

Análisis de Datos del Cambio Climático

Javier Andrés. Silva Coronado.



, cymetria-tecnalia, Colombia,

BootCamp Análisis y visualización de Datos Talento Techo Bogotá

Bogotá, Colombia.

xjacolprocos@gmail.com

Abstract—Global climate change presents an urgent and pressing challenge, impacting ecosystems and human societies worldwide. This paper delves into the complex dynamics of climate change, emphasizing its immediate and far-reaching consequences. We explore the historical context of climate variability, highlighting the Earth's susceptibility to long-term shifts in weather patterns. Through an analysis of key factors driving climate change, including the role of anthropogenic greenhouse gases, particularly carbon dioxide (CO₂), we elucidate the significant impact of human activities on the planet's climate system. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) underscores the unequivocal influence of human activities on atmospheric composition, driving observed changes across various Earth systems. Specifically, CO₂, as the predominant greenhouse gas, has witnessed a rapid surge in atmospheric concentration, surpassing pre-industrial levels by 150% in 2022. The alarming increase in CO₂ emissions, primarily from fossil fuel combustion and land use changes, exacerbates the greenhouse effect, contributing to global warming and associated environmental disruptions. Our analysis reveals a critical imbalance in the global carbon cycle, with human-induced emissions outpacing natural absorption mechanisms. Despite efforts to mitigate emissions and transition towards sustainable practices, the trajectory of atmospheric CO₂ remains concerning, with annual increases persisting at alarming rates. We underscore the urgency of collective action to curb emissions and mitigate the adverse impacts of climate change, emphasizing the imperative of meeting international agreements such as the Paris Agreement. By elucidating the complex dynamics of greenhouse gas emissions and their impact on global climate patterns, this paper underscores the urgency of collective action to mitigate climate change and safeguard the planet's ecological integrity for future generations.

Keywords—Global climate change, Climate variability, (CO₂, CH₄, O₃, SF₆, NF₃ and N₂O), Anthropogenic greenhouse gases, (IPCC), Greenhouse effect gas emissions, Global carbon cycle, Global warming, Ecological integrity, Climate Variability El Niño and La Nina, Paris Agreement, The Snowy Mountains in Colombia, Global warming, warming of the oceans, changes in biodiversity and ecosystems, Glaciers are disappearing, Deforestation, Agricultural activities, Coral reefs, Sea turtles, Droughts, Plastic Pollution.

I. INTRODUCCIÓN

Análisis de datos del cambio climático. “El cambio climático global no es un problema a futuro.”

El cambio climático es un cambio a largo plazo y corto según el tiempo geológico de la tierra. La interacción efectiva de los humanos a lo largo de la historia de la humanidad a interactuado con una relación con la naturaleza y el entorno le ha generado cambios negativos donde se ha establecido su habitar “exceptuando las comunidades indígenas en todo el mundo”. Esa interacción de los humanos es de extrema acción cambiante al punto de la destrucción, depredación de especies, eliminación del paisaje con la naturaleza viva y todo lo que encuentre en su camino para ser urbanizado con materiales contaminantes como el cemento desde que empezó su elaboración desde 1909 a nivel comercial con los hornos rotatorios de calcinación, que junto con el molino tubular. Eso causo una masiva construcción que conllevo que a su paso pasara una aplanadora de eliminación masiva del medio ambiente biodiverso que le pueda estorbar en sus propósitos con materiales contaminantes. Empezó en firme el aumento masivo de gases de efecto invernadero desde la Revolución Industrial a finales de 1700 y principios de 1800, la gente ha estado liberando grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Esa cantidad se ha disparado en el último siglo.

Las emisiones de gases de efecto invernadero aumentaron un 70 por ciento entre 1970 y 2004. Las emisiones de dióxido de carbono, el gas de efecto invernadero más contaminante, aumentaron alrededor de un 80 por ciento durante ese tiempo.

Como se sabe la naturaleza le tomo cientos de miles de millones de años en hacer ese paisaje natural que aun esta y lleva más en el tiempo que desde el Genesis del primer humano que evoluciono con pensamiento razonable. El paisaje natural funciona con sus ciclos estables normales de vida y climáticos, son cambiados por los humanos ignorantemente o a propósito con una disculpa ciega sin sentido razonable a destruir a los otros seres vivos como sino los humanos no los necesitaran de ellos para su subsistencia, el cual a primando solamente su individualidad humana, produciendo un cambio negativo extremo en ese medio local que en su mayoría de veces, construyendo y produciendo con cosas que son innecesarias y ambiciones no esenciales para la vida práctica del día tras día de la humanidad y del entorno medio ambiental. Esos factores de cambio de extremo generan emisiones extremas principalmente de estos tres gases como los principales en niveles altos que aceleran el cambio climático (CO₂, CH₄ y N₂O), esto es por solo las emisiones que genera el humano al transformar y cambiar la naturaleza. Como se sabe que la naturaleza en su

conjunto, la interacción con el Sol, la luna y todo el sistema solar lo pueden hacer cambiar y sin ir más la mecánica del Universo.

El ser humano tiene la capacidad de destruir el planeta Tierra de muchas formas para hacerlo inhabitable, Una de esas de capacidades que genero el ser humano para la destrucción total en todos los rincones del planeta sin excepción y que sigue alimentándolo es el “cambio climático” como un mostro gigante sin control que tiene un nefasto poder de destrucción y muerte, que hoy y será más grande cada día que pase por ser descrito literalmente como un millón de veces mayor que en 1945, pero en 1850 ya se comenzaba a crear, ese mostro que tiene una cuenta regresiva fatal, sino se cambia el pensamiento ahora mismo, no tendremos muchas más generaciones por cientos a miles de siglos y siglos, hasta que el sol se agrande lo o la dinámica del sistema solar o el universo lo cambie.

En este documento están expuestos lo que produce y causa ese cambio climático solo por el ser humano en todo el planeta Tierra y la lucha que tiene la naturaleza en su conjunto con el hombre enfrentándolo, en uno de esos combates el cual es con el estado global del clima que se altera en un calentamiento e interactúa drásticamente con consecuencias a la desaparición de todo ser vivo a un ritmo extremo ha acelerado, lo cual lleva a que toda la vida en él, se transforme prontamente en camino a su extinción hasta llegar a ser un planeta Tierra muerto e inerte.

Se hacen actualmente soluciones que no son hechos como lo suficiente para ser a gran escala global, ni en sincronía en el mismo sentido y dirección con todos los países del mundo, es decir con toda la humanidad sin excepción.

Según investigadores científicos en muchos campos del conocimiento en todo el mundo, para poder alcanzar la meta del cero neto en emisiones y cumplir el objetivo del Acuerdo de París de mantener el calentamiento global muy por debajo de los 2 °C respecto a los niveles preindustriales, y de proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento a 1,5 °C con respecto a dichos niveles, es preciso sortear numerosas incertidumbres fruto de complejidades científicas, tecnológicas, económicas, sociales y políticas asociadas al cambio climático mundial. [1].

La temperatura media de la superficie de la Tierra ha aumentado cerca de 1,8°F (1,0°C) desde 1880. [2]

El clima de la Tierra a lo largo de la historia sólo en los últimos 800.000 años, ha habido ocho ciclos de edades de hielo y períodos más cálidos, y el final de la última edad de hielo, hace unos 11.700 años, marcó el comienzo de la era climática moderna y de la civilización humana. La mayoría de estos cambios climáticos se atribuyen a variaciones muy pequeñas en la órbita de la Tierra [3] que cambian la cantidad de energía solar que recibe nuestro planeta.

“En su Sexto Informe de Evaluación, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, IPCC [4] compuesto por expertos científicos de países de todo el mundo, concluyó que es inequívoco que el aumento de (CO₂, CH₄ y N₂O) y de otros gases en la atmósfera durante la era industrial,

siendo el resultado de las actividades humanas y la influencia humana son el principal causante impulsor de muchos cambios observados en la atmósfera, el océano, la criosfera y la biosfera.”

Las emisiones de CO₂ se acumulan rápidamente en la atmósfera. El CO₂ se mueve constantemente entre la tierra, la atmósfera y el océano en un proceso llamado “ciclo global del carbono”. Antes de la Revolución Industrial, el ciclo estaba aproximadamente equilibrado, con cantidades similares de carbono emitidas a la atmósfera y absorbidas por la tierra y el océano. Alrededor de la década de 1850, los humanos comenzaron a quemar combustibles fósiles a una escala significativa, acelerando rápidamente el movimiento de carbono hacia la atmósfera.

II. EL DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

El CO₂ es el gas de efecto invernadero antropógeno más abundante en la atmósfera contribuye en aproximadamente un 64 % al forzamiento radiativo ocasionado por este tipo de gases de larga vida. Es la causa de alrededor del 79 % del aumento de ese forzamiento durante el último decenio y que este es de aproximadamente el 77 % y de ese aumento es en los últimos cinco años. El nivel de 278,3 ppm (partes por millón) de la era preindustrial representaba un equilibrio de flujos entre la atmósfera, los océanos y la biosfera terrestre. El promedio mundial de la concentración de CO₂ en 2022 fue de 417,9 ± 0,2 ppm. El aumento de la media anual del 2021 al 2022 fue (2,2 ppm) fue ligeramente inferior al incremento observado del 2020 al 2021 (2,5 ppm), así como a la tasa de crecimiento medio del último decenio de (2,46 ppm año⁻¹).

El CO₂ atmosférico alcanzó en 2022 el 150 % de los niveles preindustriales, principalmente a causa de las emisiones fruto de la quema de “combustibles fósiles y la producción de cemento.”

La Agencia Internacional de Energía (AIE) estimó que en el 2022 las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles ascendieron a 36.800 millones de toneladas (Pg o Gt5)), es decir, un 0,8 % más que las 36,5 Giga toneladas registradas en 2021 [5]. Tal y como muestra el análisis de 2022 del Proyecto Carbono Global, la deforestación y otros cambios en el uso de la tierra aportaron 4,5 (±2,6) Gt de CO₂ anuales, en promedio, durante el período 2012-2021.

Del total de las emisiones generadas por la actividad humana a lo largo de ese período, la atmósfera absorbió cerca del 48 %, los océanos el 26 % y la tierra el 29 %; el desequilibrio no atribuido en el balance es del 3 % [1]

Actualmente, los seres humanos liberamos a la atmósfera más de 37.000 millones de toneladas de CO₂ cada año. Aproximadamente la mitad de este gas es absorbido por la tierra y el océano, mientras que la mitad restante se acumula en la atmósfera.

Desde que los humanos comenzaron a quemar combustibles fósiles en volúmenes significativos a mediados

del siglo XIX, los niveles de CO₂ atmosférico han aumentado en un 50%. En general, la concentración atmosférica de CO₂ aumentó alrededor de dos partes por millón (ppm) a lo largo del 2021. Esto fue impulsado por las emisiones derivadas del uso de combustibles fósiles y la quema de biomasa, que fueron contrarrestadas en parte por el CO₂ absorbido en los ecosistemas terrestres y el océano.

La concentración promedio mundial de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico estableció otro récord cuando alcanzó su punto máximo en mayo de 2022 con 421 partes por millón. Antes de la Revolución Industrial, los niveles de CO₂ se mantuvieron constantemente en torno a 280 ppm durante casi 6.000 años de civilización humana. Los niveles actuales de dióxido de carbono son comparables a los de hace cuatro millones de años, cuando las temperaturas promediaban siete grados Fahrenheit más altas y los niveles del mar eran significativamente más altos. En la siguiente figura 1. Expone los Promedios históricos anuales a nivel mundial calculado.

El patrón de circulación general de la Tierra, en el que el aire caliente del ecuador asciende, se mueve hacia los polos y luego desciende y regresa al ecuador. Este sistema de circulación hace que el desequilibrio norte-sur en los niveles de CO₂ atmosférico persista. [6].

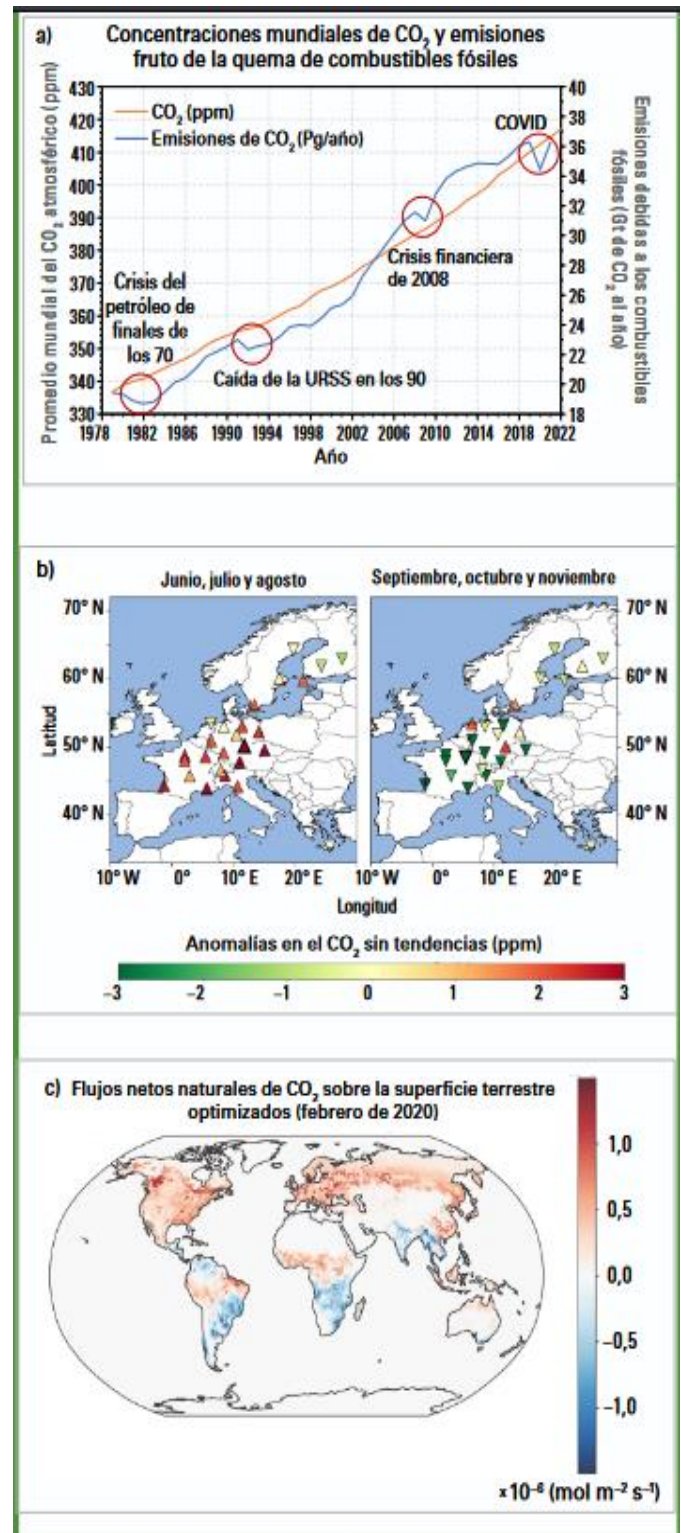


Fig. 1. Figura (a) Promedios históricos anuales a nivel mundial calculados con una demora de un año o más. En el caso de las emisiones, los datos proceden del Proyecto Carbono Global, y en el caso de las concentraciones, del Boletín de la OMM sobre los Gases de Efecto Invernadero [2, 3]. Figura (b) Análisis recientes espacialmente explícitos de ámbito regional, producidos con una demora de unos pocos meses [5]. En el mapa se muestran las anomalías en el CO₂

atmosférico para los trimestres de junio a agosto y de septiembre a noviembre de 2022 respecto al período 2019-2021. Los triángulos de color rojo representan anomalías positivas (menor captación) y los de color verde corresponden a anomalías negativas (mayor captación). Figura (c) Análisis mensual a escala mundial y en alta resolución, elaborado con una demora de más de un año por el sistema Carbon-Tracker [6], de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA). La Vigilancia Mundial de los Gases de Efecto Invernadero tiene por objeto realizar análisis coordinados a escala internacional (similares al de la NOAA, pero con datos mensuales de alta resolución espacial y una demora mínima) que incorporen y amplíen los datos para las capacidades de modelización actuales de las entidades regionales y nacionales.

En junio de 2023, el Decimonoveno Congreso Meteorológico Mundial aprobó, la Vigilancia Mundial de los Gases de Efecto Invernadero, una iniciativa sobre la que se profundizará en el artículo central del presente boletín, y cuyo objetivo es proporcionar para 2028 información periódica con una demora mínima sobre los flujos netos mensuales de los gases de efecto invernadero en todo el mundo con una resolución de $1^\circ \times 1^\circ$. Las labores de coordinación actuales les permiten obtener la concentración media de CO_2 a escala mundial, tal y como se muestra en la figura 1 (a). Su valor apenas varía con los cambios en las emisiones a nivel mundial debido a la prolongada persistencia del CO_2 en la atmósfera. En la figura 1 (b) se muestran análisis regionales y espaciales recientes elaborados con una demora de varios meses por una infraestructura de monitoreo regional (el Sistema de Observación Integrado del Carbono (ICOS)). Estos análisis proporcionan información más detallada sobre las variaciones del CO_2 en la atmósfera causadas por factores naturales y antropógenos. En la figura 1 (c) aparece representado un análisis a nivel mundial de los flujos mensuales de CO_2 producido por una institución nacional la (NOAA). La Vigilancia Mundial de los Gases de Efecto Invernadero se fundamentará en los análisis regionales y nacionales de las figuras 1 (b) y (c) para establecer un sistema de monitoreo de esos gases coordinado internacionalmente. [1].

III. METANO (CH_4)

El CH_4 contribuye en aproximadamente un 19 %⁴) al forzamiento radiativo causado por los gases de efecto invernadero de larga vida. Alrededor del 40 % del CH_4 que se emite a la atmósfera procede de fuentes naturales (por ejemplo, humedales y termitas), mientras que cerca del 60 % proviene de fuentes antropógenas (como la ganadería de rumiantes, el cultivo de arroz, la explotación de combustibles fósiles, los vertederos o botaderos de basura y la quema de biomasa) [10]. El promedio mundial de la concentración de CH_4 , calculado a partir de observaciones in situ, alcanzó en 2022 un nuevo máximo de $1\,923 \pm 2$ ppmm, lo que representa un aumento de 16 ppmm con respecto al año anterior (figura 6). Se trata de un incremento algo menor al que tuvo lugar entre 2020 y 2021 (17 ppmm) y superior al aumento medio anual observado durante el decenio anterior (10,2 ppmm).

El incremento medio anual del CH_4 se redujo de aproximadamente 12 ppmm anuales a finales de los años 80 a casi cero entre 1999 y 2006. Desde 2007, el CH_4 atmosférico ha ido aumentando nuevamente, y en 2022, impulsado por la actividad humana, alcanzó el 264 % de su nivel preindustrial. Es importante recordar que, a diferencia de lo que ocurre con el CO_2 , las fuentes antropógenas de CH_4 no son mayoritariamente emisiones debidas a la quema de combustibles fósiles, sino que las fuentes agrícolas también desempeñan un papel fundamental. De acuerdo con los estudios que utilizan las mediciones de CH_4 de la VAG, la causa probable de ese reciente incremento es el aumento de las emisiones de este gas procedentes, por un lado, de los humedales en los trópicos y por otro de fuentes antropógenas en latitudes medias del hemisferio norte (véase el Boletín de la OMM sobre los Gases de Efecto Invernadero nº 18). [1].

IV. ÓXIDO NITROSO (N_2O)

El N_2O es responsable de cerca del 6 %⁴) del forzamiento radiativo causado por los gases de efecto invernadero de larga vida, de modo que es el tercer gas que más contribuye a ese forzamiento combinado. Las emisiones atmosféricas de N_2O provienen aproximadamente en un 57 % de fuentes naturales (como el océano o el suelo) y aproximadamente en un 43 % de fuentes antropógenas (como la quema de biomasa, el uso de fertilizantes y diversos procesos industriales). En 2022, el promedio mundial de la concentración de N_2O alcanzó $335,8 \pm 0,1$ ppmm, es decir, se situó 1,4 ppmm por encima del valor del año anterior, lo que equivale al 124 % del nivel preindustrial (270,1 ppmm).

El incremento anual de 2021 a 2022 fue superior al observado entre 2020 y 2021, y mayor a la tasa de crecimiento medio de los últimos diez años (1,05 ppmm al año). Las emisiones mundiales de N_2O fruto de las actividades humanas, entre las que destaca especialmente la fertilización de tierras de cultivo con nitrógeno, han aumentado un 30 % en los últimos cuatro decenios hasta alcanzar los 7,3 teragramos de nitrógeno por año (intervalo de 4,2 a 11,4). Ese incremento fue la principal causa del aumento de la carga atmosférica de N_2O [11]. El episodio continuado de La Niña durante el período 2020-2022 pudo contribuir a que la tasa de crecimiento de este gas fuera tan elevada. [1].

V. OTROS GASES DE EFECTO INVERNADERO

Los clorofluorocarbonos (CFC) que agotan la capa de ozono Estratosférico son sustancias reguladas por el Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, y junto con los gases halogenados menores, contribuyen en aproximadamente un 11 %⁴) al forzamiento radiativo causado por los gases de efecto invernadero de larga vida. Aunque las concentraciones de los CFC y de la mayoría de los halones están disminuyendo, las de algunos de los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) e hidrofluorocarbonos (HFC) a su vez potentes gases de efecto invernadero están

aumentando a un ritmo relativamente rápido, aunque todavía son poco abundantes (a niveles de ppb6)). Por su parte, el hexafluoruro de azufre (SF₆), a pesar de presentar una concentración igualmente baja, es un gas de efecto invernadero de larga vida sumamente potente al forzamiento radiativo. La industria química produce esta sustancia principalmente para su uso como aislante eléctrico en equipos de distribución de energía. Su concentración aumenta a un ritmo prácticamente constante, y en la actualidad duplica con creces el nivel observado a mediados de la década de los 90.

El ozono troposférico, cuyo ciclo de vida es relativamente corto, produce un forzamiento radiativo comparable al de los halocarbonos. Debido a su corto ciclo de vida, su variabilidad horizontal y vertical es muy notable, por lo que las medias mundiales no se pueden caracterizar correctamente con una red. Muchos otros contaminantes a los que no se denomina “gases de efecto invernadero”, como el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles, tienen pequeños efectos directos o indirectos en el forzamiento radiativo. Los aerosoles (partículas en suspensión) son sustancias de corta vida que modifican el balance de radiación. Todos los gases citados en el presente boletín, así como los aerosoles, son objeto de monitoreo en el marco del programa de observación de la VAG, con el apoyo de los Miembros de la OMM y de las redes colaboradoras. [1].

La concentración de dióxido de carbono (CO₂), el más abundante de los gases de efecto invernadero, alcanzó las 413,2 partes por millón (ppm) y se situó en el 149 % de los niveles de la pre-industrialización. Los científicos del clima consideran que "aunque se hagan recortes profundos de emisiones, la tendencia al calentamiento permanecerá intacta porque las emisiones de dióxido de carbono pasadas permanecen en la atmósfera durante siglos". Estos gases están calentando el planeta y provocando eventos climáticos extremos como olas de calor y lluvias intensas.

El informe de la agencia de la ONU también demostró que los niveles de metano (CH₄) superaban en un 262% a los niveles alcanzados en 1750, mientras que el óxido de nitrógeno (N₂O), en un 123 %. En la siguiente imagen figura 2 describe la concentración de Gases de efecto invernadero medio AFP. [9].



“Fig. 2”. ONU: La concentración de Gases de efecto invernadero Bertille LAGORCE AFP hechos [Históricos](#) [7].

VI. EL CAMBIO CLIMÁTICO

Los cambios observados en el clima de la Tierra desde mediados del siglo XX están impulsados casi en su totalidad por las actividades humanas, en particular una de esas es la quema de combustibles fósiles, que aumenta los niveles de gases de efecto invernadero que son los que atrapan el calor en la atmósfera de la Tierra, causando que se eleve la temperatura promedio de la superficie de la Tierra.

Los procesos y ciclos naturales de tierra, que han ya sido superados por las actividades humanas, también contribuyen de manera rápida al cambio climático, incluida la variabilidad interna (como, por ejemplo, los patrones oceánicos cíclicos como El Niño, La Niña y la Oscilación Decenal del Pacífico) y los forzamientos externos (como son, por ejemplo, actividad volcánica, cambios en producción de energía radiaciones del Sol, variaciones en la órbita de la Tierra).

A medida que el clima de la Tierra cambia, a nivel global está impactando el clima extremo en todo lado de la tierra. Las olas o estados de calor sin precedentes en superficie terrestre por generaciones y en los océanos, las lluvias son más torrenciales, a punto de ser a extremas inundaciones, crecidas de los ríos, sequías que duran años, incendios forestales extremos e inundaciones generalizadas y más extensas, los huracanes son cada vez más frecuentes e intensos.

El informe, que fue preparado por 91 autores, editores con revisión de 40 países, junto con 133 autores contribuyentes, citando en referencia a más de 6.000 fuentes científicas e incluyen contribuciones de miles de revisores expertos de todo el mundo, incluida la NASA. Los datos de la NASA fueron

fundamentales también para permitir comprender cómo cada medio grado de calentamiento afectará a nuestro planeta. Los modelos científicos para el cambio climático de la NASA contribuyeron y esas proyecciones del informe, adicionado a observaciones aéreas y satelitales de la NASA que proporcionaron aportes decisivos.

La actividad humana es la causa principal del calentamiento global. Si bien se sabe que el clima de la Tierra ha cambiado a lo largo de su historia, el calentamiento actual se está produciendo a un ritmo no visto y evidenciado en los últimos 10.000 años.

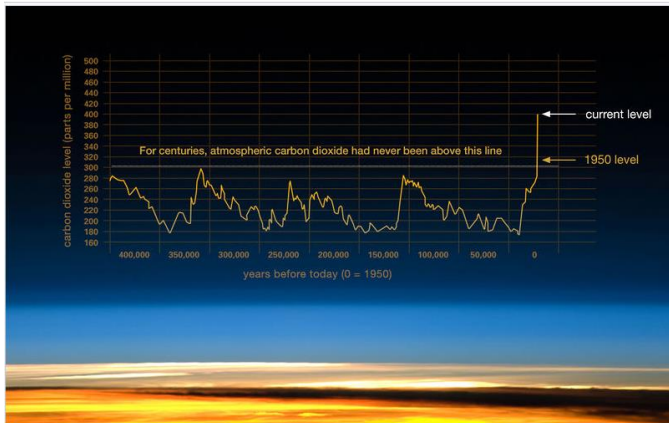
Según el Panel (Intergovernmental Panel on Climate Change) en español es Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC); [4]"Desde que comenzaron las evaluaciones y estudios científicos sistemáticos en la década de 1970, la influencia de las actividades humanas en el calentamiento del sistema climático ha evolucionado de una teoría a un hecho establecido".

La información científica extraída de fuentes naturales (como en los núcleos de hielo, rocas y anillos de árboles por nombrar algunos métodos) y de los equipos tecnológicos actuales (como los satélites geoestacionarios e instrumentación embebida especializada) todos esos muestran signos o datos de un clima cambiante.

Desde el aumento de la temperatura global hasta el derretimiento de las capas de hielo que están aún en cualquier parte de la tierra, abundan las pruebas que el planeta Tierra está en calentamiento.

El ritmo de cambio o rata desde mediados del siglo XX (20th) que no se tenía precedentes en milenios. [2]

La imagen siguiente figura.3, proporcionan evidencias de que el CO₂ atmosférico ha aumentado desde la Revolución Industrial.

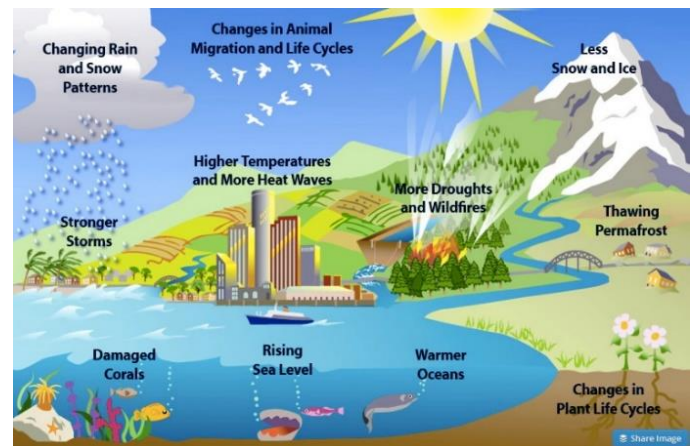


"Fig. 3" Este gráfico, Los niveles de dióxido de carbono durante los últimos 400.000 años se han mantenido por debajo de las 300 ppm y se han disparado desde la década de 1950 hasta el presente. En cuenta que el clima cambió bastante antes de la revolución industrial. Esos cambios antes que se describen fueron naturales, del cambio climático actual es en gran medida antropogénico. [8].

La tendencia actual de las actividades humanas al calentamiento es la diferencia porque es claramente el resultado de estas, desde mediados del siglo XIX mid-1800s, se avanza en ese cambio a un ritmo no visto en muchos milenios recientes.¹ Es innegable que las actividades humanas han producido los gases atmosféricos que han atrapado más de la energía del Sol en el sistema de la Tierra. Esta energía adicional ha calentado la atmósfera, el océano, la tierra, lo que ha producido una expiración de cambios rápidos generalizados para más específicos en la atmósfera, el océano, la criosfera y la biosfera.

Las herramientas como los satélites en la órbita terrestre, más las nuevas aplicaciones tecnológicas, han ayudado a los científicos a ver un panorama visual más general, recopilando muchos tipos de datos variados, sobre nuestro planeta y su clima en todos los lugares del mundo. Estos datos, fueron recopilados a lo largo de muchos años, revelan los signos y patrones de un clima cambiante.

Los científicos demostraron que la naturaleza del dióxido de carbono y otros gases que atrapan calor a mediados del siglo XIX. ² Con muchos de los instrumentos y herramientas científicas que utiliza las agencias espaciales del mundo para estudiar nuestro clima se centran en estos gases que afectan el movimiento de la radiación infrarroja a través de la atmósfera. A partir de esos impactos medidos en aumento de esos gases, la respuesta ha sido que no hay duda de que altos niveles de gases de efecto invernadero calientan todo el planeta Tierra. [2].



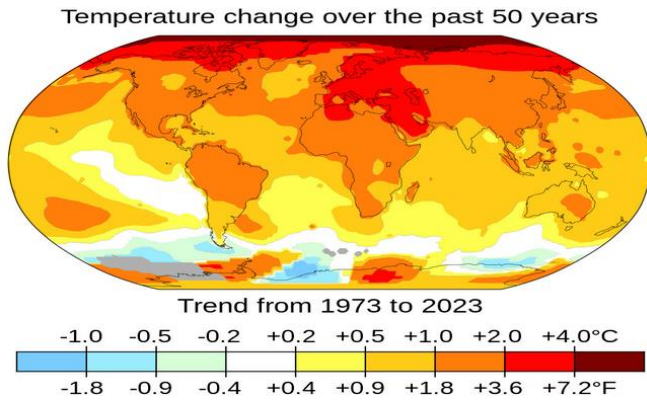
" Fig. 4". Efectos del calentamiento global y el cambio climático en nuestros entornos inmediatos.

VII. CAMBIOS GLOBALES

La evidencia científica sobre el calentamiento del sistema climático es inequívoca.

Los núcleos de hielo extraídos de Groenlandia, la Antártida y los glaciares de montañas tropicales muestran que el clima de la Tierra responde a los cambios en los niveles de gases de efecto invernadero. También se pueden encontrar pruebas antiguas en los anillos de los árboles, los sedimentos oceánicos, los arrecifes de coral y las capas de rocas

sedimentarias. Esta evidencia antigua, o paleoclimática, revela que el calentamiento actual se está produciendo aproximadamente 10 veces más rápido que el ritmo promedio de calentamiento después de la edad de hielo. El dióxido de carbono procedente de las actividades humanas está aumentando unas 250 veces más rápido que el de fuentes naturales después de la última Edad de Hielo.³



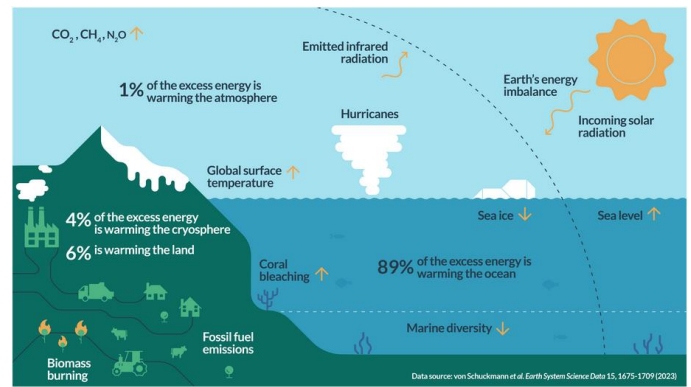
“Fig. 5”. Referencia: Evidencia de la Temperatura global en continuo crecimiento en calor. +4°C o 7.2°F data hasta 2023. [9]

- **La temperatura global está aumentando**

La temperatura promedio de la superficie del planeta ha aumentado aproximadamente 2 grados Fahrenheit (1 grado Celsius) desde finales del siglo XIX, con un cambio impulsado en una gran medida por el aumento de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera y otras actividades humanas.⁴ La mayor parte del calentamiento se produjo en los últimos 40 años. Siendo los siete años más recientes los más cálidos. Los años 2016 y 2020 están empatados como el año más cálido registrado.⁵ Para el informe de esos años. El pasado 03 de julio de 2023, en el seguimiento al cambio climático en el mundo ese lunes se habían registrado 17,01 grados Celsius (°C) en las aguas oceánicas del Pacífico oriental. Convirtiendo esta fecha en la más cálida en la Tierra en los últimos 125.000 años. En la figura 5 expone la evidencia de la temperatura globales ah estado aumentando desde 1973 hasta el presente.

Al día siguiente, se había superado el récord de calor en 0,17 grados. Finalmente, El martes se posicionó como el día más caluroso de la Tierra al alcanzar la media de 17,18 grados centígrados y quebró el hito del lunes. [10]Referencia.

Lo anterior provocó que, en menos de una semana, se rompiera, en tres ocasiones, el récord histórico del día más caluroso de la historia de la humanidad. Una noticia alarmante a la que se le unieron los 43,3°C en Las Vegas y Nuevo México en Norte América, con 42°C en la región Caribe en especial el norte de México y 41,1°C en Pekín, China.



“Fig. 6”. Referencia Descripción grafica de los 6 puntos siguientes causados por el cambio climático. [11]

- **1. El océano se está calentando**

El océano ha absorbido gran parte de este aumento de calor, y los 100 metros superiores (aproximadamente 328 pies) del océano muestran un calentamiento de 0,67 grados Fahrenheit (0,33 grados Celsius) desde 1969.⁶ La Tierra almacena el 90% de la energía adicional en el océano. En la figura 6 describe el calentamiento del océano. [2]

- **2. Las capas de hielo se están reduciendo**

Las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida han disminuido en masa. Los datos del experimento climático y recuperación de la gravedad de la NASA muestran que Groenlandia perdió un promedio de 279 mil millones de toneladas de hielo por año entre 1993 y 2019, mientras que la Antártida perdió alrededor de 148 mil millones de toneladas de hielo por año.⁷

- **3. Glaciares están desapareciendo**

Los glaciares están retrocediendo en casi todas partes del mundo, incluidos los Alpes, el Himalaya, los Andes, las Montañas Rocosas, Alaska y África.⁸[2]

- **4. La capa de nieve está disminuyendo**

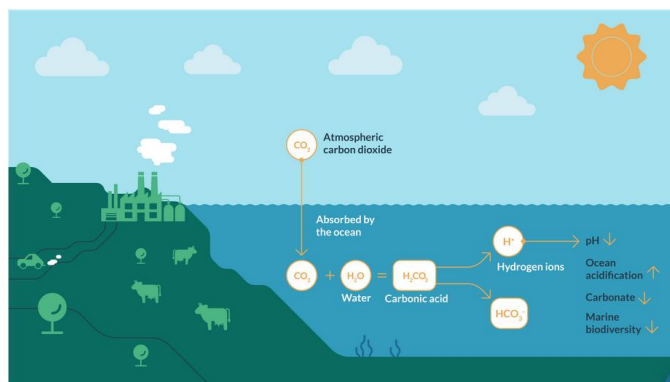
Las observaciones satelitales revelan que la cantidad de nieve primaveral en el hemisferio norte ha disminuido en las últimas cinco décadas y la nieve se está derritiendo previamente.⁹

- **5. El nivel del mar está aumentando**

El nivel global del mar aumentó alrededor de 20 centímetros (8 pulgadas) en el último siglo. Sin embargo, la tasa de las últimas dos décadas es casi el doble que la del siglo pasado y se acelera ligeramente cada año.¹⁰

- **6. El hielo marino del Ártico está disminuyendo**

Tanto la extensión como el espesor del hielo marino del Ártico han disminuido rápidamente en las últimas décadas.¹¹[2]



“Fig. 7”. Referencia: Ilustración de la acidificación del Océano. [12]

- **La acidificación de los océanos está aumentando**

Desde el comienzo de la Revolución Industrial, la acidez de las aguas superficiales del océano ha aumentado aproximadamente un 30%.^{13, 14} La figura. 7, describe la acidificación del Océano. Este aumento se debe a que los humanos emiten más dióxido de carbono a la atmósfera y, por lo tanto, absorben más en el océano. El océano ha absorbido entre el 20% y el 30% del total de las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono en las últimas décadas (7,2 a 10,8 mil millones de toneladas métricas por año)^{15, 16}. Las actividades humanas han aumentado la cantidad de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, lo que provoca un efecto invernadero y un aumento de la temperatura global. Estos gases absorben y emiten radiación infrarroja, siendo el vapor de agua el componente principal del efecto invernadero natural.

La vida útil de cada gas de efecto invernadero GEI, depende de procesos físicos, químicos y biológicos, de su evaluación y de su control, son fundamentales para mitigar el cambio climático. **Los eventos extremos climáticos y otros están aumentando en frecuencia.** El número de eventos récord de temperaturas altas en todas partes del mundo ha ido aumentando, mientras que el número de eventos récord de temperaturas bajas ha ido disminuyendo desde 1950.¹².

Desde la época preindustrial hasta ahora, la concentración de GEI ha aumentado significativamente, lo que ha causado un aumento en el calor retenido en la atmósfera, medida como Forzamiento Radiativo. Este aumento en la temperatura ha sido causado principalmente por las actividades humanas se sigue repitiendo este comentario como la fuente principal del cambio climático.

Estabilizar la concentración de GEI en la atmósfera es crucial para limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2°C. Esto requiere alcanzar un pico en las emisiones de GEI pronto y luego reducir esas emisiones mediante medidas de mitigación efectivas. Proyectando que el pico de emisiones, se calcula que aún es necesario reducir entre 8 y 12 (GtCO₂eq) más para evitar un aumento significativo en la concentración de GEI y limitar el aumento aun más de la temperatura global. Esto

requiere un mayor compromiso y acción por parte de todos los países.

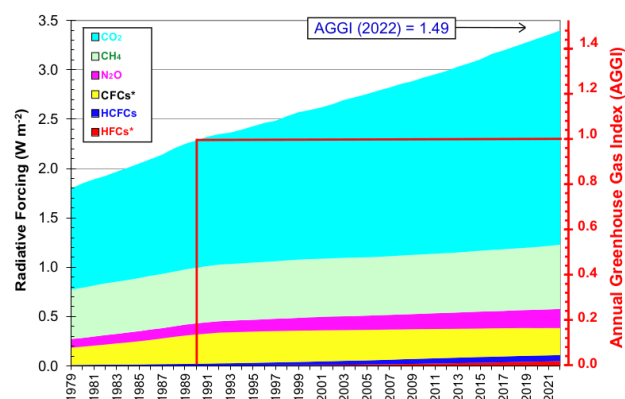
Nota: "8 y 12 GtCO₂eq" se refiere a gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO₂eq).

Este valor de medición GtCO₂eq" de gases de efecto invernadero se refiere a gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO₂eq). Esta medida es una forma de cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero en términos de su impacto climático total, considerando no solo el dióxido de carbono (CO₂), sino también otros gases como el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), expresados en términos de su equivalencia en dióxido de carbono.

Por lo tanto, cuando se menciona "8 y 12 GtCO₂eq", se está indicando que se necesitaría reducir entre 8 y 12 gigatoneladas de emisiones de gases de efecto invernadero, considerando su impacto total en el calentamiento global, para evitar un aumento significativo en la concentración de estos gases en la atmósfera y limitar el aumento de la temperatura global.

- **Sinopsis de las observaciones de la red de observación in situ de la VAG de 2022**

En el 19° Boletín de la (OMM) Organización Meteorológica Mundial expone sobre los Gases de Efecto Invernadero acerca de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero de larga vida más abundantes (CO₂, CH₄ y N₂O) y sobre su tasa de variación. También se resumen las contribuciones de otros gases de efecto invernadero, junto con el diclorodifluorometano (CFC-12) y el triclorofluorometano (C F C -11), son los causantes de aproximadamente el 96 %⁴) [5] del forzamiento radiativo debido a los gases de efecto invernadero de larga vida. [1].



“Fig. 8”. Forzamiento radiativo de la atmósfera debido a los gases de efecto invernadero de larga vida, respecto de 1990, correspondiente a la actualización de 2022 del AGGI de la NOAA [5] Referencia [13]

Forzamiento radiativo de la atmósfera debido a los gases de efecto invernadero de larga vida, respecto del 1990, correspondiente a la actualización del 2022 del AGGI de la NOAA. Desde 1990, el AGGI de la NOAA mide el aumento del forzamiento radiativo total debido al conjunto de los gases de

efecto invernadero de larga vida. En 2022, este índice alcanzó un valor de 1,49, lo que representa un aumento del 49 % del forzamiento radiativo total de 1990 al 2022, y del 1,8 % de 2021 al 2022. En el 2022, el forzamiento radiativo total causado por el conjunto de esos gases ($3,398 \text{ W m}^{-2}$) correspondió a una concentración equivalente de CO_2 de 523 ppm. [13].

VIII. EFECTOS DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN COLOMBIA

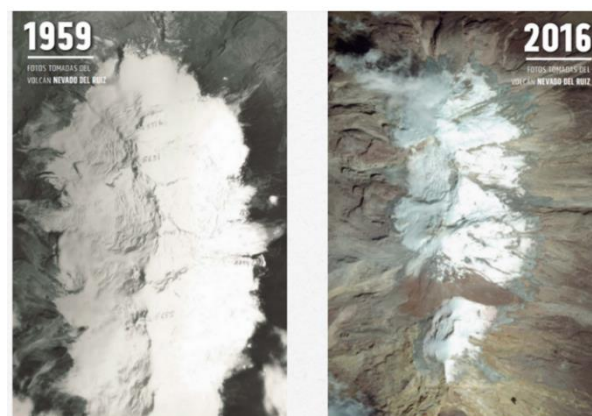
Ha tenido consecuencias potencialmente negativas como en y es debido al calentamiento térmico de la tropósfera, popularmente a nivel mundial el cambio climático, en las últimas décadas los glaciares colombianos tienden a extinguirse y se exigieron hace rato unos cuantos. Es posible que de continuar la actual tendencia del cambio climático en el transcurso de las próximas tres a cuatro décadas, los últimos nevados colombianos se extingan en su totalidad solo quede el recuerdo, en las fotos y algunos videos en el registro histórico.

Efecto Invernadero con corte a 2012, que evidencia como Colombia emite anualmente en promedio 178.258.000 toneladas de CO_2 al año. [14]

Si la temperatura promedio en Medellín en 1970 era de 20°C , significaba que, por ejemplo, había días con temperaturas máximas de hasta 26°C y mínimas de 14°C . A finales del siglo XXI lo que puede suceder es que la temperatura media sea de 22°C , con lo que podremos tener, por ejemplo, temperaturas máximas de 32°C y mínimas de 12°C .

El cambio climático para el entorno Colombia, por un lado, ha traído mayor frecuencia e intensidad en la ocurrencia de eventos climáticos extremos tales como fuertes aguaceros y con granizadas, inundaciones más severas, que provoca grandes movimientos de masa, sequías prolongadas, incendios forestales más extendidos, efecto en huracanes en la costa norte de Colombia, vendavales locales, temperaturas con heladas más fuertes, deslizamientos masivos de tierra de las montañas, evaporación de reservas de agua, lo que conlleva toda una serie de cadenas de eventos locales de desastres ambientales considerables.

A mediados del siglo XIX, en Colombia se daba en cuenta de 17 nevados, en el siglo XX, se extinguieron ya ocho pequeños como el de Quindío y el Cisne, actualmente hay seis que cubren un área de 41 km^2 , en cuatro volcanes nevados: El Ruiz ($9,20 \text{ km}^2$, 2014), El Santa Isabel ($1,14 \text{ km}^2$, 2014), Tolima ($0,67 \text{ km}^2$, 2015) y del Huila ($7,8 \text{ km}^2$, 2016), y dos sierras nevadas, El Cocuy o Güicán ($15,08 \text{ km}^2$, 2015) y Santa Marta ($7,12 \text{ km}^2$, 2015). La siguiente figura 7, con dos imágenes comparativas del nevado del Ruiz tal vez, que ya no se podría llamaría el nevado para el 2024 solo montaña el Ruiz.



“Fig. 9” Foto imagen del nevado del Ruiz Colombia, archivo IDEAM referencia <http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas>, Recopilación de información y datos, En el “IDEAM” Colombia (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). Referencia: <http://www.ideam.gov.co/> [14]

Colombia, al firmar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, se comprometió a informar sobre sus emisiones de GEI regularmente. [14]



“Fig. 10”. Referencia En la foto se muestra la deforestación que ocurre en Mato Grosso, Brasil. [15]

• La deforestación:

La tala de bosques de selva de la figura 8, evidencia en la imagen **la deforestación que ocurre en Mato Grosso, Brasil** para la agricultura desordenada y para otros tipo de usos no santos no se describe sus usos, la minería desordenada ilegal, la urbanización urbana y rural sin controles, la ganadería extensiva, la pérdida de fuente hídricas en los bosques montañosos, la pérdida de agua en las selvas tropicales, la pérdida de agua en los humedales, ríos, cañadas, quebradas en las diferentes zonas climáticas de montaña y valles, la pérdida de áreas con vegetación nativa en bosques y selvas por una invasión externa del humano en sembrar de un tipo(s) de vegetación de origen de medio de otros tipos de medio ambientes con característica de flora, para fauna diferente y clima diferencial de diferentes zonas del mundo a distancias son remotas, lo que causa en la mayoría de situaciones una invasión

al cambio depredadora de otras especies de fauna, flora y recurso hídrico. La condición social desigual, la falta de acciones de control y conciencia medioambiental, lleva a la gente a invadir zonas ilegal verdes con bosques nativos en los valles, en las faldas de montañas y colinas, sumándole para otros usos no formales son llenados rápidamente con cemento, con metales pasados químicamente contaminantes para la construcción, se contaminan además de materiales plásticos, de fibras sintéticas, de vidrio, pavimentan caminos donde el agua naturalmente circula, secan humedales, contaminan con sus desechos, alteran el caudal y desvían los ríos y acaban otras fuente hídricas, que por cientos de años o más han estado allí, en un patrón de ciclos vida, al reducir rápidamente y eliminar cantidad de árboles y otra vegetación eliminan sus ecosistemas que ayudaban a absorber el CO_2 de la atmósfera a través de la fotosíntesis de la vegetación, estos al no estar presentes lleva a mayores niveles de CO_2 , el efecto directo también es llevar a la muerte la vida en fauna a hacerlos migrar a lugares que no se pueden adaptar fácil, lo que llevan a morir muy pronto sin heredar vida o el morir en el lugar donde habitaban, y para la flora, insectos eh invertebrados si es de inmediato su destrucción y el morir. Sumando el efecto del cambio provocado del clima local en relativa y extensa área del entorno donde se construyó es decir que se destruyó con cemento, sin hacer la medición de aproximación calculada de más efectos causados que aún pudieran estar ahí pero no se ven, que están generando cambios negativos en el estado del tiempo, hasta llegar a ser un desierto en vida y con el clima desértico en par de años, si no un cambio de la humanidad siguiendo inconsciente, siguiendo irracional, siguiendo negándolo, siguiendo ignorante o hacerse el, de continuar en esa tendencia depredadora, destruyendo la naturaleza en su conjunto en todas partes del mundo, sería el planeta Tierra en poco tiempo un planeta muerto en el sistema solar, en vía láctea un planeta muerto de extremos en frio y de extremo calor.

- **Impactos forestales:**

Un calentamiento de 1,5 a 2 grados centígrados provocará una reducción de la biomasa de la selva tropical y aumentará la deforestación y los incendios forestales. Los árboles en los límites meridionales de los bosques boreales morirán. El cambio climático puede afectar el almacenamiento de carbono de varias maneras. Por ejemplo, puede provocar precipitaciones más frecuentes e intensas en algunas regiones. Las precipitaciones intensas y las inundaciones pueden erosionar los suelos forestales y hacer que el carbono almacenado se libere de nuevo a la atmósfera. Los daños a los bosques causados por más incendios forestales, insectos y brotes de enfermedades también pueden liberar carbono almacenado.

- **Procesos industriales:**

Ciertos procesos industriales, como la producción de cemento, liberan CO_2 y otros (GEI) gases de efecto invernadero como subproductos. Además, otras actividades industriales pueden liberar metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), que son los potentes para el GEI como se explicó anteriormente.



“Fig. 11” Más de la mitad de la tierra apta del planeta se ha cultivado, como estos campos de arroz en terrazas en [Bali](#), [Indonesia](#). [16]

- **La Agricultura:**

Las actividades agrícolas, incluida la ganadería y el cultivo de arroz, producen emisiones de metano y óxido nitroso. La digestión del ganado y el manejo del estiércol son fuentes importantes de metano, mientras que el uso de fertilizantes a base de nitrógeno contribuye a las emisiones de óxido nitroso. La figura. 11, es un cultivo, de campos de arroz en terrazas en colinas en Bali, Indonesia en la figura11.

- **Las actividades agrícolas:**

Sin el conocimiento técnico científico, sin prácticas de cultivo eficiente de la ayuda tecnológica, sin la suma de inteligentes procesos para la producción agrícola, sin tener en cuenta de tener los ciclos bajos en los niveles de contaminación ambiental en los procesos de producción, sin evitar los gases de efecto invernadero, sin eliminar y sin cambiar los cursos de los ríos y las fuentes naturales de agua, sin gestión de los residuos líquidos, sólidos y gaseosos adecuadamente, sin los procesos reales de reciclaje y particularmente en vertederos botaderos en espacio abiertos que eviten que los residuos orgánicos se descompongan anaeróbicamente que produzcan emisiones desagradables de olor a metano, azufre y si evitan la incineración de residuos. Todas esas anteriores malas prácticas llevan a no ayudar a evitar que aumente el cambio climático que siga aumentando de la temperatura global.

- **Fertilizantes químicos:**

Los [fertilizantes sintéticos](#) que contienen nitrógeno y fósforo han estado en el centro de la agricultura intensificada desde la Segunda Guerra Mundial hasta la actualidad. La agricultura moderna se ha vuelto muy dependiente de estos insumos químicos, lo que ha aumentado el número de personas que las granjas del mundo pueden alimentar. Son particularmente eficaces en el cultivo de maíz, trigo y arroz, y son en gran medida responsables del crecimiento explosivo del cultivo de cereales en las últimas décadas. El país de China, con su población en rápido crecimiento, se ha convertido en el principal productor mundial de **fertilizantes nitrogenados**.

Si bien estos productos químicos artificiales han ayudado a duplicar la tasa de producción de alimentos, también han ayudado a generar un aumento gigantesco, tal vez hasta del 600 por ciento, en los niveles de nitrógeno reactivo en todo el medio ambiente. Los niveles excesivos de nitrógeno y fósforo han provocado que **los nutrientes que alguna vez fueron beneficiosos se conviertan en contaminantes**. Aproximadamente la mitad del nitrógeno de los fertilizantes sintéticos se escapa de los campos donde se aplica y llega al suelo de una gran área y sigue extendiéndose sus partículas al llegar al aire, al agua y luego se dispersa en precipitaciones es decir contamina el medio ambiente. Después de que las bacterias del suelo convierten el nitrógeno de los fertilizantes en nitratos, las tormentas o los sistemas de riego transportan estas toxinas a las aguas subterráneas y a los sistemas fluviales. El nitrógeno y el fósforo acumulados dañan los bio-ecosistemas terrestres y acuáticos al cargarlos con demasiados nutrientes, un proceso conocido como **eutrofización**. La contaminación por nutrientes es un factor causal de la proliferación de algas tóxicas que afectan a los lagos de China, Estados Unidos y otros lugares donde se masifica el uso de fertilizantes sintéticos. A medida que cantidades excesivas de materia orgánica se descomponen en los ambientes acuáticos, pueden provocar el agotamiento del oxígeno y crear “zonas muertas” dentro de los cuerpos de agua, donde nada puede sobrevivir. Algunas partes del Golfo de México se ven afectadas periódicamente de esta manera. La acumulación de nitrógeno en el agua y en la tierra amenaza la biodiversidad, la salud de las especies de plantas nativas y los hábitats naturales. Además, la aplicación de fertilizantes al suelo provoca la formación y liberación de óxido nitroso, N_2O uno de los gases de efecto invernadero más nocivos. [16].



“Fig. 12”. [Referencia:](#) *Creator: R4designpro | Credit: R4designpro / Dreamstime Copyright: R4designpro* [17]

- **La Gestión de residuos:**

Las prácticas inadecuadas de eliminación de residuos de todo tipo al aire libre, con el oxígeno del aire, sol y humedad se transforman en dióxido de carbono particularmente en los vertederos o llamados botaderos que en algunos países tienen espacios muy grandes normalmente a las afueras de ciudades están al aire libre donde depositan los residuos orgánicos que se descomponen anaeróbicamente, estos producen emisiones de metano que es el más letal de los gases ya que produce el efecto invernadero en un alto porcentaje cerca de 85% del efecto en las capas de la atmósfera. La incineración de esos residuos también libera cantidad y variedad de GEI a la atmósfera y otra variedad de componentes químicos de residuos sólidos diferentes que pueden transformarse en partículas tóxicas, además las cenizas,

sólidos, gases que se liberan al aire como partículas tóxicas en diferentes tamaños invisibles para el ojo humano son llevadas por el viento, cuando lleve la circulan y se evaporan, que al ser respirados, al tomar en líquidos desconociendo su procedencia y o en la comida expuesta al aire libre a estos le puede caer en un área de un radio relativamente alto al efecto producido que contamina que con variedad de mezclas se convierten por procesos químicos en mortales con sustancia por ciertos vectores atraídos por los residuos que no son los incinerados producen una serie de materia sea viva (bacterias y virus), que para cualquier ser humano u otro ser vivo que entra en contacto podrían ser expuestos en una alta dosis accidental tanto a su vez de los gases emitidos y partículas incineradas tóxicas, que por cierto periodo de tiempo de exposición le puede causar síntomas sin tener idea medicamente lo que está sucediendo, que tal vez podría ser mortal de inmediatas consecuencias o en cierto periodo de tiempo.

- **Los factores naturales a la variación del clima**

Las causas naturales se refieren a los elementos y acciones reales que contribuyen a cambiar la atmósfera de la Tierra. Como las erupciones volcánicas y las variaciones en la radiación solar, Inclinación axial de la tierra, Precesión, Excentricidad, Derivación continental por tectónica de placas, corrientes oceánicas, vaporación del agua, incendios forestales provocados por las altas temperaturas locales, pueden influir en el clima de la Tierra durante largos periodos de tiempo, el rápido ritmo actual del cambio climático se atribuye principalmente a las actividades humanas. Abordar el cambio climático requiere esfuerzos concertados para reducir las emisiones de GEI, hacer esa transición a fuentes de energía renovables a casi cero emisiones contaminantes al medio ambiente, mejorar la eficiencia energética y promover prácticas sostenibles en el uso de cultivos y uso de la tierra no cultivable. La humanidad le es muy difícil o no puede prevenir las causas biológicas y naturales del cambio climático. Sin embargo, la humanidad puede prevenir las causas que el genera, para que en lo posible no sume al cambio climático, sino que el planeta Tierra se encargue del equilibrio del carbono como lo tenía antes de 1700, ya que en 1950 empezó a subir la temperatura global, por eso la humanidad al tener acceso al conocimiento del cómo puede ayudar a mitigar el cambio climático, la comunicación asertiva les llegue con información real y honesta de las noticias de opinión, le dará a la humanidad el poder de conciencia honesta y razonable de proteger todo el medio ambiente es decir al planeta Tierra.

- **El reto de la humanidad**

Es que al 2050 según plazos de algunas organizaciones internacionales científicas. Ojalá que sea posible que, en un par de varios años menos que de los **26 años que faltan para esa fecha desde este documento publicado en abril del 2024**, en lo posible esa realidad futura no ocurra sino es que se hace nada de mitigación del problema, Lo esencial es de impedir que la temperatura del planeta exceda los 2°C, ojalá pueda la humanidad mitigar el cambio climático y que la temperatura

global sea más respecto a la temperatura media que el mundo que tenía en la época preindustrial. Parafraseado Tomado como [Referencia](#) de: [18].

IX. EFECTOS GENERALIZADOS EN EL MEDIO AMBIENTE EN DETALLE:

Como por ejemplo en los glaciares polares y las capas de hielo se están reduciendo rápidamente es decir derritiendo alterando el paisaje natural y toda especie de vida que se encontraba, el hielo en esos ríos y lagos que forman se están rompiendo antes ocasionando toda clase de desequilibrio en el océano y tierra, las áreas geográficas con vegetación o plantas están cambiando, los animales están cambiando sus hábitos en general y lugares de habitación común ya no están o no vuelven nunca, en fin las plantas y los árboles florecen antes, y todo ciclo natural que estaba estable en milenios y millones de años en el planeta Tierra está inestable siendo alterado y destruido de tal forma que nunca vuelva ser, ni el aire tendría una mezcla adecuada de gases como de nitrógeno y oxígeno en niveles que son vitales para respirar los seres vivos. Los efectos que los científicos habían pronosticado durante mucho tiempo que resultarían del cambio climático global ahora están ocurriendo, como es la pérdida de hielo marino que eso es muy grave a mortal para vida microscópica, celular y otros seres invertebrados acuáticos que depende de cierta temperatura para sobrevivir, el aumento acelerado del nivel del mar, el cambio de color a blanco de los corales marinos y otras transformaciones que sufren las especies marinas, especies de insectos en la tierra están disminuyendo o mutando en extremo, las olas de calor son más largas e intensas y estaciones de inviernos son más extremos.

“Algunos de estos cambios son irreversibles durante los próximos cientos a miles de años.”

- **Cambios en los patrones de precipitación:**

El cambio climático está teniendo un efecto desigual en las precipitaciones lluvias en algunos lugares experimentan un aumento de las precipitaciones e inundaciones que no se imaginaban que podrían ocurrir, mientras que otros sufren sequías extensas. Con un calentamiento de 2 grados Celsius, se describe que algunos lugares verán un aumento en las precipitaciones intensas en comparación con un calentamiento de 1,5 grados. Esto incluye el este del continente americano, que sufrirá mayores riesgos de inundaciones. Otras áreas afectadas que incluyen cambios locales y regionales de clima y temperaturas según las estaciones del año o no, serán las altas latitudes del hemisferio norte (Alaska/Canadá occidental, Canadá oriental/Groenlandia/Islandia, Europa del Norte, Asia del Norte) y el Sudeste Asiático.

- **Disponibilidad de agua:**

Al limitar el calentamiento global a 1,5 grados Celsius, hasta la mitad de las personas en todo el planeta podrían experimentar estrés hídrico causado por el cambio climático, dependiendo de las condiciones socioeconómicas futuras. El

grado variará de una región a otra del planeta. Al aumentar los grados de temperatura, las personas que viven en las cuencas fluviales, especialmente en Medio y Cercano Oriente, serán particularmente vulnerables en sus áreas locales poblacionales se evidenciarán cambios climáticos extremos y en otras partes del mundo serán cambios paso a paso no en un aumento rápido, ni de extrema forma les será disminuida la disponibilidad de agua, esos cambios sí que podrían llegar a ser irreversibles en la disponibilidad del agua.

El acceso al agua potable es otro de los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques de montaña, los valles, las colinas y toda depresión geográfica, inclusive el brote a la superficie terrestre de agua subterránea, el agua en el aire y en la atmósfera circula precipitando a gran cantidad de agua en las montañas que son el fenómeno clave para brindar el agua potable y brindar vida a todo ser viviente, brinda agua para el riego de cultivos, da la recreación turística para los humanos y otros usos que vitales para los animales y plantas, y que los humanos puedan interactuar respetando esas zonas de protección ecológica.

Las cuencas forestales también moderan los impactos climáticos extremos, como las inundaciones causadas por fuertes lluvias, en las comunidades y ecosistemas río abajo. Los estanques o reservorios de agua naturales como los (humedales, marismas, lagos, pantanos, y embalses) cubren sólo el 3 por ciento de la tierra del mundo, *pero almacenan el doble de carbono que todos los bosques*. Preservar y restaurar los estanques, o reservorios de agua naturales, significa que, si se mantendrán como zonas ecosistemas húmedos protegidas por las políticas de los países, lo que sucede que, al estar presentes, en su efecto al planeta el carbono que tiene no se oxide CO₂ y flote hacia la atmósfera.

- **El clima y la temperatura en las ciudades:**

El calentamiento global hace que las ciudades de solo cemento, sean más cálidas, mientras que si no aumentan la urbanización descontrolada lo que sucede es que intensifica este proceso que mediante la generación de calor urbano se conserva en las noches es decir en todo tiempo. La contaminación del aire en las ciudades afecta la evaporación atmosférica al aumentar el volumen de irradiación de campo en el sistema climático, que es la fuerza esencial para la evaporación ([Yao, 2017](#)). [19]. El riesgo de enfermedades y muerte relacionadas con el calor será menor con un calentamiento de 1,5 grados Celsius que con 2 grados será frecuente y en algunos casos mortal. Además, los climas metropolitanos más cálidos intensifican los impactos de la contaminación del aire sobre la mortalidad asociada con la neumonía. Las ciudades de solo cemento así les pongan pocos árboles como adorno, experimentarán los peores impactos de las olas de calor debido al efecto de isla de calor urbana, que las mantiene con sensaciones térmicas de tener alrededor llamas de fuego, que, a diferencia en las áreas rurales circundantes, que si tienen en su entorno bastante agua y vegetación. Las estimaciones sugieren que las áreas urbanas son responsables del 70 por ciento de las emisiones globales de CO₂, como el

transporte de su población, los edificios viejos y los nuevos que usan algún tipo de combustible fósil para su mantenimiento, esos son algunos entre los mayores contribuyentes de CO₂ (IPCC, 2022). [20]

El futuro de las ciudades no sólo será más cálido sino también más seco. Las temperaturas más altas del aire promueven la creación de condiciones de sequía y a menudo las aumentan. Si a esto le sumamos una población en crecimiento y un suministro de agua insuficiente y el mal mantenimiento del continuo suministro de agua potable y energía, obtenemos un escenario en el que la seguridad del acceso al agua puede no estar garantizada para todos los residentes de la ciudad. Algunas ciudades de la región, como Ciudad de México en México, Ecuador, La Paz en Bolivia, Uruguay, Colombia en Bogotá ya sufren estrés de agua potable dulce en sus reservorios, causado por el cambio climático y fenómenos climáticos locales extremos precisamente en donde se localizan sus fuentes de agua.

Además, se espera que el crecimiento urbano y el aumento de las temperaturas aumenten aún más la demanda de agua, tanto directamente para consumo humano y para el riego para cultivos y otros, como es a su vez será el mediante mayor uso de consumir energía. La generación de energía hidroeléctrica utiliza grandes cantidades de agua. Como es de consecuencia la escasez de agua puede provocar cortes de electricidad y agua potable, ya que los cortes de energía y de agua potable para las empresas socava en pérdidas todo sentido las actividades económicas en las ciudades y su movilidad. Para 2050, muchas ciudades de todo el mundo podrían enfrentar olas de calor más intensas y recurrentes durante los días y las noches. Los episodios de calor extremo también están fuertemente relacionados con los días en los que se [excede el O₃](#). [19]

[En ese sentido](#), [19], las olas de calor, las inundaciones, la contaminación del aire, los aeroalérgenos, las sequías y las infecciones transmitidas por vectores podrían considerarse el resultado de nuestras acciones históricas, que posteriormente desencadenan un exceso de morbilidad y mortalidad. Estas perspectivas perjudiciales para la salud relacionadas con el cambio climático incluyen cuestiones asociadas al calor, por ejemplo, malestar térmico (exceso de frío o calor); disminución de la capacidad de trabajo; problemas respiratorios que incluyen aquellos intensificados por contaminantes del aire y aeroalérgenos, por ejemplo, COVID-19 podría continuar y mutar, el asma, las dolencias irresistibles, incluidas enfermedades transmitidas por vectores y enfermedades transmitidas por el agua, tipo las enfermedades gastrointestinales infantiles, inestabilidad alimentaria y malnutrición, por ejemplo debido a la disminución del rendimiento de los cultivos, generar crisis de salud mental y trastornos de estrés postraumático y otras más en una gran parte de la población más desigual, vulnerable, generados en una cadena de cuestiones relacionadas con peligros naturales y efectos del cambio climático.

Las proyecciones relacionadas con el calentamiento global muestran un aumento en la recurrencia y el alcance de los desastres naturales que influirán en la comunidad global y el medio ambiente ([AEMA, 2017; IPCC, 2018](#)). [19]. Un peligro natural puede causar pérdidas generalizadas e implicar cambios severos en el funcionamiento normal de las sociedades en cualquier lugar debido a su interacción con estados de capacidad de afrontamiento, vulnerabilidad y exposición, lo que resulta en pérdidas para la economía, vidas humanas y daños a la biodiversidad ([UNISDR, 2020](#)). [21] La intensidad de la amenaza está determinada por el impacto de un desastre en las comunidades, y la escala de los efectos depende de las decisiones que tomamos para nuestra vida y nuestro entorno ([UNISDR, 2002](#)). [22]. Por ejemplo, la rápida urbanización provocada por el cambio climático, sin esfuerzos para aumentar la resiliencia, está exponiendo a ciudades de todo el mundo a enormes riesgos, y en particular a las ciudades construidas a lo largo de vías fluviales o cerca de las costas ([Kumar y Saroj, 2014; Re Swiss, 2020](#)). [23]. Por ejemplo, [Gu \(2019\)](#) [23] estudió la exposición y vulnerabilidad de 1.860 ciudades y áreas urbanas a desastres naturales (inundaciones, ciclones, terremotos, sequías, deslizamientos de tierra y erupciones volcánicas).

• Impactos en la biodiversidad y los ecosistemas:

El principal impulsor de la pérdida de biodiversidad sigue siendo el uso de la tierra por parte de los humanos, principalmente para la producción de alimentos y la producción ganadería, la extensión desmedida de las ciudades sin control, la urbanización descontrolada sin equilibrio en áreas rurales, inclusive en los límites de áreas urbanas con sistemas montañosos van eliminando la biodiversidad y el agua de cebradas o hilos de agua que descienden, haciendo insostenible la vida como la consecuencia la actividad humana que ya ha alterado más del 70 por ciento de todas las tierras libres con o sin hielo o nieve. El enfoque que se da a ver por la comunidad científica en diferentes perspectivas del conocimiento ah mostrados que en este siglo y mediados del anterior el aumento del cambio del uso la tierra que se convierte para la agricultura, para algunas especies animales y vegetales pueden perder su hábitat y enfrentarse a la extinción. Ese impacto ha provocado la pérdida de especies locales, un aumento de enfermedades y una mortalidad masiva de plantas y animales, lo que ha dado lugar a las extinciones sumando las provocadas por las variaciones clima que son causadas por la humanidad. El riesgo está presente de la extinción de especies aumenta con cada grado de calentamiento. [24].



“Fig. 13” becky-r/Flickr through a Creative Commons license.

Con un calentamiento de 1,5 grados Celsius, el 6 por ciento de los insectos estudiados en el informe, el 8 por ciento de las plantas y el 4 por ciento de los vertebrados verán reducida su distribución geográfica determinada climáticamente a más de la mitad, el estudio refleja una zona que resalta las áreas donde las poblaciones de *mariposa monarca* se ven afectadas, ver imágenes de la mariposa monarca en la figura 13. Con un calentamiento de mayor igual a 2 grados Celsius, esas cifras saltan al 18 por ciento, 16 por ciento y 8 por ciento de especies que interactúan en esas áreas locales relativamente de grandes. Es posible que muchas especies no puedan seguir el ritmo de las condiciones climáticas cambiantes y, por lo tanto, se queden atrás, lo que conducirá a su eventual extinción. *Metasequoia glyptostroboides* es una de las especies en peligro crítico de extinción [25]. Se encuentra ilustrada la planta en la figura 14, esta con poblaciones extremadamente pequeñas distribuidas en el centro-sur de China. Zhao et al. (2020) [26] analizaron datos meteorológicos y fenológicos detallados de 1960 a 2016 y confirmaron que el calentamiento climático ha alterado la fenología y comprimido el hábitat climáticamente adecuado de esta especie.



“Fig. 14”, *Metasequoia glyptostroboides*

En general, el cambio climático afecta la [salud de los ecosistemas](#), influyendo en cambios en la distribución de plantas, virus, animales e incluso asentamientos humanos. Esto puede crear mayores oportunidades para que los animales que

propaguen enfermedades y para que los virus se propaguen a los humanos. La salud humana también puede verse afectada por la reducción de los servicios ecosistémicos, como la pérdida de alimentos, medicinas y medios de vida proporcionados por la naturaleza. [27]. La biodiversidad proporciona numerosos servicios ecosistémicos que son cruciales para el bienestar humano en el presente y en el futuro. El clima es una parte integral del funcionamiento de los ecosistemas y la salud humana se ve afectada directa e indirectamente por los resultados de las condiciones climáticas en los ecosistemas terrestres y marinos. [27]



“Fig. 15”. Blanqueamiento de los corales, © 2024 World Wildlife Fund. WWF®, [Referencia](#) [28]

• Impactos del océano:

El Informe Especial del [IPCC](#) [4], afirma, que con tener un nivel de confianza medio, en un aumento del nivel de calentamiento entre 1,5 y 2 grados Celsius, las inestabilidades en la capa de hielo de la Antártida y/o la pérdida irreversible de la capa de hielo de Groenlandia podrían conducir a varios metros (superiores a 6 pies o 1.8288 metros) de aumento del nivel del mar en una escala de tiempo de cientos a miles de años o menos depende de los niveles de calentamiento. Los hábitats oceánicos, como las praderas marinas y los manglares, también pueden secuestrar dióxido de carbono de la atmósfera a un ritmo hasta cuatro veces mayor que el de los bosques terrestres. Su capacidad natural superior en conjunto por para capturar y almacenar carbono hace que los manglares sean muy valiosos en la lucha contra el [cambio climático](#). [29].

• Vida marina:

Los niveles de oxígeno del océano disminuirán, lo que dará lugar a más "zonas muertas": áreas donde las aguas normales del océano son reemplazadas por aguas con niveles bajos de oxígeno que no sustentarán la mayoría de la vida acuática.



“Fig. 16”. Amenaza con destruir casi todos los arrecifes restantes [Referencia](#) de United Nations, Climate Action. [29]

- **Impactos en los arrecifes de coral:**

Los arrecifes de coral vivos, se han reducido casi a la mitad en los últimos 150 años, y un mayor calentamiento amenaza con destruir casi todos los arrecifes restantes. [Administración Nacional Oceánica y Atmosférica](#), [30] entre 2014 y 2017, alrededor del 75% de los arrecifes tropicales de coral de todo el mundo fueron víctima del estrés debido a temperaturas suficientemente altas capaces de provocar el blanqueamiento. El calentamiento de los océanos, la acidificación y las tormentas más intensas harán que los arrecifes de coral disminuyan entre un 70 y un 90 por ciento con un calentamiento global de 1,5 grados Celsius, y se volverán prácticamente inexistentes con un calentamiento de 2 grados. **La principal causa del blanqueamiento de los corales es el cambio climático;** cuando la temperatura del planeta aumenta, el océano se calienta. Los corales son brillantes y coloridos debido a unas algas microscópicas llamadas zooxantelas que viven dentro de los corales. Las algas y los corales viven en una relación simbiótica ayudándose mutuamente a sobrevivir. Sin embargo, cuando la temperatura del océano cambia -por ejemplo, si hace demasiado calor-, los corales se estresan y expulsan las algas. A medida que las algas se van del coral se desvanece hasta que parece que hubiera sido blanqueado. Si la temperatura permanece alta, el coral no permitirá que las algas regresen y el coral morirá. Los arrecifes de coral sustentan algunos de los ecosistemas con mayor biodiversidad del planeta. Están en ellos Miles de animales, marinos que dependen de los arrecifes de coral para sobrevivir, incluyendo algunas especies de tortugas marinas, peces, cangrejos, camarones, medusas, aves marinas, caballitos, estrellas de mar y muchas y muchas más. Los arrecifes de coral proporcionan refugio, alimentación, zona para desove, protección ante los depredadores es un medio ambiente marino demasiado vital para el planeta Tierra. Es tan así que contribuyen con otros organismos desde la base de la cadena [alimenticia de los océanos](#). [28] y [31].



“Fig. 17”. Los corales obtienen su color de los pigmentos de sus algas simbióticas, que les proporcionan alimento a través de la fotosíntesis. Esta asociación se rompe durante periodos de estrés por calor extremo y los corales expulsan las algas. [32]

- **Las tortugas marinas:**

Desde el día en que nacen, la vida de una tortuga marina es una lucha por la supervivencia. Por cada 1.000 huevos de tortuga marina puestos, sólo una tortuga alcanza la edad adulta debido a los depredadores naturales y otros obstáculos. Aquellos que lo logran enfrentan numerosas amenazas por parte de los humanos en algunas regiones se los caza por su carne, huevos y caparazones. ya que sus hábitats están en las playas. Dado que la temperatura de la arena de la playa en la que anidan las tortugas marinas hembras influye en el sexo de sus crías durante la incubación, nuestro clima cálido puede estar llevando a las tortugas marinas a la extinción al crear una escasez de machos, según varios estudios que unos pocos grados hacen una gran diferencia. A temperaturas de arena de 31,1 grados Celsius (88 grados Fahrenheit), solo las hembras de tortugas marinas verdes eclosionan, mientras que a 27,8 grados Celsius (82 grados Fahrenheit) y menos, solo los machos eclosionan.

El cambio climático las está exponiendo a las tortugas marinas y otras especies a amenazas existenciales aún mayores. El aumento del nivel del mar y tormentas más fuertes erosionarán y destruirán sus hábitats playeros. El calentamiento de los océanos cambiará las corrientes oceánicas, lo que potencialmente introducirá a las tortugas marinas ir en nuevos lugares que quizás encontrarán nuevos depredadores y dañarán los arrecifes de coral que algunas de ellas necesitan para sobrevivir. [33].

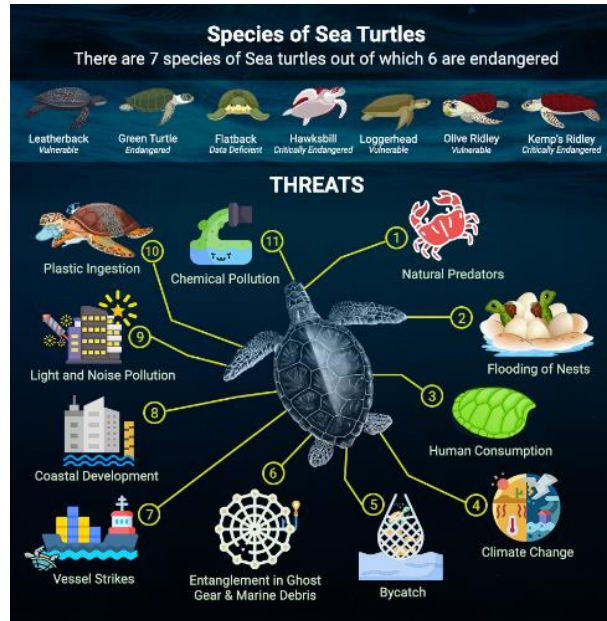


“Fig. 18”. @Water Rights / Masterfile [34]

La naturaleza está en crisis. Hasta un millón de especies están amenazadas de extinción, muchas de ellas en cuestión de décadas. Los Ecosistemas son irremplazables como partes de la selva amazónica están pasando de ser sumideros de carbono a fuentes de carbono debido a la deforestación. El 85 por ciento de los humedales, como las marismas y los manglares que absorben grandes cantidades de carbono, han desaparecido en muchas partes del planeta.

La diversidad biológica (o biodiversidad) es la variedad de vida en la Tierra, en todas sus formas, desde genes, en el océano con seres unicelulares, El plancton en aguas dulces y saladas, el fitoplancton que contribuye absorbiendo grandes cantidades de dióxido de carbono y aportando a la atmósfera casi el 50% del

oxígeno del planeta. Y las bacterias hasta ecosistemas completos como bosques o arrecifes de coral. La biodiversidad que vemos hoy es el resultado de 4.500 millones de años de evolución, cada vez más influenciada por los humanos en su destrucción al eliminar esa llave de la biodiversidad el planeta Tierra moriría.



“Fig. 19”. Tortugas marinas del mundo y las amenazas para ellas. [35]

¿Cómo se puede ayudar a salvar a las tortugas marinas de los efectos del cambio climático?

Las cosas que puede hacer la humanidad que habitan el área de hábitat de las tortugas marinas, con ayuda de gobiernos locales y personal de instituciones marinas es plantar vegetación, específicamente árboles y arbustos nativos, monitorear continuamente los sitios de anidación de las tortugas para determinar la temperatura (usando registradores sensores de temperatura) y otros factores, controlar la temperatura y humedad de la arena mediante riego con agua y proporcionar sombra e involucrar a las comunidades locales en la protección de los sitios de anidación de las tortugas marinas y los proyectos de conservación de las tortugas son algunos de los métodos que se pueden adoptar para salvar a las tortugas marinas de los efectos del cambio climático.

- **Sequías:**

"Desafortunadamente, el calentamiento ha progresado tanto que ahora tenemos observaciones de lo que sucede cuando tienes medio grado extra", dijo Drew Shindell, profesor de Ciencias del Clima en la Escuela Nicholas de Medio Ambiente de la Universidad de Duke en Durham, Carolina del Norte. Shindell es autor principal coordinador de un capítulo del Informe Especial y autor de su Resumen para responsables de políticas. "El hecho de que transcurran entre cinco y diez años más desde

la última evaluación del [IPCC](#), junto con sistemas de monitoreo modernos, muchos de los cuales son de la [NASA](#), realmente nos permite ver lo que le sucede al planeta con medio grado extra de calentamiento mucho más claramente que en el pasado. Details Last Updated Mar 18, 2024 Editor [NASA Science Editorial Team](#). [36]. Por ejemplo, los científicos coinciden en que la sequía será un riesgo muy relevante en el Mediterráneo. Las predicciones apuntan a un aumento considerable de las sequías: por cada grado de aumento la temperatura veremos reducidas las lluvias un 4 por ciento, por lo que sufriremos unas reducciones de entre un 5 a un 20 por ciento local a globalmente. [37].

La sequía de larga duración, cada vez más habitual por los efectos del cambio climático, va debilitando los bosques y aumentando el riesgo de que su capacidad de recuperación llegue a su límite. "La sequía está afectando al crecimiento de los árboles, su capacidad de almacenar carbono y su estado de salud en general", explica Mireia Banqué, técnica de investigación del CREAM y coordinadora de Alerta Forestal, una iniciativa ciudadana para ayudar a documentar el estado de los bosques. [37].

El mundo ya está experimentando cambios a gran escala en lugares como los Andes y el Himalaya, donde están desapareciendo los glaciares y llevándose consigo la fuente de agua potable y riego para millares de personas. Si no se reducen las emisiones y se supera el nivel de calentamiento establecido en el Acuerdo de París, 1,5 °C, se producirán impactos graves, algunos irreversibles.

Solo el 0,5 por ciento del agua presente en la Tierra es agua dulce, utilizable y disponible, y el cambio climático está afectando peligrosamente ese suministro. En los últimos veinte años, el almacenamiento de agua terrestre, incluyendo la humedad del suelo, la nieve y el hielo, ha disminuido a un ritmo de 1 cm por año, con consecuencias importantes para la seguridad del agua según [\(OMM\)](#).

El cambio climático, con el crecimiento de la población y la creciente escasez de agua ejercerán presión sobre el suministro de alimentos según (IPCC) así como sobre la mayor parte del agua dulce utilizada de la media, el 70 por ciento de esta última se utiliza para la agricultura (se necesitan entre 2.000 y 5.000 litros de agua para producir los alimentos diarios de una sola persona) según la (FAO). [38].

X. EL CICLO DEL CARBONO.

El ciclo del carbono es la forma en que la naturaleza recicla los átomos de carbono.

“El carbono es la base de toda la vida en la Tierra.”

El ciclo del carbono describe el proceso en el que los átomos de carbono viajan continuamente desde la atmósfera a la Tierra y luego regresan a la atmósfera.

Las actividades humanas tienen un tremendo impacto en este ciclo. La quema de combustibles fósiles, el cambio de uso de la tierra y el uso de piedra caliza para fabricar hormigón **cemento** transfieren enormes cantidades de carbono a la atmósfera. Como resultado, la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera está aumentando rápidamente: ahora es mayor que en cualquier otro momento de los últimos 3,6 millones de años.

El carbono es la base de toda la vida en la Tierra y es necesario para formar moléculas complejas como proteínas y ADN. Este elemento también se encuentra en nuestra atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO₂). El carbono ayuda a regular la temperatura de la Tierra, hace posible toda la vida, es un ingrediente clave en los alimentos que nos sustentan y proporciona una fuente importante de energía para alimentar nuestra economía global.

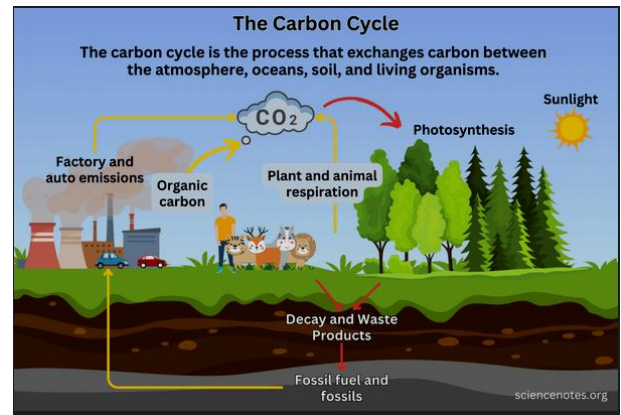
El ciclo del carbono describe el proceso en el que los átomos de carbono viajan continuamente desde la atmósfera a la Tierra y luego regresan a la atmósfera. Dado que nuestro planeta y su atmósfera forman un entorno cerrado, la cantidad de carbono en este sistema no cambia. El lugar donde se encuentra el carbono (en la atmósfera o en la Tierra) está en constante cambio.

En la Tierra, la mayor parte del carbono se almacena en rocas y sedimentos, mientras que el resto se encuentra en el océano, la atmósfera y los organismos vivos. Estos son los depósitos o reservorios a través de los cuales circula el carbono. El carbono se libera a la atmósfera cuando los organismos mueren, los volcanes entran en erupción, los incendios arden, se queman combustibles fósiles y mediante una variedad de otros mecanismos. En el caso del océano, el carbono se intercambia continuamente entre las aguas superficiales del océano y la atmósfera, o se almacena durante largos períodos de tiempo en las profundidades del océano.

Los seres humanos desempeñan un papel negativo en el ciclo del carbono a través de actividades como la quema de combustibles fósiles. Como resultado, la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera está aumentando rápidamente es considerablemente mayor que en cualquier otro momento de los últimos 3,6 millones de años.

Carbono azul es el término para designar el carbono capturado por los ecosistemas oceánicos y costeros del mundo. Los pastos marinos, los manglares, las marismas agua en terrenos de colinas y montañas y otros sistemas a lo largo de las costas de los océanos son muy eficientes para almacenar CO₂. Estas áreas también absorben y almacenan carbono a un ritmo mucho más rápido que otras áreas, como los bosques, y pueden continuar haciéndolo durante millones de años. El carbono que se encuentra en el suelo costero suele tener miles de años. Cuando estos sistemas costeros resultan dañados o alterados por la actividad humana, se emite una enorme cantidad de carbono a la atmósfera, lo que contribuye al cambio climático. [39]. Author: NOAA National Ocean Service: What is the carbon

cycle? Website, <https://oceanservice.noaa.gov/facts/carbon-cycle.html> Last updated: 02/03/23.



“Fig. 20”. *El ciclo del carbono* intercambia carbono entre la atmósfera, los océanos, el suelo y los organismos vivos. [40]

- **Almacenamiento e intercambio de carbono:**

El carbono se mueve de un depósito de almacenamiento a otro a través de una variedad de mecanismos. Por ejemplo, en la cadena alimentaria, las plantas transportan carbono de la atmósfera a la biosfera mediante la fotosíntesis. Utilizan la energía del sol para combinar químicamente dióxido de carbono con hidrógeno y oxígeno del agua para crear moléculas de azúcar. Los animales que comen plantas digieren las moléculas de azúcar para obtener energía para sus cuerpos. La respiración, la excreción y la descomposición liberan el carbono de regreso a la atmósfera o al suelo, continuando el ciclo.

El océano desempeña un papel fundamental en el almacenamiento de carbono, ya que contiene aproximadamente 50 veces más carbono que la atmósfera. El intercambio bidireccional de carbono puede ocurrir rápidamente entre las aguas superficiales del océano y la atmósfera, pero el carbono puede almacenarse durante siglos en las profundidades más profundas del océano en rocas como la piedra caliza y en fósiles como el carbón y el petróleo son reservorios de almacenamiento que contienen carbono de plantas y animales que vivieron hace millones de años. Cuando estos organismos murieron, lentos procesos geológicos atraparon su carbono. Procesos como la erosión liberan este carbono a la atmósfera muy lentamente, mientras que la actividad volcánica puede liberarlo muy rápidamente. La quema de combustibles fósiles en automóviles, cualquier motor o aparato a combustión fósil o plantas de energía es otra forma en que este carbono puede liberarse rápidamente al depósito atmosférico.

- **Cambios en el ciclo del carbono:**

Las actividades humanas tienen un tremendo impacto en el ciclo del carbono. La quema de combustibles fósiles, el cambio de uso de la tierra y el uso de piedra caliza para fabricar hormigón **el cemento** transfiere cantidades importantes de carbono a la atmósfera. Como resultado está sumando extremadamente la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera

aumentando rápidamente esto ya es mayor que en cualquier otro momento de los últimos 3,6 millones de años. El océano absorbe gran parte del dióxido de carbono que se libera al quemar combustibles fósiles. Este dióxido de carbono adicional está reduciendo el pH del océano, a través de un proceso llamado acidificación del océano. La acidificación de los océanos interfiere con la capacidad de los organismos marinos (incluidos los corales, los cangrejos Dungeness y los caracoles) para construir sus caparazones y esqueletos. Referencia: Author: NOAA National Ocean Service: <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/climate/carbon-cycle> Last updated February 1, 2019.

Sin embargo, el mundo se encuentra actualmente en un camino hacia un calentamiento que duplica el límite aspiracional de 1,5°C. Si se continúan los esfuerzos de mitigación en línea con las políticas climáticas existentes, se lograría un 66% de posibilidades de que el calentamiento alcance los 3°C en este siglo. [41]

XI. FENÓMENO DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA INTERANUAL, EL NIÑO Y LA NIÑA

La variabilidad de los fenómenos climáticos naturales no es atribuible a lo influenciado por cualquier actividad relacionada de la humanidad”. Sino es un aspecto destacado de nuestro clima, que es ser de estados de variabilidad. Esta variabilidad abarca muchas escalas de estado del tiempo y espacio e incluye fenómenos como El Niño/La Niña, sequías, lluvias de frecuencia con muy periódica, cambios de temperatura de varios años, de décadas e incluso de varios siglos y patrones climáticos. [42]

➤ El Niño

Relacionado con un aumento en la temperatura del agua superficial del Océano Pacífico en la zona comprendida entre Australia y Nueva Guinea y Colombia, Ecuador y Perú. En Colombia, este fenómeno suele expresarse con un aumento en la temperatura promedio y una disminución de las lluvias en casi todo el país.

➤ La Niña

Relacionado con una disminución en la temperatura del agua superficial del Océano Pacífico en la zona comprendida entre Australia y Nueva Guinea y Colombia, Ecuador y Perú. En Colombia, este fenómeno suele expresarse con una disminución de la temperatura promedio y un aumento de las lluvias en casi todo el país. Son fenómenos naturales que han sucedido en la Tierra desde hace miles de años y que su aparición depende exclusivamente de que se den las condiciones apropiadas. Referencia:

<http://www.cambioclimatico.gov.co/otrasiniciativas>

La quema y combustión de combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas natural, para la producción de energía, para el transporte humano, las malas prácticas de disposición de toda clase de residuos plásticos, las sustancias y materiales biodegradables sin ser aprovechados es decir de todo tipo de

materiales que son abandonados o que son considerados desechos o basura y las emisiones de CO₂ en procesos industriales, estos anteriores y más las causas del cambio climático.

Lo que deben hacer es de reducir sus emisiones a conciencia real la huella de carbono contaminante a muy mínimos valores o posiblemente sea en una realidad a futuro a más del 90.9%, en todo material que sea reciclado, que para esa época el conocimiento en investigación científica con el uso de herramientas tecnológicas eficientes se reduzcan los gases de efecto invernadero, se puedan desarrollar nuevas y prácticas tecnologías inteligentes en su conjunto a la vez con la conciencia de cuidar el planeta Tierra, con el aprovechamiento de todo lo que se desecha o sobrante, si llegase esa voluntad a existir esos procesos tecnológicos y método social de pensamiento consciente para que sea realidad en lo posible, a su vez en que todo el mundo le sea accesible al conocimiento y tecnología, y que eviten que en todos los países les sea posible acceder ese tipo de tecnologías, sin trabas, o impedimentos de toda clase y tipo.

El fin es el mantener el equilibrio y la sana interacción estable en el tiempo, se debe de tener en cuenta el medio ambiente en todo sentido ser parte en la misma dirección que van con la flora y fauna (la naturaleza) en sus estados y ciclos de vida naturales no sean cambiados ni eliminados (Por algo será que en tiempo pasaron miles de millones de años de evolución de los ecosistemas para presenciar el planeta en su presente).

Abordar el cambio climático requiere esfuerzos concertados por la humanidad para reducir las emisiones de Gases de efecto Invernadero, hacer que la transición a fuentes de energía renovables sea el objetivo real, que se reduzcan las emisiones de CO₂ por parte de la humanidad, el mejorar la eficiencia en procesos energéticos y promover prácticas con ciclos sostenibles de uso de la tierra en resonancia con el planeta Tierra.

Los seres humanos ya han provocado importantes cambios climáticos y hemos puesto en marcha más cambios aún. Sin embargo, si dejáramos de emitir gases de efecto invernadero hoy, el aumento de las temperaturas globales comenzaría a aplanarse en unos pocos años. Luego las temperaturas se estabilizarían, pero se mantendrían bien elevadas durante muchos, muchos siglos. Hay un desfase entre lo que hacemos y el momento en que lo sentimos, pero ese desfase es de menos de una década.

XII. CONTAMINACIÓN PLÁSTICA.

La contaminación plástica se presenta en diferentes formas, desde macroplásticos (piezas de más de 20 centímetros) hasta microplásticos (piezas de menos de 5 milímetros) y hasta nanopartículas que no podemos ver. La mayor parte de esta contaminación tiene su origen en la tierra, por ejemplo, por fugas de materias primas de la industria y el transporte, una gestión ineficiente de los residuos o el desgaste de los equipos

y materiales, que son algunos como (neumáticos, ropa, pintura, etc.). La basura plástica se encuentra en la tierra y también en todo el océano, ríos, embalses desde la superficie hasta el fondo, suspendida en todos los niveles de la columna de agua y en el fondo marino donde exista el agua en la superficie terrestre. La mayor parte de la basura plástica se encuentra en las costas, más cerca del lugar de origen. A diferencia de la materia orgánica, como la madera, que flota en el océano, el plástico no se biodegrada en condiciones oceánicas, sino que se fragmenta en pedazos más pequeños bajo limitaciones mecánicas y de los rayos UV. Su presencia a largo plazo en el medio marino permite que la contaminación plástica entre en la biosfera, afectando a los ecosistemas marinos.

¿Cómo afecta la contaminación plástica a la vida marina y a las personas?

Los impactos ambientales de la basura plástica son inmensos. Los trozos grandes (macroplásticos), como redes de pesca y bolsas de comestibles, provocan enredos, asfixia y daños físicos a la vida silvestre. Los trozos más pequeños (microplásticos) se ingieren y luego pasan por toda la cadena alimentaria. Los plásticos son dañinos ya que liberan aditivos tóxicos (agentes de color, textura, etc.) y contaminantes ambientales concentrados en la basura plástica antes de su ingestión. A mayor escala, la basura plástica empujada por las corrientes oceánicas puede transportar bacterias u organismos invasores a regiones aisladas, perturbando ecosistemas frágiles. La basura plástica también afecta a la economía. La industria del turismo está a la vanguardia en sus pérdidas de todo sentido, como por ejemplo la degradación estética de las costas en playas disuade a los clientes, sin contar de muchos lugares turísticos en el interior de cada país. La basura marina, en ríos, lagos lo que también afecta a la pesca y la acuicultura, dañando los aparejos de pesca y los barcos, pero, sobre todo, afectando a las poblaciones de peces.

Basándose en varios convenios nacionales y en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, en particular el ODS 14 (Vida submarina), meta 14.1.1 (Índice de eutrofización costera y densidad de desechos plásticos flotantes), la Unión Europea ha creado el Directiva Marco de Estrategia Marina (DMEM) que tiene como objetivo mejorar la calidad de las aguas marinas europeas y, entre otros programas, aborda la lucha contra la contaminación plástica. A partir del 3 de julio de 2021 entró en vigor en toda la UE una prohibición de determinados plásticos desechables. El Servicio Marino Copernicus apoya la lucha contra la contaminación plástica proporcionando modelos de deriva oceánica que ayudan a comprender cómo se mueve la contaminación plástica en todo el mundo. [43] en la figura 21, muestra la polución plástica en el océano y la desembocadura de los ríos al océano.

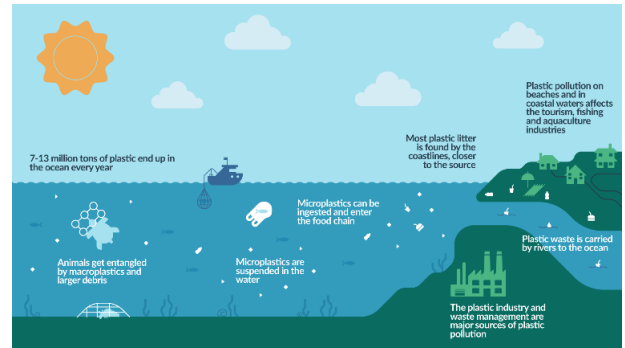
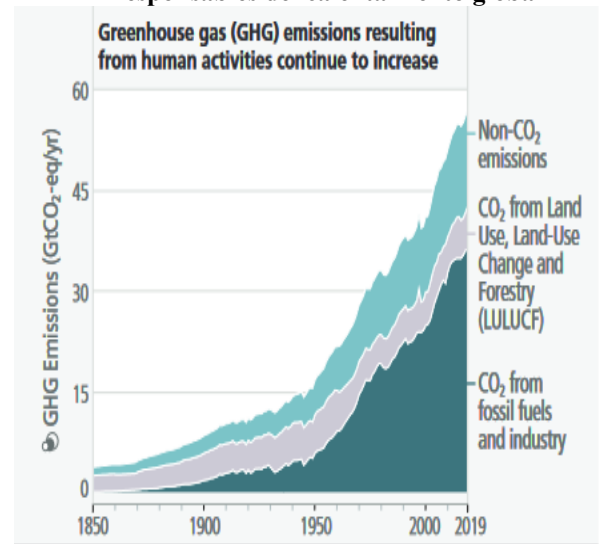
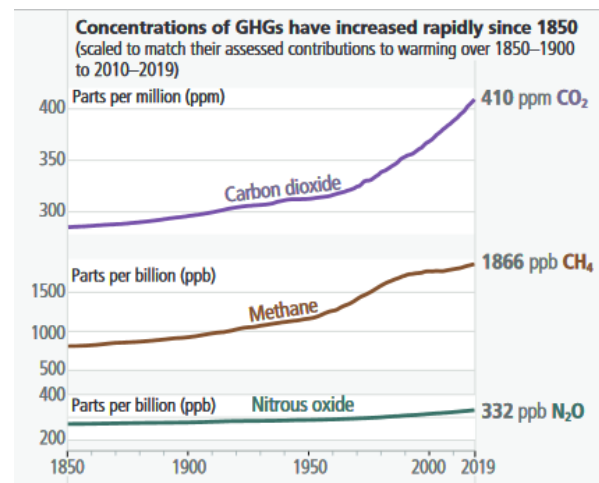


Fig. 21. Descripción de la polución plástica en el océano. [43].

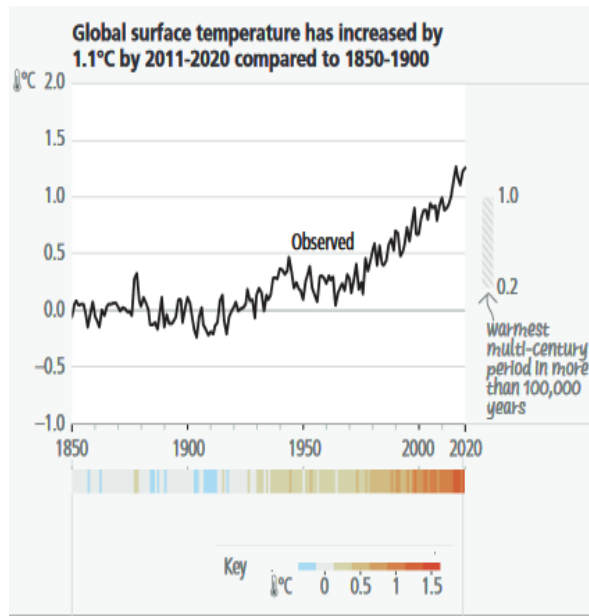
XIII. Graficas de las actividades humanas son responsables del calentamiento global



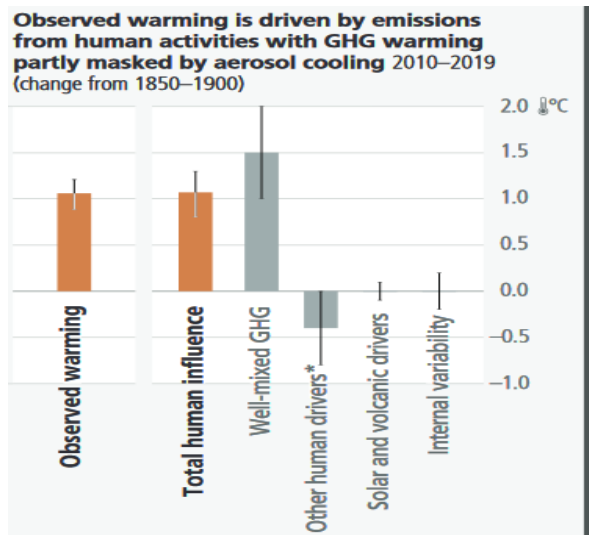
(a).



(b).



(c).



(d).

“Fig. 22” Los cuatro gráficos de son la cadena causal desde las emisiones hasta las resultantes calentamiento del sistema climático. Las emisiones de GEI han aumentado rápidamente en las últimas décadas **Fig. (panel (a))**. Red global las emisiones antropogénicas de GEI incluyen el CO₂ procedente de combustibles fósiles y procesos industriales (CO₂ -FFI) (verde oscuro); CO₂ neto procedente del uso de la tierra y cambio de uso de la tierra y silvicultura (CO₂ -LULUCF) (verde); CH₄; N₂O; y gases fluorados (HFCs, PFCs, SF₆, NF₃) (azul claro). Estas emisiones han provocado incrementos en la atmósfera concentraciones de varios GEI, incluidos los tres principales mezclados CO₂, CH₄ y N₂O. **Fig. (panel (b))**, valores anuales). Para indicar su importancia relativa la extensión vertical de cada subpanel's para CO₂, CH₄ y El N₂O se escala para que coincida con el efecto directo individual evaluado (y, en el caso del CH₄

efecto indirecto a través de impactos químicos atmosféricos sobre el ozono troposférico) de las emisiones históricas sobre la temperatura de cambio de clima fueron de 1850-1900 a 2010-2019. Esta estimación surge de una evaluación del forzamiento radiativo efectivo y la sensibilidad climática. La temperatura de la superficie global (mostrada como anomalías anuales de una línea de base de 1850-1900) ha aumentado alrededor de 1,1°C desde 1850-1900. **Fig. (panel (c))**. La barra vertical de la derecha muestra la temperatura estimada (rango muy probable) durante las temperaturas más cálidas período de varios siglos en al menos los últimos 100.000 años, que Ocurrió hace unos 6.500 años durante el actual período interglaciar. período (Holoceno). Antes de eso, el siguiente período cálido más reciente Fue hace unos 125.000 años, cuando los científicos evaluados durante varios siglos El rango de temperatura [0,5 °C a 1,5 °C] se superpone a las observaciones de la década más reciente. Estos pasados períodos cálidos fueron causados por variaciones orbitales lentas (multimilenarias). Detección formal y los estudios de atribución sintetizan información de modelos climáticos y observaciones y muestran que la mejor estimación es que todo el calentamiento observado entre 1850-1900 y 2010-2019 es causado por humanos. **Fig. (panel (d))**. El panel muestra el cambio de temperatura. atribuido a: influencia humana total su descomposición en cambios en las concentraciones de GEI y otros factores humanos (aerosoles, ozono y cambio de uso de la tierra (reflectancia del uso de la tierra)) efectos impulsores son el solar y volcánica, la variabilidad climática interna. Entre los bigotes muestran rangos probables. {GTI RRP A.2.2, GTI Figura RRP.1, GTI Figura RRP.2, GTI TS.2.2, GTI 2.1; GTIII Figura RRP.1, GTIII A.III.II.2.5.1} **Referencia:** IPCC, 2023: Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, [4] Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

Notas:

¹ El término científico correcto para referirse a la abundancia en la atmósfera de compuestos como el CO₂ y otros gases (de efecto invernadero) es "fracción molar de aire seco", expresada como el número de moles de cada gas por mol de aire seco, a menudo en ppm² o ppm³). No obstante, en el Boletín de la OMM sobre los Gases de Efecto Invernadero se emplea un término más conocido,

"concentración", para evitar al lector posibles mal entendidos. ppm = número de moléculas de gas por mil millones (10⁹) de moléculas de aire seco.

² ppm = número de moléculas de gas por millón (10⁶) de moléculas de aire seco.

³ ppm = número de moléculas de gas por mil millones (10⁹) de moléculas de aire seco.

⁴ Este porcentaje se calcula en términos de la contribución relativa del gas o gases mencionados al aumento del forzamiento radiativo mundial causado por el conjunto de los gases de efecto invernadero de larga vida desde 1750.

El forzamiento radiativo es la alteración del balance energético de la Tierra como resultado del aumento de la carga de estos gases desde el período preindustrial (1750), tras un rápido ajuste de la temperatura de la estratosfera. El forzamiento radiativo “efectivo” conlleva, asimismo, rápidos ajustes en la troposfera. Obsérvese que las cifras aquí presentadas solo tienen en cuenta el forzamiento radiativo directo del CH₄ y del CO₂, a diferencia de los forzamientos basados en emisiones utilizados en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo I del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), que incluyen forzamientos indirectos estimados, debidos a la química atmosférica del CH₄, y que influyen en otros componentes de la atmósfera.

⁵ 1 Gt de CO₂ = 1 000 millones (10⁹) de toneladas métricas de CO₂.

ppb = número de moléculas de gas por billón (10¹²) de moléculas de aire seco.

XIV. CONCLUSIÓN

Más que hacer una conclusión del documento con lo que nos dicen los datos, las observaciones, las mediciones, las proyecciones, las estadísticas, cálculos etc. Sobre de cambio climático usted como lector con la información disponible en las referencias puede llevar a extender sus propias conclusiones.

Se concluye con análisis de lo que se debe conservar, restaurar y establecer todos los espacios naturales con su biodiversidad. En los ríos subterráneos, paramos conservar sin contaminar. En los océanos, mares, ríos, lagunas, lagos, ciénagas y otras es poca y escasa la que se encuentra naturalmente sin contaminar por lo tanto se torna muy valiosa conservarla para la vida. En las ciudades y poblaciones rurales, conservar y restaurar todo recurso hídrico es tenerlo disponible y potable para todo ser vivo en reservorios de agua circulante como la de los ríos y quebradas el de no permitir que se contaminen, si están contaminados se deben solucionar para que vuelva el oxígeno por lo tanto la vida, el agua que circula en esas ciudades se debe mantener y conservar potable después de la descontaminación, lo más que se pueda ser potable para los animales, peces, que la vida acuática regrese, para las (aves) interactúen con variedad de especies de otras aves que pasan en migraciones debido a las estaciones tendrían agua, comida y recursos. Mantener el caudal potable hasta que salga más allá de la salida de las poblaciones a la siguiente población, y la siguiente población y así sucesivamente la mantendrían potable para que la vida acuática circule río arriba y río abajo, hacer lo mismo en todo su recorrido, hasta que desemboque al mar llegue el agua potable para que la vida continúe en el mar así sería como sucedía hace cientos de siglos, como es descrito en las antiguas edades de la historia de la Tierra tal vez cuando la población mundial humana era escasa o antes que existiera o evolucionara el humano como tal.

Para que la vida circule se deben crear más corredores y puentes de vida silvestre y más extensos espacios verdes protegidos si no los tienen los deben de hacer. Esto permite que las especies de animales se muevan libremente entre hábitats.

Se debe de financiar la investigación científica y seguimiento de la vida silvestre. Esto es fundamental para las especies en peligro de extinción y aquellas en riesgo por el cambio climático. El cambio climático también contribuye al conflicto entre humanos y la vida silvestre. A medida que los hábitats silvestres se reducen y las fuentes de alimento se vuelven escasas, los animales se ven obligados a acercarse cada vez más a los asentamientos humanos. Esto conduce a un aumento de las interacciones entre los seres humanos y la vida silvestre, lo que a menudo resulta en daños para ambas partes causa su vez desde la pérdida de cultivos y ganado hasta la pérdida de vidas humanas y otros animales involucrados. Además, también existe el riesgo de transmisión de enfermedades tanto en animales como en humanos. En las ciudades y en la ruralidad sembrar, mantener en gran cantidad árboles, plantas nativas silvestres por las ciudades con los caminos de la fauna silvestre con su cantidad su agua necesaria y, el alimento necesario que produce esa vegetación bosque nativo o ecosistema con los otros seres vivos en una cadena alimenticia. Establecer que en las épocas de sequías garantizar el flujo de agua para el bosque, si es un clima local es de pocas lluvias se deben tener sistemas de recolección cuando llueva o explorar agua subterránea para diferentes usos.

Los desechos no biodegradables y emisiones de combustión fósil de los humanos se deben de eliminar por completo de producir y o evitar sus emisiones de GEI al máximo porcentaje. Es necesario que el reciclaje se haga, casi en su totalidad en los ciclos de transformación de la materia para su nueva utilización de esos productos o u otros. No a los botaderos y quemas de desechos de los humanos al aire libre, el punto esencial es limitar las emisiones de carbono y adaptarse a un clima que ya está cambiando, que ya para recuperarlo a épocas preindustriales como en 1750 como se describe en el documento pueden pasar muchos años para tener estabilidad climática. Como en 1945 se empezó a evidenciar los efectos del cambio climático, hoy es literalmente un millón de veces mayor. Por lo tanto, equilibrio del clima con sus fenómenos naturales da a su vez un equilibrio del medio bio-ambiental en todo ser vivo y la estabilidad en todos los fenómenos cíclicos físicos y químicos del planeta que no sean alterados por los humanos de lo contrario será la muerte y destrucción lo que domine.

Alrededor de un tercio de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero necesarias en la próxima década que podrían lograrse mejorando la capacidad de la naturaleza para absorber emisiones. La contaminación por materiales plásticos desechados a la naturaleza es un problema muy grave que afecta la estabilidad de la vida de todos los seres y el entorno físico en cualquier lugar del planeta Tierra.

"¿Qué hacer como humanidad con este monstruo que creamos el “cambio climático” que creamos, nutrido y desarrollado sin que sea aún detenido sin ser aun disminuido su poder en el presente para el futuro, hasta el punto de que su nefasto poder, que hoy es literalmente es un millón de veces mayor que en 1945 según los datos y las evidencias científicas nos indican?

XV. REFERENCIAS

- [1] O. M. O. Meteorológica, «GASES DE EFECTO INVERNADERO realizadas en 2022.», Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, 2023.
- [2] N. O. f. S. D. Bolles, «Evidence», SMD Content Editors, USA, 2024.
- [3] N. S. E. Team, «The National Aeronautics and Space Administration», *Why Milankovitch (Orbital) Cycles Can't Explain Earth's Current Warming*, 27 Feb 2020.
- [4] I. ©. 2. T. I. P. o. C. Change, «AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023», The Intergovernmental Panel on Climate Change, World , 2023.
- [5] A. M. van der Woude, W. Peters y E. e. a. Joetjzer, «Extremes of 2022 Reduced Carbon Uptake by Forests in Europe», *Nature Communications* 2023, 14 (1), 6218., 06 October 2023. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41851-0>.
- [6] S. R. L. G. M. Laboratory., «National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Earth», Boulder, CO 80305-3337.
- [7] A. Villacorta, «ONU: la concentración de gases de efecto invernadero superó máximos históricos en 2020», EFE, AP y Reuters, Paris , 2021.
- [8] T. U. o. Calgary, «Natural vs anthropogenic climate change - Energy Education», Faculty of Science , Calgary, 2022.
- [9] klublr.com/, «Effects Of Air Pollution On Environment Global Warming», klublr.com/, 2024. [En línea]. Available: <https://klublr.com/ena/effects-of-air-pollution-on-environment-global-warming>. [Último acceso: 04 2024].
- [10] C. C. Institute, «Climate Change Institute at the University of Maine. Daily Surface Air Temperature», University of Maine., 2023. [En línea]. Available: https://climateranalyzer.org/clim/t2_daily/?dm_id=world. [Último acceso: 04 2024].
- [11] Copernicus Services, «Ocean Warming», Copernicus Marine Service, 2024. [En línea]. Available: <https://marine.copernicus.eu/explainers/phenomena-threats/ocean-warming>. [Último acceso: 04 2024].
- [12] Copernicus Marine Service, «Ocean Acidification», Copernicus Marine Service, 2024. [En línea]. Available: <https://marine.copernicus.eu/explainers/phenomena-threats/ocean-acidification>. [Último acceso: 04 2024].
- [13] G. M. Laboratory, «THE NOAA ANNUAL GREENHOUSE GAS INDEX (AGGI)», NOAA Global Monitoring Laboratory, R/GML, 325 Broadway, Boulder, CO 80305-3328, Spring 2023. [En línea]. Available: <https://gml.noaa.gov/aggi/aggi.html>. [Último acceso: 04 2024].
- [14] I. P. y. A. M. Aeronautica, «CAMBIO CLIMATICO CONCEPTOS BÁSICOS DE CAMBIO CLIMÁTICO», IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022. [En línea]. Available: <http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas>. [Último acceso: 04 2024].
- [15] P. D. |. M. N. M. I. o. Technology, «How to tackle the global deforestation crisis», Massachusetts Institute of Technology, 19 09 3023. [En línea]. Available: <https://news.mit.edu/2023/tackling-global-deforestation-crisis-0919>. [Último acceso: 04 2024].
- [16] National Geographic Society, «Environmental Impacts of Agricultural Modifications», *National Geographic Society*, p. 1 WEB, 19 09 2023.
- [17] © 2000-2024 Dreamstime. , « Waste Disposal Illustrations & Vectors», © 2000-2024 Dreamstime. All rights reserved., 2024. [En línea]. Available: <https://www.dreamstime.com/illustration/waste-disposal.html>. [Último acceso: 04 2024].
- [18] IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, «Cambio climatico», <https://www.minambiente.gov.co/>, 2022. [En línea]. Available: <http://www.cambioclimatico.gov.co/>. [Último acceso: 04 2024].
- [19] 2. Prashant Kumar1, «SPECIALTY GRAND CHALLENGE article», *Climate Change, Air Pollution and Cities*, n° Climate Change and Cities , pp. 8, on pdf format., 25 Feb 2021.
- [20] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), «Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, the Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report», (IPCC) 27 February 2022 , All the world , 2022.
- [21] E. M. P. S. A. J. D. B. L. F. P. F. D. e. a. (Von Schneidemesser, «Chemistry and the linkages between air quality and climate change.,» Development and Environment. Geneva: United Nations , Geneva, 20 October 2020)..
- [22] International Strategy for Disaster Reduction, «Disaster Reduction and Sustainable Development:», United Nations , Geneva:, 2020.
- [23] P. a. S. D. P. Kumar, «Water-energy-pollution nexus for growing cities», *Urban Climate* 10, 846–853., word , 2014.
- [24] K. R. Shivanna, «Climate change and its impact on biodiversity and human welfare», *Nature Publishing Group Climate change and its impact on biodiversity and human welfare*, p. On the portal website , 02 05 2022.
- [25] NaturaLista Colombia, «metasecuoya (Metasequoia glyptostroboides) · NaturaLista Colombia», Red iNaturalist , 2023. [En línea]. Available: <https://colombia.inaturalist.org/taxa/69150-Metasequoia-glyptostroboides>. [Último acceso: 04 2024].
- [26] W. Y. Z. Z. e. a. Zhao Z, «Climate warming has changed phenology and compressed the climatically suitable habitat of Metasequoia Glyptostroboides», [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1016%2Fj.gecco.2020.e01140>. [Último acceso: 04 2024].
- [27] © 2024 WHO World Health Organisation , «Biodiversity and Health», © 2024 WHO, 03 June 2015. [En línea]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/biodiversity-and-health>. [Último acceso: 04 2024].
- [28] © 2024 World Wildlife Fund. WWF®, «Todo lo que debes saber y cómo podemos acabar con el blanqueamiento de los corales», World Wildlife Fund, 23 04 2019. [En línea]. Available: <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/todo-lo-que-debes-saber-y-como-podemos-acabar-con-el-blanqueamiento-de-los-corales>. [Último acceso: 04 2024].
- [29] The United Nations, UN, www.un.org, «Biodiversity - our strongest natural defense against climate change | United Nations», United Nation Climate Action, [En línea]. Available: <https://www.un.org/en/climatechange/science/climate-issues/biodiversity>. [Último acceso: 04 2024].
- [30] M. S. A. R. L. --NOAA, «Unprecedented 3 years of global coral bleaching, 2014–2017», NOAA Climate.gov, 01 08 2018. [En línea]. Available: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/unprecedented-3-years-global-coral-bleaching-2014%E2%80%932017>. [Último acceso: 04 2024].

- © Greenpeace., «What are the effects of climate change on biodiversity?», Greenpeace UK, 19 02 2024. [En línea]. Available: <https://www.greenpeace.org.uk/challenges/wildlife-and-biodiversity/climate-change-biodiversity/>. [Último acceso: 04 2024].
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), «What is coral bleaching?», National Ocean Service (NOAA), 2024. [En línea]. Available: https://oceanservice.noaa.gov/facts/coral_bleach.html. [Último acceso: 04 2024].
- A. B. G. C. C. website, «Global Climate Change website», NASA's Jet Propulsion Laboratory, 19 06 2019. [En línea]. Available: <https://climate.nasa.gov/news/2879/climate-change-puts-pressure-on-sea-turtles/>. [Último acceso: 04 2024].
- World Wildlife Fund, «World Wildlife Fund», © 2024 World Wildlife Fund. WWF®, Issue: Fall 2015. [En línea]. Available: <https://www.worldwildlife.org/magazine/issues/fall-2015/articles/sea-turtles-and-climate-change>. [Último acceso: 04 2024].
- Dscovr Journeys Private Limited, «How Climate Change is Affecting Global Sea Turtle Populations», wenaturalists.com, 12 05 2022. [En línea]. Available: <https://wenaturalists.com/explore-detail/blog/how-climate-change-is-affecting-global-sea-turtle-populations>. [Último acceso: 04 2024].
- NASA Climate Change, «<https://science.nasa.gov/earth/climate-change/vital-signs/a-degree-of-concern-why-global-temperatures-matter/>», NASA Science Editorial Team, 16 06 2023. [En línea]. Available: <https://science.nasa.gov/earth/climate-change/vital-signs/a-degree-of-concern-why-global-temperatures-matter/>. [Último acceso: 04 2024].
- © 2015-2024 National Geographic Partners, «Cambio climático, sequías e inundaciones», © 2015-2024 National Geographic Partners, 01 03 2022. [En línea]. Available: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/cambio-climatico-sequias-e-inundaciones>. [Último acceso: 04 2024].
- © FAO 2024, «Organizacion de la naciones unidas para la alimentacion y la agricultura.», © FAO 2024, 2023. [En línea]. Available: <https://www.fao.org/home/es#>. [Último acceso: 04 2024].
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), «What is the carbon cycle?. The carbon cycle is nature's way of recycling carbon atoms. Carbon is the foundation for all life on Earth.», National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) National Ocean Service, 02 03 2023. [En línea]. Available: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/carbon-cycle.html>. [Último acceso: 04 2024].
- P. J. M. ©. 2. S. N. a. P. · Friedlingstein, «The Carbon Cycle», · © 2024 Science Notes and Projects, 03 04 2024. [En línea]. Available: <https://sciennotes.org/the-carbon-cycle/>. [Último acceso: 20 04 2024].
- National Oceanic and Atmospheric Administration Education, «Carbon cycle», www.noaa.gov/, 19 01 2019. [En línea]. Available: <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/climate/carbon-cycle>. [Último acceso: 04 2024].
- «Climate Variability vs. Climate Change», National Weather Service, Summer 07 2018. [En línea]. Available: <https://www.weather.gov/media/climateservices>. [Último acceso: 04 2024].
- Copernicus Marine Environment Monitoring Service, «Plastic Pollution», Copernicus is the European Union's Earth Observation flagship Programme, 10 2023. [En línea]. Available: <https://marine.copernicus.eu/explainers/phenomena-threats/plastic-pollution>. [Último acceso: 04 2024].
- Dept. of Engineering Science, University of Oxford., «C3B Medical Electronics Neil's teaching page.», 17 10 2017. [En línea]. Available: las ondas que componen un ciclo cardíaco P-Q-R-S-T.
- International Energy Agency (IEA), «CO2 Emissions in 2022; IEA: Paris.», <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>, Paris, Francia, 2023.
- Metroid.net.au, «Control Panels for Water Treatment Systems - Metroid Electrical.», 27 01 2018. [En línea]. Available: <https://www.metroid.net.au/engineering/water-treatment/>.
- NATO / OTAN Science & Technology Tech Trends Report 2020-2040, «<https://www.nato.int/>», 01 03 2020. [En línea]. Available: <http://www.nato.int/cps/en/natohq/index.htm>.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA – INM, «INM-RCM 1 - Red Colombiana de Metrología RCM - Instituto Nacional de Metrología.», 2017. [En línea]. Available: <https://www.ins.gov.co/Direcciones/RedesSaludPublica/GestiondeCalidadLaboratorios/TalleresdeFortalecimiento/Red%20Colombiana%20de%20Metrolog%C3%ADa%20-%20Metrolog%C3%ADa%20en%20Colombia.pdf>.
- © 2020, BYJU'S. All rights reserved., «Potassium Nitrate (KNO3) - Properties, Structure, Molecular Weight & Uses.», 02 03 2020. [En línea]. Available: <https://byjus.com/chemistry/potassium-nitrate/>.
- Prima Process Metrology - PPM, «Sonda de temperatura patrón primario Accumac AM1880 - Primametrology.», 18 12 2017. [En línea]. Available: <https://primametrology.com/producto/sonda-de-temperatura-patron-primario-accumac-am1880/>.