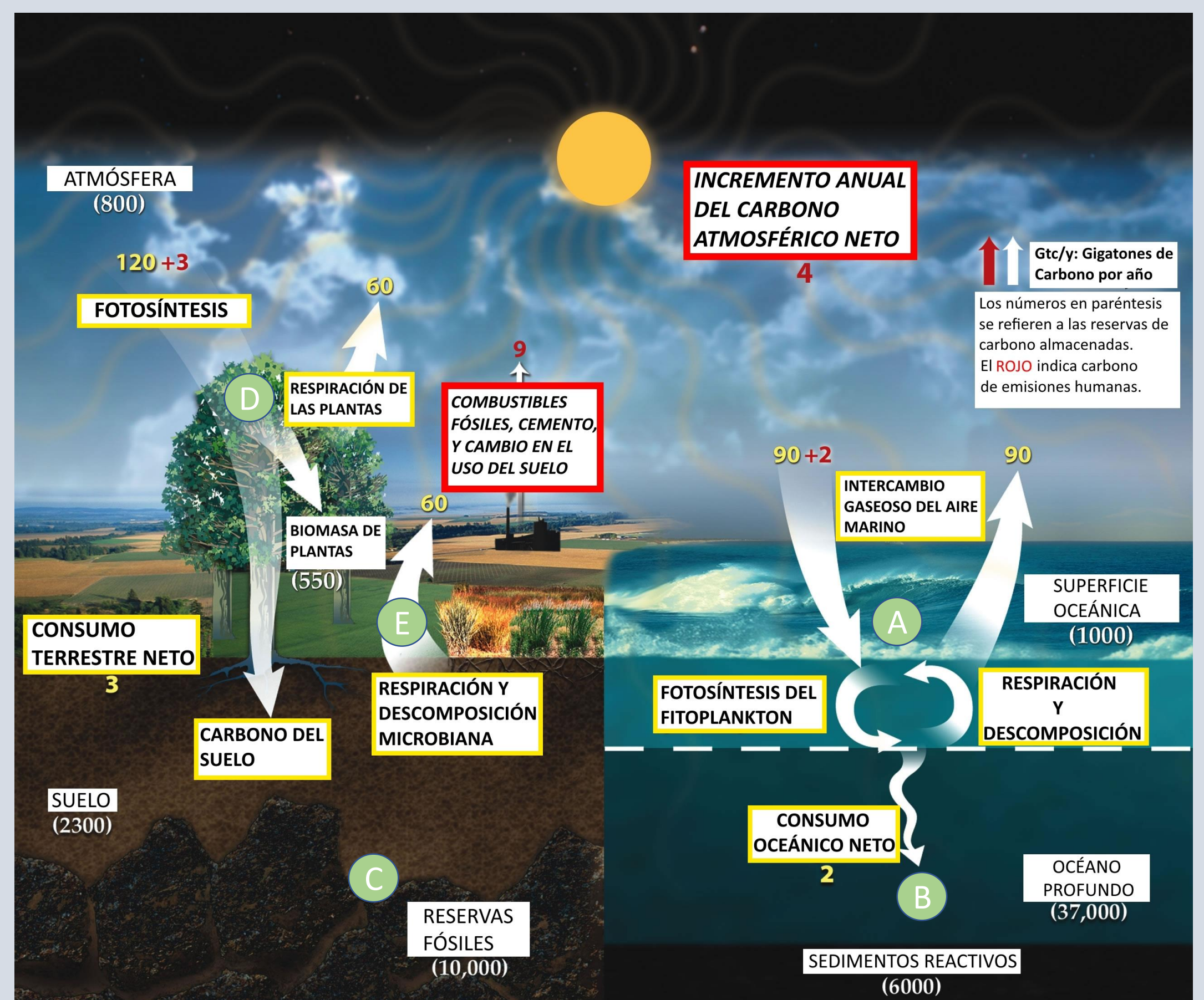


El ciclo del carbono se trata de un proceso biogeoquímico mediante el cual el carbono circula a través de la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera y la biosfera.

Este ciclo se subdivide en dos vías, el **largo o geológico** y el **corto o biológico**. Del primero se habla en términos de millones de años ya que el carbono se integra en los procesos geológicos del planeta y es transportado muy lentamente. El **carbono atmosférico** en forma de CO₂ es difundido a **los océanos** por intercambio de gases en la superficie (A), una fracción constituirá rocas calizas, biomasa o el carbonato cálcico generado por seres vivos. Estos sólidos precipitan y pasan a formar parte de los sedimentos marinos (B), que son sometidos a altas presiones y temperaturas, condiciones en las cuales la roca se funde y puede salir de nuevo a la superficie en procesos volcánicos liberándose el carbono en forma de CO₂. Ligado al ciclo largo también están los **combustibles fósiles (C)**, conformados por grandes cantidades de materia vegetal que quedó sepultada por sedimentos y expuesta a grandes presiones, y el **permafrost**, constituido por terreno constantemente congelado y que recoge la mitad del carbono del suelo del planeta (entre 1.4 y 1.85 billones de toneladas métricas).

Del ciclo corto se estiman unos 20 años para la renovación total del CO₂ atmosférico. Este carbono es captado por plantas, algas y algunas bacterias que realizan la fotosíntesis (D) y pasa a conformar las estructuras de estos organismos, introduciendo el carbono en la red trófica. Mediante la respiración de seres vivos y la descomposición de los mismos (E), además de los incendios naturales, se devuelve el CO₂ y otras moléculas con carbono a la atmósfera.

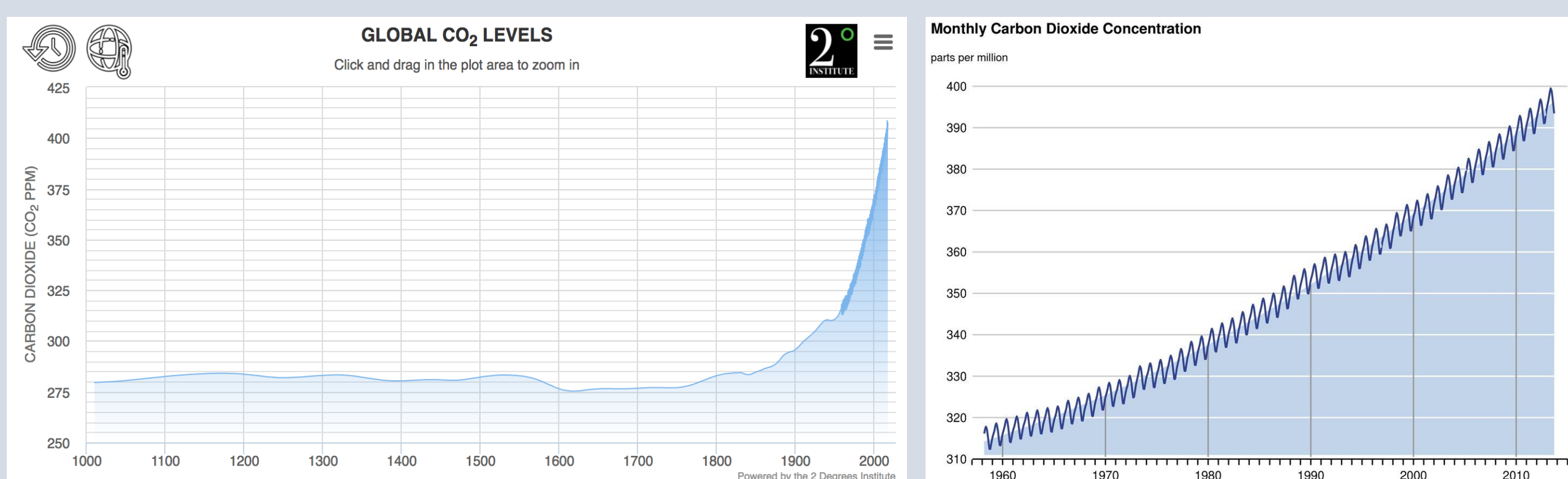


INFLUENCIA ANTROPOGÉNICA

El ciclo anteriormente expuesto se desarrolla en condiciones naturales y tiene **capacidad autorreguladora**. Las modificaciones del ciclo causadas por actividad humana provocan **desequilibrios en la concentración del carbono atmosférico**, íntimamente vinculada al clima y otros procesos naturales.

Estos desajustes se deben a la extracción del carbono del ciclo largo contenido en **combustibles fósiles y en rocas calizas**, y su introducción al ciclo corto en espacios de tiempo geológico tan reducidos que no pueden ser paliados por los sistemas naturales. Los valores actuales de CO₂ atmosférico son **los más altos de los últimos 650.000 años**. Las emisiones de carbono en forma de CO₂ aumentaron de 22.400 millones de toneladas métricas en 1990 a 35.800 millones en 2013, lo que representa un incremento de 60%. Los contribuidores principales de estos gases son la **producción de electricidad y calor (41% de emisiones totales)**, **transporte (22%)** y la **industria (20%)**.

Estas emisiones han amplificado el **efecto invernadero**, causando una **subida global de la temperatura** capaz de modificar el clima en todo el planeta, el **deshielo de los casquetes polares**, mayor mortandad de la flora por **sequías** por el cambio climático, y el **deterioro del permafrost**, de modo que parte de la superficie se derrite y aumenta la humedad e incidencia de luz solar sobre el suelo, favoreciendo la actividad bacteriana que descompone las sustancias orgánicas del suelo y emiten grandes cantidades de CO₂ y CH₄, con un flujo neto de metano solo en Rusia de 24-33 Mt y un aumento de 6-8 Mt por año. Esto puede aumentar la temperatura en 0.012°C anuales.



SOLUCIONES

Algunas de las acciones que pueden ayudar a reducir la huella de carbono son el uso de medios de **transporte públicos** o la **utilización de energías renovables**.

Aumentar la **eficiencia energética** en nuestros hogares llevando a cabo medidas como la utilización de bombillas LED de bajo consumo o controlar el uso de la calefacción ajustando su temperatura. Con esta medida se pueden llegar a reducir en 900 kg/año las emisiones de CO₂ ajustando la temperatura dos grados.

Los **árboles** también contribuyen en gran medida a reducir los niveles de CO₂, por lo que apoyar medidas contra la deforestación o los incendios forestales y promover iniciativas de replantación de estas zonas con especies autóctonas puede llegar a ser muy efectivo. Se cree que **los productores son responsables de la reducción del 37%** de las emisiones de CO₂.

Demandar **más implicación por parte de las instituciones** para aumentar la sostenibilidad de las grandes industrias a través de la creación de nuevas infraestructuras, impuestos, leyes y multas.

La **CCS o Captura y Secuestro de CO₂** es la técnica más promovida y cada vez más aceptada como la vía más inmediata para la reducción de gases de efecto invernadero en nuestro planeta. En esta técnica, el CO₂ es capturado de una corriente de gases de combustión. La separación del CO₂ del resto de los gases se realiza mediante procesos de absorción (las disoluciones de metiltilenaminas son las más utilizadas), adsorción en lechos porosos, separación por membranas o criogenización. Tras su captura, el CO₂ puede ser almacenado de varias formas. Una de ellas, en fases de experimentación, es la inyección de CO₂ en las profundidades oceánicas donde las condiciones de presión y temperatura permiten que el CO₂ permanezca en estado líquido, creándose lagos de CO₂ en el fondo marino. Otro método que se está barajando es su inyección en yacimientos agotados de gas y petróleo.

Por último la **utilización de microalgas** es otra posible solución para este problema ya que son los únicos organismos fotosintéticos capaces de utilizar directamente el CO₂ de una corriente de gases de combustión, como puede ser el de centrales térmicas, sin necesidad de tratamientos previos, ya que son resistentes a altas concentraciones de CO₂ y además poseen un potencial de productividad mucho mayor que el de las plantas superiores.

La acumulación de CO₂ en la atmósfera está favorecida por la **reducción de sus principales reservorios**, como los bosques por la tala masiva y cambio climático, que transforman el CO₂ en biomasa que se integra en el suelo o en el resto de seres vivos. Este aumento de CO₂ también provoca la **acidificación de los mares** por el desplazamiento del equilibrio en el intercambio de dióxido de carbono entre la atmósfera y la superficie de los océanos, aumentando concentración de ácido carbónico en el agua: $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$. La acidificación provoca dificultades en la formación de corales, produce toxicidad de peces por movilización de iones metálicos de los fondos de ríos y promueve la susceptibilidad de los embriones de animales acuáticos a morir.

Actualmente, la **industria ganadera** es la responsable del 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero que incluyen CO₂ y CH₄, porcentaje donde se incluye la deforestación, contaminación del ganado y quema de combustibles producido por el sector. Relacionado también con el abastecimiento de alimentos, la **agricultura intensiva**, responsable de parte de la deforestación y difusión de carbono al aire. El caso más claro es la emisión de metano en los cultivos de arroz producido por bacterias metanógenas en los campos inundados donde crecen estos cultivos. Se estima la liberación de 60-100 millones de toneladas de CH₄ anuales a consecuencia de los arrozales.

