

Gases y efecto invernadero

*Autores: Javier Trespalacios (Doctorante CEU / Madrid)
Claudia Blanquicett (Investigadora UniNorte) y Paulo Carrillo (Investigador SENA)*

El aumento de la población ha generado un mayor consumo energético¹ utilizándose agentes fósiles, los cuales han provocado el aumento de gases con efecto invernadero (GEI) en la atmósfera entre ellos el CO₂ (dióxido de carbono).

1. El efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno que se compara con la captura térmica que produce un invernadero²; los gases en la atmósfera actúan como un cristal que retienen parte de la energía solar que debe salir; la instalación de esos gases en la atmósfera son el producto de dos tipos de acciones:

- Acciones naturales del efecto invernadero: son por acciones de la naturaleza como los volcanes, la evaporación de los océanos y otros; esta importante acción ayuda a mantener la temperatura adecuada de la tierra.
- Acciones antropogénico del efecto invernadero: son las producidas por las actividades del hombre, en la cual utiliza agentes fósiles como por ejemplo para el transporte.

Podemos decir que las acciones antropogénico es un adicional a los gases que se producen de forma natural que van a la atmósfera; es importante mencionar que el efecto invernadero es un fenómeno natural importante para la vida en el planeta, si no existieran el fenómeno del efecto invernadero el planeta sería helado posiblemente 30°C más frío, tendríamos temperaturas de -19°C aproximadamente como temperatura global; en resumen el efecto invernadero lo necesitamos, pero controlado (Bolufer, 2012).

2. Gases efecto invernadero - GEI

Las actividades humanas que utilizan agentes o recursos han provocado el aumento en la atmósfera de los gases con efecto invernadero, quienes son también llamados GEI; estos tienen la propiedad de absorber y reemitir la radiación, devolviéndola a la superficie terrestre causando el aumento de la temperatura del planeta, fenómeno denominado Efecto Invernadero.

En el marco de las Naciones Unidas, el protocolo de Kioto (Naciones Unidas, 1998) establece límites para seis GEI:

¹ Consumo energético: el producido por las necesidades en la vivienda, la industria y el transporte.

² Invernadero: *el vidrio de un invernadero similar a la atmósfera es transparente a la luz solar y opaca a la radiación terrestre, pero confina el aire a su interior, evitando que se pueda escapar el aire caliente, manteniéndolo caliente en su interior* (Cambio Climático Global, s.d.).

- Dióxido de carbono - CO₂: es el responsable del 70% de los gases con efecto invernadero; este gas se produce por la combustión de petróleo, gas natural, carbón y otros agentes fósiles; se produce por ejemplo en la fabricación de cemento³ y el transporte.
- Metano - CH₄: es el responsable del 20% de los GEI; este gas se produce por ejemplo por la quema de biomasa, la descomposición de desechos orgánicos, los pantanos lo emiten de forma natural, la ganadería⁴ y la agricultura⁵.
- Óxido nitroso - N₂O: es el responsable del 7% de los gases con efecto invernadero; se produce por ejemplo en los procesos industriales y la quema de biomasa.
- Hidrofluorocarbonados - HFCs: es el responsable del 1% de los GEI; es un gas utilizado en los sistemas de climatización, productos aislantes y gas para aerosoles; no se producen de forma natural, han sido desarrollados por el hombre con fines industriales.
- Perfluorcarburo - PFCs: es el responsable del 1% de los GEI; en sistemas de climatización, para extinguidores de fuego y limpieza de metales; no se producen de forma natural, han sido desarrollados por el hombre con fines industriales.
- Hexafluoruro de azufre - SF₆: es el responsable del 1% de los GEI; se utiliza para el aislamiento de líneas de alta tensión, producción de aluminio y ciertos componentes electrónicos; no se producen de forma natural, han sido desarrollados por el hombre con fines industriales.

Vapor de agua: no está incluido en el protocolo de Kioto, pero es el que tiene más afecto invernadero, por su capacidad de retener el calor que emana la superficie de la tierra; lo anterior determina que el aumento de la humedad en la atmósfera amplifica el calentamiento producido por el CO₂; el vapor de agua es considerado el mayor gas con efecto invernadero, son muy pocas las cantidades de vapor de agua que el hombre aporta a la atmósfera, pero el aire calentado producto del calentamiento global puede retener mucha más humedad (Comisión Europea) (Hansen, 2008); el vapor de agua tiene una permanencia corta en la atmósfera.

En resumen, los anteriores gases tienen la capacidad de retener el reflejo de la energía solar que es reflejada por la tierra, los anteriores gases mencionados absorben y retienen este calor en la atmósfera.

³ Fabricación de cemento: el cemento es el material con la que se construyó la civilización moderna y es un componente básico en el crecimiento de las economías, hoy en día las cementeras emiten el 5% del CO₂ global; para producir cemento se utilizan hornos que llegan a temperaturas de 1400°C, para llegar a esto se necesita una gran cantidad de energía que se obtiene a partir de agentes energéticos fósiles; en un artículo de la BBC, dice que una tonelada de cemento genera una tonelada de CO₂ (BBC Mundo, 2018), sin olvidar el CO₂ que está ligado al transporte general para su comercialización.

⁴ Ganadería: las vacas emiten metano al respirar y su materia fecal.

⁵ Agricultura: por ejemplo, los cultivos de arroz emiten metano.

3. La permanencia de los GEI

El vapor de agua tiene una duración de pocos días en la atmósfera, caso contrario ocurre en la disipación o degradación natural de los GEI en la atmósfera; el tiempo es el siguiente:

Gas	Tiempo estancia en la atmósfera
Gas carbónico: CO ₂	Entre 100 - 150 años
Metano: CH ₄	12 años
Óxido nitroso: N ₂ O	120 años

Tabla 1: tiempo que dura en la atmósfera⁶ (Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie) (IPCC)

La permanencia de los gases con efecto invernadero en la atmósfera debido a la actividad humana han creado el desequilibrio entre la radiación solar entrante y la radiación que debe salir del planeta (reflejada por la tierra), al retenerla se causa el aumento de la temperatura global del planeta; vemos un ejemplo en la imagen 1 de cómo ocurre:

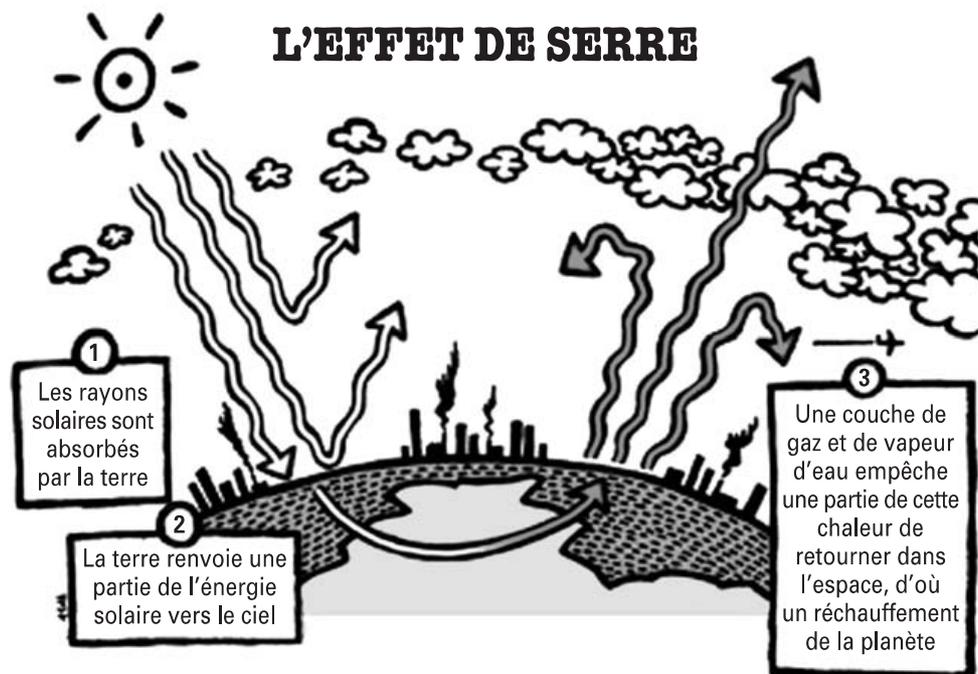


Imagen 1: efecto invernadero (Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie)

Como lo muestra la imagen anterior, los pasos del efecto invernadero son:

- *Paso 1:* los rayos solares entran al planeta y son absorbidos por la superficie terrestre.
- *Paso 2:* la superficie terrestre reenvía una parte de la energía a la atmósfera.
- *Paso 3:* la capa de gases con efecto invernadero y el vapor de agua, evitan que una parte de la energía térmica regrese al espacio; esta retención causa un calentamiento global.

⁶ Este es el tiempo que transcurre, después que el 60% de la cantidad de una sustancia comience a degradarse.

4. Potencial de calentamiento global

El potencial de calentamiento global es el coeficiente de eficacia relativa de los diferentes GEI comparado con el CO₂, esto presenta el potencial que tiene para el calentamiento global; los valores son los siguientes:

Gas	Potencial del calentamiento global
Gas carbónico: CO ₂	1
Metano: CH ₄	21
Óxido nitroso: N ₂ O	310
Hidrofluorocarbonos: HFC	140 a 11'700
Perfluorocarbonos: PFC	6'500 a 9'200
Hexafluoruro de azufre - SF ₆	23'900

Tabla 2: potencial del calentamiento global (Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie)

La comparación anterior nos muestra que el CO₂ es el gas que se encuentra en mayor cantidad en la atmósfera, pero con un bajo potencial de calentamiento, caso contrario ocurre con los otros GEI.

Con los valores de la tabla anterior se realiza la equivalencia del potencial de calentamiento el cual llamamos equivalente de CO₂ o equivalente de dióxido de carbono (CO₂eq o Carbon Dioxide Equivalent, en inglés); por ejemplo, si emitimos 100Kg de Metano (CH₄), que tiene un potencial de calentamiento de 21, el resultado es el siguiente: CO₂eq metano = 100Kg CH₄ x 21 = **2100 CO₂eq**.

4. Imágenes de emisiones

Es interesante ver las imágenes de emisiones de CO₂:



Imagen 2: imágenes de emisiones de GEI 1. Generación de electricidad (El mundo, 2016), 2. Calefacción de edificios (Certicalia, s.d.), 3. Transporte aéreo (Airways, 2016), 4. Producción industrial en China (Agencia Internacional de la Energía, s.d.)

La primera imagen es la producción eléctrica la cual se hace a kilómetros de donde vivimos y la utilizamos, esas emisiones muchas veces podemos decir que están escondidas, en la segunda la que se utiliza localmente como para la calefacción, en la tercera el transporte entre ellos los vuelos en avión, y en la última la producción industrial para nuestras necesidades como la ropa.

Resumen

“La actividad humana a provocado el uso masivo de recursos fósiles que emiten CO₂, y que amenazan el equilibrio climático del planeta.”

Saber más:

1. La atmósfera: es una capa gaseosa que envuelve la tierra encargada de proteger la vida en el planeta; la atmósfera tiene tres funciones: 1. Evita temperaturas extremas; 2. Filtrar y protegernos de los rayos ultravioletas y de los meteoritos; 3. Tiene una composición del aire adecuada para la vida; la atmósfera tiene 5 capas:
 - *La troposfera*, comienza a ras del suelo, es la capa donde estamos los habitantes del planeta, tiene una altura que entre 12Km (Kilómetros) y 20Km aproximadamente (por ejemplo, 17Km en el Ecuador); la troposfera es donde se generan los cambios meteorológicos; la temperatura del aire en la troposfera disminuye a medida que aumenta la altitud, en razón que el sol calienta la superficie terrestre, calentando la parte inferior de esta capa; el CO₂ se instala en esta capa (SINC, 2009).
 - *La estratosfera*, en esta capa no se puede vivir por las altas presiones y la falta de oxígeno; es importante mencionar que en esta capa está la capa de ozono⁷; muchas aeronaves vuelan en esta capa por proporcionar una buena estabilidad.
 - *La mesosfera*, se encuentra entre una altura de 30Km y 80Km.
 - *La termosfera*, también llamada ionosfera, es la capa donde vuelan los transbordadores espaciales; esta capa es conductora de electricidad facilita las transmisiones de radio y televisión por medio de ondas electromagnéticas; en ella se producen la destrucción de meteoritos.
 - *La exosfera*, es la zona de transición entre la atmósfera y el espacio.

⁷ Capa de ozono: o la ozonfera, tiene la importante tarea de absorber las radiaciones solares perjudiciales para los seres vivos.



Imagen 3: capas de la atmósfera, sus alturas y sus temperaturas (El Tiempo en Chivilcoy, 2016)

En la gráfica anterior vemos las distintas capas que conforman la atmósfera, y su temperatura, la cual cambia en cada una de ellas.

2. Explicación sobre que es un invernadero y el efecto invernadero: un invernadero es una construcción rodeada de vidrio (o plástico) que deja entrar la radiación solar (luz solar), que calienta el ambiente y lo que este al interior estos a su vez emiten radiación térmica, una parte de esta puede salir del invernadero, mientras que otra parte no lo puede hacer, calentando el interior; un invernadero tiene ventanas muy pequeñas las cuales evitan que el viento circule al interior y cause pérdidas de calor.

Radiación Solar

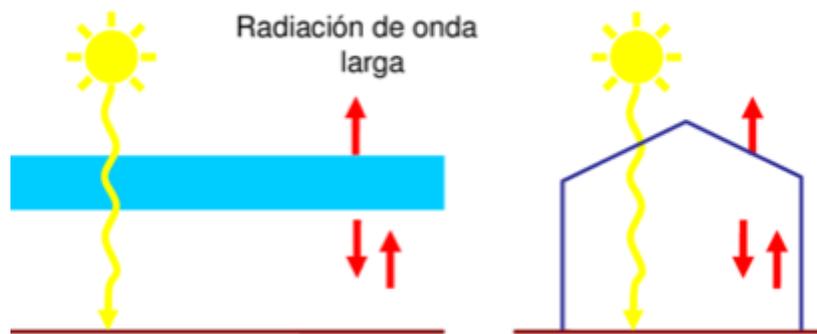


Imagen 4: ejemplo comparativo entre un invernadero y el efecto (Carrasco, 2017)

En cambio, el efecto invernadero es un fenómeno atmosférico que se basa en un proceso distinto al de un invernadero donde los GEI podrían ser comparados como el vidrio del invernadero y los cuales absorbe el calor y lo retienen cerca de la superficie de la tierra debido a su estructura molecular, calentando el planeta, fenómeno que llamamos efecto invernadero; este fenómeno ocurre de la siguiente forma:

- Los GEI forman una capa natural en la atmósfera, como un vidrio en un invernadero, reteniendo una parte de la energía proveniente del sol;
- La superficie de la tierra es calentada por el sol, la cual gran parte de ella es reflejada y devuelta hacia la atmósfera;
- Parte de esa energía reflejada es retenida por los GEI y devuelta a la tierra, generando el efecto invernadero;

Sobre el efecto invernadero atmosférico es importante decir que ayuda a controlar el balance energético del planeta, siendo un controlador de la cantidad de la energía solar que entra al planeta y la que sale por el reflejo sobre la superficie terrestre; podemos decir que ese balance se pierde al aumentar los GEI que hacen que esa capa que hace el trabajo de efecto invernadero sea más gruesa reteniendo más calor.

3. La diferencia entre cambio climático y agujero en la capa de ozono: estos fenómenos tienden a confundir, y se debe a que se producen los dos en la atmósfera; el agujero es causado por el CFC (clorofluorocarbonos), permite el paso de rayos ultravioletas y se presenta en ciertos sitios del planeta, el cambio climático es en todo el planeta.
4. Como se formaron los combustibles o agentes energéticos fósiles: *los combustibles fósiles son los restos fosilizados de las plantas y animales muertos que se forman a lo largo de millones de años en determinadas condiciones. En términos general, el carbón es el resto de los bosques enterrados, mientras que el petróleo es la vida vegetal oceánica transformada* (Comisión Europea).
 - *Petróleo*: nacen por el proceso de descomposición de millones de años de organismos marinos que se instalan entre 600 y 5000 metros bajo tierra; el petróleo ya refinado

genera agentes energéticos (gasolina, fuel, etc) y la materia prima para otros productos como el caucho artificial, plásticos, etc.

- **Carbón:** se formó a partir de restos vegetales, este agente energético cuenta con fuerte potencial calorífico.
- **Gas natural:** es un combustible fósil gaseoso que está compuesto principalmente por metano encontrándose en donde hay yacimientos de petróleo; es la mezcla de metano 90%, etano 2%, CO₂ 2%, propano 1% y nitrógeno 1%; al igual que el petróleo, procede de la descomposición de organismos marinos.

5. **Ejemplos de emisiones de CO₂ al producir 10KWh:** por ejemplo, para producir 10 kWh de energía, veamos la cantidad de agente energético necesario, la característica de la combustión en los kg de CO₂ que se producen.

Agente Energético	=	Energía [KWh]	+	Emisiones de CO ₂ [kg]
1.23 kg de Carbón	=	10 kWh	+	4.35 kg
2.25 kg de Madera	=	10 kWh	+	4.17 kg
1 litro de Fuel-Oíl	=	10 kWh	+	2.6 kg
1.1 litro de Gasolina	=	10 kWh	+	2.4 kg
1 m ³ de Gas Natural	=	10 kWh	+	2 kg

Tabla 3: ejemplos de emisiones de CO₂ (Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie)

Entre los elementos de la tabla 2, vemos que el carbón es el que produce más CO₂.

Tenemos otro ejemplo para ver la cantidad de emisiones que produce las necesidades humanas; ahora un ejemplo comparativo de las diferentes tecnologías para producir 100KWh, se incluye energías renovables:

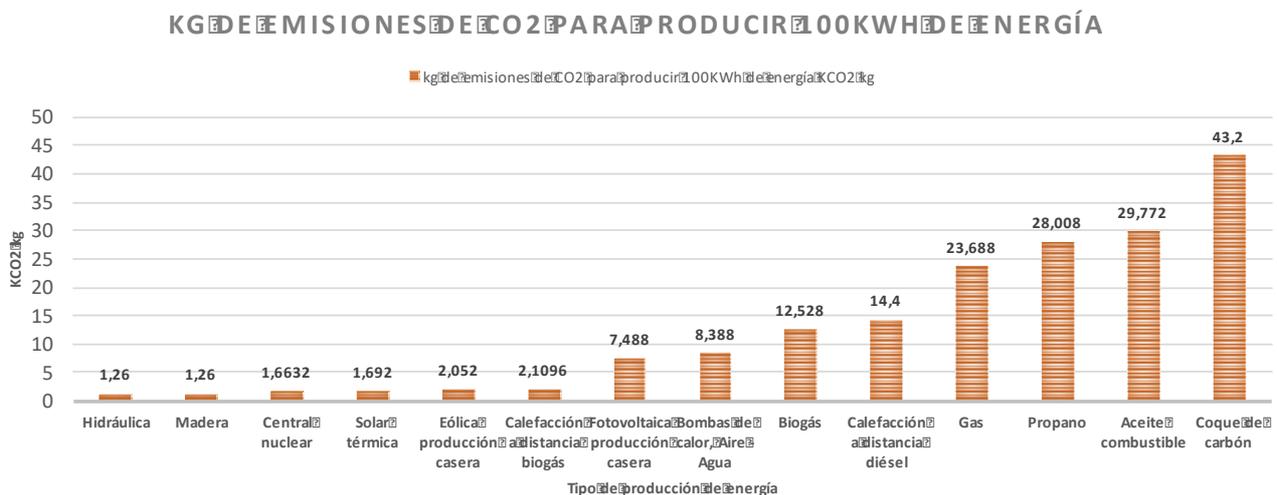


Imagen 5: kg de emisiones de CO₂ emitidas por la producción de 100KWh de energía; elaboración propia; información KBOB⁸ (KBOB, eco-bau, BAFU, & BFE, 2009) y SMEO⁹ (Roulet, 2014)

⁸ KBOB: recomendaciones Suiza para la construcción; al interior los indicadores para estimar las emisiones de CO₂.

⁹ SMEO: recomendaciones para construcciones sostenibles.

En la gráfica anterior, esta la comparación de diferentes agentes energéticos, nos muestra cuales son las tecnologías que producen más gases con efecto invernadero, en este caso el CO₂; el agente energético que más intensifica el efecto invernadero es el carbón, seguido del aceite combustible, el propano y el gas, las que menos contaminantes esta la energía hidráulica, la madera, central nuclear, solar térmica y eólica.

6. Aumento del consumo de energía y aumento de uso de agentes fósiles: ya se vio en el documento “*Que está pasando en el planeta y el hombre: población, energía y CO₂*”, en la que muestra el aumento del consumo de energía y el aumento de agentes energéticos fósiles.

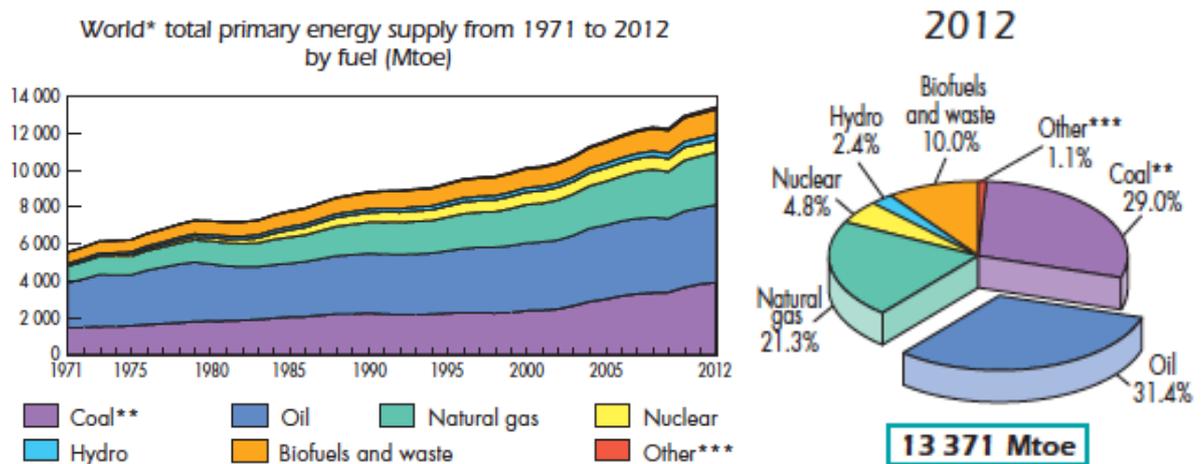


Imagen 6: fuentes energéticas utilizadas en el mundo (International Energy Agency, 2014)

Actualmente el 82% de los agentes energéticos¹⁰ que se utilizan en el mundo son de origen fósil: Petróleo 31.4%, Carbón 29%, y Gas Natural 21.4% (International Energy Agency, 2014); toda esta energía utilizada para garantizar la calidad de vida, fabricar elementos básicos como la ropa, la electricidad para conservar alimento, para la climatización, calentar, para el transporte, las comunicaciones y otros; hay que tener en cuenta que los agentes fósiles son recursos limitados que pueden acabarse, y el cual tomamos debajo del suelo y por medio de la combustión lo arrojamos a la atmósfera (Trespalacios, 2018).

7. Como se producen las emisiones de CO₂: se produce cuando cualquier elemento que con tengan carbono (C), es quemado en presencia de oxígeno (O₂); las emisiones de CO₂ naturales son la respiración animal y vegetal, la descomposición de materia orgánica y la fermentación, la erupción de los volcanes y los océanos; las artificiales o antropogénicas las generadas por el hombre, por ejemplo, la quema de bosques o el transporte; especificamos más como se producen esas emisiones:
 - **Vivienda**: todas nuestras necesidades para vivir confortablemente de manera térmica, iluminación, electrodomésticos y otros; las emisiones se producen por el tipo de agente energético que se utiliza el cual es principalmente de tipo fósiles; en la mayoría de los casos se utiliza gas o aceite combustible para producir agua caliente y calefacción,

¹⁰ Agente energético: es el elemento que utilizamos como materia prima para transformarla en energía, por ejemplo, la madera o el gas para una generación térmica.

centrales eléctricas que son alimentadas con gas para producir la energía para hacer funcionar los electrodomésticos o la iluminación.

- *Industria*: para producir los servicios y productos que necesitamos como ropa, muebles, medicamentos, cemento para la construcción, aluminio para conservar los alimentos, plásticos para cantidades de necesidades, y etc; la energía que se necesita para producir lo anterior se produce por medio de agentes energéticos fósiles.
- *Transporte*: el transporte en carros, viajes en avión, barcos; estos medios de transporte utilizan agentes fósiles; otra acción de transporte es la compra de productos al otro lado del mundo; en la tabla siguiente podemos ver los factores de emisiones:

Tipo movilidad	Kg de CO2 emitido por 100Km
Carro	17kg CO2
Moto	12kg CO2
Bus	7kg CO2
Tren - Metro	3.5kg CO2

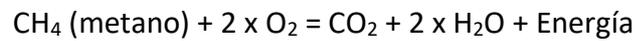
Tabla 4: valores históricos de concentraciones de CO2 (Luis Echarri, 1998)

De la tabla anterior vemos que el carro es el mayor emisor; si hacemos un cálculo ejemplo, enunciando que hacemos un viaje de Barcelona a Madrid, 627Km, en la opción 1 carro y otra opción 2 tren, el resultado **opción 1 = 107kg CO2** y la **opción 2 = 22kg CO2**, la diferencia porcentual es de **79%** produce de menos transportarse en tren.

- *Otros*: ejemplos de acciones simples que producen emisiones de CO2:
 - *CO2 producido por la respiración humana*: un adulto en reposo sus pulmones recogen 250ml de oxígeno aproximadamente cada minuto y emiten unos 200ml de dióxido de carbono equivalentes a entre 0.565 y 0,9 kg de CO2 /día (wikipedia, s.d.) (SMALL-M, s.d.); con el dato anterior, podemos estimar que una persona al año emite un valor medio de 0,8 kg de CO2 /día x 366d = 292,8 kg de CO2 / anual; el valor cambia cuando lo multiplicamos por los miles de millones de habitantes del planeta.
 - *Los incendios forestales*: muchos se producen de forma natural, algunas veces de forma indirecta; esta acción es otra fuente de emisiones de CO2; estos incendios son más numerosos y más severos por los cambios en el clima.
 - *La televisión*: es una acción que produce por hora 195 gr CO2 (Comisión Europea).
 - *Ordenador*: 234 gr de CO2 emitido por una hora de uso (Comisión Europea).
 - *Congelador*: 328 gr de CO2 emitido por un mes de funcionamiento (Comisión Europea).
 - *Las vacas*: de las cuales obtenemos leche y sus derivados como el queso, carne, cuero, y otros, expulsan entre 100 y 200 litros de metano (CH4) al día (BBC Mundo, 2009).
 - *La ropa*: material necesario para protegernos del clima, hoy en día la moda que es casi una acción irresistible, generando la costumbre de comprar, usar y botar; la ropa la cual nos gusta lucir y en muchos casos mejora el estado del ánimo:

- **Poliéster:** si hoy decidiste colocarte alguna prenda de vestir en poliéster, la cual es la fibra más usada para hacer la ropa en el mundo, para esta fabricación se utilizan al año 70 millones de barriles de petróleo.

8. Ejemplo de una fórmula química de una combustión y las emisiones de CO₂: fórmula de la combustión de la madera:



9. Diferencias entre dióxido de carbono CO₂ y monóxido de carbono CO: suenan muy parecidos, los dos son incoloros e inodoros, y en altas concentraciones son mortales; los dos son gases que se producen al quemar madera u otros elementos, pero son muy diferentes en su relación con los seres vivos; CO₂ participa en las reacciones más básicas del planeta por ejemplo como la respiración y la fotosíntesis; el CO es el resultado de la oxidación incompleta del carbono durante el proceso de combustión, una combustión sin el oxígeno suficiente o la combustión deficiente. El CO es el contaminante del aire más abundante.

10. Ciclo de Carbono: el carbono forma parte de un ciclo en el que intervienen todos los seres vivos; por ejemplo, los humanos y los animales lo emitimos al respirar, las plantas lo captan por medio de la fotosíntesis, y en estado de descomposición se almacena como combustible fósil. También está presente en muchos procesos geológicos, tales como las emisiones a través de volcanes (Robles, Näslund-Hadley, Ramos, & Paredes, 2015); dentro de este ciclo del carbono están los océanos quienes captan y emiten CO₂ constantemente:

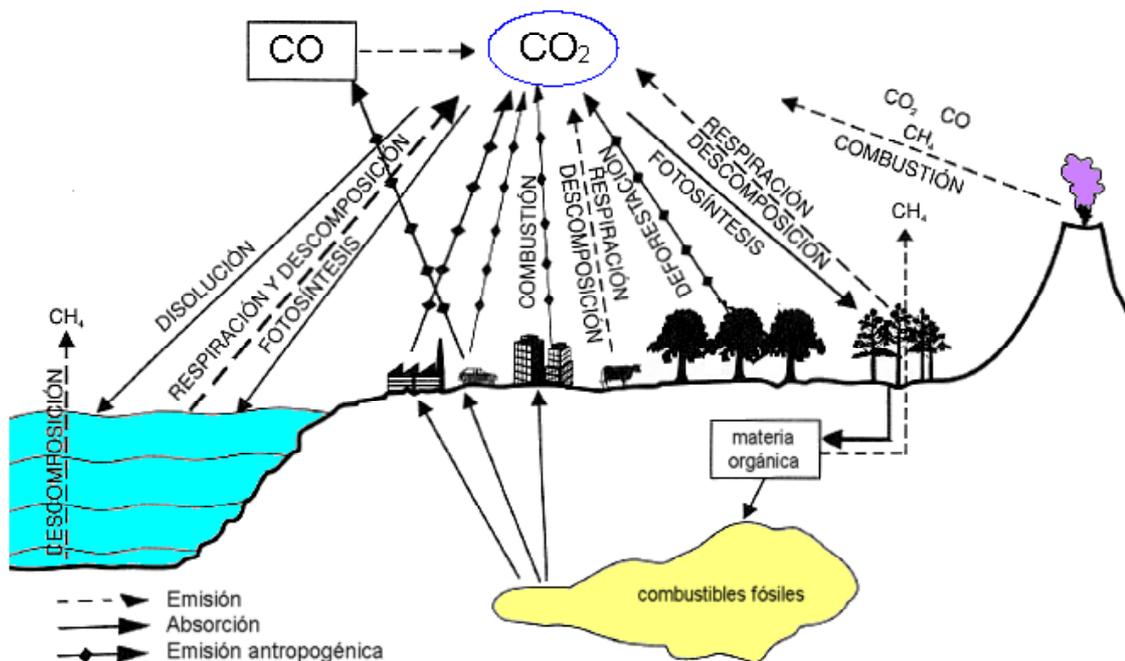


Imagen 7: ciclo del carbono (IMF - CEU)

La imagen del ciclo de carbono, nos muestra la relación que tiene el CO₂ con todas las estructuras del planeta:

- *Biosfera*: comprende todos los seres vivos del planeta; por ejemplo, las plantas absorben el CO₂, y junto con el agua y el sol, expulsan O₂ (oxígeno), convirtiendo el carbono en carbohidratos para la estructura de la planta; la fórmula química del proceso es: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{energía} \leftrightarrow \text{CH}_2\text{O} (\text{carbohidrato}) + \text{O}_2$.
 - *Hidrosfera*: conformado por los cuerpos de agua, donde su principal elemento son los océanos que absorben el CO₂ de la atmósfera disolviéndose en él formando algo llamado ion bicarbonato¹¹; este es un proceso de captación y liberación que ocurre constantemente; el aumento de la absorción de CO₂ está haciendo que los océanos se acidifiquen; al morir los seres marinos, los cuales utilizan el CO₂ en el proceso para formar sus tejidos, caparazones, etc, al morir esto baja como sedimento al fondo de los océanos.
 - *Litosfera*: es la capa superficial de la tierra; de una forma mucho más lenta el contacto entre el suelo, agua y CO₂, forman un sedimento llamado ácido carbónico que más tarde es arrastrado hasta los mares; importante mencionar que las rocas tienen carbono.
11. El efecto invernadero en Marte y Venus: se podría decir que Venus, Marte y la Tierra, son planetas familia, ya que son sólidos, están rodeados de atmósfera, tienen tamaños parecidos y orbitan cerca del Sol; un elemento clave es la temperatura del suelo de estos, vemos que Venus es el segundo planeta más cercano al Sol con una atmósfera mucho mayor que la Tierra teniendo temperaturas de 460°C en la superficie debido a la presencia de grandes cantidades de CO₂ en su atmósfera; el efecto invernadero en Venus es un fenómeno desbocado, donde se evapora toda el agua que está tenía; Marte tiene un pequeño efecto invernadero por su delgada atmósfera (Miguel Angel Lòpez, 2009).
12. Algunas fechas importantes en la historia sobre el CO₂, el efecto invernadero y cambio climático: algunas fechas importantes (Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie):
- a. En 1750, el Escocés Joseph Black, además de haber definido el calor latente y específico, pasa a la historia por identificar el dióxido de carbono (CO₂).
 - b. En 1824, Joseph Fourier, matemático y físico francés, es el primero en hablar sobre el efecto invernadero, publicando que la tierra se mantiene templada porque la atmósfera retiene el calor, como si estuviera en un invernadero.
 - c. En 1860, John Tyndall, físico irlandés, advierte que la variación de vapor de agua o de CO₂ en la atmósfera generaría cambios climáticos; también explica como algunos gases en la atmósfera retienen el calor que refleja la superficie terrestre.
 - d. En 1896, el químico sueco Svante Arrhenius en colaboración con Guy Stewart Callendar, sientan las bases de la relación entre los cambios en la concentración de CO₂ en la atmósfera y el clima, este informe fue publicado en la revista Philosophical magazine, donde muestran la capacidad de absorción que tiene el CO₂ detallando el calor que absorbería la atmósfera teniendo diferentes concentraciones de CO₂ (Elvira,

¹¹ Ion Bicarbonato: se produce en el proceso de intercambio entre los océanos y la atmósfera, durante la absorción de CO₂ en el proceso intermediario de este proceso está el ácido carbónico.

- 1996); Arrhenius es llamado el padre del concepto de cambio climático, resalto que la actividad industrial podría ser una solución técnica para alejarse de la próxima era glaciaria; este tema fue olvidado durante años; Arrhenius recibiría en 1903 el premio nobel de química por su contribución en al campo de la disociación electrolítica.
- e. En 1913, los físicos franceses Charles Fabry y Henri Buisson, descubren la capa de ozono.
 - f. En 1938, el inglés Guy Stewart Callendar, sugiere en una conferencia en la Royal Meteorological Society de Londres, que el planeta está presentando un calentamiento por el aumento de CO₂.
 - g. En 1941, Hermann Flohn, climatólogo alemán, publica que la influencia antropogénica producto de la actividad humana está influyendo en el cambio climático del planeta.
 - h. En 1950, se crea la Organización Meteorológica Mundial, la OMM.
 - i. En 1954, el inglés Evelyn Hutchinson es el primero a postular que la deforestación, provoca el aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera.
 - j. En 1958, el estadounidense Charles David Keeling se esforzó por medir las concentraciones de CO₂ en la atmósfera, recordó que es un gas que no podemos ver (incolore) y oler (inodoro); Keeling crea la famosa curva de Keeling, donde muestra el aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera, estas medidas se hicieron en la estación de Mauna Loa en Hawái¹²:

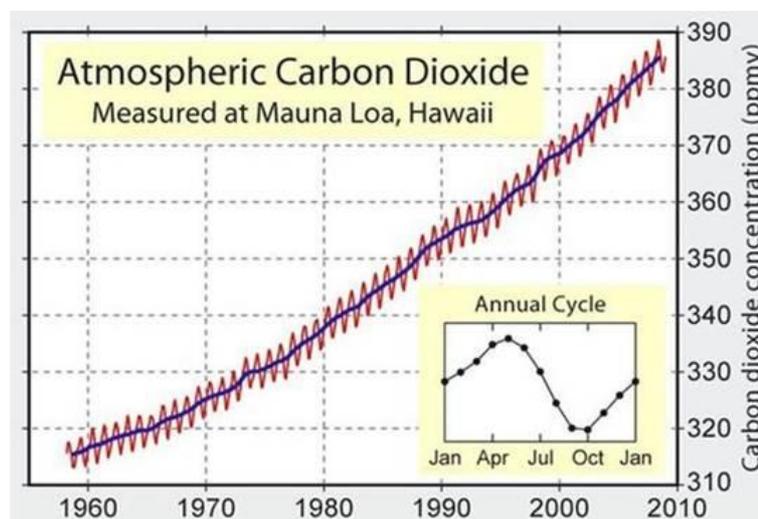


Imagen 8: curva de Keeling, concentración de CO₂ en la atmósfera (Laing, 2016)

¹² En la actualidad este medidor ubicado en el volcán Mauna Loa (Hawái) a 3400 metros sobre el nivel del mar pertenece a la National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) agencia de los Estados Unidos, es considerado el mejor medidor de CO₂ en la atmósfera; Keeling ideó una medición exacta del CO₂, la cual tiene calibraciones constantes; este observatorio está rodeado de lava desnuda, sin vegetación, y a mucha distancia de las emisiones de CO₂ producidas por la actividad humana, circunstancias que favorecen la exactitud de las mediciones; desde 1995 este observatorio es el Laboratorio Central de Calibración de CO₂, de la Organización Meteorológica Mundial (Bolufer, 2012).

- k. En 1967, los científicos Syukuro Manabe (científico japonés) y Dick Wetherald (científico estadounidense) plantearon los primeros modelos informáticos capaces de simular el comportamiento del clima y proyectar el impacto de los GEI en la temperatura global; sus resultados establecieron que el doble de concentración de CO₂ en el planeta aumentara la temperatura terrestre; la gran mayoría de modelos actuales de simulación climáticas, están basados en las metodologías de Syukuro y Wetherald.
- l. En 1971, el estudio de Man's impact on the climate, uno de los primeros análisis científicos, fue apoyado por el MIT (Massachusetts Institute of Technology), concluye que hay un gran potencial de peligro por el cambio climático causado por hombre.
- m. En 1974, el mexicano Mario Molina y el estadounidense Sherwood Rowland, alertan que los gases de clorofluorocarbonos (CFC) utilizados en los aerosoles, y sistemas de enfriamientos son elementos negativos para la capa de ozono.
- n. En 1975, el científico estadounidense Wallace Broecker profesor de la Universidad de Columbia publica en la revista Science el texto "Cambio Climático: ¿Estamos al borde de un calentamiento global pronunciado?", haciendo público el uso del término Calentamiento Global.
- o. En 1979, en Ginebra (Suiza) se realiza la primera conferencia mundial sobre el clima, convocada por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), en donde se habla del cambio climático y los problemas que causara en el planeta.
- p. En 1983, un reporte de la agencia de protección del medio ambiente en Estados Unidos advierte que el calentamiento del planeta alterara importantes condiciones en la agricultura, la economía y perturbaciones políticas.
- q. En 1985, la PNUE (Programa de las naciones unidas para el medio ambiente), recomienda establecer un tratado para luchar contra el cambio climático; también en este año se confirma la relación entre CO₂ y temperatura en periodos pasado, por medio de los hallazgos en la estación rusa de Vostok en la Antártida.
- r. En 1987, se firma el Protocolo de Montreal que restringe el uso de ciertos componentes químicos que afectan la capa de ozono; este informe no tiene en cuenta el cambio climático.
- s. En 1988, se crea el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), para recopilar y examinar las evidencias sobre el cambio climático; también en este año el estadounidense James Hansen director del Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA informa al senado que el calentamiento global ha alcanzado un alto grado de certeza, este testimonio fue en contra del gobierno de Ronald Reagan quien no creía en el cambio climático.

- t. En 1990, Finlandia es el primer país en instalar un impuesto al CO₂; también durante este año el IPCC publica su primer reporte de evaluación, que confirma la fuerte influencia del hombre sobre el clima y el calentamiento del planeta.
 - u. En 1992, en la conferencia de la tierra en Rio de Janeiro (Brasil), se confirma por la comunidad internacional los riesgos del cambio climático y sugieren la firma de una convención entre las naciones.
 - v. En 1995, el IPCC publica su segundo reporte sobre el cambio climático.
 - w. En 1997, se firma el tratado o protocolo de Kioto, colocando el acuerdo para que los que países firmantes reduzcan en un 6% las emisiones de gases GEI, con respecto a las mediciones de 1990; importante mencionar que no se fijan objetivos a los países en desarrollo.
 - x. En 2001, el presidente de Estados Unidos, George W. Bush, comunica que no desea implementar las metas del protocolo de Kioto, porque estas afectarían gravemente la economía de USA (siendo los mayores productores de CO₂), este documento ya había sido firmado durante el gobierno de Bill Clinton, pero el congreso de su país no lo ratificó, USA estaba simbólicamente; también en este año el IPCC presenta su tercer reporte sobre el clima y el cambio climático.
 - y. En 2005, el protocolo de Kioto entra en marcha sin los Estados Unidos; también en ese mismo año China pasa ser el mayor emisor de CO₂ con 5'896'958 CO₂ kt, superando a los Estados Unidos con 5'789'727 CO₂ kt.
 - z. En 2006, se presenta en Gran Bretaña el reporte Stern en "The economics of the climate change", siendo el primer informe no científico presentado por el economista Nicholas Stern; donde concluye que no actuar anticipadamente ante el cambio climático los costos serán muy bajos comparados con el costo de no hacer nada.
 - aa. En 2007, Al Gore ex vicepresidente de los Estados Unidos y el IPCC reciben el premio nobel de la Paz, por sus esfuerzos por ampliar y difundir el conocimiento sobre el cambio climático provocado por el hombre; también en este año el IPCC presenta su cuarto reporte sobre el clima y el cambio climático.
 - bb. En 2011, Canadá se retira del protocolo de Kioto; este país hizo este anuncio al final de la cumbre de Durban sobre el cambio climático.
 - cc. En 2013, el observatorio de la NOAA en Mauna Loa informa que la atmósfera ha superado las concentraciones de 400 ppm, la concentración más alta desde que comenzaron las mediciones en 1958; también en este año el IPCC presenta su quinto reporte.
13. Protocolo de Kioto (PK) : *el Protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un documento creado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir al 6% las emisiones de*

seis gases de efecto invernadero (medidas en 1990) que causan el calentamiento global; estos gases son el dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido de nitrógeno (N₂O), y los otros tres son gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Esta reducción se debe realizar en el periodo que va de 2008 a 2012 (wikipedia, s.d.). Países firmantes de protocolo de Kioto:

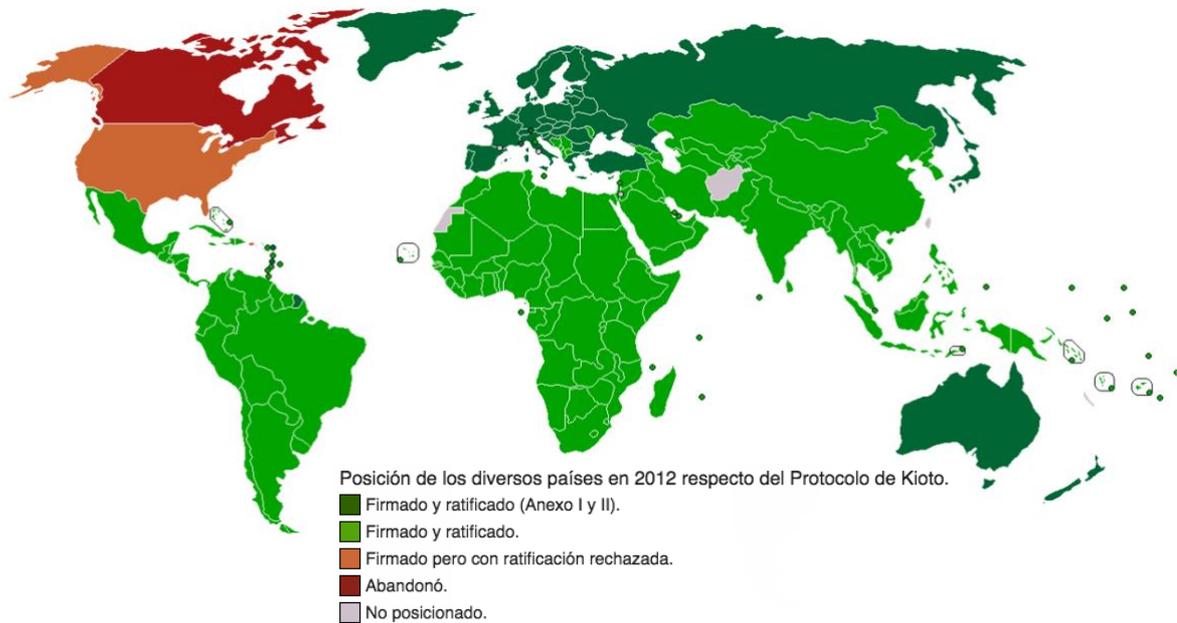


Imagen 9: posición de los países y la aplicación del protocolo de Kioto (wikipedia, s.d.)

Los Estados Unidos no ha ratificado el protocolo de Kioto.

14. Concentraciones históricas de los GEI: a lo largo de la historia se pueden ver las concentraciones de algunos gases con efecto invernadero; vemos que a partir de la revolución industrial estos han aumentado de una forma exponencial:

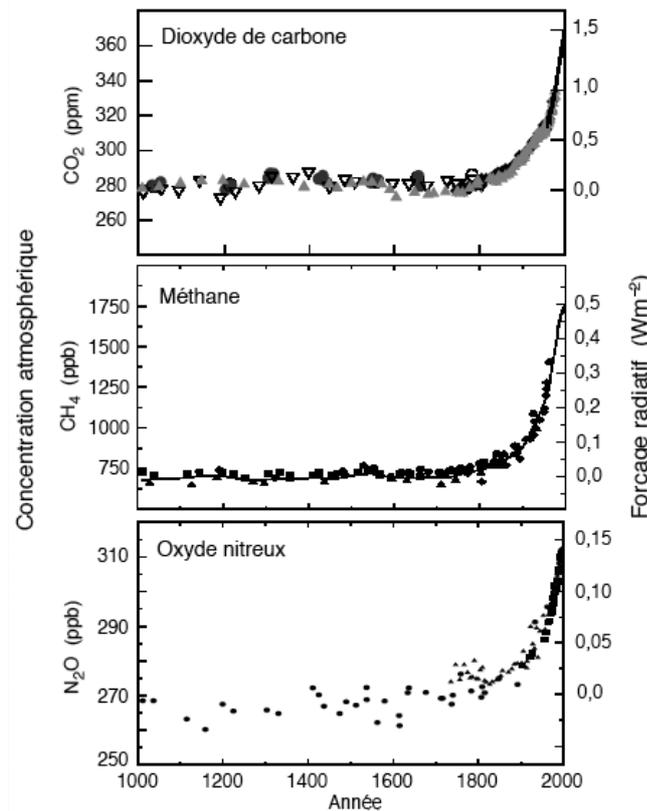


Imagen 10: concentraciones atmosféricas de CO₂, CH₄ y N₂O (Giolo, 2006)

Vemos en la imagen anterior que las concentraciones en la atmósfera de CO₂, metano y el óxido de nitrógeno tienen un comportamiento similar, creciendo a partir del comienzo de la revolución industrial.

Los científicos han logrado obtener las concentraciones atmosféricas de CO₂ históricas de los últimos 400000 años en la tierra; estos datos provienen de pequeñas burbujas de aire atrapadas en el hielo de la Antártica¹³, que han permitido que los científicos puedan cuantificar la concentración de CO₂ y otros gases con efecto invernadero en los últimos 400000 años; podemos ver en la imagen siguiente que los valores de CO₂ fluctúan entre 180 y 280 ppm¹⁴; los datos fueron tomados de la estación Rusa en Vostok y donde se suman los datos de la estación de Mauna Loa:

¹³ Valores históricos de CO₂: El análisis de los gases retenidos en muestras de hielo, obtenidas a distintas profundidades de la Antártica y Groenlandia (Con perforaciones de hasta 2000m), ha permitido conocer la concentración del CO₂ atmosférico y de otros gases de efecto invernadero, durante por lo menos 150.000 años. Estas concentraciones han variado en la escala temporal de las glaciaciones, con concentraciones bajas durante los periodos glaciares (temperaturas bajas) y relativamente altas durante los periodos interglaciares (temperaturas altas), con transiciones rápidas tanto en la variación de la temperatura como en la concentración de CO₂. En el polo cada año se forma una capa de hielo, diferente de la anterior. Al perforar y profundizar medimos la concentración del CO₂ en el aire atrapado mucho antes de 1812 en las burbujas de hielo (Bolfer, 2012).

¹⁴ ppm: partes por millón.

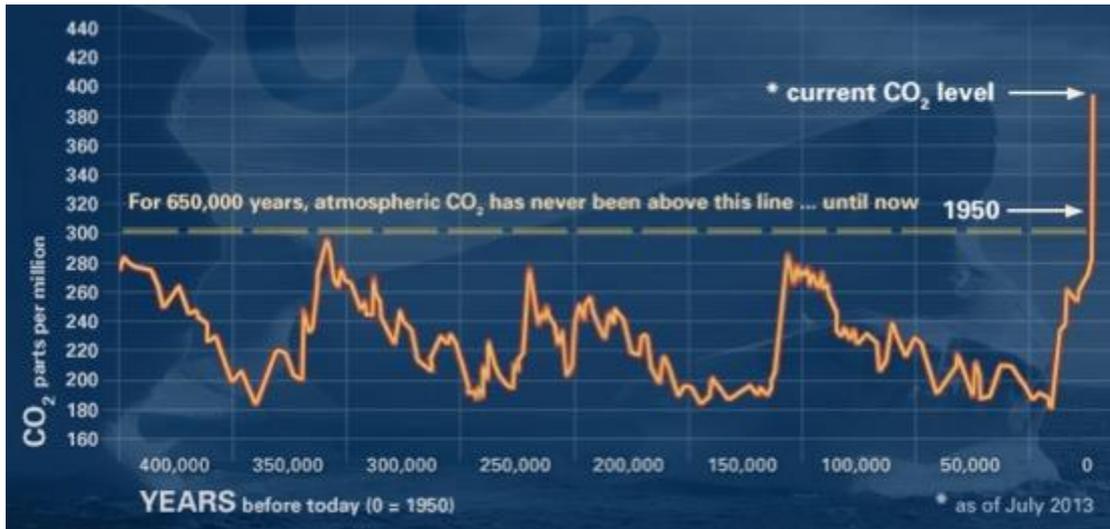


Imagen 11: concentraciones atmosféricas de CO₂ de los últimos 400000 años (Observatorio Boliviano de Cambio Climático y Desarrollo - OCCBD)

Los datos actuales muestran concentraciones atmosféricas de 400 ppm, valores nunca registrados en la tierra.

Cada día la concentración de CO₂ es inferior a mediodía, y superior en horas de oscuridad, debido a la fotosíntesis de la vegetación (ciclo diario). A lo largo del año en meses de alta radiación solar (junio, julio, agosto) la actividad fotosintética es más elevada, y disminuye la concentración de CO₂ (ciclo anual). El ciclo de un decenal de actividades solares influye también en la concentración de CO₂, por tanto, las mediciones de CO₂ se promedian, para limar esas oscilaciones (Bolufer, 2012).

Es muy importante mencionar:

“El hombre actual lleva muy poco tiempo en el planeta comparada con todos los años que tiene nuestro planeta, y este hombre busca escribir la historia de planeta”

15. Como se toman los valores históricos de temperatura media y CO₂: hay varias metodologías (Luis Echarri, 1998) para conocer que paso en periodos pasados, están las siguientes metodologías de tomas:

- *Burbujas de aire*, en el hielo de la Antártida y Groenlandia han quedado atrapadas burbujas con la composición de gases, que por varios isótopos radiactivos se puede deducir la temperatura, llegando a obtener datos hasta más de 200000 años.
- *Anillos de troncos de árboles*, y restos fósiles de estos, dan indicios del clima pasado, se pueden obtener valores de 3000 años.
- *Polen y sedimentos*, ayuda a conocer la flora y fauna pasada presente, el tipo de sedimento es propia de condiciones climáticas determinadas.

16. Sumideros de Carbono: es un deposito natural o artificial que almacena carbono (C) y contribuye a la reducción de este gas en la atmósfera; a raíz del protocolo de Kioto, se ha

¹⁵ Concentraciones de CO₂: las concentraciones de CO₂ bajas en las eras glaciales y altas en las eras interglaciarias.

buscado técnicas para capturar y almacenar el carbono; una de las técnicas más conocidas es la que tienen los árboles de almacenar el C en forma de biomasa; podemos mencionar sumideros naturales como:

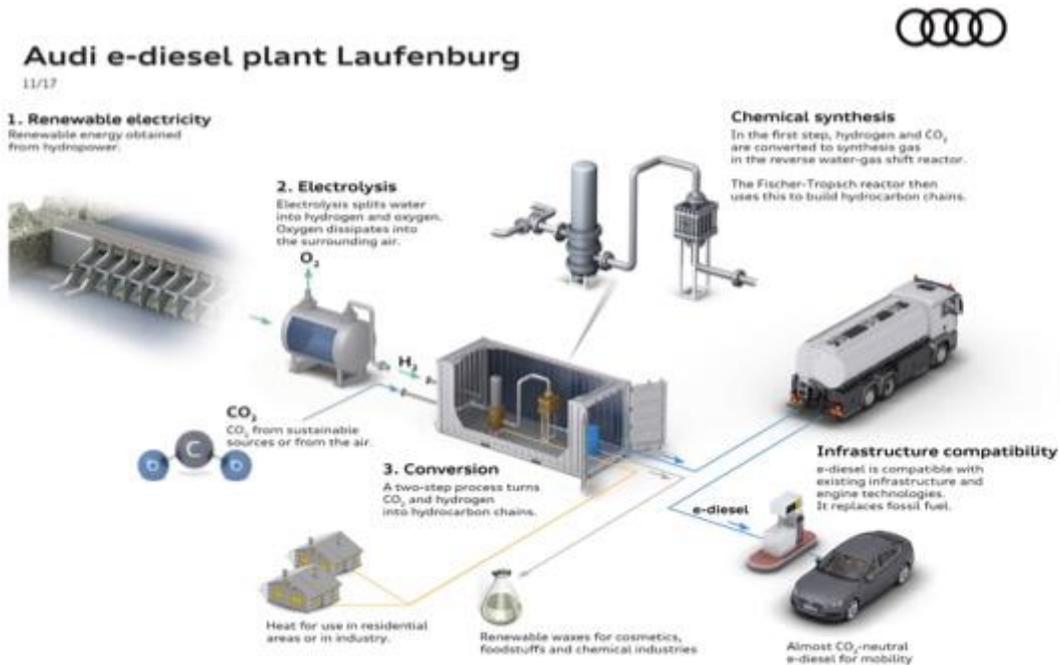
- *Los Bosques:* los árboles son importantes sumideros naturales de nuestro planeta, acumulando el carbono en la madera, absorbiendo el CO₂ en el proceso de fotosíntesis almacenando el C y liberando el O₂ a la atmósfera; la reforestación es una de las estrategias para bajar la acumulación de CO₂ en la atmósfera. Es importante mencionar que la captura de carbono ocurre durante el desarrollo de los árboles, y se detiene cuando los árboles llegan a su madurez, esta captura de CO₂ en la cual el árbol guarda el C en forma de madera.
- *Los Océanos:* son considerados los principales sumideros de carbono natural, son capaces de absorber el 50% de lo emitido a la atmósfera (wikipedia); el problema de esta absorción es que tiene un límite, el cual al sobre pasar hace que los océanos se acidifiquen la cual consiste en la reducción del pH; la acidificación tiene un impacto negativamente en la vida de los seres que están en el océano (wikipedia).

17. Secuestradores de carbono: es el proceso de extracción del carbono o del CO₂ de la atmósfera y lo almacena en un depósito (wikipedia).

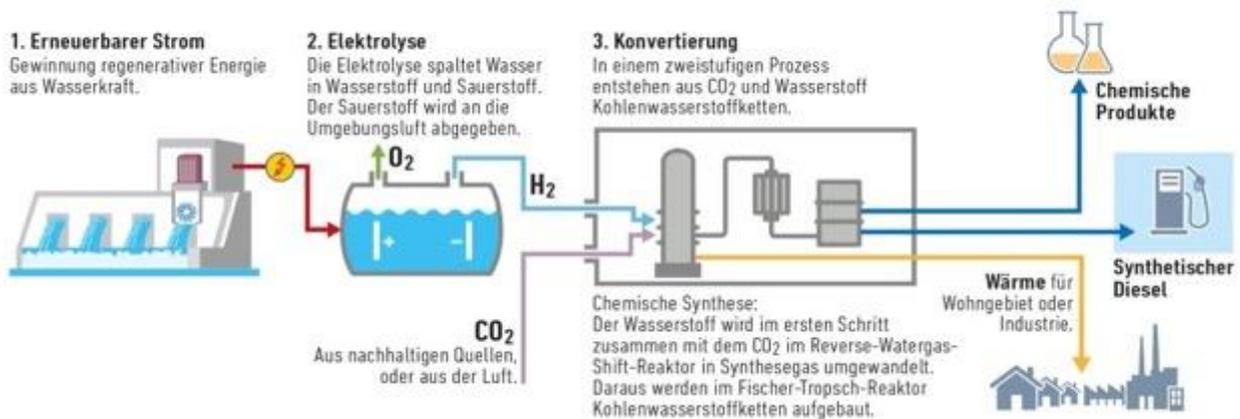
18. Utilización del CO₂: según la científica Lourdes Vega, el CO₂ se utiliza en los siguientes procesos o áreas (Manuel Ansedo, 2014):

- *Apagar incendios,* como productos para los extinguidores.
- *Limpiar alimentos* de insectos y ácaros; el CO₂ reemplaza otros químicos utilizados y que están prohibidos en el Protocolo de Montreal.
- *Eco-cemento,* el cual es creado tomando el CO₂ de las chimeneas, convirtiéndolo en carbonato precipitado, el Grupo Essentium es una de las empresas que proponen este cemento.
- *Producir cerveza,* el agua carbonatada o agua con gas es una mezcla de agua con CO₂.
- *Refrigerantes,* el CO₂ es un refrigerante natural denominado R-744, que reemplaza los fluidos utilizados actualmente y los cuales atacan la capa de ozono como los clorofluorocarbonos (CFC).
- *Producir alimento,* es muy conocido el uso de CO₂ en invernaderos para mejorar el proceso de fotosíntesis de las plantas, estos procesos dan a las plantas un mayor crecimiento y salud (Plataforma Tecnológica Española del CO₂, 2013).
- *Plásticos,* la utilización de CO₂ como reactivo en la síntesis de policarbonatos, para el procesado de polímeros o para la formación de materiales donde la molécula de CO₂ forma parte de nuevos polímeros (Plataforma Tecnológica Española del CO₂, 2013).
- *Medicina,* el CO₂ forma parte importante de la reacción para la obtención de algunos fármacos, como el ácido acetilsalicílico llamada comercialmente aspirina (Plataforma Tecnológica Española del CO₂, 2013).

- *Audi y el E-diesel*, biocombustible¹⁶ desarrollado por Audi, el cual se produce con una mezcla de agua y CO₂ que se toma del aire (Audi AG, 2012); por medio de un proceso de electrolisis se separa del agua el hidrógeno, pasa a reaccionar con el CO₂ en el proceso de conversión que se realiza a temperaturas y presiones elevadas, al final bajo un proceso de refinado se obtiene el E-diesel; el proceso es el siguiente.



So wird synthetischer Dieselerersatz in Laufenberg hergestellt



Quelle: Audi / FA.Z-Grafik Kaiser

Imagen 12: esquema para la producción de E-diesel (Departamento de Comunicação Audi do Brasil, 2017) (González, 2017) (Winterhagen, s.d.)

- *Maquina Suiza que absorbe CO₂*: a 30min de Zúrich, en Hinwil se está llevando a cabo un proyecto para absorber el CO₂, por medio de 18 grandes ventiladores, los cuales absorben el aire, y los filtros cubiertos por sustancias químicas al interior que se calientan a 100°C, recogiendo CO₂ puro; esta máquina fue desarrollada por la

¹⁶ Biocombustible: Los combustibles sólidos, líquidos o gaseosos producidos a partir de biomasa.

compañía Climeworks¹⁷, el objetivo es capturar hasta 900 toneladas de CO₂ por año (BBC Mundo Ciencia, 2017).



Imagen 13: maquina Climeworks para capturar CO₂ (Climeworks)

19. **Huella de carbono:** mide la totalidad de GEI emitidos de forma directa o indirecta de un individuo, organización, evento o producto, para luego formular estrategias públicas, privadas para bajar este valor. Las huellas de carbono pueden ser de los siguientes tipos (Cambio Climático Global, s.d.):

- *Huella de carbono de una organización o industria:* está basada en las normas internacionales ISO 14064-1¹⁸, GHG Protocol¹⁹; el estudio se hace a lo largo de un periodo de tiempo, normalmente un año, se hacen cuatro medidas mensuales para un total de 48 al año permitiendo calcular el total emitido.
- *Huella de carbono de productos o servicios:* está basada en las normas internacionales PAS 2050 (PAS: Public Available Specification; esta norma ha sido elaborada por el British Standard Institution), ISO 14067; está enfocada al periodo de vida o ciclo de vida²⁰ del producto.
- *Huella de carbono personal:* calcular la huella de carbono personal, permite al ciudadano tener una visión global de su participación en el calentamiento global y tomar conciencia sobre el impacto que tienen sus emisiones de dióxido de carbono CO₂; el padre de la huella de carbono personal es el ingeniero y diplomático

¹⁷ Climeworks: <http://www.climeworks.com/climeworks-ag-builds-first-commercial-scale-co2-capture-plant/>

¹⁸ ISO 14064: se ha definido como una herramienta en el área de cálculo de emisiones de efecto invernadero. El objetivo de la norma es dar credibilidad y veracidad a los reportes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) así como a las declaraciones de reducción o remoción de GEI (Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial Gobierno Vasco, 2013); la norma tiene varias subdivisiones siendo la primera la ISO 14064-1 donde especifica los pasos a seguir para poder estimar las emisiones de GEI y la realización de un informe de emisiones y remociones en una entidad, ISO 14064-2 corresponde a la guía para poder plantear proyectos y poder hacer el informe de reducción o aumento de emisiones, ISO 14064-3 detalla los pasos para declarar que las mediciones realizadas por una entidad sean válidas y verificables (Guerrero & Morales, 2012).

¹⁹ GHG Protocol: Greenhouse Gas Protocol, es una normativa metodológica que se utiliza para contabilidad y el reporte de GEI.

²⁰ Ciclo de vida: es un término creado para cuantificar el impacto ambiental de un material desde la extracción y el procesamiento de la materia prima, hasta la fabricación, transporte, distribución, uso, reutilización, mantenimiento y reciclaje para su disposición final, el cual determina la huella medioambiental de un material o un producto.

francés, Jean-Marc Jancovici que lanza esta aplicación en 2007; hay muchísimas paginas donde se pueden realizar este cálculo como *CeroCO2*²¹, y *Carbon Footprint*²² la más popular, donde se responde a una serie de preguntas de un cuestionario sobre las actividades humanas diarias y/o cotidianas realizadas en un periodo de 12 meses, el cuestionario tiene las acciones relacionadas con los hábitos en la vivienda o alojamiento (electricidad, gas, calefacción, etc), movilidad y desplazamientos (vuelos de avión, utilización de carro, uso de transporte público, etc), alimentación (cantidad de carne, pescado, productos lácteos, vegetales, bebidas, etc) y consumo de productos (equipos tecnológicos, ropa, muebles, plásticos, etc).

Un ejemplo de huella de carbono personal utilizando la página online de Carbon Footprint, donde paso a paso se responde un cuestionario de hábitos y actividades diarias y/o cotidiana, al final presenta la huella de carbono para una persona o empresa pequeña:

Calculatrice du bilan carbone du ménage
Entrez votre consommation de chaque type d'énergie et appuyez sur le bouton Calculer

Votre bilan carbone individuel est le résultat de la division de la quantité d'énergie par le nombre de personnes vivant à votre domicile.
Pour calculer le bilan carbone de tout votre domicile, sélectionnez "1".

Combien de personnes vivent à votre domicile ? 1

Electricité : 100 kWh at a factor of 1 kgCO₂e/kWh ou'est-ce-pas-c'est ?

Gaz naturel : 100 kWh

Fioul : litres

Charbon : tonnes

GPL : litres

Propane : litres

Briquettes de bois : tonnes

Calculer le bilan carbone de son domicile

Bilan carbone total de Domicile = 0.02 tonnes de CO₂ **Compenser maintenant**

0.02 tonnes: 100 kWh de gaz naturel [suscritez](#)

Resultados

- Vivienda 0.02 toneladas de CO₂
- Vuelos 2.52 toneladas de CO₂
- Coche 0.07 toneladas de CO₂
- Moto 0.01 toneladas de CO₂
- Autobús/Tren 0.01 toneladas de CO₂
- Secondary 0.97 toneladas de CO₂

Total = 3.60 toneladas de CO₂

Para compensar una parte de tu huella de carbono, o toda ella, marca las secciones de la lista anterior que desees compensar y haz clic en el botón Compensar ahora.

Total a compensar = 3.60 toneladas de CO₂ **Compensar ahora**

- Tu huella es de 3.60 toneladas al año
- La huella media por persona en Colombia es de 1.76 toneladas
- La media de los países industrializados es de unas 11 toneladas
- La huella de carbono media mundial es de unas 4 toneladas
- El objetivo mundial para combatir el cambio climático es de unas 2 toneladas

Si estás utilizando un ordenador público o deseas intentarlo otra vez, puedes [eliminar los datos de tu huella de carbono](#).

Si quieres ideas sobre cómo reducir tu huella de carbono, ve a la [sección de reducción del CO₂](#) de nuestro sitio web.

¿Por qué no [suscribirse a nuestro boletín informativo](#) para estar informado de otras maneras de reducir tu huella de carbono?

Secondary

Indicamos nuestras herramientas de cálculo del CO₂ en la [sitio web](#)

²¹ CeroCO2: <https://www.ceroco2.org/calculadoras/>

²² Carbon Footprint: <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>

Imagen 14: calculo de huella de carbono con la aplicación web de Carbon Footprint (Carbon Footprint, s.d.)

En la página de Carbon Footprint para calcular la huella de carbono personal se hacen preguntas sobre: el domicilio y el tipo de energía que utilizas o facturas eléctricas; los vuelos que realizas; el uso del automóvil preguntando datos sobre la marca, el tipo de modelo, el año de este, el combustible que utiliza y los kilómetros que recorre; si utilizas moto; uso del transporte público como tren, tranvía, bus, taxi y otros, preguntando por los kilómetros; datos secundarios te preguntan los gastos anuales por el uso del teléfono, ropa, medicamentos, educación y otros. Al final en la parte de resultados se obtiene las toneladas de CO2 que produce una persona (en este ejercicio hemos obtenido un valor de **3,6 toneladas de CO2**), también se da la talla de tu huella de carbono, la media nacional del país y el objetivo mundial; los valores anteriores te dan pistas para hacer una estrategia que lleve a la reducción de esa huella, dando consejos²³, y la forma de compensarla de una forma reconocida, con opciones de compensación como, por ejemplo, financiar proyectos:

1 **Portefeuille global**
 Certificat téléchargeable personnalisé disponible pour **28,22 \$** afin de compenser 3 603 tonnes (7,83 \$ par tonne)
[Ajouter au panier](#)



Personalise your certificate by entering the name and date in the red boxes below, then click Add To Basket:

2

This certificate acknowledges that **Javier Trespalacios** offset 3,603 tonnes of carbon dioxide emissions through supporting projects around the world, which reduce carbon emissions through avoidance measures and clean / renewable energy generation helping to combat climate change and sustaining our environment for future generations
30 January 2018

3 **VOTRE PANIER** Concevoir : \$ USD

Article	Quantité	Les options	Total	
Portefeuille global	3 603	certificat personnalisé téléchargé (gratuit) pour Javier Trespalacios du 30 janvier 2018 (certificat de changement)	28,22 \$	retirer
Total de la commande (TVA incluse)			28,22 \$	

Pour compléter votre commande, vous aurez besoin d'un compte utilisateur Carbon Footprint, gratuit et rapide à configurer. Appuyez sur le bouton pour vous connecter ou créer un nouveau compte.

4

This certificate acknowledges that **Wanderlust Road Trip Relief E&C Team** offset 1,221 tonnes of carbon dioxide emissions through supporting projects around the world, which reduce carbon emissions through the displacement of heat fuels through clean / renewable energy generation helping to combat climate change and sustaining our environment for future generations
1 October 2014

Imagen 15: pasos simples para obtener un certificado personal por la compensación de la huella de carbón calculada con la aplicación web de Carbon Footprint (Carbon Footprint, s.d.) (Wanderlust Road Trip)

La imagen anterior muestra de manera simple los pasos para obtener un certificado por la compensación personal por la huella de carbono ocasionada; retomamos el cálculo simple de ejemplo donde obtuvimos una huella de carbono con **3,6 toneladas de CO2**; los pasos son:

²³ Carbon Footprint, consejos para reducir tu huella: <https://www.carbonfootprint.com/minimisecfp.html>

- *Paso 1*²⁴: seleccionar un proyecto que ayude a compensar la huella de carbón personal; en este ejercicio se seleccionó los proyectos globales del VCS²⁵; también hay propuestas de proyecto en Gran Bretaña para la siembra de árboles y otros; para nuestra selección pagaremos 28,22 \$ dólares (7,83 \$ por toneladas).
- *Paso 2*²⁶: incluir los datos para llenar el certificado.
- *Paso 3*²⁷: pago para obtener el certificado.
- *Paso 4*²⁸: obtención del certificado de compensación por la huella de carbonó personal.

Lo anterior está definido como neutralidad del carbono o Carbono Neutrality²⁹, el cual es definido como la descripción de una entidad (empresa, servicios, producto o persona) donde las emisiones generadas han sido compensadas por ejemplo financiando proyectos de reducción de carbono en el mundo; para una estrategia más profesional se aplica la norma PAS 2060 Carbon Neutrality³⁰.

Las aplicaciones para calcular las huellas de carbono también dan información de cómo compensar el CO2 producido, por ejemplo, dando información de cuanto arboles deberían sembrar, una vez obtenido estos resultados.

Es importante mencionar que las huellas de carbono al interior tienen acciones que se pueden clasificar en la siguiente forma:

- *Fuentes directas*: son los valores de emisiones de GEI por la de quema de combustibles fósiles, y demás actividades que generen GEI de forma directa.
- *Fuentes indirectas*: son las emisiones de GEI indirectamente, siendo un ejemplo la electricidad, la cual se genera a kilómetros del lugar de uso.
- *Fuentes secundarias*: son las emisiones de GEI producidas por la movilización o transporte de materia prima o materiales, movilización de personas (por ejemplos, contratistas, viajes de negocios, etc).

Al momento de presentar un informe de huella de carbono basado en la normativa GEI, deben contener los valores directos e indirectos; después de este informe se plantean los

²⁴ Paso 1: <https://www.carbonfootprint.com/offset.aspx?o=3.6034299889154424&r=CalcSummary>

²⁵ VCS: Verified Carbon Standard, para más información sobre la verificación están los detalles en <https://www.carbonfootprint.com/vcs.html>; entre los proyectos a financiar por medio de la compensación están: el proyecto hidroeléctrico en Mariposas Chile, el cual reduce 21000 toneladas de CO2 por año este proyecto apoya los ODS 7 utilización de recursos locales, ODS 8 aumento de las actividades comerciales, creación de empleo y otros por el uso de energías limpias, ODS 13 combatir por el cambio climático; también hay otros propuestas de proyectos en India para un proyecto de energía eólica.

²⁶ Paso 2: <https://www.carbonfootprint.com/certificate.aspx?i=5496bc66-89b3-4d9c-8a8e-f7c612e43060>

²⁷ Paso 3: <https://www.carbonfootprint.com/basket.aspx>

²⁸ Paso 4: ejemplo de certificado en <http://www.wanderlusttr.co.uk/fr/carbon-offset-certificate-for-wanderlust-road-trip-relief/>

²⁹ Carbono Neutrality, <https://www.carbonfootprint.com/carbonneutrality.html>

³⁰ PAS 2060 Carbon Neutrality, esto es conforme a las especificaciones BSI (British Standard Institute), en la cual propone: plan de gestión del carbono, seguimiento de la huella de carbono, estrategia para la reducción y reporte, compensación de carbono por medio de proyectos y la verificación de esta acción, y marketing robusto por la compensación de esta acción.

impuestos y multas por el impacto, también los incentivos por los progresos a bajar estos valores.

Cada vez esta aplicación es más popular; *“la Huella de Carbono no es más que una útil herramienta que científicos, sociólogos, estudiosos y público en general han colocado en manos del ser humano para entender el daño que sus actividades están causando al medio ambiente; daño que a pesar de que cada vez es más evidente, no parece captar la atención de los principales dirigentes del mundo y está llevando a miles de personas a sufrir desgracias producto de la alteración del orden natural”* (Cambio Climático Global, s.d.).

La huella de carbono fortalece las relaciones entre compañías y proveedores viendo los puntos críticos y las oportunidades de negocios en la cadena de producción.

Con un resumen simple definimos los pasos para hacer y aplicar la huella de carbono utilizando la aplicación que ofrece la más importante para hacer cálculos, la Carbon Footprint:

1. **Calcular:** selección del tipo de entidad, las cuales son: personal³¹ (la cual se puede hacer de manera online), pequeña empresa³² (la cual se puede hacer de manera online), gran empresa³³ (se necesita un programa informático más avanzado y la colaboración de un experto) y productos³⁴ (también está incluido los servicios, para este se tiene presente el ciclo de vida de un producto).
2. **Objetivos**³⁵: se definen los objetivos apropiados para la reducción de emisiones.
3. **Reducción**³⁶: las acciones que llevan a la reducción de emisiones; se hacen de forma individual buscando consejos o tips para bajar la huella de carbono, a nivel de empresas es más complejo, pero se pueden realizar algunas acciones simples, como medir el consumo de energía³⁷ o colocar afiches que hagan hacer reflexiones³⁸ sobre impactos.
4. **Compensación**³⁹: la compensación de carbono es el medio para reducir las emisiones que no se pueden eliminar; este paso se basa en la normativa PAS 2060 sobre la neutralidad de carbono.
5. **Comunicación**⁴⁰: es importante la comunicación porque motiva las acciones contra el cambio climático, motiva a los empleados dentro de una empresa, demuestra de

³¹ Huella de carbono individual o personal: <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>; es importante mencionar que este programa online ha sido utilizado por más de 1 millón de usuarios.

³² Huella de carbono pequeña empresa: https://www.carbonfootprint.com/small_business_calculator.html

³³ Huella de carbono gran empresa: <https://www.carbonfootprint.com/companiescalc.html>

³⁴ Huella de carbono de productos y servicios: <https://www.carbonfootprint.com/productlifecycle.html>; los compradores y las empresas son cada vez más conscientes del impacto ambiental que genera las acciones y los productos y servicios que se adquieren, una huella de carbono ayuda al usuario una mejor escogencia y a diferenciar una marca; para esto se tienen presente el ciclo de vida de los productos.

³⁵ Objetivos reducción Huella de carbono: <https://www.carbonfootprint.com/sciencebasedtargets.html>

³⁶ Reducción Huella de carbono: <https://www.carbonfootprint.com/reduce.html>

³⁷ Hacer estimaciones de consumo de energía: https://www.carbonfootprint.com/energy_efficiency_test.html

³⁸ Afiches que ayudan a reflexionar sobre el impacto de ciertas acciones:
<https://www.carbonfootprint.com/posters.html>

³⁹ Compensación Huella de carbono: <https://www.carbonfootprint.com/carbonoffset.html>

⁴⁰ Comunicación Huella de carbono: <https://www.carbonfootprint.com/communicate.html>

forma publica sus acciones por la reducción de CO₂; esta comunicación se hace en las redes sociales y el site web de la empresa, en el material de marketing, reuniones internas con los empleados y reuniones de ventas.

6. *Exigencias legales*⁴¹: que las acciones sean marcadas por las normativas existentes para la energía, compromiso de reducción de emisiones, las certificaciones de medidas de emisiones de CO₂ y otros.

20. Reducción de huella de carbono por reciclaje: por la reutilización o reciclaje se cumple una cantidad de emisiones de GEI que no se emitirán, los valores son los siguientes:

Material	Cantidad	Reducción de CO ₂
Plástico	1 kg	1,5 kg de emisiones CO ₂
Papel	1 kg	0,9 kg de emisiones CO ₂
Aluminio	1 kg	9 kg de emisiones CO ₂
Vidrio	1 kg	0,3 kg de emisiones CO ₂
Tetrapak (75% aluminio, 20% Plástico y 5% papel)	1 kg (0,75 kg Aluminio, 0,2 kg plástico y 0,05 kg papel)	9 kg de emisiones CO ₂ (Aluminio) 1,5 kg de emisiones CO ₂ (Plástico) 0,9 kg de emisiones CO ₂ (Papel)

Tabla 5: ahorro de emisiones de CO₂ por reciclaje (Comisión Europea, s.d.)

Por ejemplo, reciclamos al mes en una escuela en el municipio de Malambo en el departamento del Atlántico en Colombia: 10kg de vidrio por botellas de agua, 15 kg de latas de Coca-Cola, 5kg de botellas plásticas de té frío y 8kg de cajas de jugos envasados en Tetrapak, estamos dejando de emitir:

- *Vidrio botellas de agua*: 10kg x 0,3kg de CO₂ = 3kg de emisiones de CO₂
- *Aluminio latas de Coca-Cola*: 5kg x 9kg de CO₂ = 45kg de emisiones de CO₂
- *Plástico botellas te frío*: 15kg x 1,5kg de CO₂ = 22,5kg de emisiones de CO₂
- *Tetrapak cajas de jugo*: 8kg x 0,75 x 9kg de CO₂ (por aluminio) + 8kg x 0,2 x 1,5kg de CO₂ (por plástico) + 8kg x 0,05 x 0,9kg de CO₂ (por papel) = 56,76kg de emisiones de CO₂
- **TOTAL**: 3kg + 45kg + 22,5kg + 56,76kg = **127,26kg de emisiones de CO₂**

La escuela ubicada en Malambo, por su trabajo de reciclaje, logro dejar de emitir 127,26kg de emisiones de CO₂.

21. Comercio de derecho de emisiones: este es un mecanismo que busca disminuir las emisiones de GEI, colocando valores económicos a los que logran hacer reducción de estos, y castigando a los que aumentan; en la Unión Europea esta estrategia pertenece a las acciones por el clima, y el llamado Régimen de comercio de emisiones⁴².

⁴¹ Exigencias legales Huella de carbono: <https://www.carbonfootprint.com/compliance.html>

⁴² Régimen de comercio de emisiones de la unión europea: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en; también está la información suministrada por la agencia alemana de medio ambiente, explicando cómo se lleva este proceso y las experiencias que han tenido http://climate.blue/download/ETS%20Principios%20B%3%A1sicos%20y%20Experiencias%20Europa%20y%20Alemani_a_BMUB.pdf

22. Certificados de carbono: al tener esta certificación se podrá hacer un sello que podrá ser utilizado en todos sus producto e imagen, marketing de imagen sostenible y cuidado del medio ambiente; está probado que las personas cada vez miran y prefieren productos con certificaciones y sellos que validan el cuidado del planeta; *quienes han obtenido certificaciones se encuentran gozando de los beneficios de marketing, ahorro de costos, valor agregado y apertura de nuevos mercados, mientras que el resto arriesga una mala reputación de marca y pérdida de clientes* (Green solutions, s.d.); una de esas certificaciones es Carbon Footprint quien certifica la cantidad de CO2 emitido, la certificación Carbon Neutral Certified certifica las acciones hechas para neutralizar las emisiones certificadas.



Imagen 16: certificaciones Footprint y Neutral Certified (Green solutions, s.d.)

Para valorizar la neutralización de carbono ya mencionamos que se utiliza la norma PAS 2060 para generar la certificación; permitiendo asegurar que las neutralizaciones adoptadas son correctas

23. Los árboles para absorber CO2: muchas veces se escucha que los bosques aportan madera, protegen las ciudades de avalanchas, detienen la erosión y crean habita a especies animales y vegetales; hoy en día los bosques asumen un papel más importante, y es disminuir el efecto invernadero reduciendo las emisiones de CO2.

Los árboles son un excelente medio para absorber el CO2; podemos mencionar ejemplos de árboles que cumplan esa tarea:

- *El árbol Kiri, conocido como árbol Emperatriz o Paulownia tormentosa, es originario de China. Gracias a sus características, podría ser de gran ayuda contra el calentamiento global, la contaminación y la desertificación del planeta; el Kiri puede purificar un suelo infértil, y absorbe 10 veces más CO2 que cualquier otra especie, un árbol adulto puede llegar a capturar 21,7 kg de CO2 cada día, generando 6 kg de oxígeno, 7920 kg de CO2 al año (EcoInventos, 2018).*

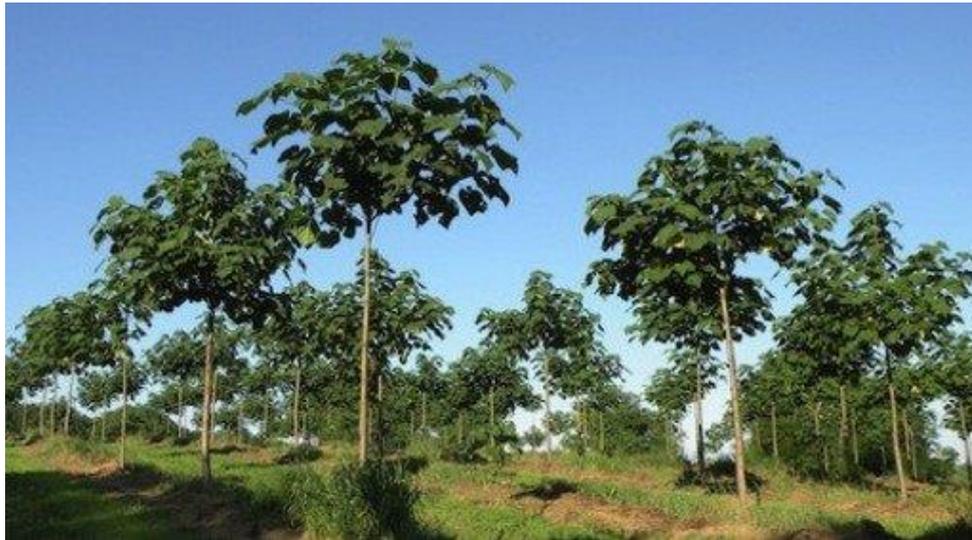


Imagen 17: plantación de Kiri (EcolInventos, 2018)

- Otros ejemplos: un estudio realizado por la Universidad de Sevilla presenta que los árboles que mejor absorben el CO₂ en un entorno urbano son la melia, la acacia de tres espinas, la jacaranda y el olmo, y en un entorno forestal, el pino carrasco, el pino piñonero y el alcornoque (Fundación Aquae, s.d.).

Nombre árbol	Captura de CO ₂	Edad aproximada del árbol
Pino carrasco	48.870 kg	De 35 a 50 años
Pino piñonero	27.180 kg	De 30 a 40 años
Alcornoque	4.537 kg	De 35 a 45 años
Olivo	570 kg	De 25 a 45 años
Olmo	762 kg	De 15 a 20 años

Tabla 6: ejemplos de árboles, cantidad de CO₂ capturado y años de vida (Argos Proyectos Educativos, s.d.)

Entre los anteriores árboles, el que más capta CO₂ es el Olmo con 762 kg por año y 15 toneladas de CO₂ durante sus 20 años de vida.

24. Ejemplo de cómo calcular que tipo de árbol necesitamos para compensar la producción de CO₂ de un edificio: el procedimiento es el siguiente:
- a. *Primer paso*: determinar cuánto CO₂ produce un edificio por año, producto de las necesidades térmicas y la electricidad; en este ejemplo diremos que tenemos una casa de 500m², el uso es vivienda familiar; para este ejemplo, buscaremos la manera más sencilla de conocer cuánto CO₂ o huella de carbono que tienen la vivienda:

Cálculo de Huella de Carbono por consumo de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS), Fuente no eléctrica

1. Consumo de combustible de calefacción y ACS

Sí, mi consumo es de: m3 de gas

NO, pero mi Vivienda tiene 500 m2

2. Resultado

El resultado del consumo de calefacción y agua sanitaria es de: 18980.00 Kg de CO2 eq

Cálculo de Huella de Carbono por consumo eléctrico

1. Consumo eléctrico

Introduzca su consumo de electricidad (en kWh).

500 kWh

¿Tienes energía verde contratada?

No Sí

2. Resultado

El resultado de su consumo eléctrico es de: 185.00 Kg de CO2 eq

Imagen 18: valores de las emisiones de CO2 de una vivienda (CeroCO2, s.d.)

El valor lo tomamos utilizando la página de CeroCO2⁴³; el valor total de emisiones de CO2 es de **19165KgCO2.eq** (Kg de CO2 equivalente), sumando los valores de 18980KgCO2.eq (para cumplir necesidades térmicas) + 185KgCO2.eq (consumo electricidad).

- b. *Segundo paso:* determinar qué tipo de árbol puede absorber la cantidad de CO2 producido por la vivienda; en el punto anterior hablamos del **Kiri**, el cual absorbe 21,7 kg de CO2 por día, si lo multiplicamos por 365d, absorbe **7920KgCO2.año**.
 - c. *Tercer paso:* ya podemos determinar la cantidad de árboles necesarios para compensar las emisiones generadas, dividiendo el total de emisiones emitidas por la vivienda por año y dividiéndola por lo que puede absorber por año el tipo de árbol seleccionado, **19165KgCO2.eq.año / 7920KgCO2.año = 2.5**, eso equivaldría a **3 árboles de Kiri**; mencionamos que este árbol tiene una duración de vida de 30ans.
 - d. *Cuarto paso:* determinar el área necesaria; si estimamos 5m entre cada árbol, y lo pasamos a metros cuadrados sería 25m2 multiplicado por 3, necesitaríamos **75m2**.
25. Emisiones de CO2 por países: los países industrializados son los mayores emisores de CO2; en 2014 el país mayor productor de emisiones de CO2 es China con 10'291'927 CO2 kt, lo sigue Estados Unidos de América con 5'254'279 CO2 kt⁴⁴, India con 2'238'377 CO2 kt (Grupo Banco Mundial, s.d.).

⁴³ CeroCO2: <https://www.ceroco2.org/servicios-ceroco2/calculo-de-huella-de-carbono>

⁴⁴ kt: 1 kt es igual a 1000 toneladas.

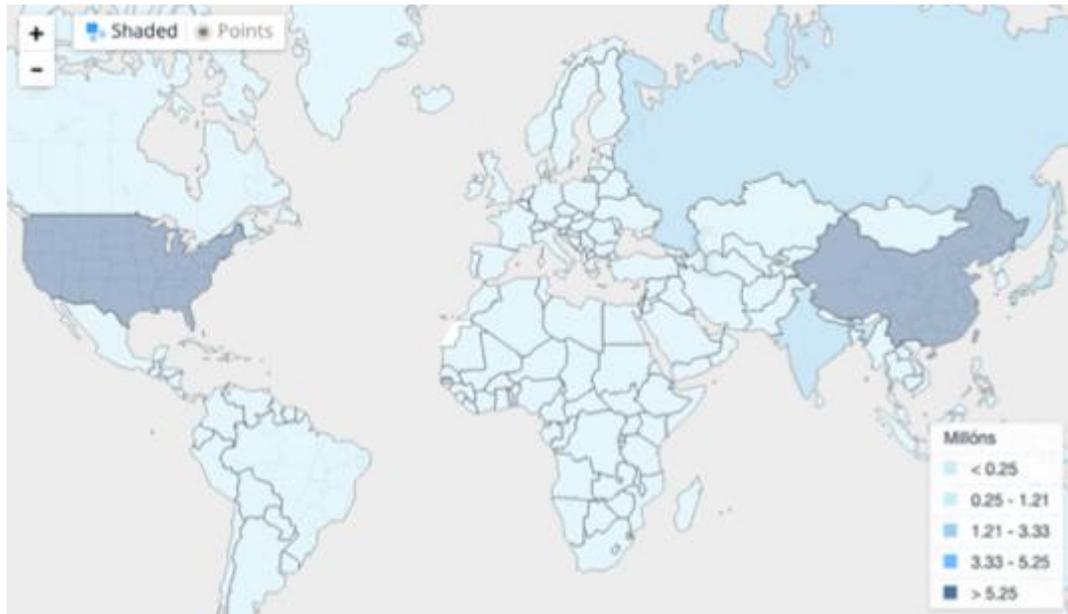


Imagen 19: emisiones de CO2 por países, datos 2014 (Grupo Banco Mundial, s.d.)

Los países que menos emisiones producen son Tuvalu con 11 CO2 kt, Liechtenstein con 44 CO2 kt y Nauru con 48 CO2 kt.

Los datos anteriores ponen la desproporción de las emisiones de CO2 por los países, donde las 10 economías más grandes del mundo emiten el 72% de las emisiones de CO2, y el caso contrario los cien países más pobres general el 3% de las emisiones de CO2 (BBC Mundo, 2017).

26. Emisiones de CO2 per cápita⁴⁵: el país con las mayores emisiones de CO2 per cápita en 2010 es Qatar con 40,31 CO2 toneladas métricas per cápita y Trinidad and Tobago con 38,16 CO2 toneladas métricas per cápita (IndexMundi).

⁴⁵ Per cápita: es el valor total repartido por habitante.

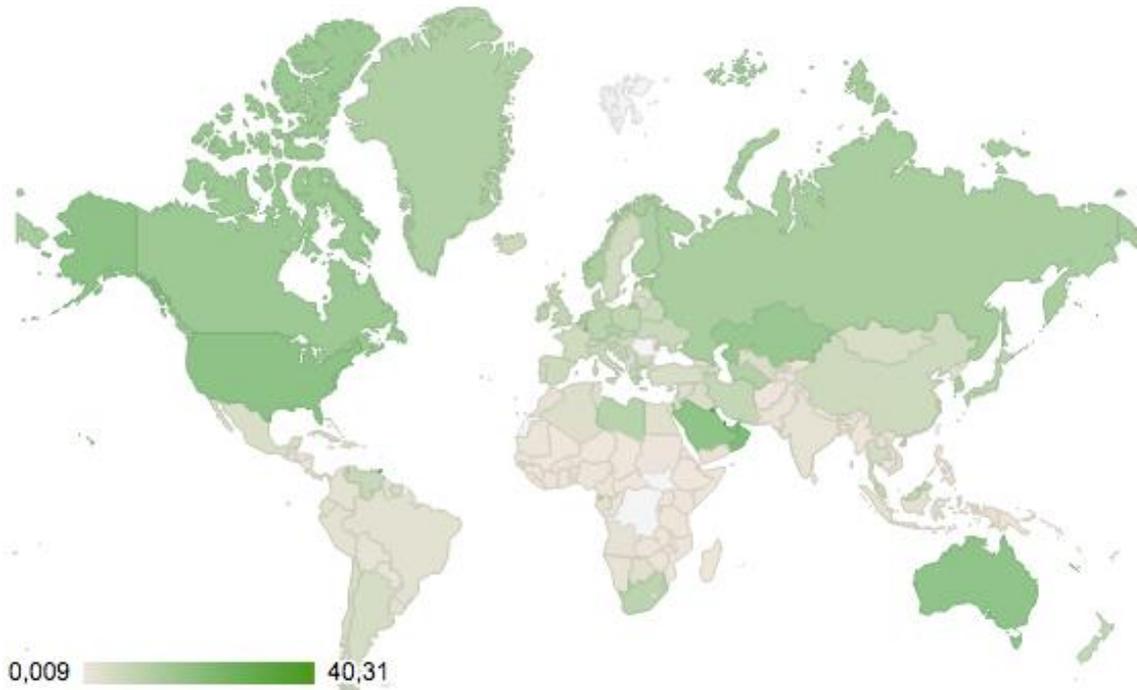


Imagen 20: emisiones per cápita de CO2 por países, datos 2010 (IndexMundi)

Los países que menos emisiones producen por habitante o per cápita es Lesoto con 0,01 CO2 toneladas métricas per cápita y Burundi con 0,03 CO2 toneladas métricas per cápita.

27. Ejemplo de 10 acciones como ciudadano que pueden ayudar a reducir la huella de carbono: son, por ejemplo:

1. *Reducir los vuelos en avión:* el avión es uno de los transportes que más emite CO2, busca opciones de viajar en tren, o no viajes tan largos.
2. *No utilices el carro:* utiliza el transporte público y la bicicleta.
3. *Climatización:* para calentarte o refrescar, utiliza aparatos y acciones más eficientes.
4. *Utiliza elementos reciclados:* esto reduce el valor de las emisiones de CO2 por la reutilización; recordar la 4R: Reducir + Reutiliza + Recicla + Reparar.
5. *Consume alimentos locales y de la buena temporada:* si compras productos importados, estos han viajado para llegar a ti, comprar local ayuda a la economía de tu ciudad o barrio.
6. *Reutiliza bolsas para tus compras:* esta acción evitara una gran cantidad de emisiones de CO2 que emiten las fabricas productoras de bolsas plásticas.
7. *Planta arboles:* esto ayuda a capturar el CO2 que está causando el calentamiento de la tierra.
8. *Dejar de utilizar la secadora de ropa:* este aparato consume una gran cantidad de energía, es mejor utilizar el secado natural, colocando la ropa en el tendedero.
9. *Utiliza electrodomésticos de bajo consumo:* cuando compres o cambies algún viejo electrodoméstico mira cuanto es su consumo de energía, toma productos eficientes.
10. *Dona lo que no utilices:* por ejemplo, dona la ropa que no utilices y/o elementos que no utilizas como electrodomésticos o muebles o juguetes.

28. Páginas interesantes: algunas páginas con importante información:

- Página para calcular la compensación de CO2 que producimos y cuantos arboles plantar: <http://www.compensatuhuellaecologica.org/>
- Página para calcular las emisiones de CO2 producidas:
 - <https://www.camarazaragoza.com/wp-content/uploads/2012/10/calculoemisiones.xls>
 - <https://reforesta.es/que-hacemos/educacion-ambiental/calculadora-de-co2>
- Página calcular huella de carbono:
 - <http://www.compensatuhuellaecologica.org/>
 - <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>
 - http://www.uncuma.coop/guiacompraresponsable/seccion3_3calculadora.html
- Página mapas GIS con información:
 - Mapa de CO2, producto de la electricidad:
<https://www.electricitymap.org/?page=map&solar=false&remote=true&wind=false>

Referencias bibliografía:

- 2g-asesoramiento. (s.f.). Obtenido de 2g-asesoramiento: <http://2g-asesoramiento.blogspot.com/2016/02/caso-real-cuantos-arboles-necesito.html>
- Actualitix. (2018). *Emisiones de CO2 por país* . Obtenido de <https://es.actualitix.com>:
<https://es.actualitix.com/pais/wld/emisiones-de-co2-por-pais.php>
- Agencia Internacional de la Energía. (s.f.). *2011 nuevo record de emisiones, 3,2% más CO2 por la quema de combustibles fósiles*. Obtenido de <https://calentamientoglobalclima.org/>:
<https://calentamientoglobalclima.org/2012/05/30/2011-nuevo-record-de-emisiones-32-mas-co2-por-la-quema-de-combustibles-fosiles/>
- Airways. (17 de mayo de 2016). *Las emisiones CO2 y el transporte aéreo*. Obtenido de Airways:
<https://airways.com/2016/05/17/las-emisiones-co2-y-el-transporte-aereo/>
- Argos Proyectos Educativos. (s.f.). *Los bosques sumideros de CO2*. Obtenido de <https://www.juntadeandalucia.es/>: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002984/helvia/aula/archivos/repositorio/3000/3205/html/Actividades/Los_bosques_sumideros_de_CO2_Kioto.pdf
- Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie. (s.f.). *En savoir plus sur le CO2 et l'effet de serre*. Bôle: Anime.

- Audi AG. (2012). *Audi e-diesel and e-ethanol*. Obtenido de Audi Technology Portal:
https://www.audi-technology-portal.de/en/mobility-for-the-future/audi-future-lab-mobility_en/audi-future-energies_en/audi-e-diesel-and-e-ethanol
- BBC Mundo. (11 de agosto de 2009). *El mismo eructo, con menos metano*. Obtenido de
[https://www.bbc.com/mundo/:](https://www.bbc.com/mundo/)
https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2009/08/090807_1051_vaca_lp.shtml
- BBC Mundo. (1 de junio de 2017). *Por qué Nicaragua es uno de los dos únicos países que se negaron a firmar el Acuerdo de París sobre cambio climático*. Obtenido de
[https://www.bbc.com/mundo/:](https://www.bbc.com/mundo/) <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-40118400>
- BBC Mundo. (23 de enero de 2018). *Cemento: el material con el que se construyó la civilización moderna que ahora la está destruyendo*. Obtenido de [https://www.bbc.com/mundo/:](https://www.bbc.com/mundo/)
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-42774933>
- BBC Mundo Ciencia. (15 de noviembre de 2017). *La máquina suiza de vanguardia que puede absorber CO2 de la atmósfera y transformarlo en un producto útil*. Obtenido de
[https://www.bbc.com/:](https://www.bbc.com/) <https://www.bbc.com/mundo/noticias-41997652>
- Bolufer, P. (1 de octubre de 2012). Análisis del CO2 atmosférico. *Interempresas. Industria química*, 46, 56-59. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/100595-Analisis-del-CO2-atmosferico.html>
- Cambio Climático Global. (s.f.). *Huella de carbono*. Obtenido de
<https://cambioclimaticoglobal.com>: <https://cambioclimaticoglobal.com/huella-de-carbono>
- Cambio Climático Global. (s.f.). *Qué es el Efecto Invernadero?* Obtenido de
<https://cambioclimaticoglobal.com>: <https://cambioclimaticoglobal.com/efecto-invernadero>
- Carbon Footprint. (s.f.). *Carbon Footprint Calculator For Individuals And Households*. Obtenido de Carbon Footprint: <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>
- Carbone Conseil. (s.f.). *Les Gaz à Effet de Serre*. Obtenido de Carbone Conseil:
<http://www.carboneconseil.fr/effet-de-serre>
- Carrasco, J. F. (enero de 2017). *Evidencias de cambio climático en Chile sus proyecciones y consecuencias*. Obtenido de <https://www.researchgate.net>:
https://www.researchgate.net/figure/Figura-11-Esquema-del-efecto-invernadero-por-los-gases-en-la-atmosfera_fig4_314421068
- CeroCO2. (s.f.). *Cálculo de Huella de Carbono por consumo eléctrico*. Obtenido de CeroCO2:
<https://www.ceroco2.org/calculadoras/electrico>

- Certicalia. (s.f.). *Emisiones de CO2 producidas por calefacción en las provincias españolas*. Obtenido de Certicalia: <https://www.certicalia.com/blog/emisiones-calefaccion-por-comunidad-provincia>
- Climeworks. (s.f.). *In Switzerland, a giant new machine is sucking carbon directly from the air*. Obtenido de <http://www.climeworks.com/>:
<http://www.sciencemag.org/news/2017/06/switzerland-giant-new-machine-sucking-carbon-directly-air>
- Comisión Europea. (s.f.). *Comprender los gases con efecto invernadero*. Obtenido de Comisión Europea: https://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_es.pdf
- Comisión Europea. (s.f.). *Lo que le cuestan sus electrodomésticos y cuánto CO2 emiten*.
- Comisión Europea. (s.f.). *Recicla*. Recuperado el 2015, de Comisión Europea:
http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/control/recycle_es.htm
- Datosmacro.com. (s.f.). *Emisiones de CO2*. Obtenido de <https://datosmacro.expansion.com>:
<https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2>
- Departamento de Comunicação Audi do Brasil . (8 de noviembre de 2017). *Audi intensifica pesquisas em combustíveis sintéticos*. Obtenido de <https://audi-imprensa.com.br>:
https://nyc3.digitaloceanspaces.com/bigfish/wp/audi-imprensa.com.br/2018/07/A1713664_large.jpg
- EcoInventos. (2018). *Kiri, el árbol total contra el calentamiento global*. Obtenido de <https://ecoinventos.com>: <https://ecoinventos.com/kiri-el-arbol-total-contra-el-calentamiento-global/>
- El mundo. (22 de marzo de 2016). *Las emisiones de CO2 no tienen precedentes desde la era de los dinosaurios*. Obtenido de El mundo:
<https://www.elmundo.es/ciencia/2016/03/22/56f1245fca4741a9638b4642.html>
- El Tiempo en Chivilcoy. (junio de 2016). *Las capas de la atmosfera*. Obtenido de El Tiempo en Chivilcoy: <http://www.eltiempoenchivilcoy.com.ar/las-capas-de-la-atmosfera/>
- Elvira, M. R. (25 de mayo de 1996). *Un científico sueco cuantificó hace 100 años el efecto invernadero*. *El País*.
- Fundación Aquae. (s.f.). *¿Cuáles son los árboles que más CO2 absorben en nuestro entorno inmediato?* . Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org>:
<https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/sostenibilidad/cuales-son-los-arboles-que-mas-co2-absorben-en-nuestro-entorno-inmediato/>
- Giolo, A.-S. (11 de noviembre de 2006). *Le réchauffement climatique*. *Presentacion*. Thoiry.

- González, J. C. (noviembre de 2017). *Audi se vuelca con el e-Diesel para 2018*. Obtenido de <https://www.autopista.es/>: <https://www.autopista.es/tecnologia/articulo/audi-e-diesel-ediesel-2018-asi-es-combustible-sintetico>
- Green solutions. (s.f.). *Certificaciones*. Obtenido de <http://www.greensolutions.cl/>:
<http://www.greensolutions.cl/certificaciones.html>
- Grupo Banco Mundial. (s.f.). *Emisiones de CO2 (kt)*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/>:
https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT?contextual=max&end=2014&locations=CN-1W-US-IN-RU-JP&start=1960&view=map&year=2014&year_low_desc=true
- Guerrero, M., & Morales, A. (2012). *Manual para neutralizar la huella de carbono en centros educativos*. San José de Costa Rica, Costa Rica: Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica.
- Hansen, K. (2008). *Water Vapor Confirmed as Major Player in Climate Change*. Obtenido de Nasa: https://www.nasa.gov/topics/earth/features/vapor_warming.html
- Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial Gobierno Vasco. (2013). *7 metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero*. Bilbao: Ihobe S.A.
- IMF - CEU. (s.f.). *Energía y sistema eléctrico; Energía y cambio climático*. Madrid: IMF - CEU.
- IndexMundi. (s.f.). *Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita)*. Obtenido de <https://www.indexmundi.com/>:
<https://www.indexmundi.com/es/datos/indicadores/EN.ATM.CO2E.PC>
- International Energy Agency. (2014). *Estadísticas energéticas 2014*. Obtenido de International Energy Agency:
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/keyworld2014.pdf>
- IPCC. (s.f.). *Direct Global Warming Potentials*. Obtenido de IPCC:
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html#table-2-14
- KBOB, eco-bau, BAFU, & BFE. (2009). *Données des écobilans dans la construction. Recommandations pour les maîtres d'ouvrage, les chefs de projet et les bureaux d'étude*. Berna: KBOB, p.a. ; OFCL, Office fédéral des constructions et de la logistique.
- Laing, D. B. (15 de octubre de 2016). *Interessante Analyse der Klimasensitivität: Verursachen Variationen von CO2 tatsächlich eine signifikante globale Erwärmung?*. Obtenido de EIKE - Europäisches Institut für Klima & Energie: <https://www.eike-klima-energie.eu/2016/10/15/interessante-analyse-der-klimasensitivitaet-verursachen-variationen-von-co2-tatsaechlich-eine-signifikante-globale-erwaermung/>

- Luis Echarri. (1998). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. Obtenido de Tecnun. Escuela de Ingenieros. Universidad de Navarra:
<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/00General/Principal.html>
- Manuel Ansede. (mayo de 2014). *10 cosas que hacer con el CO2 en vez de tirarlo a la atmósfera*. Obtenido de Materia: <http://esmateria.com/2014/05/31/10-cosas-que-hacer-con-el-co2-en-vez-de-tirarlo-la-atmosfera/>
- Miguel Angel Lòpez. (Febrero de 2009). *Cambio climático en Marte y Venus*. Obtenido de El país: https://elpais.com/sociedad/2009/02/19/actualidad/1234998012_850215.html
- Naciones Unidas . (1998). *Protocolo de Kioto*. Obtenido de <http://www.cambioclimatico.org>:
<http://www.cambioclimatico.org/tema/protocolo-de-kyoto>
- Observatorio Boliviano de Cambio Climático y Desarrollo - OCCBD. (s.f.). *¿Qué es el Cambio Climático?* Obtenido de Observatorio Boliviano de Cambio Climático y Desarrollo:
<https://obccd.org/informacion-basica-2/que-es-el-cambio-climatico/>
- Plataforma Tecnológica Española del CO2. (2013). *Usos del CO2: un camino hacia la sostenibilidad*. Plataforma Tecnológica Española del CO2.
- Robles, M., Näslund-Hadley, E., Ramos, M. C., & Paredes, J. R. (2015). *¿Qué es el cambio climático? Súbete - Una iniciativa del Banco Interamericano de Desarrollo en educación sobre el cambio climático*. Banco Interamericano de Desarrollo - BID.
- Roulet, V. d.-S.-D.-M.-S.-M. (2014). *Société à 2000 watts*. Smeo. Lausanne.
- Sánchez, A. B., & Dalle, M. (2005). *El cambio climático - Efectos en el sector agrario*. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS).
- Sermondadaz, S. (16 de julio de 2017). *100 entreprises responsables de plus de 70 % des émissions mondiales de carbone*. Obtenido de <https://www.sciencesetavenir.fr>:
https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/100-entreprises-responsables-de-plus-de-70-des-emissions-mondiales-de-carbone_114773?utm_medium=Social&utm_source=Facebook&fbclid=IwAR1BOfxMULkEHdgSQ9LgInZLDSqpCnS4ZipXZ-NdFfwgKT2puFXWg8RtRw#Echobox=1547033779
- SINC. (diciembre de 2009). *Aumentan las concentraciones de CO2 en la troposfera de zonas rurales*. Obtenido de <https://www.agenciasinc.es/>:
<https://www.agenciasinc.es/Noticias/Aumentan-las-concentraciones-de-CO2-en-la-troposfera-de-zonas-rurales>
- SMALL-M. (s.f.). *Math! How much CO2 is emitted by human on earth annually?* Obtenido de <https://micpohling.wordpress.com/>: <https://micpohling.wordpress.com/2007/03/27/math-how-much-co2-is-emitted-by-human-on-earth-annually/>

Trespalacios, J. (2018). *Que está pasando en el planeta y el hombre: población, energía y CO2*.

Obtenido de

https://www.academia.edu/37339347/Que_est%C3%A1_pasando_en_el_planeta_y_el_hombre_poblaci%C3%B3n_energ%C3%ADa_y_CO2

twenergy. (2018). *Como calcular la huella de carbono*. Obtenido de <https://twenergy.com>:

<https://twenergy.com/a/como-calcular-la-huella-de-carbono-435>

Wanderlust Road Trip. (s.f.). *Certificat de compensation carbone pour Wanderlust Road Trip Relief*.

Obtenido de Wanderlust: <http://www.wanderlusttr.co.uk/fr/carbon-offset-certificate-for-wanderlust-road-trip-relief/>

wikipedia. (noviembre de 2018). *Curva de Keeling*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org>:

https://es.wikipedia.org/wiki/Curva_de_Keeling

wikipedia. (s.f.). *Protocolo de Kioto*. Obtenido de wikipedia:

https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kioto_sobre_el_cambio_clim%C3%A1tico

wikipedia. (s.f.). *Respiratory system*. Obtenido de <https://en.wikipedia.org/>:

https://en.wikipedia.org/wiki/Respiratory_system

wikipedia. (s.f.). *Sumidero de carbono*. Obtenido de wikipedia:

https://es.wikipedia.org/wiki/Sumidero_de_carbono

Winterhagen, J. (s.f.). *Gibt es den grünen Verbrennungsmotor?* Obtenido de <https://www.faz.net/>:

<https://www.faz.net/aktuell/technik-motor/motor/gibt-es-den-gruenen-verbrennungsmotor-15575916/infografik-so-wird-15575375.html>

Este trabajo escrito utiliza la metodología “**Materia de Transición**”⁴⁶, en la cual la primera parte es la información que cualquier persona debe conocer sobre un tema, en la parte saber más se detallan más algunos puntos importantes.

Esta cartilla es realizada por el Instituto de Desarrollo Sostenible – IDS de la Universidad del Norte y el SENA Sostenible.

⁴⁶ Materia de Transición: ensayo sobre metodología para mejorar los trabajos multidisciplinario, donde todos deben tener un mínimo de conocimiento sobre lo que hacen las otras partes; esto hace parte de las metodologías de la tesis doctoral de Javier Trespalacios (jtrespalacios@bluewin.ch).

Que es DSTO?

DSTO es **Desarrollo Sostenible para TOdos**, es un proyecto que busca que cualquier persona sin formación técnica pueda conocer fácilmente entender que es la sostenibilidad; esto ayudara a promover la innovación y a la generación de propuestas que sirvan para un desarrollo económico, social y ambiental en una región.

Febrero 2018, Basilea Suiza
jtrespalacios@bluewin.ch