



Webinar 12



Entendiendo el cambio climático: Conceptos para entender mejor su definición y sus repercusiones.

Dr. Waldo Ojeda Bustamante

Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación (COMETII)

13 de abril de 2020

Índice

1. Objetivo
2. Antecedentes
3. Hechos históricos
4. Definición de clima y conceptos relacionados
5. Composición de la atmósfera
6. Efecto invernadero y balance energético terrestre
7. Cambio climático: definición e indicadores
8. Material de lectura complementario



1. Objetivo de la Presentación

En este webinar se espera que el participante:

- I. Comprenda la definición de cambio climático y los conceptos asociados como tiempo, clima, variabilidad climática, gases de efecto invernadero que le permitirá tener una visión general de sus posible repercusiones en la agricultura.
- II. Identifique los forzantes naturales y antropogénicos del cambio climático.

2. Antecedentes

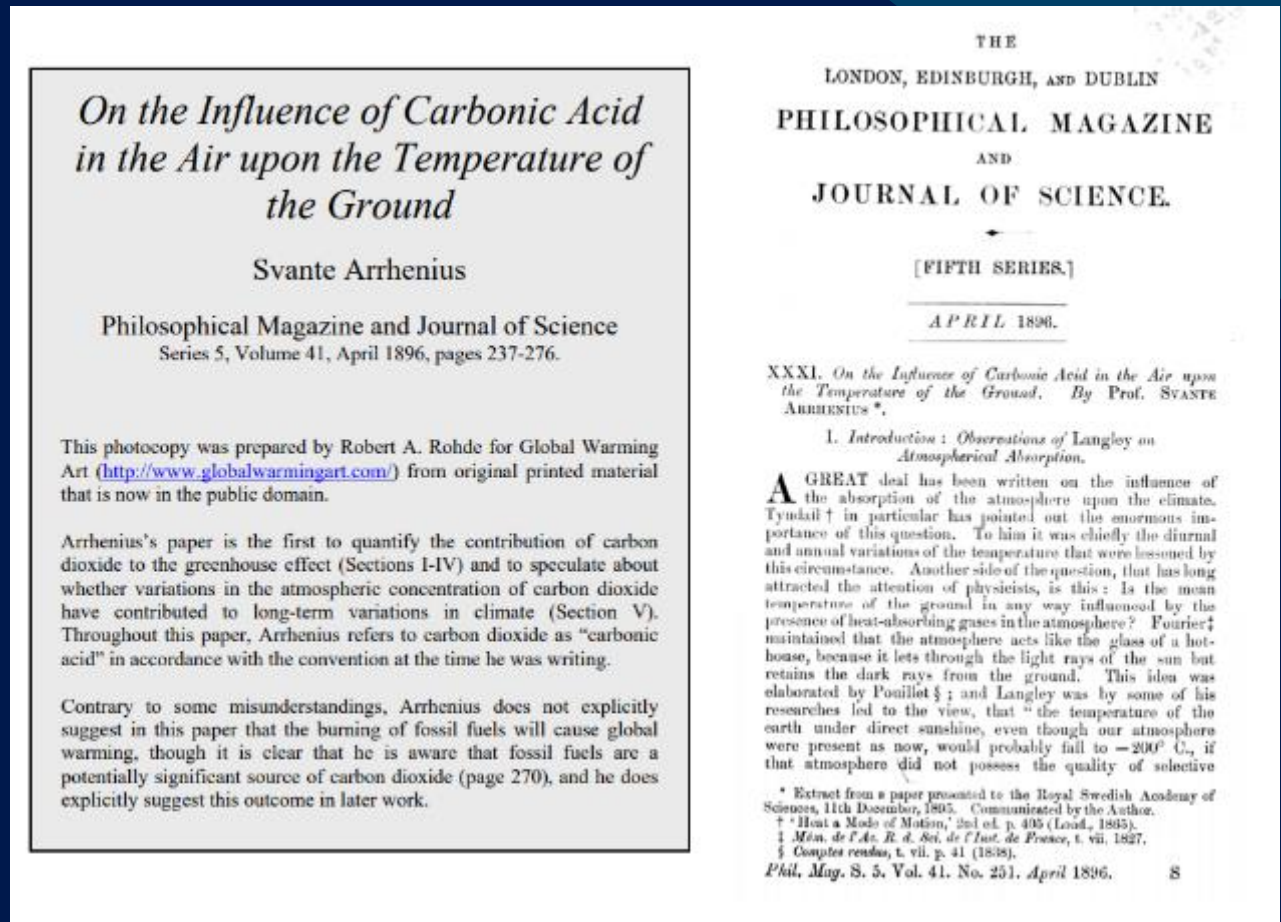
- ✓ La ciencia climática está cambiando por lo que se requiere de una **nueva visión** para integrar el cambio climático a la currícula de la escuelas de ingeniería.
- ✓ El calor se mueve del ecuador a los polos a través del ciclo hidrológico para buscar un **equilibrio térmico**.
- ✓ Existen evidencias que el cambio climático existe debido al **incremento de los GEI**, cambios en los patrones climáticos, y además que los cambios se intensificarán.
- ✓ El cambio climático es una fenómeno **recurrente** en la historia del planeta Tierra, pero fue a un **ritmo mas lento** del observado actualmente.
- ✓ La preocupación que existe se deriva de la posibilidad de que el ritmo se haya **acelerado por la emisión de gases de efecto invernadero** (GEI), debido a las actividades humanas.
- ✓ Regular el uso de combustibles fósiles es un tarea difícil ya que impacta directamente en la prosperidad económica de un país.

¿Por qué es un tema controversial?

Aunque existe un consenso mundial de la existencia del cambio climático, la controversia se concentra en **las causas que provocan** dicho fenómeno global, en particular el **grado de responsabilidad** de los países, actividades y procesos humanos.

3. Hechos históricos

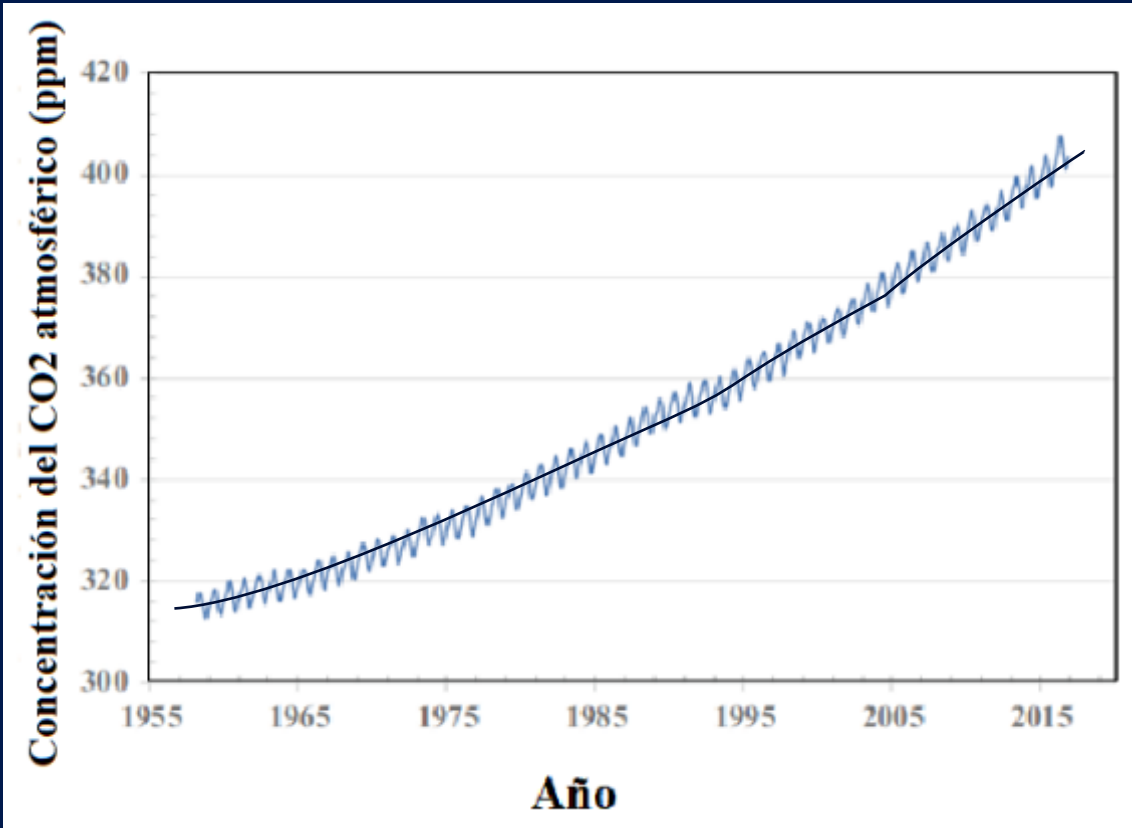
En 1896, el químico sueco Arrhenius estimó que la temperatura de la tierra se incrementaría en 5 a 6 °C, si se duplicara la concentración atmosférica de CO₂.



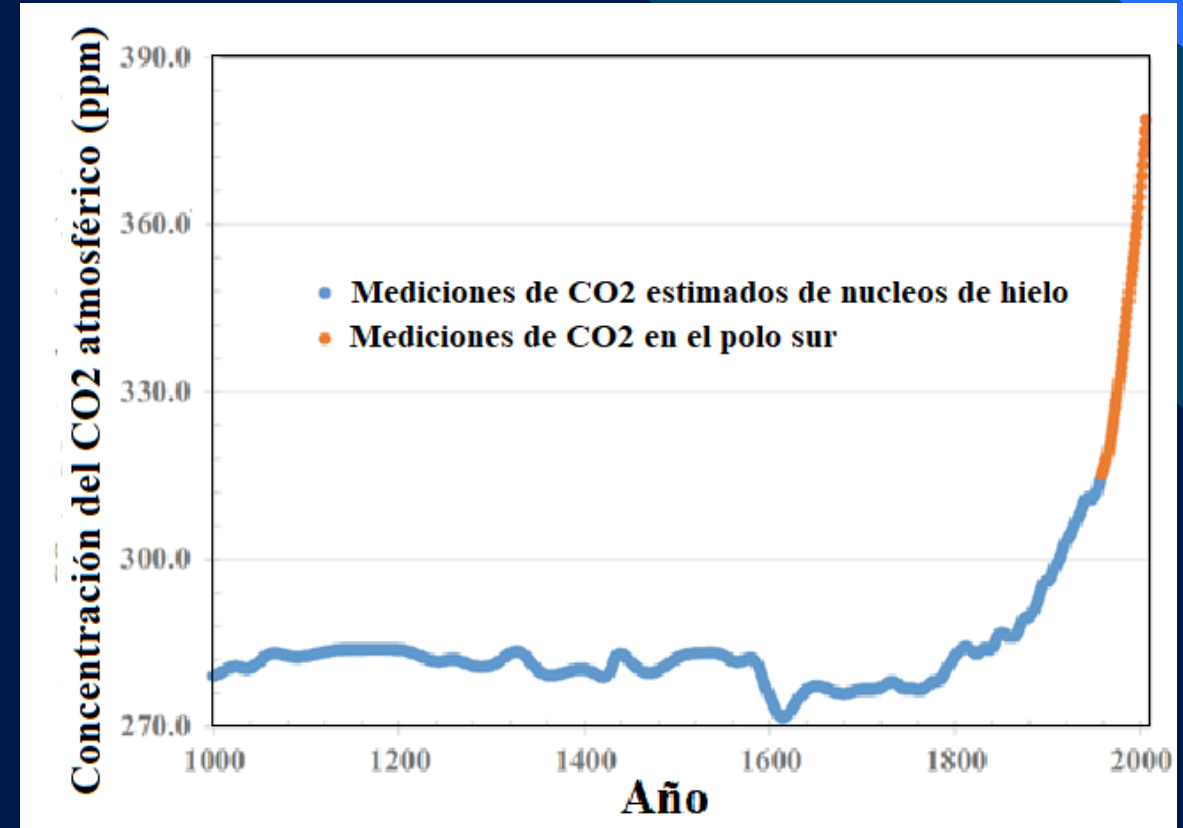
Incremento en la concentración de CO₂ ambiental

- Jean-Baptiste Fourier (1824) sugirió que la atmosfera se comporta como un **invernadero de vidrio**, al permitir que la ondas de calor penetren la atmosfera y retenga una gran cantidad del calor recibido.
- John Tyndell (1850's) demostró que es **proceso de absorción selectiva por la radiación infrarroja** por H₂O y CO₂.
- Callendar (1940) fue el primero en **asociar** el incremento de CO₂ con el uso de **combustibles fósiles**.
- La concentración de CO₂ permaneció estable en **280 ppm** hasta el año 1750, con el inicio de la era industrial (Indermühle et al., 1999).
- Keeling inicio la **medición continua de CO₂**, con 62 años de datos, en el observatorio Manua Loa de Hawaii con **315 ppm** en **1958**, con **380 ppm** en **2008**, un incremento anual de **1.5 ppm** en dicho sitio.
- Se reportaron **400 ppm** en **2017**, con un incremento anual de 1.5 a 2.0 ppm.
- Se ha documentado que la principales fuentes de emisiones de CO₂ son la **combustión de combustibles fósiles y cambio en el uso de la tierra**.

Variación del CO₂ Ambiental terrestre



Variación estacional de la concentración atmosférica media mensual del CO₂ registrados en la estación de observación “Manua Loa” en el periodo 1958-2016 (NOAA/ESRL, 2016)

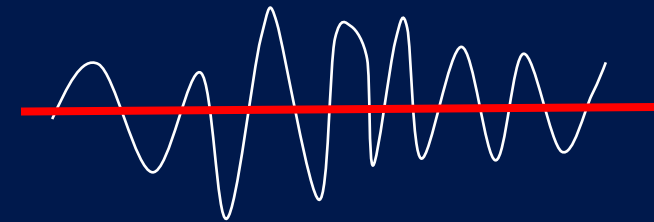
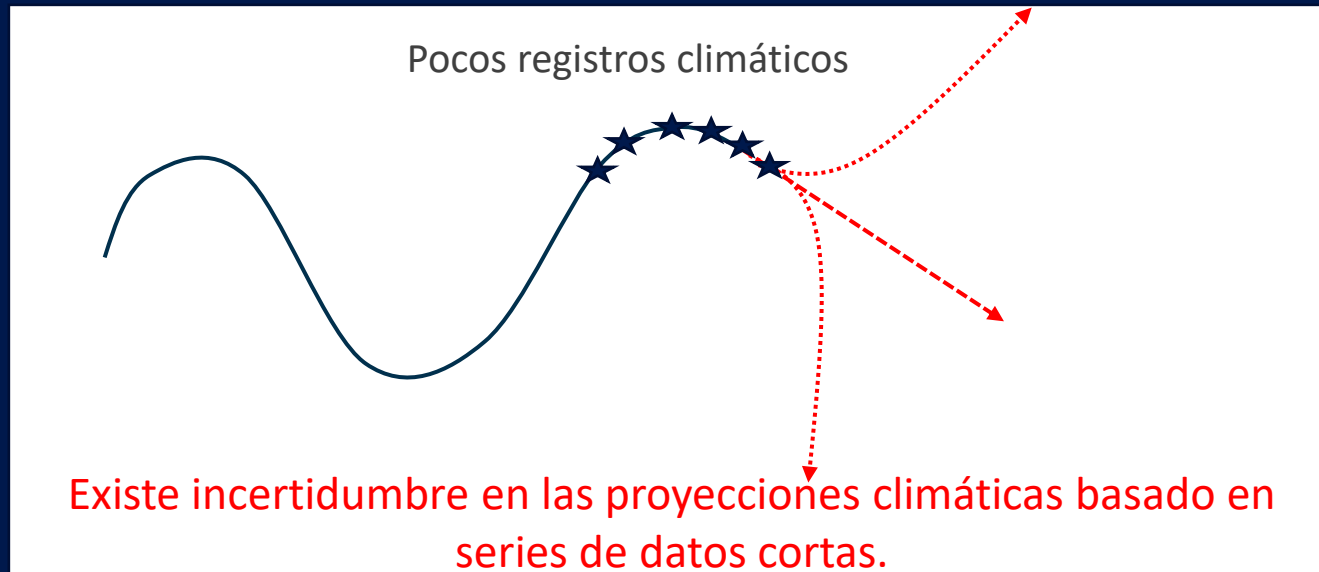


Concentración de CO₂ en la Antártica en los últimos 1,000 años. Línea azul reconstruido de núcleos de hielo mientras que la línea roja son medidas instrumentales en la estación del polo sur. Modificada por Etheridge et al. (1996) a partir de datos de NOAA: (www.ncdc.noaa.gov/)

Hechos históricos

- 1998: La ocurrencia de un año “**Super Niño**” generaron condiciones de calentamiento excepcionales, igualando en años posteriores, que fueron excedidas en 2014.
- 2001: El tercer reporte del IPCC concluyó que las emisiones antropogénicas de GEI era la principal causa del calentamiento global.
- 2005: Protocolo de Kioto se aprueba como **ley internacional**.
- 2006: El informe Stern indicó que el cambio climático podría causar afectación del PIB global en un **20%** si no se controla, pero actuar ahora cuesta anualmente alrededor del 1% del PIB mundial.
- 2007: El cuarto informe del IPCC concluyó que el **90% de las emisiones antropogénicas** de GEI son responsables de cambio climático actual.
- 2009: **China ha sobrepasado a EEUU como el mayor emisor mundial de GEI.**
- 2010: En seguimiento al acuerdo de Copenhagen, Los países desarrollados iniciaron a contribuir anualmente con **30 mil millones USD** para promover una **economía verde y con acciones de adaptación** al CC.
- 2011: La población mundial alcanzó los **7 mil millones** y en consecuencia los GEI se han incrementado.
- 2015: Los países firman el acuerdo de Paris para **asumir limites** en disminución de GEI y el compromiso de **reportar sus avances**.

4. Definición de clima y conceptos relacionados



Tiempo meteorológico o atmosférico (weather)

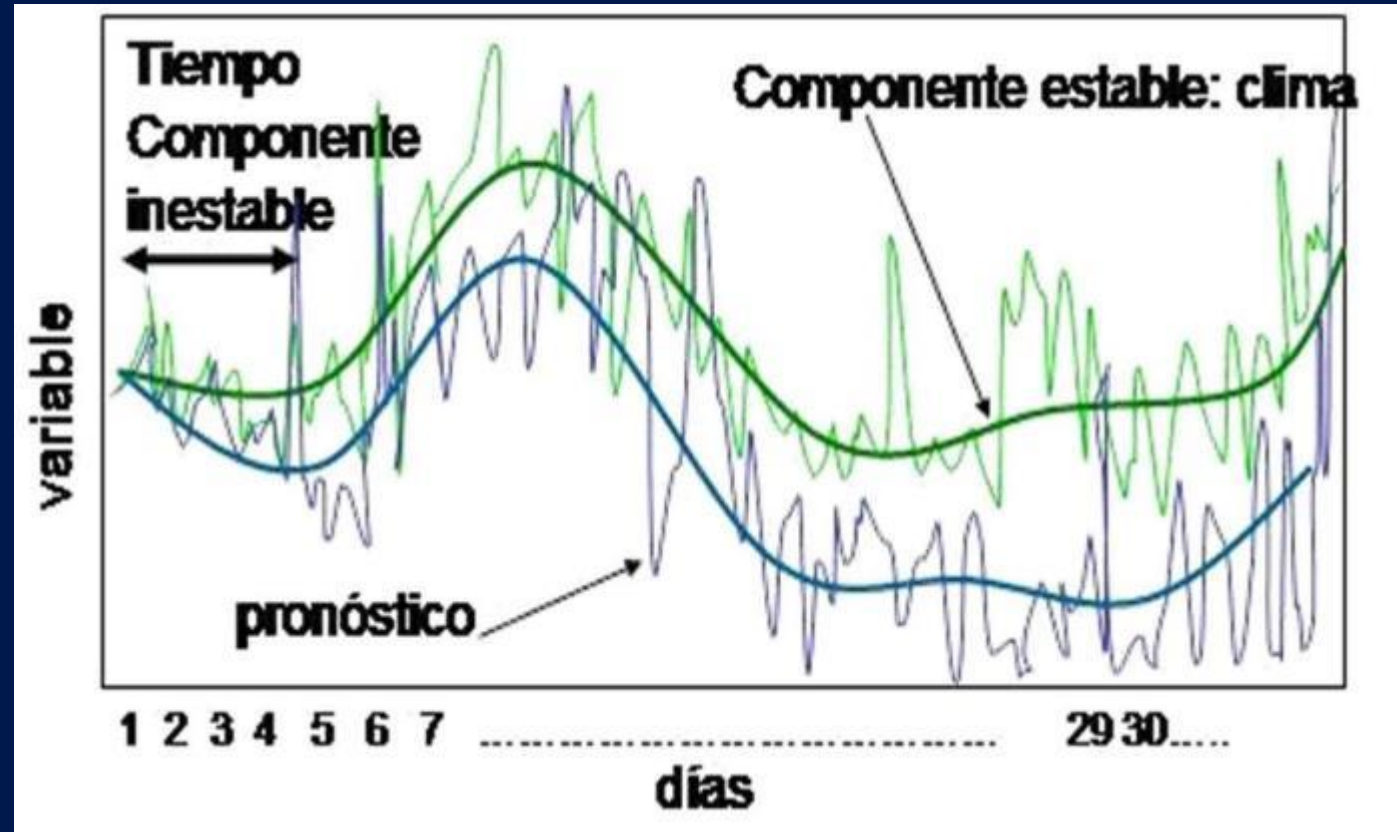
Estado físico de la atmósfera en un **momento determinado** (generalmente en una hora o día) y lugar en particular, y con una evolución de ese estado a través de la generación, crecimiento y desaparición de distintas **perturbaciones** que lo determinan. Algunas veces también se refiere como **estado del tiempo** o simplemente como **tiempo**.

Clima (climate)

Síntesis o promedio de los “tiempos” en la totalidad de un **período largo** caracterizado por un conjunto de propiedades estadísticas y es ampliamente independiente de cualquier estado instantáneo. según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), se requieren de por lo menos **30 años de datos** para caracterizar al clima.

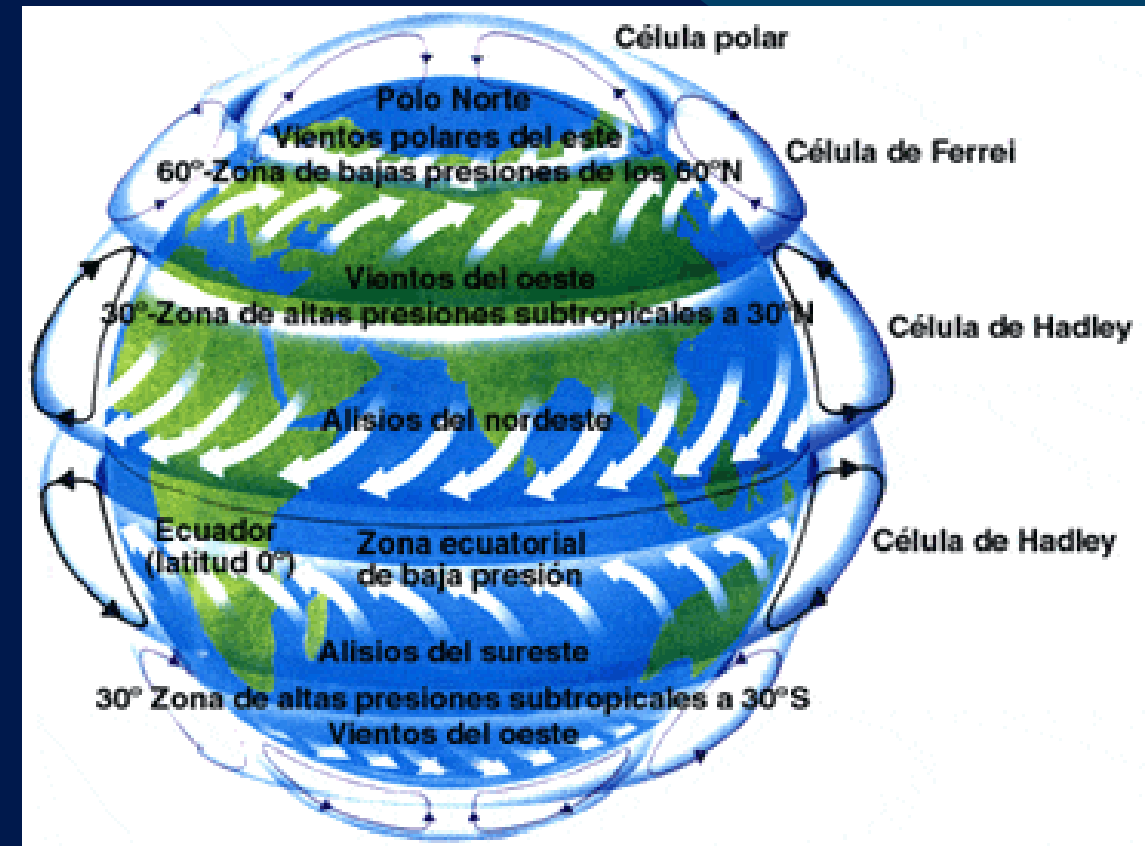
Notas: El clima es lo que **tu esperarías** de acuerdo a una serie climática histórica y el tiempo lo que se tiene un **momento dado**. El promedio de los tiempos atmosféricos define el clima de un lugar.

Estado y pronóstico del tiempo, y clima



El Clima y la Atmósfera

- La **energía solar diferencial** recibida por la tierra se distribuye desde el Ecuador hasta los polos a través del **movimiento** del planeta, las **circulaciones atmosféricas** y **corrientes marinas**.
- La **presión atmosférica** define varios **procesos meteorológicos**, pues sus variaciones verticales y horizontales pueden producir fenómenos que afectan el estado del tiempo y definir el clima en un lugar.



Elementos del clima y del estado del tiempo

Termodinámicos

- Presión atmosférica
- Temperatura ambiental
- Viento
- Insolación

Acuosos

- Humedad ambiental
- Nubosidad
- Precipitación

Para un lugar determinado, los elementos del clima son las propiedades físicas de la atmósfera, que a largo plazo **definen el clima** y a corto plazo, **el tiempo**.

- ✓ Los elementos del clima están interrelacionados.
- ✓ Tradicionalmente solo se usaban dos elementos para definir el clima: temperatura y precipitación.

Factores geográficos del clima

1. Latitud.
2. Altitud.
3. Oceanidad/Continentalidad
4. Relieve o configuración del terreno.
5. Tipo de vegetación.
6. Distribución de tierras y aguas.
7. Naturaleza del suelo.
8. Corrientes marinas.

Los factores del clima son las propiedades geográficas que lo condicionan.

Causas de la variabilidad climática

Causas exteriores a la tierra

- ✓ El sol como estrella variable.
- ✓ Variaciones en la órbita terrestre.

Causas internas

- ✓ Polvo volcánico en la atmósfera.
- ✓ Efecto invernadero de la atmósfera
- ✓ Cambios en los océanos.
- ✓ Cambio en el uso de suelo
- ✓ Energía.
- ✓ Procesos industriales y transporte.

La variabilidad puede ser debida a *cambios internos* o *forzamientos externos* como la modulación del ciclo solar, erupciones volcánicas, y cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o uso de la tierra.

Caracterización del clima (IPCC, 2001, 2007)

- El clima es definido por las variables del tiempo atmosférico **promedio** en un **periodo de tiempo y espacio definidos**.
- Se describe en términos de los **parámetros estadísticos** de media y dispersión de los valores de las variables del tiempo atmosférico que ocurren en la superficie terrestre para un periodo de tiempo de meses a miles o millones de años, para una región geográfica definida.
- La descripción del clima incluye la media y las estadísticas como frecuencia, magnitud, y tendencias de persistencia.
- A menudo estos parámetros estadísticos **se combinan** con otras variables para describir otros fenómenos como las sequías.

Series de datos climatológicas



- Son los **datos estadísticos temporales**, **ordenados cronológicamente**, que se recopilan, observan o registran **en forma periódica** de los elementos del clima, esto es, a intervalos de tiempo regulares (diario, semanal), por un **largo periodo de tiempo**.
- El análisis estadístico de una serie climatológica requiere encontrar los siguientes componentes:
 - La **tendencia**: es el componente de largo plazo que representa el crecimiento o disminución en la serie sobre un periodo de tiempo amplio.
 - La **estacionalidad**: son los patrones de recurrencia que repiten de manera periódica en un año (las estaciones), una semana (los fines de semana) o un día (las horas pico) o cualquier otro periodo y se identifican en ciertos intervalos de tiempo conocidos. Recoge las oscilaciones que se producen en esos períodos de repetición.
 - El **factor cíclico**: es el patrón que recoge las oscilaciones periódicas de amplitud superior a un año, pero que no pueden determinarse con precisión, se muestran como fluctuaciones en forma de onda alrededor de la tendencia. Tiene un período y amplitud variables, pudiendo clasificarse como cíclicos, cuasicíclicos o recurrentes.
 - La **aleatoriedad** o movimiento irregular: son irregularidades que se suponen explica el azar.

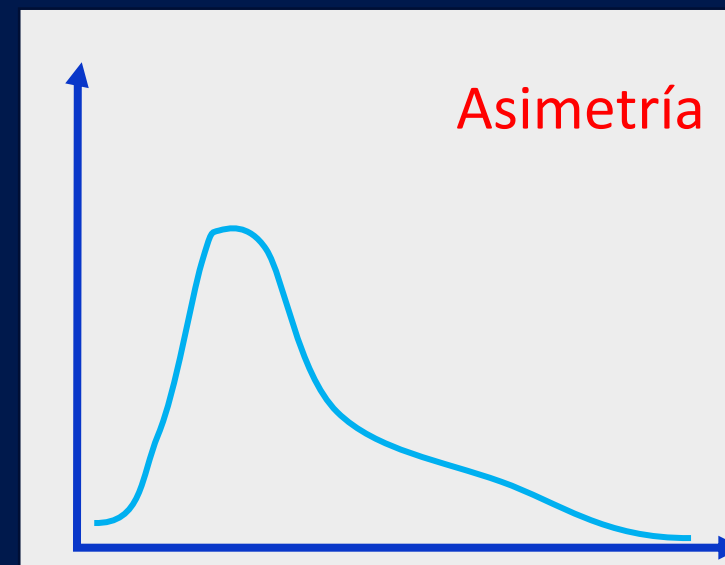
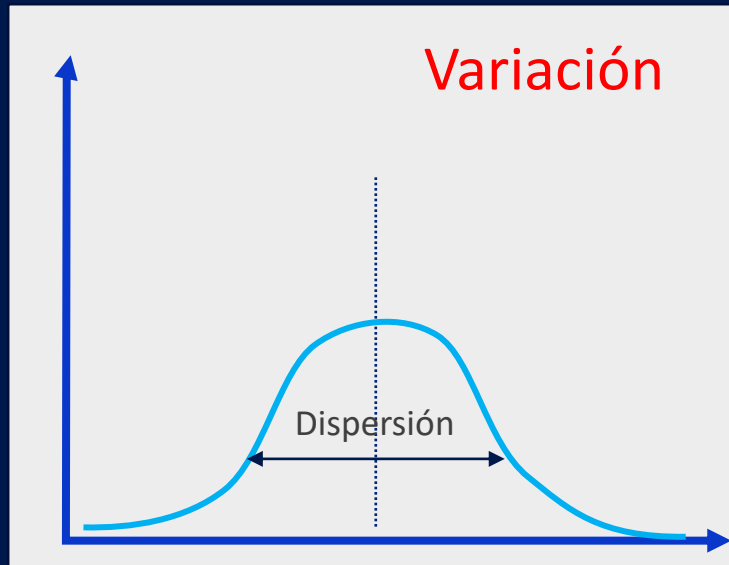
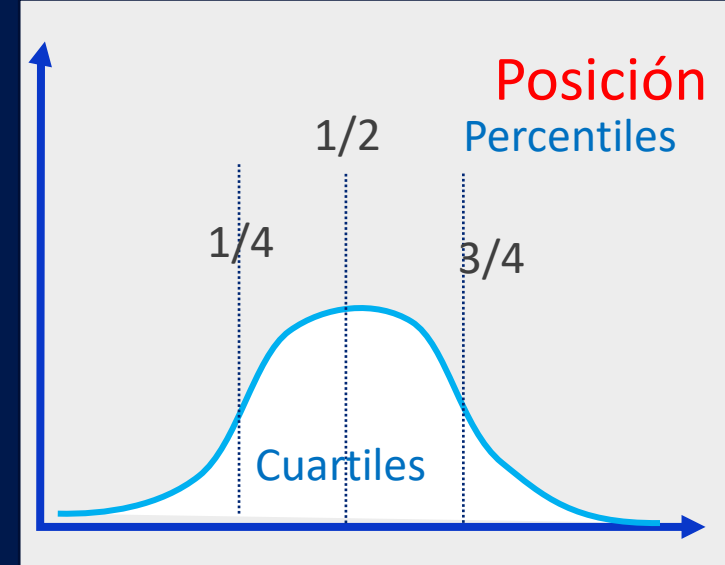
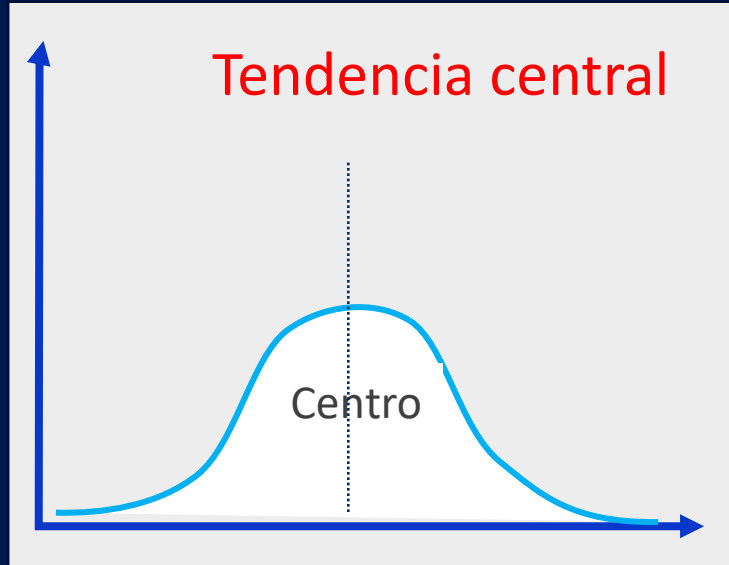


Parametrización de series climatológicas:

Las medidas o parámetros estadísticos **son valores representativos** de una colección de datos que **resumen en unos pocos** valores o parámetros la información característica de la serie de valores climatológicos, siendo los más comunes

1. La **tendencia central** de los datos (media aritmética, mediana, moda, media geométrica)
2. La **dispersión o variación** con respecto a este centro (rango, varianza, desviación)
3. La **simetría** de los datos.
4. La **forma** en que se agrupan los datos
5. Los datos que ocupan **ciertas posiciones** de interés

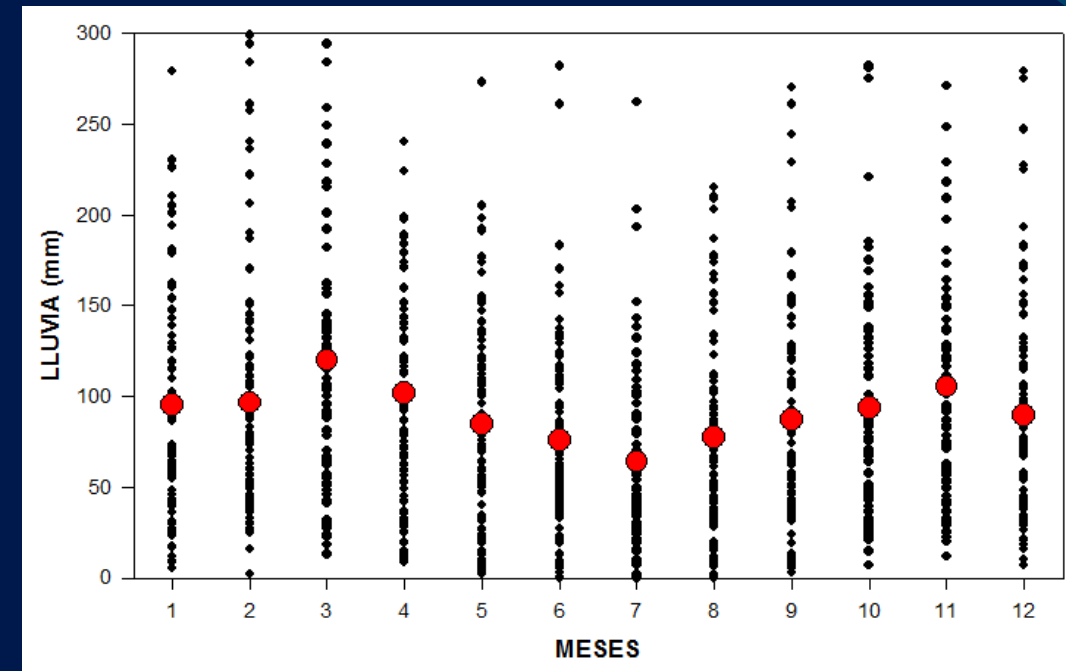
Representación de la medidas representativas de una serie de datos climatológica



Variabilidad climática

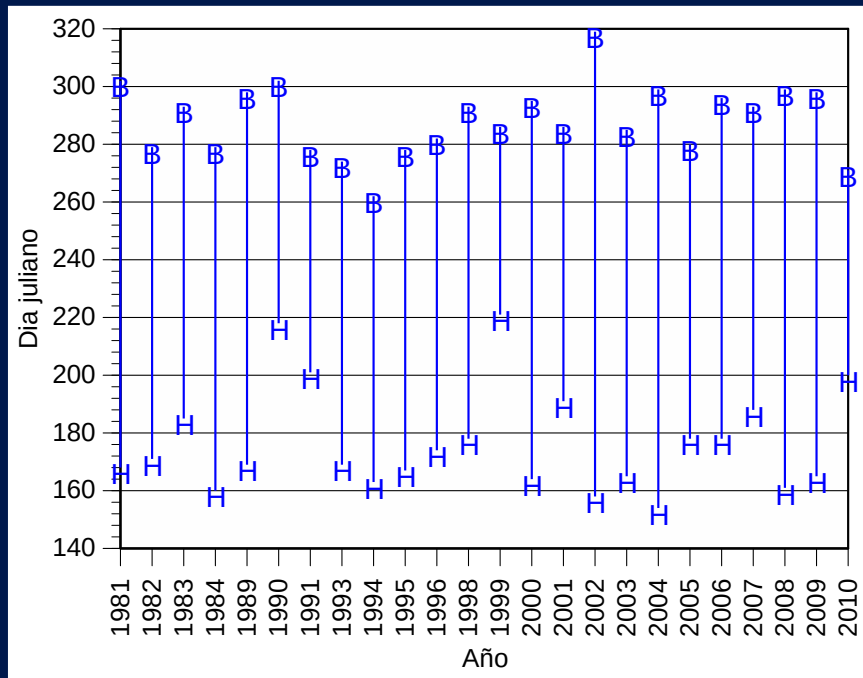
Variación puntual de una variable meteorológica, por ejemplo la temperatura y precipitación, alrededor del valor medio.

Indica la desviación (o anomalía) a las estadísticas climáticas a lo largo de un período de tiempo dado (por ejemplo, un mes, estación, o año determinados) respecto a estadísticas climáticas a largo plazo relacionadas con el mismo período del calendario.

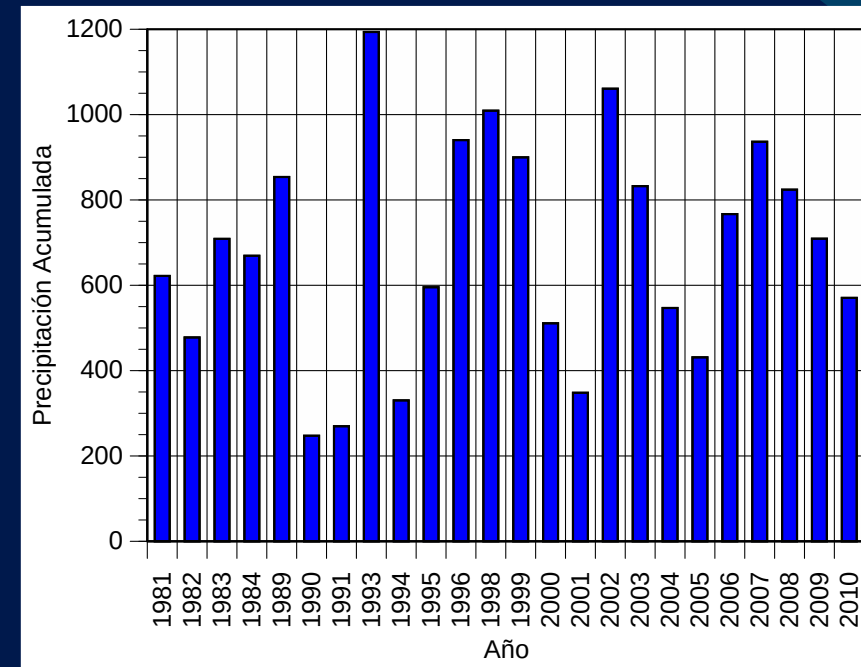


Variabilidad temporal de la estación lluviosa

Periodo de la estación de lluvias



Precipitación acumulada en la estación de lluvias



Estación: 6001

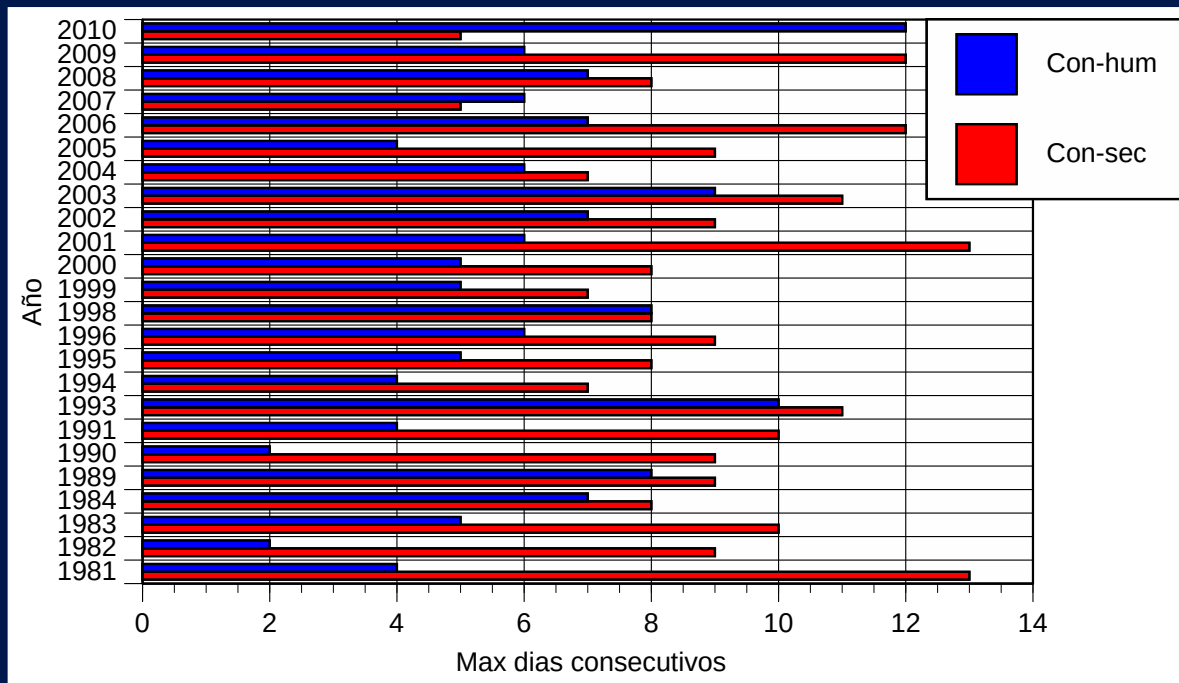
Latitud: 18.938 Longitud: -103.946

Ubicación: Cd. Armeria, Colima, México.

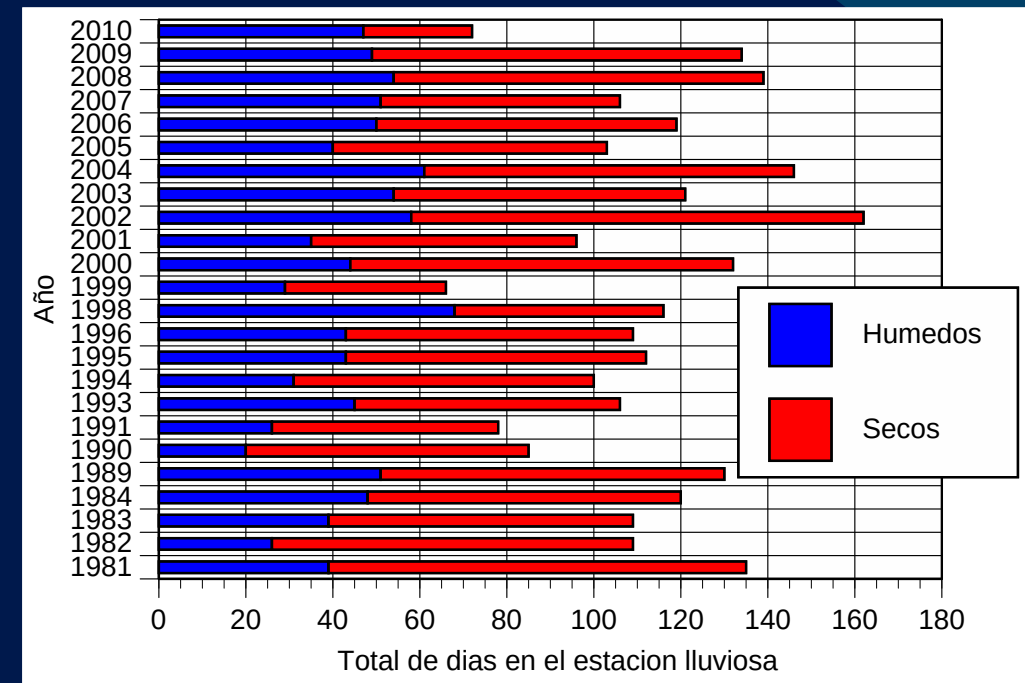
Variabilidad temporal de la estación lluviosa (días)



Máximos días consecutivos húmedos y secos



Total de días húmedos y secos

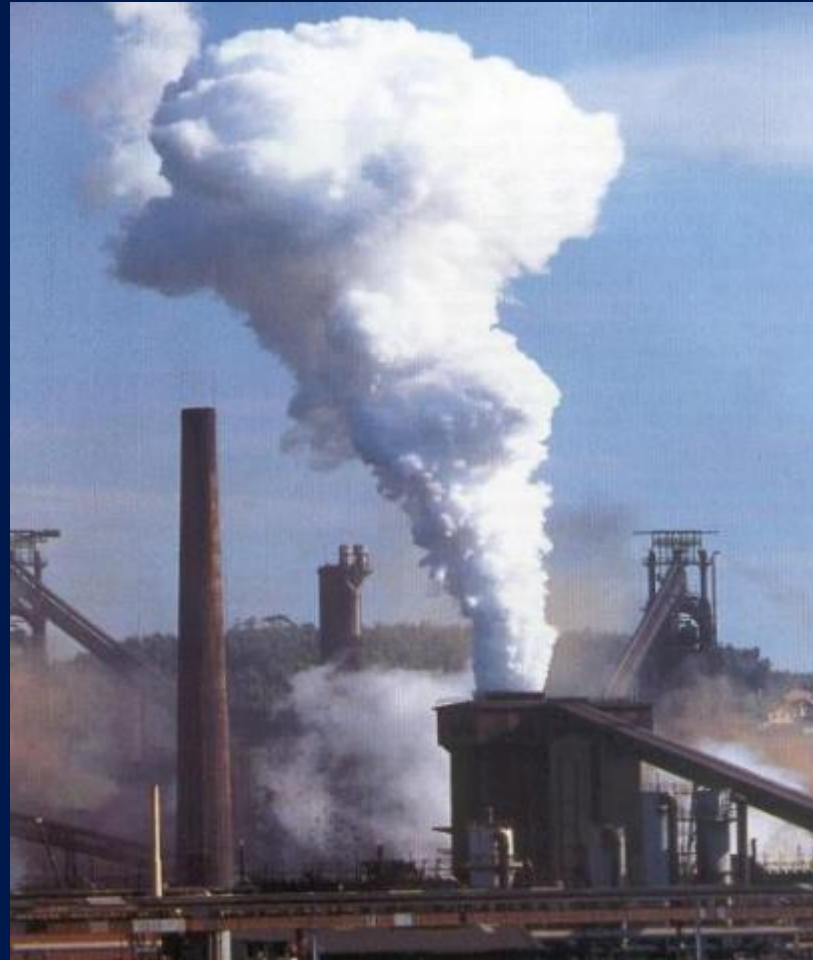


Estación: 6001

Latitud: 18.938 Longitud: -103.946

Ubicación: Cd. Armeria, Colima, México.

5. Composición de la atmósfera



Composición de la atmósfera

Los principales gases presentes en la atmósfera:

El Nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2), y el argón (Ar) constituyen el **99%** de los gases atmosféricos.

Concentración global promedio de los constituyentes atmosféricos bien mezclados.

Como referencia se presentan los cambios desde la **era industrial y la eficiencia radiativa**. (IPCC 2007, 2013; Schlesinger and Bernhardt 2013)

Gas	Radiative efficiency W m ⁻² ppb ⁻¹	Mixing ratio			Global increase (2005–2011)
		1750	2005	2011	
Major constituents (%)					
Nitrogen (N ₂)	0	78.084	78.084	78.084	–
Oxygen (O ₂)	0	20.946	20.946	20.946	–
Argon (Ar)	0	0.934	0.934	0.934	–
Water vapor (H ₂ O)		0–0.02	0–0.02	0–0.02	–
Parts per million (ppm) constituents					
Carbon dioxide (CO ₂)	1.37 × 10 ⁻⁵	278 ± 2	379	390 ± 0.28	11.67 ± 0.37
Helium	0	5.24	5.24	5.24	5.24
Krypton	0	1.14	1.14	1.14	1.14
Parts per billion (ppb) constituents					
Methane (NH ₄)	3.63 × 10 ⁻⁴	722 ± 22	1774	1803 ± 4.8	28.9 ± 6.8
Nitrous oxide (N ₂ O)	3.00 × 10 ⁻³	270 ± 7	319	324.0 ± 0.1	4.7 ± 0.2
Chlorofluorocarbons (parts per trillion)					
CFC-11	0.26	0	251	236.9 ± 0.1	-13.0 ± 0.1
CFC-12	0.32	0	542	539.5 ± 0.2	-14.1 ± 0.1
CFC-113	0.30	0	78.6	74.3 ± 0.06	-4.35 ± 0.02
CFC-115	0.20	0	8.36	8.37	–

Tipos de gases atmosféricos

- **No todos** los gases que se encuentran en la atmósfera son GEI.
- Los **GEI** representan aproximadamente **1%** de la composición atmosférica, pero cumplen funciones primordiales para retrasar el enfriamiento de la tierra por la noche.
- Un GEI puede **absorber la radiación infrarroja**, la cual genera vibraciones y colisiones moleculares, que transfieren energía para calentar el gas cercano.

Definición de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

- Son los componentes gaseosos presentes en la atmósfera, tanto de origen natural como antropogénico, **que absorben y reemiten radiación infrarroja** (CMNUCC).
- Tres GEIs han **incrementado** sus concentraciones con respecto a las existente cerca de la revolución industrial (1750): CO₂ con **145%**, metano con **254%** y oxido nitroso con **121%**.
- Los GEI actúan de manera **análoga** a un gran **invernadero** en la atmosfera que mantiene y regula la temperatura terrestre.

Los principales GEI y sus potencial de calentamiento

Los seis gases de efecto invernadero (GEI) mas importantes considerando su impacto en la atmósfera de acuerdo al Protocolo de Kioto (PK), son los siguientes:

Origen	Gases	Fuente	Vida media en años	Potencial de Calentamiento
Gases de origen natural	Bióxido de carbono (CO ₂)	Quema de combustibles fósiles (carbón, derivados de petróleo y gas), reacciones químicas en procesos de manufactura; (como la producción de cemento y acero) cambio de uso de suelo (deforestación).	50 a 200	1
	Metano (CH ₄)	Descomposición anaeróbica (cultivo de arroz, rellenos sanitarios, estiércol), escape de gas en minas y pozos petroleros.	12 ± 3	21
	Óxido nitroso (N ₂ O)	Producción y uso de fertilizantes nitrogenados, quema de combustibles fósiles.	120	310
Gases antropogénicos	Hidrofluorocarbonos (HFCs)	Emitidos en procesos de manufactura y usados como refrigerantes.	1.5 a 264	140-11,700
	Perfluorocarbonos (PFCs)	Producción de Aluminio, fabricación de semiconductores, sustituto de las sustancias destructoras del ozono. Ej. Uso de solventes, espumas, refrigeración fija.	2,600 a 50000	6,500-9,200
	Hexafluoruro de Azufre (SF ₆)	Producción y uso en equipos eléctricos; Producción de magnesio y aluminio; Fabricación de semiconductores.	3,200	23,900

6. Efecto invernadero y balance energético terrestre

- Efecto Invernadero es debido a la absorción de calor (radiación infrarroja) por parte de todos los componentes que absorben calor en la atmósfera (que absorben radiación infrarroja).
- La energía radiante perpendicular a la superficie exterior de la atmósfera es de $1360.8 \pm 0.5 \text{ W/m}^2$ (Kopp and Lean 2011).
- El intercambio de energía entre el sol, la tierra y el espacio controla el clima global.
- La tierra está en equilibrio dinámico, esto es, la radiación que recibe del sol es la misma que emite como calor en forma de energía infrarroja al espacio.

Evolución térmica de un invernadero con respecto al exterior

Efecto invernadero: fenómeno debido a la acción reguladora de la energía en un invernadero, con una cubierta transparente, que impide que el calor transmitido por el sol y que penetra al interior se escape y se libere al ambiente.

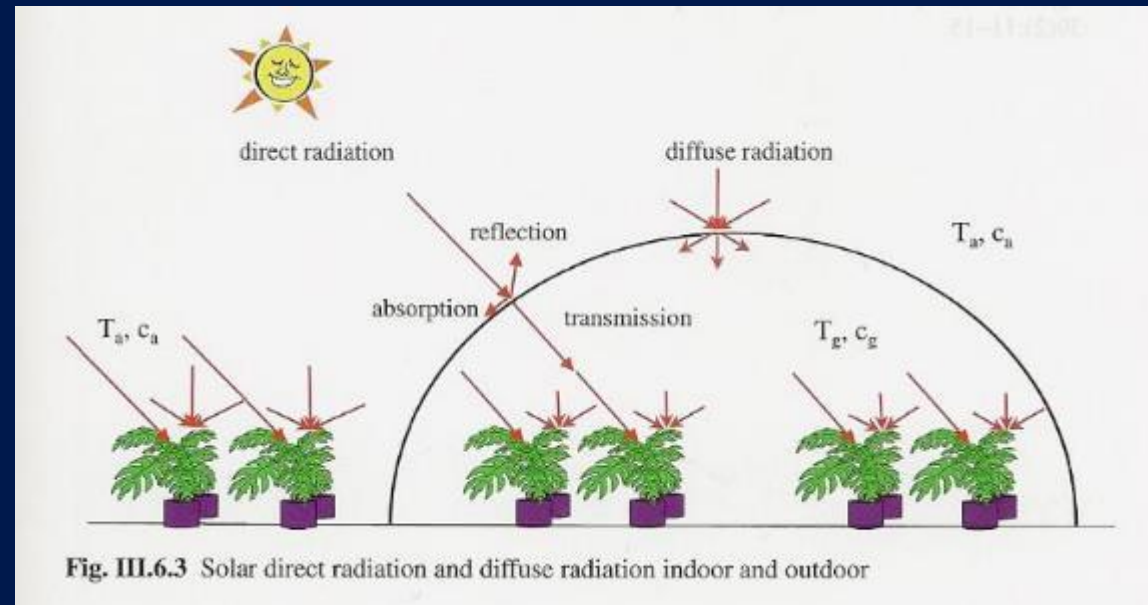
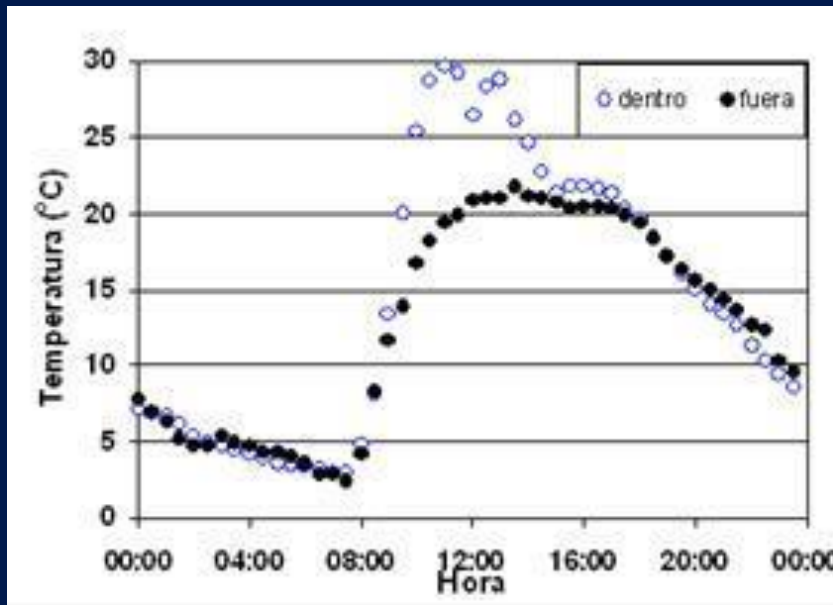


Fig. III.6.3 Solar direct radiation and diffuse radiation indoor and outdoor

Efecto invernadero de la atmósfera

- De forma análoga a un invernadero, la atmósfera regula la distribución de calor en la superficie terrestre e **impide** que el calor emitido por el sol, y que penetra la atmosfera, se **regrese y se escape al espacio**, y durante el día protege al planeta de la radiación solar y filtra radiaciones nocivas.
- El efecto invernadero es debido a los gases que componen la atmósfera, a estos gases se les conoce como **Gases de Efecto Invernadero (GEI)**.
- No todos los gases que se encuentran en la atmosfera actúan como GEI.
- Debido a éste efecto, la tierra se mantiene a un temperatura que permite el **desarrollo de organismos vivos** (+14°C) .
- Las principales fuentes de emisiones de CO₂ son la **combustión** de combustibles fósiles (80%) y el **cambio en el uso** del la tierra.
- Regular el **uso de combustibles** fósiles es un **tarea difícil** ya que impacta directamente en la prosperidad económica de un país.

El Balance energético terrestre

- La temperatura de la tierra es definido por el balance de la energía **entrante y saliente** del sistema terrestre.
- La **entrada** de energía esta asociada a la **energía solar** que penetra la atmósfera y calienta tanto a la atmósfera y la superficie terrestre.
- La salida de energía está asociada a la energía **reflejada** por la **atmósfera y la superficie terrestre**, que es finalmente liberada de la atmósfera, enfriando al planeta.
- El incremento de CO_2 es el principal forzante del cambio climático de origen antropogénico. Representa el **1.939 de los 2.974** W/m^2 o 65% del incremento radiativo global que ha ocurrido de 1750 a 2015. En el periodo de 1990 a 2015, el forzante radiativo de los GEIs de larga residencia incrementaron en 37.4%, representando el CO_2 el 80% de ese incremento.

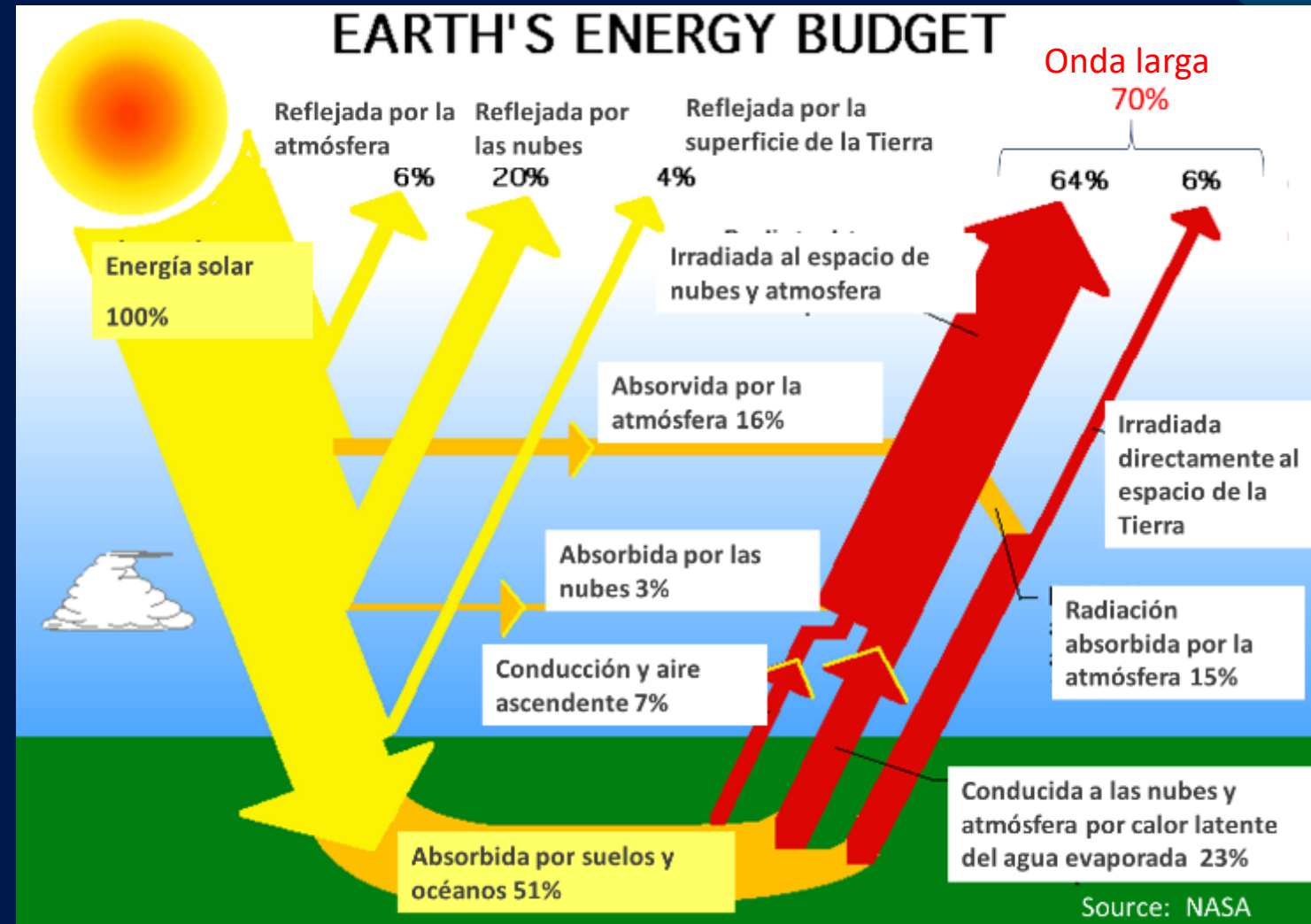
El Sistema climático (SC)

- Es el Conjunto dinámico, abierto y cambiante compuesto de 5 subsistemas simples:
 - Atmósfera
 - Hidrosfera
 - Litosfera
 - Biosfera
 - Criosfera
- El SC tiene un intercambio de energía y materia entre subsistemas a partir de mecanismos de realimentación positivos y negativos.
- Existen factores naturales de forzamiento natural y antrópico.

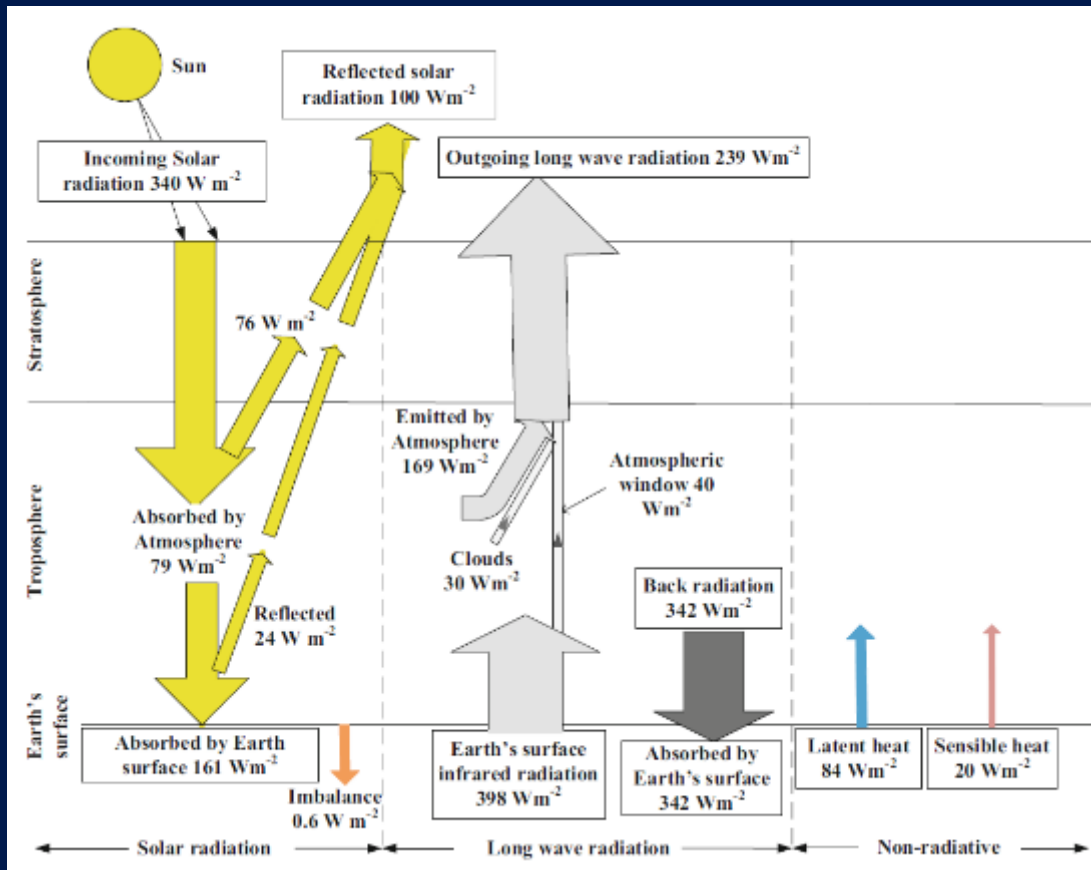
Balance energético general terrestre

Onda corta
+100%
- 6%
- 20%
- 4%

70%



Balance medio global energético de la tierra



Números y texto en cuadro indican valores medidos. Otros números indican estimaciones para las magnitudes del balance global de energía promediado globalmente.

$340 - 100 = 240 \text{ w/m}^2$ absorbidos en la atmósfera y tierra

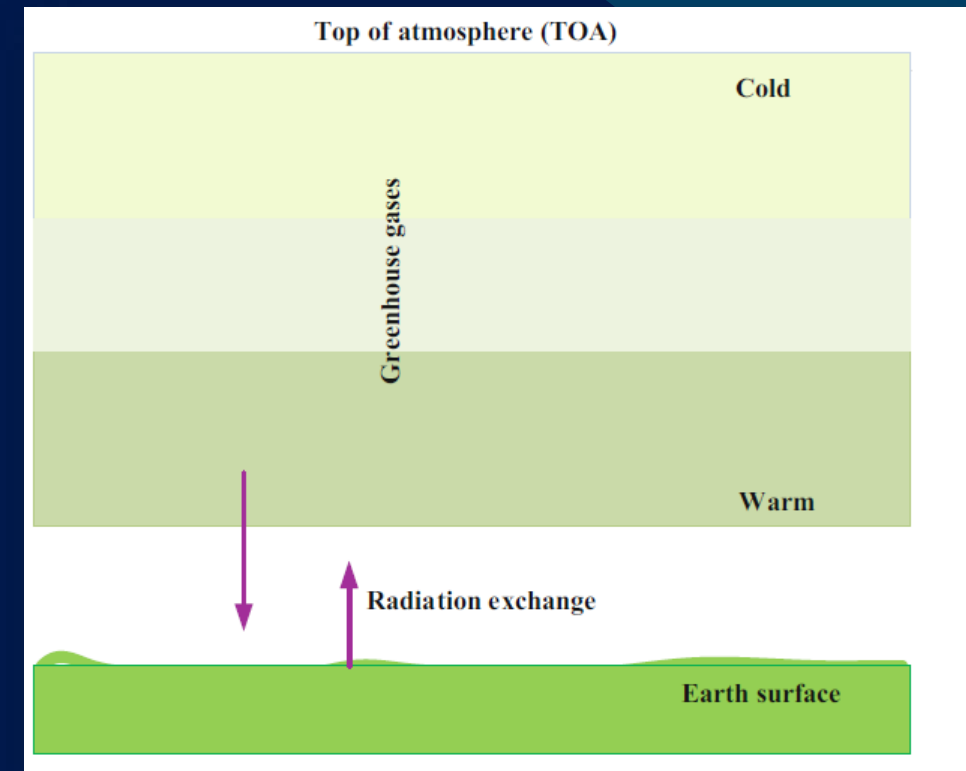
$169 + 30 + 40 = 239 \text{ w/m}^2$ emitidos al espacio como onda larga

Desbalance $\approx 0.4 \text{ w/m}^2$

Adaptado de Ussiri and Lal (2013), con datos de Wild et al. (2013) y Hartmann et al. (2013).

Temperatura de las capas de la atmósfera

- La cantidad de radiación que se **emite** un cuerpo depende de su **temperatura**.
- Debido a procesos de convección, la capa superior de la atmósfera (**5-10 km** de altura) la temperatura **es muy fría** (30 a 50 °C mas fría que en la superficie), ya que los gases que la constituyen son fríos y emiten menos radiación al espacio.



Ussiri y Lal (2017)

Las principales fuentes emisoras de GEI

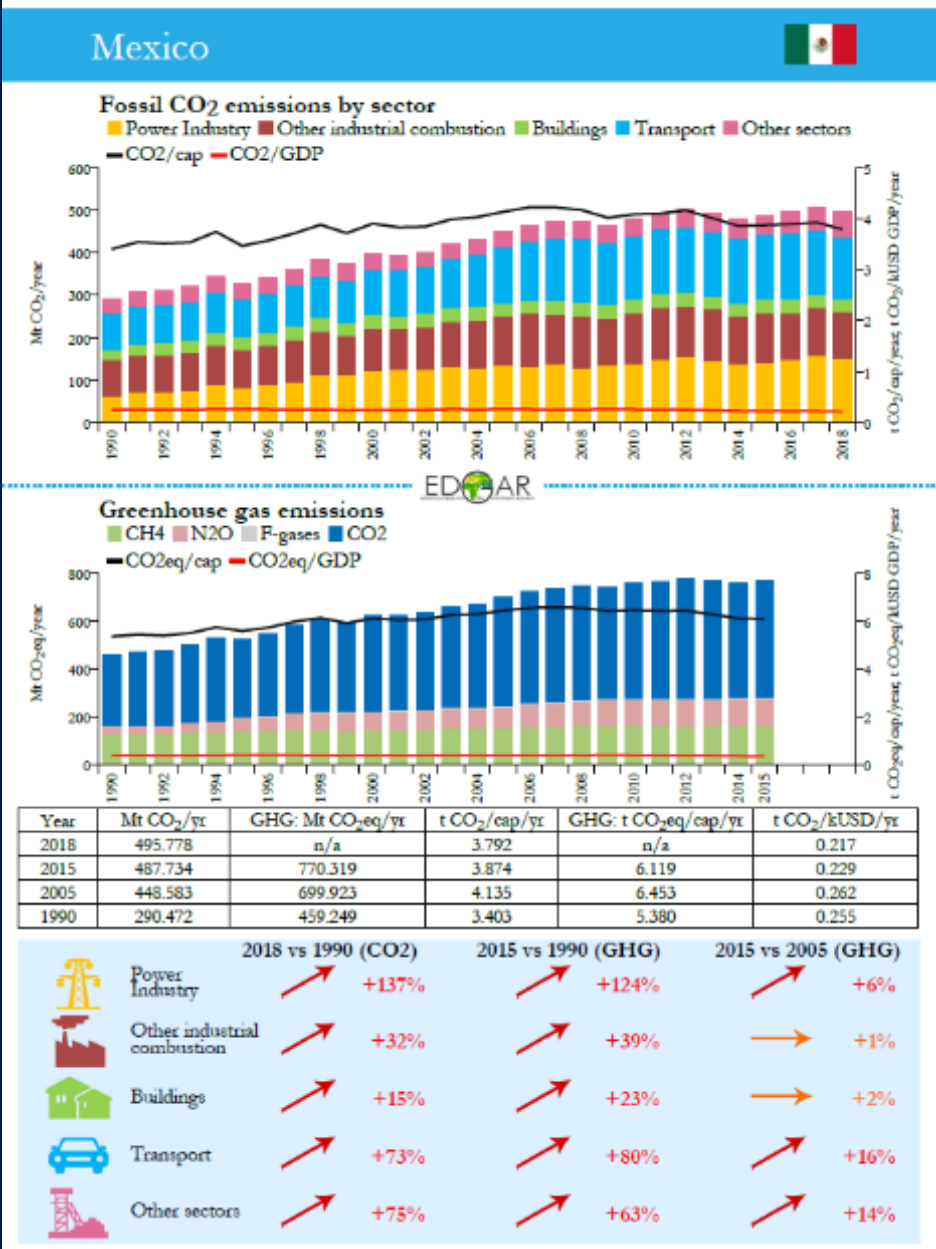
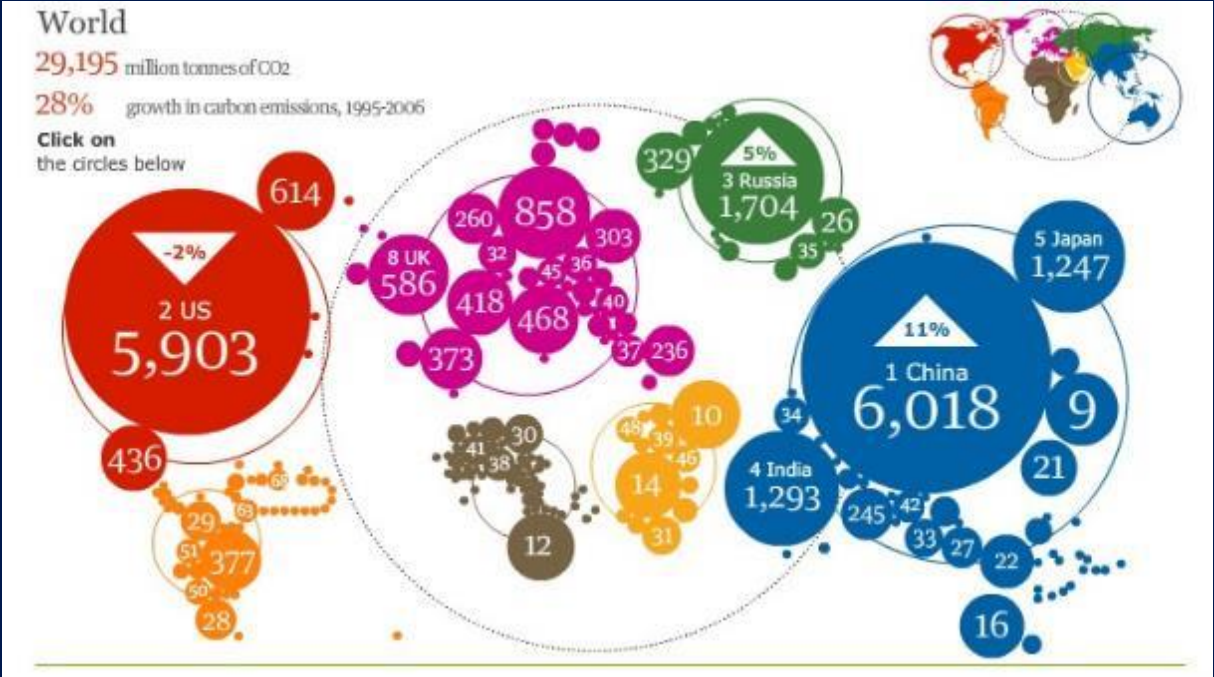
- El consumo de combustibles fósiles
- La deforestación
- La producción de electricidad
- La producción de cemento
- El transporte
- La agricultura, ganadería y pesquería
- Los rellenos sanitarios

El Protocolo de Kioto (PK)

Acuerdo para reducir GEI

- La política internacional presionó para convocar a la Convención de Cambio Climático de 1992, que condujo a la creación del **Panel Intergubernamental de Cambio Climático** (PICC, IPCC en inglés).
- El CC es un problema de **seguridad mundial** por lo que se han implementado mecanismos para reducir la emisión de GEI de origen antrópico.
- El mecanismo inicial es protocolo de Kyoto (PK) que un acuerdo internacional generado en el marco de la CMNUCC que especifica **limites para reducción de GEI a 37 países industrializados y la Comunidad Europea** (países firmantes) con la finalidad de reducir los efectos del calentamiento atmosférico.
- El Protocolo de Kioto entró en vigor el 15 de febrero de 2005.

Emisiones de GEI por país



Comunicaciones nacionales

- México es parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) desde 1994.
- Tiene que informar que hace en materia de CC ante dicha Convención.
- Ha presentado seis Comunicaciones Nacionales (1997, 2001, 2006, 2010, 2012 y 2018).
- Se presenta el *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI)* actualizado usando metodologías recomendadas por el IPCC.
- Incluye también las políticas y medidas de mitigación y adaptación que se han instrumentado y que podrían llevarse a cabo en los próximos años.



Sexta Comunicación Nacional 2018

Instrumentos de política de CC en los tres ordenes de gobierno en México.

Nacional	Federal	Estatal	Municipal
Marco jurídico	Ley General de Cambio Climático.	Leyes estatales en materia de cambio climático.	
Planeación	Estrategia Nacional de Cambio Climático. Plan Nacional de Adaptación. Contribuciones Nacionalmente Determinadas.	Programa especial de cambio climático.	Programas estatales de cambio climático. Programas municipales en materia de cambio climático.
Arreglos institucionales	Sistema Nacional de Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Consejo de Cambio Climático.	Comisiones estatales intersecretariales de cambio climático.
Instrumentos	Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero. Registro Nacional de Emisiones. Atlas Nacional de Riesgos. Sistema de Información de Cambio Climático. Instrumentos económicos.	Normas oficiales mexicanas. Normas mexicanas.	Inventarios estatales de Emisiones. Atlas estatales de riesgos. Atlas municipales de riesgos.
Evaluación	Coordinación de Evaluación.	Coordinación de Evaluación INECC.	Procedimientos de evaluación de programas estatales. Procedimientos de evaluación de programas municipales.
Financiamiento	Fondo de Cambio Climático.	Fondo de Cambio Climático. Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF).	Fondo de Cambio Climático y Fondos estatales. Presupuestos de las entidades federativas. Fondo de Cambio Climático y gestión de otros recursos.

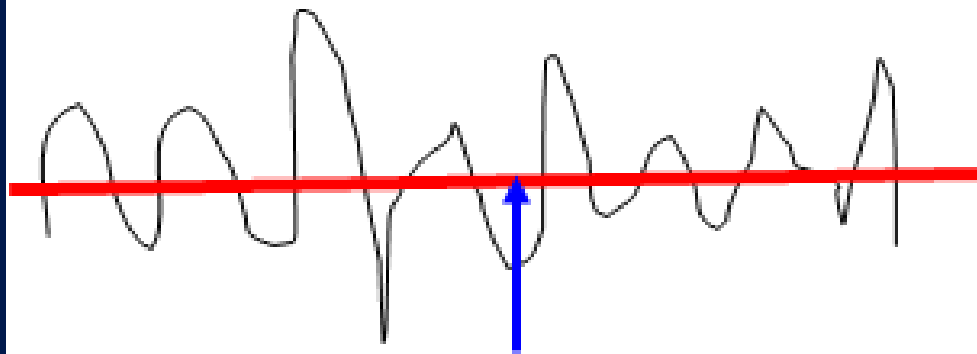
7. Cambio climático: definición e indicadores

Evolución del término “Cambio climático”

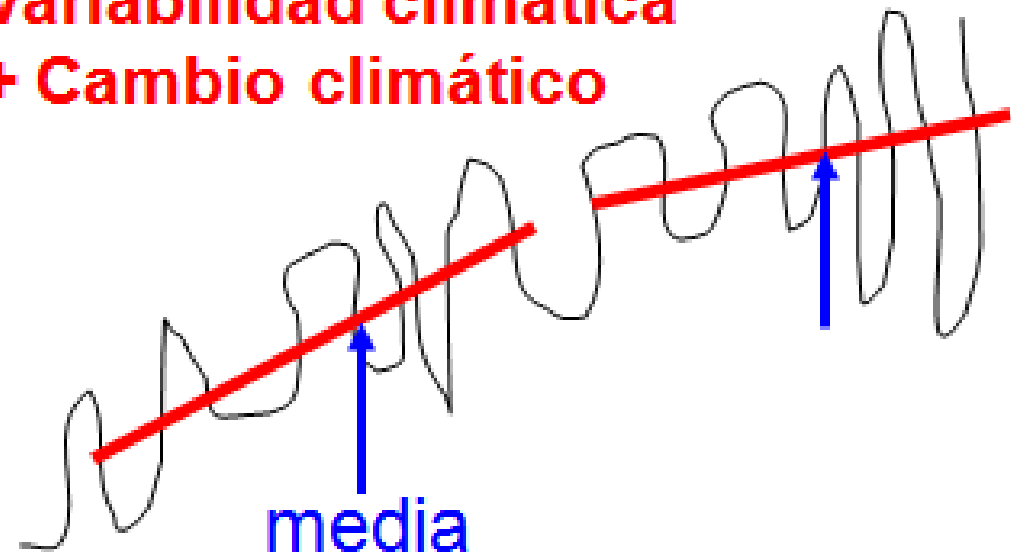
- **Calentamiento global:** Originalmente fue el término asociado al calentamiento de la tierra debido a los GEI, basada en el incremento de la temperatura promedio de la superficie Terrestre.
- **Cambio climático:** Es un término mas amplio que indica que los cambios no son solo en un elemento del clima, sino en mas elementos, además de la temperatura, como humedad, lluvia, viento y radiación solar incidente.
- **Cambio global:** Este es el conjunto de cambios biofísico y socioeconómicos interrelacionadas, no solo climáticos, en los procesos fundamentales que definen el funcionamiento global del planeta derivados de las actividades humanas, como son la pérdida de biodiversidad, la desertificación y el cambio en uso del suelo, alteraciones en los ciclos biogeoquímicos como el agua y los componentes de la atmósfera, cambios geopolíticos en el planeta, entre otros.

Variabilidad y cambio climático

Variabilidad climática

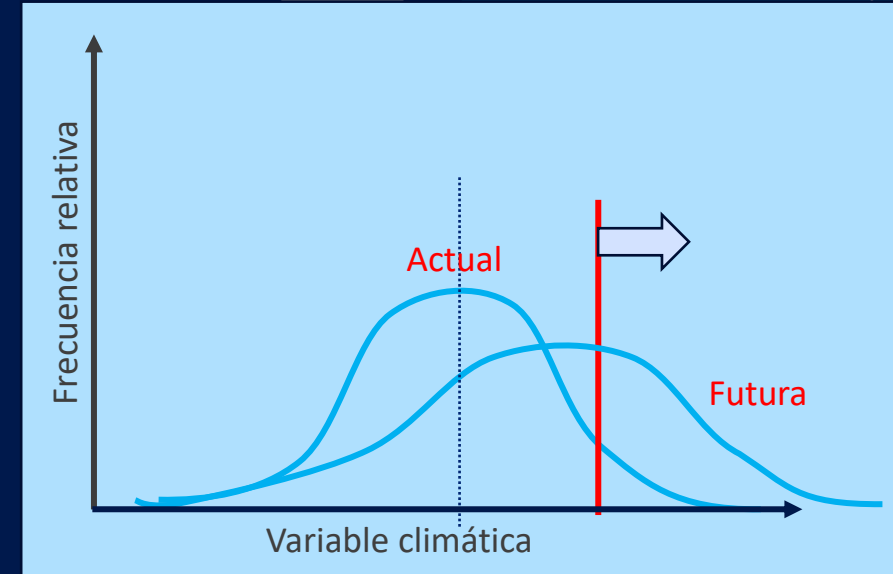


Variabilidad climática
+ Cambio climático

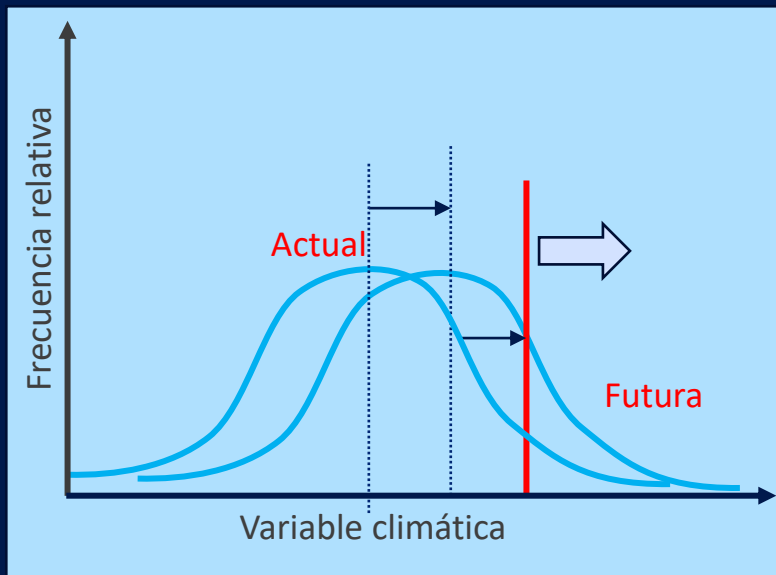


Diferentes variantes estadísticas de señal de cambio climático

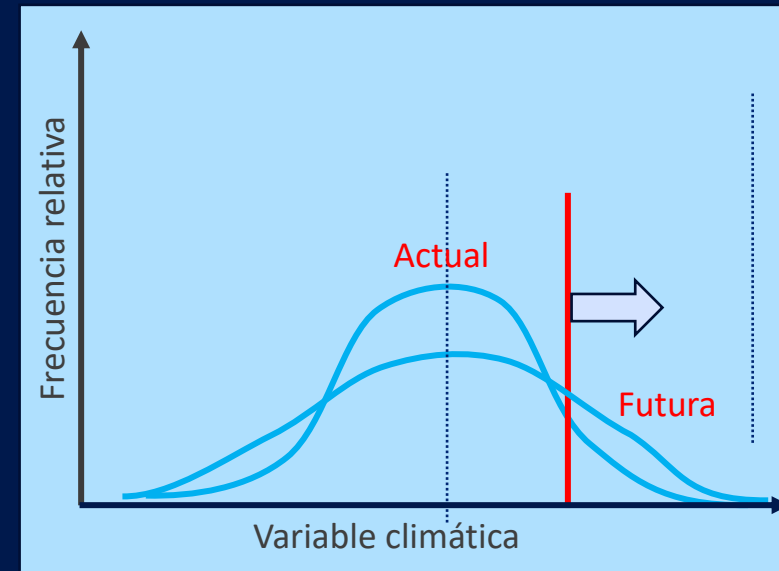
Cambio en media y cambio en la variabilidad



Cambio en la media, sin cambio en la variabilidad



Misma media, cambio en la variabilidad



Definición de cambio climático

- Es una **variación estadísticamente significativa** del estado global del clima o de su variabilidad observada en periodos de tiempo comparables, atribuido directamente o indirectamente a actividades humanas por el cambio en la composición global de la atmósfera. (IPCC).
- Es el cambio en las **propiedades estadísticas** del sistema climático debido al forzamiento radiactivo (energía solar) asociado a la intensificación antrópica del efecto invernadero de la atmósfera.
- Alteración del estado medio del clima debido a **cambios en media y/o variabilidad** de los elementos del clima que persisten por un periodo de tiempo largo, décadas o siglos.
- La capacidad de **predecir** el cambio climático es limitada debido a la **incertidumbre** en las actividades humanas futuras como crecimiento poblacional, consumo de recursos, desarrollo tecnológico y económico-social.

Algunos comentarios sobre la definición de cambio climático

- Existen **técnicas estadísticas** para encontrar **señales o tendencias** de cambio climático en las series climáticas de un lugar determinado, o bien a través de indicadores indirectos a través de alteraciones observadas en fenómenos climáticos como sequía, escurrimiento, onda de calor, lluvias torrenciales, etc.
- Al los cambios producidos por causas naturales les denominan **variabilidad natural** del clima.
- En algunos casos, para referirse al cambio de origen humano se usa también la expresión **cambio climático antropogénico o antrópico**.
- La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término **cambio climático** para referirse solamente al cambio por causas humanas.
- Las **islas de calor de calor** en zonas urbanas es otro fenómeno que produce cambio en patrones climáticos debido a causas antrópicas.

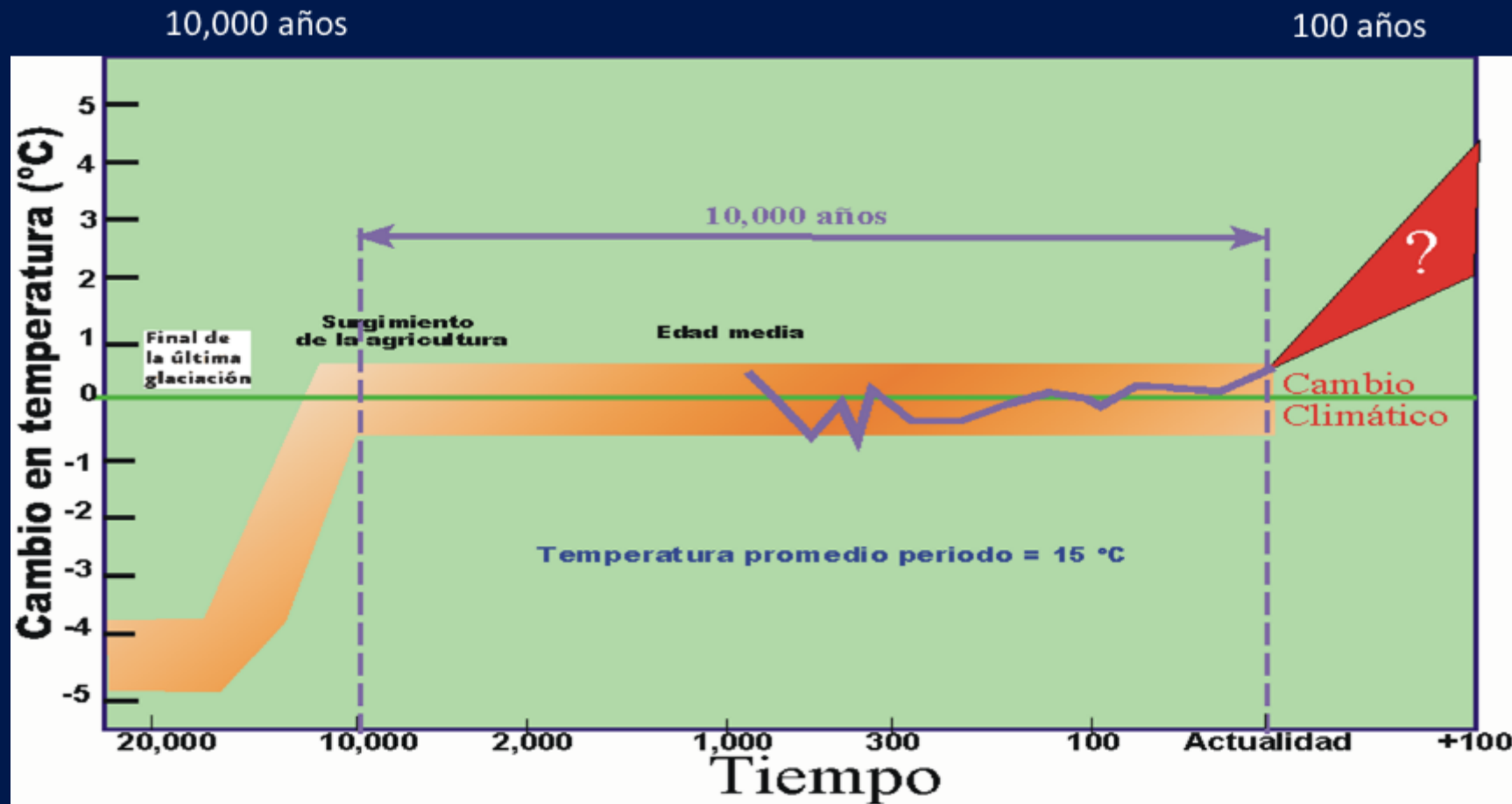
¿Por qué se genera el cambio climático?

- El cambio climático se debe a la magnificación del efecto invernadero, debido a un cambio radial en la composición química de la atmósfera, asociada con la cantidad y variedad de algunos de los gases que la componen.
- Aunque el cambio climático es una constante en la historia geológica de la tierra, pero a una tasa mas lenta, la preocupación que existe se deriva de que el efecto invernadero ha intensificado por la emisión creciente de gases de efecto invernadero de origen antropogénico.

Principales indicadores indirectos del CC

- Incremento de la **temperatura media** de la superficie terrestre y reducción de los días de frío.
- Aumento de **eventos climáticos severos**.
- Alteraciones regionales de patrones de lluvia y recurrencia de sequías.
- Alteración en el **comportamiento natural** de animales y plantas.
- **Aumento del nivel medio** del mar.
- Reducción de la **cobertura y espesor de hielo** y disminución de nevadas.

Por muchos años la temperatura de la tierra se ha mantenido en un rango que permitió el desarrollo de la agricultura y las actividades productivas.



Grandes temas del CC

- Escenarios de cambio climático
- Impactos y repercusiones del cambio climático
- Mitigación al cambio climático
- Vulnerabilidad y riesgo al cambio climático
- Adaptación al cambio climático
- Economía del cambio climático y crecimiento verde
- Financiamiento, tecnología y capacidades
- Investigación, educación, formación y sensibilización del público

Material complementario

- **Documentos**

- Frequently Asked Question. What Factors Determine Earth's Climate? (IPCC)

<https://wg1.ipcc.ch/publications/wg1-ar4/ar4-wg1-faqs.pdf>

- Fossil CO2 and GHG emissions of all world countries (EU)

<https://www.unenvironment.org/interactive/emissions-gap-report/2018/>

- **Videos**

- What is climate change? (Al Jazeera English):
<https://youtu.be/dcBXmj1nMTQ>

- Efecto invernadero y cambio climático (PNUD):
<https://youtu.be/x29AI0sKQc0>

- The Greenhouse Effect (NASA): <https://youtu.be/ZzCA60WnoMk>



Waldo Ojeda Bustamante

Presidente

Colegio Mexicano de Ingenieros
en Irrigación (COMETI)

cursos.comeii@gmail.com

w.ojeda@riego.mx

Muchas gracias



Para citar esta presentación:

Ojeda Bustamante, W. 2020. **Entendiendo el cambio climático: Conceptos para entender mejor su definición y sus repercusiones.** Serie de Seminarios Virtuales 2020. Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación (COMETI). México. 53 pp.

Consulta el portal del COMETI y sus redes sociales:

www.comeii.com y www.riego.mx