

## MAPAS DE ALTURA. RELACION DE LA ALTITUD CON LA TEMPERATURA

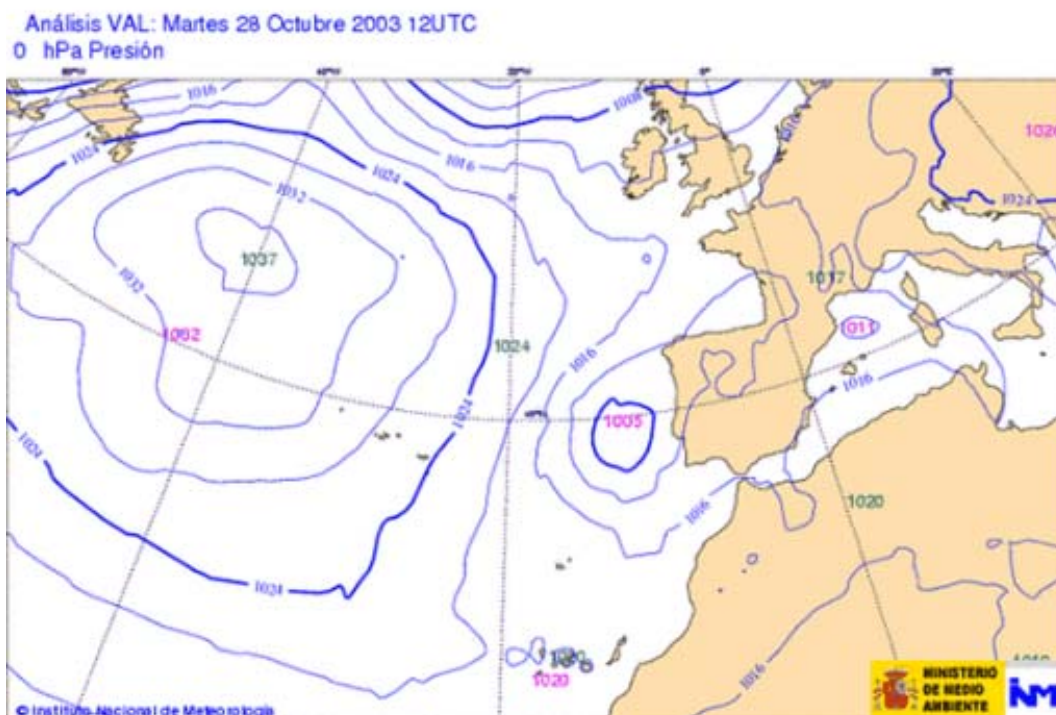
Manuel Palomares Calderón

Predicador del Instituto Nacional de Meteorología  
macalderon@mi.madridtel.es

Cada vez que inicio un nuevo capítulo me siento un poco despistado. ¿Es mejor tratar las cosas desde un punto de vista absolutamente práctico o profundizar un poco? Si hablamos de temperatura en los mapas de altura, lo que mucha gente quiere saber son cosas como qué isoterma debe haber en el nivel de 850 hPa para que nieve, o cómo saber con el mapa de 500 hPa cuando se va a formar una "gota fría". ¿Para qué intentar explicar un poco el significado atmosférico de las isohipsas o las vaguadas? Esto es un curso de mapas y para aprender meteorología teórica ya hay muchos y buenos libros que la explican mucho mejor. Pero al final hoy he acabado decidiéndome a tocar un poco más de la cuenta algunas cuestiones teóricas simples. Si entendemos lo que hay detrás de esas representaciones del aire que son los mapas seguramente también será más fácil contestar preguntas como las anteriores, para las que además, la respuesta casi nunca es una fórmula infalible. Por ese motivo ruego paciencia si hoy me enrollo un poco más de lo recomendable.

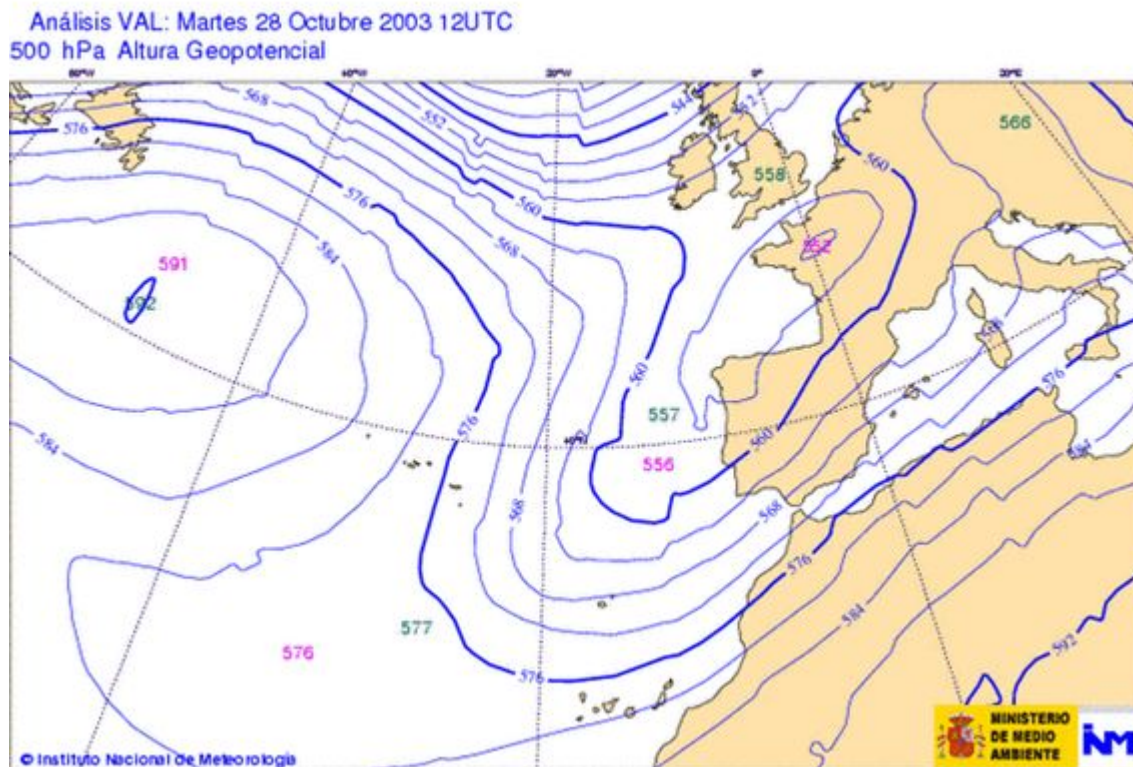
En el último capítulo veíamos que los mapas isobáricos de altura nos indicaban la altitud a la que se encuentra los niveles de presión en cada punto del mapa. Esa altitud no está simplemente relacionada con la presión en superficie, sino que a medida que nos elevamos tiene una relación cada vez mayor con la densidad de la columna de aire intermedia, es decir con su temperatura.

Para verlo podemos buscar un ejemplo examinando primeramente el Análisis de Superficie del lunes 28 de octubre a las 12 UTC del modelo HIRLAM.



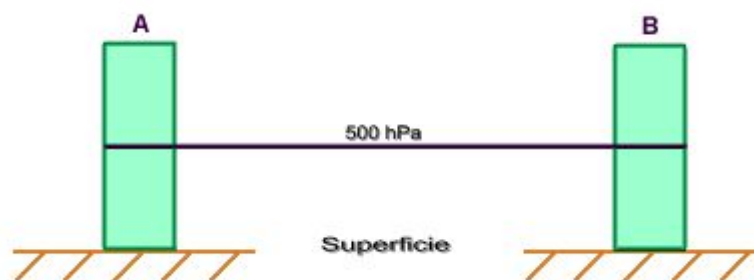
Fijémonos en la isobara de 1016 hPa en este mapa de superficie. Esa isobara pasa por el estrecho de Gibraltar, después recorre dando vueltas el Mediterráneo pasando sobre la isla de Cerdeña y entra en el continente europeo llegando casi a tocar el Atlántico junto a otro estrecho, el Canal de La Mancha entre Inglaterra y Francia, donde está la ciudad de Boulogne. Así pues la presión a nivel del mar en Gibraltar, Cerdeña y Boulogne será casi idéntica, 1016 hPa.

Ahora examinemos la altitud del nivel de 500 hPa, para esos tres mismos puntos, en el Análisis de Altitud Geopotencial del mismo día y hora.

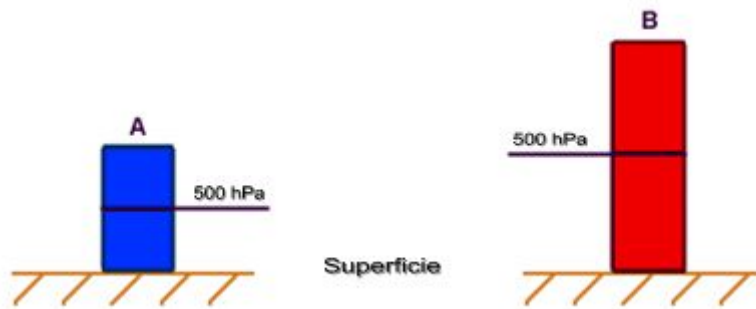


Tanto Gibraltar como Cerdeña se encuentran entre las isohipsas de 568 y 572 Dm, es decir, que la presión de 500 hPa se sitúa sobre Gibraltar y Cerdeña a una altitud en torno a los 5700 metros. Sin embargo, la isohipsa que pasa por Boulogne es la de 556, o sea que allí el nivel de 500 hPa se encuentra sólo a 5560 metros de altitud. Ya que las presiones a nivel del mar son casi iguales en los tres puntos, debe existir una diferencia. Esa diferencia consiste en que el aire sobre Boulogne es bastante más frío.

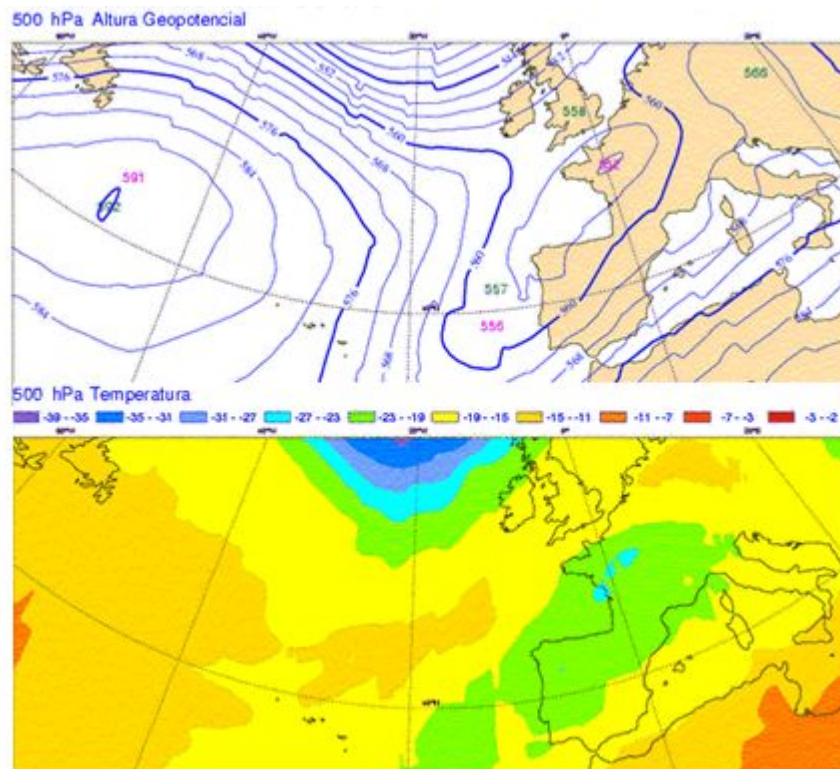
La densidad del aire depende de su temperatura (también de la humedad) y es más pesado cuanto más frío. Si dos puntos dados A y B tienen la misma presión a nivel del mar y el aire sobre ellos tiene una temperatura semejante, el nivel de presión de 500 hPa se encontrará a la misma altitud sobre A y B:



Pero si la columna de aire sobre A es más fría, el nivel de 500 hPa se encontrará más bajo sobre A:



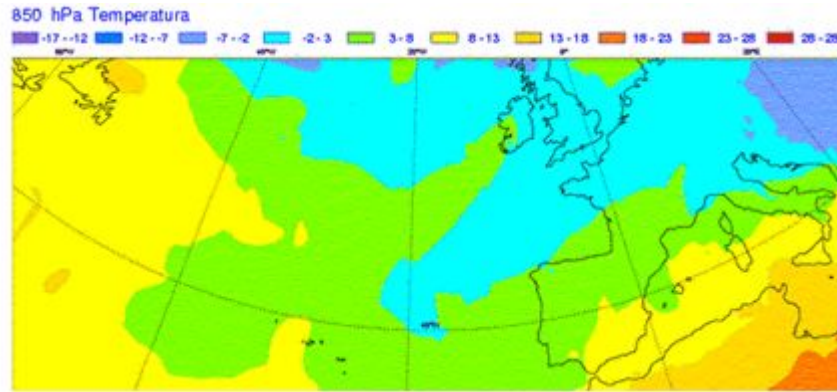
En niveles isobáricos algo alejados de superficie, como el de 500 hPa las Bajas y Vaguadas de altitud se corresponden con zonas de aire frío y las Altas y Dorsales con zonas de aire cálido. En la figura siguiente se compara el mapa isobárico de 500 hPa anterior con el análisis de temperaturas observadas para el mismo nivel y hora:



El aire más frío (zona verde) sobre España y Francia se corresponde con la zona de bajas que marcan las isohipsas, y la zona cálida (color marrón) en el oeste del Atlántico con el Alta de altitudes que ocupa esa zona. También la dorsal que se prolonga hacia el Este de ese Alta atlántica se sitúa en la misma posición de la "isla" marrón más cálida en el centro del mapa y las temperaturas más frías (azul claro) sobre el Oeste de Francia se sitúan cerca del mínimo de altitudes en la misma zona. En resumen que las isohipsas nos están indicando también las temperaturas al nivel de 500 hPa, cuanto menos altitud menor temperatura y viceversa.

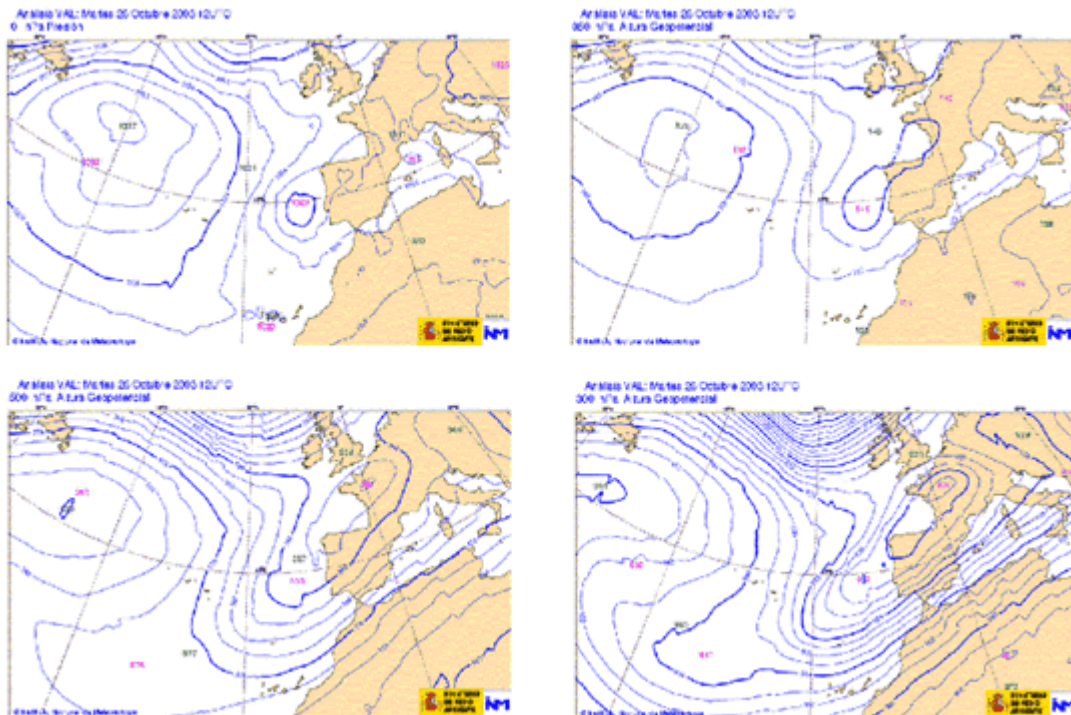
Al nivel de 500 hPa esa asociación entre altitud y temperaturas aparece muy clara (fijándose con atención parece existir un ligero "desfase" que tiene su razón de ser, ya lo comentaremos). En cambio en niveles isobáricos más bajos no hay tanta correspondencia entre altitud y temperatura como puede verse en el mapa de temperaturas observadas del nivel de 850 hPa





A este nivel la zona de temperaturas más frías no se encuentra entre España y Francia, sino más al norte, y también es diferente la distribución de temperaturas sobre el Atlántico, en comparación con el mapa de 500 hPa. Todo ello se debe a que el nivel de 850 hPa se encuentra mucho más cerca de superficie, su temperatura no están influidas por la densidad (temperatura) del aire intermedio, y su distribución es más parecida a la de las temperaturas de superficie.

A continuación podemos ver juntos en un panel los mapas para la misma hora de Superficie (arriba a la izquierda), 850 hPa (arriba la derecha), 500 hPa (abajo izquierda) y 300 hPa (abajo derecha):



La configuración es bastante semejante entre los dos primeros: la depresión sobre el Oeste de la Península Ibérica se corresponde con una baja de forma muy parecida en el nivel de 850 hPa, pero en los dos mapas de abajo, sobre todo en el 300, la baja sobre el Suroeste de Europa se prolonga en una vaguada que se extiende muy hacia el Oeste en el Atlántico. También hay diferencias entre los diferentes niveles en otras zonas del mapa

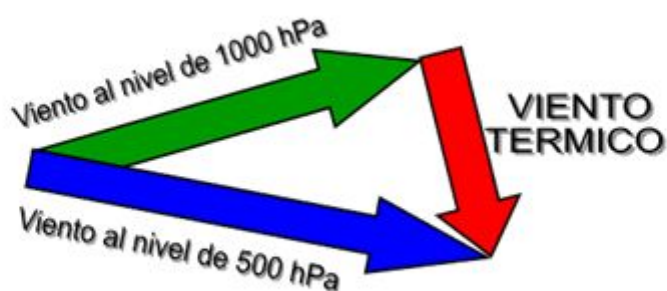
Otra diferencia importante se aprecia en que en el mapa de 500 las isohipsas están mucho más "apretadas" que en el de 850 y en el de 300 todavía más, lo que indica que la variación de las altitudes, es decir la pendiente o inclinación, es mayor en los mapas de niveles más altos. Claramente esto se debe a que según nos elevamos la diferente densidad de las columnas de aire provoca mayores diferencias de altitudes. Eso significará al mismo tiempo mayor diferencia de temperaturas entre puntos del mapa (mayor "gradiente horizontal" de temperaturas).

Existen pues diferencias entre los mapas de cada nivel, aunque con una mirada descuidada habrían parecido bastante semejantes. Esas diferencias pueden ser todavía más acusadas en otras situaciones diferentes a las del 28 de Octubre y puede haber mapas de altura con una configuración bastante distinta a los de superficie. Si la distribución vertical de temperaturas fuese la misma sobre todos los puntos del suelo, las superficies isobáricas como las representadas en los mapas de 850, 700, 500 hPa etc., serían todas paralelas. Las isohipsas tendrían la misma distribución a todos los niveles, idéntica a la distribución de las isobaras en superficie. Sería lo que los meteorólogos llaman una "atmósfera barotrópica". Pero resulta que nunca es así, al menos en áreas suficientemente extensas y el aire tiene diferentes temperaturas a cada nivel para diferentes puntos, constituyendo una "atmósfera baroclina".

## LA VARIACION VERTICAL DEL VIENTO

Como la velocidad del viento en un mapa de altura es proporcional a la proximidad de las isohipsas (ver capítulos anteriores), se deduce que en los mapas de altura la velocidad del viento está muy asociada al gradiente o variación de temperaturas a lo largo del mapa: Cuanto mayor es el gradiente de temperaturas en un mapa isobárico más fuerte es el viento. Como dicho gradiente es, en general, más intenso en niveles altos, también es mayor allí la velocidad del viento.

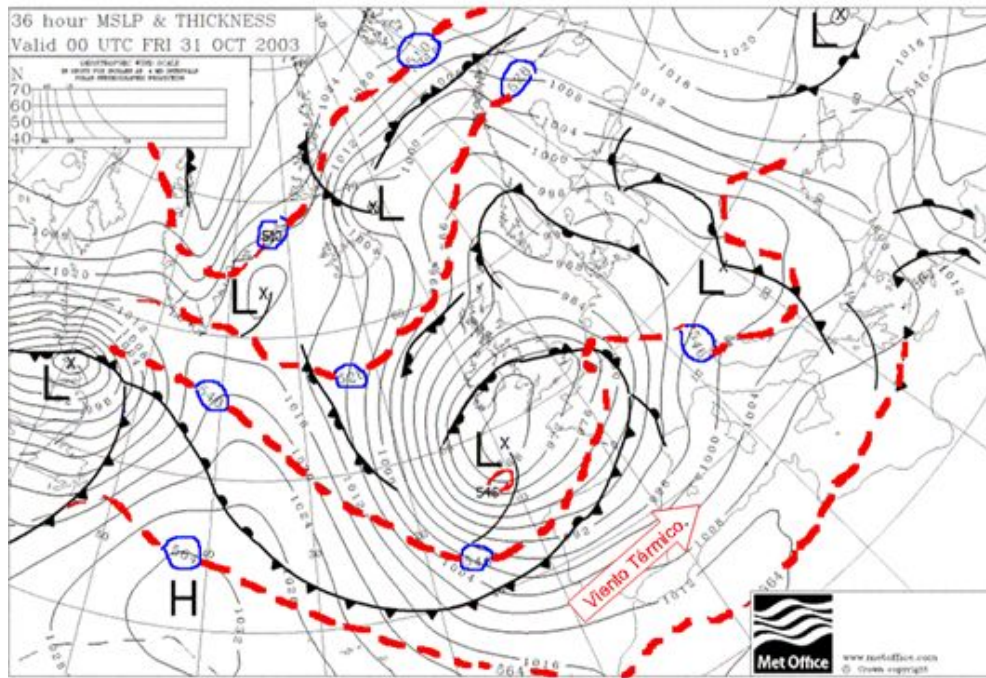
Por otra parte, la variación del viento de un nivel a otro debe estar lógicamente compensada con movimientos verticales del aire y por tanto también con la diferente variación de temperaturas en la vertical. La diferencia vectorial del viento entre dos niveles isobáricos diferentes se llama por los meteorólogos "viento térmico" debido a su relación con las temperaturas.



Si la dirección y velocidad del viento en el nivel de 1000 hPa están representadas por la flecha verde y al nivel de 500 hPa por la azul, la flecha roja representa la diferencia Vectorial entre ambos vientos, es decir un viento teórico que sumado al de la flecha verde nos daría como resultante el viento de la flecha azul. Ese sería el "viento Térmico"

## LOS MAPAS DE ESPESOR Y SU RELACION CON EL VIENTO TERMICO

En los mapas previstos de superficie de la Met Office (Servicio Británico) que pueden encontrarse en <http://www.infomet.fcr.es/metoffice/> y en otros mapas aparecen isolíneas de Espesores (Thickness) rotuladas en decámetros o metros. Aquí debajo he copiado uno de los de la Met Office, el previsto para el 31 de Octubre a las 00 UTC, con la gran depresión que afecta a Europa occidental:



Las isólinas de espesor aparecen a trazos para distinguirlas de las isobaras y las he resaltado en rojo en algunos tramos. Corresponden a la distancia vertical entre los niveles isobáricos dados, es decir al “espesor” de la capa de aire entre los mismos. En este mapa dichos niveles son los de 1000 y 500 hPa y las líneas de espesor están rotuladas de 18 en 18 decámetros (510, 528, 546, etc.)

Los mapas de espesores eran muy usados por los meteorólogos antes de la utilización masiva de los modelos numéricos. También se conocen como “topografías relativas” porque ofrecen la diferencia de altitudes entre dos niveles isobáricos (topografías absolutas). Mariano Medina los llamaba “los mapas de la verdad”. Al medir la separación vertical de dichos niveles en cada punto las líneas de espesor nos ofrecen una medida muy ajustada de la temperatura media de la columna de aire entre dichos niveles (la llamaremos la temperatura intermedia para abreviar), ya que el espesor entre dos niveles isobáricos es independiente de la presión atmosférica en superficie. Cuanto menor sea el espesor más frío será ese aire intermedio y cuanto mayor más cálido. En este mapa el menor espesor se sitúa en la parte noroeste del mapa con una isólinas de 510 Dm.

Una propiedad interesante de los mapas de espesores es que sus isólinas, las líneas de espesor, marcan la dirección del Viento Térmico que hemos mencionado antes. Es paralelo a las líneas de espesor dejando a la izquierda los valores más bajos (aire más frío). He señalado por ejemplo en el mapa el Viento Térmico aproximado sobre la península Ibérica. En la zona donde está la baja de superficie sería más complicado porque debe tener un giro (hay pocas isólinas para poder verlo bien).

Tenemos en resumen que 1) el Viento Térmico viene indicado por las isólinas de Espesor, 2) El Viento Térmico indica la variación del viento entre dos niveles diferentes y 3) las isólinas de espesor ofrecen una medida de la temperatura intermedia entre los dos niveles. La consecuencia de 1), 2) y 3) es que la variación vertical del viento entre dos niveles depende de la temperatura intermedia.

Todo esto les parecerá a algunos algo teórico pero en los últimos capítulos veremos cómo sirve para entender y predecir un poco la evolución de las depresiones y los frentes en los mapas. El próximo día, para compensar abordaremos algunas cuestiones muy inmediatas y prácticas sobre el uso de los mapas de altura. Será hacia el lunes 10 de noviembre porque me he comido una semana con todo el morro. Saludos y que disfrutéis del “monstruo” que aparece en el último mapa, pero esperemos también que no haya causado desgracias

[ram@meteored.com](mailto:ram@meteored.com)