la ocupación de tierras y efectos de su instalación.

Aunque los resultados presentan una certeza moderada, con un 32% de confianza estadística, sugieren que las energías renovables también tienen limitaciones y que su producción actual es insuficiente para satisfacer la demanda en comparación con las energías fósiles. Esto resalta la necesidad de equilibrar los beneficios ambientales de las renovables con sus posibles impactos negativos en el medio ambiente y en los sectores productivos.

Es crucial reconocer que la transición hacia un modelo energético sostenible será un proceso prolongado que enfrentará retos políticos y económicos en cada país. Además, eventos imprevistos, como la pandemia de COVID-19, pueden influir significativamente en este proceso. Por lo tanto, es fundamental mantener un enfoque adaptativo y colaborativo entre gobiernos, empresas y comunidades.

Como lo expresó Mahatma Gandhi: “El futuro dependerá de lo que hagamos en el presente”. Este llamado a la acción nos recuerda que el éxito de esta transición dependerá de las decisiones que tomemos hoy, priorizando la sostenibilidad y el bienestar colectivo.

Bibliografía

Antelo, V. C. (2019, agosto 30). Las plantas crecen más rápido ante el aumento de CO2 sólo si no les falta el agua. - blog CREAM. Blog CREAM. <https://blog.cream.cat/es/noticias/las-plantas-crecen-mas-rapido-ante-el-aumento-de-dioxido-de-carbono-solo-si-les-falta-elagua/>

Ambientum. (2024, mayo 30). Las consecuencias del impacto ambiental del petróleo. Ambientum Portal Líder Medioambiente. <https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/impacto-ambiental-del-petroleo.asp>

Abora. (2023, octubre 19). ¿Cuál es más eficiente: la energía solar o la eólica? Abora Solar. <https://abora-solar.com/blog/cual-es-mas-eficiente-la-energia-solar-o-la-eolica/>

Ap. (2024, abril 17). Calentamiento global: Impacto económico será de 38 bdd al año para 2049. El Financiero. <https://www.elfinanciero.com.mx/ciencia/2024/04/17/calentamiento-global-impacto-economico-sera-de-38-bdd-al-ano-para-2049/>

ATSDR. (2016). Óxidos de nitrógeno (monóxido de nitrógeno, dióxido de nitrógeno, etc.). ATSDR. https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts175.html

Boudiaf, H. (2024). Renewable energies, environment, and GDP interactions in low-income countries. *Investigación Económica*, 83(327), 30–54.

BASF México (2024) Cambio climático y agricultura: cuál es el impacto <https://agriculture.basf.com/mx/es/contenidos-de-agricultura/cambio-climatico-y-agricultura-cual-es-el-impacto#text1132235282>

Berange, M. (2019) Impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura - Le Monde diplomatique en español. <https://mondiplo.com/cuando-hablamos-del-cambio-climatico-pocas>

Boscolo, M. (2022, diciembre 5). Las emisiones de CO2 son, posiblemente, el elemento químico que goza de la peor prensa en la actualidad. National Geographic.

<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/dioxido-de-carbono-por-que-es-malo-y-bueno>

Biomasa Statista. (2023). Estadísticas de la biomasa. Recuperado de <https://www.statista.com/>

Caltagirone, M. (2020). Ganarle tiempo al cambio climático. *Política Exterior*, 34(196), 54–63.

Changing climates: The heat is (still) on. (2024, febrero 28). Swiss Re. <https://www.swissre.com/institute/research/topics-and-risk-dialogues/climate-and-natural-catastrophe-risk/changing-climates-heat-is-still-on.html>

Comisión Europea. (2022). Causas del cambio climático. Climate Action. https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_es

Dale, A. P. (2006, agosto 13). Comemos combustibles fósiles. Polis. <https://journals.openedition.org/polis/5246?lang=fr>

Dato, P. (2018). Investment in energy efficiency, adoption of renewable energy, and household behavior: Evidence from OECD countries. *The Energy Journal*, 39(3), 213–244.

Emisiones de CO2 | US EPA. (2024, mayo 30). US EPA. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono>

Ecoembes. (2023, febrero 6). Los efectos en el medioambiente de la electricidad. Ecoembes Reduce Reutiliza y Recicla. <https://reducereutilizarecicla.org/medioambiente-electricidad>

Emisiones de gases fluorados | US EPA. (2024, enero 16). US EPA. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-gases-fluorados>

Enerdata (2023). World Energy & Climate Statistics – Yearbook 2024. <https://www.enerdata.net/publications/world-energy-statistics-supply-and-demand.html#slide->

Energía Hidroeléctrica (WEF):Foro Económico Mundial. (2022). Estos 5 gráficos muestran cómo ha incrementado la generación de energía renovable. Recuperado de

<https://es.weforum.org/stories/2022/11/estos-5-graficos-muestran-como-ha-incrementado-la-generacion-de-energia-renovable/>

Energía Solar Fotovoltaica CNN Español. (2024). Energía limpia alcanza un hito histórico: estos gráficos muestran cómo. Recuperado de <https://cnnespanol.cnn.com/2024/05/08/energia-limpia-hito-graficos-trax/>

Energía Eólica Ember. (2022). Global Electricity Review 2022. Recuperado de https://ember-energy.org/app/uploads/2022/03/SP_Report-GER22.pdf

Energía Geotérmica Low Carbon Power. (2023). Geothermia. Recuperado de <https://lowcarbonpower.org/es/type/geothermal>

El impacto ambiental de las energías no renovables: cambio climático y más. (2022). Acciona. <https://www.sostenibilidad.com/energias-renovables/impacto-ambiental-energias-no-renovables>

El País, (2024, December 23). La descarbonización se frena. El País. https://elpais.com/opinion/2024-12-23/la-descarbonizacion-se-frena.html?utm_source=chatgpt.com

FAO (2016) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura AboutFAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/efd5c5d0-3f63-4504-969a-a2a0298c0b0d/content>

FAO (2024) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura AboutFAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6f74aaed-0cb8-475e-899e-ad779815975c/content>

Gobierno de México (2015). El cambio climático afecta al campo ¿cómo enfrentarlo? gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/el-cambio-climatico-afecta-al-campo-como-enfrentarlo>

Gobierno de México (2023, Diciembre 13) Cultivo sostenible: Transformando la agricultura para un futuro saludable <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/cultivo-sostenible-transformando-la-agricultura-para-un-futuro-saludable>

Gobierno de México, (2018). ¿Qué es la energía de biomasa? gob.mx.
<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/que-es-la-energia-de-biomasa?idiom=es>

Grupo Banco Mundial. Agricultura, silvicultura y pesca, valor agregado (% del PIB).
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.AGR.TOTL.ZS> (18 de mayo 2024)

Grupo Banco Mundial. Tierras cultivables (% del área de tierra)
<https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.LND.ARBL.ZS> (18 de mayo 2024)

Ivanchuk, N. (2023, December 1). Cambio climático en la agricultura: cómo adaptarse. EOS Data Analytics. <https://eos.com/es/blog/cambio-climatico-y-agricultura/>

Ivanchuk, N. (2022, enero 1). Cambio climático en la agricultura: cómo adaptarse. EOS Data Analytics. <https://eos.com/es/blog/cambio-climatico-y-agricultura>

IEA,(2023) Latin America Energy Outlook – Analysis - IEA. https://www.iea.org/reports/latin-america-energy-outlook-2023/executive-summary?language=es&utm_source=chatgpt.com

Iberdrola. (2019, June 12). ¿Qué es la Energía Hidroeléctrica. Iberdrola.
<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-energia-hidroelectrica>

Iberdrola, I. (2020.). ¿Cómo funcionan las plantas fotovoltaicas? Iberdrola.
<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-energia-fotovoltaica>

Iberdrola. (2021, April 22). ENERGÍA EÓLICA. Iberdrola.
<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/energia-eolica>

Iberdrola, I. (2020). Energía geotérmica. Iberdrola.
<https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestra-empresa/energias-renovables/energia-geotermica>

Instituto para la Salud Geoambiental. (2024, abril 9). CO2 (CO2). Instituto para la Salud Geoambiental. <https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-carbono-CO2>

IntecoAstur. (2024, junio 25). La contaminación por hidrocarburos en el mar. Inteco Astur.
<https://www.intecoastur.com/blog/la-contaminacion-por-hidrocarburos-en-el-mar>

Jacto (2022, October 10). Tecnología para la Agricultura. Blog | Tecnología para la Agricultura. Blog | Tecnología Para La Agricultura. <https://bloglatam.jacto.com/>

Masters, J. (2023, julio 25). Las dificultades que enfrentará la agricultura en un clima cambiante. Yale Climate Connections. <https://yaleclimateconnections.org/2023/06/las-dificultades-para-el-el-futuro-de-la-agricultura>

Kirk, K. (2022, octubre 25). More CO2 in the atmosphere hurts key plants and crops more than it helps. Yale Climate Connections. <https://yaleclimateconnections.org/2020/12/more-CO2-in-the-atmosphere-hurts-key-plants-and-crops-more-than-it-helps>

La Monaca, S., Spector, K., & Kobus, J. (2019). Financing the green transition: Addressing barriers to capital deployment. *Journal of International Affairs*, 73(1), 17–32.

Lee, K., Miguel, E., & Wolfram, C. (2020). Does household electrification supercharge economic development? *The Journal of Economic Perspectives*, 34(1), 122–144.

Plitt, L. (2010, abril 28). ¿Cuál es el verdadero impacto de un derrame de petróleo? BBC Mundo. https://www.bbc.com/mundo/internacional/2010/04/100428_derrame_petroleo_claves_lp

López-Barajas, G. (2023, julio 3). Calentamiento global y efecto invernadero: En qué se diferencian. Telefónica. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/calentamiento-global-efecto-invernadero-diferencias>

Laurence, C. (2023). Economic development in an era of climate change. Carnegie Endowment for International Peace. <https://carnegieendowment.org/research/2023/01/economic-development-in-an-era-of-climate-change?lang=en>

Martínez, L. S. (2007). Retos tecnológicos del calentamiento global. *Ábaco*, 52/53, 21–30.

Mackenzie, W. (2022, enero 18). No pain, no gain: The economic consequences of accelerating the energy transition. Wood Mackenzie. <https://www.woodmac.com/horizons/no-pain-no-gain-the-economic-consequences-of-accelerating-the-energy-transition>

Mackenzie, W. (2023, septiembre 14). Energy transition outlook 2023. Wood Mackenzie. <https://www.woodmac.com/press-releases/energy-transition-outlook-2023>

Matei, I. (2017). Is there a link between renewable energy consumption and economic growth? A dynamic panel investigation for the OECD countries. *Revue d'économie Politique*, 127(6), 985–1012.

Mouhtadi, M. J., & Kamdem, J. S. (2018). Economic growth, energy consumption, and transition in Morocco. *The Journal of Energy and Development*, 44(1/2), 283–298.

Martín Arribas, J. J. (2022). El deterioro de la capa de ozono como asunto global pendiente de resolución. *Revista Española de Derecho Internacional*, 74(2), 323–348.

MINT. (2024, November 8). Energías renovables en la industria: beneficios y aplicaciones. https://mintforpeople.com/noticias/energias-renovables-industria/?utm_source=chatgpt.com

NASA. (2022). Las causas del cambio climático. *Climate Change: Vital Signs of the Planet*. <https://climate.nasa.gov/en-espanol/datos/causas>

Pérez, E. M. (2018). Transición energética: Una cuestión crítica para China y para el planeta. *Ecología Política*, 56, 14–18.

Pérez de las Heras, B. (2020). La unión europea Unión en la transición hacia la neutralidad climática: Retos y estrategias en la implementación del acuerdo de París. *Revista Española de Derecho Internacional*, 72(2), 117–141.

Partida, K. (2023, octubre 26). Energy consumption and its impact on the environment. Grupo Industronic. <https://grupointdustronic.com/en/energy-consumption-and-its-impact-on-the-environment>

Petrov, T. (2023, December 14). 7 Beneficios de la energía renovable en el transporte - Cameto. Cameto. https://cameto.com/noticias/beneficios-energia-renovable/?utm_source=chatgpt.com

Ruiz-Healy, E. (2022, marzo 3). El calentamiento global ya perjudica a la economía mundial. El Economista. <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/El-calentamiento-global-ya>

Renne, C. (2022, January 27). How climate change will affect plants. State of the Planet. <https://news.climate.columbia.edu/2022/01/27/how-climate-change-will-affect-plants/>

Rodas, J. (2023). El Antropoceno en casa: Cambio climático y la defensa de la vida en Guatemala. *Maya America*, 5(1), 68–89.

Tejero, H. (2019). Cómo hacer ante la crisis climática. *Política Exterior*, 33(190), 100–107.

Sustainable Fishing, MSC. (2020). El cambio climático y la pesca | Marine Stewardship Council. Spain - Spanish. <https://www.msc.org/es/acerca-de-msc/el-cambio-climatico-y-la-pesca>

Swiss Re. (2023, January 27). The economics of climate change. Swiss Re. <https://www.swissre.com/institute/research/topics-and-risk-dialogues/climate-and-natural-catastrophe-risk/expertise-publication-economics-of-climate-change.html>

Statista. (2024, July 26). Inversión en energía renovable por región en 2023. <https://es.statista.com/estadisticas/637041/inversion-en-energia-y-combustibles-renovables-por-region/>

Tello, A. B. C., & Caballero, N. E. P. (2018). Asia Pacífico frente al Acuerdo de París contra el cambio climático: Geopolítica y cooperación / The Asia-Pacific Region on the Paris Agreement against Climate Change: Geopolitics and Cooperation. *Estudios de Asia y Africa*, 53(1), 151–188.

Tooze, A., & Tamames, J. (2019). Bancos centrales contra el cambio climático. *Política Exterior*, 33(192), 50–61.

Thiessen, M. (2017, November 9). Los combustibles alternativos, prometedores, pero a veces controvertidos, ofrecen una vía para distanciarse de sus homólogos fósiles. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-son-los-biocombustibles>

TOTVS (2023) - Líder en software de gestión para América Latina. TOTVS.
<https://es.totvs.com/>

United Nations Environment Programme. (2021, August 6). Las emisiones de metano están acelerando el cambio climático. ¿Cómo podemos reducirlas? UNEP.
<https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/las-emisiones-de-metano-estan-acelerando-el-cambio-climatico-como>

Van Hees, S. (2018). Investment state aid for ocean energy projects in the EU: A lack of integration with the renewable energy directive? *European State Aid Law Quarterly*, 17(2), 222–249.

Welle, D. (2012, March 13). CO2: Bendición y maldición. DW.com.
<https://www.dw.com/es/di%C3%B3xido-de-carbono-bendici%C3%B3n-y-maldici%C3%B3n/a-15119911>

World Economic Forum (2024) Fostering effective energy transition 2024.
<https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2024/digest/>