

R. 4.390

BIBLIOTECA UCM



2407 -

5303253577

551.2
ANC

APLICACION DE UN METODO MATEMATICO AL ANALISIS DE DIRECCIONES VOLCANICAS EN
LA PALMA Y EL HIERRO (ISLAS CANARIAS)

ANCOCHEA, E. *
BRANDLE, J. L. **
HERNANDEZ-PACHECO, A. *



En un área volcánica, la distribución de los puntos de emisión refleja en gran parte las pautas estructurales regionales que condicionan esta actividad magmática; sin embargo, a veces, resulta difícil decidir sobre el terreno, basándonos únicamente en datos geológicos cuales de estas direcciones son aparentes y cuales significativas. En este trabajo se aborda el problema recurriendo a un análisis matemático de todas las direcciones posibles en función del número y distribución de los centros eruptivos en un área determinada. Se realizan así mediante ordenador de barridos lineales en todas las direcciones con condiciones de selección variable.

El amplio conocimiento que se tiene de estas directrices en las Islas de La Palma y El Hierro a partir de datos sobre el terreno de estudios vulcanológicos previos, permite comparar los resultados obtenidos por ambos métodos.

* Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

** Instituto de Geología Económica. C.S.I.C.

Comunicaciones de la V Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica, III, 2407-2417. (1983), pero publicada en 1987.

F
551.2
ANC

na x530151917

Introducción

En todas las regiones volcánicas, la actividad eruptiva viene condicionada por directrices determinadas que reflejan las pautas estructurales de la zona volcánica, siendo estas de muy diferente magnitud. Kear (7) distingue tres tipos de alineaciones volcánicas: de salideros (relacionados con el cuerpo de esfuerzos tensionales locales en cada erupción), de centros (en relación con fracturas a veces preexistentes) y regionales (reflejo de las principales fracturas que actúan como conducto de ascenso desde profundidad hasta el sistema de fallas secundario de superficie).

La yuxtaposición de estos diferentes tipos de alineaciones y, con frecuencia, la abundancia de centros hace muy difícil que puedan distinguirse cuales son las alineaciones significativas de un área volcánica. Un medio de hacerlo de un modo objetivo es analizar las alineaciones reales observadas en el terreno, especialmente en erupciones recientes cuya actividad puede reconstruirse con precisión. En el caso del Archipiélago Canario ha sido realizado por un conjunto de autores, pero específicamente para el vulcanismo histórico por Valls (9), Cabrera (2), Hernández-Pacheco (4), Hernández-Pacheco et al (5). Por otra parte, también se dispone de otra información que es el análisis de direcciones de los complejos filonianos (De la Nuez (3)), ya que estas reflejan así mismo pautas direccionales y en muchos casos representan los conductos de salida de los materiales volcánicos a la superficie.

El método que nosotros hemos aplicado pretende avanzar en la identificación de las posibles alineaciones significativas, y se ha aplicado a las dos islas más occidentales del archipiélago. La Palma y El Hierro

Metodología.

Las premisas matemáticas empleadas son básicamente muy simples y consiste en representar todas las alineaciones posibles analizando posteriormente, cuales pueden ser las más significativas. Dado el gran número de operaciones que hay que realizar en la resolución de un caso, (alcanza varios millones en nuestras zonas de estudio) es imposible realizarlo sin ordenador.

Ancochea y Brändle (1) describen los fundamentos del método aplicándolo por primera vez a la Región Volcánica Central Española.

En resumen el método consiste en: disponiendo una distribución de puntos* en una área, encontrar cuantas rectas pueden pasar por un número determinado de puntos siempre superior a dos y contabilizarlas según su pendiente; para ello se representa una recta con un ángulo dependiente dado, y se determinan los puntos que pertenecen a la recta (cumplen la ecuación); considerándola como significativa a partir de un número pre-establecido de puntos. A continuación se traslada la recta según un espaciado constante repitiéndose la operación anterior de análisis con todos los puntos; una vez terminado el barrido del área se anota cuantas rectas han sido seleccionadas para ese ángulo. Seguidamente se gira un ángulo determinado repitiéndose las operacio-

* punto = Tiene el significado de erupción volcánica puntual.

nes anteriores hasta conseguir desplazarse en los 180° de la semicircunferencia.

Las condiciones de trabajo deben ser modificadas en función de las características del área que se vaya a tratar; fundamentalmente la densidad de puntos por área. Existen otros valores que consideramos que en estudio posteriores deben mantenerse fijos, como es el ángulo de incremento en la pendiente que se debe normalizar a un grado, por ser la unidad de medida en los problemas tectónicos y es la precisión rutinaria del geólogo en los trabajos sobre el terreno.

Al tratar de las Islas Canarias surgieron una serie de problemas adicionales que obligaron a perfeccionar el método.

Para ello, dado el sistema modular del programa se han introducido una serie de subrutinas:

- Si la distancia entre dos o más puntos, que pertenecen a una alineación, es menor que el espaciado entre rectas (o lo que es lo mismo el diámetro del centro) se contabiliza como uno, a la hora de definir los puntos que pertenecen a esa recta. Esto evita el que varios puntos muy próximos (un centro y sus salideros, por ejemplo) puedan prácticamente definir alineaciones con todos los otros.

- Puede suceder también que rectas muy próximas tengan varios puntos en común o incluso todos. Esto se ha solucionado analizando cuantos puntos tienen en común dos rectas separadas un grado y si tienen más de una cantidad preestablecida elimina las de menos puntos.

- También puede ser calculada la distancia entre cada dos puntos consecutivos de una misma alineación eliminándola si la distancia es superior a una cantidad prefijada. Esto no ha sido empleada en el caso de La Palma y El Hierro.

Los resultados pueden ser expresados numericamente (número de alineaciones por ángulo, listado de alineaciones con sus correspondientes puntos) y gráficamente mediante rosa de vientos o dibujo de las alineaciones y centros.

El método ha sido verificado de dos formas: Mediante mallas geométricas, con vistas a comprobar si las alineaciones que se preveen por relaciones entre lados de la malla eran reproducidas, hecho que queda comprobado. Mediante distribución aleatorias en áreas similares a las de trabajo para comprobar si estas también representaban alineaciones. En la Tabla 1 se reflejan los resultados obtenidos para La Palma y El Hierro utilizando distribución aleatorias con diferentes parámetros; se observa la disminución de rectas con el aumento de puntos y a su vez el escaso valor que llegan a alcanzar las alineaciones con números aleatorios.

Aplicación a La Palma y El Hierro.

En La Palma se han considerado únicamente los centros de emisión existentes en su mitad sur, Cumbre Vieja, ya que el lado N representa una unidad geológica claramente superable dentro del conjunto de la Isla en lo que se refiere a sus pautas estructurales. Los datos se tomaron de la cartografía inédita de Afonso y Hernández-Pacheco. En total corresponden a 167 centros de emisión.

En El Hierro se han considerado todos los centros de emisión que aparecen en el mapa geológico de la isla, en total 321 Pellicer, (8).

En las figuras 1,2 y 3 pueden verse los resultados obtenidos en ambas islas al dar diferentes valores a las distintas variables (las rosas de alineaciones están construidas de 5 en 5°). Junto a cada rosa de alineaciones figura el número total de alineaciones; todas las rosas están normalizadas al valor máximo de alineaciones para una dirección.

En dichas figuras puede comprobarse la incidencia que tiene en las directrices las distintas variables.

En primer lugar (fig. 1) se puede apreciar la influencia del número de puntos para que una alineación sea significativa. Así, sin otros condicionamientos para alineaciones con 4 puntos mínimo obtenemos 1493 alineaciones, con 5 puntos 698 y con 7, 141, es decir, cuantos más puntos menos alineaciones. Si se seleccionan rectas con muy pocos puntos tienden a anularse las direcciones significativas, apareciendo prácticamente igual en todos los ángulos. Si los puntos son muchos obtendremos las directrices singulares más importantes que no tienen por qué ser los más frecuentes.

El número de puntos coincidentes para que dos rectas sean consideradas iguales tiene también gran influencia, pasando por ejemplo de 698 alineaciones si no se elimina ninguna a 573. Si se eliminan aquellos en los que coinciden 5 puntos, 334 si coinciden 3 y 268 si lo hacen 2 (fig. 1). Esta disminución se traduce también en un cambio en las direcciones, los máximos se hacen más numerosos y quedan mejor marcados.

La influencia en los resultados del número de alineaciones mínimo en tres ángulos consecutivos para que una directriz sea significativa puede observarse en la figura 2 donde se exponen las rosas de vientos para distintos porcentajes del total de alineaciones (0.25%, 0.5% y 1%). El 1% elimina demasiadas direcciones y el 0.25% demasiado pocas; el 0.5% destaca bastante bien las directrices principales.

En la figura 3 puede apreciarse la influencia de la dimensión del centro (0.1, 0.2 o 0.3 Km). El mayor número de alineaciones corresponde a un ancho de 0.2; con mayor ancho se eliminan muchos más puntos próximos.

Resultados y discusión.

Una vez analizados los resultados para los diferentes valores de distintas variables se han seleccionado unas condiciones para cada isla (fig. 4 y 5). Para La Palma estas condiciones son:

- a.- Directrices significativas con al menos 5 puntos.
- b.- Eliminadas rectas con más de dos puntos iguales.
- c.- Diámetro del centro 0.2 Km.
- d.- Media móvil 0.5% del total de alineaciones.



Para El Hierro las condiciones seleccionadas han sido a = 8 puntos, b = 2 puntos, c = 0.2 Km, d = 0%.

Las directrices obtenidos para la isla de La Palma son: Principal: N 5°- 20°W, en segundo lugar las N 15°-25°E y N 25° 35°- W; de menor importancia la N 90°-95°E y N 50°-55°E.

En el caso de El Hierro como principal la directriz N 25°-35°E, en segundo lugar las N 10°-20°E, N 55°-60°E y N 70°-75°E. De menor importancia N 170°E (N 10°W) y N 95°E.

En el caso de La Palma la directriz principal coincide con la N 5°W señalada por Hernández-Pacheco et al, (5), Hernández-Pacheco, (6) para las erupciones históricas y con uno de los máximos de las directrices de los diques del complejo basal, De La Nuez (3). Las otras dos directrices N-15°-25°E y N 25°-35°W coinciden asimismo con la N 15°E y N 35°W de los complejos basales. No están sin embargo representados las directrices de los volcanes recientes N 64°W y N 80°E.

En el caso de El Hierro no existe nada más que una erupción histórica Hernández-Pacheco (4) fisural cuya dirección N 35°E coincide con la dirección principal obtenida por nosotros.

De este modo se llega a reproducir las alineaciones detectadas por otros métodos pero también se evidencian algunas otras posibles alineaciones, no fáciles de visualizar y que pueden ser consideradas en los estudios de estas islas.

Agradecimientos

Al Centro de Proceso de Datos del Ministerio de Educación y Ciencia por la utilización del ordenador UNIVAC 1100.

A M.B.Pascual por mecanografiar el original.

Bibliografía

- (1) Ancochea, E., Brändle, J.L. Alineaciones de volcanes en la región volcánica central española. Rev. de Geofísica. 38, 133-138
- (2) Cabrera, M.P. Las erupciones históricas de Tenerife (Canarias). Tesis de Licenciatura. Fac. C. Geol. Univ. Complutense, Madrid, 103 pp.
- (3) De la Nuez, J. El complejo intrusivo subvolcánico de La Caldera de Taburiente, La Palma (Canarias). Tesis Doctoral. Fac. C. Geol. Univ. Complutense, Madrid, 1983. 378 pp.
- (4) Hernández-Pacheco, A. Sobre una posible erupción en 1793 en la isla de El Hierro. Est. Geol. 38, 15-25
- (5) Hernández-Pacheco, A, Valls, M.C. The historic eruptions of La Palma Island (Canarias). Arquipelago Rev. Univ. das Acores. Ser.Cien.da Nat. III, 83-94
- (6) Hernández-Pacheco, A., El vulcanismo histórico del Archipiélago Canario: pautas temperales, espaciales y estructurales y petrológico-geoquímicas Com. V Asamblea Nat. Geodesia y Geofísica, Madrid, 1983
- (7) Kear, D., Volcanic alignments north and west of New Zealand's Central volcanic regions. N.Z. J. Geol. Geophys. 7, 24-44
- (8) Pellicer, M.J. Estudio vulcanológico de la isla de El Hierro (Canarias). Est. Geol., 35, 181-197
- (9) Valls, M.C., Las erupciones históricas de La Palma (Canarias). Tesis de Licenciatura. Fac. C. Geol. Univ. Complutense, Madrid, 110 pp.

TABLA I. NUMERO DE ALINEACIONES SEGUN DISTINTOS PARAMETROS

a	b	LA PALMA	ALEATORIOS I	ALEATORIOS II
4-0,2		1493	219	213
5-0,1		246	25	17
5-0,2		698	56	30
6-0,1		96	9	7
6-0,2		318	15	2
7-0,2		141	2	0
		EL HIERRO	ALEAT. III	ALEAT. IV
4-0,2		3206	138	129
5-0,1		1852	35	31
5-02		1952	34	33
6-0,1		991	6	1
6-0,2		1206	7	6
7-0,2		699	2	0

- a).- Número de puntos que pertenecen a la recta para ser considerada
b).- Diámetro del centro. Distancia máxima para que un punto pueda considerarse perteneciente a la recta.

puntos por recta

LA PALMA (ancho .2)

7



141



83



60



60

5



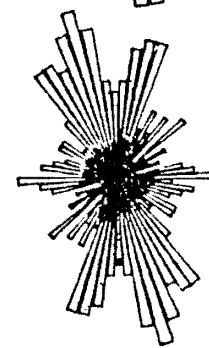
698



573

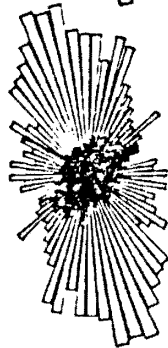


334

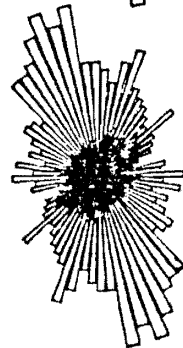


268

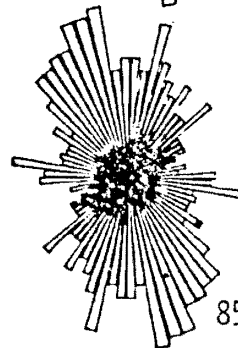
4



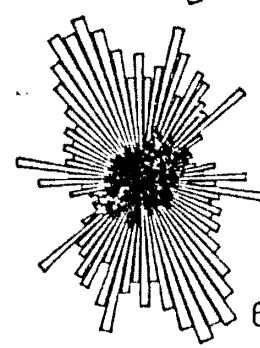
1493



1350



858



623

puntos coincidentes

5

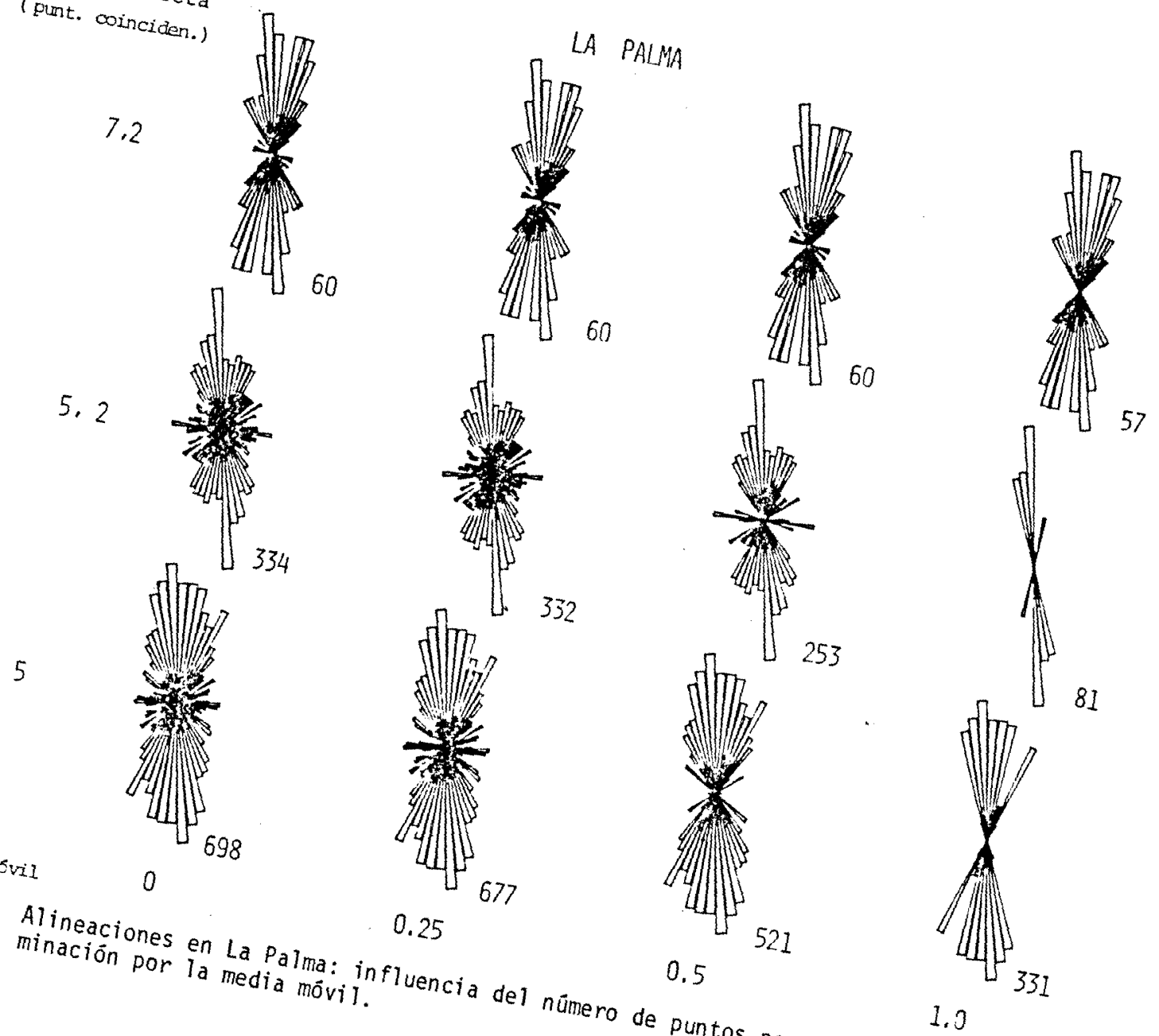
3

2

Fig. 1. Alineaciones en La Palma: influencia del número de puntos por recta y del número de puntos coincidentes.

Puntos x recta
(punt. coinciden.)

LA PALMA



media móvil

Fig. 2.- Alineaciones en La Palma: influencia del número de puntos por recta y de la discriminación por la media móvil.

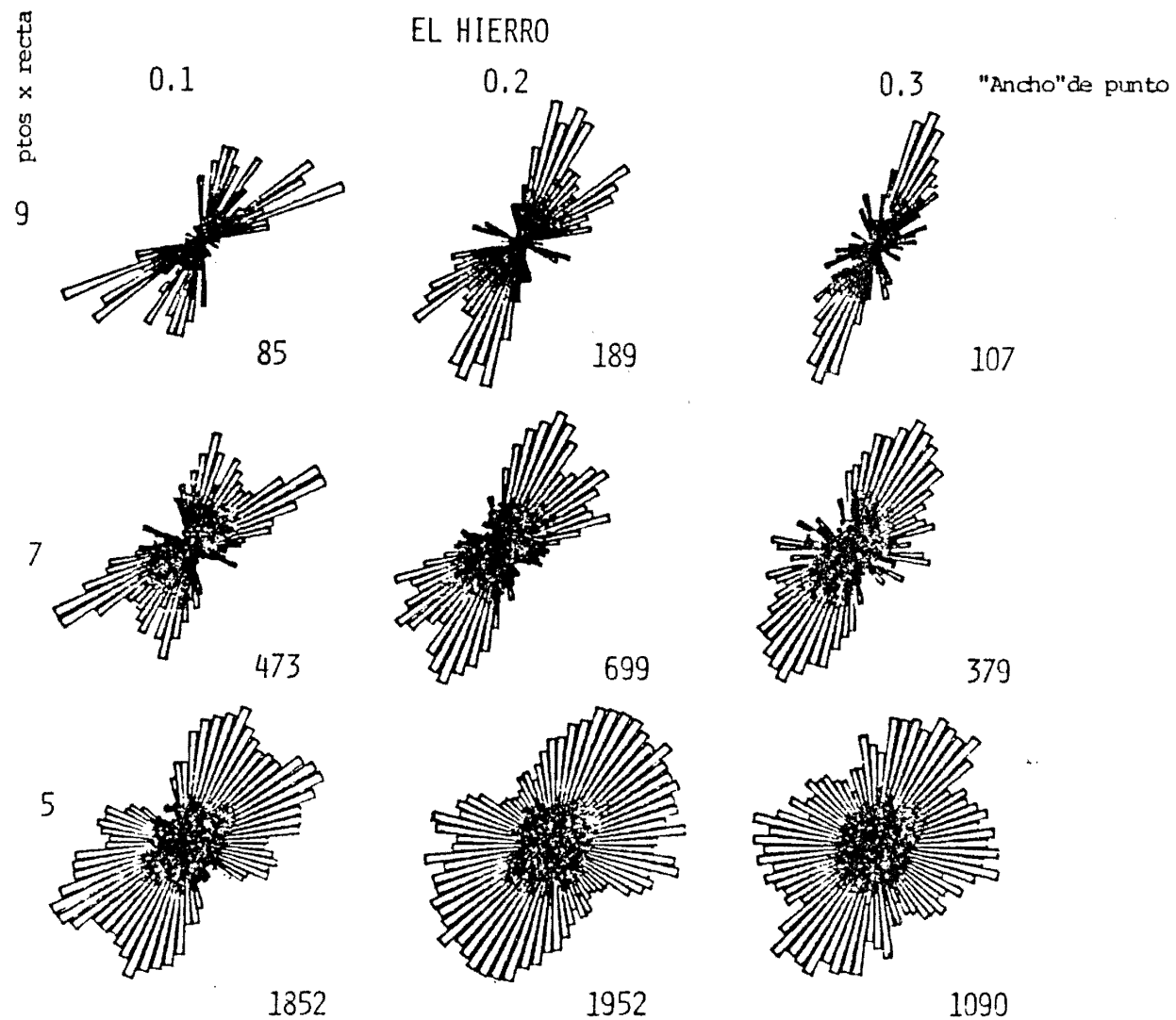
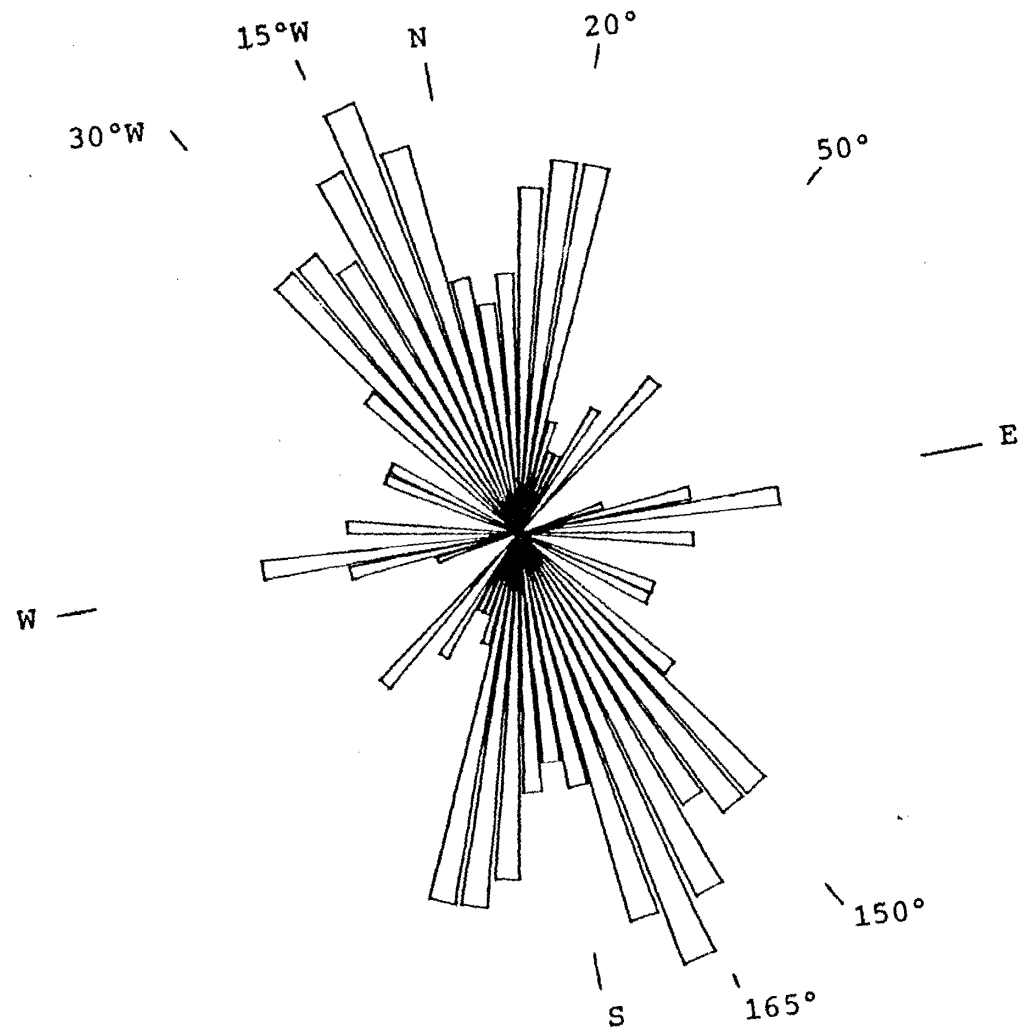


Fig. 3.- Alineaciones en El Hierro: influencia del número de puntos por recta y del diámetro de los centros volcánicos.



- 2416 -

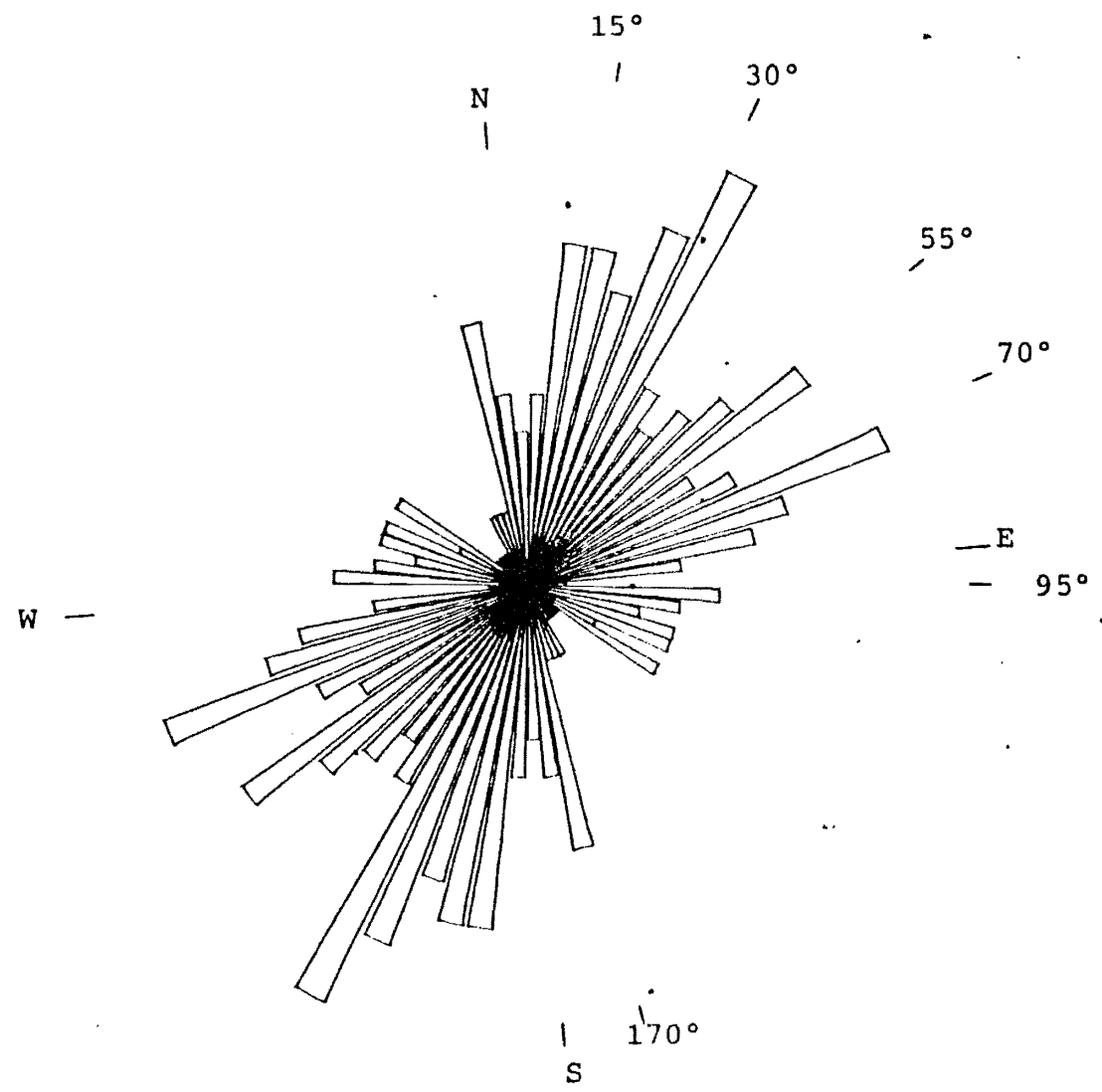
LA PALMA (5,2,0.2,0.5)

(268)

Fig. 4.- Alineaciones significativas en La Palma



53032S3577



- 2417 -

EL HIERRO (8,2,0.2,0)

(178)

Fig. 5.- Alineaciones significativas en El Hierro