



Revisión de la salud planetaria

Una evaluación científica del estado de nuestro planeta.

RESUMEN

20
24



Planetary Boundaries
SCIENCE



2024

**Planetary Boundaries
SCIENCE**

Agradecimientos

Autores: Levke Caesar*, Boris Sakschewski*, Lauren Seaby Andersen, Tim Beringer, Johanna Braun, Donovan Dennis, Dieter Gerten, Adrian Heilemann, Jonas Kaiser, Niklas H. Kitzmann, Sina Loriani, Wolfgang Lucht, Josef Ludescher, Maria Martin, Sabine Mathesius, Anja Paolucci, Sofie te Wierik, Johan Rockström (*han contribuido a este trabajo en pie de igualdad y han sido designados coautores)

Arte y figuras: Globaia

Gracias a los colegas del PIK que han dedicado voluntariamente su tiempo a crear esta traducción: Edna J. Molina Bacca, Sabine Friedel, Sara M. Vallejo-Bernal, Dánnell Quesada, Diana Laura Monroy Merida

Edición: Planetary Boundaries Science (PBScience)



**Planetary Boundaries
SCIENCE**

Planetary Boundaries Science es una asociación científica internacional creada a finales de 2023 para proporcionar revisiones anuales de la salud planetaria, al tiempo que se avanza de forma constante en la ciencia subyacente y se garantiza una comunicación científica contemporánea y eficiente. **PBScience** mejorará las evaluaciones de los Límites Planetarios **a)** aplicando técnicas de análisis de datos de vanguardia, **b)** utilizando los últimos conjuntos de datos disponibles, **c)** mejorando la modelización del sistema terrestre, y **d)** utilizando herramientas de comunicación modernas y completas para transmitir sus mensajes a un público amplio. En estrecha colaboración con los **Planetary Guardians**, PBScience se esfuerza por aumentar la conciencia global e impulsar la acción para mantener la estabilidad planetaria.

Contacto: PBScience@pik-potsdam.de



POTSDAM INSTITUTE FOR
CLIMATE IMPACT RESEARCH



© **Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK)**; Member of the Leibniz Association, Telegraphenberg A 31, 14473 Potsdam, Germany; 2024

Resumen Ejecutivo

Este informe inaugural, que se publicará anualmente, representa un paso crucial en el monitoreo y protección de la estabilidad, resiliencia y los procesos de soporte vital de la Tierra, es decir, la "Salud Planetaria". La asociación científica internacional denominada Ciencia de los Límites Planetarios, PBScience en inglés, que fue recientemente establecida y crece rápidamente, trabaja en avanzar el marco de los Límites Planetarios (PB por sus siglas en inglés), integrando nuevos datos y metodologías, mientras fomenta una comunicación científica innovadora.

El marco de los límites planetarios analiza y monitorea los nueve procesos y sistemas que, como científicamente se ha demostrado, regulan la salud de nuestro planeta. Cada uno de estos procesos, como el Cambio Climático o la Acidificación de los Océanos, se cuantifica actualmente mediante una o dos variables de control diferentes. El informe de **Revisión de la Salud Planetaria 2024** revela que seis de los nueve límites planetarios han sobrepasado los niveles seguros, que a su vez muestran tendencias de aumento en todas las variables de control, lo que sugiere una mayor transgresión de los límites en un futuro próximo.

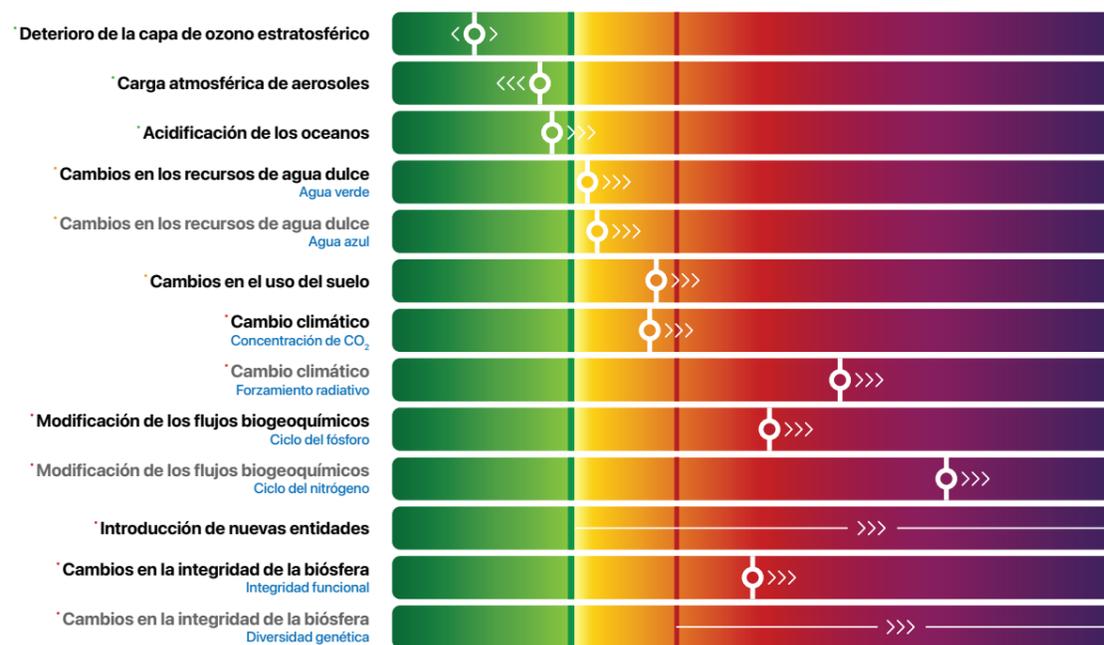


FIGURA 1 Vistazo de la Salud Planetaria. Así como un análisis de sangre proporciona información sobre la salud de un cuerpo humano e identifica áreas de preocupación, esta revisión de la Salud Planetaria evalúa las trece variables de control que representan los nueve Límites Planetarios, con el fin de informar sobre la estabilidad, resiliencia y funciones de soporte vital de la Tierra, es decir, la salud general de nuestro planeta. La revisión de 2024 muestra que seis de los nueve límites planetarios han sido transgredidos: Cambio Climático, Integridad de la Biósfera, Cambios en el uso del suelo, Cambios en los recursos de agua dulce, Flujos Biogeoquímicos e Introducción de Nuevas Entidades. Todos estos muestran tendencias al alza, sugiriendo una mayor transgresión en el futuro próximo. Por otra parte, tres procesos de los límites planetarios se encuentran dentro del Espacio Seguro de Operación: Acidificación de los Océanos (tendencia al alza y cerca del límite), Carga de Aerosoles Atmosféricos (tendencia global a la baja) y Degradación de la Capa de Ozono Estratosférico (sin tendencia).

Los seis procesos de los límites planetarios que han superado los niveles seguros son:



Cambio Climático: Los niveles de CO₂ atmosférico están en su punto más alto en 15 millones de años, y el forzamiento radiativo global sigue aumentando, con una tendencia persistente al calentamiento que se ha acelerado desde finales del siglo XX. Las temperaturas medias globales ahora son más altas que en cualquier otro momento desde que las civilizaciones humanas emergieron en la Tierra.



Cambio en la Integridad de la Biósfera: La pérdida global de diversidad genética y de la integridad funcional (medida como la energía disponible para los ecosistemas) están excediendo niveles seguros y se están acelerando, particularmente en regiones que experimentan un uso intensivo del suelo. La drástica disminución de la integridad de la biósfera genera preocupaciones ya que podría sugerir que la biósfera de la Tierra está perdiendo resiliencia, adaptabilidad y su capacidad para mitigar diversas presiones, incluyendo aquellas derivadas de la transgresión de otros límites planetarios.



Cambio en el uso del suelo: Como resultado de cambios en el uso de la tierra y, cada vez más, debido al cambio climático, los bosques globales y regionales han ido disminuyendo constantemente en las últimas décadas en todos los principales biomas forestales. La mayoría de las regiones ya están en la Zona de Alto Riesgo, mucho más allá de sus límites seguros, mientras que algunas de las áreas restantes han superado recientemente los niveles seguros (por ejemplo, América templada y tropical).



Cambio en el Agua Dulce: Las desviaciones locales de caudal de Agua Dulce y de humedad del suelo han aumentado significativamente desde finales del siglo XIX, superando sus respectivos umbrales a principios del siglo XX. La creciente variabilidad e inestabilidad en los sistemas globales de agua dulce y agua terrestre generan preocupaciones crecientes para la gestión de recursos hídricos y la estabilidad ambiental.



Modificación de los Flujos Biogeoquímicos: El uso de fósforo y nitrógeno en la agricultura ha superado los niveles seguros del límite, provocando cambios ecológicos significativos, llevando a graves impactos ambientales, como la contaminación del agua, la eutrofización, la proliferación de algas nocivas y las "zonas muertas" en ecosistemas de agua dulce y marinos. Este problema ha sido prevalente en países industrializados durante mucho tiempo y se está convirtiendo en una preocupación cada vez mayor en regiones en desarrollo.



Introducción de Nuevas Entidades: La introducción global de nuevas entidades, tales como productos químicos sintéticos, plásticos y organismos modificados genéticamente es amplia y una porción significativa de estas sustancias sigue sin ser evaluada en términos de su impacto ambiental. Esto indica que el límite ha sido superado probablemente, sin embargo, las cifras exactas son inciertas. Las nuevas entidades pueden perturbar procesos críticos del sistema terrestre (por ejemplo, el uso extendido de sustancias como los clorofluorocarbonos dañaron notablemente la capa de ozono), perjudicar los ecosistemas (por ejemplo, los pesticidas han provocado disminuciones significativas en las poblaciones de insectos y polinizadores) y causar cambios a largo plazo, posiblemente irreversibles, en el medio ambiente, como la contaminación de suelos y cuerpos de agua y la alteración de hábitats naturales.

Aunque la Acidificación de los Océanos esté cerca de superar su umbral, los tres procesos de los límites planetarios que permanecen dentro del Espacio Seguro de Operación son:



Acidificación de los Océanos: La acidificación de los océanos se está acercando a un umbral crítico, con disminuciones significativas en la saturación de aragonito en la superficie, particularmente en regiones de alta latitud como el Ártico y el Océano Antártico. Estas áreas son vitales para la bomba de carbono marino y los ciclos globales de nutrientes, que sustentan la productividad marina, la biodiversidad y las pesquerías globales. La creciente acidificación representa una amenaza ascendente para los ecosistemas marinos, especialmente aquellos que dependen del carbonato de calcio para la formación de conchas.



Carga Atmosférica de Aerosoles: La diferencia en la profundidad óptica de aerosoles entre hemisferios está disminuyendo, lo que indica un avance hacia niveles más seguros, aunque algunos patrones regionales muestran tendencias opuestas. Los aerosoles influyen en el balance energético de la Tierra al reflejar la luz solar de regreso al espacio y alterar la formación de nubes. Lo que a su vez impacta los sistemas climáticos globales y regionales, incluyendo la regulación de temperatura, los patrones de precipitación y la distribución de la energía solar. La gestión de los niveles de aerosoles es crucial para mantener la estabilidad del sistema climático de la Tierra y prevenir cambios que podrían alterar los patrones climáticos y los ecosistemas.



Degradación de la Capa de Ozono Estratosférico: La recuperación del ozono se ha estancado, con tendencias mixtas y desafíos persistentes para abordar el agujero de ozono antártico. La capa de ozono estratosférica desempeña un papel vital al proteger a la Tierra de la radiación ultravioleta (UV) excesiva. Esta protección es esencial para mantener la integridad de los sistemas biológicos de la Tierra, ya que la radiación UV puede dañar el fitoplancton, perturbar los ecosistemas marinos y alterar el crecimiento de plantas terrestres, elementos que son fundamentales para la red alimentaria global y el ciclo del carbono. Estabilizar y restaurar la capa de ozono es fundamental para preservar estos procesos interconectados del sistema terrestre.

Una Nueva Era

La humanidad ha prosperado durante más de 10,000 años dentro de un período de estabilidad climática y un sistema terrestre resiliente, lo que ha permitido el desarrollo de tecnologías y culturas avanzadas. Sin embargo, como muestra el informe de **Revisión de la Salud Planetaria 2024**, ahora estamos entrando en una nueva era peligrosa, marcada por síntomas crecientes de transgresiones de los límites planetarios, como eventos climáticos extremos más frecuentes, incendios forestales, reducción de la productividad de las plantas y escasez de agua. Estos desafíos se ven agravados por una población mundial que sigue creciendo y que debe enfrentar dificultades sin precedentes. Más allá de estas preocupaciones inmediatas, existe una amenaza más profunda en el debilitamiento gradual de la resiliencia del sistema terrestre. A medida que nos acercamos —y potencialmente cruzamos— puntos críticos (tipping points), estos cambios lentos pueden no resultar en cambios abruptos, pero podrían llevar a tendencias irreversibles, como el aumento acelerado del nivel del mar y caminos de autorrefuerzo que nos alejan aún más de las condiciones estables, similares al Holoceno, esenciales para la vida humana.

La interconexión de los procesos de los límites planetarios significa que abordar un problema, como limitar el calentamiento global a 1.5 °C, requiere que se aborden conjuntamente. Este enfoque holístico, aunque desafiante, ofrece el potencial de transformar lo que parece ser una carga en una oportunidad para un progreso sostenible. Revertir los múltiples factores que actualmente empujan los sistemas hacia los puntos críticos puede producir efectos sinérgicos de conservación y resiliencia. Una acción global inmediata y coordinada, que involucre a gobiernos, empresas y la sociedad civil, es esencial para volver al Espacio Seguro de Operación en todos los límites planetarios y asegurar un futuro próspero tanto para los seres humanos como para el planeta.

Un Camino a Seguir

En el futuro cercano, PBScience planea establecer una Iniciativa de Límites Planetarios (PBI, por sus siglas en inglés) en colaboración con una red de socios en expansión. La PBI tiene como objetivo proporcionar apoyo a la toma de decisiones para guiar el desarrollo global de regreso al Espacio Seguro de Operación utilizando el marco de los límites como un sistema de contabilidad científica que orienta la política, estimula la innovación y promueve un cambio transformador.

Para lograr esto, el informe de **Revisión de la Salud Planetaria** desempeñará un papel central, comenzando con informes anuales que actualicen la ciencia de los límites planetarios y el progreso humano hacia los niveles seguros. El enfoque incluye la introducción de nuevas variables de control que se centren en las interfaces entre los seres humanos y los sistemas terrestres, el avance de modelos de simulación del sistema terrestre con análisis impulsados por IA, y el desarrollo de un panel de control casi en tiempo real con datos para guiar inversiones y caminos hacia la seguridad. La PBI también enfatiza la importancia de la conciencia pública y la comprensión científica con un equipo de comunicaciones trabajando para hacer que estos conocimientos sean ampliamente accesibles.



GLOSARIO

Término en inglés	Traducción en español	Definición / Explicación
Planetary Boundary / Boundaries	Límite planetario/ Límites planetarios	Los límites planetarios definen los umbrales de diferentes procesos terrestres dentro de los cuales la humanidad puede operar con seguridad sin causar alteraciones significativas al medio ambiente. En otros palabras, son los límites más externos de el espacio operativo seguro para la humanidad, que aseguran que la tierra se mantenga en un estado similar al Holoceno.
Safe Operating Space	Espacio operativo seguro	Un estado del sistema terrestre que permita a la humanidad desarrollarse y prosperar durante las generaciones venideras, abarcando condiciones similares a las de la época del Holoceno.
Zone of Increasing Risk	Zona de riesgo creciente	Transgredir los límites empuja a nuestro planeta a una "Zona de Riesgo Creciente" en la que la probabilidad de daños aumenta a medida que continúa la transgresión de los límites.
High-Risk Zone	Zona de alto riesgo	Zona en la que las condiciones se han desviado significativamente de los niveles de seguridad, por lo que es probable que se produzcan impactos medioambientales graves y potencialmente irreversibles.
Whole Earth Approach	Enfoque integral del sistema terrestre	Un punto de vista holístico, que considera el planeta como un sistema profundamente conectado: una densa red de partes que interactúan. Este enfoque hace hincapié en que hay que tener en cuenta todos los aspectos (o límites) del planeta a la hora de evaluar las acciones humanas. Por ejemplo, el cambio climático sólo puede combatirse con éxito si la biosfera se mantiene intacta.
Control Variable	Variable de control	Variable utilizada como indicador representativo para estimar el estado o condición de un proceso de los límites planetarios. Normalmente, se utilizan 1-2 variables de control por límite planetaio para supervisar y evaluar el estado del límite.
Planetary Health Check	Revisión de la salud planetaria	Una evaluación exhaustiva del estado del planeta con respecto a los límites planetarios.
Climate Change	Cambio climático	La alteración del equilibrio radiativo de la Tierra, por ejemplo, mediante la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

(Change in) Biosphere Integrity	(Cambios en la) integridad de la biósfera	La disminución de la diversidad, extensión y salud de los organismos vivos y los ecosistemas.
Land System Change	(Cambios en el) uso del suelo	La transformación de los paisajes naturales, por ejemplo mediante la deforestación y la urbanización.
Freshwater Change	Cambios en los recursos de agua dulce	La alteración del ciclo hidrológico global
(Modification of) Biogeochemical flows	Modificación de los flujos biogeoquímicos	La alteración de los ciclos globales de nutrientes de nitrógeno y fósforo
Ocean Acidification	Acidificación de los océanos	El fenómeno del aumento de la acidez (disminución del pH) del agua de los océanos debido a la absorción de CO ₂ atmosférico
Atmospheric Aerosol Loading	Carga atmosférica de aerosoles	El aumento de partículas presentes en el aire procedentes de actividades humanas o de fuentes naturales
Stratospheric Ozone Depletion	Deterioro de la capa de ozono estratosférico	El adelgazamiento de la capa de ozono en la atmósfera superior, debido principalmente a sustancias químicas de origen humano.
Introduction of Novel Entities	Introducción de nuevas entidades	La introducción de nuevas entidades incluye sustancias y productos químicos sintéticos, materiales radiactivos movilizados antropogénicamente e intervenciones humanas en los procesos evolutivos, como los organismos modificados genéticamente (OMG) y otras modificaciones directas a la evolución.
CO ₂ concentration	Concentración de CO ₂	Concentración de dióxido de carbono en la atmósfera
Radiative Forcing	Forzamiento radiativo	Una medida directa del cambio en el balance energético en la parte superior de la atmósfera, que indica cuánta energía se está añadiendo o sustrayendo del sistema climático terrestre. Abarca todas las actividades humanas que afectan al balance energético de la Tierra: Emisiones de CO ₂ , otros gases de efecto invernadero (metano, óxido nitroso), aerosoles y cambios en el uso del suelo.

Phosphorus Cycle	Ciclo del fósforo	El fósforo es un nutriente importante para el crecimiento de las plantas que se aplica a los campos como fertilizante. El "ciclo del fósforo" abarca todos los procesos de la naturaleza que mueven el fósforo a través de las plantas, los animales, los suelos, las rocas y las masas de agua.
Nitrogen Cycle	Ciclo del nitrógeno	El nitrógeno es un nutriente importante para el crecimiento de las plantas y se aplica a los campos como fertilizante. El "ciclo del nitrógeno" abarca todos los procesos de la naturaleza que mueven el nitrógeno a través de las plantas, los animales, los suelos, las masas de agua y la atmósfera.
Green Water	Agua verde	Agua dulce disponible para las plantas (= humedad del suelo)
Blue Water	Agua azul	Agua dulce disponible para las plantas (= humedad del suelo)
Functional Integrity	Integridad funcional	El funcionamiento de la vida en la Tierra, medido por la cantidad de energía que la naturaleza ingiere a través de la fotosíntesis ("productividad de los ecosistemas"). Se evalúa como el grado en el que las actividades humanas (por ejemplo, la agricultura, la silvicultura y la urbanización) modifican la productividad de los ecosistemas y extraen energía mediante la recolección de productos para uso y consumo humanos.
Genetic Diversity	Diversidad genética	La diversidad de la vida en la Tierra, medida por el número de especies diferentes que se están extinguiendo.
Tipping Point	Punto crítico	Umbral crítico en un sistema a partir del cual el cambio se autoperpetúa, provocando impactos sustanciales, generalizados, frecuentemente abruptos y a menudo irreversibles. Nota: Sinónimos de "Punto crítico" incluyen "Puntos de Inflexión", para este reporte se decidió usar la traducción propuesta por el IPCC (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_spanish.pdf).

Tipping Element	Elemento crítico	Componente del sistema terrestre que puede sobrepasar un punto crítico, provocando un cambio importante y a menudo irreversible de su estado. Algunos ejemplos son los casquetes polares, las corrientes oceánicas o los ecosistemas a gran escala.
Drivers of Transgression	Impulsores de la transgresión	Actividades humanas que contribuyen a sobrepasar o violar los límites planetarios, lo que provoca que el sistema terrestre se vea empujado fuera de su Espacio Operativo Seguro. Algunos ejemplos son la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la contaminación.