

marcha periódica diurna de la velocidad depende ó no de la dirección del viento. Dove creía que en los puntos sustraídos á las influencias de las brisas de tierra y mar, el viento del Este no sopla del mismo modo que el del Oeste. M. Hamberg es de distinta opinión, como acabamos de ver, y M. Descroix, basándose en los datos anemométricos reunidos en Montsouris, cree que no es enteramente exacto el decir que la dirección del viento carece de influencia, y nota especialmente que la hora del máximo es mucho más fija respecto de los vientos ecuatoriales que respecto de los polares. Así lo prueba el resumen de 1.001 días de observaciones hechas en Montsouris, desde 1875 hasta 1881, de las cuales resulta que 314 se referían á los vientos polares y 687 á los ecuatoriales.

La amplitud periódica, es decir, la diferencia de velocidad que indican el máximo de día y el mínimo de noche, parece estar en relación con el primero y crecer con él. Esto es lo que hacía atribuir el retraso ocasionado en cuanto al máximo de los vientos polares á la disminución de la velocidad misma y no al cambio de dirección. Según M. Descroix, la influencia de la dirección debe contribuir al fenómeno lo mismo que la disminución susodicha.

Después de discutir el Sr. Ragona, director del Observatorio de Módena, once años de observaciones hechas con un anemómetro anotador, deduce que la velocidad del viento sufre cuatro aumentos y cuatro disminuciones diurnas sucesivas. En su concepto, estos ocho efectos deben estar en relación con la temperatura, la presión atmosférica y las horas del orto y del ocaso del Sol. El mismo físico admite un período anual cuyos tres máximas y los tres mínimas corresponden exacta, pero inversamente, á los períodos barométricos, y por fin, que otro máximo y otro mínimo anuales corresponden también al mínimo y al máximo de la temperatura.

Falta saber si estas variaciones son particulares á la región en que se han hecho las observaciones, ó si son la expresión de una ley más general.

IV

LAS BRISAS DE MAR Y LOS VIENTOS DE TIERRA. — BRISAS NOCTURNAS Y DIURNAS
DE LOS PAÍSES ALPESTRES

En el litoral del mar y á cierta distancia de las costas, lo mismo en mar que en tierra, se notan vientos cuya dirección alterna todos los días periódicamente y de un modo regular. Son las *brisas de mar* y los *vientos de tierra*, denominaciones que indican la dirección en que soplan estas corrientes aéreas.

En los días claros y apacibles, cuando la atmósfera está serena, la salida del sol va seguida, á orillas del mar, de algunas horas de calma. A eso de las nueve de la mañana se levanta una leve brisa de mar; poco á poco el viento va adquiriendo fuerza á medida que avanza en las tierras. A las tres de la tarde la brisa de mar llega á su máximo, y en seguida va debilitándose hasta la puesta del sol. La calma dura poco; un viento que sopla de tierra hacia el mar la sucede y dura hasta la salida del sol, instante en que llega á su máximo de velocidad y de extensión.

La causa de las brisas de tierra y de mar y de su periodicidad diurna es fácil de comprender. Reside enteramente en un hecho bien conocido; en que durante el día el suelo se caldea más y más rápidamente que el agua del mar á los rayos del sol, y en que durante la noche el enfriamiento por radiación es, por el contrario, más rápido en

la tierra que en el mar. Las capas de aire superiores participan de estas diferencias de temperatura; las más cálidas se elevan en virtud de su menor densidad y el equilibrio roto propende á restablecerse con la atracción de las capas más frías y más densas. Sin embargo, como la desigualdad de temperatura es por lo común más marcada de día que de noche, resulta de aquí que la brisa de mar debe ser más viva que la de tierra, la cual en cambio dura algo más. Cuando el cielo está nublado, son mucho menores el caldeo del suelo y la radiación de la superficie, y por consiguiente se atenúan estos movimientos aéreos: las brisas son débiles.

La dirección común de las brisas de tierra y de mar es perpendicular á la de la costa; sin embargo, en razón del movimiento de rotación de la Tierra, sufre una desviación que la hace inclinarse á la derecha en el hemisferio boreal, y á la izquierda en el austral; de suerte que á lo largo de una costa expuesta al Norte, los vientos se inclinan al Este, y en otra expuesta al Sur, vienen del Sudoeste. Esto supone, como hemos dicho, que reina calma en la región considerada. Pero si sopla al mismo tiempo un viento de dirección constante, esta desviación cambiará en un sentido ó en otro, sucediendo lo propio con la fuerza de dos brisas, que podrá aumentar, disminuir ó anularse, según la fuerza y dirección del viento reinante. Fácil es darse cuenta de estas modificaciones, considerando las dos corrientes aéreas simultáneas como dos fuerzas de direcciones y de intensidades conocidas y averiguando cuál es su re-

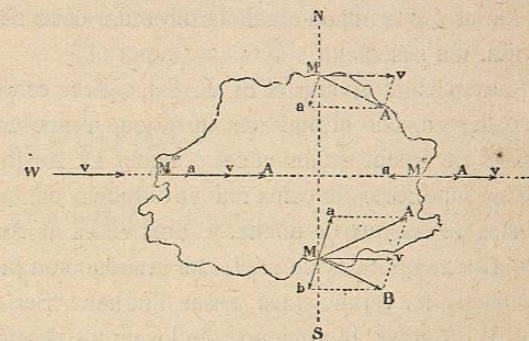


Fig. 199.—Modificaciones sufridas por las brisas de tierra y de mar por efecto de un viento dominante (1)

resultante en vista de la regla de composición de dos fuerzas concurrentes. Por ejemplo, un viento de Oeste aumentará la fuerza de la brisa de mar y disminuirá la de la brisa de tierra, en una costa occidental, sin cambiar su dirección; los efectos serán opuestos en una costa oriental. En una expuesta al Norte, el viento de Oeste reinante inclinará al Noroeste la brisa de mar, al Sudoeste la de tierra, etc. La figura 199 presenta un ejemplo de estas modificaciones en la dirección y fuerza de las brisas, en varios puntos de la costa de una isla en la cual el viento dominante procede del Oeste.

En el fondo de las bahías y de los golfos las brisas del mar son flojas; lo cual se explica por la divergencia de los movimientos que atraen á la vez las capas de aire, las cuales no se mueven sino en virtud de la diferencia de las fuerzas en acción. En las partes de las tierras que penetran en el mar, en los promontorios ó en los cabos, las brisas de tierra son las más flojas.

Las desigualdades de temperatura que producen las brisas periódicas diurnas no solamente hacen sentir su influencia en las costas marítimas, sino que como se notan también en las comarcas en donde el terreno es accidentado entre los puntos de altitud desigual, resultan corrientes ascendentes y descendentes de día y de noche, conocidas desde tiempo inmemorial por los habitantes de las montañas y de los valles. Estos flu-

(1) Las flechas, como Mv, Ma, Mb, representan en dirección y en intensidad el viento dominante general y las dos brisas de mar y tierra, desviadas por la rotación terrestre. MA es la resultante, obtenida construyendo al efecto el paralelogramo de las componentes.

jos y reflujos cotidianos de las masas atmosféricas han recibido en los Alpes y en el Jura varias denominaciones, según las localidades, como *thalwind*, *pontias*, *vesine*, *solore*, *vauderou*, *rebas*, *viento del monte Blanco*, *aloup del viento*, etc. M. Fournet, que ha hecho un estudio profundo de estas brisas de montaña, da los siguientes detalles acerca de las circunstancias en que tienen origen.

Se desarrollan principalmente y en alto grado en las concavidades de los valles, aunque no dejan de aparecer en todas las cuestas, y la corriente de los valles no es más que el resultado de las ascensiones de las masas aéreas y de sus cascadas laterales y parciales (valles de Cogne, de Aosta, del Quarazza, llano de San Sinforiano, Pilat, Chessy). El paso del flujo al reflujó y recíprocamente es rápido en los valles angostos que después de un corto trecho van á parar á cumbres elevadas (valles de Anzasca, del Sesia, del Visbach, del Trient, del Cogne, de Val-Megnier, de Martigny, del Simplón); es más tardío en las cuencas generales, en las cuales no se presenta manifiestamente el flujo hasta las diez de la mañana ni empieza el reflujó á regularizarse hasta las nueve de la noche (valles del Gier, de Azergue, del Brevanne, del Arc, de Aosta, del Foccia y del Ródano superior).

Estos vientos, regulares en los valles, están sujetos á varias irregularidades que afectan lo mismo al período diurno que al nocturno; ocurriendo estos accidentes en los puntos de enlace de los valles y según su modo de reunirse. La configuración de las partes superiores de éstos influye también en la intensidad de las brisas, á veces más fuertes de día que de noche, y otras veces al contrario, según las horas y las estaciones. Los temporales de nieve del invierno son favorables á los vientos nocturnos, y las bonanzas del verano á las brisas diurnas. "Sería curioso examinar por tal concepto, dice M. Fournet, la influencia de los circos elípticos que forman las partes superiores y terminales de los valles jurásicos y subalpinos, comparativamente á las terminaciones suaves é insensibles de las montañas primordiales. Por ejemplo, en el valle de Joux son tan bruscas las alternativas de calor y frío, que en pocas horas se experimentan á veces variaciones de 20 grados, y se ha dado el caso de que los segadores cortaran por la mañana el hielo con sus hoces, mientras que pocas horas después el termómetro marcaba 38 grados al sol; es pues imposible que semejantes diferencias de temperatura no produzcan corrientes extraordinarias."

El efecto de estas mareas atmosféricas, más marcado en los valles anchos, es menor en sus ramificaciones laterales; con todo, si en el valle del Ródano la cuenca se ensancha hasta el punto de convertirse en una verdadera llanura capaz de subvenir á un gran consumo ó de absorber masas de aire considerables, se aminoran sus efectos. Por esto es por lo que el *pontias* llega muy rara vez á la corriente del Rhin.

Las mareas atmosféricas desempeñan un papel importante en la formación de las nubes y en la distribución de las lluvias y de las tormentas, pues arrastran consigo los vapores de los valles para condensarlos alrededor de las altas cumbres. Elevándose todo el día el aire caliente de los llanos, tiende á caldear los valles y las cimas; pero este efecto está contrabalanceado en parte por la evaporación que ocasiona, de suerte que puede desecar y enfriar; por otra parte, la brisa nocturna propende á enfriar los valles llevando á ellos el frío de las regiones superiores, y esto explica la frescura súbita ocasionada por el *aloup de vent*, las congelaciones de vapor de agua causadas por el *pontias* y las heladas primaverales, que á igualdad de la radiación, afectan más particularmente á los vegetales de los valles.

"Los vientos generales superiores, dice M. Fournet al terminar, pueden alterar en

ciertas circunstancias el flujo y reflujó aéreo (Maurienne, Aosta, Ossola, Martigny, monte Cenís), ó bien complicarlos (Cogne); pero su efecto no siempre es bastante enérgico para destruirlos enteramente (monte Thabor, valle del Sesia), y á veces producen una calma chicha (Tarentesa). De aquí se sigue que los pronósticos de buen tiempo, deducidos de la regularidad de la marcha de las brisas, tienen con frecuencia en su contra la experiencia (valle del Brevanne, Cherry, Bex). Puede decirse sin embargo que por lo general la inversión de las corrientes va seguida de lluvia (Maurienne). Por último, las circunstancias de temperatura local pueden anular también las brisas montañesas, y por ello cesa el *pontias* de soplar cuando, en el corto intervalo de las noches calurosas del verano, la tierra, caldeada por un sol abrasador, no tiene tiempo de enfriarse lo bastante."

En cuanto á la explicación de las brisas de montaña, el autor que acabamos de citar la ve en el caldeo de las cumbres por el sol levante, del cual resulta una corriente ascendente, y al mediodía, en el caldeo del suelo de las llanuras, más fuerte á esta hora que el de las alturas, de lo cual procede la corriente descendente de la tarde.

CAPÍTULO III

CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA GENERAL

I

LA PRESIÓN, LA TEMPERATURA Y LOS VIENTOS. — ISOTERMAS É ISOBARAS

Los cambios que acabamos de estudiar en la dirección y la fuerza de los vientos están limitados de dos modos: primeramente, en el espacio, por cuanto no interesan más que á una porción muy restringida de la superficie del globo: son fenómenos locales; lo están también en el tiempo, puesto que manifiestan su periodicidad en el intervalo de un día y una noche. Ofrecen sin embargo gran interés al meteorologista, en cuanto le permiten reconocer la causa que los produce, por las relaciones que presentan sus fases de máxima y mínima con los fenómenos meteorológicos á cuya observación está acostumbrado.

Aparte de esto, hemos indicado ya las diferentes relaciones que existen entre los vientos de distintas direcciones y la temperatura, la presión barométrica y el estado de sequedad ó de humedad del aire; verdad es que nunca hemos considerado á la vez más que una localidad determinada, ni comentado las cosas sino desde el punto de vista del equilibrio actual y local, haciendo *meteorología estática*, según la expresión consagrada, punto de partida obligado de una ciencia que ha adquirido gran desarrollo en nuestros días, la *meteorología dinámica*.

Trátase ahora de pasar de lo particular á lo general, de considerar los fenómenos meteorológicos en su conjunto, y de procurar ver, mediante un estudio á la vez simultáneo y sucesivo, cómo se engendran unos y otros y cómo se modifican los movimientos locales por los movimientos generales, de los cuales dependen las más de las veces. En una palabra, se necesita seguir el ejemplo de los meteorologistas contemporáneos