

# Com són les tèrmiques?

Per Wayne Angevine

Traduït de l'anglès per Octavi Dolcet

## Introducció

Els qui practiquen el vol de velers teledirigits o de vol lliure estan interessats en l'estructura de les tèrmiques, que proporcionen l'energia per als seus vols. Aquest és el meu intent de descriure les tèrmiques. Sóc un meteoròleg que estudia la capa límit. Això no és un article científic, sinó els meus punts de vista basats en lectures i observacions extensives.

## La capa límit

La resposta curta a la pregunta és que les tèrmiques són columnes d'aire ascendent. Una resposta més llarga requereix allò que podria semblar una digressió sobre la física de la capa límit. La capa límit (en meteorologia) és la capa d'aire prop de la superfície terrestre que es veu afectada per aquesta en períodes d'una hora aproximadament. La mena de capes límit que ens interessa són les capes límit **convectives**, que es donen durant el dia sobre la terra en condicions de vent feble a moderat. Hi ha d'altres tipus, però no produeixen tèrmiques pròpiament dites. També suposarem un terreny relativament pla i uniforme, i unes condicions de bon temps amb alguns cúmuls com a molt.

La física de la capa límit és una branca de la meteorologia, però les escales (i per tant les forces) que ens interessin són diferents. És fàcil confondre's si hom intenta aplicar a la capa límit els conceptes bàsics de la meteorologia a gran escala.

L'espessor d'una capa límit convectiva pot anar des d'uns pocs centenars de metres fins a tres quilòmetres, depenent de la quantitat d'energia solar incident, de la quantitat d'humitat del terra, del temps atmosfèric a gran escala (alta o baixa pressió), de la velocitat del vent i d'altres factors. Denominem l'alçada de la capa límit  $z_i$ . La part inferior de la capa límit és una *capa superficial* amb un espessor de  $0,1 \cdot z_i$ , o sigui uns 100-200 metres.

La capa superficial s'escalfa pel contacte amb la superfície de la terra. A la part superior de la capa límit es dona una inversió de temperatura (d'aquí  $z_i$ , alçada d'inversió). Així, les tèrmiques són columnes d'aire calent i per tant ascendent, que s'elevin des de la capa superficial fins l'alçada d'inversió. L'espai intermedi o distància entre tèrmiques és aproximadament de  $1,5 \cdot z_i$ , o sigui entre 1 i 2 quilòmetres. Les tèrmiques pròpiament dites tenen un diàmetre de menys de la meitat d'aquesta distància, és a dir uns 500-1000 metres. La major part de les tèrmiques travessen la capa límit verticalment. Hi ha, es clar, una diferenciació de zones: entre les tèrmiques hi ha àmplies zones de descendència; aquesta és més feble que l'ascendència doncs cobreix una àrea més gran. L'efecte contrari es dona a la part superior de la capa límit, però poques vegades volem tant amunt.

Com sempre, la cosa es complica. Algunes vegades volem a la capa superficial i algunes vegades a la part inferior de la capa límit. L'aire ascendent dins la capa superficial (els primers 100-200 metres) pren la forma de petites columnes o "plomes", amb un diàmetre de poques desenes de metres. Aquestes plomes convergeixen a la part superior de la capa superficial per formar les tèrmiques. La transició entre la capa superficial i la capa límit és gradual i variable, i per aquest motiu sovint ens trobem volant alternativament entre tèrmiques ben formades i plomes desorganitzades, o entre tots dos tipus alhora.

## Dinàmica

Les tèrmiques evolucionen al llarg del temps, reben la influència del terreny i són modelades i desplaçades pel vent. Les tèrmiques de la capa límit es formen i es dissipen en períodes de temps de 10 a 30 minuts, i les plomes de la capa superficial encara més de pressa. Això pot dur-nos al fenomen aparent de "bombolles" o tèrmiques deslligades. Les plomes i les tèrmiques responen a les irregularitats de la superfície del terreny (diferents quantitats de vegetació, cases, etc.) formant-se més sovint en alguns llocs que no en d'altres. Els terres foscos (si no estan mullats!) i les teulades de planxa metàl·lica són ben coneguts com a concentradors d'escalfor. Si el vent és fluix, les tèrmiques poden romandre

l·ligades a la font de calor, creixent verticalment sobre aquesta. Si no, es poden anar formant repetidament sobre la font de calor i anar marxant empeses pel vent. Les tèrmiques segueixen el vent dominant a la seva part superior, i per això poden desplaçar-se a una velocitat superior i en una direcció diferent que el vent superficial. Les tèrmiques també s'inclinen si el vent és més fort a altituds superiors, com passa habitualment.

Les tèrmiques no són uniformes, ni tenen límits ben definits. El seu perímetre interacciona amb l'aire del voltant, i per tant tenen un nucli calent i relativament tranquil envoltat d'uns marges turbulents. L'aire que envolta la tèrmica pot ser tant ascendent com descendent. Això sòl portar a la idea de que les tèrmiques són toroïdals (en forma de dònut). Probablement seria més exacte pensar en les tèrmiques com cilindres verticals. Roland Stull (vegeu referència al final) escriu: "...el millor model podria ser el model "wurst"...", és a dir, que les tèrmiques semblen salsitxes verticals. L'aire que surt pels marges de la tèrmica es refreda, i no pot ser recirculat dins aquesta fins que arriba al terra. No s'observen remolins en forma d'anell de la mida de les tèrmiques. Stull també escriu: "Les tèrmiques reals no són columnes perfectes d'aire ascendent, sinó que giren i serpentejen horitzontalment, i es bifurquen i es fusionen a mesura que puguen."

La força de les tèrmiques ve condicionada per la quantitat de llum solar i les condicions del terreny. Si la superfície està mullada o hi ha humitat emesa per les plantes, una major fracció de l'energia del sol serà destinada a l'evaporació de l'aigua enlloc de a l'escalfament de l'aire. El vapor d'aigua també contribueix a l'ascendència, però menys que la calor. Aquests factors probablement contribueixen en gran mesura a les diferents condicions pel vol a vela existents entre l'est i l'oest dels Estats Units.

## Variacions sobre el tema

Fins ara he descrit la situació en unes condicions de migdia amb vent suau i alta pressió. Tant de bo tots els dies de concurs fossin així! Si el vent és més fort, la turbulència originada per l'esforç tallant del vent (la diferència entre els vents a distintes alçades) pot interferir en la formació de tèrmiques i les ascendències seran fluixes i puntuals. Si la pressió baromètrica és baixa, probablement no hi haurà una inversió que defineixi el sostre de la capa límit. Això tendiria a produir tèrmiques més grans, molt més separades... al menys fins que comenci a ploure!

## Les tèrmiques giren?

Sí que giren, però no de forma previsible. Ni tan sols els remolins de pols no tenen un sentit de rotació preferit (vegeu Stull, pàg. 449). Les tèrmiques són massa petites i massa efímeres com per veure's afectades per la rotació de la Terra (força de Coriolis) o pel gradient tèrmic equato-polar. Llur rotació ve determinada pel terreny local. La velocitat rotacional al nucli d'una tèrmica típica és petita en comparació amb la velocitat vertical.

## Bibliografia

Aquells que estiguin interessats en aprofundir en el tema poden consultar les següents referències:

### **Introduction to Boundary Layer Meteorology**

*Roland Stull (Kluwer)*

Hauria d'estar a totes les bones biblioteques universitàries. El capítol sobre les capes límit convectives és prou llegible.

### **Calculations of Area-Averaged Vertical Profiles of the Horizontal Wind Velocity from Volume-Imaging Lidar Data. Journal of Geophysical Research, vol. 97, pp.18,395-18,407, 1992.**

*Schols and Eloranta.*

Un treball recent sobre la configuració de la capa límit.

Copyright 1995 Wayne M. Angevine.

Pot ser redistribuït per Internet mentre s'inclouï aquest missatge.