

## NOTA SOBRE LA DISTRIBUCION DE GOTAS DE AIRE FRIO EN EUROPA Y SU VECINDAD

*María del Carmen Llasat*  
*Departamento de Física de la Atmósfera, Astronomía y Astrofísica*  
*Universidad de Barcelona*

*Y*  
*M. Puigcerver*

### Abstract

Cold air pools over Europe and surrounding seas during the years 1974 to 1983 are briefly analysed as regards their initial location, the seasonal variation of the place of birth and their motion. Preferred areas for cold pools formation are generally associated with either high ground or warm seas. These areas shift from the Eastern Atlantic in spring to a poorly defined distribution in summer, whereas in autumn and winter preferred areas drift southwards to the Mediterranean Sea. The pools follow generally complicated and irregular tracks; however, those formed in Northern Europe, including the British Isles, tend to move first southwards, then either eastwards or westwards. More southerly-formed pools tend to cross the Mediterranean from W to E. Path lengths are variable and depend on the place of birth and time of the year. Pools have a modal life of two to three days and mean diameters from 5 to 10 degrees of latitude.

### Resumen

Se analizan brevemente las gotas de aire frío halladas en el período 1974 a 1983 en relación con sus posiciones iniciales y la variación de éstas así como su movimiento. Las áreas favorecidas para la formación de las gotas corresponden generalmente a zonas montañosas o mares cálidos. Dichas áreas cambian desde el Atlántico oriental en primavera a una configuración poco definida en verano, mientras que en otoño e invierno las zonas preferidas se trasladan hacia el

Sur y el Mediterráneo. Las trayectorias de las gotas son en general complicadas e irregulares, pero las formadas en la Europa septentrional, incluyendo las Islas Británicas, tienden a moverse primero hacia el Sur y después bien hacia el Este o bien hacia el Oeste. Las que se forman más al Sur tienden a atravesar el Mediterráneo de W a E. Las longitudes de las trayectorias son variables y dependen del lugar de origen y época del año. Las gotas de aire frío tienen una vida modal de dos o tres días y diámetros medios de 5 a 10 grados de latitud.

### 1. Introducción

La presente nota forma parte de un trabajo en el que se estudian detalladamente las gotas de aire frío que han afectado a la Península Ibérica y sus alrededores en los diez años comprendidos entre 1974 y 1983. Parte de este trabajo se ha publicado (Llasat y Puigcerver, 1986); otra parte está en curso de publicación (Llasat y Puigcerver, 1988; en lo sucesivo designado I) y el resto se halla en preparación.

Para su elaboración se debió examinar la muestra de mapas meteorológicos diarios correspondientes al período indicado (Boletín Meteorológico Europeo, 1 enero 1974 a 31 diciembre 1983). Esto supuesto, se decidió realizar el trabajo extra que representa tabular los datos referentes a las gotas de aire frío que no afectaban a la Península pero sí a la zona abarcada por el mapa (aproximadamente 25° N a 75° N y 30° W a 40° E) pensando que podía ser aprovechable.

En este artículo se da cuenta de algunos aspectos referentes a la distribución, tanto espacial como temporal, de las gotas de aire frío identificadas en la zona y período indicados así como de su movimiento, duración y tamaño. Los criterios empleados para dicha identificación se describen en I.

## 2. Distribución espacial

La posición inicial de los centros de las gotas registradas durante el período considerado se transcribió sobre un mapa y se contó el número de centros contenidos en áreas de 2° de latitud por 2° de longitud. Los números hallados se inscribieron en el centro de su correspondiente "cuadrado" y se analizó el campo escalar así obtenido.

El resultado se presenta en la figura 1. En líneas generales, el número de gotas observado es mayor sobre el continente que sobre el océano y mayor hacia el Sur que hacia el Norte. Hay algunas zonas especialmente preferidas: el Mar Lígur, el Tirreno, la región al W del Mar Negro, el N del Egeo, la Península de Anatolia, la región entre Ucrania, Rumanía, Hungría, Checoslovaquia y el Sur de Polonia y la parte septentrional de la Meseta Central española; otro núcleo importante está situado al NW del archipiélago canario. Se trata siempre de regiones montañosas o de mares comparativamente calientes, lo que sugiere una contribución orográfica o térmica a la producción de vorticidad en la troposfera media y alta. En todas las regiones se han registrado entre cuatro y cinco centros de gotas de aire frío en los diez años estudiados.

Otros núcleos menos importantes, en los que se han registrado al menos tres centros de gotas en el mismo tiempo, se encuentran al W de la costa portuguesa, en el Macizo Central francés y desde Eslovenia hasta la Campania cubriendo el Adriático Central.

En el Atlántico, por otra parte, la zona más afectada es la situada al W de la costa europea y próxima a ella, lo que de nuevo sugiere un efec-

to de retraso en la progresión de las ondas superiores y un incremento de la vorticidad en altura.

La distribución estacional (fig. 2) muestra que en primavera, esta zona atlántica es la preferente, con muy poca contribución del Mediterráneo; en verano, la dispersión es mayor y también lo es la zona del Atlántico afectada así como la contribución continental. En otoño se ve claramente que la mayor parte de las gotas se forman al S de 45° N y especialmente al S de Europa y en el Mediterráneo y el Egeo. Esta tendencia se acentúa todavía más en invierno; la mayor concentración de centros se encuentra en el Mediterráneo Oriental, la Península de los Balkanes y Turquía.

Estas distribuciones parecen sugerir un efecto de carácter orográfico en primavera y térmico en otoño e invierno, con contribuciones equilibradas en verano.

Es notable el escaso número de gotas que se forman en el Mediterráneo occidental. En la costa levantina de la Península Ibérica no se ha registrado ni una sola en los diez años.

## 3. Movimiento de las gotas

Para estudiarlo, se transcribieron sobre mapas las posiciones sucesivas de cada gota desde su formación hasta su desaparición. Por razones prácticas, ello se realizó por estaciones del año. El resultado es una confusa superposición de líneas quebradas ya que el movimiento es, en general, bastante irregular; con todo, ha sido posible sintetizar, a partir de las diversas trayectorias individuales, una versión suavizada para obtener la tendencia general del movimiento.

La figura 3 presenta los resultados. En primavera (a), las gotas que se originan al N o NW de las Islas Británicas tienden a moverse primero hacia el S y después bien hacia el E, atravesando la Península, o hacia el W desapareciendo sobre el Atlántico. Otras gotas que atraviesan la Península se forman al NW de Galicia. Las que se originan en el Mediterráneo Occidental tienden

a atravesar Italia y los Balkanes, llegando a veces incluso a Anatolia. Las gotas que se forman al S de Escandinavia tienden a moverse primero hacia el SW pero la trayectoria se curva a la altura del paralelo  $50^\circ$  o del  $45^\circ$ ; en el primer caso, atraviesan Europa Central y mueren al N de los Balkanes, mientras que en el segundo atraviesan la península italiana y se mueven hacia el E. Las gotas formadas en el centro de Inglaterra tienden a atravesar Europa Central y dirigirse hacia el Mar Negro.

En verano (b), prácticamente no hay gotas que atraviesan la Península Ibérica excepto de S a N; las que se forman al SW de Inglaterra tienden a cruzar Francia de NW a SE y bordear la costa occidental de la península italiana para terminar en Grecia, trayectoria que en general siguen también las que se forman sobre Francia. Las que se forman al N de Inglaterra tienden a moverse hacia el E, mientras que las formadas sobre Europa Central tienden a cruzar el Mediterráneo occidental de N a S. Hay varias trayectorias irregulares sobre el Atlántico, que en general se extienden desde mucho más al W que en primavera.

En otoño (c) se encuentran pocas trayectorias sobre Europa: las gotas que se forman sobre las Islas Británicas o sobre el S de Escandinavia tienden a moverse hacia el Mediterráneo o el Adriático. Las que se forman al NW de Galicia tienden a atravesar el W de la Península Ibérica hasta el Mar de Alborán. Hay sobre el Mediterráneo un complicado entramado de trayectorias que en general se dirigen hacia el E. La densidad de trayectorias al S de  $45^\circ$  N es mucho mayor en esta estación que en las anteriores.

En invierno (d), la configuración es relativamente simple: las gotas que se forman al N de Alemania tienden a moverse bien hacia el SW hasta la Península Ibérica, o bien hacia el SE, bordeando el N de los Alpes y llegando a Ucrania; una trayectoria semejante siguen las que se forman al N del Adriático. En general, las gotas formadas en el Golfo de Génova o al S de él tienden a moverse hacia el E pasando al S de Sicilia; las trayectorias hacia el E son también seguidas

por las gotas que se forman sobre el golfo de Sirte o al S del Peloponeso. En el Atlántico, las pocas gotas que se forman en esta época tienden a moverse de N a S o de W a E.

La distancia entre la posición inicial y la final de cada gota depende mucho de su duración; los recorridos más largos se suelen observar en las gotas formadas al N de Europa y no es extraño que atraviesen el continente; en el S de Europa, por el contrario, una gota que dure tres días puede recorrer entre  $5^\circ$  y  $15^\circ$  de longitud y unos  $5^\circ$  de latitud e incluso puede no salir de un círculo de unos  $5^\circ$  de diámetro.

En algunos casos, especialmente al N de Francia, se ha observado que una gota puede dividirse en dos, que siguen trayectorias en direcciones opuestas.

#### 4. Duración y tamaño

En estos dos puntos, los resultados son análogos a los descritos en I. La duración modal es de uno a tres días, y usualmente son más duraderas en primavera y otoño. En casos excepcionales se ha llegado a alcanzar 9 días, lo que ha ocurrido con gotas formada en el N de Europa. Si se produce una situación de bloqueo en la troposfera media, la duración de la gota es también superior a la normal.

Normalmente, las gotas adoptan forma toscamente elíptica con poca excentricidad y el eje mayor dirigido aproximadamente según los paralelos. El diámetro de la equipotencialidad cerrada más exterior suele variar entre  $5^\circ$  y  $10^\circ$  de latitud. Casi todas las gotas son detectables a 300 hPa y algunas a 100 hPa.

#### 5. Conclusiones

1. Se ha hallado que las gotas se forman preferentemente en ciertas regiones, en general montañosas o mares relativamente calientes, lo que sugiere un efecto orográfico o térmico.

2. Las zonas de formación están sujetas a una marcada variación estacional; en la épocas más cálidas, las gotas tienden a formarse más hacia el S, especialmente sobre el Mediterráneo.
3. El movimiento de las gotas es complicado y depende de la posición inicial y de la época del año.
4. La duración modal de las gotas es de dos a tres días y su diámetro medio está en general comprendido entre 5 y 10° de latitud. Verticalmente, casi todas llegan a

300 hPa y algunas incluso alcanzan 100 hPa.

### **Bibliografía**

BOLETÍN METEOROLÓGICO EUROPEO (1 enero 1974 a 31 diciembre 1983): "Deutscher Wetterdienst", Offenbach a. M.

LLASAT, M. C. y PUIGSERVER, M. (1986): "Gotas de aire frío." *Rev. Geofis.*, 42, 2, pp. 245-246.

— (1988): "Gotas de aire frío en la Península Ibérica: Características." *Rev. Geofis.* (Pendiente de publicación.)

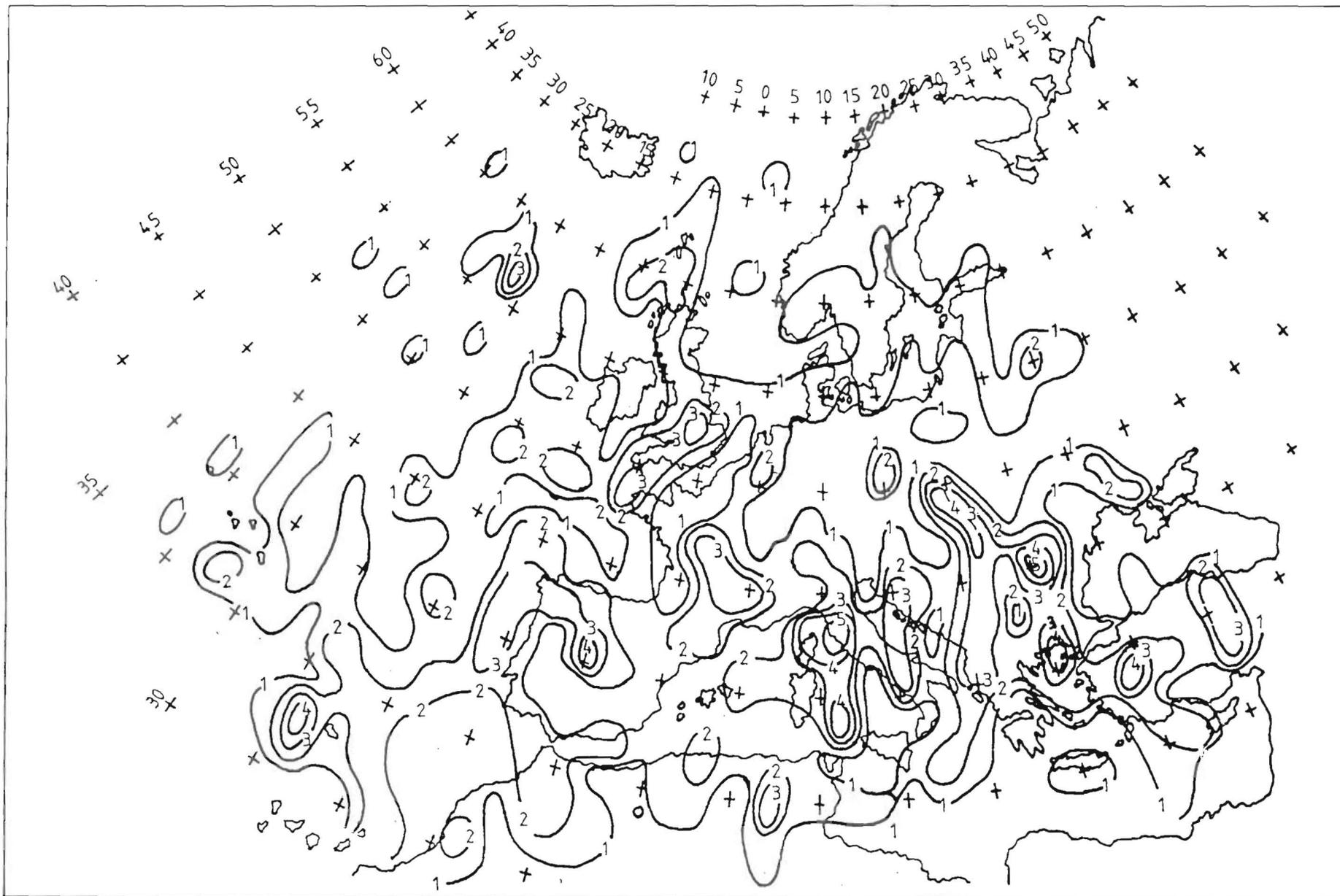


Figura 1.—Número de gotas de aire frío (posición inicial) registradas en el período 1974-1983.

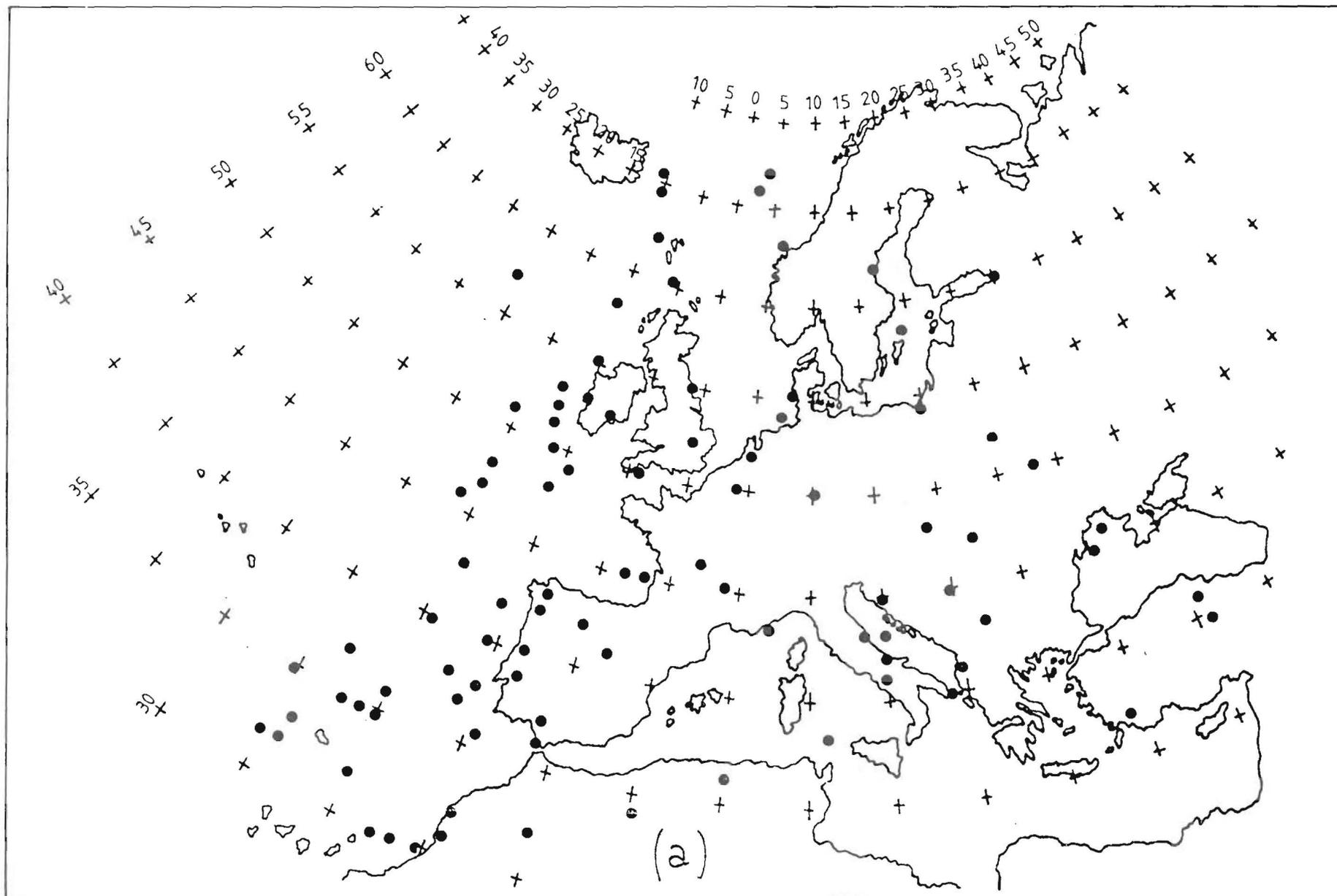
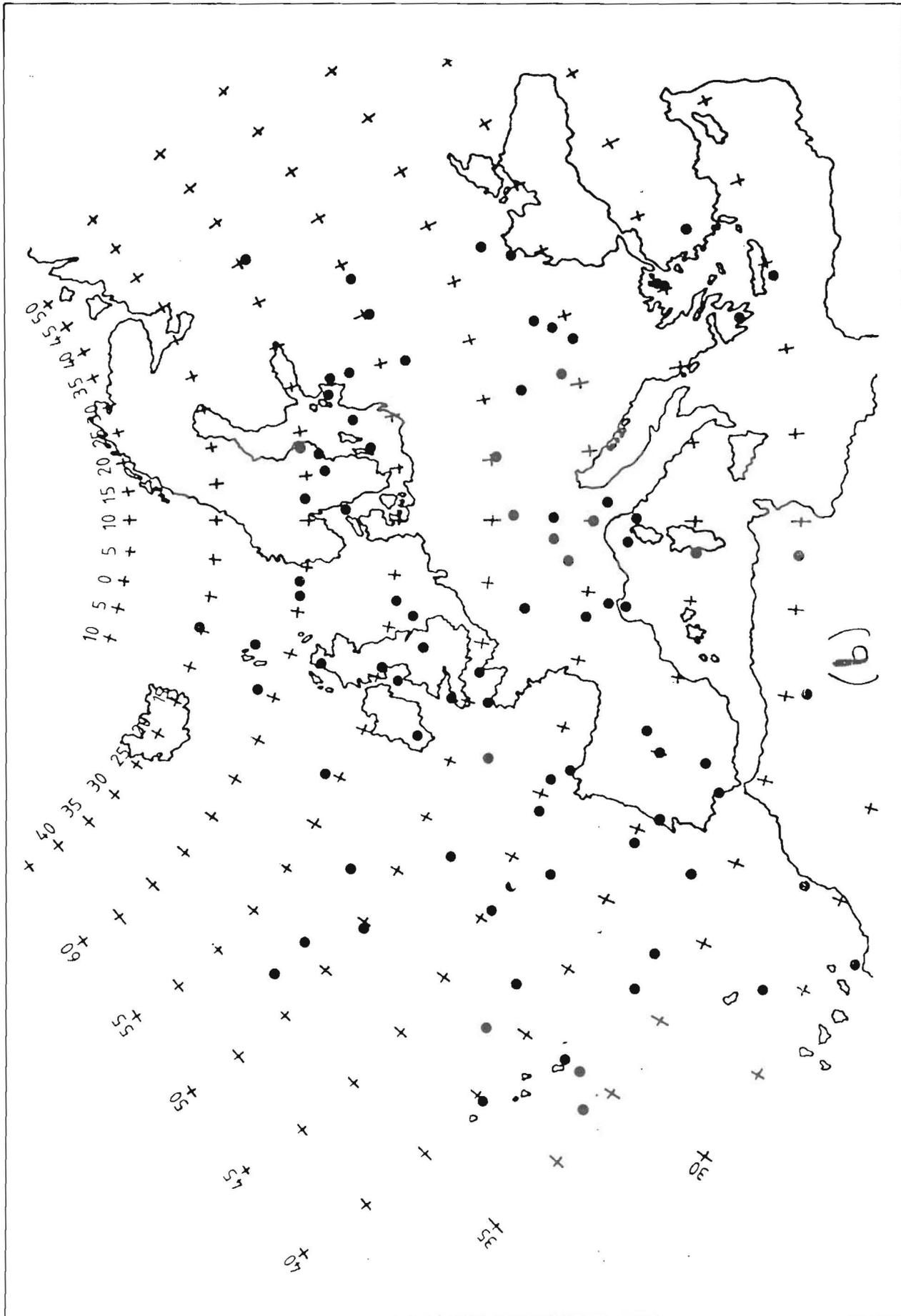
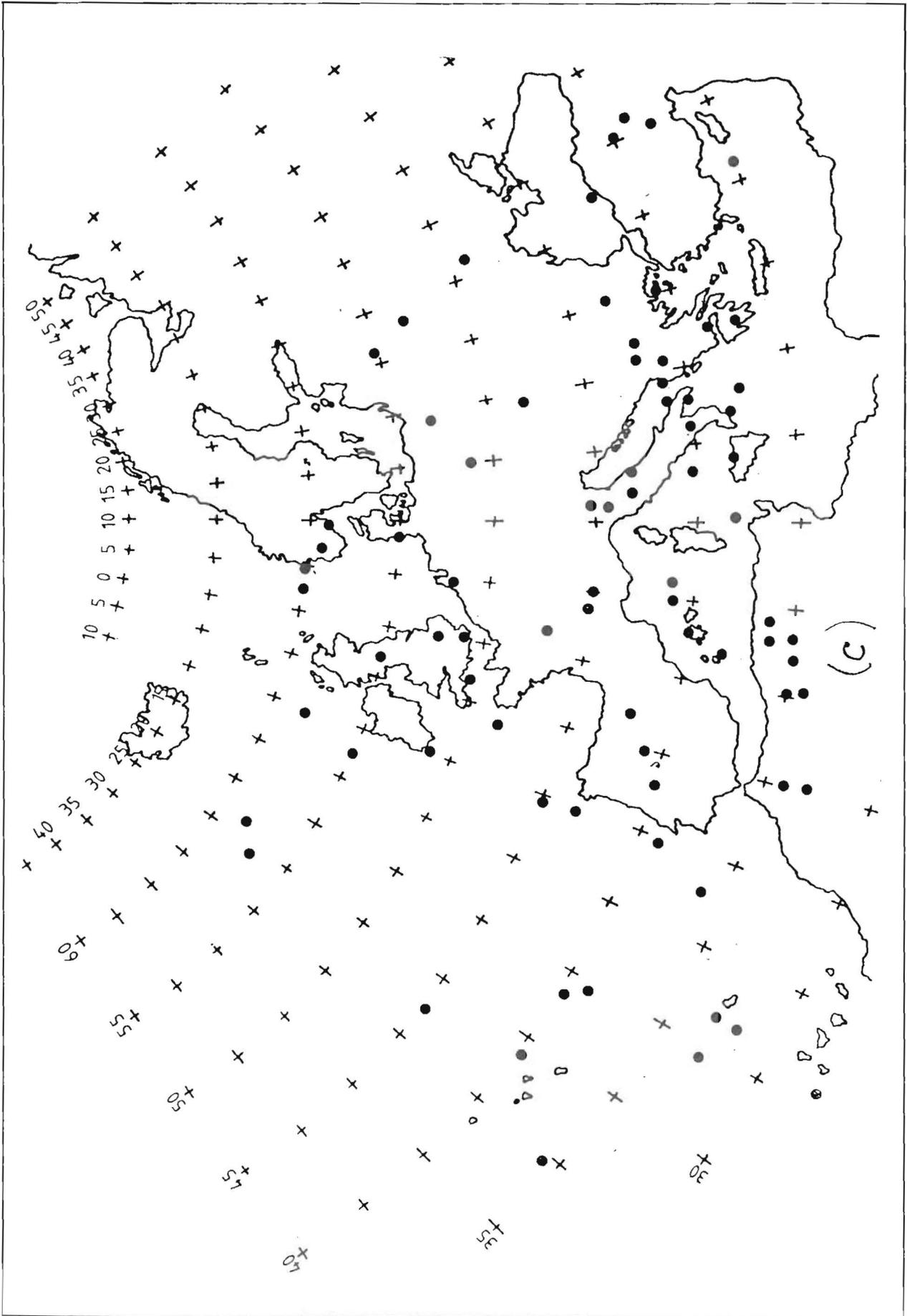
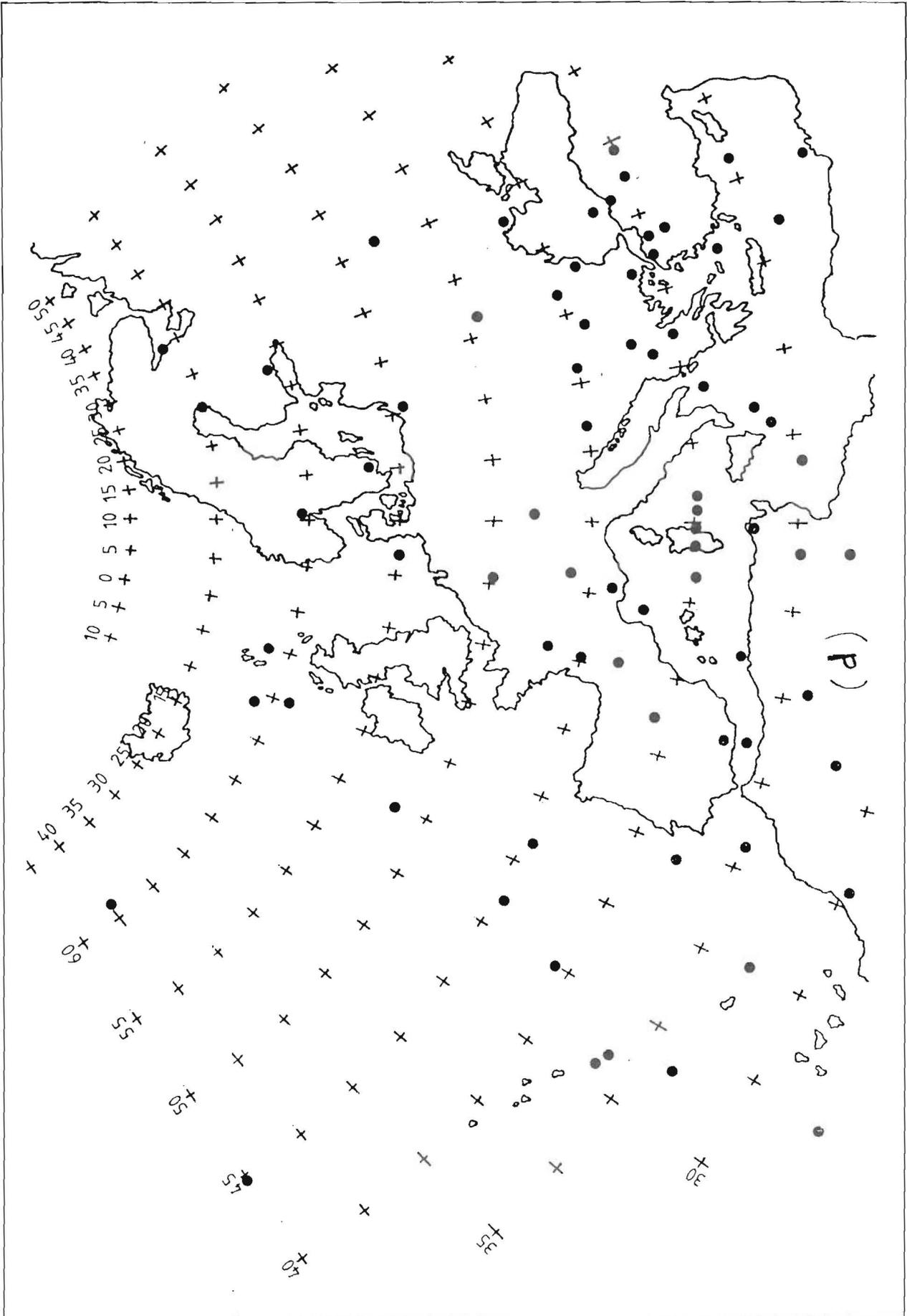


Figura 2.—Posiciones iniciales de las gotas de aire frío en el período 1974-1983 para cada estación del año. (a), primavera; (b), verano; (c), otoño; (d), invierno.







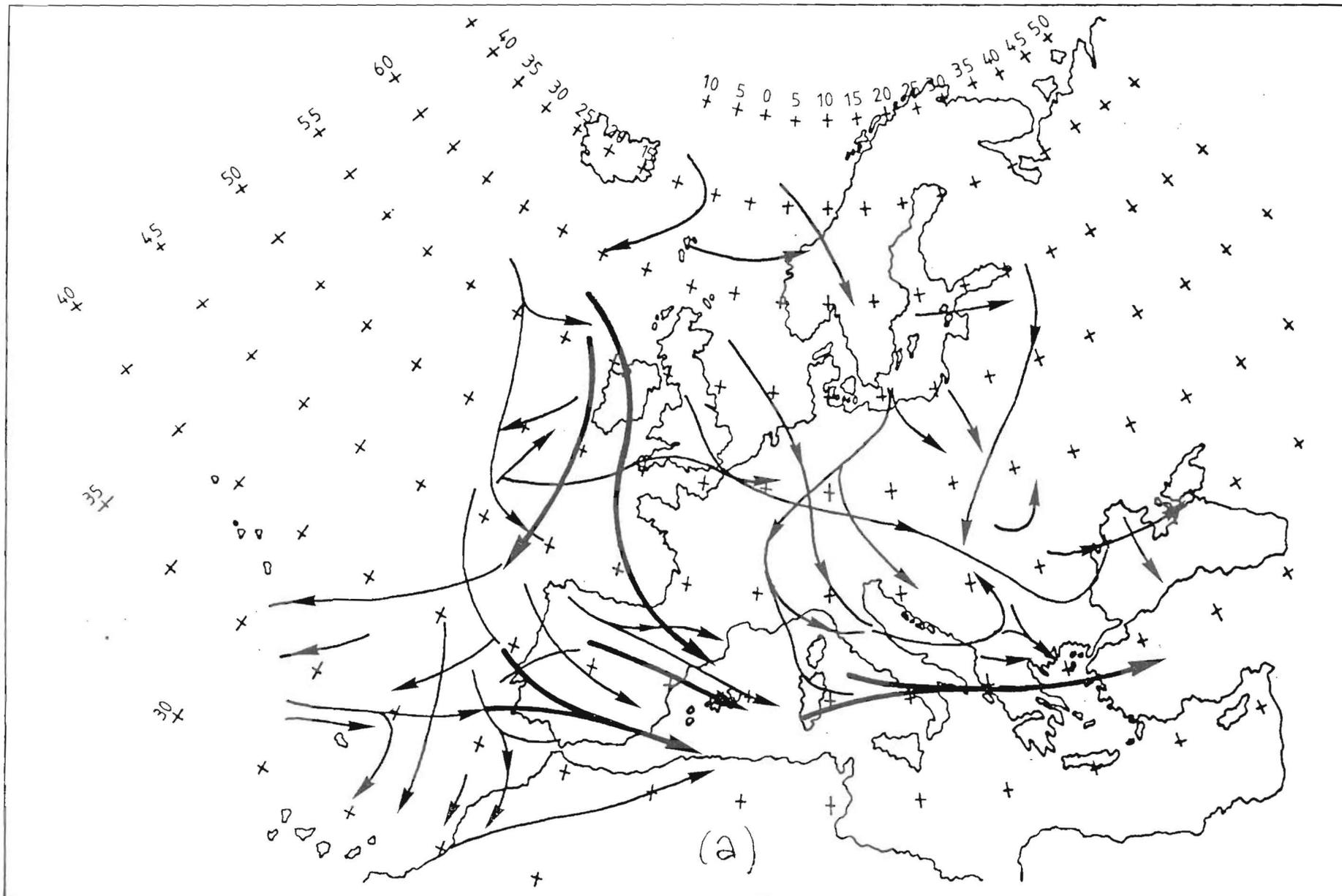


Figura 3.—Trayectorias suavizadas de gotas de aire frío en cada estación del año durante el período 1974-1983. (a), primavera; (b), verano; (c), otoño; (d), invierno.

