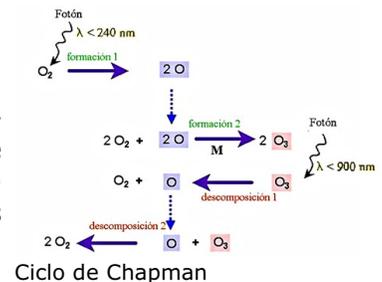


Adiabático/a

Es una palabra griega que significa impenetrable o que no se puede traspasar, pero también significa que pierde sus caracteres sin intercambio con el entorno (enfriamiento adiabático). En lo que se refiere al aire o a los gases podemos decir que es transformación de un gas que gana calor o se enfría sin intercambios con el exterior; transformación que está en relación con la presión y el volumen del gas. Es lo que sucede con el enfriamiento del aire al ganar altura.

Ciclo de Chapman

Son las reacciones que descomponen el O_2 para formar O_3 y descomponerlos para producir de nuevo O_2 y O . Es decir es el ciclo de descomposición y recomposición del oxígeno, pasando por el ozono que ocurre en la estratosfera y, a menor escala, en la mesosfera y termosfera. Se debe a Sidney Chapman, químico inglés que el 1930 describió estas reacciones químicas en función de la fotólisis.



DANA

Depresión Aislada en Niveles Altos, denominación que en meteorología española se prefiere a la tradicional, de gota fría, más conocida por el público. En la terminología inglesa se habla de **cut-off low** y, refiriéndose, al caso del Mediterráneo, **cold drop**.

Se genera porque una **vaguada del Jet-Stream** se separa de la corriente principal originando un embolsamiento de aire frío en altura inmerso en aire tropical, que se desplaza hacia el este generando fuertes tormentas y granizo.

Ekman Transport

Es el movimiento de las masas de agua oceánicas (y los materiales en suspensión en ellas) con un cierto ángulo con respecto a la dirección del viento en la capa superficial. Se obtiene integrando verticalmente la espiral de Ekman, proceso en que cada capa de agua del océano arrastra consigo por viscosidad la capa inmediatamente adyacente. En la capa superficial se inicia con la acción del viento sobre el agua cercana a la superficie del océano, causando el movimiento de ésta. Debido a esto cada capa de agua es afectada por el movimiento de la capa superior, o inferior en el caso de la fricción de la capa límite inferior.

Espiral de Ekman

Es el nombre con el que se conoce un modelo teórico que explica el movimiento de las capas de un fluido por la acción del efecto de Coriolis

Estratosfera

Se extiende desde la tropopausa hasta 50 km de altura en la zona intertropical, pero en la zona polar puede quedar en solamente 28 o 30 km, de modo que su espesor desde la tropopausa a la estratopausa variaría entre 30-35 km y unos 20 km sobre el polo. La presión está en torno a los 200 mb en la tropopausa (unos 160 mb en la parte baja de la estratosfera) y solamente 9 o 10 mb en las proximidades de la estratopausa (que es la presión al nivel de la superficie en Marte). Por tanto, la densidad es baja. La estratosfera contiene aproximadamente un 19 % de los gases de la atmósfera. La temperatura asciende desde los -60°C en la tropopausa a 0°C en la estratopausa, aunque en los primeros km de la estratosfera se mantiene relativamente estable en torno a -55°C (215° Kelvin) y más arriba, donde domina el ozono, puede alcanzar valores superiores a 0°C .

Puesto que la temperatura crece desde abajo, no puede haber convección por lo que no hay intercambio vertical de gases, de manera que los movimientos se producen en horizontal y el aire se encuentra estratificado en altura, de ahí el nombre de esta capa. Los intercambios de gases a través de la tropopausa son difíciles y solo ocasionalmente se rompe esta limitación y elementos de la tropopausa pueden invadir en mayores cantidades la estratosfera. El problema es que dado el carácter estratificado cuando tales elementos son polvo o partículas que oscurecen la transparencia, pueden permanecer mucho tiempo en un nivel, como ocurre con las emisiones volcánicas que pueden originar periodos de frío en la superficie al limitar el paso de la radiación solar. Solamente los gases muy estables, que pueden permanecer mucho tiempo en altura, como los compuestos de cloro, pueden acabar pasando a la estratosfera. Por lo demás, la composición del aire es similar a la de la troposfera, aunque con una densidad mucho menor, con la salvedad del ozono, que es el rasgo más destacado de la estratosfera. Como los movimientos del aire se producen en horizontal los vientos, que alcanzan grandes velocidades, más de 200 km/h, distribuyen en torno al todo el planeta las sustancias o partículas que llegan a la estratosfera. Apenas hay nubes porque el vapor de agua es muy escaso, aunque la circulación de aviones que alcanzan esta capa aporta óxidos de nitrógeno y vapor de agua que, dadas las bajas temperaturas, enseguida se convierten en cristales de hielo, lo que incrementa la posibilidad de nubes. Las nubes estratosféricas son nubes lenticulares, sin desarrollo vertical.

La importancia de la estratosfera reside en que protege a la superficie del efecto de la radiación ultravioleta de alta energía que, de no ser por este filtro, haría imposible la vida en la superficie del planeta. Esta condición se debe al efecto de la fotólisis sobre el oxígeno. La radiación ultravioleta descompone el O_2 atmosférico en dos moléculas de O, las cuales una vez separadas se unen a otra partícula de O_2 para formar ozono, O_3 , el cual también sufre fotólisis, descomponiéndose para reiniciar el proceso. Este proceso de descomposición y regeneración del O_2 y O_3 , llamado **ciclo o reacciones de Chapman** (Sidney Chapman describió el ciclo del Ozono en 1930) libera energía térmica a lo que se debe el aumento de temperatura en la estratosfera. Ocurre de día, especialmente en el largo día polar, cuando hay radiación solar. Durante la noche el fenómeno cesa y la temperatura desciende, especialmente durante la larga noche polar. Así, la radiación ultravioleta de onda muy corta, UVB y UVC la más energética, es retenida en la estratosfera y solamente pasa la radiación UVA de más de 320 nm. El ozono estratosférico presenta su mayor densidad entre 15 y 35km de altitud, alcanzando la mayor concentración hacia los 20km.

Durante el siglo XX se han estado incorporando a la estratosfera gases que debido a su estabilidad en las proximidades de la tropopausa acaban traspasándola. A consecuencia de la organización horizontal de la estratosfera estos gases que son emitidos principalmente en el Hemisferio Norte, acaban distribuyéndose por todo el planeta. Se trata de compuestos de cloro, fundamentalmente los fluoroclorocarbonos, que también se descomponen con la radiación UV liberando moléculas muy reactivas que se asocian al oxígeno fijándolo e impidiendo la reconstrucción del ozono. A ellos se unen otros compuestos como el óxido nitroso (N_2O) que genera dióxido nítrico (NO_2) al sustraer al ozono un átomo de oxígeno, el cual sigue reaccionando en nuevas combinaciones. Todas estas reacciones causan una pérdida de ozono reduciendo de modo peligroso su densidad. Esta pérdida se produce especialmente durante la larga noche polar en que cesa la producción de ozono al no haber radiación solar, pero continúan las reacciones

Capa de ozono y agujero de ozono.

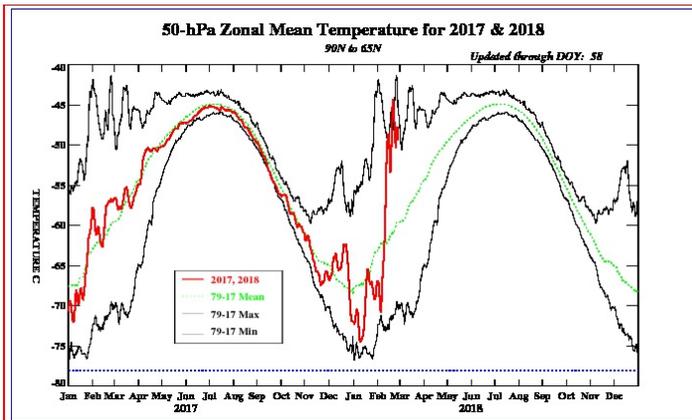
Son expresiones incorrectas y equívocas. La llamada **capa de ozono** es una franja de aire con mayor densidad de ozono o, si se quiere, una franja en ozono o con ozono, o bien una *pantalla de ozono*, que se distribuye con mayor densidad y altura en los polos y con menor densidad en los trópicos.

El llamado **agujero de ozono** que, en realidad, es una franja de aire con baja densidad de ozono, se ubica en un sector de la estratosfera situado sobre la Antártida, donde las reacciones fotoquímicas determinan una pérdida de ozono, cuya densidad no llega a recuperarse por completo.

químicas que lo destruyen. Así, sobre la Antártida, donde el vórtice polar es especialmente intenso en invierno, durante la larga noche polar, impidiendo intercambios y aportes desde otras latitudes; en primavera se aprecia una fuerte disminución de la densidad de ozono, que se va recuperando parcialmente a lo largo del día en verano. Es el mal llamado **agujero de ozono**.

Una singularidad de la estratosfera en latitudes tropicales es la *oscilación quasi bienal* (QBO) generada por ondas de gravedad en la troposfera que modifican la circulación de gases en la estratosfera y su distribución en el planeta. También tiene importancia para la entrada de gases troposféricos la ruptura de las ondas planetarias en interacción con la vorticidad polar que producen una intenso movimiento de gases en las latitudes medias.

Asociado a estas rupturas de la vorticidad polar se produce un fenómeno que se conoce como **calentamiento súbito de la estratosfera**. Ocurre cada varios años (el último 2018; pero también



en 2009 y 2017) y suele producirse en invierno (el año pasado en febrero). Tiene una periodicidad irregular, puede ocurrir en 3 años o bien en periodos mucho mas largos. Se trata de un rápido ascenso de la temperatura estratosférica de más de 25° C que tienen lugar en 4 o 5 días. El fenómeno repercute en la troposfera y se traduce en primaveras frías y lluviosas en las latitudes medias. Cuando un anticiclón de aire tropical se sitúa en latitudes muy septentrionales, como sucede en la [Oscilación del Atlántico Norte](#), las ondas planetarias llegan a afectar al vórtice polar que se rompe y desborda el aire polar hacia latitudes medias, al tiempo que facilita el paso de aire troposférico a la estratosfera.

Calentamiento súbito de la estratosfera en febrero de 2018. Reproducido de Irene Santa *¿Que es un calentamiento súbito atmosférico y cómo afecta a España?* Imagen tomada de <https://noticias.eltiempo.es/calentamiento-subito-estratosferico-que-es/> Fuente NOAA.

Foehn

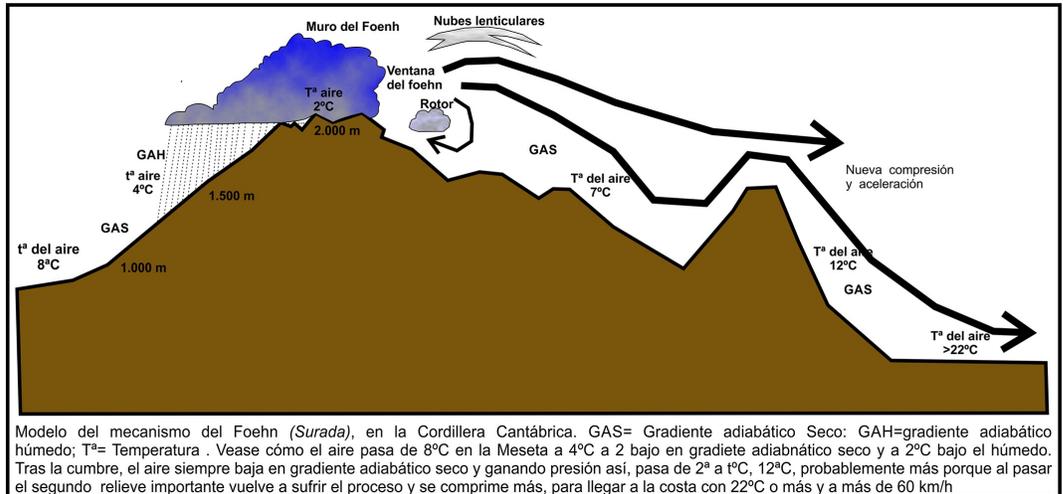
En Suiza de lengua alemana se da el nombre de foehn (etimológicamente procedente del latín *favonius*=viento cálido, favorable) al viento catabático, calido y seco que desciende de los Alpes del Norte fundiendo la nieve. Vientos semejantes al foehn reciben diferentes nombres: *Chinook* en las regiones situadas al E de las Rocosas en USA, *Zonda*, en los Andes de Argentina, *Helm* en el Reino Unido, *Favonio* en Italia, *Sirocco* en Sicilia, *Mistral* en el valle del Ródano. En España hay multitud de denominaciones regionales que se han mencionado al hablar de [viento catabático](#).

El foehn es un viento cálido, que suele subir la temperatura de las regiones afectadas en torno a 10°C pero también mucho más, seco y veloz, pudiendo llegar a superar ampliamente los 100 km/h característico de las regiones situadas a sotavento de montañas de cierta importancia, cuyo lado expuesto al viento sufre el hostigo de vientos frecuentes en la zona.

Consecuencia de su sequedad, calor y velocidad es la importancia que tiene para los incendios no solo forestales (EL incendio de Santander en 1942 se produjo con un viento (surada) huracanado)

en la fusión de la nieve, con las consiguientes inundaciones, y al parecer también tiene efectos en la estabilidad emocional de las personas.

El mecanismo al que se debe el foehn es fundamentalmente un proceso [adiabático](#) en el que el aire se enfría y se calienta



al ascender y descender un relieve. Veamos: cuando el viento se enfrenta a un relieve importante se ve obligado a ascender. Al elevarse pierde presión al entrar en zonas más elevadas de la atmósfera y esta descompresión produce un enfriamiento (el aire al expandirse se enfría), es el gradiente adiabático seco, cuyo valor depende de las circunstancias, pero en general suele admitirse 1°C cada 100 metros. Al enfriarse la humedad se condensa forma nubes y cuando la temperatura alcanza el punto de rocío se condensa y hay precipitación. La condensación produce calor, que reduce el valor del gradiente a la mitad (0,5°C cada 100 m). Es el gradiente adiabático húmedo. Así el aire que llega a la cumbre de la montaña está menos frío de lo que podría esperarse, especialmente cuando la precipitación, y por tanto el calor latente, ha aumentado a medida que se llegaba a la culminación. En la cumbre, el aire está ya muy seco, pues ha perdido casi toda su capacidad higrométrica. Tras el queda una barrera de nubes compacta, pegada a la cumbre en el lado de barlovento, que los suizos llaman el *muro de foehn*. A veces ondulaciones del relieve provocan ascenso y descenso verticales, ascendencias y subsidencias que con relación a la velocidad del aire que forman ondas estacionarias, que se expresan en nubes lenticulares (*altocumulus lenticularis*). A al poco de pasar la cumbre puede formarse un rodillo de nubes, *rotor*, dejando un área de cielo despejado entre el muro de nubes de la cumbre y estas nubes en rotor, es lo que en los Alpes llaman la *ventana de foehn* u *ojo de foehn* (en Cantabria se habla *de ojo del ábrego*). Al descender, el aire ya muy seco, adquiere más presión, se comprime, de modo que se calienta con un gradiente adiabático seco, que tiene un valor de 1°C por cada 100 m. El valor de la temperatura y la velocidad del viento dependen de la temperatura en la cumbre, de la velocidad con que el viento ha atravesado la montaña, de la pendiente y de la longitud del descenso y su configuración topográfica, pero también de la presión existente en la zona baja donde el viento irá perdiendo fuerza. Los valles en la dirección del viento lo canalizan e incrementan considerablemente la velocidad. Es la razón por la que en Cantabria las suradas suelen llegar a la costa como vientos muy fuertes canalizados por los valles N-S que descienden de la montaña.

Frente

La Primera Guerra Mundial puso en evidencia el papel de la meteorología en la guerra, evidencia que se manifestó aún más claramente en la Segunda, lo que desencadenó una avalancha de investigaciones en meteorología cuyo conocimiento dio un salto espectacular en los años medios del siglo XX. Como se vivían tiempos bélicos, el encuentro entre aire frío y aire caliente vino a llamarse frente. El desarrollo de estos conocimientos es la base de las predicciones meteorológicas, de la información sobre el tiempo y de los análisis sobre la dinámica atmosférica.

El frente define en un mapa *la zona de encuentro entre dos masas de aire de diferente temperatura o densidad*, pues esta depende de aquella, aunque también puede aparecer entre masas con diferente capacidad higrométrica.

Cuando el aire más dinámico es el aire frío, éste se introduce en cuña bajo el aire caliente obligándolo a ascender; cuando la masa más dinámica es el aire caliente, éste cabalga sobre el aire frío ascendiendo en pendiente sobre él. El paso del frente se caracteriza por cambios en las temperatura, presión, precipitación y velocidad del viento.

En el hemisferio Norte y en nuestras latitudes, los frentes se presentan como una intrusión de aire frío hacia el sur o cálido hacia el norte, que discurre siguiendo la línea de contacto entre una masa de aire frío, generalmente aire polar marino transformado por su desplazamiento al sur y la masa de aire caliente, generalmente aire tropical marino, siguiendo una dirección Oeste-Este, que con frecuencia es Suroeste-Noreste.

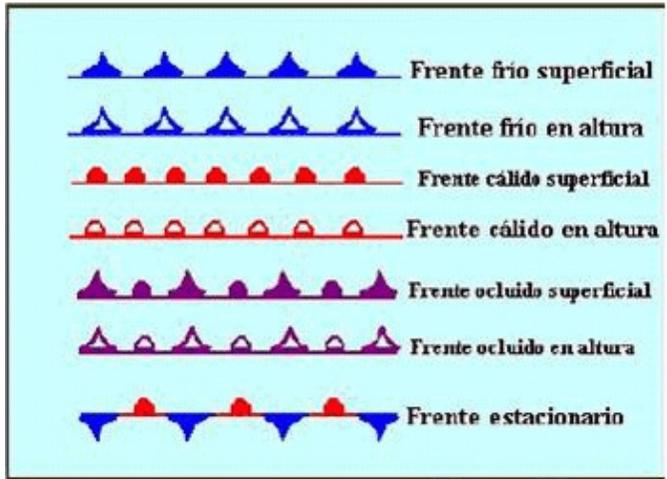
Como lo normal es que los frentes se dispongan en una cadena de frentes donde unos suceden a otros, es frecuente que una parte del frente se cierre al unirse el frente posterior al que le precede, situación en la que se convierte en un *frente ocluido*.

El paso de los frentes se expresa en la evolución de un sistema de nubes, pues el aire caliente, al ascender, sufre el efecto del gradiente térmico de altitud. Y pierde capacidad higrométrica lo que da lugar a que la humedad se convierta en vapor de agua y éste acabe formando núcleos de hielo que al caer originan la lluvia. La llegada del frente se manifiesta por una sucesión de formaciones nubosas característica.

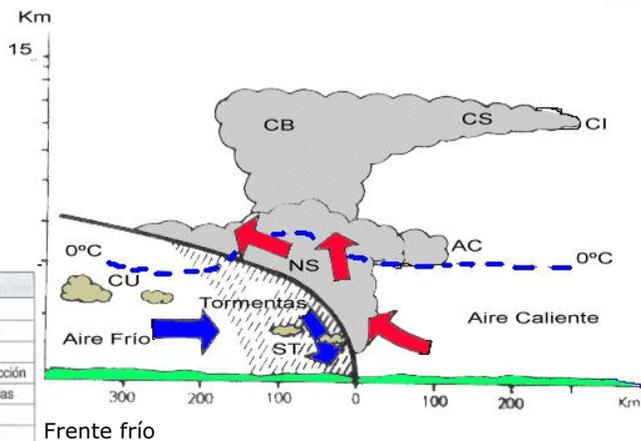
Desde este punto de vista del dinamismo de las masas se distinguen 4 tipos de frentes.

- **Frente frío.** Aparece cuando la masa de aire frío es más dinámica y fuerza a elevarse a la masa de aire caliente. Generalmente se ubica por delante de una intrusión de aire frío con bajas presiones hacia el Sur, rodeado de altas presiones en aire caliente. En esta situación el frente tiene una disposición

| Variable | Antes del frente | Paso del frente | Después del frente |
|---------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Temperatura | Descenso gradual | Descenso brusco | Se mantiene estable |
| Presión | Baja | Subida brusca | Elevación lenta |
| Viento | Aumenta en intensidad | Cambio brusco de dirección | Cambio lento de dirección |
| Humedad | Aumenta si hay precipitaciones | Alta durante las lluvias | Baja si cesan las lluvias |
| Nubosidad | Sc, Ac, As | Cb | Cu, aislados |
| Precipitación | Lluvia ligera | Chubascos con tormentas | Chubascos aislados |
| Visibilidad | Regular o mala | Mejora con rapidez | Muy buena |

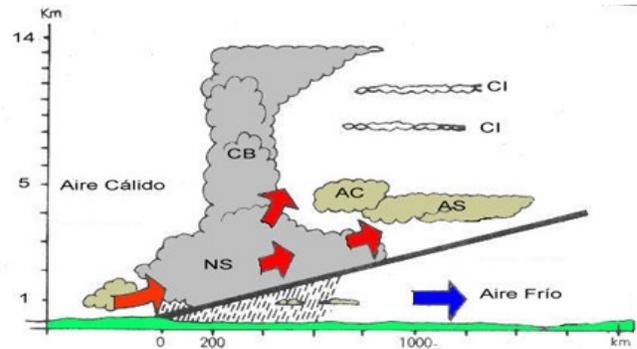


Simbología de los frentes. Fuente Wikipedia.



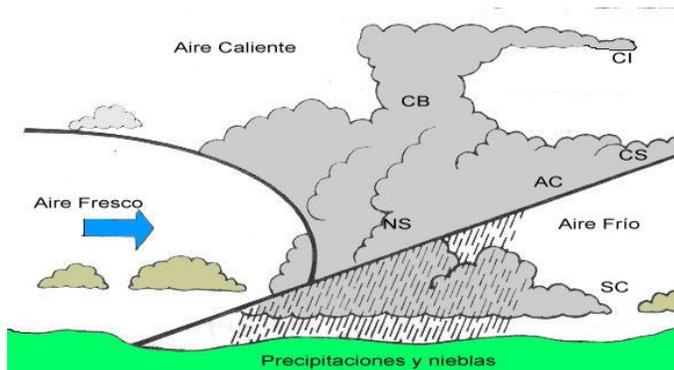
Pero también puede presentarse en otras disposiciones: tras un frente cálido, cerrando la masa de aire caliente que se adentra hacia el Norte, y desplazándose de Oeste a Este, o bien en disposición horizontal, en los frentes estacionarios. Salvo en estos últimos casos, el frente frío tiene un movimiento bastante rápido en con una velocidad media de 40-45 km/h y siempre se asocia a precipitaciones que pueden llegar a ser fuertes o incluso tormentas y vientos fuertes, cuando el contraste térmico es importante. La pendiente usual del frente es del orden de un 1 km por cada 100 km, aunque la inclinación crece con la altura, de manera que el área afectada por el frente puede ocupar 600-700 km en superficie. El frente frío se acompaña de una sucesión de nubes característica: Cirros, cúmulos, cumulo-nimbos, Nimbos, estratos, para pasar a cúmulos de nuevo cuando se acerca el frente cálido que le sucede. A medida que el frente avanza aumenta la presión de manera que cuando pasa suele suceder un tiempo despejado. Igualmente al paso del frente el viento es fuerte y disminuye con el aumento de presión.

- Frente cálido:** En las latitudes medias suele suceder a un frente frío y suele corresponder a un avance de aire cálido hacia el Norte o bien de aire frío hacia el Sur produciendo una ondulación del frente polar en superficie. En este caso el aire cálido es más dinámico y avanza hacia el E-NE cabalgando sobre el aire frío que forma cuña bajo él. La pendiente del frente cálido es mas tendida que la del frente frío, 1 km de altura por 200 ó 300 km, de manera que el paso del frente puede abarcar distancias que superan ampliamente los 1000 km entre las primeras nubes que lo señalan y el punto en que toca la superficie. También la velocidad es inferior al frente frío, de 25 a 30 km/h. Como el aire cálido asciende lentamente sobre la cuña de aire frío las precipitaciones son menos intensas que en caso del frente frío y solo se dejan sentir con alguna intensidad en la última fase, cerca del paso del frente en superficie. Sin embargo, cuando el contraste térmico entre las masas de aire es importante o cuando el frente es inestable, situaciones en que también es importante el viento, las precipitaciones son importantes y violentas, siendo frecuentes las tormentas y en las nubes dominan los cumulonimbos. El paso del frente se advierte por un creciente descenso de presión que alcanza su nivel más bajo tras el paso del frente en superficie ya bajo el dominio del aire cálido. La sucesión de nubes característica es: cirros, como primer anuncio del frente, a los que suceden cirrostratos, estratos y, ya en las proximidades de la línea de frente, los nimbostratos que dejan las lluvias. Cuando el frente es inestable pueden aparecer cumulonimbos y tormentas



Frente cálido

| FRENTA CÁLIDO | | | |
|---------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Variable | Antes del frente | Paso del frente | Después del frente |
| Temperatura | Constante o ligera subida | Sube | Poco cambio |
| Presión | Descenso | Se estabiliza | Poco cambio o descenso |
| Viento | Aumenta en intensidad | Cambio brusco de dirección | Dirección entablada |
| Humedad | Aumenta en las precipitaciones | Alta | Alta |
| Nubosidad | Ci, Cs, As | Ns | St o Sc muy dispersos |
| Precipitación | Lluvias continuas | Poca | Nula o casi nula |
| Visibilidad | Buena o regular | Muy mala (nieblas) | Regular en mejoría |



Frente cálido ocluido

el paso del frente en superficie ya bajo el dominio del aire cálido. La sucesión de nubes característica es: cirros, como primer anuncio del frente, a los que suceden cirrostratos, estratos y, ya en las proximidades de la línea de frente, los nimbostratos que dejan las lluvias. Cuando el frente es inestable pueden aparecer cumulonimbos y tormentas

- Frente ocluido.** Es un frente que se cierra en altura porque la masa de aire frío levanta por completo el aire cálido, de modo que en superficie domina el aire frío y el frente entre ambas masas de aire queda algunos cientos de metros por en-

cima de la superficie. En las ondulaciones del frente polar que introducen hacia el sur una onda de aire frío o hacia el norte una de aire caliente, hay dos frentes que se suceden. Uno caliente y otro frío. Como el frente frío situado más al oeste es más rápido y dinámico que el frente cálido que le precede, acaba alcanzándolo, obligando a elevarse el aire cálido que queda por encima de la superficie. En el área que estuvo bajo el aire cálido queda un aire frío, pero menos frío que la masa genuina de aire frío que avanza desde el oeste. Las nubes y precipitaciones son similares al aire cálido de manera que no es fácil distinguir el paso de un frente ocluido del de uno cálido. El viento cambia poco como también son moderados los cambios de temperatura en superficie. Se distinguen los frentes ocluidos fríos, cuando el frente más dinámico es el frío, de los frentes ocluidos cálidos u oclusiones cálidas cuando el frente dominante es el cálido.

- **Frente estacionario o estabilizado.** Se establece entre dos masas de aire estables que no se desplazan o apenas lo hacen. En las regiones situadas en la franja del frente las nubes características son altocúmulos y a veces estratos, la pluviosidad es moderada como el viento. Ocasionalmente se forma una baja presión que origina una ondulación del frente y circulación ciclónica con la formación de un sistema frontal con un frente frío y un frente cálido que tienden a moverse en torno a la depresión.
- **Frente anabático** (Contra la pendiente de isobaras. Aná=contra; hacia arriba) El aire caliente asciende saturado. Las precipitaciones convectivas se extienden lejos, tras el frente. La superficie regada por las lluvias es mucho mayor que en el frente catabático que se limita a la línea de frente.
- **Frente Catabático** (Sigue la pendiente de las isobaras =cata= a favor) Se asocia a una invasión de aire frío en superficie, mientras que en altura el aire es relativamente seco y en subsidencia, lo que le recalienta. Se asocia a nubes convectivas de tormenta o aguaceros. En ambos casos el cielo presenta calles de cúmulos y ráfagas de viento.
- **Frente frío de retorno** (back cold front). Es un frente frío que se desplaza a la inversa de la dirección habitual. Puede desencadenar nubes convectivas en el sector cálido y es seguido por una masa de aire fresca y húmeda en la que causa viento en sentido horario. Antes=Cirros, cirrostratos, altostratos, cirrocúmulos y altocúmulos. Al paso=Cumulonimbos y *Cúmulus congestus*, Cumulonímbus incus Después= estratos dispersos y estratocúmulos

Frente Polar

Situado bajo el **jet stream**, separa el aire polar del aire tropical o del aire polar recalentado: Se encuentra situado sobre Escocia, durante el verano, mientras que en invierno se desplaza hasta la latitud de la Península Ibérica. Diversos fenómenos (paso del Jet sobre montañas elevadas -es típico el que causan las Rocosas en Norteamérica-, diferencias de presión, vientos y cambios en la vorticidad) pueden producir ondulaciones del frente que acaban convirtiéndose en ondas planetarias, (Ondas de Rosby), que se traducen en un tren de frentes, frente frío seguido de un frente cálido en cada onda.

Frontogénesis

Es el proceso de formación de frentes. Ocurre cuando dos [masas de aire](#) de diferente densidad y temperatura se encuentran. Los frentes pueden ser estables o dinámicos cuando al menos una de las masas tiende a avanzar sobre la otra. Las causas de formación de un frente son diversas. El frente se caracteriza por un gradiente de temperatura en horizontal. El estrechamiento del gradiente, es decir una disposición más apretada de las isotermas, origina la formación del frente; en

cambio, la expansión de las isotermas acaba produciendo la disipación del frente. Hay varias hipótesis que intentan explicar la formación de frentes, atendiendo especialmente a varios mecanismos: deformación horizontal o vertical de los volúmenes de aire en cuestión, cizalladura horizontal del viento, liberación de calor en el frente, fricción con la superficie (paso de montañas), turbulencia. Especial atención se concede a la teoría geostrófica como explicación de la deformación horizontal y cizalladura, en cuanto que deforma el volumen de aire afectado y lo hace rotar generando cizalla cuando se encuentran muy próximos dos volúmenes con direcciones opuestas (ciclónica y anticiclónica). En ese caso, sobre el lado Oeste hay vientos del Norte, fríos, mientras que en el lado Este los vientos son del Sur, cálidos. Se produce una deformación en que se encuentran 2 parejas de altas y bajas presiones que comprimen las isotermas. Se origina así una línea de máxima cizalla, donde se forma el frente.

Frontolisis

Es el proceso de descomposición del frente, cuando se estabiliza el viento perdiendo fuerza, porque se abren las isotermas y se equilibra la diferencia térmica de las masas.

Ionosfera.

Es otra denominación que se da a la termosfera, aunque no exactamente porque la ionización, aunque con menor intensidad, se da también en la parte alta de la Mesosfera. Su importancia estriba en la reflexión de las ondas de radio que facilitan su difusión a escala planetaria.

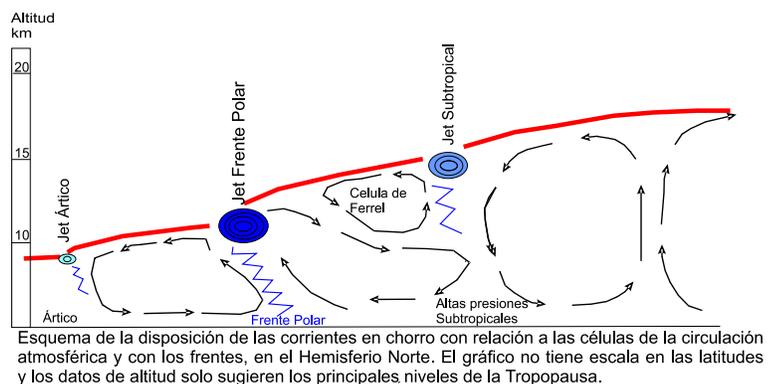
Jet Streams

Las corrientes en chorro *son flujos de vientos a gran velocidad en la parte alta de la troposfera circundando todo el planeta*. Su descubrimiento y su papel en la meteorología es relativamente reciente y fundamentalmente consecuencia de la experiencia de los vuelos en la Segunda Guerra Mundial. Durante la segunda mitad del siglo XX se ha investigado extensamente sobre su actividad y las ondas que genera.

Hay tres jets en cada hemisferio,; **Jet Ártico**, sobre el círculo polar (en la Antártida sobre el continente), **Jet del Frente Polar**, que se mueve entre 35° y 55° de latitud (30° -60°, según otros autores) y el **Jet Subtropical**, bastante estable entre 20° y 30° de latitud. Aunque el más importante para las latitudes medias en que nos movemos es el del *Jet del Frente Polar*, del hemisferio Norte al que dedicaremos la mayor parte de la atención de esta nota.

Los jets se forman en lugares de convergencia de las células de la circulación atmosférica, donde convergen aires que presentan un fuerte contraste térmico. Esto genera frentes y vientos sobre los que actúa la fuerza de Coriolis desviándolos a la derecha en el Hemisferio Norte y a la izquierda en el Hemisferio Sur (de ahí la denominación de **vientos geostróficos** que a veces se les aplica) y como consecuencia de ello el jet acumula aire a la derecha (izquierda en el Hemisferio Sur) y lo aspira de su lado izquierdo (derecho en Hemisferio S).

El **Jet del Frente Polar** en nuestras latitudes se desplaza entre el Estrecho de Gibraltar durante el invierno y Escocia, durante el verano (Entiendase que son situaciones medias que pueden superarse hacia en Sur y Norte). En primavera y otoño se desplaza de una latitud a otra. En estos desplazamientos, especialmente en otoño, cuando debe adaptarse a un radio mayor, genera amplios



meandros que forman crestas (anticiclones, porque contienen aire de los anticiclones subtropicales) y vaguadas, (depresiones porque contienen aire polar marítimo en baja presión). Tales meandros se denominan **Ondas de Rossby**.

En altura se sitúa entre los 500 y 200 mb, aunque los vientos más fuertes se encuentran entre 300 y 200 mb, de manera que los mapas que mejor los representan son de isohipsas de 300 mb. En un corte transversal la corriente del Jet Stream puede tener varios cientos de metros de altura y varios km de anchura. En ocasiones puede desdoblarse en varias ramas que pueden llegar a encontrarse con el Jet Subtropical.

Crestas y vaguadas. El Jet Stream forma pronunciados meandros especialmente en Otoño, pero puede hacerlo en cualquier momento del año:

- Los meandros que presentan su concavidad hacia el Norte se denominan **vaguadas** en castellano o también depresiones barométricas (**thoug**, en inglés; **creux** o *creux barometrique*, en francés). También pueden producirse vaguadas a consecuencia de un relieve (**vaguadas orográficas**, **lee trough** en inglés, **creux orographique** en francés). Las vaguadas son bolsas de aire forzado a elevarse por la presión en cuña de las altas presiones que la encuadran. En el lado oriental de las vaguadas circulan los frentes hacia el E.- NE. En ocasiones el cuello de la vaguada se cierra formandose una gota fría o [DANA](#).
- Los meandros que presentan convexidad hacia el Norte se denominan **crestas**, también **dorsales** (**ridge** en inglés; **crête** o *dorsale* en francés). Las crestas son embolsamientos que llevan hacia el N altas presiones de aire tropical. En ocasiones pueden hacer llegar aire tropical continental, cargado de polvo del desierto hasta latitudes de 40 o 45 grados. En nuestras latitudes corresponden a este fenómeno las brumas polvorientas típicas de algunos días del verano y las lluvias de sangre. Las dorsales originan situaciones anticiclónicas que bloquean el paso de perturbaciones hacia el Este.

Linea de Kármán

Límite de la atmósfera terrestre donde se inicia el espacio exterior. Se sitúa 100 km sobre el nivel del mar. Su nombre se debe a Theodore von Kármán, un ingeniero húngaro que estableció que la densidad del aire a esa altitud era incapaz de soportar el vuelo de un avión, de modo que para poder sustentarse tendría que moverse a una velocidad superior a velocidad orbital. También se denomina **turbopausa**, porque por encima de ella los gases no están bien mezclados. Como la **mesopausa** o límite de la **mesosfera**, está a 85 km de altura, puede decirse que el límite de kármán estaría en la parte inferior de la termosfera.

Mesosfera

Situada a una altitud que no alcanzan los aviones y que los globos meteorológicos solo llegan a rozar (53 km), pero por debajo del recorrido de los satélites, la mesosfera solo puede ser investigada por cohetes que apenas pueden proporcionar datos durante unos minutos. Así, apenas se conocen algunos detalles y con datos contradictorios o no coincidentes, tanto que los especialistas han dado en llamarla la *ignorosfera*,, pues casi todo se ignora de ella.

Su límite inferior esta bien definido por la estratopausa, 50 km. Pero el límite superior se establece a distintas altitudes en los trabajos que se ocupan del caso: entre 80 y 100, incluso algo más, según la fuente utilizada, aunque la mayoría de los manuales sitúan la mesopausa en 80 km de altitud en la zona intertropical. Por tanto, su espesor estaría entre 30 y 35-40 km, posiblemente 10 o 15 menos sobre las zonas polares.

Todavía tiene aire, razón por la cual se la incluye, junto a estratosfera y troposfera, en la baja atmósfera. Se estima que el aire contenido es aproximadamente una centésima parte de la masa total (0,1%), sin embargo es suficiente para que el rozamiento a las altas velocidades de entrada

de los meteoritos los incendie; es, por tanto la zona donde brillan las estrellas fugaces y sirve como barrera que impide que un importante volumen de meteoritos alcance la superficie. Tanto que a causa de la descomposición de los cuerpos quemados por rozamiento, tiene un alto contenido en partículas de hierro y otros metales. La presión sobre la estratopausa está por debajo de 5 Mb (algunos trabajos la cifran en 1 mb) y desciende en altura para quedar en 0,01 mb en las proximidades de la mesopausa.

La temperatura desciende desde la estratopausa, desde 0°C a -90°C (180 kelvin), aunque en esto hay tan poco acuerdo como en la altitud de la mesopausa, 140°K (-133°C), -85°C, -100°C. Diversidad que puede resumirse en unos 100°C negativos. Sea como fuere, es la zona más fría de la atmósfera. En la proximidad de la mesopausa la temperatura empieza a crecer porque el ciclo del ozono y la energía de las partículas contribuye al calentamiento. Cómo hay un gradiente de temperatura en altitud es posible la convección que facilitaría la mezcla de gases en altura.

A pesar de la reducida densidad, hay fuertes vientos, ondas de gravedad y mareas atmosféricas, además de turbulencias. Apenas hay vapor de agua y el que hay puede proceder de la descomposición del metano, este vapor se convierte en hielo y actúa con las partículas de hierro para producir las **nubes noctilucientes**, características de las altas latitudes, muy escasas por la pobreza de agua en la mesosfera. El oxígeno puede sufrir fotólisis y combinarse en ozono, pero este proceso es insignificante a estas alturas dada la escasa cantidad de oxígeno. Las partículas de aire se ionizan durante el día y pueden dar lugar a fenómenos eléctricos a modo de rayos azules llamados **sprites** y **ELVES**, que suelen aparecer por encima de las tormentas de la troposfera.

Microclima

Es un término que suele usarse de forma errónea o equívoca en los medios y por el público en general para referirse por ejemplo al clima de El Bierzo o al clima de un área que consideran pequeña. En estos casos se trata de **climas locales**. El concepto de microclima se refiere a las condiciones de un espacio minúsculo: el clima de los 5 o 10 primeros cm sobre la superficie de un lugar, al que se registra al abrigo de una roca, entre las hierbas de una pradera. En todas estas ubicaciones la escala a la que se consideran las variables climáticas resultan muy diferentes de las que se conocen a escalas mayores. Por ejemplo en a 5 cm sobre el suelo, el efecto de la emisión de radiación desde el suelo es muy fuerte y eleva la temperatura a muchos grados durante el día y pierde calor muy rápidamente durante la noche, el efecto del viento, de la lluvia o el hielo superan con mucho el de la escala que padecemos los humanos. Algo semejante ocurre entre la hierba de una pradera.

El **clima local**, recoge la variación de uno o dos elementos del clima, por ejemplo un valle profundo, una zona elevada y expuesta. El **microclima**, describe un clima con todas o la mayoría de sus variables muy diferentes del entorno a causa de la escala que se considera.

NAO

North Atlantic Oscillation (OAN en castellano y ONA en francés). *Corresponde a la variación periódica de la latitud a que circulan las perturbaciones del oeste en las latitudes medias del Atlántico, se fundamenta en las variaciones de la diferencia de presión con relación a su valor medio entre el anticiclón de las Azores y la depresión de Islandia, medida en Lisboa y Reikiavik.*

Cuando la diferencia es positiva (superior a la media) los vientos del Oeste y la vía de las perturbaciones se desplaza al Norte causando inviernos fríos y veranos lluviosos en Europa al Norte del paralelo 50, mientras que en las latitudes del mediterráneo se registran prologadas sequías e inviernos suaves.

En cambio, cuando las diferencias son negativas (inferiores a la media) la vía de las borrascas se desplaza a las latitudes mediterráneas donde los inviernos son suaves y los veranos con abundantes tormentas, mientras que en latitudes más altas de Europa Occidental se registran inviernos fríos con frecuentes incursiones de aire ártico o polar continental.

Ondas de gravedad

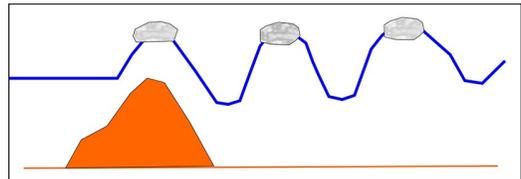


Suelen producirse cuando un volumen de aire es forzado a elevarse entre un aire de densidad estable (por ejemplo, al ascender una montaña). En ese caso el aire ascendente, de diferente densidad, crea una perturbación en el equilibrio de densidad que la gravedad trata de restaurar mediante oscilaciones del aire arriba y abajo. Se producen, entonces ondas en que hay sectores de aire que ascienden y se enfrían, condensando vapor, y sectores que descienden, evaporando humedad, lo que suele dar lugar a bandas de nubes claras (más cálidas) y oscuras (más frías). Las nubes manifiestan ondas perpendiculares a la dirección del viento.

Las ondas de gravedad afectan también a la estratosfera y especialmente a la mesosfera y termosfera, capas donde el aire está estratificado de acuerdo con la densidad. La entrada de aire de una capa inferior produce un desequilibrio que genera las ondas. Pero también las tormentas y tornados o la alteración del jet pueden afectar a las capas superiores y dar lugar a ondas de gravedad que llegan a observarse en las nubes noctilucientes. Especialmente destacadas son las ondas de gravedad producidas en la ionosfera por las tormentas solares o alteraciones en la carga de los iones.

En la troposfera las ondas de gravedad se pueden producir como consecuencia de una cizalla del viento, una frente, una corriente ascendente o cambios bruscos en el jet.

GrIT (*Gravity waves Interaction with Tornadoes*) es un acrónimo para describir un modelo creado por Tim Coleman, meteorólogo de Alabama, que estudia el efecto de las ondas de gravedad en las tormentas a las que pueden comprimir obligándolas a girar más deprisa y convertirse en tornados.



Nubes paralelas en ondas de gravedad. Cuando un flujo de aire estratificado sobrepasa una montaña se produce una oscilación arriba y abajo de la corriente de aire en forma de ondulaciones que al ascender para formar las crestas condensan el vapor de agua formando nubes, que se disipan en el descenso de la onda al perder el punto de rocío. Las nubes son paralelas al relieve y permanecen en la misma posición y distancia con respecto a la montaña porque también son estacionarias las ondas.

Termopausa

Teóricamente es el límite de la [termosfera](#) que da paso al espacio exterior. Pero esto, como la altitud a la que se sitúa, resulta bastante difícil de precisar por varias razones. Más aún cuando, según lo afirmado por Kármán, el espacio exterior comienza en la base de la termosfera. En primer lugar, [termosfera](#) e [ionosfera](#) comparten el mismo espacio, pero para unos autores son equivalentes y podrían unificarse, mientras que para otros son diferentes; y lo son, además, en sus dimensiones. Por otra parte, se trata de los criterios para determinar su ubicación: podría tratarse de la inversión de la curva de temperatura, que debería pasar de valores altos a valores muy bajos; pero la temperatura de esta capa es singular porque se trata de temperatura molecular, afecta a las moléculas de los gases, pero al no haber materia que la transmita, sino grandes vacíos entre unas y otras moléculas, no se percibe como en la troposfera. Debe medirse a nivel molecular. La radiación solar hace vibrar las moléculas y las calienta hasta temperaturas que superan los 1000 grados de manera que hay diferencias entre el día y la noche como las hay en el efecto de esta radiación según la densidad y el tipo de gas. Pero también puede medirse la ionización de los gases y sus efectos: Así, la altitud a la que se halla puede establecerse en 400, 500, incluso 800 km sobre el nivel del mar. En la termosfera circula la estación espacial y la mayoría de los satélites. Por otra parte, sobre la termopausa aparece el cinturón magnético del planeta o [magnetosfera](#) que puede extenderse

desde varios cientos a decenas de miles de km según se trate del lado que da la cara al sol o el opuesto.

Tropopausa

Según la etimología viene a significar el cese o límite de la **troposfera**. *No es una capa sino una discontinuidad, el límite donde se detiene el descenso en altitud de la temperatura que comienza a crecer. Se define, pues, por un acusado ángulo y cambio de dirección en la curva de temperatura. Según la OMM se establece donde el gradiente térmico medio es de 2°C/Km o menor.* (Ocasionalmente puede haber una segunda tropopausa cuando por encima de ese nivel aparece un gradiente menor de 3°C/km.

La altitud de la tropopausa varía según la temperatura del aire y la presión, de modo que en la medida en que esos datos varían del polo a el ecuador, su altitud disminuye con la latitud. Sobre el Ecuador se sitúa a 17 km de altura, en los polos sobre 9-10km y en las latitudes medias alrededor de 12-15 km. La presión al nivel de la tropopausa viene a ser en torno 200 mb y la temperatura del aire en torno a -60°-65°C.

Troposfera

Del griego *tropos* que significa cambio. Se trata, pues, de la *capa donde tienen lugar los cambios del tiempo y los meteoros que afectan más frecuentemente a la superficie del planeta. La troposfera se calienta desde abajo por radiación térmica desde la superficie terrestre, de manera que hay un **gradiente térmico** de 6°C/km a 7°C/km, según las condiciones del aire (grado de humedad, movimiento, presión) y del relieve de la superficie.* En la tropopausa la temperatura está alrededor de -60°C. En general se acepta un gradiente con el valor estándar de 0,65°C/100 metros. También puede enfriarse desde la superficie en situaciones de estabilidad (ausencia de vientos o ausencia de una cubierta de nubes durante la noche) y pérdida de calor por radiación infrarroja desde la superficie durante la noche, cuando no hay aporte de luz solar, o algo (niebla, sombra matutina en el fondo de los valles estrechos) la radiación solar impide la llegada de ; se produce entonces una **inversión térmica**; es decir, la capa de aire en contacto con el suelo está más fría que la que le sucede en altura.

El movimiento del aire distribuye el calor en la troposfera mediante una **circulación convectiva** y a través de los movimientos generados por las diferencias de presión. Tienen especial importancia las **corrientes en chorro (Jet-Stream)** que se mueven en altura de Oeste a Este. Como el aire caliente se expande y asciende, la troposfera es más gruesa en el ecuador, donde alcanza los 17 km, que en los polos, donde el aire frío se comprime y aumenta su presión, de manera que puede quedar a menos de 10 km de altura. La mayor parte de la nubosidad, humedad y partículas del aire se mueven en esta capa, deteniéndose los movimientos convectivos al alcanzar la tropopausa, fenómeno muy evidente en las nubes. La altitud varía desde unos 8 km en los polos a 17 en el Ecuador, aunque localmente depende de las condiciones de presión, de la temperatura y la topografía de la superficie. La presión desciende desde la superficie hasta unos 200 mb, el gradiente de presión es variable según la temperatura del aire, humedad, turbulencias y dinámica del área que se considere.

Termosfera

Recibe este nombre por las altas temperaturas que alcanzan las moléculas de los gases del aire; temperatura que pueden alcanzar los 1500°C incluso más. Sin embargo, como la densidad es tan pequeña que la distancia que separa unas moléculas de otras resulta demasiado grande para que puedan transmitir el calor, esa temperatura no se percibe en el ambiente que en realidad es muy

frío. El calentamiento de las moléculas se debe a la ionización que producen los rayos gamma, rayos X y UV haciendo que las moléculas vibren al cargarse eléctricamente. Pero este incremento de la temperatura es diurno. Durante la noche, cuando no llega radiación solar, las moléculas se enfrían y las altas temperaturas se reducen drásticamente. En los 10 primeros km, donde la densidad todavía conserva algún valor, la existencia de oxígeno da lugar durante el día a la fotólisis y a la formación de ozono, procesos que generan calor, de manera que todavía son posibles temperaturas en torno a 0°C que caen drásticamente durante la noche. A medida que se asciende, aunque hay algunas moléculas de oxígeno, su descomposición u la formación de ozono pierde significado. A 160 km la densidad es tan baja que no es posible la transmisión del sonido por lo que este nivel recibe la denominación de **zona anacústica**.

Por la importancia de la ionización suele denominarse esta zona como **ionosfera**. Tiene importancia porque refleja las ondas de radio permitiendo su difusión por encima de los obstáculos de superficie. Sus límites en altitud no están bien definidos. El límite inferior, la mesopausa, está en 80 - 100 km de altura, mientras que el superior, la termopausa, se fija en altitudes muy diferentes, 500, 600, incluso 1000 km, aunque hay autores que señalan que realmente la termosfera inicia el espacio exterior. Así su espesor supera los 500 km. Es la zona donde se ubica la estación espacial.

En cuanto a la dinámica hay [mareas atmosféricas](#) debidas al calentamiento diurno, y [ondas de gravedad](#) que se disipan debido a la colisión entre gases neutros y plasma iónico. Tanto las mareas como las ondas de gravedad se transmiten desde las capas inferiores.

En el contenido destaca el sodio procedente de los meteoritos que se concentra al borde de la mesopausa. El contenido atmosférico de la termosfera apenas alcanza a 2 milésimas del total.

Viento Catabático

Del griego *cata*=hacia abajo, a favor, y *baino*=ir. Es el viento que sigue la pendiente, que desciende desde lo alto. El caso más frecuente es el viento que desciende desde una montaña, como el viento Sur en la costa Cantábrica, llamado *surada*, también *ábrego*, en Cantabria; *egoa* (*egoa-aize*) o *hegua* en el País Vasco, *viento de castañas* en Asturias o *bochorno* (del latín *vulturinus*=viento sur) en otras partes de la península, *Terral* en Málaga, *Tramontana* en Cataluña. En los Alpes y en la literatura geográfica se llama [Foehn](#). La situación inversa, cuando el aire asciende, es viento **anabático** (*ana*=hacia arriba)

Virga

Corresponde a una situación en que la precipitación se evapora antes de llegar al suelo. Recibe este nombre por la forma de coma que tienen las nubes que acompañan este fenómeno. En el lenguaje corriente se solía hablar de lluvia abortada. Se produce porque hay un incremento de presión en la proximidad del suelo. La evaporación de las gotas de lluvia sustrae calor al aire que al enfriarse desciende. Suele asociarse con turbulencias que pueden desencadenar tormentas.

PENDIENTE

Mareas atmosféricas

Rossby wave

Planetary Waves

Shear line

Escalas en meteorología

galerna

Carbono

Metano

Caltratos

El Niño

Sombra orográfica

PDO (Pacific Decadal Oscillation) index

NPOG (north Pacific Oceanic gyre)

Aleutian Low

Arctic Oscillation

AMO (Atlantic Multidecadal Oscillation)

Amplitud

Frente marino del Atlántico

Iceland Low

SST A (Sea Surface Temperature Amplitude)

SQUAL LINE= línea de tormentas se forma junto a un frente frío. Origina fuertes lluvias, granizo y relámpagos.

METAR= Código meteorológico para la aviación.

Nubes frente cálido

TROWAL: acónimo de *trough of warm air aloft*. O depresión de aire caliente en altura (Quizá ¿DACA? en castellano) Es un sector de aire cálido que se eleva hacia una vaguada.

when a stratified airflow blows over a mountain range. The wavy arrow indicates one particular streamline of the flow. The wave motion appears over and downstream of the mountain and may be made visible by clouds that form as water vapour in the moving air parcels condenses

in the rising parts of the flow. The clouds disperse as the air parcels descend and the water evaporates again. Note that the wave pattern and clouds are stationary with respect to the mountain, but that the air-flow blows through them.