

INVASIONES FRIAS Y OLAS DE CALOR

Lorenzo García de Pedraza - Meteorólogo
Carlos García Vega - Geógrafo

Introducción

La estructura en la vertical y horizontal de las columnas de aire llevan implícitos procesos termodinámicos y dinámicos para las diversas capas de la troposfera. Ello se traduce en propiedades relacionadas con la temperatura y la humedad. Así se forman grandes cuerpos de aire con estructura homogénea en la horizontal y en capas inferiores, denominados “masas de aire”, que se extienden sobre miles de kilómetros cuadrados y hasta alturas de 3 y 4 kilómetros.

Cuando un gran volumen de aire aparece casi estacionario sobre una superficie homogénea, o cuando se mueve lentamente sobre ella, intercambia con la misma calor y humedad. Al cabo de varios días o semanas se alcanza el equilibrio (en la vertical y horizontal) y desaparecen los contrastes. Los anticiclones estacionarios con gran superficie y calma en su centro son creadores de masas de aire en bajos niveles; jugando un importante papel la *inversión de subsidencia* donde el movimiento descendente comprime, seca y calienta el aire, y la *inversión de radiación*, muy próxima al suelo, debajo de la cual aparece aire frío, que es debido al “contagio” de la superficie del suelo helado (Figura 1). Según sea el carácter del suelo sobre el que se desplaza la masa de aire: frío-cálido, seco-húmedo, aquélla se estabiliza o inestabiliza y va cambiando de propiedades. Así, en el hemisferio Norte, una masa que se mueva de Sur a Norte será cálida; otra que se desplace de Norte a Sur resultará fría. El aire frío es muy sensible a la radiación y se transforma rápidamente por bajos niveles; mientras que el aire cálido es mucho más lento y conservativo

en las transformaciones, persistiendo bastante tiempo. (Ver Figura 2).

El ir y venir, o estacionarse, de las masas de aire constituye el “tiempo atmosférico” y a efectos relativos es como si viajásemos a la región de origen de la masa de aire. La advección de masas alógenas de aire que alcanzan nuestra Península implican condiciones extremas y perturbación de alguno de los parámetros atmosféricos representativos del clima local.

Resumiendo, una masa de aire viene definida por:

- Las características de su región manantial (génesis).
- La superficie sobre la que viaja y cambia de latitud (transformación).
- El tiempo empleado en su desplazamiento (envejecimiento).

Vinculadas a las masas de aire de carácter continental (Figura 3), aparecen para la Península Ibérica:

- *Olas de frío.* Asociadas a aire seco, frío y denso de origen ártico o continental, procedentes de Escandinavia o de la meseta rusa en invierno.
- *Olas de calor.* Asociadas a aire seco, cálido y liviano de origen tropical continental procedente del Sahara. En ocasiones del Cen-

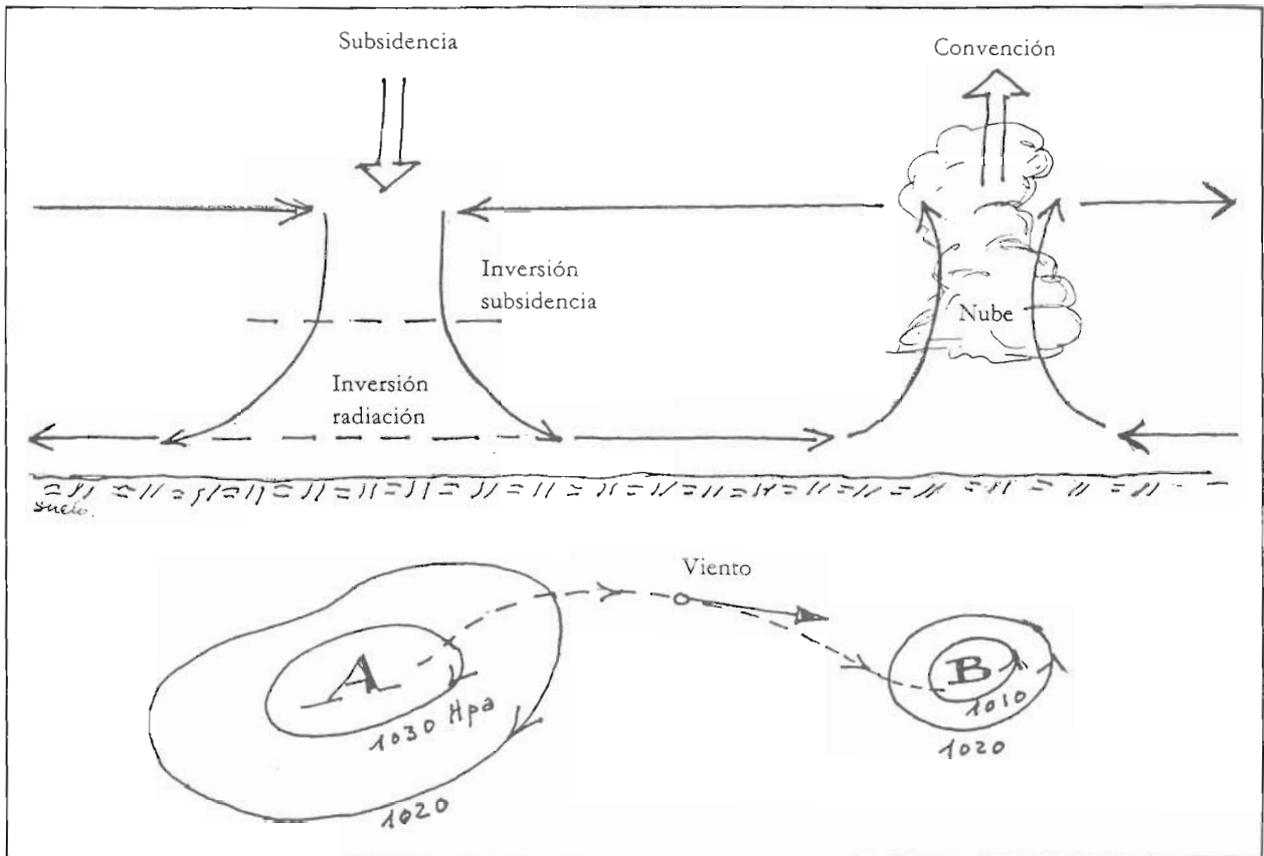


Figura 1.—Esquema de anticiclón y de zona de baja presión atmosférica. Los anticiclones persistentes son los que generan las masas de aire en su centro, al mantener quieto días y días el aire sobre la superficie del suelo, que luego se desliza por sus bordes.

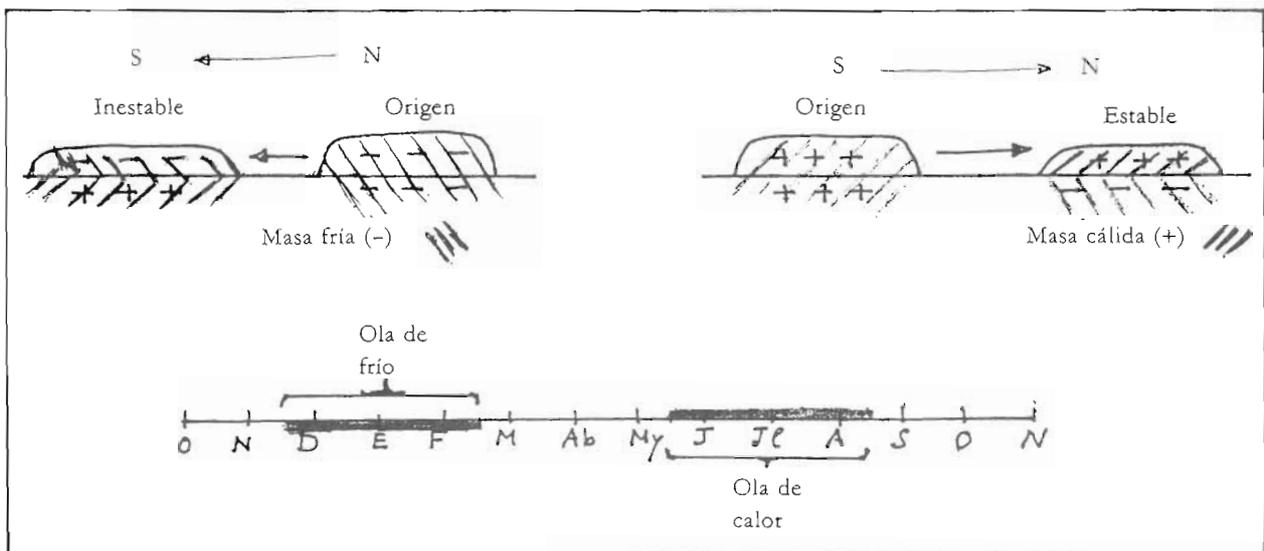


Figura 2.—Las olas de frío se generan sobre suelos helados y se mueven de N a S. Se inestabilizan al cruzar superficies cálidas.

Las olas de calor se engendran sobre superficies muy cálidas y se desplazan de S a N. Se estabilizan al cruzar sobre suelo frío.

El calendario, correspondiente a olas de frío abarca de diciembre a febrero. La época más frecuente de olas de calor es de junio a septiembre.

tro de Europa en verano, llega aire reseco y recalentado, por efecto foehn, al cruzar los Pirineos.

En nuestra Península, las zonas más expuestas a las invasiones de aire seco continental del N y NE (olas de frío ártico o siberiano) son el Cantábrico, ambas Mesetas y región de Cataluña y Levante; las más afectadas por el aire sahariano del S y SE son el Guadalquivir, Levante, La Mancha y la cuenca del Ebro. Ver figura 3.

La vertiente atlántica, abierta a los NW, W y SW está más influenciada por masas de aire húmedo de origen marítimo y es más proclive a los temporales de lluvia.

Las cordilleras actúan como obstáculos naturales frente a las masas de aire; en consecuencia los vientos se presentan a sotavento muy rescos y recalentados. Los *terrales* son vientos muy secos, que, en general, soplan desde el interior de

la Península hacia las costas, recibiendo nombres específicos según las regiones:

Son fríos y secos el *cierzo*, el *mistral* y la *tramon-tana* de Aragón y Cataluña en invierno.

Son cálidos y rescos el viento Sur (en el Cantábrico), el del Norte (en Málaga-Motril), el W "Ponent" (en Levante) y el E (en Extremadura y Portugal).

Las olas de frío o de calor pueden reforzar el efecto de alguno de esos vientos. En verano se forma en el interior de la Península una baja barométrica de carácter térmico, que absorbe hacia el interior el aire de zonas costeras, reforzando el régimen de brisas en el Mediterráneo. En invierno, las Mesetas actúan como región manantial de aire frío, reforzando un anticiclón con heladas en las parameras y nieblas en los valles; se revierten el aire frío y denso hacia las costas.

En este trabajo presentamos algunos centros de interés sobre el tema de la llegada de aire frío o cálido a la Península Ibérica, cuyos caracteres van muy ligados a la región de origen, a su trayectoria y a la época del año en que se presentan. En los archivos climáticos las olas de frío o de calor han dejado marcada su impronta con valores extremos de temperaturas mínimas y máximas respectivamente, que constituyen destacadas efemérides y orientan al investigador para buscar los mapas sinópticos de las situaciones que las provocaron.

Olas de frío

Definición

Una *ola de frío* en España es una irrupción de aire ártico continental (Ac) o polar (Pc). El aire Ac viene acompañado de viento del NE y el Pc de viento del N. Suele presentarse en invierno y muy raras veces en primavera. Su frente de avance puede venir acompañado de nubes y algunas nevadas.

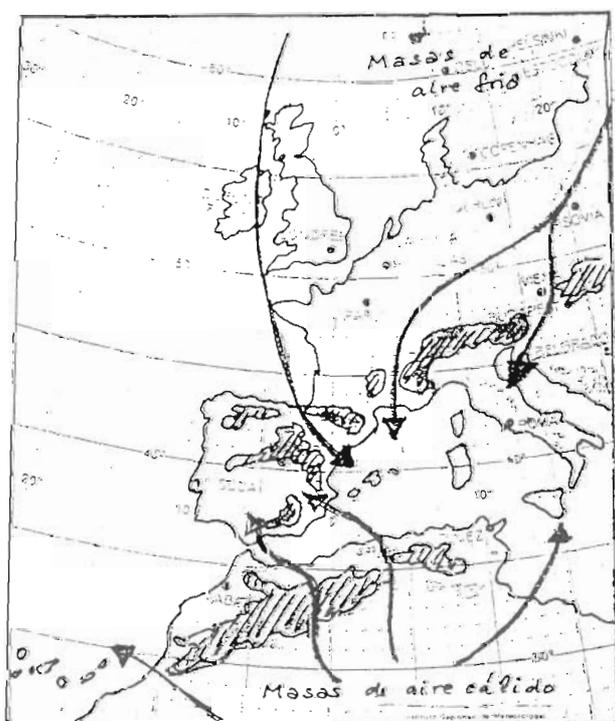


Figura 3.—Las olas de frío van asociadas a vientos del N y NE. Su región manantial es el círculo glacial ártico, Escandinavia, la meseta ruso-siberiana. Si luego llega aire húmedo del NW o SW da nevadas. Las olas de calor van asociadas a vientos del E y SE (región manantial el desierto del Sahara). Si luego llega aire húmedo del NW, SW o del E, surge régimen de tormentas.

Origen y trayectoria

La región de origen es el Océano Glaciar Ártico y Escandinavia para el aire Pc, o bien la meseta rusosiberiana para el aire Ac. Se genera bajo la persistencia de potentes anticiclones que mantienen el aire estable y frío pegado junto al suelo durante largas temporadas. Esos anticiclones tienen poco espesor, hasta 3 o 4 km, y quedan bien reflejados en las superficies isobáricas de 850 Hpa y 700 Hpa; mientras que a 500 Hpa ya han desaparecido y sobre ellos se dibujan bajas presiones.

Cuando la masa de aire se pone en movimiento a causa de la circulación atmosférica, va perdiendo altura a cambio de ganar extensión; y se traslada con una velocidad lenta, de unos 30 km/h, a través de los suelos helados de Europa.

Cuando la masa de aire frío y denso llega a los Pirineos pueden ocurrir una de estas dos cosas:

- a) Tiene suficiente espesor para rebasar la cordillera; entonces se corta una gran rebanada de aire frío y denso que cae en alud hacia la vertiente española, rellena el valle del Ebro, se embalsa y escurre luego hacia la meseta Sur y el litoral de Levante.
- b) Si la masa fría no tiene suficiente espesor para rebasar los Pirineos, efectúa un movimiento envolvente por los flancos de esta Cordillera, penetrando por las zonas del Golfo de Vizcaya y/o el Golfo de León, al cruzar sobre la superficie del mar se carga de humedad en capas bajas y puede dar nevadas simultáneamente por San Sebastián y Gerona.

Situación sinóptica

Hay dos tipos de olas de frío, (ver figura 4), según la trayectoria de los vientos que las acompañan:

1. Invasión de aire frío de origen polar con vientos del Norte, por el borde oriental de un anticiclón centrado sobre las Islas Británicas y Escandinavia, llegando al Golfo de Vizcaya y Pirineos la masa de aire frío, que al cruzar sobre el mar se inestabiliza y suele dar nevadas o granizadas en las cordilleras del prelitoral cantábrico. El aire frío es guiado por una borrasca situada entre Baleares y Argelia; alcanza bien la meseta del Duero y puede llegar hasta Extremadura y el Algarbe portugués. (Figura 5-a)
2. Anticiclón emplazado sobre la meseta rusa, con aire gélido de origen siberiano en bajos niveles que es absorbido por una borrasca situada entre Cerdeña y península Itálica. El aire frío y denso llega en directo a los Pirineos (los rebasa o los bordea) y escurre luego a lo largo del litoral Cantábrico y/o Mediterráneo, pudiendo alcanzar la Meseta Sur y el Valle del Guadalquivir, con notables y cuantiosas pérdidas en árboles y productos de huerta. (Figura 5-b).

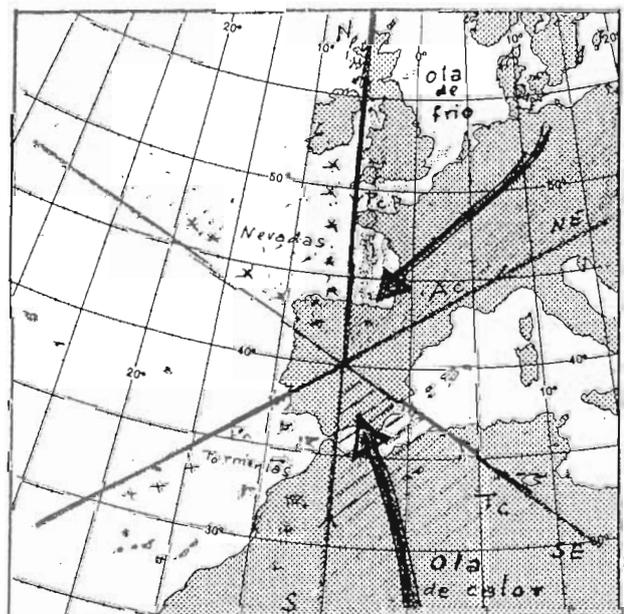


Figura 4. — Mapas esquemáticos, con zonas de origen de las masas de aire:

- Ola de frío: aire ártico y polar continental.
- Ola de calor: aire subtropical continental.
- Ambas ocurren bajo dominio anticiclónico.

Debemos mencionar que el Mar Mediterráneo está muy protegido de las olas de frío por las cordilleras de disposición horizontal; de E a W: Pirineos, Alpes, Cárpatos. Por los portillos intermedios se introducen los vientos fríos que afectan al Mediterráneo: *bora* del Adriático, *mistral* del valle del Ródano, *cierzo* del valle del Ebro. Contrasta esto con la disposición que tienen las cordilleras en Norteamérica, orientadas de Norte a Sur; allí las olas de frío avanzan directamente sin obstáculos hacia el Sur, afectando Canadá, USA y Méjico al desplazarse entre las Montañas Rocosas y los Apalaches.

Calendario

La época del año de mayor riesgo para la llegada de olas de aire frío es desde finales de noviembre a mitad de febrero: desde San Andrés (30 de noviembre) a San Valentín (14 de febrero). En raras ocasiones, hay invasiones tardías en marzo y abril, que producen catástrofes agrícolas al encontrar los cultivos muy adelantados.

Efemérides

Las invasiones de origen Pc suelen venir acompañadas de aire frío de componente Norte que se recarga de humedad en el Golfo de Vizcaya —entre Inglaterra y la costa Cantábrica— dando copiosas nevadas en las cordilleras en la mitad septentrional y duras heladas en ambas Mesetas. Destacan las registradas en los meses de enero de 1910, 1914, 1927, 1935, 1952, 1957, 1971.

Las invasiones de aire Ac son más peligrosas y persistentes, afectan muy negativamente la cuenca mediterránea, el aire llega muy seco al valle del Ebro y a la costa de Levante; también puede entrar por el País Vasco y bordear el litoral cantábrico hacia la cuenca del Duero y la Meseta Sur. Su período de recurrencia suele fijarse entre 11 y 17 años. Como efemérides más destacadas en lo que va de siglo citaremos las registradas en alguno de los meses del trimestre diciembre-enero-febrero, de los años: 1901, 1926, 1938, 1946, 1956, 1962, 1971, 1980, 1984.

Las heladas tardías en marzo, asociadas a olas de frío, son muy peligrosas, citaremos las de 1936, 1946 y 1977.

Daños agrícolas

Las olas de frío tienen dramáticos efectos para el campo, provocando grandes daños en cultivos, montes y ganadería. El frío determina marcados desequilibrios en los procesos de circulación de la savia y transpiración en las plantas. Los capullos florales, brotes tiernos, hojas, frutos e incluso el propio árbol pueden perecer bajo los gélidos efectos del aire helador.

El ganado tiene que ser recogido en establos y portaleras y ser alimentado con piensos de refuerzo.

Las nevadas determinan el bloqueo de carreteras y el aislamiento de granjas, con los consiguientes perjuicios de transporte y abastecimiento. Las heladas tardías causan grandes estragos en el campo: vid a punto de romper el brote, frutales en floración, ovejas recién esquiladas, etc.

Olas de calor

Definición

Una ola de calor para España es una irrupción de aire subtropical continental (Tc). El aire puede venir inducido por un flujo del S o SE, procedente de la región del Sahara, en el inmediato continente africano. Suele presentarse a final de primavera y en verano. Ese aire puede traer polvo en suspensión y calimas que enturbian el ambiente y delatan su origen, dando lugar a un ambiente agobiante y caliginoso.

Origen y trayectoria

Ya hemos indicado que la región manantial es el Sahara, el aire reseco y recalentado se genera sobre los suelos desnudos durante un largo período (abril a septiembre). En superficie, sobre la región de origen, se mantiene estacionario un

mínimo barométrico de carácter térmico que alcanza hasta 700 a 1.000 metros; pero a 850 Hpa se dibuja un anticiclón, con acusada subsidencia en su región central, reforzándose el gradiente térmico en los bordes del anticiclón. Conviene hacer notar a este respecto que por el borde Norte del continente africano las montañas del Rif y del Atlas no se prolongan continuamente. Desde el Sahel tunecino al delta del Nilo no hay montañas y el mar y el desierto están orilla con orilla, ello facilita que lleguen oleadas de calor de los desiertos de Libia y Egipto sobre los Balcanes, el sur de la Península Itálica y Sicilia, con más intensidad de la que suelen presentarse sobre la Península Ibérica.

Las irrupciones de aire cálido atacan la Península por el litoral mediterráneo, donde sus efectos se hacen muy sensibles dando ambiente caluroso y acusada evapotranspiración, haciendo del Sur y Levante de España una sucursal del Sahara, con acusado riesgo de incendios forestales.

Al cruzar el aire cálido y seco, muy ávido de humedad, sobre la franja del Mar Mediterráneo se carga de vapor a ras de la superficie del agua y produce algunas nubes en las montañas del prelitoral. Esos vientos sufren luego un acusado efecto foehn y aparecen muy secos y cálidos en ambas Mesetas, Ebro y Guadalquivir.

Situación sinóptica

Existen dos tipos de ola de calor (Figura 6), según la trayectoria de los vientos que las provocan:

1. Invasión de aire cálido del Sur y Sureste procedente del Sahara por zonas de Marruecos y Argelia, forzada por una zona de bajas presiones situada en la región Canarias-Madeira, debida a una pulsación de aire frío que en altura se mete entre Azores y Canarias y que fuerza una respuesta cálida de origen sahariano entre superficie y los 2.000 metros afectando el Sur, Levante y Baleares (Figura 6-a). Puede dar algunas nubes en áreas costeras y zonas montañosas que miran al mar.

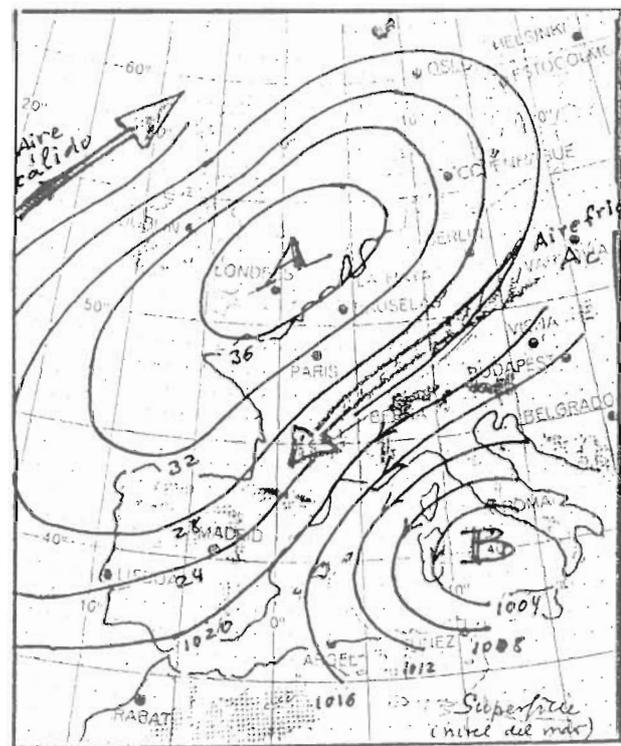
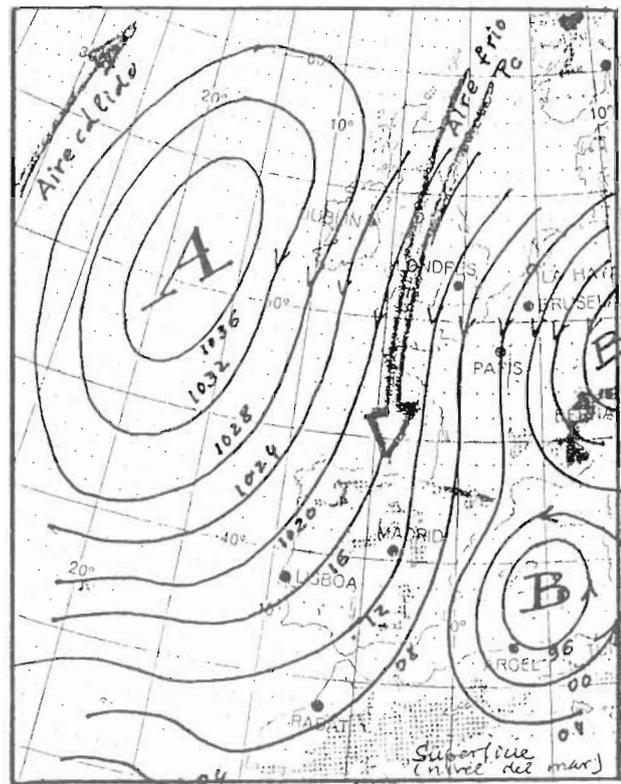


Figura 5.—Esquemas de olas de frío en mapas sinópticos de superficie

- a) Entrada de aire polar continental procedente de Escandinavia con baja de absorción de Baleares. Vientos del N y régimen de nevadas en Cantábrico.
- b) Entrada de aire ártico continental procedente de la Meseta rusa, con baja de absorción sobre Italia y Córcega. Nevadas en Pirineos y duras heladas en el interior de la Península Ibérica.

2. Invasión de aire cálido del S y SW en superficie, forzada por una penetración de aire frío en altura que con trayectoria NE se mete desde los Alpes hasta Túnez y Argelia. Entonces aire cálido y algo húmedo penetra por el área de Gibraltar, Guadalquivir, Algarbe portugués y Extremadura, apareciendo con acusado efecto foehn al cruzar las cordilleras Penibética y Bética (Figura 6-b).
3. Otra tercera posibilidad es la entrada de aire del NE cálido y seco procedente del Centro del continente europeo en pleno verano, con marcado efecto foehn al rebasar los Pirineos, absorbido por una baja térmica formada en la Meseta Central, debido al fuerte caldeo solar, día tras día, durante las largas jornadas despejadas del estío.

Después de la entrada de una ola de calor queda sobre la Meseta interior aire turbio y caliginoso y la posterior llegada de aire fresco y húmedo puede dar lugar a régimen de tormentas. Si el aire húmedo proviene del Atlántico (es del W y SW) los chubascos tormentosos son más frecuentes en Castilla-León y en la Cordillera Central. Si el flujo de vientos es del Mediterráneo, (del E y SE) las tormentas son más frecuentes por el Ebro, La Mancha, y zonas próximas a las Cordilleras Ibérica y Bética, en estas últimas regiones la lluvia lava el polvo rojizo contenido en el ambiente, salpicando la blanca fachada de las casas de la región levantina; son las conocidas "lluvias de sangre".

El aire cálido y seco puede ser inestable, creando globos de aire ascendente e invisibles, también tolvaneras de polvo que se elevan en espiral.

Calendario

La época del año con mayor riesgo para la llegada de olas de calor es desde mediados de mayo a finales de septiembre: desde San Isidro (15 de

mayo) a San Miguel (29 de septiembre). En raras ocasiones hay oleadas cálidas en abril, pero cuando se presentan producen sensibles daños por merma y asurado en espigas y árboles frutales. Las zonas menos afectadas son el litoral cantábrico y el Oeste de Portugal.

Efemérides

Ya hemos dicho que las invasiones cálidas suelen traer aire del Sur y SE (procedente del Sahara) y del NE (que proviene de Europa Central). Pueden dar fenómenos de calima e incluso efectos ópticos de espejismo.

He aquí algunas referencias en las que se presentaron olas de calor en alguno de los meses del período junio a septiembre:

Mes de junio de 1936 y 1981. Julio de 1935, 1945, 1949, 1951, 1966, 1985. Agosto de 1933, 1939, 1957, 1985. Septiembre de 1933, 1936, 1945, 1956. Muy extemporánea fue la del mes de abril de 1985.

En general, en la Península Ibérica las zonas más caliginosas son Extremadura, Guadalquivir, La Mancha, Murcia, y la cuenca del Ebro. A Baleares puede llegar también aire caliginoso, especialmente a Ibiza. En las Canarias los vientos del E (*irifi*) y del SE (*siroco*) pueden aportar grandes cantidades de polvo del desierto y notables golpes de calor, que requieren reforzar los riegos de los cultivos.

Daños agrícolas

Las olas de calor tienen efectos muy perjudiciales para el campo, el monte y la huerta. Especialmente si se presentan adelantadas (en abril y mayo) pues dañan la floración de los frutales y merman las espigas. También producen quemaduras locales en los tejidos del vegetal y aumentan de forma atroz la evapotranspiración. En los bosques, al resecaarse la cubierta vegetal, aumenta notablemente el riesgo de incendios fo-

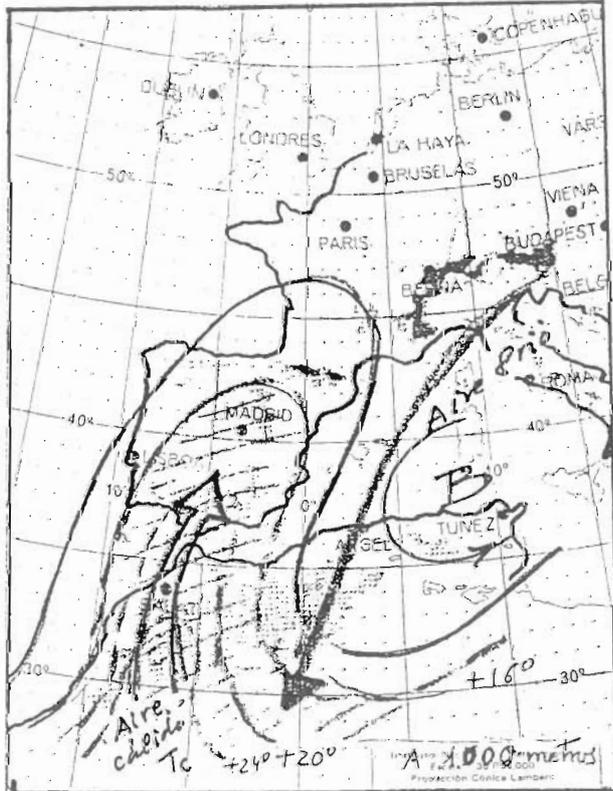
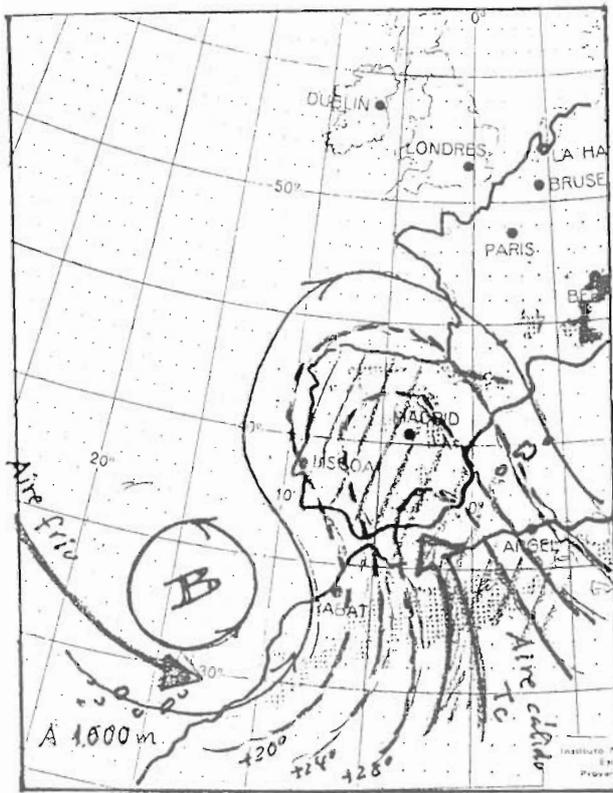


Figura 6.—Esquema de ola de calor a 1.000 metros.

- a) Entrada de aire cálido sobre la cuenca mediterránea, provocada por una pulsación fría en altura por zona Madeira-Canarias.
- b) Pulsación cálida por el área del Estrecho, Extremadura y Guadalquivir, determinada por una colada de aire frío en altura por la zona Golfo de Génova-Baleares.

restales, en especial bajo el efecto de vientos *terrales*. Los animales son muy sensibles a los golpes de calor; en particular en las granjas avícolas y de ganado de cerda hay que regar y ventilar, reponiendo frecuentemente agua en pilas y bebederos. Con la llegada de una ola de calor hay que intensificar los riegos en la huerta y mantener el ganado a la sombra de sotos y alamedas. Los vientos del E y SE sirven, en ocasiones, como vector de traslación de las nubes de langosta de Mauritania hacia las Islas Canarias, donde provocan grandes destrozos en los cultivos.

Resumen

Tanto en las *olas de frío* como en las de *calor* se observa que el anticiclón de la troposfera inferior tiene carácter generador de masas de aire; mientras que las bajas presiones actúan como orientadoras de la trayectoria de ese aire en movimiento. Se recuerda que el viento sopla de las altas hacia las bajas presiones (centros béricos de acción) siguiendo las trayectorias que indican las líneas de flujo. Ver figura 1.

Por lo que a nuestra Península se refiere los vientos continentales europeos del N y NE trae en invierno olas de frío. Los vientos del S y SE, de origen africano, traen en verano olas de calor. El carácter específico común a las olas de frío o de calor es la continentalidad y la sequedad de las masas de aire. En ambos tipos la circulación del aire tiene carácter meridiano: de N a S en las olas de frío; de S a N en las olas de calor, apareciendo acusadas diferencias de latitud geográfica entre la región generadora y la receptora.

Toda ola de frío implica una pulsación de aire gélido por el borde oriental del anticiclón y, como compensación de la circulación, un ascenso por el borde occidental. Así, cuando en pleno invierno una ola de frío alcanza Francia y la Península Ibérica, simultáneamente sube un flujo cálido por el Atlántico afectando a Irlanda e incluso a Islandia.

Por el contrario, cuando en verano hay una colada de aire frío en niveles superiores desde Azores a Canarias (e incluso hasta las Islas de Cabo Verde) existe una respuesta cálida en bajos niveles que se dirige desde el Sahara hacia el Sur y Levante de la Península Ibérica o bien hacia Italia.

Las "oleadas" se presentan cuando la masa de aire abandona su región manantial forzada por un cambio en la circulación atmosférica y con marcada componente según los meridianos.

Con invasiones de aire frío las mínimas temperaturas se pueden registrar a cualquier hora del día, inclusive al mediodía, si la irrupción ocurre entonces. Y pueden presentarse fuera de su hora normal (entre 06 y 07 horas T.U.). Los valores de las mínimas pueden alcanzar valores espectaculares de -10° a -15° y aún más, por ambas Mesetas y por las zonas montañosas del interior.

Con olas de calor, las máximas temperaturas del aire alcanzan valores muy extremos del orden de 42° a 46° por Guadalquivir, Extremadura, La Mancha y Murcia. La hora de la máxima (entre 15 y 16 horas T.U.) puede dejar de ser la habitual, pudiendo registrarse a media mañana coincidiendo con la invasión de la masa de aire cálido.

Después de una ola de frío, si llega aire templado y húmedo del Atlántico, pueden registrarse nevadas, al deslizarse el aire cálido y sus nubes sobre la masa fría. Las nevadas afectan a la mitad septentrional de la Península cuando el aire procede del NW, y a la mitad meridional si viene del SW.

Después de una ola de calor queda sobre la Meseta aire caligioso, la posterior llegada de aire más fresco y húmedo puede ocasionar régimen de tormentas. Si el aire húmedo proviene del SW los chubascos tormentosos son más frecuentes en Cordillera Central y Montes de León, cuando el aire viene del Mediterráneo (con componente SE) las tormentas son más frecuentes en el Ebro, La Mancha y zonas próximas a la Cordillera Ibérica y en las Béticas.

Las olas frías se generan en pleno invierno (diciembre a febrero) y las olas cálidas en el cogollo del verano (junio a septiembre). Ver figura 2.

Para terminar, en el cuadro adjunto damos un esquema que resume las características de olas de frío y olas de calor en cuanto a su región manantial, calendario anual, masas de aire implicadas, espesor vertical, duración, altura de la isoterma de 0°C , meteoros asociados y caracteres con que comienzan y terminan.

CUADRO-RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE OLAS DE FRÍO Y DE CALOR.

Denominación	Calendario	Masa de aire	Espesor vertical	Duración	Llega con	Acaban con	Isocero
Ola de frío	20 nov. 15 feb.	Pc y Ac Finland. Rusia	1 a 3 km	3 a 4 días	Helada Nevada N y NE	Nevada (aire húmedo)	300 m o menos
Ola de calor	15 mayo 30 sep.	Tc Sahara Centro Europa	2 a 4 km	4 a 7 días	Calima Tolvanera	Tormenta (aire húmedo)	4.200 a 4.800 m

En fin, con este artículo hemos fijado la atención en las anomalías térmicas extremas y ex-

cesivas, mencionando sólo de pasada su variabilidad, frecuencia y persistencia.