

TEMA 10.- EL CLIMA RIESGOS CLIMÁTICOS

1.- CONCEPTO DE CLIMA

CLIMA GLOBAL	Es el resultado de la múltiples, complejas y continuas interacciones que tienen lugar en el planeta, entre los diferentes subsistemas: Hidrosfera, geosfera, atmósfera y biosfera y la energía que se recibe del sol.
SISTEMA CLIMÁTICO	Como engloba todos los subsistemas, es sinónimo de Sistema Tierra, es muy dinámico y cambiante, con un altísimo número de variables, que hacen que sea muy difícil establecer reglas generales de comportamiento y evolución, y hacer predicciones.
CLIMA REGIONAL	Conjunto de fenómenos meteorológicos o climáticos que caracterizan a una región determinada durante un largo periodo de tiempo. El clima de una región se determina después de las observaciones realizadas durante más de 20 años
TIEMPO ATMOSFÉRICO	No es lo mismo que clima, ya que es el conjunto de características meteorológicas en un momento determinado.

2.- FACTORES CLIMÁTICOS

Son los factores que condicionan el clima de una región, los más importantes son:

LATITUD	Los rayos solares no inciden de igual manera en todas las zonas del planeta.
ALTITUD	Cada 100 mt. La temperatura del aire disminuye 1°C
CONTINENTALIDAD	El mar es un magnífico regulador de la temperatura, tiene un elevado calor específico, por lo que, tarda mucho tiempo en calentarse y en enfriarse.
ORIENTACIÓN	Debido a la perpendicularidad de los rayos solares, en el Hemisferio Norte, las zonas orientadas al Sur reciben mayor incidencia solar, en el Hemisferio Sur ocurre al revés.
NUBOSIDAD	Incide mucho en la cantidad de radiación solar que llega al suelo, en el Ecuador debido a la abundante nubosidad, las temperaturas son más bajas de lo que cabría esperar.
NATURALEZA DEL SUELO	Su mayor o menor permeabilidad, favorece más o menos la evaporación a la atmósfera, y la existencia de vegetación.
VEGETACIÓN	Interviene en la evapotranspiración de agua del suelo y en su capacidad de retención del agua. La cubierta vegetal disminuye la insolación y calentamiento del suelo.

3.- ELEMENTOS DEL CLIMA

3.1.- CLIMODIAGRAMAS O CLIMOGRAMAS

Son representaciones gráficas del clima de una región.

Los más usados son los de walter-Gausson o diagrama ombrotérmico, en los que se representan los valores de la temperatura del aire y de la precipitación, frente a determinados periodos de tiempo.

Esto nos permite estudiar las oscilaciones térmicas anuales, la distribución de las precipitaciones a lo largo del año y los periodos secos y húmedos. (VER PÁGINA 3)

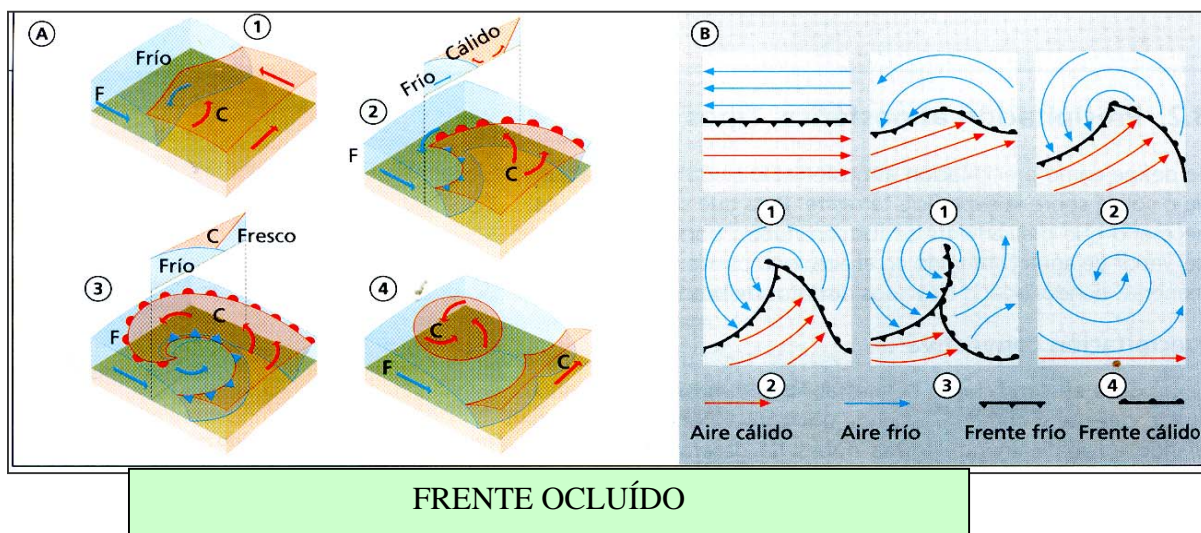
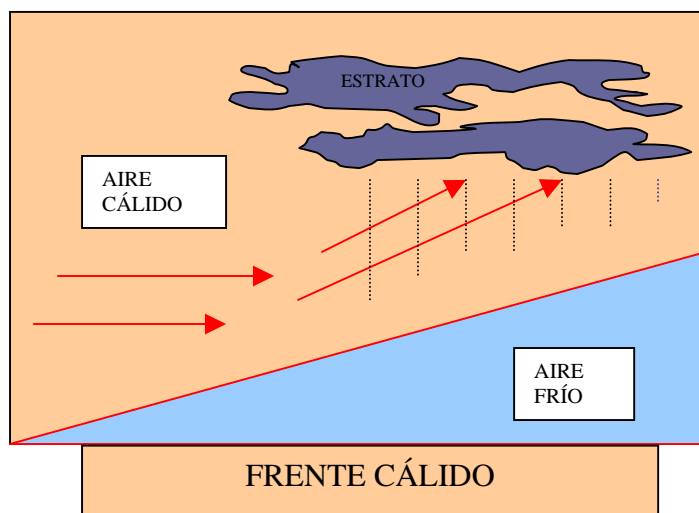
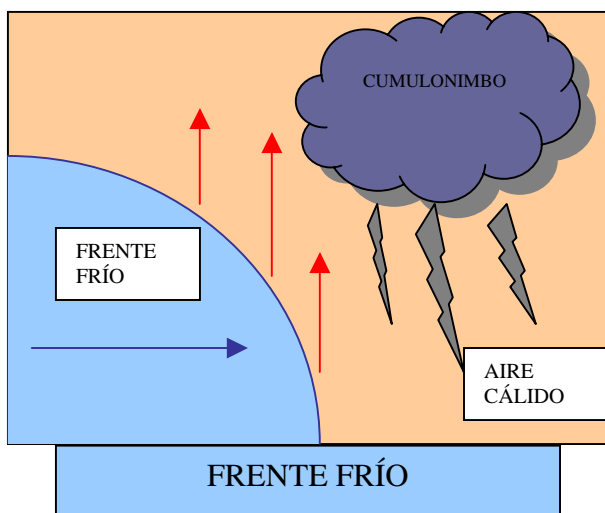
3.2.- PRECIPITACIÓN ATMOSFÉRICA

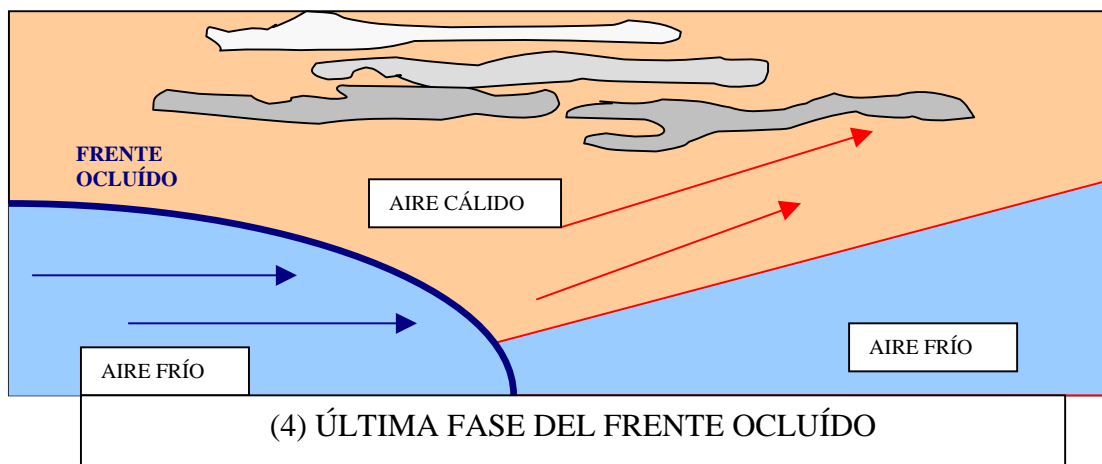
Es consecuencia de la formación de nubes, y consiste en la caída de agua líquida o sólida sobre la superficie terrestre.

Puede ocurrir de tres maneras:

PRECIPITACIÓN CONVECTIVA	Se produce en condiciones de INESTABILIDAD ATMOSFÉRICA , el aire húmedo y caliente asciende por convección, enfriándose adiabáticamente. Forma nubes de desarrollo vertical o CUMULONIMBOS , que pueden ser tormentosos. Es típico de la ZCIT , en donde los vientos alisios, procedentes de ambos lados del Ecuador ayudan a la elevación del aire por convección.
PRECIPITACIÓN OROGRÁFICA	Se produce cuando una masa de aire húmedo que se desplaza, se encuentra en su camino un relieve importante. La masa asciende sobre el relieve, enfriándose y al alcanzar su punto de rocío, se condensa y precipita. (Por ej. los Monzones).

PRECIPITACIÓN FRONTAL	Es una zona de contacto entre masas de aire con diferentes temperaturas y humedades. Pueden ser de tres tipos	
	FRENTE FRÍO	Una masa de aire frío se desplaza y se encuentra con una masa de aire caliente, se introduce debajo de ella, obligándola a ascender. La masa de aire caliente al ascender se enfría y se condensa, formando nubes de desarrollo vertical. CUMULONIMBOS , y precipitaciones tormentosa.
	FRENTE CÁLIDO	Una masa de aire cálido se desplaza, se encuentra con una masa de aire frío, se desplaza sobre ella, forma nubes de desarrollo horizontal, ESTRATOS , que ocasiona lluvias persistentes.
	FRENTE OCLUÍDO	Dos masas de aire con diferentes temperaturas, que se desplazan y se encuentran, chocan frontalmente. Al principio la línea de separación es recta, pero posteriormente tienden a curvarse, produciendo ondulaciones. En ese momento aparecen dos frentes, el cálido que origina lluvias menos abundantes, pero más persistentes y con nubosidad estratiforme. A continuación, normalmente, como el aire frío es más rápido, obliga al frente cálido a ascender, formando nubes de desarrollo vertical, que originan fuertes chubascos. Cuando el aire caliente pierde el contacto con el suelo queda OCLUÍDO , y en su ascenso produce precipitaciones cada vez más débiles, terminando por desaparecer. (DIBUJO 4)





La precipitación medida en milímetros (mm) es igual a litros por metro cuadrado (L/m^2), ¿por qué?

COMPLEMENTOS

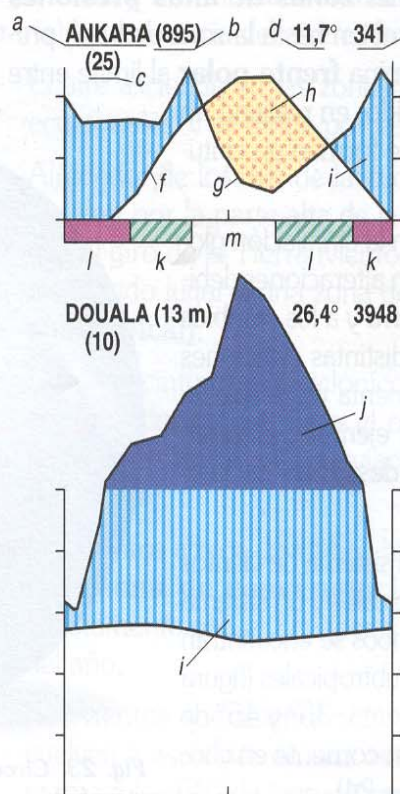
La **temperatura media diaria** se obtiene sumando la máxima diaria y la mínima diaria y dividiendo entre dos. La **temperatura media mensual** es la suma de las medias diarias dividida por el número de días del mes correspondiente. Las **precipitaciones mensuales** se obtienen de sumar las precipitaciones diarias del mes.

2.5. Zonas climáticas. Diagramas climáticos

Las variables determinantes del **tiempo atmosférico** y de su regularidad, el **clima**, son la temperatura, la presión, los vientos y las precipitaciones. Los parámetros climáticos se calculan a partir de los valores medios del tiempo atmosférico recogidos a lo largo de muchos años.

Diagramas climáticos

Los factores climáticos no influyen sobre los seres vivos independientemente, lo que interesa es su acción simultánea; en este sentido es muy interesante la información que proporcionan los diagramas climáticos los cuales indican las relaciones entre las temperaturas y precipitaciones a lo largo del año. En la figura 25 se dan indicaciones para interpretar un diagrama climático.



Explicación de los diagramas climáticos.

En abscisas: meses (hemisferio boreal: enero-diciembre, hemisferio austral: julio-junio).

En ordenadas: una división= 10 °C o 20 mm de lluvias.

a: localidad.

b: altura sobre el nivel del mar.

c: número de años de observación.

d: temperatura media anual en °C.

e: precipitación media anual en mm.

f: curva de temperatura media mensual.

g: curva de la precipitación media mensual.

h: sequía relativa (punteado).

i: estación relativamente húmeda (rayado vertical).

j: lluvias medias mensuales > 100 (escala reducida a 1/10).

k: meses con heladas: meses con temperatura mínima absoluta por debajo de 0 °C (rayado oblicuo).

l: meses fríos: meses con temperatura mínima diaria media inferior a 0 °C (azul oscuro).

m: meses libres de heladas.

Fig. 25. Explicación de los diagramas climáticos.

4.- ZONAS CLIMÁTICAS.

La descripción de las diferentes zonas climáticas y el mapa general aparecen en los apuntes en la zonas climáticas, más adelante.

Las corrientes de chorro aparecen en los apuntes en apartado de dinámica horizontal, página 3

4.2.- LOS CLIMAS EN ESPAÑA

La climatología de España viene determinada por:

.- CORRIENTES DE CHORRO.

.- LA LOCALIZACIÓN CON RESPECTO AL CONTINENTE.

.- SU OROGRAFÍA.

En la Península y Baleares se producen dos climas templados:

.- MEDITERRÁNEO.

.- OCEÁNICO.

En las Islas Canarias, situadas en zona tropical y muy influenciadas por el Sahara y los vientos Alisios se origina un clima **DESÉRTICO TROPICAL.**

Esta climatología determina la aparición de biomas característicos en nuestro país:

EL BOSQUE MEDITERRÁNEO O ESCLERÓFITO

LOS BOSQUES TEMPLADO CADUCIFOLIOS

BOSQUE TROPICAL DE LAURISILVA CANARIA

IMÁGENES DE LOS BIOMAS CANARIOS, RECOGIDAS DURANTE EL VIAJE DE FIN DE CURSO 2002-2003. 2º BACHILLERATO A

PARQUE NACIONAL CAÑADAS DEL TEIDE

	<p>ISLA DE LA GOMERA PARQUE NACIONAL DE GARAJONAY LAURISILVA CANARIA</p>

5.- ALTERACIONES CLIMÁTICAS EN NÚCLEOS URBANOS. “LA ISLA DE CALOR”

LAS CIUDADES modifican las condiciones atmosféricas de sus espacios geográficos.

Producen contaminación y modifican los elementos climáticos.

El fenómeno se denomina “**ISLA DE CALOR URBANA O ISLA TÉRMICAS URBANA**”, que se define como el incremento térmico que experimenta durante la noche el centro de las grandes ciudades.

El fenómeno se aprecia por la noche debido a que la ciudad se enfría más lentamente que sus alrededores.

Durante el día sin embargo los alrededores se calientan más rápidamente que la ciudad, por lo que las temperaturas pueden igualarse o incluso llegar a ser mayores que las de la ciudad.

Lo más apreciable es el ascenso de aire por convección, que puede provocar más lluvias en los alrededores, e incluso nevadas.

Este fenómeno se suele producir en situación anticiclónica invernal, sin viento y con cielos despejados, en ciudades situadas en zonas llanas.

Las causas son:

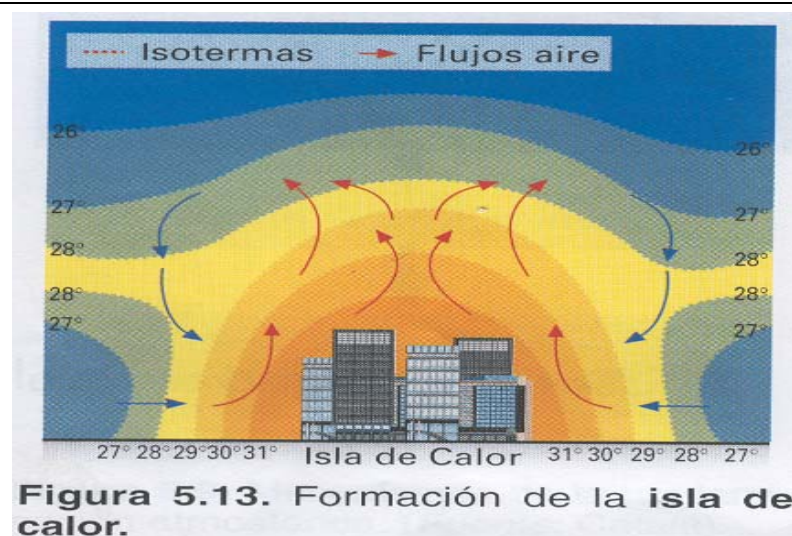
.- Mayor almacenamiento de calor por las propiedades térmicas de los materiales de construcción, que se desprende por la noche y por los sistemas de calefacción.

.- Disminución de la evaporación, por la presencia de alcantarillado...

.- Menor pérdida de calor, por la reducción de vientos, debido a la presencia de edificios.

.- Disminución del albedo, debido a la forma de los edificios, se produce mayor absorción de radiación solar.

.- Aumento del efecto invernadero, por la presencia de contaminantes atmosféricos.



10.7.- RIESGOS CLIMÁTICOS

Los fenómenos atmosféricos pueden en algunas ocasiones y de manera temporal, alcanzar registros extremos ocasionando daños económicos o pérdidas de vidas humanas.

En muchas ocasiones son debidos directamente a inadecuadas actuaciones por parte del hombre, en otros casos son riesgos de índole natural y en otras son la consecuencia indirecta de la actuación humana.

TABLA 1. RIESGOS CLIMÁTICOS		
Fenómenos atmosféricos	Riesgos climáticos	
	Zonas intertropicales	Zonas de latitudes medias y altas
Asociados a temperaturas extremas	<ul style="list-style-type: none"> Olas de frío. Días de intenso calor. 	<ul style="list-style-type: none"> Olas de frío o calor. Temporales de nieve y aludes.
Asociados a precipitaciones intensas	<ul style="list-style-type: none"> Tempestades tropicales. Ciclones tropicales. Lluvias monzónicas. Lluvias torrenciales e inundaciones debidas a tormentas de origen convectivo. Tormentas de granizo. El Niño, La Niña. 	<ul style="list-style-type: none"> Lluvias intensas e inundaciones debidas a tormentas de origen convectivo. Tormentas de granizo. Gota fría.
Asociados a falta de lluvias	<ul style="list-style-type: none"> Sequías. El Niño, La Niña. 	<ul style="list-style-type: none"> Sequías. Tormentas de arena.
Asociados a vientos intensos	<ul style="list-style-type: none"> Ciclones tropicales. Tornados. 	<ul style="list-style-type: none"> Tornados. Vendavales.

7.1.- VENDAVALES

Son vientos que circulan a gran velocidad, por encima de los 75 Km/ h. Pueden producir grandes daños, En el Norte de España, se ha registrado vientos de hasta 190 Km/ h .

7.2.- GOTA FRÍA

Suele ser frecuente en el Mediterráneo español, ocurre a finales de verano y principios de otoño. Se origina por la rotura del **CHORRO POLAR**, debido a un exceso de curvatura, por la pérdida de velocidad de la corriente en chorro.

El estrangulamiento deja una bolsa de aire frío en altura, no perceptible desde la superficie.

Cuando esta bolsa se desplaza hacia latitudes más bajas, se encuentra rodeada de aire más caliente, y se precipita hacia la superficie, provocando el ascenso de aire más cálido.

Este ascenso origina una borrasca que puede originar fuertes precipitaciones, si el aire caliente es muy húmedo.

Todo esto provoca precipitaciones muy abundantes en un corto periodo de tiempo, que pueden producir inundaciones y grandes destrozos.

7.3.- TORNADOS

Son típicos de Norteamérica, pero también pueden formarse en otros lugares de latitudes medias.

Tienen el aspecto de un oscuro embudo que cuelga de un gran **CUMULONIMBO**.

Son **VÓRTICES CICLÓNICOS** o de bajas presiones de tipo convectivo, donde el aire asciende a gran velocidad, entre 160 y 450 Km/h. con descensos de presión muy fuertes en su interior.

Tienen un diámetro pequeño, de alrededor de un centenar de metros.

Su poder destructivo se debe a la velocidad de los vientos asociados, el gradiente de presión y el efecto de succión en su zona central.

Son de corta duración, se suelen desplazar, con mayor o menor velocidad, y su recorrido es corto.

7.4.- CICLONES TROPICALES, TIFONES Y HURACANES

Son el mismo fenómeno atmosférico, sin duda el más espectacular y destructivo.

Suele ocurrir en las zonas intertropicales, a ambos lados del Ecuador., principalmente en verano y otoño. Son grandes masas de aire que ascienden hasta la estratosfera, provocando enormes lluvias y atrayendo a las masas de aire que los rodean, formando enormes torbellinos.

En líneas generales sus características son:

El **VÓRTICE** suele ser de grandes dimensiones, entre 200 y 500 Km.

La presión atmosférica es muy baja en su zona central. (**OJO DEL HURACÁN**).

Los vientos alcanzan velocidades entre los 120 y los 180 Km/h.

Forman nubes de origen convectivo, **CÚMULOS Y CÚMULONIMBOS**, cuyo espesor aumenta hacia el ojo del huracán, que se disponen en bandas en espiral.

Las precipitaciones son muy abundantes en un corto periodo de tiempo.

El ojo del huracán suele medir entre 30 y 50 Km allí el aire se encuentra en calma, debido al vacío que se produce, por la aspiración del viento circundante.

Son estructuras ciclónicas móviles que se desplazan siguiendo los **VIENTOS ALISIOS** a velocidades entre los 16 y 25 Km/h.

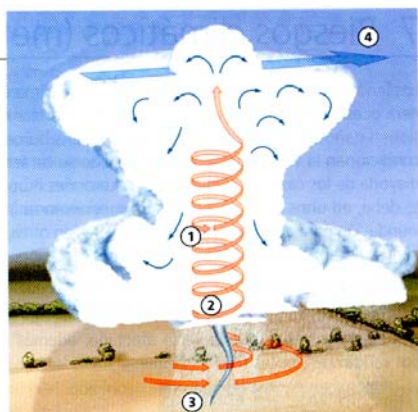


Figura 30. Proceso de formación de un tornado. El aire caliente asciende a gran velocidad (1), originando un vórtice (2), en cuyo interior se produce un importante descenso de presión que se traduce en una fuerza succionadora de gran intensidad (3). Todo el conjunto se desplaza (4).



Figura 31. Origen y funcionamiento de un ciclón tropical.

7.5.- TROMBAS DE AGUA

Son borrascas de dimensiones más pequeñas que los tornados, por lo tanto menos devastadoras.

Se suelen originar sobre masas de aguas cálidas entre Mayo y Octubre.

Son muy frecuentes en Florida y las Bahamas. (NO EN LATITUDES MEDIAS).

Se caracterizan por las mangas de agua que bajan de las nubes y llegan casi a la superficie del mar, allí se unen a la columna de agua formada por la succión desde las nubes.

7.6.- SEQUÍAS

Se produce por un descenso acusado de las precipitaciones en zonas más o menos extensas y por un periodo más o menos prolongado. Sus causas pueden ser:

.- Topográficas: Barreras montañosas que impiden el paso de las nubes al otro lado, el agua descarga en un solo lado de la montaña.

.- Influencia marina: Continentalidad, corrientes marinas frías, monzones, “El niño”,...

.- Edáficas: Reducción de la humedad del suelo y aumento de la reflexión luminosa, por desertización, deforestación,...

.- Atmosféricas: Presencia de polvo en el aire, que reduce la radiación solar incidente en el suelo y aumenta la temperatura del aire, produciendo la inversión térmica,...

.- Antrópicas: Incremento del efecto invernadero, (debido a la contaminación), Deforestación,...

7.8.- OLAS DE CALOR Y DE FRÍO

Se producen por la llegada de corrientes procedentes de zonas polares o de zonas cálidas, que provocan temperaturas anormalmente altas o bajas.

En España en 1996, una corriente procedente de Siberia provocó una ola de frío polar que produjo unos 60 muertos directos.

Sin embargo en España son más frecuentes las olas de calor. Suelen ocurrir a mediados de Julio, y se deben a la influencia del Anticiclón de las Azores, que con aires Subtropicales crea una banda térmica sobre Andalucía y Extremadura. Además a ello se unen los vientos que bordean el anticiclón, provenientes del Norte de África, secos y calurosos y que se extienden por todo el Levante.

8.- MEDIDAS CONTRA RIESGOS CLIMÁTICOS

Las medidas pueden ser PREVENTIVAS, PREDICTIVAS O CORRECTORAS (estas últimas no se van a estudiar aquí).

8.1.- MEDIDAS PREVENTIVAS.

ESTRUCTURALES

TABLA 2. MEDIDAS PREVENTIVAS ESTRUCTURALES FRENTE A LOS RIESGOS CLIMÁTICOS MÁS COMUNES	
Riesgo climático	Medidas estructurales
Lluvias torrenciales con efectos de inundación	<ul style="list-style-type: none"> Elevación de los márgenes de los ríos mediante diques o sacos terreros (*). Encauzamiento de los ríos (*). Desvío de cauces (*). Construcción de presas de laminación (*).
Tormentas de granizo	<ul style="list-style-type: none"> Cohetes antigranizo. Quemadores de yoduro de plata. Avionetas antigranizo. Mayas y cobertizos antigranizo.
Heladas	<ul style="list-style-type: none"> Quema de balas de paja, neumáticos, etc. Estufas. Torres de viento antihelada. Mayas y cobertizos antigranizo.
Vendavales y temporales de viento	<ul style="list-style-type: none"> Cortavientos (con setos de vegetación, empalizadas de cañas, de plásticos, etc.). Diques o escolleras (en las zonas de costa).
Sequías	<ul style="list-style-type: none"> Elección de los cultivos según los recursos hídricos disponibles (**). Construcción de embalses (**). Trasvases (**). Construcción de pozos para la explotación sostenible de las aguas subterráneas (**). Lluvia artificial (**).

NO ESTRUCTURALES

Planificación del territorio: (Ver Tema 16)

Programas de protección civil: Planes de evacuación, construcción de refugios, atención sanitaria, suministros de agua y alimentos...

Educación ambiental: Información al ciudadano sobre medidas de protección frente a riesgos.

Normativa específica: Normativa de construcción en cuanto al diseño, materiales,...

Sistemas de alerta a la población

Programas internacionales: Fomentar y mejorar los servicios de predicción, establecer programas de asistencia técnica y tecnológica, coordinar y canalizar ayudas internacionales,...

Contratación de seguros: Para cubrir las posibles pérdidas.

8.2.- MEDIDAS PREDICTIVAS

Consisten en anticipar el lugar, momento, intensidad y consecuencias del riesgo.

Los mecanismos usados son:

.- Cartografía de riesgos: Representar las zonas potencialmente peligrosas

.-Servicios de predicción de riesgos climáticos: Hay servicios regionales, nacionales, internacionales...

.-Monitorización y cuantificación de los fenómenos: Usando la tecnología adecuada.

6.- EVOLUCIÓN DEL CLIMA GLOBAL. CAMBIOS CLIMÁTICOS.

En la actualidad la temperatura media del planeta está alrededor de los 15°C. Sin embargo no siempre fue así.

A lo largo de la historia de la Tierra el clima “normal” era más cálido que el actual, con regiones polares libres de hielo y cubiertas vegetales exuberantes en las zonas templadas.

A lo largo de su historia la tierra ha sufrido **ÉPOCAS GLACIARES**, periodos fríos.

La primera ocurrió en épocas remotas, entre 2500 y 2300 millones de años.

Las **SEIS** restantes han ocurrido en el último **MILLON DE AÑOS**.

Cada **ÉPOCA GLACIAR** puede durar millones de años con variaciones periódicas (**GLACIACIONES E INTERGLACIACIONES**).

Durante los últimos 800.000 años las glaciaciones han durado alrededor de 100.000 años y en cada periodo **INTERGLACIAR** ha habido fases de **ÓPTIMOS CLIMÁTICOS Y CRISIS CLIMÁTICAS**.

Ahora estamos en un **periodo INTERGLACIAR**, de la actual época **GLACIAR**, que comenzó hace 3 millones de años.

Los dinosaurios se extinguieron hace 65 m.a., poco después comenzó un enfriamiento, que desembocó en una época glaciación hace 3 m.a. Es entonces cuando aparece el **HOMBRE**, en la zona más cálida del planeta: **ÁFRICA**.

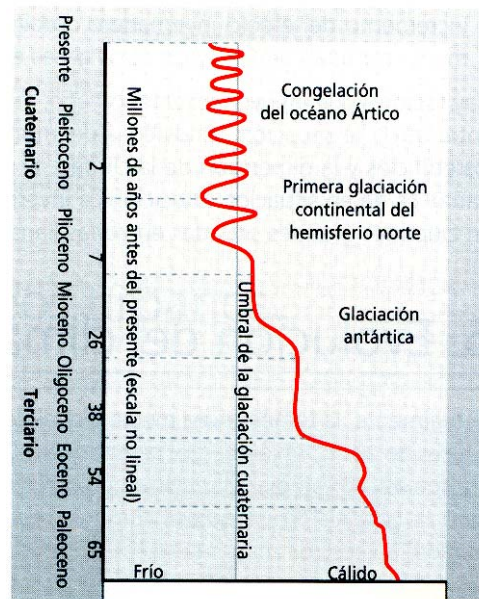
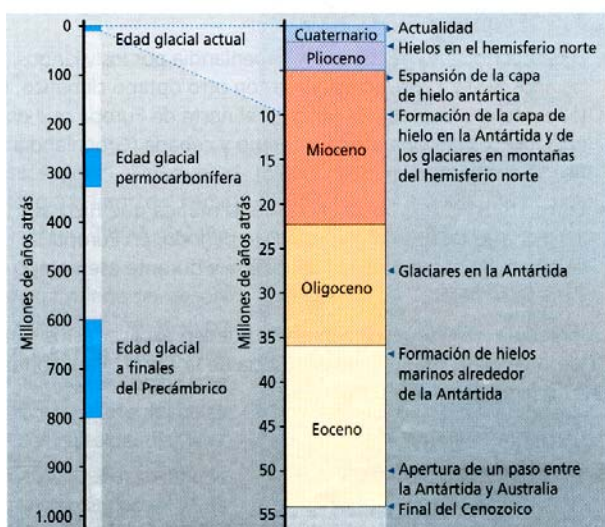
La historia del ser humano va muy ligada a la climatología:

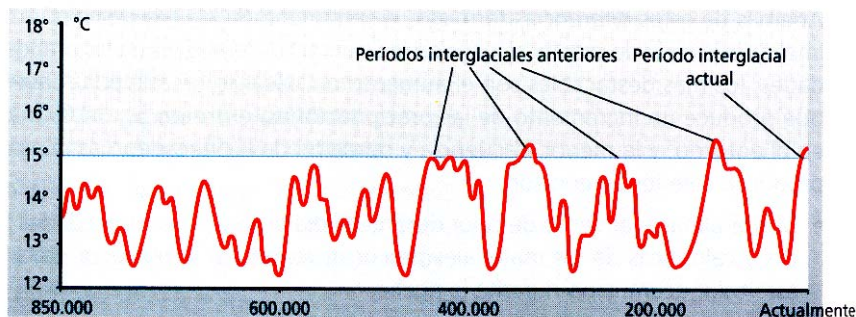
La agricultura y ganadería surge en el Neolítico, coincidiendo con una retirada de los hielos hacia latitudes más altas.

Las civilizaciones más importantes, surgen en latitudes más bajas y se van extendiendo.

El descubrimiento de Islandia y Groenlandia por los Vikingos, coincide con un **ÓPTIMO CLIMÁTICO**, en esas zonas se cultivaba avena, centeno, cebada.. (Groenlandia significa tierra verde).

Entre 1645 y 1715 hubo una **CRISIS CLIMÁTICA**, que incluso llegó a helar el río Támesis. Se conoce como la “pequeña edad de hielo”.





6.1.- FACTORES SOLARES

Los cambios climáticos pueden deberse a cambios en nuestra principal fuente de energía: EL SOL
Pueden ser de dos tipos:

A.- VARIACIÓN DE LA CONSTANTE SOLAR

B.- VARIACIÓN EN LA NATURALEZA DE LAS ONDAS EMITIDAS

6.1.A.- VARIACIÓN DE LA CONSTANTE SOLAR

Es la cantidad de energía que nos llega del Sol por unidad de tiempo y superficie

Se sabe que el Sol tiene épocas de alta y de baja actividad que se repiten cíclicamente cada 11 años y que pueden observarse por el aumento o disminución de las manchas solares en su superficie.

Los cambios producen variaciones en la cantidad de energía que llega a la Tierra, (entre un 0,1 y 0,2 %) Esto no es suficiente para explicar los grandes cambios climáticos pero se sabe que la “pequeña edad de hielo” coincidió con una época de baja actividad solar.

Si tenemos en cuenta los procesos que sufre una estrella a lo largo de su vida, el Sol debió ser menos caliente en su origen.

Por este motivo la Tierra debió ser más fría en su origen y hasta hace unos 2000 millones de años, pero no fue así.

Esto se conoce como “ la paradoja del Sol joven frío”.

La explicación puede ser, que la Tierra tenía una atmósfera primigenia con una gran cantidad de CO₂, por lo que el efecto invernadero sería muy alto, y por tanto la temperatura.

6.1.B.- VARIACIÓN DE LA NATURALEZA DE LA RADIACIÓN

Otra posibilidad es que la radiación solar en algunas épocas se desvíe más al u.v. que es una radiación más fría.

Estos cambios tampoco serían suficientemente grandes como para explicar los grandes cambios climáticos.

6.2.- FACTORES GEOLÓGICOS

Entre los factores que pueden influir en los cambios climáticos podemos diferenciar entre:

A.- DERIVA CONTINENTAL.

B.- ACTIVIDAD VOLCÁNICA

6.2.A.- DERIVA CONTINENTAL

Según la teoría de tectónica global, los continentes han cambiado de lugar a lo largo de los años.

Por otro lado, la cantidad de radiación absorbida por la superficie terrestre, no varía en función del ángulo de inclinación de los rayos solares.

Sin embargo en los océanos es diferente: los Océanos reflejan mucho más la radiación solar cuando los rayos solares le llegan de forma inclinada, es decir, la reflexión (**ALBEDO**), es mucho mayor en latitudes altas que en el Ecuador, por lo que se pierde más calor.

Por otro lado, la presencia de masas continentales en las zonas polares o cercanas, impiden la llegada de las corrientes cálidas ecuatoriales, produciendo grandes acumulaciones de nieve en los polos, que se acentúa debido al aumento del **ALBEDO**, sobre las superficies heladas.

Hay que añadir la presencia de continentes como Islandia o Groenlandia, que antiguamente estaban situados en latitudes más bajas, y que en la actualidad están situados en latitudes más altas, impiden la llegada de corrientes cálidas a los mares polares.

Todo esto hace que en la actualidad, por primera vez en la historia, los polos permanezcan helados.

6.2.B.- ACTIVIDAD VOLCÁNICA

Las erupciones volcánicas tienen dos efectos contrapuestos:

Por una parte, la emisión de grandes columnas de humo y polvo en suspensión a la atmósfera puede provocar un aumento del albedo.

Por otro lado, la emisión de gases invernadero, y la absorción de radiaciones por el polvo emitido, pueden ser responsables de un calentamiento.

Por ello es posible que la actividad volcánica solo sea responsable de cambios transitorios, pero no es probable que duren mucho.

6.3.- FACTORES ASTRONÓMICOS

Debemos considerar dos fenómenos:

A.- EL IMPACTO DE CUERPOS EXTRATERRESTRES

B.- VARIACIONES DE LAS CONSTANTES ASTRONÓMICAS DE LA TIERRA

6.3.A.- IMPACTO DE CUERPOS EXTRATERRESTRES

Este suceso puede tener consecuencias muy importantes no solo a nivel climático, sino por los efectos que puede tener sobre la biosfera, ya que puede provocar la extinción de muchas especies.

Se calcula que el impacto de un objeto de entre 0,5 y 5 Km, puede provocar un cambio tan grave que podría incluso acabar con la humanidad.

En la actualidad, las probabilidades son de 1/10.000, pero se están tomando las medidas de vigilancia oportunas en la NASA, para poder un objeto con misiles nucleares.

Debemos diferenciar entre tres objetos diferentes:

COMETAS	<p>Son masas sólidas de CO₂, CH₄, H₂O y fragmentos de rocas.</p> <p>Tienen una trayectoria elíptica alrededor del Sol. Son de pequeño tamaño, pero pueden verse cuando la radiación solar se refleja en sus largas colas.</p> <p>Se componen del núcleo, la cabellera y la cola.</p> <p>Sus órbitas son variables ya que en su recorrido van perdiendo y adquiriendo masa.</p> <p>Algunos tienen órbitas de años, como el Halley que pasa cada 76 años aproximadamente, otros de siglos, como el Hale- Bopp.</p> <p>http://www.iac.es/gabinete/difus/cometas/general.htm</p>
ASTEROIDES	<p>Son pequeños planetas, que giran en órbitas muy elípticas alrededor del Sol, entre Marte y Júpiter, formando la llamada “Corona de asteroides”.</p> <p>Su origen es similar al de la Tierra, al parecer fue un planeta que se destruyó en millones de pedazos cuando estaba formándose.</p> <p>El mayor es Ceres, de unos 1000 Km de diámetro, Palas y Vesta tienen alrededor de 500 Km.</p> <p>http://www.eureka.va.com/planet01/asteoides.htm</p>
METEORITOS	<p>Son fragmentos de diferente origen que llegan a la Tierra, atraviesan la atmósfera e impactan en la superficie.</p> <p>Se llaman METEOROS cuando entran en la atmósfera. Su diámetro es menor a 50 m.</p> <p>La mayoría se desintegran al chocar contra la atmósfera y emiten una fuerte luz en su caída, son las ESTRELLAS FUGACES.</p> <p>Solo los de gran tamaño llegan a la superficie.</p> <p>http://www.astrored.net/nueveplanetas/solarsystem/meteorites.html</p>

6.3.B.- VARIACIÓN DE LAS CONSTANTES ASTRONÓMICAS DE LA TIERRA

La posición de la tierra con respecto al Sol no es siempre la misma. Esto determina los días y las noches y las estaciones del año.

Pero también existen otros fenómenos que por ser demás larga duración son más difíciles de observar a lo largo de nuestra vida.

La Tierra describe una órbita elíptica alrededor del Sol.

La Tierra se encuentra situada en uno de los focos de la elipse.

Unas veces se encuentra más cerca y otras más lejos del Sol.

La velocidad de traslación es máxima cuando nos encontramos más cerca del Sol.

<p>El Eje de Rotación de la Tierra no es perpendicular al Plano de Traslación, “Plano de la Elíptica”, esto provoca las estaciones del año. El ángulo de inclinación es de 23,5°.</p>
<p>La tierra tarda en dar una vuelta al sol 365,25 días. Por ello hay que añadir un día completo cada 4 años. Son los años bisiestos.</p>
<p>.- El 20 de Marzo y el 22 de Septiembre la radiación llega de igual manera a ambos polos. Se conoce como EQUINOCCIO de Primavera y de Otoño. .- El 21 de Diciembre la radiación llega al Hemisferio Norte con una mínima intensidad, es el SOLSTICIO de invierno en el Norte, en el Sur es el SOLSTICIO DE VERANO. .- El 21 de Junio es el SOLSTICIO de verano en el Norte y de invierno en el Sur.</p>
<p>En la actualidad, la máxima separación entre la Tierra y el Sol, AFELIO, se produce en 4 de Julio. La mínima distancia, PERIHELIO, se alcanza el 3 de Enero. Como la velocidad es mayor en el Perihelio, la primavera y verano duran más en el hemisferio Norte, que en el Sur y al revés el Otoño y el Invierno.</p>
<p>Todo esto no ha sido siempre así:</p>
<p>PRECESIÓN DE LOS EQUINOCCIOS:</p>
<p>La precesión es la responsable de que el verano en un hemisferio caiga en un punto de la órbita cercano o lejano al Sol. Se produce un refuerzo de las estaciones cuando la máxima inclinación del eje de la Tierra coincide con la máxima distancia al Sol. Todos los años el equinoccio se adelanta un poco y al cabo de 25.790 años volvería a coincidir de nuevo el mismo día a la misma hora. www.cablenet.com.ni/curiosidades/datos_curiosos/inclinacion_eje.html</p>
<p>EXCENTRICIDAD DE LA ÓRBITA TERRESTRE:</p>
<p>La órbita de la Tierra, es elíptica. Pero su excentricidad varía a lo largo de la historia, de forma que a veces ha sido más circular o más elíptica que en la actualidad. Este proceso es cíclico y se repite cada 100.000 años aproximadamente. En la actualidad la órbita es tiene poca excentricidad y está disminuyendo.</p>
<p>OBLICUIDAD DEL EJE DE ROTACIÓN DE LA TIERRA</p>
<p>El ángulo de inclinación del eje de rotación de la tierra varía entre 21,6° y 24,5°, con una periodicidad de 41.000 años. En la actualidad está desviado 23,5°, y está disminuyendo. Cuanto más inclinado esté el eje, mayor es la diferencia entre el verano y el invierno, en las latitudes altas.</p>
<p>Todos estos factores combinados desencadenan una serie de cambios que podrían ser los responsables de los CAMBIOS CLIMÁTICOS http://club.telepolis.com/geografo/clima/glaciacion.htm</p>
<p>6.4.- TEORÍA ASTRONÓMICA DE LAS GLACIACIONES. TEORÍA DE MILANKOVITCH</p>
<p>La TEORÍA DE MILANKOVITCH o TEORÍA DE LAS GLACIACIONES ASTRONÓMICAS, trata de relacionar las glaciaciones con los factores astronómicos. Las glaciaciones son ciclos rítmicos, parecidos a las estaciones.</p>
<p>Desde el siglo XIX científicos como Herschel, Agassiz, Adhémar y Croll, ya relacionaban las glaciaciones con los fenómenos astronómicos. Pero fue Milankovitch, en el siglo XX, quién retomó y dio cuerpo a la teoría, basándose también en las ideas de Köppen.</p>
<p>Lo que conduce a una glaciación es una reducción de la insolación en verano y no una sucesión de inviernos rigurosos, es decir, la extensión de los hielos se debe a la falta de fusión en la época estival, por lo que un invierno tras otro van creciendo los hielos.</p>
<p>Cuando el Sol se encuentra a la mínima distancia, PERIHELIO, y además coincide con el solsticio de verano, estaríamos en un periodo interglaciar. Los veranos serían muy calurosos, y los inviernos muy fríos, pero esto bastaría para fundir los hielos.</p>
<p>Los descubrimientos de finales del siglo XX, demostraron que las glaciaciones se producían en periodos de aproximadamente 100.000 años, coincidiendo con los cambios de excentricidad de la órbita terrestre. Los cambios menores aparecían en periodos de 43.000 y 20.000 años, coincidiendo con los ciclos de precesión de los equinoccios y los ciclos de oblicuidad del eje de rotación terrestre.</p>
<p>Si a todo esto añadimos los demás factores, los mecanismos de interacción y de realimentación positiva, si podríamos explicar los cambios climáticos bruscos.</p>

GLACIACIONES DEL CUATERNARIO	Predominantemente actuó la EXCENRICIDAD DE LA ÓRBITA TERRESTRE , debido a tres factores determinantes: .- La distribución de los mares y océanos .- La configuración de las corrientes oceánicas .- El comportamiento inestable del hielo
TERCIARIO	No se produjeron épocas glaciales, parece ser que el factor predominante fue la OBLICUIDAD DE LA ÓRBITA TERRESTRE .
MESOZOICO	El factor determinante de las fluctuaciones climáticas parece ser la PRECESIÓN DE LOS EQUINOCCIOS .
ACTUALIDAD	Ahora nos encontramos en un periodo interglaciar, pero nos acercamos a una configuración astronómica propicia para desencadenar una glaciación: .- El ángulo de inclinación de la Tierra es de $23,5^\circ$ y sigue disminuyendo. .- El AFELIO (máxima distancia al Sol) se produce en Julio. .- Los veranos en el hemisferio Norte son lo bastante frescos, como para que el hielo permanezca todo el año. .- En realidad, en términos científicos, el PERIODO INTERGLACIAR HA TERMINADO .
FUTURO	.- La temperatura irá disminuyendo. .- En los próximos 4000 años se producirá un mínimo térmico, no se sabe exactamente cuando. .- Después el planeta quedará inmerso en una época glaciación durante otros 100.000 años.

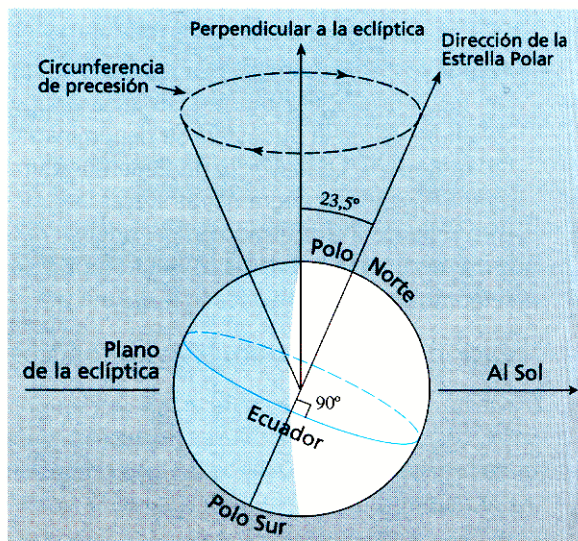
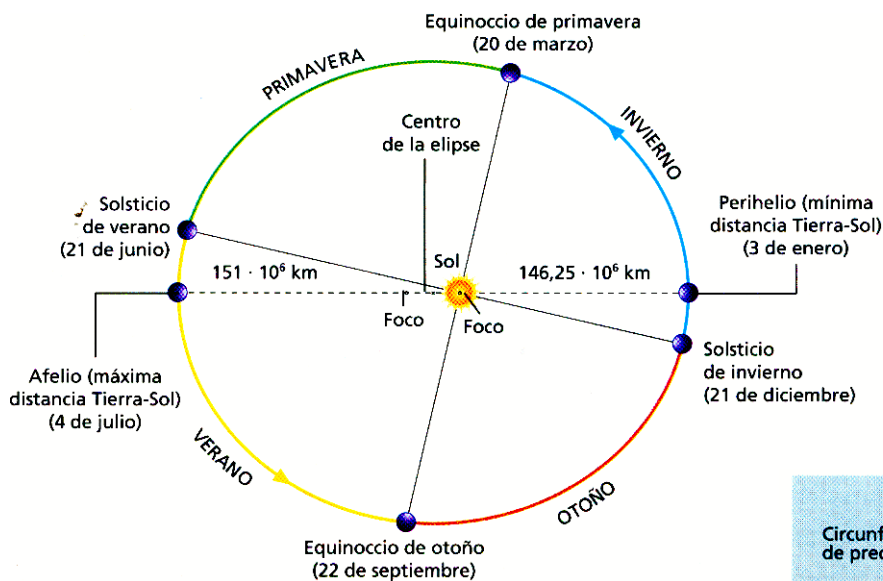


Figura 22. Inclinación del eje de rotación de la Tierra.
 Fuente: Gribbin, 1994.