

# Cambio climático

*Autores: Javier Trespalacios (Doctorante CEU / Madrid)*

*Claudia Blanquicett (Investigadora UniNorte) y Paulo Carrillo (Investigador SENA)*

Lo primero es saber que el clima es un tema muy complejo con muchas variables y factores que influyen sobre esas variables.

Con lo anterior podemos comenzar con decir que el clima es específico en cada lugar del planeta, para definirlo se analizan y valoran factores durante un periodo de por lo menos 30 años (según la OMM); factores como la temperatura, la humedad o la cantidad de agua presentes en el aire y la lluvia; la definición anterior del clima es diferente al estado del tiempo o tiempo meteorológico y es el que actúa día tras día, mencionando si hoy hace calor o frío, si está lloviendo o no, si el cielo está nublado o despejado, si hay viento o si está calmado, y así sucesivamente (Näslund-Hadley, Ramos, Paredes, Bolívar, & Wilches-Chaux, Tema 1: Nuestro clima está cambiando) (Robles M. , Näslund-Hadley, Ramos, & Paredes, ¿Qué es el cambio climático?, 2015).

El aumento de las emisiones de GEI, producto del uso de agentes fósiles ha provocado cambios en el clima y el calentamiento del planeta por el fenómeno del efecto invernadero; durante mucho tiempo se pensó que el impacto era local en los lugares donde se utilizaban esos agentes energéticos fósiles, hoy vemos que es un fenómeno global.

Los problemas que está sufriendo el planeta son cada día más visibles creando desordenes en el clima como por ejemplo las fuertes sequías, el deshielo de los nevados, el desprendimiento de grandes bloques de hielo en la Antártida<sup>1</sup> y otros.

## 1. El cambio climático vs calentamiento global

Hay que tener presente que el clima es un tema complejo, cambiante, el cual es marcado por las interacciones entre los cinco componentes del sistema climático<sup>2</sup> del planeta (atmósfera, hidrosfera, biosfera, criosfera y litosfera), los cuales no tienen un comportamiento lineal.

Ya se mencionó (Trespalacios, Carrillo, & Blanquicett, Gases y efecto invernadero, 2018) *que gracias al fenómeno de los gases efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>, metano y vapor de agua, no existiera vida en el planeta, ya que tendríamos temperaturas globales cercanas a -19°C, los GEI son importantes para la vida en el planeta pero controlados*; actualmente existe un consenso científico en el cual el clima del planeta se está alterando como resultado del aumento de las concentraciones de GEI en la atmósfera; para la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) *el cambio climático es el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se*

<sup>1</sup> Antártida se ubica en la parte sur del Planeta y el Ártico en la parte norte.

<sup>2</sup> Sistema climático: está formado por cinco elementos: la atmósfera de la tierra, la hidrosfera el agua en el planeta en estado líquido, la criosfera el agua en estado sólido, la litosfera el suelo y la biosfera los seres vivos que habitan la Tierra.

suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992).

Con el aumento de la concentración de GEI en la atmósfera, entre ellos el CO<sub>2</sub>, están generando que suba la temperatura del planeta, que provocan alteraciones climáticas en todo el planeta.

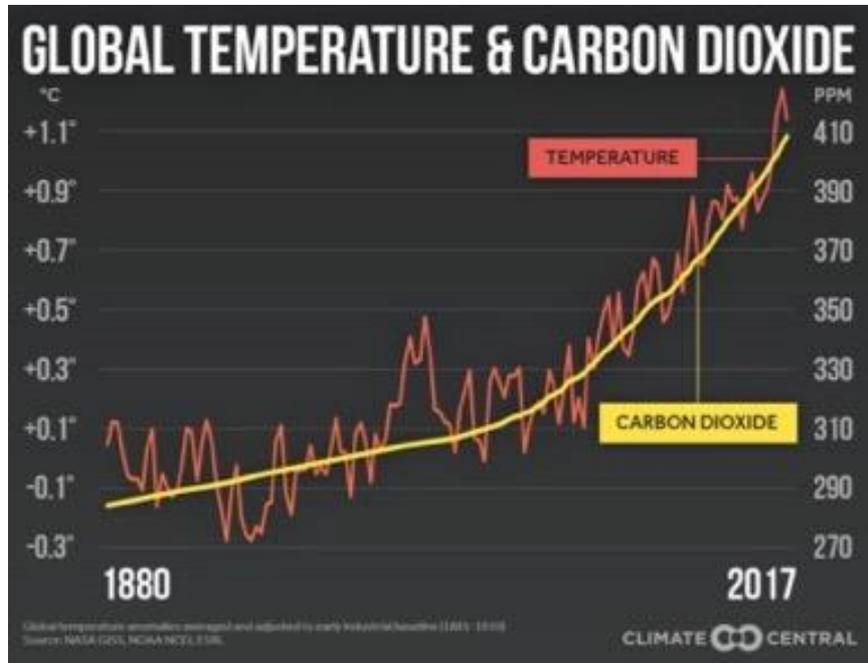


Imagen 1: concentración de CO<sub>2</sub> vs incremento de la temperatura global del planeta (Climate Central, 2018)

La imagen anterior muestra el aumento gradual de las temperaturas en el planeta, el cual está generando un calentamiento global, que a su vez está generando un cambio climático, el cual no es un secreto al ver cambios cada vez más intensos, como el calentamiento de la atmósfera que repercuten en los océanos los cuales también se están acidificando producto del aumento de la absorción de CO<sub>2</sub>; la nieve, la masa glaciaria y el hielo en las montañas disminuye; el nivel del mar sube; también vemos en algunas partes del mundo el aumento de lluvias, días y noches más largas de calor; fuertes incendios en bosques provocados por las sequías; todos esos cambios detectados en las últimas décadas han modificado las interacciones de los elementos que componen el sistema climático de la tierra.

Las anteriores consecuencias ambientales que se producen por el cambio climático del planeta, nos dan luces para poder pronosticar que pasará en algunas partes del mundo; como, por ejemplo:

- América del norte: aumento de ciclones, sequías, incendios y más zonas desérticas, causando problemas a los sistemas agrícolas.
- América del sur: más ciclones tropicales, tormentas e inundaciones, la fundición de los glaciales en los Andes.
- África: ampliación de las sequías y disminución del agua potable, aumento de la fiebre

amarilla.

- Medio oriente: aumento de los desiertos, disminución de agua potable y problemas para la agricultura.
- Europa del norte: aumento de lluvias, que provocaran inundaciones.
- Siberia: deshielo, y aumento de zonas vegetales por el deshielo del permafrost<sup>3</sup>.
- Asia del sur este: aumento de ciclones y sequías, se pronostica que una parte de Bangladesh podrá sumergirse, fuerte migración climática.
- Oceanía: perturbación en los ecosistemas y daños a los corales por el aumento de la temperatura de los océanos.
- Estados insulares en el indico: muchas serán afectadas por la subida de las aguas.
- Antártida: los pingüinos amenazados por el deshielo.
- Ártico: los osos polares estarán amenazados por el deshielo y la subida de agua.

## 2. Acciones para combatir el cambio climático

Para combatir el cambio climático se han planeado dos tipos de acciones:

1. **La mitigación**: bajar las emisiones de GEI, y aumentar la captación de CO2 (por ejemplo, aumentando los bosques).
2. **Adaptación o resiliencia a las condiciones climáticas**: preparando regiones para grandes cambios, adaptando la economía, la sociedad y otros.

También se presenta como estrategia mundial para bajar las emisiones de GEI, el “Comercio de derechos de Emisiones”; en la cual una entidad del gobierno u organización internacional, establece un límite de emisiones, esto se relaciona con un numero de bonos (también llamados bonos de carbono), donde las empresas que no logren este objetivo, tendrán que comprar bonos a las empresas que lograron bajar sus emisiones.

### Resumen

El aumento de los GEI, ha influido el efecto invernadero que es el causante del calentamiento global y el cambio climático, viendo con mayor intensidad y regularidad todos esos cambios, y a su vez pronosticar cómo será el futuro del planeta.

<sup>3</sup> Permafrost: suelo congelado en permanecía.

El Cambio Climático es un hecho, y los cambios que hagamos ahora, se verán en años; en la actualidad *“El cambio climático es el gran problema que enfrenta nuestra sociedad”*. Charles Darwin decía:

***“No es ni la más fuerte, ni la más inteligente de las especies que sobreviven, sino la que es más adaptable al cambio”***

### Saber más:

1. Las edad del planeta y el hombre: los primeros datos sobre la edad de la Tierra desde su origen hasta nuestros días se estimaron en 4470 millones de años con un  $\pm 1\%$  de error; sería hasta el año 2010 cuando un estudio realizado por John Rudge (Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Cambridge) precisaría, con nuevos métodos de medición a los antiguos cálculos de Clair Cameron Patterson<sup>4</sup>, los cuales tienen una diferencia de 70 millones de años menos (BBC Ciencia, 2010), estableciendo la edad del planeta Tierra en **4400 millones de años**.

Hace **25000 años** el homo sapiens paso a ser la única especie humana sobre el planeta, y definiéndolo como "el hombre", el cual vagaba por el planeta estableciendo campamentos temporales en los lugares rico en caza o vegetación hasta agotar los recursos, algunos comenzaron a formar campamentos más estables en los lugares más fértiles, así se fue poblando el planeta (Ivorra, 2018).

Lo anterior nos muestra que el hombre lleva muy poco tiempo en el planeta, si la comparamos con la edad del planeta Tierra; si utilizamos la edad de la Tierra de 4400 millones de años y los 25000 años del hombre, este tiene solo el **0,000568182%** de presencia en la Tierra, prácticamente nada<sup>5</sup>; hoy el hombre busca conocer y dar respuesta a que ha pasado durante todo este tiempo.

2. Meteorología vs Climatología: *meteorología es la ciencia interdisciplinaria, de la física de la atmósfera, que estudia el estado del tiempo, el medio atmosférico, los fenómenos producidos y las leyes que lo originan* (wikipedia, 2018); *y climatología es la ciencia o rama de la geografía y por ende de las ciencias de la Tierra que se ocupa del estudio del clima y sus variaciones a lo largo de un tiempo cronológico* (wikipedia, 2018).

<sup>4</sup> Se han encontrado rocas con edad de 4000 millones de años en Canadá, también en Groenlandia se han encontrado rocas de 3800 millones de años de antigüedad; utilizando varios métodos que han coincidido los resultados que validan científicamente los resultados en que las edades son correctas; en Australia se encontraron un mineral llamado Zircón que arroja edades de 4300 millones de años, siendo el objeto más antiguo de origen terrestre que se ha encontrado (Granillo, 2008) el primer científico que logró medir con precisión la edad del planeta fue el geoquímico estadounidense Clair Cameron Patterson. Para su cálculo, Patterson decidió medir la edad de algunos meteoritos bajo el supuesto de que estos debían tener una longevidad similar a la de la Tierra. De este modo, con ayuda de un espectrógrafo de masas, fijó la edad de nuestro planeta en aproximadamente 4540 millones de años con un error de  $\pm 70$  millones de años (Saber es práctico, 2018).

<sup>5</sup> Otro ejemplo de comparación entre la edad de la tierra y la presencia del hombre: también podemos comparar esa estadía comparando a los años de la tierra en los segundos de un día 86400seg, el hombre tendría solo **0,5seg**, medio segundo de presencia.

3. El clima: es la estadística del tiempo atmosférico<sup>6</sup>, normalmente sobre un intervalo de 30 años, midiendo y evaluando los patrones de variación en temperatura, humedad, presión atmosférica, viento y precipitación, en una región dada sobre periodos largos de tiempo. El clima difiere del tiempo, en que el tiempo solo describe las condiciones de corto plazo de estas variables en una región dada.

*Hay una serie de factores que pueden influir sobre esos patrones: la latitud geográfica, la altitud del lugar, la orientación del relieve con respecto a la incidencia de los rayos solares (vertientes o laderas de solana y umbría)<sup>7</sup> o a la de los vientos predominantes (Sotavento y barlovento)<sup>8</sup>, las corrientes oceánicas<sup>9</sup> y la continentalidad<sup>10</sup> (que es la mayor o menor lejanía de una región respecto del océano o del mar); lo anterior se agrupan en los esquema de clasificación climática, siendo la de Köppen<sup>11</sup> la más utilizada.*

*El clima de una región es generado por el sistema climático, el cual tiene cinco variables: atmósfera (la capa gaseosa que envuelve la Tierra), la hidrósfera (el agua dulce y salada en estado líquido), la criosfera (el agua en estado sólido), la litósfera (el suelo) y la biosfera (el conjunto de seres vivos que habitan la Tierra) (wikipedia); siendo el clima consecuencia del equilibrio que se produce en la interacción entre esos cinco componentes.*

*La influencia humana en esas variables es mayor de lo que imaginamos, cuando se consume agua, se talan bosques, se utilizan agentes energéticos fósiles que después de la combustión van a la atmósfera, estos son algunos ejemplos de cómo el hombre está influyendo en las variables climáticas. El sistema climático es dinámico, el cambio de una variable influye en las demás y desencadena a su vez nuevos cambios.*

<sup>6</sup> Tiempo atmosférico: es el conjunto de cambios que ocurren diariamente en un lugar determinado; el clima, en cambio, es el tiempo habitual que existe en alguna zona pero que puede durar muchos años; es la generalización del estado del tiempo.

<sup>7</sup> Zona que recibe una gran cantidad de radiación solar.

<sup>8</sup> Sotavento y barlovento: son términos marinos, siendo Barlovento el lugar de donde viene el viento, y Sotavento el lugar contrario.

<sup>9</sup> Las corrientes oceánicas: son los movimientos de masas de agua en los océanos generadas principalmente por efectos del viento, la rotación de la Tierra, la fuerza gravitacional de la luna, las diferencias de temperatura y salinidad, la topografía (forma) del fondo marino, el calor, y otros efectos.

<sup>10</sup> Continentalidad: es uno de los factores fundamentales que definen el clima ya que la lejanía de las grandes masas de agua dificulta que llegue aire húmedo hasta estas regiones. En estas regiones se observa un aumento de la amplitud térmica y descenso de las precipitaciones debido a la ausencia de masa de agua. De esta manera se dificulta el efecto invernadero (Enciclopedia Libre Universal en Español, 2008).

<sup>11</sup> Clasificación climática de Köppen: divide los climas del mundo en cinco grupos principales: tropical (se caracteriza porque todos los meses tienen una temperatura media superior a los 18 °C y las precipitaciones anuales son superiores a la evaporación (unos 2500mm anuales en promedio en el ecuatorial hasta los 800mm en las sabanas). Bajo estas condiciones se suelen dar las selvas y los bosques tropicales), seco (estos climas se caracterizan por una precipitación anual escasa, y se determinan por un valor menor que el valor del umbral establecido (porcentaje) igual a la evapotranspiración potencial), templado (se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es menor de 18 °C y superior a -3 °C y la del mes más cálido es superior a 10 °C. Las precipitaciones exceden a la evaporación; están presentes en la zona templada principalmente, aunque también se presentan en algunas zonas intertropicales), continental (se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es menor de -3 °C y la del mes más cálido es superior a 10 °C; las precipitaciones exceden a la evaporación) y polar (se caracteriza porque la temperatura media del mes más cálido es inferior a 10 °C; la vegetación suele ser escasa o nula) (wikipedia).

*El clima incide en la sociedad no solo a través de los ecosistemas<sup>12</sup> y los servicios ecosistémicos<sup>13</sup>, influye de manera directa en aspectos como:*

- *Las actividades productivas que se desarrollan en el territorio;*
- *En la disponibilidad de agua y alimento;*
- *En la salud humana (entre ellas la propagación de plagas y/o enfermedades), animal y vegetal;*
- *En aspectos culturales en el territorio;*
- *En la regulación de la frecuencia de fenómenos meteorológicos y climáticos extremos que generan desastres;*

Para que utilizamos el clima:

- Para el turismo, aprovechando diferentes estaciones de clima para disfrutar de él;
- Agricultura, saber qué tipo de cultivos podemos realizar;
- Construimos casa basado en el clima, y protegernos de este;
- Según el clima sabemos que enfermedades existen y que medidas debemos tomar para protegernos;
- Otros;



Imagen 2: imágenes de acciones que necesitan de información climática

4. **Microclima:** *es un clima local de características distintas a las de la zona en que se ubica; el microclima es un conjunto de patrones y procesos atmosféricos que caracterizan un entorno o ámbito reducido.*

*Los factores que lo componen son la topografía, temperatura, humedad, altitud-latitud, luz, la cobertura vegetal y las obras humanas (arquitectura urbana, industria, otros), que podemos suavizadas con aire acondicionado en época de calor, calefacción en épocas de frío.*

5. **Paleoclimatología:** *es el estudio del clima pasado, el que existió antes de que los seres humanos empezaran a hacer mediciones instrumentales de temperatura, precipitación,*

<sup>12</sup> Los ecosistemas son un grupo de seres vivos (o biocenosis), que habitan en un lugar físico común en el que se relacionan, a lo que se conoce como biotopo y las relaciones que se establecen entre ellos.

<sup>13</sup> *Servicios del ecosistema, o servicios ecosistémicos, son recursos o procesos de los ecosistemas naturales (bienes y servicios) que benefician a los seres humanos (wikipedia, 2018).*

presión, velocidad y dirección del viento, y otros (Sabogal, Valderrama, Salguero, Pulido, & Gonzalez, 2016)

6. Historia del clima: uno de los mecanismos para determinar la historia del clima han sido las muestras que se han sacado por ejemplo en la estación científica rusa de Vostok en la Antártica, demostrando que el CO<sub>2</sub> ha sido un elemento en la variación de la temperatura del planeta.

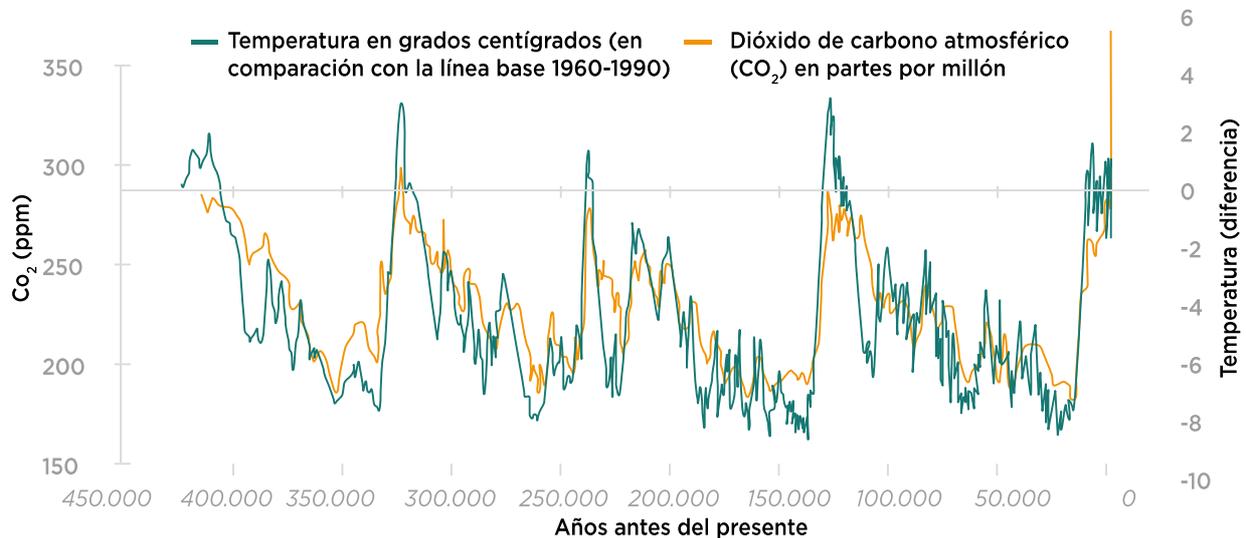


Imagen 3: concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub><sup>14</sup> y variación de la temperatura de los últimos 400000 años (Näslund-Hadley, Ramos, Paredes, Bolívar, & Wilches-Chaux)

En las perforaciones del hielo en la Antártida, los científicos han logrado obtener las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> y temperaturas históricas de los últimos 400000 años en la Tierra; estos datos han sido obtenidos a partir de pequeñas burbujas de aire atrapadas en el hielo de la Antártica<sup>15</sup>, que han permitido que los científicos puedan cuantificar la concentración de CO<sub>2</sub> y otros gases con efecto invernadero en los últimos 400000 años; podemos ver en la imagen anterior que los valores de CO<sub>2</sub> en la historia de la Tierra han fluctuado entre 180 y 280 ppm<sup>16</sup> (Trespacios, Carrillo, & Blanquicett, Gases y efecto invernadero, 2018).

Ya en la época moderna del hombre, se pueden ver las concentraciones de CO<sub>2</sub> a partir de las épocas industriales, y su consecuencia en la temperatura global:

<sup>14</sup> Concentraciones de CO<sub>2</sub>: las concentraciones de CO<sub>2</sub> bajas en las eras glaciales y altas en las eras interglaciales.

<sup>15</sup> Valores históricos de CO<sub>2</sub>: 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>. En el polo cada año se forma una capa de hielo, diferente de la anterior. Al perforar y profundizar medimos la concentración del CO<sub>2</sub> en el aire atrapado mucho antes de 1812 en las burbujas de hielo (Bolufér, 2012).

<sup>16</sup> ppm: partes por millón.

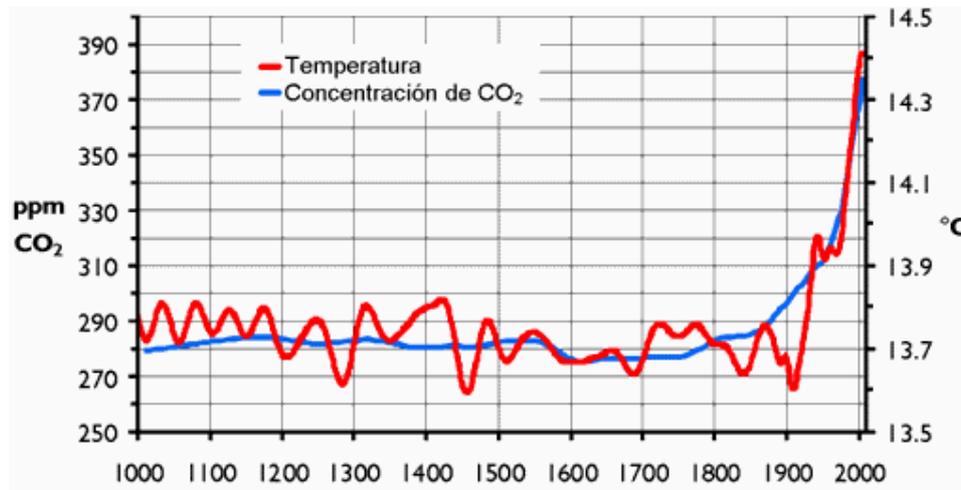


Imagen 4: concentración de CO2 vs temperaturas (Young, 2016)

En la imagen anterior vemos que en la época preindustrial (1750), la concentración de GEI se calculaba en 280 ppm CO<sub>2</sub>, lo cual contribuía a que la temperatura media en el planeta oscilara en los 13,17°C. Actualmente (2014), por las actividades humanas de producción, extracción, asentamiento y consumo que emiten GEI, la concentración atmosférica de los GEI ha aumentado considerablemente y se calcula en 395,4 ppm CO<sub>2</sub> (CDIAC 2015).

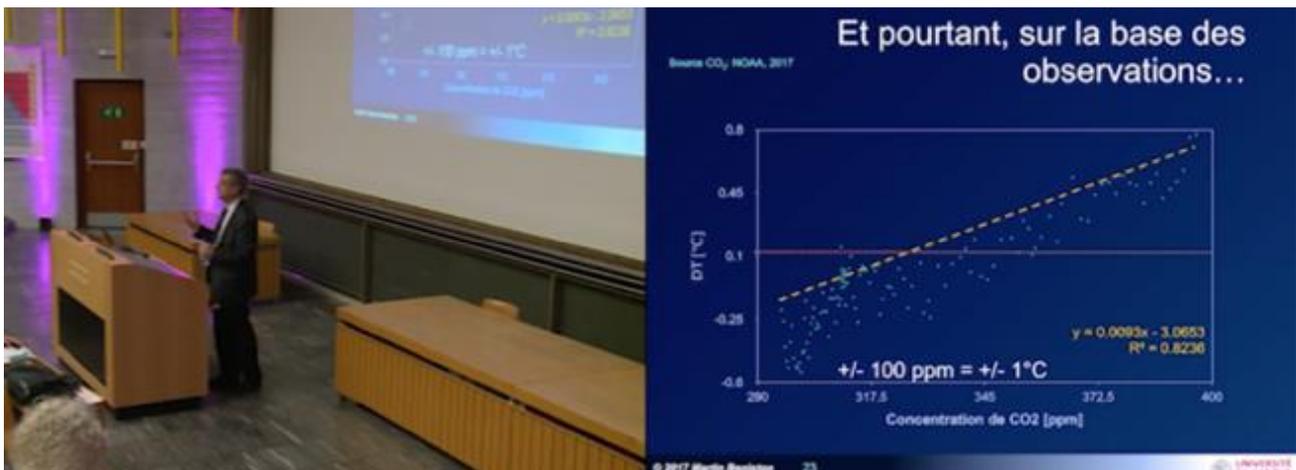


Imagen 5: conferencia Martin Beniston, concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (Les réseaux sociaux vont-ils détrôner la réflexion scientifique sur la question climatique ?, 2017)

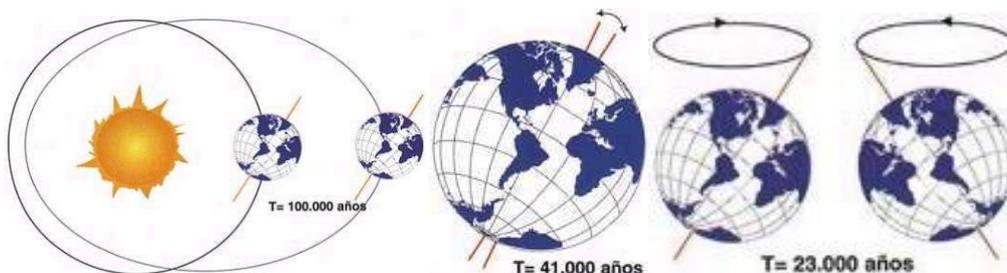
Se han hecho análisis simples comparando las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y el aumento de temperatura y se estima que por cada 100 ppm se puede modificar la temperatura del planeta en  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ , esto se puede ver en la imagen anterior durante la conferencia magistral del climatólogo Martin Beniston (Les réseaux sociaux vont-ils détrôner la réflexion scientifique sur la question climatique ?, 2017).

Los valores obtenidos en Vostok muestran valores altos y bajos de CO<sub>2</sub>, siendo los valores bajo la era glacial y los altos en la era interglacial; el pasaje entre esas dos eras se le atribuyen a las fluctuaciones o inestabilidades de parámetros astronómicos de la Tierra en

la variación de la órbita alrededor del sol y la fluctuación del ángulo de inclinación del eje de la Tierra, lo anterior es expuesto en la teoría de los ciclos de Milankovitch.

Para esa reconstrucción histórica del clima, el astrofísico serbio *Milutin Milankovitch*, en 1941 publica su teoría<sup>17</sup> llamada los ciclos de Milankovitch, quien explica las eras climáticas de la Tierra, exponiendo que a medida que la Tierra se desplaza por el espacio alrededor del Sol se producen variaciones cíclicas en tres elementos de la geometría Tierra- Sol<sup>18</sup> que combinadas producen variaciones en la cantidad de energía solar que llega a la Tierra; esta teoría explica los ciclos glaciales e interglaciares de la Tierra; estas tres variaciones son (ITE - Instituto de Tecnologías Educativas, s.d.):

- **La excentricidad:** es la variación de la órbita terrestre, variando desde un círculo casi perfecto a una forma ligeramente alargada o elíptica de la trayectoria de la Tierra alrededor del Sol, en el cual se desplaza bajo la atracción gravitatoria de otros planetas en nuestro sistema solar, en un ciclo de 100000 años;
- **La oblicuidad:** es la variación de la inclinación del eje terrestre respecto al plano de la eclíptica, cuando la oblicuidad es máxima, los veranos son más cálidos y los inviernos más fríos y cuando disminuye, las estaciones del año se suavizan, la posición; los Trópicos y el Círculo Polar Ártico varían con el grado de oblicuidad; esto tiene un ciclo de 41000 años, la inclinación de la Tierra cambia con respecto a sus cambios de órbita, pasando de 21,5° a 24,5°. Actualmente estamos en el medio de este ciclo con una inclinación de 23,5°;
- **La precesión:** es un movimiento del eje de rotación de la tierra parecido al de un trompo cuando comienza a perder fuerza, esto se produce en un ciclo de cada 23000 años; el eje de rotación de La Tierra tiene un movimiento cónico que es más amplio en el polo norte. Por tal razón, este cambia de posición haciendo un círculo que completa en un lapso de 22000 años;



<sup>17</sup> Teorías que ya habían sido propuestas por el escocés James Croll en 1864.

<sup>18</sup> Movimientos de la tierra: en la escuela aprendemos que la tierra tiene dos movimientos, el primero translación alrededor del sol y el cual dura 365días, 5horas y 41segundos; el segundo rotación es el cual gira en torno a su mismo eje, dura 23horas, 56minutos y 4,1segundos.

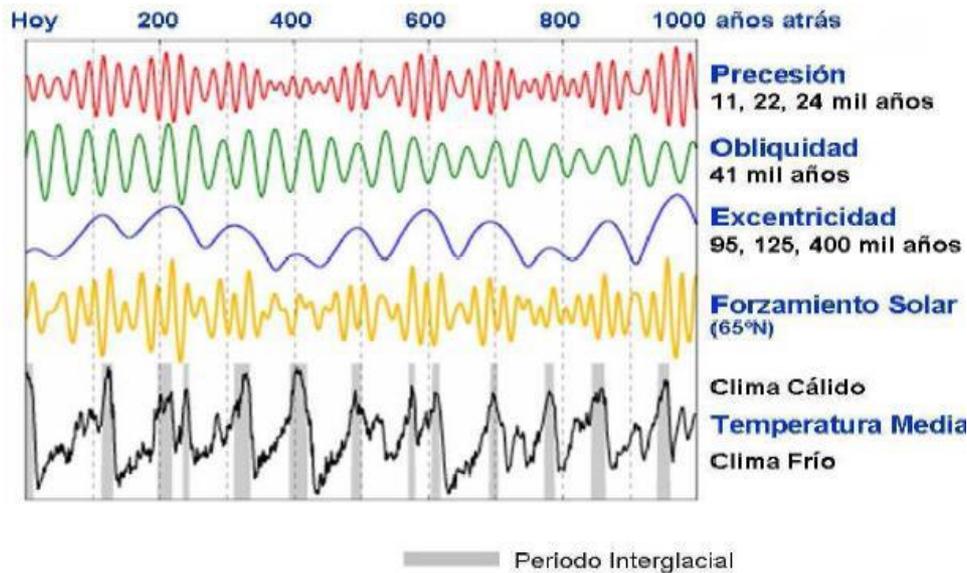


Imagen 6: los ciclos de Milankovitch excentricidad, oblicuidad y precesión (Ballesteros & Aristizabal, Información técnica sobre el cambio climático y los gases de efecto invernadero, 2007)

Otro elemento de fuerza externa<sup>19</sup> que ha influido en el clima del planeta a lo largo de su historia, son las *Variaciones de irradiaciones Solares*<sup>20</sup>; la cual se considera que tienen una menor influencia histórica en el clima; esta se basa en las *fluctuaciones en la magnitud de la energía emitida por el Sol, (fenómeno llamado manchas solares)*; el flujo de energía solar es de  $1368 \text{ W/m}^2$ , estas variaciones no van más allá de  $1 \text{ W/m}^2$ , siendo una variación de tan solo un 0,1% ( $1365,5 - 1367,0 \text{ W/m}^2$ ), por lo que sus efectos son casi insignificantes (Martón, 2008); estas variaciones tienen un ciclo de 11 años

En resumen, podemos mencionar que la historia del clima está marcada por fuerzas externas (astronómicas) y fuerzas internas<sup>21</sup>; esas las agrupamos en tres elementos:

- Las emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, producidas al interior del planeta, como la erupción de volcanes;
- Los ciclos de Milankovitch, situaciones astronómicas;
- Las variaciones solares, cumple un mínimo, pero se menciona;

7. Variabilidad climática vs Cambio climático: para hablar de variaciones de clima, es importante medirlas en periodos de tiempo, permitiendo establecer si es variabilidad climática o cambio climático.

<sup>19</sup> Las fuerzas externas, sobre el clima del planeta se refieren a las creadas por situaciones, externas al planeta, astronómicas.

<sup>20</sup> Con el propósito de investigar este posible vínculo, Mike Lockwood del laboratorio inglés Rutherford Appleton y Claus Froehlich del Centro de Radiación Mundial en Davos, Suiza, estudiaron los factores que podrían haber provocado el cambio climático en las últimas décadas, incluyendo las variaciones en la radiación solar total y los rayos cósmicos; los datos tuvieron en cuenta un ciclo de 11 años en una mancha solar, que afecta a la cantidad de calor que emite el sol, pero no tiene impacto en la temperatura del aire de la superficie de la Tierra, debido a la absorción y mantenimiento del calor por los océanos; los investigadores concluyeron que el rápido aumento en la temperatura global observado desde 1980 no puede ser achacado a la variación solar, sea cual sea el mecanismo que se utilice (Martón, 2008).

<sup>21</sup> Las fuerzas internas, sobre el clima del planeta se refieren a las creadas al interior de este.

*La variabilidad climática<sup>22</sup> es la reunión de varias condiciones atmosféricas específicas en una zona geográfica durante periodos cortos de tiempo, generalmente anual, registrando valores por encima o por debajo de lo normal, como ejemplo está el fenómeno interanual como el niño y la niña.*

El cambio climático es la variación del clima durante periodos consecutivos de varias décadas (Ballesteros & Aristizabal, Información técnica sobre el cambio climático y los gases de efecto invernadero, 2007).

8. El fenómeno de la niña y el niño: estos fenómenos no tienen relación con el cambio climático, *el Niño y la Niña son expresiones de la variabilidad climática interanual (de un año a otro). Existen registros de los cronistas que llegaron a América con los primeros europeos, que registran cambios significativos (a veces habiendo más o a veces menos) en la temperatura, las lluvias, los vientos, la humedad, entre otros, de un año a otro. El Niño y La Niña son fenómenos naturales que han sucedido en la Tierra desde hace miles de años y que su aparición depende exclusivamente de que se den las condiciones apropiadas, por eso no todos los años se presenta un fenómeno de El Niño o de La Niña.*

*La posibilidad de predecir cuándo habrá un nuevo El Niño o una nueva La Niña depende del seguimiento científico permanente que se hace a las variables climáticas en el Océano Pacífico, y sólo pueden ser predichos con certeza aproximadamente tres meses antes de que inicie el fenómeno.*

*El Niño se asocia a bajas cantidades de lluvia y un aumento de la temperatura. Las condiciones climáticas regionales y locales pueden agravar los efectos de El Niño; durante el fenómeno de La Niña se presenta un aumento en las precipitaciones.*

*En el caso colombiano las regiones que afectan estos fenómenos son el Caribe, Pacífico y zona Andina.*

*En otros casos, cuando se presenta un fenómeno de Variabilidad Climática interanual, como El Niño o La Niña, estos pueden ser leves, moderados o fuertes. Como vimos anteriormente, la ocurrencia de uno de estos fenómenos se restringe sólo a algunos años. Estos fenómenos tienen un periodo donde, nace, crece, madura, y muere o desaparece.*

<sup>22</sup> Variabilidad climática: *el clima es uno de los factores ambientales que incide en diferentes aspectos del territorio; de manera recurrente o cíclica ocurren anomalías climáticas que impactan en diversa forma y grado, los sistemas humanos asentados en un determinado territorio; las fluctuaciones que generan estas anomalías se denominan variabilidad climática (Franco & Murcia, 2018).*

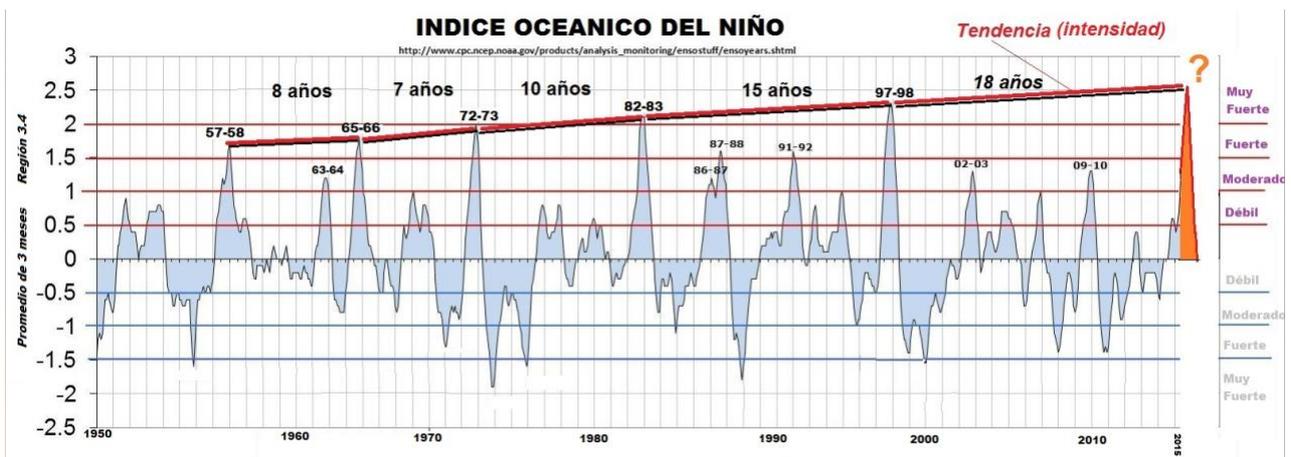


Imagen 7: evolución histórica del fenómeno del niño (Henríquez, 2015)

En la imagen anterior vemos un historial del fenómeno del Niño, viendo su frecuencia e intensidad, según el meteorólogo colombiano Max Henríquez Daza, *la evidencia del cambio climático se encuentra en la mayor frecuencia e intensidad de estos eventos climáticos.*

9. Cambio climático: *durante mucho tiempo se creía que los impactos estaban limitados al espacio en el que se desarrollaban las actividades industriales; hoy sabemos que la atmósfera se encarga de distribirlas por todo el planeta ocasionando efectos a escala global. El cambio climático se da entonces por acumulación, es decir, por la suma de todas las emisiones del mundo, grandes o pequeñas. Todas cuentan, por lo que necesitamos urgentemente tomar acciones que permitan disminuir las emisiones y buscar así que el aumento de la temperatura de la Tierra sea el menor posible* (Robles M. , Näslund-Hadley, Ramos, & Paredes, ¿Qué es el cambio climático?, 2015).

*De acuerdo a la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC), el cambio climático se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) define el cambio climático como cualquier cambio en el clima con el tiempo, debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas.*

**Desde el punto de vista meteorológico, se llama Cambio Climático, a la alteración de las condiciones predominantes.**

*El enorme valor de la alerta actual sobre el cambio climático está en que con varios años de anticipación los científicos del mundo vienen advirtiendo a los políticos y a la sociedad en general del cambio que se espera en la temperatura y la precipitación, solicitando que se tomen medidas de respuesta que permitan que los fenómenos no nos tomen por sorpresa y sin prevención, sin tener las medidas correctivas que permitan mitigarlo o adaptarse a él, de modo que los extremos y **las nuevas condiciones no se conviertan en permanentes emergencias, desastres, pérdida de vidas y de la calidad de vida.***

*La vida de las distintas especies animales y vegetales sobre la tierra están condicionada por el permanente equilibrio entre factores muy diversos, entre los que juega un papel determinante el sistema climático. La influencia del clima, condicionante de las características básicas de los distintos ecosistemas que conforman nuestro planeta.*

*El clima influye en las condiciones medioambientales, en el desarrollo socioeconómico de las poblaciones y su correspondiente crecimiento demográfico; por cambios extremos y la intensidad de estos fenómenos se presenta la pérdida de vidas humanas y cada vez más a futuro la migración forzosa de comunidades, a todas estas calamidades la sociedad debe enfrentar.*

*Ahora bien, el cambio es absolutamente normal en sistemas humanos, tecnológicos o planetarios. Evidencia de esto es cómo la reconstrucción de la historia de la Tierra nos cuenta de periodos glaciares y de periodos inter-glaciares; nos habla de ascensos en el nivel del mar al punto en que en un tiempo Villa de Leyva en Boyacá estuvo debajo del mar; o momentos en que el Sahara estuvo cubierto de bosques y vegetación.*

*Sabiendo que el cambio es la ley más poderosa de la naturaleza, los científicos han encontrado evidencias de que el clima en el planeta está cambiando a un ritmo más acelerado de lo esperado y que nuestras actividades ligadas a la producción, extracción, asentamiento y consumo, son la principal causa de este aceleramiento en el cambio. El mayor problema de un cambio acelerado en el clima es que nuestras sociedades no están preparadas para asumir los cambios que esto nos pueda traer:*

- *Derretimiento de las masas glaciares y nevados que abastecen acueductos;*
- *Cambios en los ciclos de floración y fructificación<sup>23</sup> de las plantas de cultivo, que podrían llevar a la pérdida de especies, que hacen parte de un ecosistema; la pérdida de una especie en un ecosistema podría llevar a la pérdida de otras especies;*
- *Ascensos en el nivel de los mares, hay mucha población viviendo en las costas;*
- *Fuertes lluvias y sequías, que causarían problemas para cultivar, creando una falta mundial de alimentos;*
- *Sequías que generan actualmente fuertes incendios, causando la pérdida de viviendas y pérdidas humanas;*
- *Huracanes más fuertes y más frecuentes, que arrasan ciudades que no estaban construidas para recibir estos fenómenos;*
- *Otros;*

*Lo anterior entre otros, son fenómenos que sin duda atacan nuestra calidad de vida actual.*

10. Porque el planeta no debe aumentar la temperatura: *hablar de la temperatura media del planeta, no es hablar de la sensación térmica que podemos tener en una región, donde nos resultaría muy sencillo mantener nuestra calidad de vida y confort, soportando un cambio de 18°C a 20 o 22°C, algo que con sólo quitarse el saco o tomarse una bebida helada podríamos resolver. Un cambio en la temperatura media del planeta implica un cambio*

<sup>23</sup> Fructificación, periodo de tiempo en que se forma el fruto.

*profundo y severo en un sistema calibrado con rangos óptimos de funcionamiento; esos cambios de temperatura global se pueden ver en la imagen siguiente.*

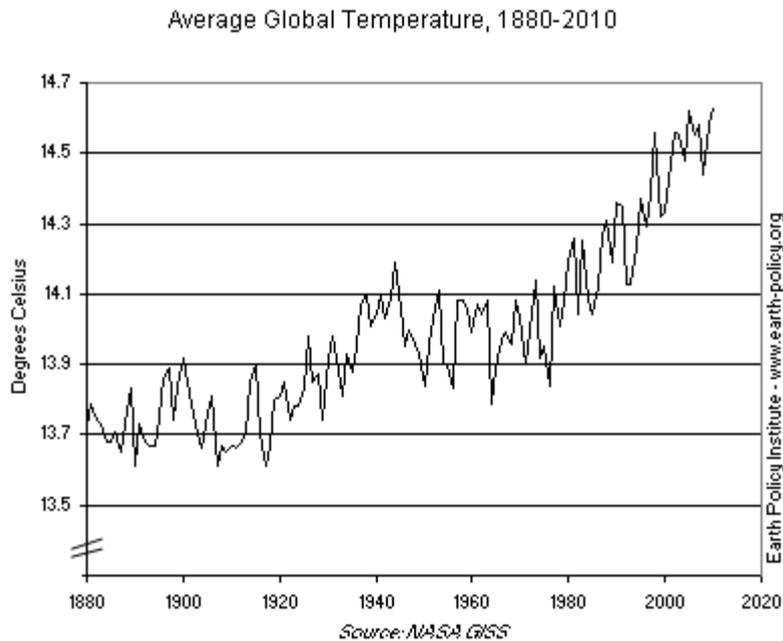


Imagen 8: aumento de la temperatura a largo del tiempo (Giese, 2011)

*Todo sistema (el cuerpo humano, un equipo electrónico, el planeta) está hecho para funcionar correctamente bajo unos parámetros determinados, de temperatura, de humedad, de esfuerzo, y otros. Hablar de unos grados más en la temperatura media del planeta (1, 2, 4°C o más) significa entonces, pensar en un sistema que debe comenzar a funcionar bajo unas condiciones diferentes a las que normalmente está acostumbrado, con las consecuencias que esto pueda traer y debe entonces, comenzar a adaptarse a esas nuevas condiciones para mantener su calidad.*

*Esas nuevas condiciones nos ponen en situación de vulnerabilidad frente a las nuevas condiciones donde en una determinada región ahora llueve más o menos, hace más o menos calor, se producen alimentos o se construyen casas e infraestructuras con estándares para otras condiciones climáticas.*

Porque cada grado de aumento de temperatura, en el planeta y una persona normal, tiene un gran efecto; que pasa con los cambios de temperatura, comparando el planeta y una persona normal:

El Planeta:		Persona normal:	
			
14°C - 15°C	Temperatura normal	36,1°C – 37,2°C	Temperatura normal del cuerpo.

Aumenta +1°C	El Ártico perdería la mitad de su extensión glacial.	37,5°C	Escalofríos, dolor de Cabeza, malestar general, deshidratación, lesiones herpéticas en los labios, somnolencia.
Aumenta +2°C	Se extinguirían los osos polares y los insectos podrían comenzar a migrar <sup>24</sup> .	39°C	Abundante sudor acompañado de rubor, con taquicardias y ahogo o dificultades al respirar.
Aumenta +3°C	Huracanes peores que el Katrina <sup>25</sup> , serían más frecuentes.	40°C	Mareos, vértigos, deshidratación, debilidad, náuseas, vómitos, dolor de cabeza intenso, sudor profundo.
Aumenta +4°C	Desaparecerá Venecia y parte de Egipto.	41°C	Sentir confusión, alucinaciones, delirios y somnolencia.
Aumenta +5°C	No habría agua para los Ángeles, el Cairo, Lima y Bombay; comenzaría la guerra por el líquido.	42°C	Llegar al coma, hipertensión, y una gran taquicardia.
Aumenta +6°C	No habría ni polo norte ni sur; gran parte del planeta estará al nivel del mar.	43°C	Ha esta temperatura corporal debe llegar la muerte o daños cerebrales, convulsiones continuas.

**Tabla 1: comparación entre el aumento de temperatura del planeta y el cuerpo humano (Sabogal, Valderrama, Salguero, Pulido, & Gonzalez, 2016)**

*Seguir con la senda actual de emisiones nos encaminará a traspasar el punto crítico causando impactos irreversibles desastrosos para las personas, el medio ambiente y la economía, sobrepasando los límites potenciales de la adaptación, con consecuencias muy negativas para comunidades que ya sufren los impactos (WWF, 2018).*

**11. Las olas de calor:** *es un episodio de temperaturas anormalmente altas que se mantienen durante varios días o semanas y que además afectan a una parte importante de la*

<sup>24</sup> Los insectos transmisores de enfermedades como la malaria y otros.

<sup>25</sup> El huracán Katrina fue uno de los más destructivos y el que causó más víctimas mortales de la temporada de huracanes en el Atlántico de 2005. Se trata del huracán que ha provocado más daños económicos, así como uno de los cinco huracanes más mortíferos, de la historia de Estados Unidos. Asimismo, el Katrina es el sexto más intenso de todos los huracanes del Atlántico registrados (wikipedia, 2018); la escala con la que se mide la intensidad de los huracanes se conoce como Saffir-Simpson, y divide estos fenómenos naturales en 5 categorías de acuerdo con la velocidad de sus vientos y la marejada ciclónica, que es un incremento anormal en el nivel del mar tras una tormenta; Katrina fue un huracán categoría 5, la categoría cinco son el tipo más mortífero de huracán y dejan a su paso devastación y muerte. Los vientos superan los 250 kilómetros por hora y las olas llegan a los 6 metros o más. Los techos de la mayoría de viviendas colapsan o son arrastrados por los vientos y las viviendas más pequeñas pueden elevarse. Ventanas y puertas sufren daños severos (CNN Español, 2016)

*geografía de un país. Estos episodios térmicos causan principalmente tres tipos de efectos nocivos:*

- *Sobre las personas, a las que pueden provocar no sólo el agravamiento de ciertas enfermedades sino incluso la muerte;*
- *Sobre los cultivos agrícolas, con pérdidas económicas catastróficas;*
- *Favorecimiento de grandes incendios forestales como el del parque de Yellowstone (EEUU) en 1988, o el de Sídney (Australia) en diciembre de 2001, o el de Riotinto (España), en julio de 2004, con más de 27000 hectáreas quemadas;*

*La ola de calor registrada en agosto del 2003 en España provocó un aumento del consumo que llevó a que el precio medio de la electricidad en el mercado diario de producción (poo) se incrementara en un 24,3 % durante ese mes, hasta los 3,958 céntimos de euro por kilovatio hora (kWh), frente a los 3,184 céntimos de media del mismo mes de 2002, según datos del Operador del Mercado Eléctrico (OMEL).*

*Las peores olas de calor de la historia reciente, se han presentado en:*

- *Europa Occidental, 2003: las cifras de víctimas nunca han estado claras, y varían según las fuentes desde los 35000 hasta 71000 personas fallecidas por causa (directa o indirecta) de las elevadas temperaturas; durante la primera quincena de agosto se registraron temperaturas entre cinco y 10 grados por encima de lo habitual para esa época.*
- *Rusia, 2010: la segunda peor del ranking, 55000 muertes causaron esta ola; en Moscú se batieron varias veces los records de temperatura de los últimos 150 años, llegando a alcanzarse los 40°C, temperaturas insólitas para dicha ciudad. Como daños colaterales se produjeron numerosos incendios, y se perdió alrededor del 35% de las cosechas.*
- *Estados Unidos y Canadá, 1936: en América del Norte se presentó una ola de calor que duró solo dos semanas; en Dakota del norte llegaron a registrarse temperaturas de 49° C, los aparatos que medían las temperaturas en Ontario y Manitoba estallaron; se dice que las vías del ferrocarril se trenzaron por el calor, y las frutas se cocieron en los árboles; más de 5000 personas de Estados Unidos perdieron la vida y unos 1000 en Canadá.*
- *Europa Occidental, 2006: fue menor que la ola de calor del 2003, solo causando la muerte a 3420 personas.*
- *India, 1998: el país asiático ostenta el triste record de haber soportar la mayor cantidad de olas de calor mortíferas. La de 1998 se cobró 2500 víctimas, la de 2002, alrededor de mil; la de 2003, 1200; y la de 2015 alrededor de 2540 vidas.*
- *Turquía y Grecia, 1987: todos los países de la cuenca Mediterránea sufrieron los rigores del mes de julio de 1987, pero la peor parte se la llevaron Grecia y Turquía, donde se registraron las temperaturas más altas en lo que iba del siglo XX, y se sumaron entre ambos países unos 1030 fallecidos por consecuencia del calor.*
- *Estados Unidos, 1980: los habitantes de los estados del sureste de EE UU soportaron temperaturas medias del orden de los casi 38°C, con máximas de hasta 47°C en la ciudad de Wichita Falls, se calcula que se produjeron unas 1800 muertes.*

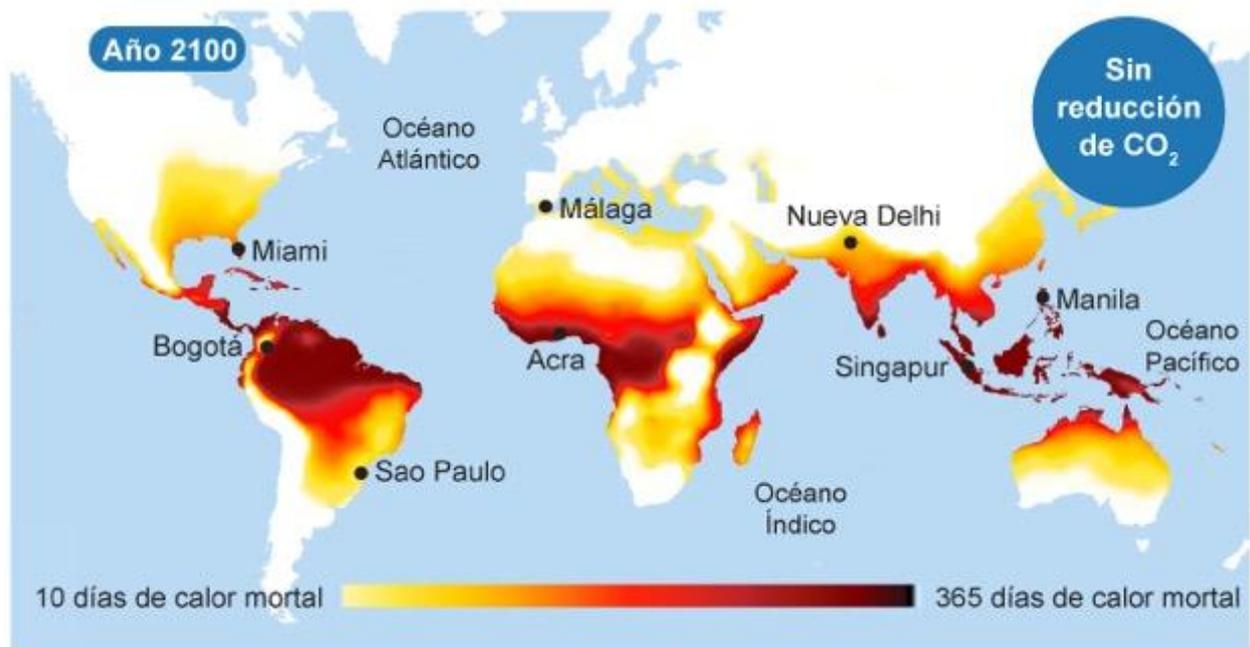
Como información adicional, la temperatura máxima registrada en la superficie de la Tierra fue de 58°C. Sucedió en Libia, el 2 de septiembre de 1922 (Méndez, 2017); para la OMM el lugar más caliente del planeta es Greenland Ranch en el Valle de la muerte en California.

Para cifrar la intensidad mortal de las olas de calor, los datos son complicados de estimar ya que en ellos se incluyen las muertes directas y las generadas por efectos indirectos, lo más difíciles de estimar. Aun así, los datos son sobrecogedores ([tiempo.com](http://tiempo.com), 2015) (Redacción Quo, 2015).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la temperatura ambiente óptima para el organismo está entre los 18°C y los 24°C teniendo en cuenta que el cuerpo se mantiene entre unos 36°C o 37°C. Cualquier nivel más elevado provoca que los **riesgos para la salud** se incrementen (Sanz, 2015).

Según Aftab Ahmad, experto en medicina interna en el Apollo Health City, menciona que la gran cantidad de muertos por las olas de calor en India 2015, sirve como un recordatorio de lo vulnerable que el cuerpo humano es a un calor intenso, incapaz de adaptarse a las sofocantes condiciones, la población se vuelve susceptible a la insolación<sup>26</sup> y a la deshidratación severa.

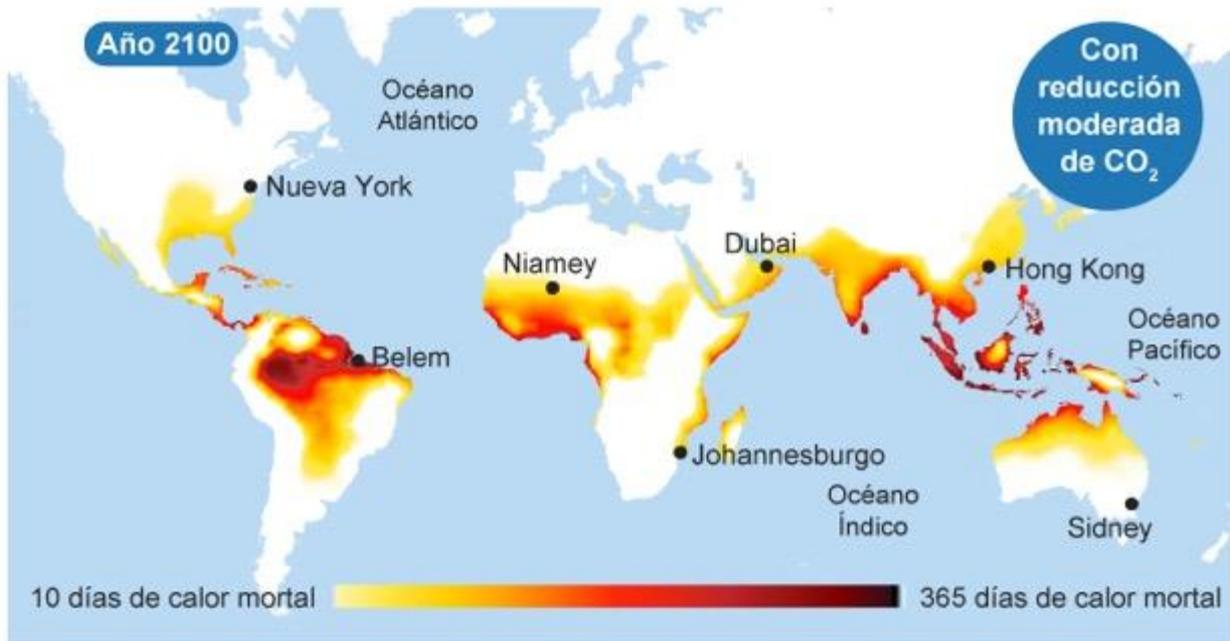
La combinación de altas temperaturas y falta de agua es una receta segura para el daño múltiple de órganos (National Geographic en Español).



Fuente: IPCC y ESRI

Á. Matilla / EL MUNDO GRÁFICOS

<sup>26</sup> Se denomina insolación al malestar que padece una persona cuando se expone a los rayos del sol de manera excesiva. Esta exposición aumenta la temperatura corporal, sobre todo de la cabeza, y genera diversos trastornos.



Fuente: IPCC y ESRI

Á. Matilla / EL MUNDO GRÁFICOS

Imagen 9: mapa de los escenarios de olas de calor, sin reducción de CO<sub>2</sub> y con reducción (Perez, 2017)

Hoy en día, el 30% de la población mundial está expuesta a sufrir un calor potencialmente mortal durante 20 días al año o más y, de no reducirse las emisiones de CO<sub>2</sub> drásticamente, este riesgo seguirá creciendo. Esta es una de las conclusiones de un estudio desarrollado en la Universidad de Hawaii (Manoa, EEUU) y publicado en la revista *Nature Climate Change*. Las previsiones para el futuro no mejoran la situación, de seguir emitiendo GEI al mismo ritmo que hoy en día, en 2100 el porcentaje de la población global expuesta a morir por olas de calor será del 74%. Con reducción de CO<sub>2</sub>, Incluso en un escenario con una reducción de emisiones drástica, el 48% de la población será susceptible de sufrir olas de calor mortales. "Lo más triste es descubrir que, aun haciendo todo lo que podemos por reducir, va a morir gente", explica a EL MUNDO el investigador principal del estudio, Camilo Mora, profesor asociado de Geografía en la Facultad de Ciencias Sociales en dicha universidad.

El Acuerdo de París, menciona uno de los problemas derivados del cambio climático y será el incremento de las "migraciones climáticas". "Cuando le cambias las condiciones climáticas a una especie, va a tratar de sobrevivir adaptándose al lugar o desplazándose a otro sitio", porque habrá mucha gente que sufrirá las consecuencias de un clima en el que será imposible sobrevivir".

12. Aumento de la temperatura vs la disponibilidad del agua: las emisiones previstas para 2030, aun en el caso de que se implementen plenamente los compromisos del Acuerdo de París, abocarán al mundo a un aumento de las temperaturas de entre 2,9 y 3,4 grados durante este siglo. Por cada grado que se eleve la temperatura disminuirá, al menos, un 20 por ciento la cantidad de agua disponible. Tanto la subida de temperaturas como la escasez de agua dulce tendrán efectos en todos los órdenes de nuestra vida, la agricultura, la economía y la salud humana (Acosta, 2017).

13. Cuáles son los efectos de cambio climático CC: se mencionó ya algunos como *Inundaciones, sequías o extinción de especies son algunos de los riesgos esperados. El impacto será más acentuado en las zonas pobres por tener una menor adaptación, especialmente África. También se esperan impactos positivos como una mayor producción agrícola en latitudes más altas o la disminución de las necesidades de calefacción en algunas regiones frías. Los impactos dependerán de la magnitud del aumento de la temperatura.*

Se pueden ver a nivel mundial los siguientes efectos en las siguientes regiones del mundo (Instituto de Potsdam para la Investigación del Cambio Climático , 2012):

América Latina y el Caribe: *constituye una de las regiones más urbanizadas del mundo. En América Latina y el Caribe, los cambios en la temperatura y las precipitaciones, las olas de calor y el derretimiento de los glaciares tendrán efectos adversos en la productividad agrícola, los regímenes hidrológicos y la biodiversidad. La acidificación de los océanos, el aumento del nivel del mar y la mayor intensidad de los ciclones tropicales afectarán los medios de subsistencia costera, así como la seguridad alimentaria e hídrica, particularmente, en el Caribe. La seguridad alimentaria locales también se ve seriamente amenazada por la disminución que se prevé en el potencial de pesca. Las disminuciones y los cambios en la disponibilidad del agua serían particularmente graves para las ciudades andinas. La selva tropical amazónica podría quedar expuesto a una degradación forestal a gran escala que contribuya al aumento de la concentración del dióxido de carbono en la atmósfera.*

Con lo anterior podemos mencionar (Grupo Banco Mundial, 2014):

- *América Central y el Caribe: mayor frecuencia del EnOS<sup>27</sup> y los ciclones tropicales, valores extremos de precipitaciones, sequías y olas de calor, riesgos de reducción de la disponibilidad de agua, rendimiento de los cultivos, seguridad alimentaria y seguridad costera. Exposición de las personas pobres a los deslizamientos de tierra; erosión costera, con riesgo de mayores tasas de mortalidad y migración; impactos negativos en el PIB en los casos en que los aportes del turismo costero son elevados.*
- *Selva tropical del Amazonas: aumento del calor extremo y la aridez, riesgo de incendios forestales, degradación y pérdida de la biodiversidad. Riesgo de que la selva tropical se transforme en una fuente de carbono. La modificación de las zonas agrícolas puede generar conflictos sobre el uso de la tierra. Los riesgos de extinción de especies ponen en peligro los medios de subsistencia tradicionales y generan pérdidas culturales.*
- *Los Andes: Derretimiento de glaciares, cambios en el manto de nieve, riesgos de inundaciones y escasez de agua dulce. En las grandes altitudes, las mujeres, los niños y los pueblos indígenas son especialmente vulnerables, y la agricultura está en riesgo. En las zonas urbanas, los pobres que viven en pendientes pronunciadas están más expuestos a las inundaciones.*
- *Regiones secas: El aumento de las sequías y los casos de calor extremo conducen a la muerte del ganado, la reducción de las cosechas y dificultades para obtener agua*

<sup>27</sup> EnOs: El Niño-Oscilación del Sur, ENSO en inglés.

dulce. Riesgos de hambrunas localizadas en comunidades indígenas remotas, problemas de salud relacionados con el agua. El agotamiento de los recursos puede llevar a conflictos y migraciones urbanas.

- *Cono sur: Disminución del rendimiento agrícola y la productividad de las pasturas, migración de las agroecozonas hacia el norte. Riesgo nutricional para los pobres. Riesgo de aumento del precio de los alimentos y de que los impactos trasciendan la región, debido al alto porcentaje de agricultura dedicado a la exportación.*

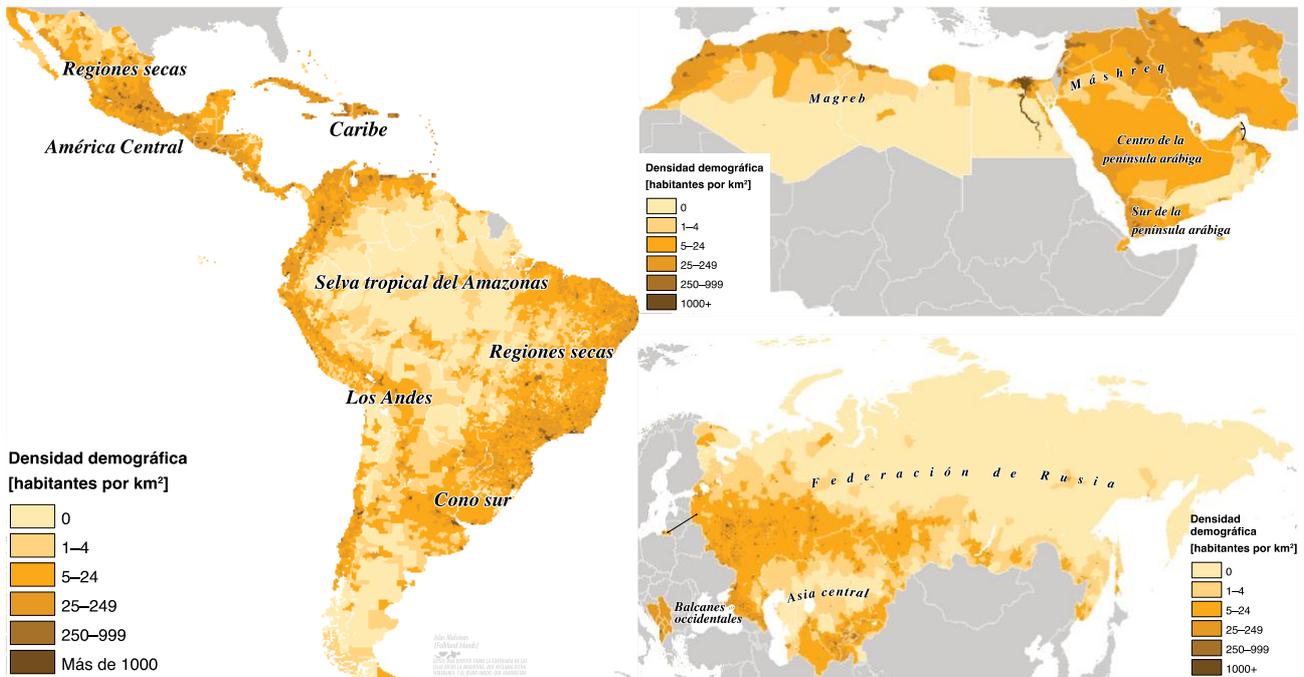


Imagen 10: mapa de América Latina y el Caribe (Grupo Banco Mundial, 2014), Europa y Asia Central (Grupo Banco Mundial, 2014) y Oriente Medio y Norte de Africa (Grupo Banco Mundial, 2014)

***Europa y Asia central:** la región de Europa y Asia central abarca 12 países dentro de Asia central, los Balcanes occidentales y la Federación de Rusia. La región abarca una amplia variedad de características geográficas que van desde los Balcanes occidentales montañosos y parcialmente costeros hasta las vastas llanuras de Asia central y los bosques boreales de Rusia. La región está habitada por 226 millones de personas; no obstante, la población se distribuye de manera desigual, ya que Kazajstán solo tiene seis habitantes por kilómetro cuadrado y Kosovo tiene 166 habitantes por kilómetro cuadrado. El índice de urbanización es de, aproximadamente, el 50 %. Se prevé que la población de Rusia y los Balcanes occidentales disminuya levemente, mientras que se proyecta que la población de Asia central aumente rápidamente para el año 2050. La importancia de la región se relaciona estrechamente con sus recursos naturales, incluidos el gas y las reservas petrolíferas, así como el carbono almacenado en los bosques boreales (cuya extracción y cuyo mantenimiento afectan los objetivos mundiales de mitigación del clima). Debido a la exposición geográfica, así como también a una proporción relativamente elevada de la agricultura en el PIB regional, los índices de pobreza que están aumentando en los años recientes, las desigualdades y los servicios sociales relativamente pobres, junto con la*

*infraestructura pública, la región es altamente vulnerable a los impactos del cambio climático son (Grupo Banco Mundial, 2014) :*

- *Balcanes occidentales: Aumento de las sequías, los picos de calor inusuales y las inundaciones. riesgos elevados para la agricultura, la salud humana y la generación de energía hidroeléctrica estable. Riesgos para la salud humana, los alimentos y la seguridad alimentaria.*
- *Asia central: El aumento del derretimiento de los glaciares alterará el nivel de escorrentías fluviales. riesgo de desborde de los lagos glaciares, inundaciones y escasez estacional de agua. Creciente competencia por los recursos hídricos, debido al aumento de la demanda de agua para la agricultura y para la generación de energía. Riesgos para los pobres debidos al aumento del precio de los alimentos, que afectará especialmente a las mujeres y los niños de las zonas urbanas. Riesgos para la salud humana, debido a la propagación de enfermedades, las olas de calor y las inundaciones.*
- *Bosques boreales de la Federación de Rusia: Picos de calor inusuales y aumento de las precipitaciones anuales, lo que eleva el riesgo de incendios forestales y propagación de plagas, con la consiguiente mortalidad de los árboles y la disminución de la productividad forestal. Posible desplazamiento hacia el norte de la línea de árboles y cambios en la composición de las especies. riesgos de derretimiento del permafrost y liberación de metano. Riesgos para la producción de madera y los servicios de los ecosistemas, incluida la captura de carbono. Riesgos de emisiones considerables de carbono y metano.*

*Oriente medio y Norte de Africa: se prevé que la población se duplicará para 2050, lo que, junto con los impactos climáticos previstos, genera una presión considerable sobre el agua y otros recursos de la región. Esta depende, en gran medida, de las importaciones de alimentos. Aproximadamente el 50 % del consumo regional de trigo y centeno, el 40 % del consumo de arroz y cerca del 70 % del consumo de maíz se satisface a través de importaciones. Para afrontar la escasez de agua que la caracteriza, la región ha utilizado diversos medios: extracción de aguas subterráneas, desalinización y estrategias comunitarias locales. A pesar de la escasez extrema de agua que los afecta, los países del Golfo Árábigo utilizan más agua per cápita que el promedio mundial, y los mercados de agua y energía para los sectores residenciales se encuentran entre los más subsidiados del mundo. La región presenta una gran diversidad en lo que se refiere a condiciones políticas y socioeconómicas. Así, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad a los riesgos climáticos varían enormemente, sobre todo entre los Estados del Golfo Árábigo y los demás países. Oriente Medio y el Norte de África dependen, en gran medida, de la agricultura como fuente de alimentos e ingresos, no solo en la “media luna fértil” de histórica importancia en la región de los ríos Éufrates y Tigris, sino también en la costa del Mediterráneo y el río Nilo, mientras que, al mismo tiempo, están cubiertas por enormes extensiones de tierras secas y desiertos. El 70 % de la producción agrícola de la región se alimenta de lluvias actualmente; por lo tanto, la región es altamente vulnerable a los cambios de temperaturas y de patrones de precipitaciones, y a las implicancias conexas respecto de la seguridad alimentaria, la seguridad social y los medios de subsistencia rural. Esto, en combinación con los cambios sociales y los grandes índices de urbanización, pronostica un futuro muy vulnerable para Oriente Medio y el Norte de África, en particular,*

para la población urbana y rural pobre. Todos los países de la región enfrentan una restricción de recursos grave y de rápido crecimiento, especialmente en relación con la gran escasez de agua y tierras. La región es muy diversa en cuanto a condiciones socioeconómicas y políticas (Grupo Banco Mundial, 2014).

- *Magreb: Calentamiento intenso, reducción de las precipitaciones anuales, aumento del estrés hídrico y reducción de la productividad agrícola. Las ciudades costeras se verán expuestas al aumento del nivel del mar. El cambio climático tendrá importantes consecuencias en los medios de subsistencia de los agricultores, la economía de los países y la seguridad alimentaria. La exposición de los activos costeros de importancia crítica repercutirá en la economía, especialmente en el turismo. Existe el riesgo de que se aceleren los flujos migratorios a las zonas urbanas y se intensifiquen los disturbios sociales.*
- *El Máchreq y partes orientales: Debido a los niveles de calor sumamente inusuales y la disminución de las precipitaciones anuales, aumentará la aridez y se reducirán los volúmenes de agua de deshielo y las escorrentías, por ejemplo, en los ríos Jordán, éufrates y Tigris. Se prevén consecuencias adversas para la producción agrícola y de alimentos que depende mayormente del agua de lluvia. Los riesgos que supone el cambio climático afectarán seriamente los medios de subsistencia de los agricultores, la economía de los países y la seguridad alimentaria. Se acelerarán los flujos migratorios a las zonas urbanas, los disturbios sociales y conflictos violentos.*
- *Península arábiga: Picos de calor sumamente inusuales en el centro de la península arábiga. Aumento relativo de las precipitaciones anuales en partes de la zona sur y tendencia incierta en la zona central. Es probable que mar Arábigo registre un aumento mayor que el mediterráneo y la costa atlántica, lo que podría generar marejadas ciclónicas y repercutir negativamente en la infraestructura. Se prevé que, a raíz de los picos de calor, aumentará el malestar térmico, lo que podría afectar la productividad laboral y la salud.*

14. Escenarios del Cambio Climático: un escenario es una descripción estimable sobre cómo puede desarrollarse el futuro. Esta descripción está basada en un conjunto de variables y supuestos sobre fuerzas y relaciones de cambio claves, que pueden originar un convincente posible estado futuro sobre algo; los escenarios son una de las principales herramientas de la investigación prospectiva, la cual permite prever con anticipación lo que ocurrirá si se presentan cada uno de los eventos modelados.

*El objetivo de trabajar con escenarios de Cambio Climático no es predecir el futuro climático, es evaluar un amplio espectro de posibilidades respecto al posible comportamiento del clima en el futuro y entender las incertidumbres asociadas, con él y de orientar decisiones robustas que permitan anticiparse a los posibles hechos y generar desde hoy un accionar que permita introducir los cambios sociales, ambientales, económicos y políticos necesarios para no llegar a la situación proyectada de un futuro desfavorable.*

*El clima de referencia, el cual fue tomado el periodo entre 1976 y 2005, por estándares internacionales (IPCC) el periodo comprendido entre 1976 y 2005 ha sido adoptado como el clima de referencia, es decir, la representación del estado actual del clima frente al que se compara cualquier escenario futuro. Este periodo fue seleccionado ya que corresponde a un*

*tiempo en el que existe una robustez estadística en los datos observados. Es muy importante mantener en este estudio el mismo clima de referencia usado internacionalmente para poder generar comparabilidades entre regiones en lapsos de tiempo similares.*

15. Organización de Naciones Unidas - ONU: las Naciones Unidas es una Organización Internacional que nació el 24 de octubre de 1945 en la ciudad de San Francisco (Estados Unidos) al finalizar la segunda guerra mundial, 51 países firmaron la Carta de las Naciones Unidas<sup>28</sup>; actualmente la ONU tiene 193 miembros, 3 estados observadores<sup>29</sup> y 2 miembros de estados en disputa<sup>30</sup>; la ONU remplazo la SDN (Sociedad de Naciones<sup>31</sup>) (Naciones Unidas, s.d.); la ONU tiene facultades para tomar medidas sobre problemas que enfrenta la humanidad en el siglo 21, entre esas tiene: *la paz y la seguridad; el **cambio climático**; el **desarrollo sostenible**; los derechos humanos; el desarme; el terrorismo; la emergencias humanitaria y de salud; la igualdad de género; la gobernanza; la producción alimentaria y muchas más* (Naciones Unidas, s.d.).

*En 1994 entra en vigor la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la cual busca a escala mundial entre otras la conciencia mundial sobre el cambio climático; su Artículo 1, lo define como ‘un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables’. La CMNUCC distingue entre ‘cambio climático’ atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales. (Sabogal, Valderrama, Salguero, Pulido, & Gonzalez, 2016)*

*Colombia al firmar y ratificar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático CMNUCC, se comprometió entre otros temas, a reportar periódicamente en sus Comunicaciones Nacionales de Cambio Climático y ahora en sus Informes Bienales de Actualización, sus emisiones GEI en cada uno de los módulos que contempla el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), que son Energía, Residuos, Procesos Industriales y Usos de Productos (IPPU en inglés), y Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU) en inglés.*

16. Monitoreo del clima: es la OMM (Organización Mundial de la Meteorología), que realiza observaciones por medio de estaciones terrestres, atmosférica, buques, boyas marinas y otros equipos; fue fundada por la ONU en marzo de 1950, su sede es en Ginebra (Suiza).

<sup>28</sup> Carta de las Naciones Unidas: es el tratado fundador de la ONU firmado por 51 países, Estados Unidos de América, el Reino Unido de la Gran Bretaña e Irlanda del Norte, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, China, Australia, Bélgica, Canadá, Costa Rica, Checoslovaquia, El Salvador, Grecia, Guatemala, Haití, Honduras, India, Luxemburgo, Nicaragua, Noruega, Nueva Zelandia, Países Bajos, Panamá, Polonia, República Dominicana, Unión Sudafricana, Yugoslavia, primer grupo al cual se sumaron México, Colombia, Iraq, Irán, Liberia, Paraguay, Chile, Uruguay, Egipto, Siria, Francia, Filipinas, Brasil, Bolivia, Etiopía, Ecuador, Perú, Venezuela, Turquía, Arabia Saudita, Líbano (Naciones Unidas, s.d.).

<sup>29</sup> Naciones Unidas, estados observadores: Ciudad del Vaticano, la Soberana Orden Militar de Malta y Palestina.

<sup>30</sup> Naciones Unidas, estados en disputa: Taiwán y Kosovo.

<sup>31</sup> Sociedad de Naciones: fue creada en 1919, y fue remplazada por la ONU, por su falla al no poder evitar conflictos internacionales.



Imagen 11: imágenes de la OMM en Ginebra, Suiza (fotos Javier Trespalacios)

17. La sostenibilidad: son las política, plan, programa, actividad y/o medida que se tome en respuesta al cambio climático, en las cuales se debe tener en cuenta los derechos de las generaciones futuras (ONU; Conferencia Mundial de Cambio Climático; COP 20).
18. Que es la COP: La COP o Conferencia de las Partes, es el órgano supremo de la CMUNCC y la asociación de todos los países que pertenecen a ella, y se encarga de mantener los esfuerzos internacionales por resolver los problemas del cambio climático, al tiempo que examina la aplicación de la Convención, las decisiones y los compromisos de las Partes en función de los objetivos establecidos, los nuevos descubrimientos científicos y la experiencia conseguida en la aplicación de las políticas relativas al cambio climático; estas reuniones se realizan todos los años y su sede principal es en Bonn; el COP es también llamada Cumbre del Clima, y la primera COP1 fue en Berlín en 1995, y la COP21 en París en el 2015 (wikipedia, 2018); *una reunión donde se acuerdan por consenso las acciones internacionales, así orientar acciones nacionales que todos los países miembros tomarán para enfrentar el cambio climático.*
- *Los acuerdos de París – COP21: es un acuerdo mundial sobre el cambio climático que se alcanzó el 12 de diciembre de 2015 en París. El acuerdo presenta un plan de actuación para limitar el calentamiento del planeta «muy por debajo» de 2 °C, y cubre el periodo posterior a 2020. Principales elementos del nuevo Acuerdo de París (Consejo de la Unión Europea, 2018):*
    1. *Objetivo a largo plazo: los gobiernos acordaron mantener el incremento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 ° C con respecto a los niveles preindustriales y seguir trabajando para limitarlo a 1,5 ° C;*
    2. *Contribuciones: antes de la Conferencia de París, y durante esta, los países presentaron planes generales nacionales de actuación contra el cambio climático para reducir sus emisiones*

3. *Ambición: los gobiernos acordaron comunicar cada cinco años sus contribuciones para fijar objetivos más ambiciosos;*
4. *Transparencia: también aceptaron informarse mutuamente y dar cuenta a la sociedad del grado de cumplimiento de sus objetivos, para garantizar la transparencia y la supervisión;*
5. *Solidaridad: la UE y otros países desarrollados seguirán financiando la lucha contra el cambio climático para ayudar a los países en desarrollo tanto a reducir sus emisiones como a aumentar la resiliencia ante los efectos del cambio climático;*

19. Que es el IPCC: *es el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por su sigla en inglés) fue creado en noviembre de 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se trata de un grupo abierto a todos los Miembros de las Naciones Unidas y de la OMM, su sede está en Ginebra (Suiza); este grupo está formado por centenares de científicos y expertos; el presidente actual es Hoesung Lee; las atribuciones del IPCC son:*

- *Analizar, de forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo;*
- *Proporcionar, previa solicitud, asesoramiento científico, técnico y socioeconómico a la Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMCC);*

*El IPCC no realiza investigaciones ni controla datos relativos al clima u otros parámetros pertinentes, sino que basa su evaluación principalmente en la literatura científica y técnica revisada por homólogos y publicada. Una de las principales actividades del IPCC es hacer una evaluación periódica de los conocimientos sobre el cambio climático.*

*El IPCC elabora, asimismo, informes especiales y documentos técnicos sobre temas en los que se consideran necesarios la información y el asesoramiento científicos e independientes, y respalda la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) mediante su labor sobre las metodologías relativas a los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero; el IPCC consta de tres grupos de trabajo y un equipo especial (Mateos & Osés, 2014):*

- Grupo de trabajo I: evalúa los aspectos científicos del sistema climático y el cambio climático;
- Grupo de trabajo II: el encargado, efectos del Cambio Climático, Adaptación y Vulnerabilidad;
- Grupo de Trabajo III: mitigación del Cambio Climático;
- Equipo especial: sobre Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero;

El IPCC hasta la fecha ha presentado 6 informes:

- Primer informe, en 1990, y llamada FAR;
- Segundo informe, en 1995, y llamado SAR;
- Tercer informe, en 2001, y llamado TAR;
- Cuarto informe, en 2003, y llamado AR4;
- Quinto informe, en 2014, y llamado AR5;
- Sexto informe, en 2016, y llamado AR6;

*En octubre del 2007, junto al expresidente de Estados Unidos Al Gore, el IPCC recibe el premio nobel de la paz, en donde su director era Rajendra Pachauri; el IPCC recibe este premio “por sus esfuerzos por aumentar y propagar un mayor conocimiento sobre el cambio climático causado por el hombre y poner los cimientos para las medidas que son necesarias para contrarrestar dicho cambio”.*

20. Protocolo de Kioto (PK): en 1997 se acuerda el Protocolo de Kioto documento creado por la CMNUCC, que tiene como objetivo comprometer a los países desarrollados y a los países en transición hacia una economía de mercado, en total 37 países<sup>32</sup>, colocando como objetivo reducir al 5,2% las emisiones de GEI en el periodo comprendido entre 2008 al 2012, las emisiones que se tenían en 1990 (Cooperación española; PNUD); se proponen 3 mecanismos:

- a. *Comercio Internacional de emisiones - CE*: el cual permite a los países industrializados comprar o vender permisos de emisiones, según su meta; estos permisos se llaman “Derechos de emisión”.
- b. *Ejecución conjunta - EC*: los países comprometidos en el PK adquirirían unidades de reducción de emisiones (ERUs), financiando proyectos en otros países en desarrollo (Cooperación española; PNUD).
- c. *Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL*: consistiendo en financiar proyectos para reducir las emisiones en otros países en desarrollo y recibir créditos por estas acciones, los cuales son llamados Reducciones Certificadas de Emisiones RCE (Cooperación española; PNUD).

El PK creó un comité de cumplimiento, con capacidad de evaluación y de proponer medidas en casos de no cumplimiento.

21. Algunas fechas importantes en la historia relacionadas con el cambio climático: algunas fechas importantes (Association Neuchâteloise en Matière d’Energie):

- 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 (CO<sub>2</sub>).

<sup>32</sup> Los países comprometidos inicialmente en PK: los 15 países de la Unión Europea en 1997, sumados a Bulgaria, República Checa, Estonia, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Mónaco, Rumanía, Eslovaquia, Eslovenia, Suiza debían hacer una reducción de -8%; Estados Unidos debía reducir un -7%; Canadá, Hungría, Japón y Polonia debían reducir un -6%; y Croacia -5%.

- 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> en la atmósfera y el clima, este informe fue publicado en la revista Philosophical magazine, donde muestran la capacidad de absorción que tiene el CO<sub>2</sub> detallando el calor que absorbería la atmósfera teniendo diferentes concentraciones de CO<sub>2</sub> (Elvira, 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 CO<sub>2</sub>.
- g. En 1936, los físicos franceses Charles Fabry y Henri Buisson, descubren la capa de ozono.
- h. En 1941, Hermann Flohn, climatólogo alemán, publica que la influencia antropogénica producto de la actividad humana está influyendo en el cambio climático del planeta.
- i. En 1950, se crea la Organización Meteorológica Mundial, la OMM<sup>33</sup>.
- j. En 1954, el inglés Evelyn Hutchinson es el primero a postular que la deforestación, provoca el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.
- k. En 1958, el estadounidense Charles David Keeling se esforzó por medir las concentraciones de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> en la atmósfera, estas medidas se hicieron en la estación de Mauna Loa en Hawái<sup>34</sup>:

<sup>33</sup> OMM: tiene el objetivo de asegurar y facilitar la cooperación entre los servicios meteorológicos nacionales, promover y unificar los instrumentos de medida y los métodos de observación.

<sup>34</sup> 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 CO<sub>2</sub> en la atmósfera; Keeling ideó una medición exacta del CO<sub>2</sub>, la cual tiene calibraciones constantes; este observatorio está rodeado de lava desnuda, sin vegetación, y a mucha distancia de las emisiones de

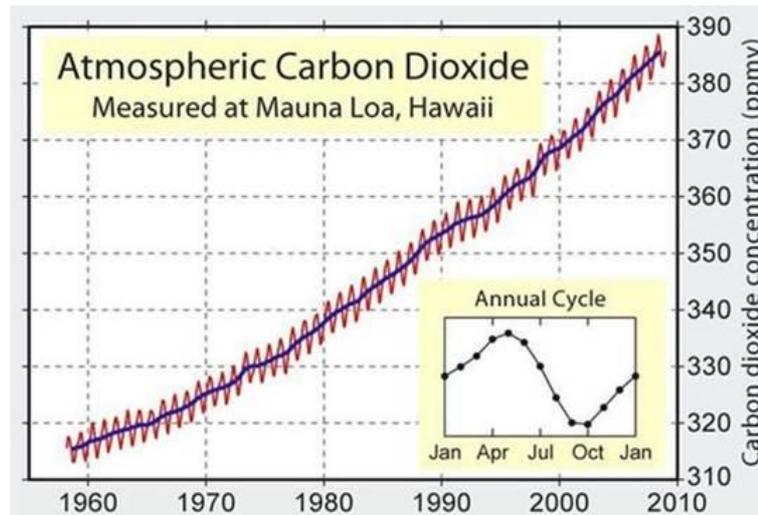


Imagen 12: curva de Keeling, concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (Laing, 2016)

- l. En 1960, se lanza el TIROS I (Television Infrared Observation Satellite), considerado el primero satélite de observación meteorológica; fue lanzado por la NASA.
- m. 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 CO<sub>2</sub> 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.
- n. 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.
- o. 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.
- p. 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.
- q. 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.

CO<sub>2</sub> producidas por la actividad humana, circunstancias que favorecen la exactitud de las mediciones; desde 1995 este observatorio es el Laboratorio Central de Calibración de CO<sub>2</sub>, de la Organización Meteorológica Mundial (Bolufer, 2012).

- r. 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.
- s. 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 CO<sub>2</sub> y temperatura en periodos pasado, por medio de los hallazgos en la estación rusa de Vostok en la Antártida; al mismo tiempo se realizó la conferencia de Villach en Austria, donde científicos evaluaron el desempeño del aumento de los GEI y las variaciones del clima, ya se comienza a conversar sobre la creación del IPCC panel científico – político.
- t. 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.
- u. 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, este instituto también informa que 1988 era el año más caliente de la década.
- v. En 1990, Finlandia es el primer país en instalar un impuesto al CO<sub>2</sub>; también durante este año el IPCC presenta en Sundsvall (Suecia) su primer reporte de evaluación, que confirma el calentamiento del planeta.
- w. 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.
- x. En 1994, se firma la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la CMNUCC; la cual tiene como objetivo estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que no sea peligroso para el sistema climático mundial, resaltando que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible (Cooperación española; PNUD).
- y. En 1995, se realiza en Berlín la 1ra Conferencias de la Partes (COP 1); también se produce un gran desprendimiento de hielo en la Antártica, 1790 km<sup>2</sup> de la barrera de hielo de Larsen<sup>35</sup>; y el IPCC publica su segundo reporte sobre el cambio climático; se menciona las previsiones hasta el 2100, subida del mar de 15 à 95 cm entre otros

<sup>35</sup> Barrera de hielo de Larsen: es una gran plataforma de hielo ubicada en la Antártica, y fue descubierta por el capitán noruego Carl Anton Larsen.

- z. En 1996, se realiza la COP 2 en Ginebra (Suiza), comenzando conversaciones sobre el comercio de emisiones.
- aa. En 1997, se firma el tratado o protocolo de Kioto durante la COP 3 en 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.
- bb. Entre 1998 y 2006, se realizaron nueve COP, con poco avance, y se realizaron en: 1998, COP4 Buenos Aires. / 1999, COP5, Bonn. / 2000, COP6, La Haya y (2ª parte), Bonn. / 2001, COP7, Marrakech. / 2002, COP8, Nueva Delhi. / 2003 COP9, Milán. / 2004. COP10, Buenos Aires. / 2005. COP11, Montreal. / 2006, COP12, Nairobi.
- cc. 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 CO<sub>2</sub>), 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.
- dd. En 2002, Stephen Harper, futuro primer ministro de Canadá declara que el Protocolo es un complot socialista que busca obtener dividendos económicos de los fondos de los países más ricos.
- ee. En 2003, se produce en Europa Occidental uno de los veranos más calurosos una gran ola de calor mortífera, con cifras que no están claras, y según las fuentes varían entre 35000 hasta 7000 personas fallecidas por causa directa o indirecta de las elevadas temperaturas, casi todas eran mayores de 70 años.
- ff. En 2004, Stephen Harper, primer ministro de Canadá declara que los objetivos del Protocolo de Kioto son alcanzables y no los incluye en su programa de gobierno.
- gg. 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 CO<sub>2</sub> con 5'896'958 CO<sub>2</sub> kt, superando a los Estados Unidos con 5'789'727 CO<sub>2</sub> kt; el huracán Katrina provoca una gran catástrofe humanitaria en la Nueva Orleans, aumenta el debate sobre el cambio climático y la formación de huracanes y tormentas tropicales.
- hh. 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; también se presenta una nueva ola de calor en Europa Occidental parecida a la de 2003 pero menos mortífera cobrando la vida de forma directa o indirecta de 3400 vidas.
- ii. 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; se realiza la COP 13 en Bali, Indonesia, donde se concluyó que los signos del cambio climático son incuestionables, se creó el Plan de Acción de Bali, el cual es la hoja de ruta de negociación para la COP 15.
- jj. En 2008, se realiza la COP 14 en Poznan, Polonia, el principal trabajo fue el desarrollo de los convenios a firmar en la próxima COP 15.
- kk. En 2009, se realiza la gran esperada COP 15 en Copenhague, Dinamarca; siendo la gran esperanza que termina en fracaso; se buscaba firmar un nuevo protocolo vinculante para todos los países para la reducción mundial de GEI a partir del 2012, con este protocolaba se traban de reducir al 50% para el 2050 las emisiones referenciadas en 1990; el fracaso fue total antes de comenzar por el anuncio de China y USA de no que querer estar vinculado al protocolo; también ocurre el Climagate o Watergate climático, producido por el hackeo informático de emails y documentos de la CRU (Unidad de Investigación Climática) de la Universidad de East Anglia (Norwich, Inglaterra), donde un correo enviado por el profesor Phil Jones de la UEA a varios científicos expertos en el cambio climático escribía de usar una “artimaña” para ocultar “el descenso” de las temperaturas.
- ll. En 2010, se realiza la COP 16 en Cancún, México, donde se crean el Fondo Verde Climático<sup>36</sup> (GCF siglas en ingles).
- mm. En 2011, Canadá se retira del protocolo de Kioto; este país hizo este anuncio al final de COP 17 en Durban, Sudáfrica.
- nn. En 2012, se realiza la COP 18 en Doha, Qatar.
- oo. 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; la COP 19 en Varsovia, Polonia; la ONU presenta un informe donde asegura con una certeza del 100%, que el hombre es el causante del calentamiento global; las discusiones fueron tan fuertes que destaca el hecho del abandono masivo un día antes del cierre.
- pp. En 2014, se realiza la COP 20 en Lima, Perú, donde se comienza a preparar la COP 21 en Paris; China y USA anuncian un interés por que el planeta no sobre pase el aumento de 2°C; también en este año el IPCC presenta su quinto reporte.
- qq. En 2015, llega la COP 21 en Paris, Francia, donde nace el ambicioso Acuerdo de Paris, donde se contempla la limitación al aumento de 2°C mediante la disminución de GEI.
- rr. En 2016, se realiza la COP 22 en Marrakech, Marruecos, fue una reunión técnica donde se trabajó en cómo aplicar los acuerdos de Paris; se presenta el sexto informe del IPCC.

<sup>36</sup> <https://www.greenclimate.fund/home>

- ss. En 2017, se realiza la COP 23 en Bonn, Alemania, pero es auspiciada y dirigida por Fiji (pequeño país de las Polinesias); a esta conferencia la delegación de USA llega, ya como presidente Donald Trump, quien no tiene interés en hacer parte de los acuerdos de Paris.
22. Como el Cambio Climático afecta a las ciudades: *el efecto de la urbanización y el cambio climático están convergiendo de modo peligroso. Las ciudades son las principales contribuyentes al cambio climático, las ciudades consumen el 78% de la energía mundial, y producen más del 60 % del total de dióxido de carbono, así como un monto significativo de las emisiones de los gases del efecto invernadero; principalmente a través de la generación de energía, vehículos, industria y uso de la biomasa.*

*Asimismo, las ciudades y pueblos son altamente vulnerables al cambio climático. Cientos de millones de personas en las zonas urbanas en el mundo se verán afectadas por el aumento del nivel del mar, aumentos en las precipitaciones, inundaciones, ciclones y tormentas más fuertes y frecuentes, así como periodos de mayor calor y frío extremo. De hecho, diversas ciudades costeras importantes con una población mayor a los 10 millones de habitantes se encuentran bajo esta amenaza.*

*Las poblaciones más afectadas son las zonas urbanas pobres, por ejemplo, los habitantes de los asentamientos precarios en países en vías de desarrollo, que tienden a vivir cerca de las riberas de los ríos, en las laderas y pendientes propensas a deslizamientos de tierra, cerca de terrenos contaminados, en suelo desertificados, en estructuras inestables vulnerables a los terremotos, y a lo largo de las zonas costeras.*

*A pesar de los riesgos, muchas ciudades aún no han enfrentado al cambio climático; los motivos son la falta de políticas relevantes en las ciudades y planes de acción; la existencia de regulaciones en la planificación urbana y del medio ambiente que no han sido adaptadas para administrar el cambio climático; la respuesta lenta ante los desastres producidos por el cambio climático debido a la falta de capacidad y recursos, y la falta de conocimiento público sobre la variabilidad del clima y el cambio climático.*

*No obstante, cuando se planifica, capacita y gestiona a través de las estructuras de gobierno adecuadas, las ciudades pueden ser lugares de innovación y eficiencia. Las ciudades en conjunto con las autoridades locales, tienen el potencial de disminuir las causas del cambio climático (mitigación) y protegerse de forma efectiva de sus impactos (adaptación).*

*Para la mayoría de las ciudades en los países en vías de desarrollo, la presión para adaptarse al cambio climático se acumula. Las medidas necesarias para ayudar a las ciudades y al cambio climático varían considerablemente dependiendo de la política, cultura, historia y condiciones climáticas. Tales medidas implican desde “trabajar con la naturaleza” (por ejemplo, dando mayor énfasis a la administración de recursos en las zonas costeras o a la protección de los manglares y ecosistemas de los arrecifes), a una concertada “prueba de clima” de la infraestructura; incluyendo los sistemas de drenaje de tormentas, abastecimiento de agua y plantas de tratamiento; así como la protección o*

*reubicación de energías o instalaciones de gestión de residuos sólidos. Algunas ciudades costeras necesitan planear la inversión relacionada al incremento del nivel de los océanos. Asimismo, en regiones donde las sequías son más recurrentes se puede mejorar el ahorro de agua y el mejoramiento de su gestión. De igual, sino mayor, la importancia a la adaptación física y de infraestructura son la amplia gama de medidas que reducen la vulnerabilidad y aumentan la resiliencia al cambio climático. Estas incluyen: las estrategias de desarrollo económico local; el sistema de alerta comunitario temprano, las mejores opciones de viviendas y la participación en el mejoramiento de asentamientos precarios; la reubicación de la población urbana cuando las mejoras de las zonas marginales no son posible; el progreso en servicios públicos, y urbanos; y la agricultura peri-urbana que toma en consideración al cambio climático.*

*Varias ciudades alrededor del mundo han mostrado su liderazgo al establecer objetivos, elaborar e implementar planes para reducir las emisiones de gas invernadero. El desafío es vincular el cambio climático con el medio ambiente local y otras prioridades del desarrollo. Por el lado de la oferta, las estrategias es hacer más atractivas ciertas fuentes de energía alternativas comparada con el petróleo. Por el lado de la demanda, la existencia de una ciudad mejor planeada en la que se reduzca la extensión urbana, se establezcan edificios verdes, y se mejore el transporte público para reducir la huella ecológica de la ciudad y al mismo tiempo proveer calidad de vida a los ciudadanos en un medio ambiente que sea de mayor interés para los negocios.*

*La aceleración del cambio climático nos obliga a tomar medidas urgentes para adaptar nuestras metrópolis a sus efectos. Ciudades sostenibles son, hoy, aquellas ciudades que han sabido integrar el verde urbano, la producción de energía renovable, la movilidad no motorizada o la economía circular en una estrategia territorial de adaptación al cambio climático.*

### 23. Opiniones sobre el cambio climático: algunas definiciones:

- El cambio climático constituye la mayor amenaza medioambiental a la que se enfrenta la humanidad (Greenpeace Internacional, 2018).
- Según el *Grupo del Banco mundial*, diversos países y comunidades de todo el mundo ya están sufriendo fuertes impactos derivados del cambio climático, entre los que se incluyen sequías, inundaciones, desastres naturales más frecuentes e intensos, y aumento del nivel del mar. Y los sectores más vulnerables son los más afectados; el cambio climático es una amenaza para el desarrollo mundial y para los esfuerzos para poner fin a la pobreza. Si no se adoptan medidas urgentes el cambio climático podrían sumir en la pobreza a otros 100 millones de personas para 2030 (Mealey, 2018).
- Según las *Naciones Unidas*, el cambio climático es uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo y supone una presión adicional para nuestras sociedades y el medio ambiente. Desde pautas meteorológicas cambiantes, que amenazan la producción de alimentos, hasta el aumento del nivel del mar, que incrementa el riesgo de inundaciones catastróficas, los efectos del cambio climático son de alcance mundial y

de una escala sin precedentes. Si no se toman medidas drásticas desde hoy, será más difícil y costoso adaptarse a estos efectos en el futuro (Naciones Unidas - ONU, s.d.).

24. Negativas al Cambio Climático: algunos casos mediáticos contra el cambio climático:

- Donald Trump: a pesar de las evidencias científicas sobre el calentamiento global, el presidente de los Estados Unidos ha vuelto a incendiar las redes sociales con un tuit en el que pone en duda el cambio climático; algunos científicos le han respondido (Flores, 2018):

*Para Mar Gómez, doctora en Físicas con especialidad en Meteorología y Climatología, "hay personas que asocian momentos y situaciones meteorológicas puntuales de frío o bajas temperaturas para argumentar la no existencia de cambio climático". Y es que, al hablar de calentamiento global, hablamos de valores medios globales, no a eventos individualizados (Flores, 2018).*

- Kerry Emanuel: uno de los más influyentes científicos sobre el cambio climático ha dado marcha atrás. Kerry Emanuel afirmó en 2005 en la prestigiosa revista Nature, que el aumento de la intensidad de los huracanes a lo largo de los últimos 30 años estaba relacionado con el temido calentamiento global. Tres años más tarde en la revista de la American Meteorological Society, Emanuel acaba de publicar un nuevo informe en el que contradice su tesis: o bien el creciente poder destructivo de los huracanes “no tiene mucho que ver con el cambio climático”, o bien los modelos que emplea el IPCC no reflejan la realidad (Llamas, 2008).
- Freeman Dyson uno de los más importantes físicos del mundo un peso pesado, un hombre que se codeó con Albert Einstein, se atreve a desafiar a la comunidad científica; “Cualquier aumento del clima es bueno porque el dióxido de carbono ayuda a las plantas a crecer”, “el hecho de que el clima se esté calentando no me asusta del todo”, “el clima se ha convertido en la obsesión, el primer artículo de fe de una religión secular”, “gran parte de la evolución ocurrió en un planeta más caliente que el de hoy”, “los ambientalistas son personas que nunca tienen que preocuparse por las cuentas en el supermercado”. Con frases como estas el famoso físico de Princeton (El Espectador, 2009).

25. Gurús sobre el Cambio Climático: personalidades del cambio climático:

- Bjorn Lomborg: nombrado “Líder Global del Futuro” en 2001, por el Foro Económico Mundial de Davos; En 2001 publicó su best seller, “El ecologista escéptico”, el cual reúne una gran cantidad de artículos publicados por Lomborg en los principales periódicos daneses desde 1998, y donde planteaba el estado de la cuestión del ecologismo. El libro ha sido traducido a los principales idiomas del mundo y ha tenido una enorme repercusión en el panorama internacional.

*La idea defendida por Bjørn en su libro y en los numerosos debates en los que participa es que hay problemas más importantes y que requieren una atención prioritaria, por encima del Cambio climático: las enfermedades endémicas o el hambre en el mundo; en*

2008 fue elegido por el diario británico *The Guardian*, “una de las 50 personas que podrían salvar el planeta” (BCC Internacional, s.d.); Bjørn Parece una especie de pesimista humanista, ya que asume como irremediable el cambio climático, centrándose en trabajar por dar recursos y herramientas a las personas para afrontar esa crisis.

- John Elkington: lo llaman el decano de la sostenibilidad y es un ícono para líderes ambientales, económicos y sociales; ha publicado más de 25 libros, pertenecen a 20 juntas directivas de diferentes compañías en el mundo como Nestlé y la WWF, son profesores asociados del University College de Londres y de la escuela de administración de Cranfield, escritores recurrentes de diarios como *The Guardian* y el *Harvard Business Review* y fundadores de ENDE (Environmental Data Services), SustainAbility y Volans. Esta multiplicidad de trabajos fue la que afianzó su doble condición como intelectual y escritor.

Pero su salto al reconocimiento mundial sucedió en 1987 al fundar SustainAbility, una mezcla entre consultora y think tank que se dedica a ayudar a las empresas a ser más sostenibles social, económica y medioambientalmente. Después, en 2007, creó el concepto de la triple cuenta que cuantifica las ganancias y pérdidas de una compañía teniendo en cuenta no solo las pérdidas o beneficios económicos, sino también las personas, el capital humano, y el planeta, el capital natural (Publicaciones Semana, 2013).

- Jed Emerson: que 'ha sido descrito como uno de los líderes internacionales del pensamiento del futuro dentro del mundo de los negocios y de la inversión'. Me suena a eso de "cuando el medio ambiente es una inversión". ¿Una inmoralidad o el método necesario para que el cuidado del medio ambiente se integre en nuestros valores? (Indarki, 2007).
- Jeffrey Sachs: es un economista estadounidense, formado en la Universidad de Harvard, donde obtuvo su graduación (1976), máster (1978) y doctorado (1980). Fue profesor de Harvard entre 1980 y 2005, y posteriormente se incorporó a la Universidad de Columbia como director del Instituto de la Tierra (The Earth Institute).

También el director del Proyecto del Milenio de las Naciones Unidas, y asesor especial del Secretario General de las Naciones Unidas Ban Ki-Moon sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio, los acuerdos internacionales para reducir la pobreza extrema, el hambre y las enfermedades para el año 2015.

- Gunter Pauli: economista y emprendedor belga creador de Ecover, una empresa ecológica pionera considerada modelo mundial; miembro del Club de Roma, ha sido definido como el “Steve Jobs de la Sustentabilidad”. Gunter Pauli es autor de *The Blue Economy*, y creador de Zero Emissions Research Initiative de Naciones Unidas en Tokio. Brindó conferencias en 7 idiomas, visitando más de 100 naciones (Teledoce, 2017).

26. Colombia escenarios futuro: en la página del IDEAM podemos ver los escenarios futuros que trae el cambio climático; se muestran los periodos de 2011 a 2040 o de 2041 a 2070;

en la imagen siguiente podemos ver el índice de confort térmico<sup>37</sup> en Colombia pronosticado para el periodo 2014 a 2070 el cual es en forma general determinado como muy caluroso:

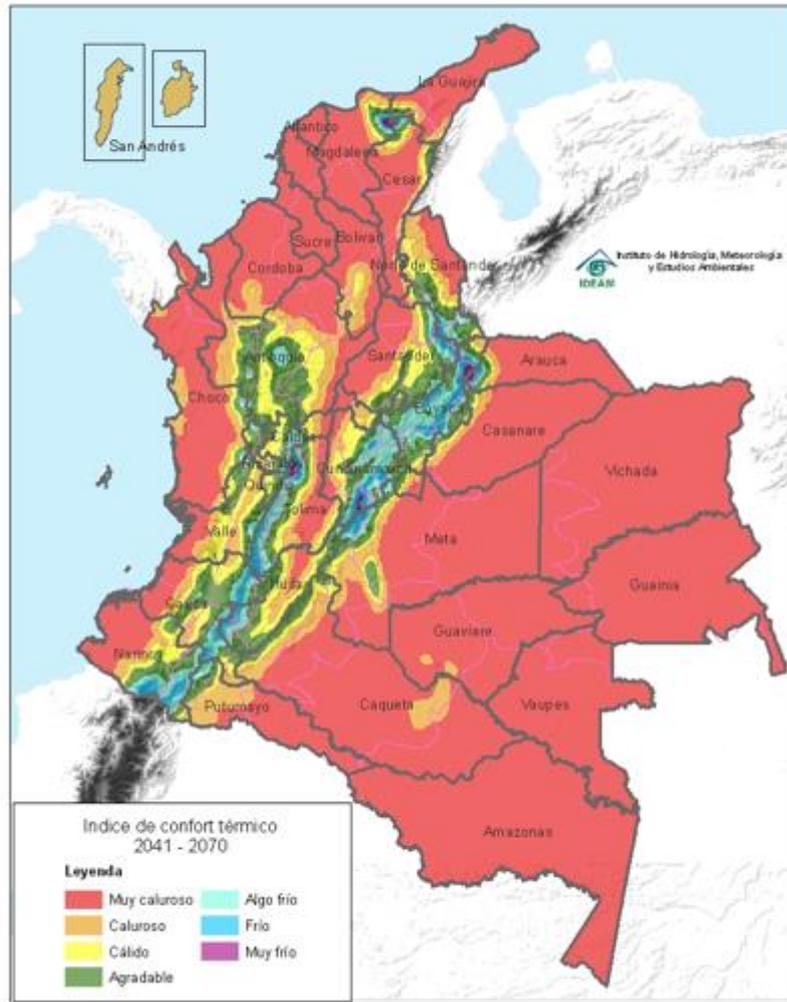


Imagen 13: escenarios de las consecuencias del cambio climático pronosticadas entre el 2041 y el 2070, ICT, índice de confort térmico en Colombia (IDEAM)

Por el lado de las precipitaciones, se tienen los siguientes pronósticos:

<sup>37</sup> Según la American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), el confort térmico es la condición de mente que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico.

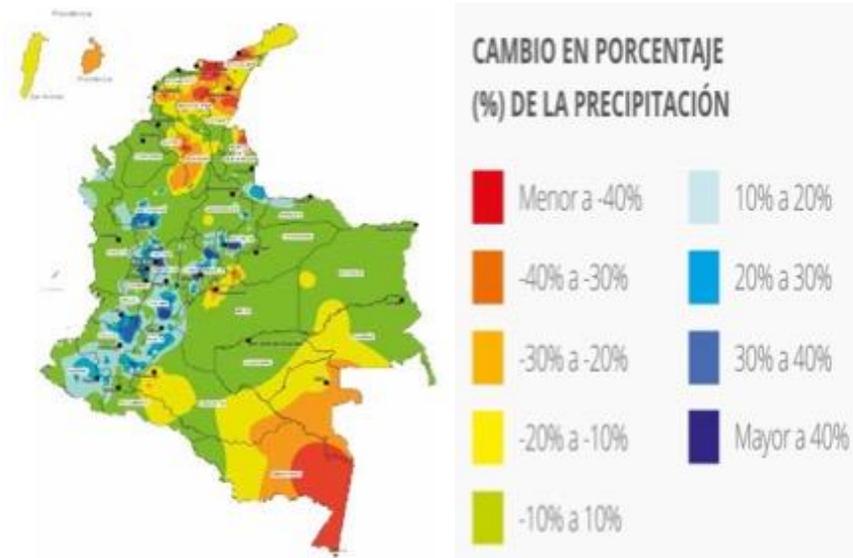


Imagen 14: escenarios de las precipitaciones 2011 y el 2040 (Javier Eduardo Mendoza S., 2017)

Siendo la costa atlántica y la amazonia los que tendrán el mayor efecto en la disminución de las precipitaciones. Entre 2011 y el 2040, se esperaría que las precipitaciones disminuyan de 10% a 40%, en cerca del 32% en el país.

Otra fotografía clara del cambio climático es ver el deshielo de paramos, como en la foto vemos el nevado del Ruiz, fuente de muchos ríos



Imagen 15: imágenes del nevado del Ruiz 1959 y el 2016 (Javier Eduardo Mendoza S., 2017)

27. Documentales sobre el Cambio Climático: algunas películas sobre el cambio climático:

- **"Before the Flood" (Antes de la inundación), 2016:** recoge el viaje que Leonardo Di Caprio realiza por todo el mundo recogiendo los efectos del calentamiento global. Podemos ver los daños que la crisis medioambiental está produciendo sobre el paisaje, los ecosistemas, las especies en peligro de extinción y en las comunidades indígenas, a través de las entrevistas realizadas a personalidades políticas, como el expresidente norteamericano Barack Obama, el expresidente Bill Clinton, el exsecretario de Estado estadounidense John Kerry, o el Secretario General de la ONU Ban Ki-moon.
- **"Age of stupid", 2009:** aborda las consecuencias que la actividad humana ha tenido en el calentamiento global; ofrece filmaciones de documentales reales, en ocasiones en clave de humor y su hilo argumental gira en torno a un archivero del futuro, que guarda en una torre en alta mar los restos de la humanidad y que empieza a ver viejo material de archivo en vídeo desde el año 2008 para entender por qué la humanidad no hizo nada para frenar los efectos del cambio climático cuando aún había margen para revertir el desastre y el colapso de la sociedad. Cerca de 9 años después de su estreno, seguimos sin actuar con la energía suficiente para evitar lo que cada vez parece más inevitable.
- **Plastic Planet, (2009):** Cerca del 90% de la basura que flota en los océanos es plástico. Cada año se tiran 8 millones de toneladas de plástico a los océanos, o lo que es lo mismo, como si vaciáramos un camión de basura en el océano cada minuto. 8 años antes de que la ONU declarara esta alerta, este documental abordaba las consecuencias de la producción y consumo en masa de un material que ha inundado nuestras vidas: el plástico. Qué efectos tiene en nuestra vida cotidiana, nuestra salud, y la del medio ambiente.
- **No impact man, 2009:** "Las aventuras de un liberal culpable que intenta salvar al planeta y de lo que descubre en el proceso sobre sí mismo y nuestro modo de vivir" es un documental que sigue al neoyorquino Colin Beavan, su mujer Michelle Conlin y su hija Isabella, que deciden abandonar su lujoso estilo de vida de la Quinta Avenida de Nueva York para tratar de vivir una vida sin consumo de carburante fósil, intentando así reducir su impacto medioambiental e intentar garantizar un futuro sostenible.
- **Gasland, 2010:** En 2006, el realizador Josh Fox recibió una carta de parte de una empresa energética, que le ofrecía 100000 dólares a cambio de un permiso para perforar su terreno en busca de gas natural. Un año antes, el congreso de los Estados Unidos había aprobado una ley que eximía las compañías petroleras de las regulaciones ambientales, por lo que Josh Fox quiso saber cuál sería el impacto de la búsqueda de gas natural en su terreno. Tomó su cámara y emprendió un viaje a lo largo del país para descubrir la verdad acerca de lo que llaman fracturación hidráulica (fracking) y cómo esto ha afectado a muchas comunidades en todas partes del país.
- **Comprar, tirar, comprar, 2010:** este documental, dirigido por Cosima Dannoritzer, resultado de tres años de investigación, aporta pruebas documentales de una práctica empresarial que consiste en la reducción deliberada de la vida útil de un bien para aumentar su consumo y nos hace ver las catastróficas consecuencias medioambientales a las que da lugar.
- **Una verdad incómoda (título original en inglés: An Inconvenient Truth), 2006:** es una película documental del director Davis Guggenheimer acerca de la campaña del ex vicepresidente de Estados Unidos Al Gore para educar a los ciudadanos sobre el calentamiento global a través de una exhaustiva presentación de diapositivas que, según su propia estimación, ha dado más de mil veces. La idea de documentar los

esfuerzos de Gore vino de la productora Laurie David, quien vio su presentación en una reunión del ayuntamiento de Nueva York sobre el calentamiento global, la que coincidió con el estreno de *The Day After Tomorrow*. Laurie David estaba tan entusiasmada con la exposición de Gore que, junto al productor Lawrence Bender, se reunió con Guggenheim para adaptarla a una película.



Imagen 16: algunas imágenes de películas Before the flood, The age of stupid, Plastic planet y Una verdad incomoda

28. **Adaptación al Cambio Climático:** es el ajuste que realizan los sistemas naturales o humanos, en respuesta a los estímulos o efectos climáticos (reales o esperados), para disminuir los daños potenciales, tomar ventaja de las oportunidades o combatir con las consecuencias (LEAL, et al., 2010); El IPCC distingue tres tipos de adaptación:

- a) *Adaptación anticipadora:* Se produce antes de que puedan observarse los impactos del cambio climático. También se denomina adaptación pro-activa;
- b) *Adaptación autónoma:* No constituye una respuesta consciente a los estímulos climáticos, sino que es provocada por cambios ecológicos en los sistemas naturales y cambios en el mercado o el bienestar en los sistemas humanos. También se denomina adaptación espontánea;
- c) *Adaptación planificada:* Resulta de una decisión política deliberada, basada en la comprensión de que las condiciones han cambiado o están por cambiar y de que se requieren medidas para volver a un estado deseado, mantenerlo o lograrlo;

El objetivo de la adaptación al cambio climático, es reducir la vulnerabilidad al cambio climático<sup>38</sup>; los efectos del cambio climático no son los mismos en todas partes de país y no afectan a las personas y a las regiones de la misma forma, ni en las mismas épocas del año.

29. **Mitigación al Cambio Climático:** es una intervención o acciones humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero. La mitigación,

<sup>38</sup> *Vulnerabilidad al Cambio Climático:* se puede definir como el grado de fragilidad de las organizaciones públicas, privadas o no gubernamentales para afrontar los efectos territoriales adversos del Cambio Climático, respecto a la debilidad o ausencia de capacidades adaptativas de orden político, económico, cultural, científico, de gestión del conocimiento, vinculados a la planificación, administración de recursos y gestión institucional. Dicha vulnerabilidad es multidimensional, está constituida por limitantes o barreras de adaptación, las cuales afectan el desarrollo de actividades, objetivos, proyectos y metas institucionales de organizaciones, comunidades y sectores en general.

junto con la adaptación al cambio climático, contribuye al objetivo expresado en el artículo 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC); entre las medidas están:

- Casas más eficientes y sostenibles, que no generen CO<sub>2</sub>;
- Transporte público más ecológico;
- El reciclaje;
- Otros;

30. Agencias que vigilan la meteorología y el cambio climático:

- a. Organización Meteorológica Mundial - OMM: <https://www.wmo.int>, en Ginebra - Suiza.
- b. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático - IPCC: <http://www.ipcc.ch/>, en Ginebra - Suiza.

**Referencias bibliográficas:**

Acosta, A. (31 de octubre de 2017). *Qué pasa si se dispara el CO<sub>2</sub> en la atmósfera?* Obtenido de <https://www.abc.es/>: [https://www.abc.es/sociedad/abci-pasa-si-dispara-atmosfera-201710311805\\_noticia.html](https://www.abc.es/sociedad/abci-pasa-si-dispara-atmosfera-201710311805_noticia.html)

Association Neuchâteloise en Matière d'Énergie. (s.f.). *En savoir plus sur le CO<sub>2</sub> et l'effet de serre*. Bôle: Anime.

Ballesteros, H. O., & Aristizabal, G. E. (diciembre de 2007). Información técnica sobre el cambio climático y los gases de efecto invernadero. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.

Ballesteros, H. O., & Aristizabal, G. E. (2007). *Información técnica sobre el cambio climático y los gases de efecto invernadero*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.

BBC Ciencia. (12 de julio de 2010). *La Tierra es más joven de lo que se pensaba*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/>: [https://www.bbc.com/mundo/ciencia\\_tecnologia/2010/07/100712\\_tierra\\_joven\\_men](https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2010/07/100712_tierra_joven_men)

BCC Internacional. (s.f.). *Bjorn Lomborg "El ecologista escéptico"*. Obtenido de Grupo BCC: <http://grupobcc.com/speakers/bjorn-lomborg/>

Bolufer, P. (1 de octubre de 2012). Análisis del CO<sub>2</sub> 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.). *Que es el cambio climático?*. Obtenido de <https://cambioclimaticoglobal.com>: <https://cambioclimaticoglobal.com/que-es-el-cambio-climatico>

- Climate Central. (20 de noviembre de 2018). *Rising Global Temperatures and CO2*. Obtenido de Climate Central:  
[http://assets.climatecentral.org/images/uploads/gallery/2018NCA\\_TempCO2\\_UPDATED.jpg](http://assets.climatecentral.org/images/uploads/gallery/2018NCA_TempCO2_UPDATED.jpg)
- CNN Español. (7 de septiembre de 2016). *¿Qué significan las categorías de los huracanes?* Obtenido de <https://cnnespanol.cnn.com/>: <https://cnnespanol.cnn.com/2016/09/07/que-significan-las-categorias-de-los-huracanes/>
- Consejo de la Unión Europea. (2018). *Acuerdo de París sobre el cambio climático*. Obtenido de <https://www.consilium.europa.eu/>: <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/climate-change/timeline/>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (1992). Naciones Unidas.
- Cooperación española; PNUD. (s.f.). *Manual del negociador de Cambio Climático iberoamericano*.
- Definicion.de . (s.f.). *Vientos Alisios*. Obtenido de <https://definicion.de/>:  
<https://definicion.de/vientos-alisios/>
- El Espectador. (2009). *El genio que no cree en el cambio climático*. Obtenido de El Espectador:  
<https://www.elespectador.com/impreso/vivir/articuloimpreso154340-el-genio-no-cree-el-cambio-climatico>
- Elvira, M. R. (25 de mayo de 1996). Un científico sueco cuantificó hace 100 años el efecto invernadero. *El País*.
- Enciclopedia Libre Universal en Español. (17 de julio de 2008). *Continentalidad*. Obtenido de <http://enciclopedia.us.es>: <http://enciclopedia.us.es/index.php/Continentalidad>
- Flores, J. (22 de noviembre de 2018). *Trump vuelve a negar el cambio climático. Y los científicos le responden*. Obtenido de National Geographic España:  
[https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/trump-vuelve-a-negar-cambio-climatico-y-cientificos-le-responden\\_13534](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/trump-vuelve-a-negar-cambio-climatico-y-cientificos-le-responden_13534)
- Franco, J. Y., & Murcia, J. F. (2018). *Variabilidad Climática y Cambio Climático en Colombia*. Bogotá, D.C.: IDEAM; UNAL.
- Giese, A. (18 de enero de 2011). *Global Temperature*. (E. P. Institute, Editor) Obtenido de <http://www.earth-policy.org/>: [http://www.earth-policy.org/indicators/C51/temperature\\_2011](http://www.earth-policy.org/indicators/C51/temperature_2011)
- Glander, J. (s.f.). *Chart of Temperature and CO2 400000 years*. Obtenido de <http://www.johnenglander.net>: <http://www.johnenglander.net/chart-of-temperature-and-co2-400000-years/>

- Granillo, R. V. (2008). El tiempo de la Tierra. *Revista Universidad de Sonora*, 21, 4-7.
- Greenpeace Internacional. (2018). *Cambio climático*. Obtenido de <https://es.greenpeace.org>:  
<https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/cambio-climatico/>
- Grupo Banco Mundial. (2014). América Latina y el Caribe. En G. B. Mundial, *Bajemos la temperatura*. Washington DC, USA.
- Grupo Banco Mundial. (2014). Europa y Asia Central. En G. B. Mundial, *Bajemos la temperatura*. Washington, USA.
- Grupo Banco Mundial. (2014). Oriente Medio y Norte de África. En G. B. Mundial, *Bajemos la temperatura*. Washington, USA: Grupo Banco Mundial.
- Henríquez, M. (2015). La vulnerabilidad del agua en Colombia. *Simposio ACIS*. Ginebra: ACIS.
- IDEAM. (s.f.). *Escenarios del cambio climático en Colombia*. Obtenido de <http://institucional.ideam.gov.co>:  
<http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=1076>
- Indarki. (2007). *Gurus del cambio climático*. Obtenido de Indarki: <https://indarki.blogia.com/>
- Instituto de Potsdam para la Investigación del Cambio Climático . (2012). *Bajemos la temperatura*. Washington: Grupo del Banco Mundial.
- 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](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html#table-2-14)
- ITE - Instituto de Tecnologías Educativas. (s.f.). *Ciclos de Milankovitch*. Obtenido de <http://www.ite.educacion.es>:  
[https://fjferreer.webs.ull.es/Apuntes3/Leccion02/21\\_ciclos\\_de\\_milankovitch.html](https://fjferreer.webs.ull.es/Apuntes3/Leccion02/21_ciclos_de_milankovitch.html)
- Ivorra, C. (febrero de 2018). *El origen del hombre*. Obtenido de Universidad de Valencia:  
[https://www.uv.es/ivorra/Historia/Historia\\_Antigua/BigBang.htm](https://www.uv.es/ivorra/Historia/Historia_Antigua/BigBang.htm)
- Javier Eduardo Mendoza S., A. D.-I. (2017). *Resumen ejecutivo Tercera Comunicación Nacional De Colombia DE CAMBIO CLIMÁTICO*. Bogotá: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2017. Resumen ejecutivo Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM.
- Laguitton, O. (2012). Scopes 1 et 2 de Wolters Kluwer France. *Présentation du Bilan GES réglementaire* (pág. 30). Rueil-Malmaison: R-CO2.

- 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/>
- LEAL, M. C., C., P. C., O., M. D., L., J. G., QUIROGA, P. S., & P., R. J. (2010). Capítulo Cinco ADAPTACIÓN. En M. C. Leal, M. D. Ortega, M. M. Arias, & R. J. Picón, *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (págs. 323 - 363). Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –Ideam.
- Les réseaux sociaux vont-ils détrôner la réflexion scientifique sur la question climatique ?, Leçon d'adieu du professeur Martin Beniston (Conférence du professeur Martin Beniston 12 de junio de 2017).
- Llamas, M. (2008). *Los gurús del cambio climático rectifican: no hay relación entre huracanes y calentamiento*. Obtenido de Libertad Digital: <https://www.libertaddigital.com/sociedad/los-gurus-del-cambio-climatico-rectifican-no-hay-relacion-entre-huracanes-y-calentamiento-1276328058/>
- Marcos, A. (12 de julio de 2016). *La ciencia rastrea la pista de las muertes por calor*. Obtenido de <https://www.heraldo.es>: <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2016/06/12/la-ciencia-rastrea-pista-las-muertes-por-calor-905265-310.html>
- Martón, J. L. (2008). *Calentamiento Global: al borde del Límite*. Cordoba, España: INET.
- Mateos, J. M., & Osés, P. J. (2014). *Formación de un panel internacional para la erradicación de la pobreza y la desigualdad. Aprendizajes a partir del Panel Intergubernamental de Cambio Climático*. Madrid: Plataforma 2015 y Más.
- Mealey, E. (2018). *Cambio climático*. Obtenido de Grupo Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/topic/climatechange/overview#1>
- Méndez, J. (23 de julio de 2017). *Curiosidades sobre el calor en plena ola*. Obtenido de <https://www.heraldo.es>: <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2017/06/23/el-calor-existe-1183138-310.html>
- Näslund-Hadley, E., Ramos, M. C., Paredes, J., Bolívar, A., & Wilches-Chaux, G. (s.f.). Nuestro clima está cambiando. En *Súbete a los planes de clase*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Näslund-Hadley, E., Ramos, M. C., Paredes, J., Bolívar, A., & Wilches-Chaux, G. (s.f.). Tema 1: Nuestro clima está cambiando. En B. I. Desarrollo, *Súbete*. Banco Interamericano de Desarrollo.

- Naciones Unidas - ONU. (s.f.). *Cambio climático*. Obtenido de Naciones Unidas - ONU:  
<http://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>
- Naciones Unidas. (s.f.). *1942: La Declaración de las Naciones Unidas*. Obtenido de  
<http://www.un.org>: <http://www.un.org/es/sections/history-united-nations-charter/1942-declaration-united-nations/index.html>
- Naciones Unidas. (s.f.). *Información general*. Obtenido de <http://www.un.org>:  
<http://www.un.org/es/sections/about-un/overview/index.html>
- National Geographic en Español. (s.f.). *¿Por qué el calor mató personas en India?* Obtenido de National Geographic en Español: <https://www.ngenespanol.com/el-mundo/la-ola-de-calor-quematagenteenindia/>
- 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/>
- ONU; Conferencia Mundial de Cambio Climático; COP 20. (s.f.). *¡Actuemos!* Obtenido de <http://onu.org.pe>: <http://onu.org.pe/wp-content/uploads/2014/07/Triptico-COP-20.pdf>
- Perez, M. A. (20 de junio de 2017). *El 30% de la población mundial, expuesta a olas de calor letales*. Obtenido de <https://www.elmundo.es>: <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2017/06/20/5947f762ca4741592d8b462c.html>
- Publicaciones Semana. (2013). *El antropólogo de la Sostenibilidad*. Obtenido de Sostenibilidad Semana: <https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/john-elkington-colombia/30018>
- Redacción Quo. (30 de junio de 2015). *Las 10 olas de calor más mortíferas de la historia*. Obtenido de <https://www.quo.es>: <https://www.quo.es/ser-humano/g46380/olas-de-calor-mas-mortiferas/>
- Rincón, M. A. (2012). Conceptualización sobre el Desarrollo Sostenible: operacionalización del concepto para Colombia. *Punto de vista*, v. iii., 139 - 158.
- 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.
- Robles, M., Näslund-Hadley, E., Ramos, M. C., & Paredes, J. R. (2015). *¿Qué es el cambio climático?* En B. I. Desarrollo, *Súbete*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Saber es práctico. (2018). *¿Cuántos años tiene la Tierra?* Obtenido de <https://www.saberespractico.com>:  
<https://www.saberespractico.com/curiosidades/cuantos-anos-tiene-la-tierra/>

- Sabogal, J. E., Valderrama, J. E., Salguero, M. R., Pulido, A. D., & Gonzalez, C. G. (2016). Conocer: el primer paso para adaptarse. En P. M. TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. IDEAM, *Guía básica de conceptos sobre el cambio climático*. Bogotá, Colombia: TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA.
- Sanz, A. R. (20 de julio de 2015). *Estamos viviendo la ola de calor más larga. ¿Y si dura un mes más?* Obtenido de <https://www.elconfidencial.com>: [https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2015-07-20/estamos-viviendo-la-ola-de-calor-mas-larga-y-si-dura-un-mes-mas\\_932501/](https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2015-07-20/estamos-viviendo-la-ola-de-calor-mas-larga-y-si-dura-un-mes-mas_932501/)
- Teledoce. (2017). *Gunter Pauli: "El problema más grande que tiene el mundo es la ignorancia de las oportunidades"*. Obtenido de Teledoce.com: <https://www.teledoce.com/especiales/america-business-talks/gunter-pauli-el-problema-mas-grande-que-tiene-el-mundo-es-la-ignorancia-de-las-oportunidades/>
- tiempo.com. (17 de junio de 2015). *Las olas de calor más mortíferas del mundo*. Obtenido de <https://www.tiempo.com>: <https://www.tiempo.com/ram/184482/las-olas-de-calor-mas-mortiferas-del-mundo/>
- Trespalacios, J., Carrillo, P., & Blanquicett, C. (2018). *Gases y efecto invernadero*. Obtenido de <https://www.academia.edu>: [https://www.academia.edu/38002440/Gases\\_y\\_efecto\\_invernadero](https://www.academia.edu/38002440/Gases_y_efecto_invernadero)
- Trespalacios, J., Carrillo, P., & Blanquicett, C. (febrero de 2018). *Gases y efecto invernadero*.
- wikipedia. (2018). *Climatología*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org>: <https://es.wikipedia.org/wiki/Climatolog%C3%ADa>
- wikipedia. (octubre de 2018). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org>: [https://es.wikipedia.org/wiki/Convenci%C3%B3n\\_Marco\\_de\\_las\\_Naciones\\_Unidas\\_sobre\\_el\\_Cambio\\_Clim%C3%A1tico](https://es.wikipedia.org/wiki/Convenci%C3%B3n_Marco_de_las_Naciones_Unidas_sobre_el_Cambio_Clim%C3%A1tico)
- wikipedia. (2018). *Huracán Katrina*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/>: [https://es.wikipedia.org/wiki/Hurac%C3%A1n\\_Katrina](https://es.wikipedia.org/wiki/Hurac%C3%A1n_Katrina)
- wikipedia. (2018). *Meteorología*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org>: <https://es.wikipedia.org/wiki/Meteorolog%C3%ADa>
- wikipedia. (2018). *Servicios del ecosistema*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/>: [https://es.wikipedia.org/wiki/Servicios\\_del\\_ecosistema](https://es.wikipedia.org/wiki/Servicios_del_ecosistema)
- wikipedia. (s.f.). *Clasificación climática de Köppen*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org>: [https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n\\_clim%C3%A1tica\\_de\\_K%C3%B6ppen](https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_clim%C3%A1tica_de_K%C3%B6ppen)

wikipedia. (s.f.). *Clima*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org>: <https://es.wikipedia.org/wiki/Clima>

wikipedia. (s.f.). *Microclima*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/>:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Microclima>

wikipedia. (s.f.). *Protocolo de Kioto*. Obtenido de wikipedia:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_Kioto\\_sobre\\_el\\_cambio\\_clim%C3%A1tico](https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kioto_sobre_el_cambio_clim%C3%A1tico)

wikipedia. (s.f.). *Variación solar*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org>:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Variaci%C3%B3n\\_solar](https://es.wikipedia.org/wiki/Variaci%C3%B3n_solar)

WWF. (9 de octubre de 2018). *Informe alerta sobre las consecuencias del calentamiento global por encima de 1,5°C*. Obtenido de <https://wwf.panda.org/es/>:  
<https://wwf.panda.org/es/?336306/Alerta-cambio-climatico>

Young, K. D. (24 de enero de 2016). *Correlación entre T°C y CO2*. Obtenido de Con Ciencia Climática: <https://concienciaclimatica.com/2016/01/24/correlacion-entre-ta-y-co2/>

\*\*\*

Este trabajo escrito utiliza la metodología “**Materia de Transición**”<sup>39</sup>, 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.

### Que es DSTO?

**DSTO** es Desarrollo Sostenible para **TO**dos, 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](mailto:jtrespalacios@bluewin.ch)

---

<sup>39</sup> 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.