

## HOJA N° 322 (REMOLINOS)

### NEOTECTONICA.

**José Luis SIMON GOMEZ**

**Departamento de Geología. Universidad de Zaragoza.**

#### **INTRODUCCION.**

Antes de pasar a describir e interpretar las estructuras neotectónicas que aparecen en el ámbito de la hoja estudiada conviene explicar cuáles son los límites cronológicos que se han establecido para definirlos, así como los criterios por los que pueden reconocerse e identificarse sus distintos tipos. En este trabajo se han considerado como estructuras pertenecientes al ámbito de la neotectónica aquellas cuya edad, comprobada o interpretada, se sitúa en el Mioceno superior, Plioceno o Cuaternario. Hay que dejar claro que ello no implica que nuestro estudio deba limitarse estrictamente a las deformaciones que afectan a depósitos datados en estos periodos. Si siguiéramos este criterio nuestro estudio se vería enormemente restringido, ya que en la hoja no parecen existir depósitos pliocenos y la atribución de la parte alta de la serie de los Montes de Castejón al inicio del Mioceno superior es problemática, con lo que prácticamente deberíamos limitarnos a describir unos pocos puntos en los que se han observado pequeñas fracturas en depósitos cuaternarios.

Teniendo esto en cuenta, existen tres tipos fundamentales de deformaciones que afectan únicamente a los materiales miocenos de la hoja, pero cuya edad puede interpretarse razonablemente como situada en el Mioceno superior-Plioceno:

- (a) Basculamientos suaves pero que afectan a extensiones de bastantes

kilómetros cuadrados, y que deben de haberse producido en etapas tardías o posteriores respecto a la sedimentación de la serie miocena.

(b) Sistemas de diaclasas de escala generalmente decimétrica a métrica, que afectan a los niveles de calizas competentes y siguen unos patrones geométricos bastante sistemáticos que, como ya veremos, permiten relacionarlas con las trayectorias regionales del campo de esfuerzos reciente.

(c) Fallas normales de diversas escalas, algunas con expresión cartográfica, otras observadas en afloramientos pero que presentan un desplazamiento notable (de orden métrico) y otras, finalmente, de salto insignificante. En dos estaciones ha podido medirse un número elevado de planos y estrías de estas últimas, a partir de los cuales han podido reconstruirse los estados de paleoesfuerzos bajo los que fueron activadas.

Aparte de estas deformaciones, dentro del ámbito de la neotectónica sólo cabe añadir los tres afloramientos a los que se hacía referencia anteriormente y en los que se han observado fracturas que afectan a materiales cuaternarios.

En el contexto de las deformaciones que afectan al Mioceno deben excluirse de nuestro estudio otras estructuras que no parecen tener carácter de neotectónicas. Nos referimos a los pliegues suaves, de escala generalmente decamétrica a hectométrica, que afectan de manera especial a los materiales calcáreos, yesíferos y salinos de la parte inferior de la serie (figura 1). Algunos de estos pliegues pueden haber sido producidos por episodios compresivos tardíos, pero quizá la mayoría no son debidos a tectónica regional, sino a procesos de colapso (éstos parecen especialmente frecuentes en el área de Remolinos), adaptaciones a la geometría de curva de algunas fallas normales o, más improbablemente, a fenómenos halocinéticos. Así parecen mostrarlo su apariencia geométrica y, sobre todo, la extraordinaria variedad de orientaciones de ejes que pueden medirse en ellos. Los que aparecen en la figura 1.B, por ejemplo, tienen una dirección próxima a N-S que resulta bastante anómala en el contexto de las estructuras compresivas dominantes en el ámbito de la Cuenca del Ebro y Pirineo.

## BASCULAMIENTOS DE LA SERIE MIOCENA.

En toda la parte central de la hoja, las capas superiores miocenas que coronan la plataforma de los Montes de Castejón aparecen levemente basculadas (1-3') hacia el S. Esta inclinación se aprecia tanto por la traza de las líneas de capa en el mapa topográfico como por la observación panorámica *in situ*. En el mapa a escala 1:50.000 se ha representado este basculamiento mediante la utilización del símbolo correspondiente.

## SISTEMAS DE DIACLASAS.

Todos los niveles competentes miocenos muestran un diaclasado bastante intenso, con planos generalmente subverticales de escala decimétrica a métrica (figura 2). El espaciado entre los planos de una misma familia suele ser de orden decimétrico, y es función del propio espesor de las capas afectadas, de forma que suele aumentar al hacerlo éste.

Se han estudiado un total de 14 estaciones de diaclasas, casi todas ellas en la parte superior de la serie miocena. En cada una se han tomado, como norma, 50 medidas de direcciones. Anexos a esta memoria se presentan los diagramas en rosa correspondientes a todas ellas, mientras en el mapa 1:50.000 se hace una representación esquemática de las familias dominantes. Se observa cómo en la mayoría de las estaciones aparece una familia principal de dirección próxima a N-S (ligeramente desviada, en unos casos, hacia NNW y, más raramente, hacia NNE) y una segunda familia perpendicular ó casi perpendicular a la anterior. Lo normal es que la familia N-S sea la más importante, pero también existe un caso en el que ambas tienen un peso similar (estación 17) y otro en el que la familia E-W está mejor representada que la N-S (estación 19).

El patrón de diaclasado descrito es sistemático en todo el sector central de la

Cuenca del Ebro y Cordillera Ibérica, y afecta por igual a materiales de diversas edades a lo largo de todo el Neógeno y Cuaternario. Tales características regionales permiten explicarlo en el contexto del campo de esfuerzos reciente. El modelo propuesto por nosotros para dicho campo de esfuerzos (SIMON GOMEZ, 1989) postula, en síntesis, la superposición de una compresión N-S (originada por el acercamiento entre las placas Africana, Ibérica y Europea, muy activa en las Béticas en ese tiempo y mitigada al desplazarnos hacia el Norte) y una distensión radial o multidireccional (causada por un proceso de *doming* cortical ligado al *rifting* del Este peninsular). El resultado es un régimen de distensión tendente a multidireccional, con el eje  $\sigma_2$  situado en dirección N-S, es decir, coincidente con el eje  $\sigma_1$  del campo compresivo. Paralela a dicho eje se formaría la familia principal N-S de fracturas tensionales (esta interpretación es idéntica a la propuesta posteriormente por HANCOCK y ENGELDER, 1989). En el momento en que esto ocurre el esfuerzo  $\sigma_3$  extensivo experimenta una relajación que da lugar a su intercambio con el eje  $\sigma_2$ , lo que propicia la formación de nuevas fracturas perpendiculares a las primeras. Este tipo de intercambio de ejes, y las consecuencias que tiene sobre el esquema de fracturación, han sido demostrados recientemente mediante modelización de campos de extensión radial tanto desde el punto de vista matemático (utilizando el método de los elementos finitos) como experimental (SIMON *et al.*, 1988).

Existen algunos afloramientos en los que el esquema de fracturación no es exactamente el mismo, al aparecer otra familia de dirección NW-SE, bien como única dominante (estación 12) o añadida a las dos mencionadas anteriormente (estaciones 4, 5, 13 y 16). Esta dirección anómala podría interpretarse como producto de una desviación de las trayectorias de esfuerzos por efecto de fallas mayores preexistentes en el sustrato. De acuerdo con los mismos modelos de SIMON *et al.* (1988), las trayectorias de  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  son desviadas por dichas fallas y tienden a hacerse paralelas o perpendiculares a las mismas. Si tenemos en cuenta que la existencia de una fracturación mayor ESE a SE parece algo consustancial a la estructuración de la Cuenca del Ebro y que, de hecho, en toda la mitad sur de la hoja se extiende el haz de fracturas de esa dirección al que hemos hecho referencia en el primer apartado, no

parece descabellada dicha interpretación.

### FALLAS NORMALES DE ESCALA MACROESTRUCTURAL.

En numerosos puntos de la hoja se han observado fallas normales, de salto al menos métrico, afectando a los materiales miocenos. Algunas de ellas tienen expresión cartográfica a escala 1:50.000, por haber podido seguirse su traza en la fotografía aérea. Su dirección preferente se sitúa en torno a SSE. Todas las que se han representado en el mapa afectan a la parte alta de la serie (plataforma superior de los Montes de Castejón). No queremos deducir de ello que otras zonas donde sólo afloran los tramos inferiores no puedan presentar fallas de este tipo. Lo que ocurre es que las calizas competentes que forman dicha plataforma son más favorables para su reconocimiento.

Por otra parte, algunas de estas fallas (las situadas más al NE: área de la Hoya de Pola) se observan arrasadas por la superficie de la plataforma, lo que induce a pensar que ésta no es propiamente una mesa estructural sino una superficie de erosión. Esta hipótesis encaja bien con la presencia de una costra carbonatada brechoide en la parte somital de la Plana del Rollizo, situada cerca del límite sur de la vecina hoja de Ejea de los Caballeros y atribuida allí al Plioceno. Ello permite acotar el desarrollo de parte de esta fracturación en un periodo anterior a esa superficie pliocena, al igual que en otras plataformas miocenas del centro de la Cuenca del Ebro en las que también los escarpes de falla han sido arrasados por la misma (caso de la plataforma de la Muela, en la hoja de Zaragoza). No obstante, en nuestra área existen también dos pequeñas fallas que tienen expresión morfológica en la superficie de los Montes de Castejón (forman un pequeño *horst* en la zona de La Predicadera), y que habría que atribuir, por tanto, a un estadio más tardío.

Otras fallas que no se han detectado en la fotografía aérea sí han sido observadas, en cambio, en afloramientos. En los puntos señalados en el mapa con las letras A - I se han visto buenos cortes en taludes artificiales en los que los planos de

principales de esfuerzos. También nos encontramos ante una distensión radial ( $R = 0.05$ ), pero en este caso la orientación de  $\sigma_3$  es 102, resultado lógico a la vista de la dirección dominante entre 000 y 020 que presentan las fallas del afloramiento.

A la luz del modelo de SIMON et al. (1988) y SIMON (1989), cabría interpretar el tensor de esfuerzos obtenido en la estación 2 como representativo del campo regional primario y el de la estación 1 como resultado del intercambio de  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  en la horizontal a partir de la generación de las primeras fracturas primarias N-S.

### FRACTURAS CUATERNARIAS.

En tres puntos situados en la traza de la Acequia Principal de Sora (estaciones 8, 9 y 10) los depósitos de terraza cuaternarios se encuentran afectados por fracturas. Estas son subverticales, de superficie algo irregular y, en muchos casos, rellenas por una costra de carbonato pulverulento. Las familias principales que aparecen tienen direcciones ESE a SE y NNE. Sin descartar que alguna fractura particular de dirección atípica pudiera deberse a fenómenos de tipo atectónico (descompresión lateral, por ejemplo), creemos que la génesis de las fracturas pliocenas y cuaternarias más sistemáticas no pueden obedecer a otra causa más verosímil que el propio campo tectónico regional. El carácter subvertical de sus planos y la similitud con el patrón de diaclasas miocenas permiten considerarlas como fracturas tensionales coherentes con el mismo campo de esfuerzos de distensión radial. Las direcciones SE y NE, aunque anómalas con respecto a las características primarias de dicho campo, pueden responder a situaciones de perturbación de las trayectorias de esfuerzos.

Existen asimismo en algunos puntos de la hoja otras deformaciones que afectan a materiales cuaternarios, pero que no consideramos de origen tectónico s.s., sino que han sido interpretadas en virtud de **fenómenos de colapso**. En la figura 5 aparece una representación esquemática de una de dichas estructuras, tal como aflora en el talud de la Acequia Principal de Sora a la altura del Km. 45.0

(coordenadas UTM: 30TXM583437). Como se observa, la estructura consiste en una masa de limos cuaternarios hundida relativamente con respecto a los yesos miocenos adyacentes, cuyas capas se flexionan en el contacto. Otras estructuras de características similares han sido observadas en el Km. 55.7 de la misma acequia (30TXM543383) y en el Km. 12.1 de la carretera de Villanueva de Gállego a Castejón de Valdejasa (30TXM746368). Las causas de estos procesos de colapso podrían encontrarse tanto en la disolución de niveles de yesos infrayacentes como en procesos de *piping* que también parecen frecuentes en los materiales limosos y arcillosos del Terciario de esta área.

## CONCLUSIONES.

Hacia el Mioceno superior-Plioceno se produjo en la región una tectónica de tipo distensivo que, aunque apenas se manifiesta por estructuras cartográficas, sí produjo un sistema de diaclasado bastante homogéneo y algunas fallas normales de pequeño salto. El campo de esfuerzos sería una distensión tendente a radial con  $\sigma_3$  próximo a E-W, lo que da lugar a una familia principal de diaclasas en torno a N-S. El intercambio de  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  en la horizontal tras producirse dichas fracturas daría lugar a una familia secundaria en dirección E-W. En ciertas áreas se produjo una desviación de las trayectorias de esfuerzos por efecto, probablemente, de fallas mayores de dirección ESE a SE, con las que posiblemente también estaría relacionado el basculamiento del Mioceno observado en la parte central de la hoja.

Resulta difícil acotar en el tiempo los distintos fenómenos de deformación registrados. Sin embargo, parece que una parte de la fracturación distensiva se desarrolló ya con anterioridad a la superficie de erosión que arrasa el techo de la serie miocena, y a la cual se asociaría la costra calcárea brechoide de la Plana del Rollizo (atribuida al Plioceno) en la vecina hoja de Ejea de los Caballeros. Así se desprende del hecho de que, tanto en los Montes de Castejón como en otras plataformas calcáreas del centro de la Cuenca del Ebro (Muela de Zaragoza), algunas de las fallas normales con desplazamiento sean arrasadas por dicha superficie. Esta

última representaría un estadio morfogenético desarrollado, probablemente, como respuesta a los primeros movimientos de componente vertical que caracterizan la tectónica finineógena en todo el NE peninsular.

Durante el Cuaternario siguen produciéndose en algunos puntos fracturas de direcciones dominantes ESE y NNE que muestran una coherencia bastante aceptable con el campo de esfuerzos reciente inferido de la fracturación que afecta al Mioceno.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ETCHECOPAR, A.; VASSEUR, G. y DAIGNIERES, M. (1981): An inverse problem in microtectonics for the determination of stress tensors from fault population analysis. J. Struct. Geol., 3 (1), 51-65.
- HANCOCK, P.L., y ENGELDER, T. (1989): Neotectonic Joints. Geol. Soc. Am. Bull., 101, 1197-1208.
- SIMON GOMEZ, J.L. (1986): Analysis of a gradual change in stress regime (example from the eastern Iberian Chain, Spain). Tectonophysics, 124, 37-53.
- SIMON GOMEZ J.L. (1989): Late Cenozoic stress field and fracturing in the Iberian Chain and Ebro Basin. J. Struct. Geol., 11 (3), 285-294.
- SIMON, J.L.; SERON, F.J. y CASAS, A.M. (1988): Stress deviation and fracture development under multidirectional extension regime. Mathematical and experimental approach with field examples. Annales Tectonicae, 2 (1), 21-32.





FIGURA 1.

Pliegues suaves en los tramos inferiores de la serie miocena.

Arriba: Pliegues del área de Remolinos (coordenadas UTM: 30TXM512346).

Abajo: Pliegue de eje aproximado N-S en el talud de la Acequia Principal de Sora (30TXM596466).



FIGURA 2.

Diaclasas en calizas miocenas de la estación 15.

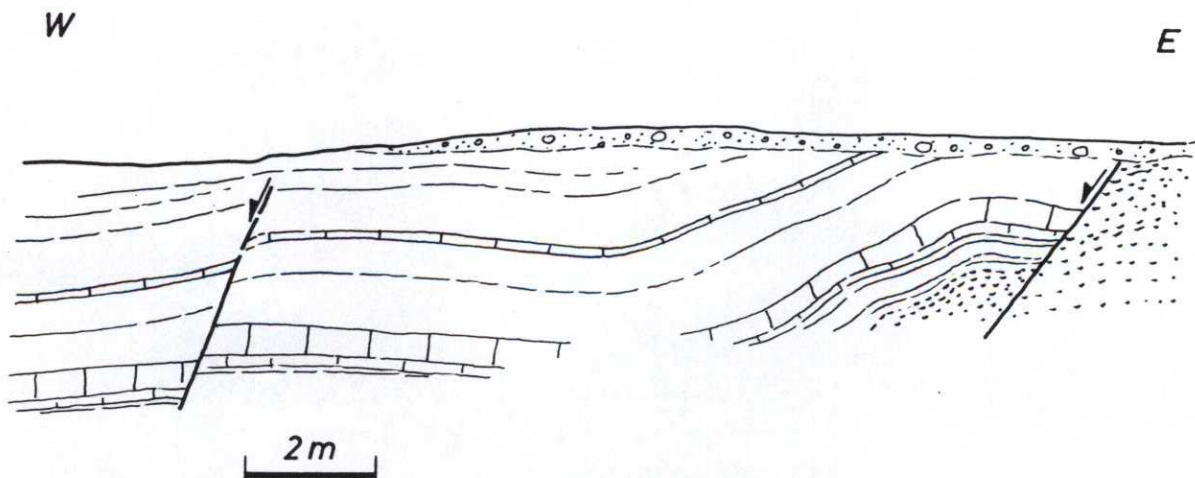


FIGURA 3.

Fallas normales en materiales miocenos (puntos A, arriba, y G, abajo, del mapa 1:50.000).

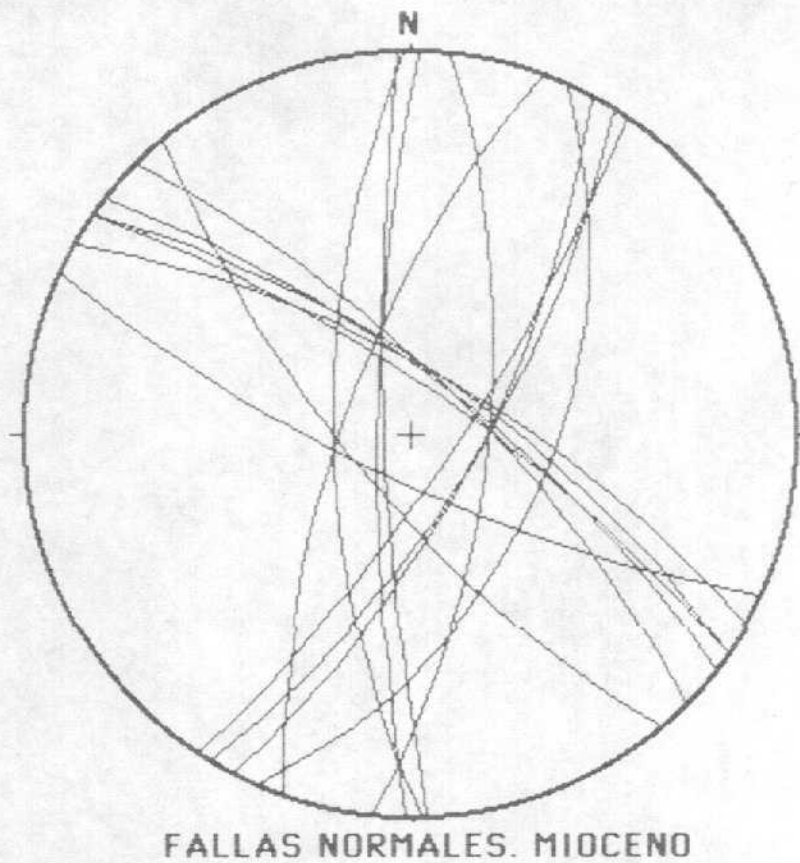


FIGURA 4. Representación estereográfica de todas las fallas normales con desplazamiento apreciable medidas en el conjunto de la hoja.

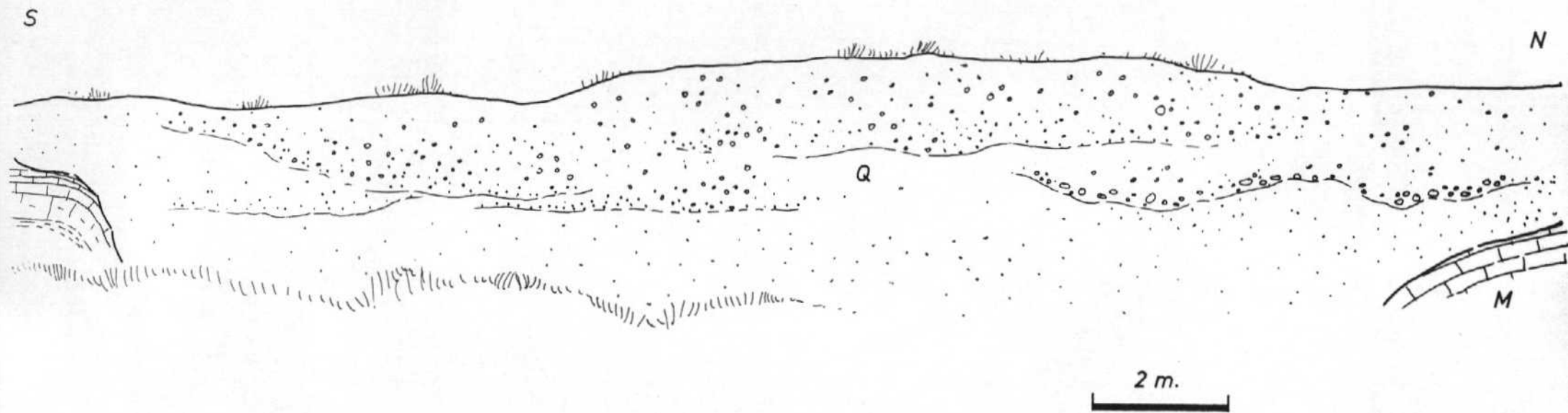


FIGURA 5.

Estructura de colapso que afecta a limos cuaternarios. M: Mioceno. Q: Cuaternario. (coordenadas UTM: 30TXM583437).

## **ANEXO: RESULTADOS DEL ANALISIS DE ESTRUCTURAS FRAGILES A ESCALA DE AFLORAMIENTO.**

### **1. Diagramas en rosa de las poblaciones de diaclasas medidas en materiales miocenos, y de las fracturas en depósitos cuaternarios:**

Cada diagrama representa un número de datos que se especifica en cada caso (normalmente 50 en el caso de diaclasas en Mioceno y entre 10 y 20 en el Cuaternario). Las clases del diagrama son de 10°, y el diámetro del círculo exterior se ha hecho equivaler a un % variable en cada caso a fin de homogeneizar los tamaños.

### **2. Análisis de paleoesfuerzos a partir de poblaciones de fallas (estaciones 1 y 2):**

(a) Proyección estereográfica equiangular de ciclográficas y estrias de falla, junto con proyección de polos y diagrama en rosa de las direcciones preferentes.

(b) Diagrama y-R (SIMON GOMEZ, 1986) de la población de fallas. Los tensores solución vienen definidos en el mismo por las coordenadas (y,R) que corresponden a los "nudos" de máxima densidad de intersecciones de curvas. R representa aquí la relación de esfuerzos  $(\sigma_z - \sigma_x) / (\sigma_y - \sigma_x)$  que aparece en la ecuación de BOTT (1959):

$$\operatorname{tg} \theta = (n/lm) [m^2 - (1-n^2)(\sigma_z - \sigma_x) / (\sigma_y - \sigma_x)]$$

donde  $\theta$  es el cabeceo de la estria potencial o teórica sobre el plano de falla; l, m y n son los cosenos directores de dicho plano;  $\sigma_z$  es el eje de esfuerzo vertical, y  $\sigma_y > \sigma_x$  son los ejes horizontales. El valor de y representa el acimut del eje  $\sigma_y$ .

(d) Extracto de resultados del método de ETCHECOPAR et al. (1981). Se incluyen:

\* Listado de fallas.

\* Resultados numéricos de la orientación de los ejes y la relación de esfuerzos  $R = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$  del tensor/es solución, junto con el valor de la función minimizada y el ángulo medio de dispersión entre estrias teóricas y reales para la solución hallada. Llamando  $R_B$  a la relación de esfuerzos que se emplea en la ecuación de Bott y en el diagrama y-R, y  $R_E$  a la utilizada por el método de Etchecopar, la relación existente entre ellas es la siguiente:

- Si  $\sigma_z = \sigma_1$  (régimen de distensión):  $R_B = 1 / R_E$ .

- Si  $\sigma_z = \sigma_2$  (régimen compresivo de desgarre):  $R_B = R_E$ .

- Si  $\sigma_z = \sigma_3$  (régimen de compresión triaxial):  $R_B = R_E / (R_E - 1)$ .

\* Representación de Mohr de los planos de falla en relación a los ejes de esfuerzo obtenidos.

\* Histograma de desviaciones angulares (en radianes) entre estrias teóricas y reales; las fallas se sitúan de acuerdo con su numeración en el listado inicial.

\* Representación estereográfica equiareal de los ejes de esfuerzo, con indicación gráfica del margen de dispersión con el que se han calculado.

Geología Estructural  
Univ. de Zaragoza

ESTACION: CASTEJON1  
(REMOLINOS 1)

HOJA No. : 322

COORDENADAS UTM:  
30TKM718432

So: 095 11 6

EDAD/FACIES MIOCE

NUMERO DE DATOS: 30

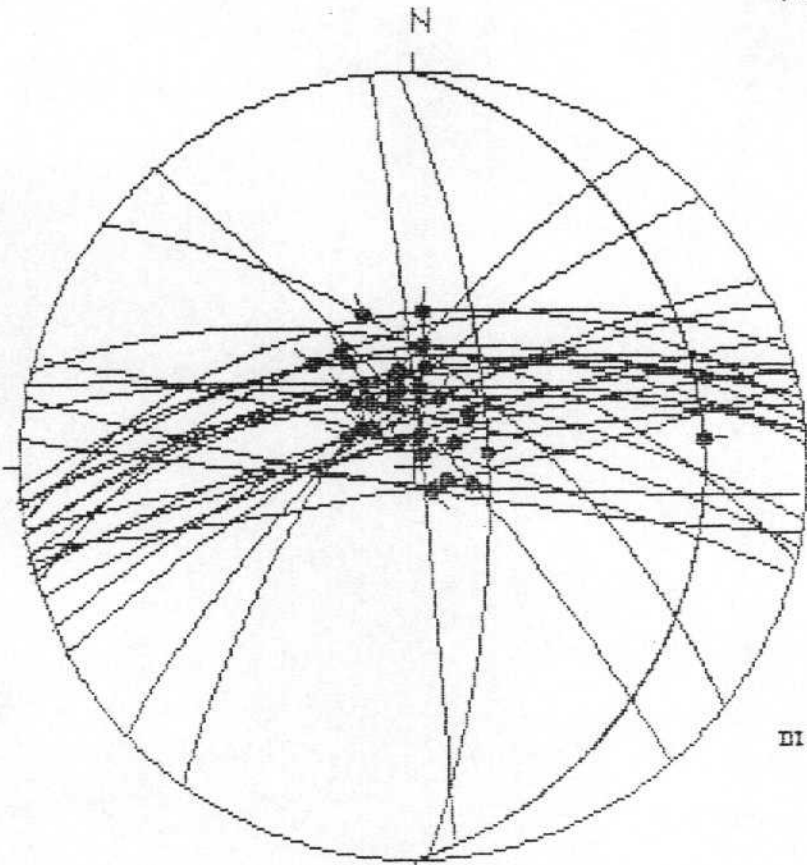
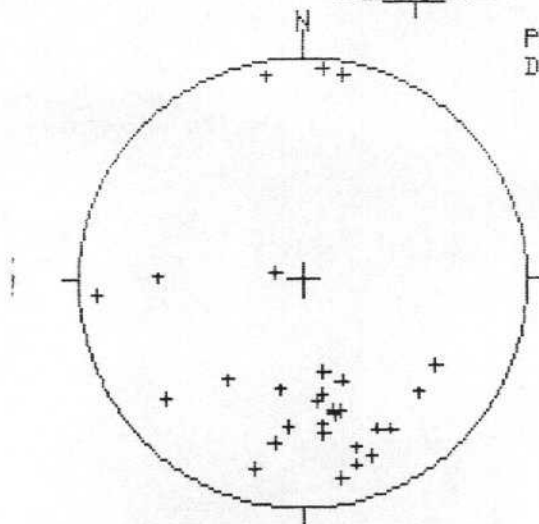
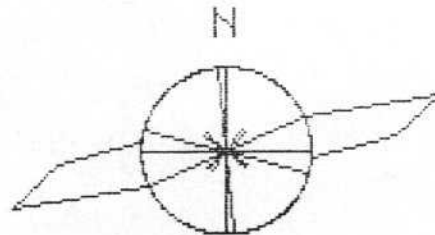


DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS  
DE DIRECCIONES DE FALLA



PROYECCION  
DE POLOS



0+ POLOS DE FALLAS SINISTRALES

+ POLOS DE FALLAS NORMALES

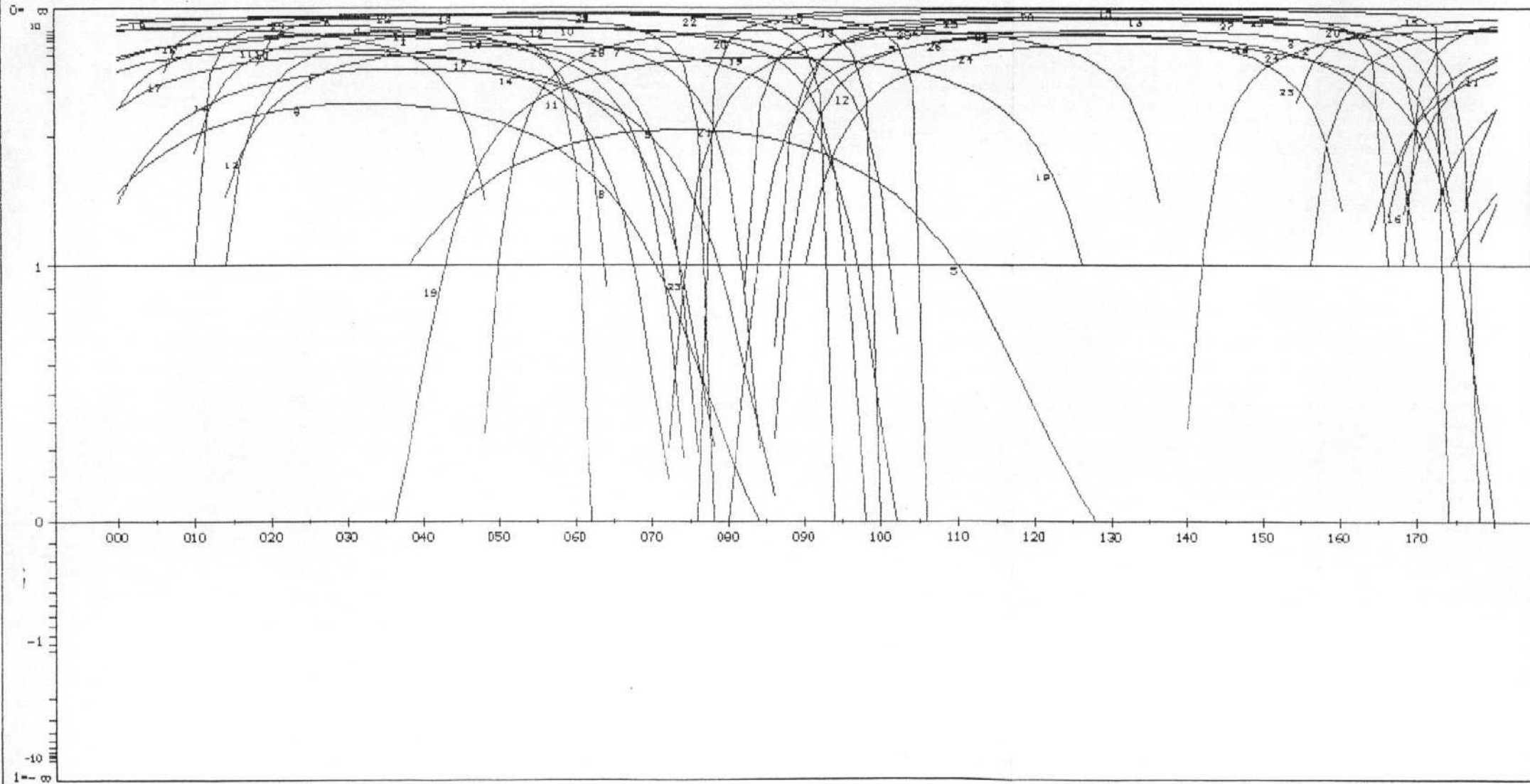
+ POLOS DE FALLAS DEXTRALES

- POLOS DE FALLAS INVERSA

RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA=10%

METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: CASTEJONI / SIN ABATIR  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL, Universidad de Zaragoza







Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza



CASTEJON1

75	77	N	74	W	0	N	1
139	80	E	75	S	0	N	2
85	71	N	81	E	0	N	3
66	74	N	82	W	0	N	4
128	62	N	55	W	0	N	5
62	76	N	89	W	0	N	6
102	75	N	71	W	0	N	7
84	57	N	66	W	0	N	8
06	84	N	84	W	0	N	9
98	69	N	83	W	0	N	10
73	53	N	81	W	0	N	11
104	56	N	85	W	0	N	12
81	85	N	77	E	0	N	13
87	59	N	74	W	0	N	14
174	87	E	87	N	0	N	15
77	64	N	82	W	0	N	16
80	65	N	75	W	0	N	17
78	84	S	81	E	0	N	18
36	70	W	71	N	0	N	19
76	82	N	86	E	0	N	20
85	71	S	80	W	0	N	21
94	85	S	82	E	0	N	22
71	81	N	70	E	0	N	23
17	66	E	85	N	0	N	24
178	68	E	87	N	0	N	25
80	63	N	82	E	0	N	26
85	68	N	86	E	0	N	27
47	72	N	81	E	0	N	28
100	84	S	83	E	0	N	29
82	48	N	82	E	0	N	30
450	0		0		0		0

RESULTADOS METODO DE ETCHECOPAR.

ECART MOYEN EN DEGRES 6.85341

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	30.8	ERR SUR PEND	7.8
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	87.5	ERR SUR PEND	8.9
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	83.1	ERR SUR PEND	22.0

ERREUR SUR R 0.68E-01

CASTEJON1


TENSEUR EN X Y Z                      DANS LES AXES PRINCIPAUX \*\*\*\*\*

SIGMA(1)=	0.65863	DIRECTION	281.6	PENDAGE	78.2
SIGMA(2)=	-0.31725	DIRECTION	96.3	PENDAGE	11.7
SIGMA(3)=	-0.34137	DIRECTION	186.5	PENDAGE	1.1

RAPPORT R = 0.02

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR




 Universidad de Zaragoza  
 Centro de Cálculo de la

LE	CARACTERE A	CORRESPOND	AUX	DONNEES	13
LE	CARACTERE B	CORRESPOND	AUX	DONNEES	25
LE	CARACTERE C	CORRESPOND	AUX	DONNEES	11
LE	CARACTERE D	CORRESPOND	AUX	DONNEES	6
LE	CARACTERE E	CORRESPOND	AUX	DONNEES	15
LE	CARACTERE F	CORRESPOND	AUX	DONNEES	16
LE	CARACTERE G	CORRESPOND	AUX	DONNEES	4
LE	CARACTERE H	CORRESPOND	AUX	DONNEES	21
LE	CARACTERE I	CORRESPOND	AUX	DONNEES	14
LE	CARACTERE J	CORRESPOND	AUX	DONNEES	17
LE	CARACTERE K	CORRESPOND	AUX	DONNEES	20
LE	CARACTERE L	CORRESPOND	AUX	DONNEES	7
LE	CARACTERE M	CORRESPOND	AUX	DONNEES	24
LE	CARACTERE N	CORRESPOND	AUX	DONNEES	12
LE	CARACTERE O	CORRESPOND	AUX	DONNEES	1
LE	CARACTERE P	CORRESPOND	AUX	DONNEES	28
LE	CARACTERE Q	CORRESPOND	AUX	DONNEES	8

\*\*\*\*\* FIN DE L ETAPR NO 3

\*\*\*\*\* DEBUT DE L ETAPE NO 4

0.782253E+02 0.117259E+02 0.105653E+01 0.281564E+03 0.962686E+02 0.186488E+03

GAMME			NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME											
1	0.0	0.1	12	13	25	11	6	15	16	4	21	14	17	20	10
2	0.1	0.2	18	7	24	9	12	1	28						
3	0.2	0.3	20	8	27										
4	0.3	0.4	29	29	26	23	3	22	19	30	5	18			
5	0.4	0.5	30	2											

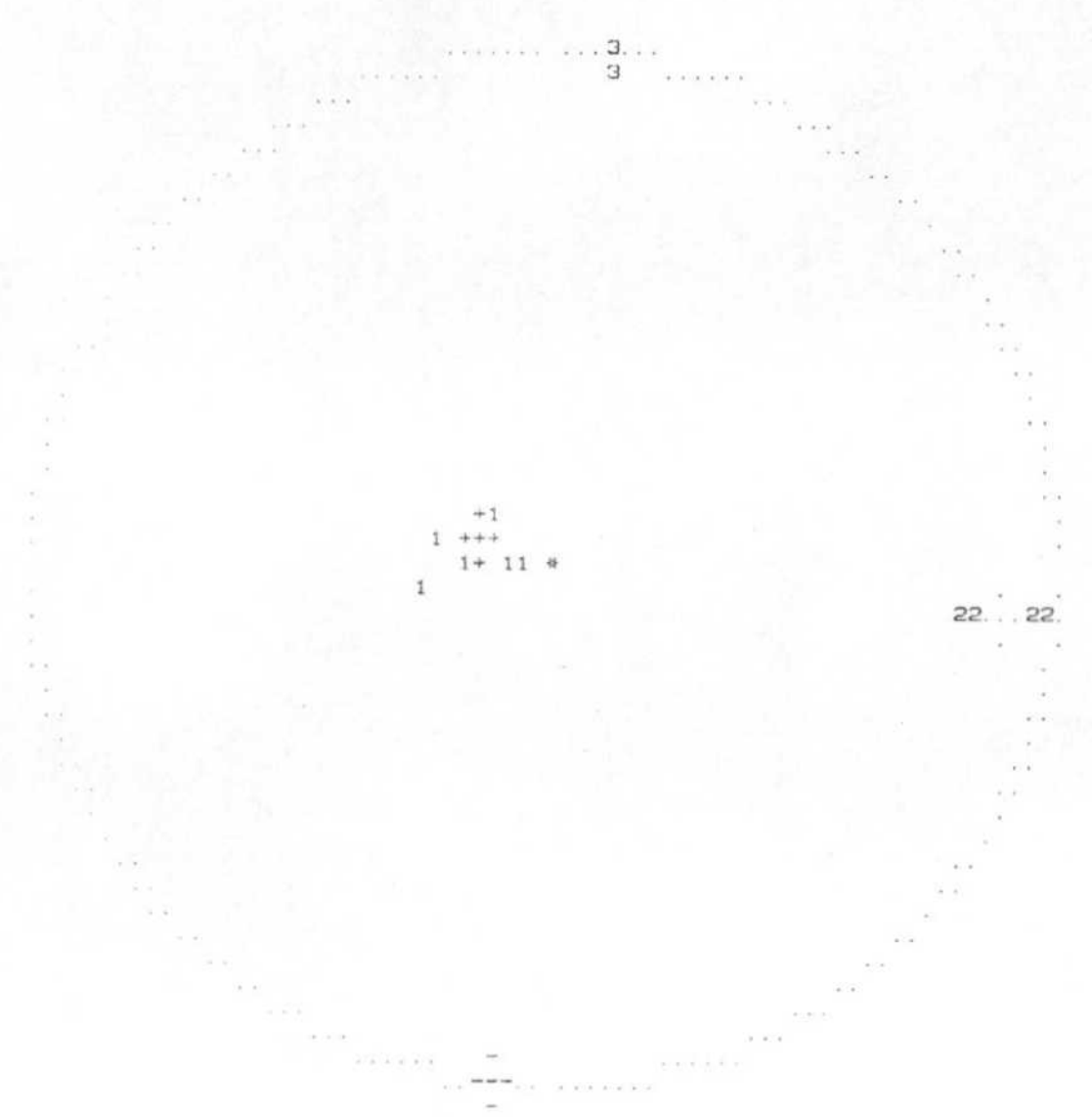


Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza



PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMITZ DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANT A CHAQUE STRIE

CASTEJON1



\*\*\*\*\*FIN FINALE



Geología Estructural  
Univ. de Zaragoza

ESTACION: CASTEJON2  
(REMOLINOS 2)

HOJA No. : 322

COORDENADAS UTM:  
38TMM693483

So: HORIZ

EDAD/FACIES MIOCE

NUMERO DE DATOS: 36

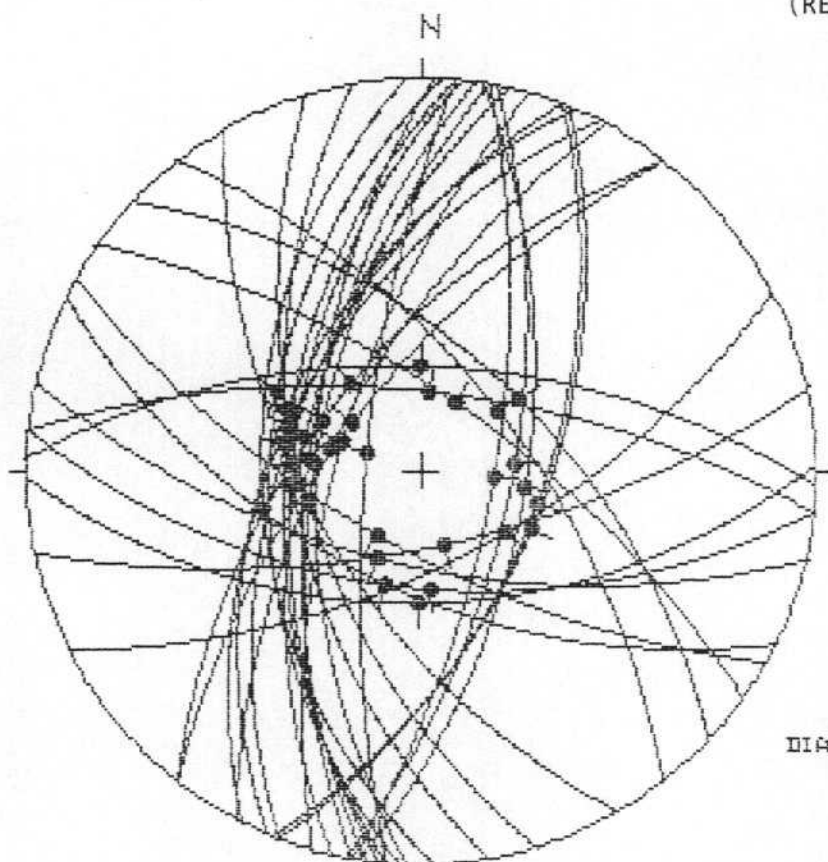
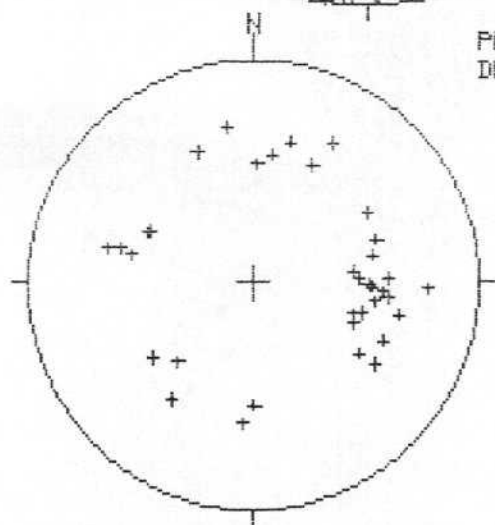
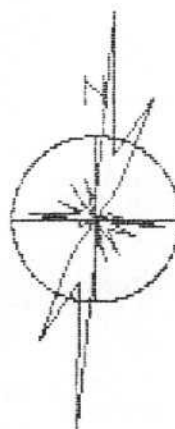


DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS  
DE DIRECCIONES DE FALLA



PROYECCION  
DE POLOS



DIPLOS DE FALLAS SINISTRALES

+ IPOLOS DE FALLAS NORMALES

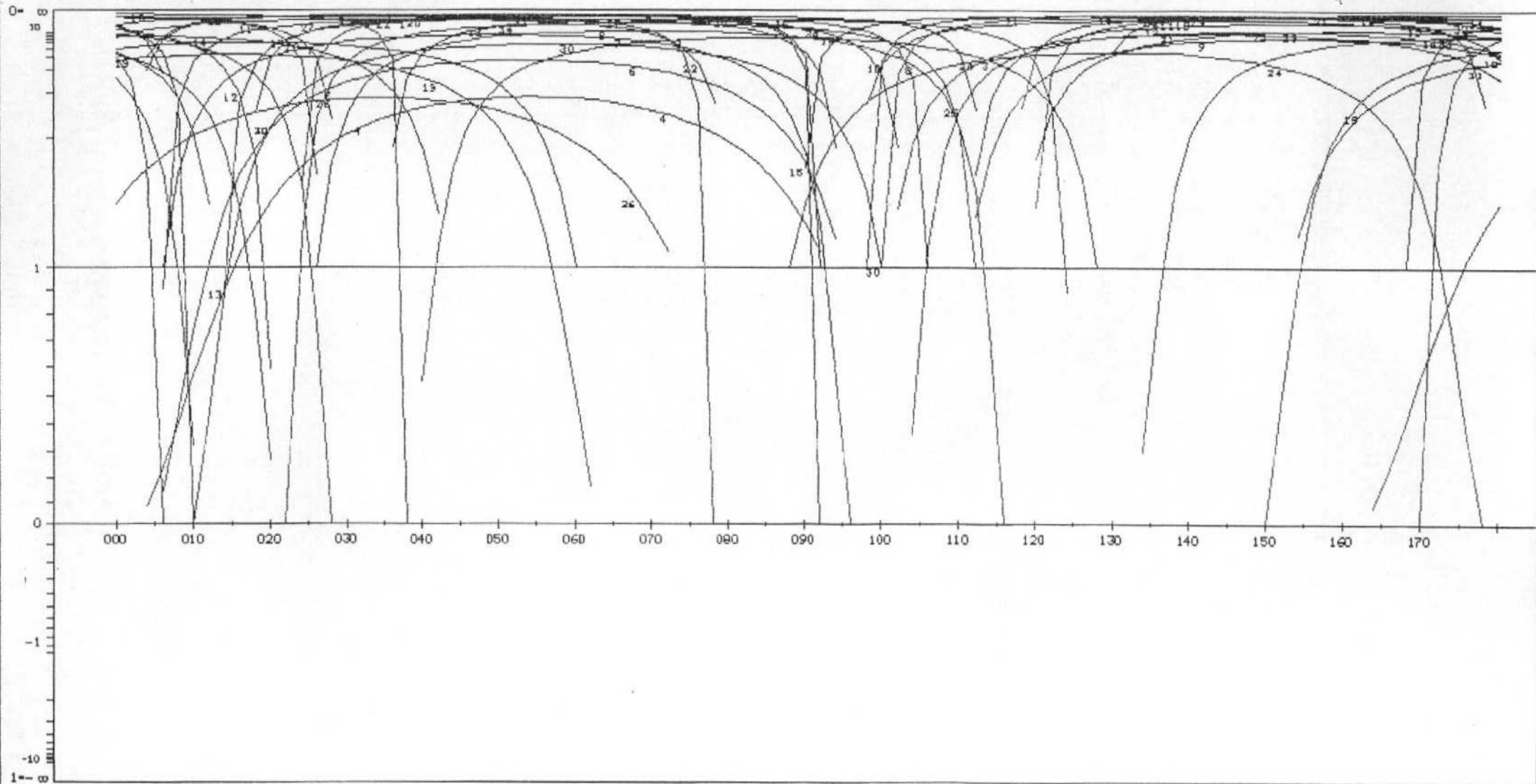
\* IPOLOS DE FALLAS DEXTRALES

- IPOLOS DE FALLAS INVERSA

RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA: 18%

METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: CASTEJONZ / SIN ABATIR  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL. Universidad de Zaragoza



RESULTADOS METODO DE ETCHECOPAR.

Centro de Cálculo de la Universidad



\*\*\*\*\*DEBUT DE LA TROISIEME ETAPE

REGRESSION MOINDRE CARR SUR LES 34PLUS FAIBLES ECARTS

ECART MOYEN EN DEGRES 4.99512

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	268.1	ERR SUR PEND	5.8
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	59.1	ERR SUR PEND	5.3
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	59.0	ERR SUR PEND	6.9

ERREUR SUR R 0.14E+00

CASTEJON2

NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX *****			
SIGMA(1)=	0.65102	DIRECTION	34.7	PENDAGE	88.6
SIGMA(2)=	-0.30203	DIRECTION	192.1	PENDAGE	1.3
SIGMA(3)=	-0.34898	DIRECTION	282.1	PENDAGE	0.5

RAPPORT R = 0.05

CASTEJON2



Cálculo de la Universidad de Zaragoza

23	49	W	89	N	0	N	1
2	60	W	89	N	0	N	2
38	59	W	83	N	0	N	3
3	48	W	72	N	0	N	4
92	60	N	89	W	0	N	5
5	52	W	79	N	0	N	6
96	57	S	84	E	0	N	7
116	57	S	85	E	0	N	8
21	52	W	84	S	0	N	9
6	54	W	88	S	0	N	10
119	68	S	88	W	0	N	11
21	56	E	87	N	0	N	12
13	56	W	86	N	0	N	13
133	56	N	84	E	0	N	14
89	53	S	89	W	0	N	15
125	68	N	91	W	0	N	16
9	60	E	90	N	0	N	17
38	66	W	86	S	0	N	18
63	63	S	77	E	0	N	19
16	66	W	88	N	0	N	20
8	58	W	86	S	0	N	21
170	54	W	88	N	0	N	22
28	64	W	84	S	0	N	23
178	46	W	82	S	0	N	24
103	53	S	84	W	0	N	25
163	37	W	66	N	0	N	26
5	74	W	86	N	0	N	27
150	58	W	83	N	0	N	28
27	51	W	89	S	0	N	29
10	60	W	91	N	0	N	30
11	64	E	83	N	0	N	31
10	69	E	88	N	0	N	32
78	68	S	88	E	0	N	33
22	55	E	87	S	0	N	34
142	62	E	90	E	0	N	35
96	67	N	90	E	0	N	36
450	0		0		0		0

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.2278 POUR LES 34 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME ET A 0.4139 POUR L ENSEMBLE DU PAQUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR

Z3M. B. . . 4 . . . . .  
 GE. SF . R . . . . .

L. G T U . . . . .

J. 1 . . . . .

2 YH . . . . .

KVW P . . . . .

D . . . . .

DC . . . . .

I X A . . . . .

N . . . . .

Universidad de Zaragoza

Centro de Cálculo de la



LE CARACTERE A	CORRESPOND	AUX	DONNEES	36	
LE CARACTERE B	CORRESPOND	AUX	DONNEES	1	
LE CARACTERE C	CORRESPOND	AUX	DONNEES	11	
LE CARACTERE D	CORRESPOND	AUX	DONNEES	18	
LE CARACTERE E	CORRESPOND	AUX	DONNEES	13	34
LE CARACTERE F	CORRESPOND	AUX	DONNEES	22	
LE CARACTERE G	CORRESPOND	AUX	DONNEES	12	
LE CARACTERE H	CORRESPOND	AUX	DONNEES	5	
LE CARACTERE I	CORRESPOND	AUX	DONNEES	32	
LE CARACTERE J	CORRESPOND	AUX	DONNEES	17	
LE CARACTERE K	CORRESPOND	AUX	DONNEES	20	
LE CARACTERE L	CORRESPOND	AUX	DONNEES	2	30
LE CARACTERE M	CORRESPOND	AUX	DONNEES	29	
LE CARACTERE N	CORRESPOND	AUX	DONNEES	27	
LE CARACTERE O	CORRESPOND	AUX	DONNEES	33	
LE CARACTERE P	CORRESPOND	AUX	DONNEES	35	
LE CARACTERE Q	CORRESPOND	AUX	DONNEES	21	
LE CARACTERE R	CORRESPOND	AUX	DONNEES	15	
LE CARACTERE S	CORRESPOND	AUX	DONNEES	10	
LE CARACTERE T	CORRESPOND	AUX	DONNEES	14	28
LE CARACTERE U	CORRESPOND	AUX	DONNEES	7	8
LE CARACTERE V	CORRESPOND	AUX	DONNEES	31	
LE CARACTERE W	CORRESPOND	AUX	DONNEES	23	
LE CARACTERE X	CORRESPOND	AUX	DONNEES	16	
LE CARACTERE Y	CORRESPOND	AUX	DONNEES	25	
LE CARACTERE Z	CORRESPOND	AUX	DONNEES	9	
LE CARACTERE 1	CORRESPOND	AUX	DONNEES	3	
LE CARACTERE 2	CORRESPOND	AUX	DONNEES	19	

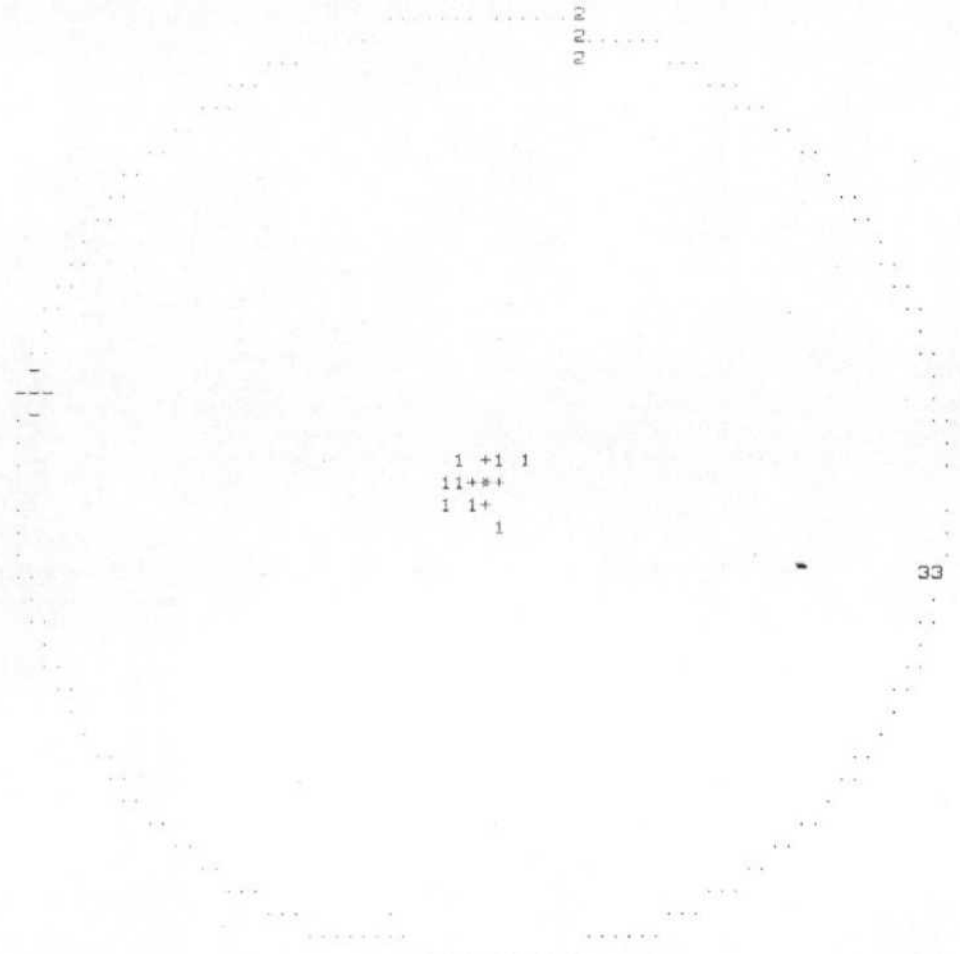


CASTEJON2

GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME
1	0 0 0 1	23 36 1 11 18 13 22 12 5 32 17 20 2 29 27 33 35 21 15 10 14 7 28 34
2	0 1 0 2	31 23 16 8 25 9 30 3 19 6 24
3	0 2 0 3	4
4	0 3 0 4	26

PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMITT DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANT A CHAQUE STRIE

CASTEJON2

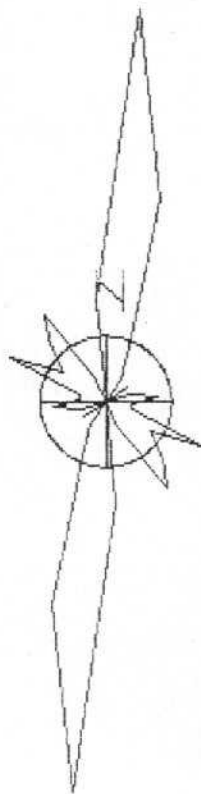


Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 3  
MIOCENO  
Nº DATOS = 50



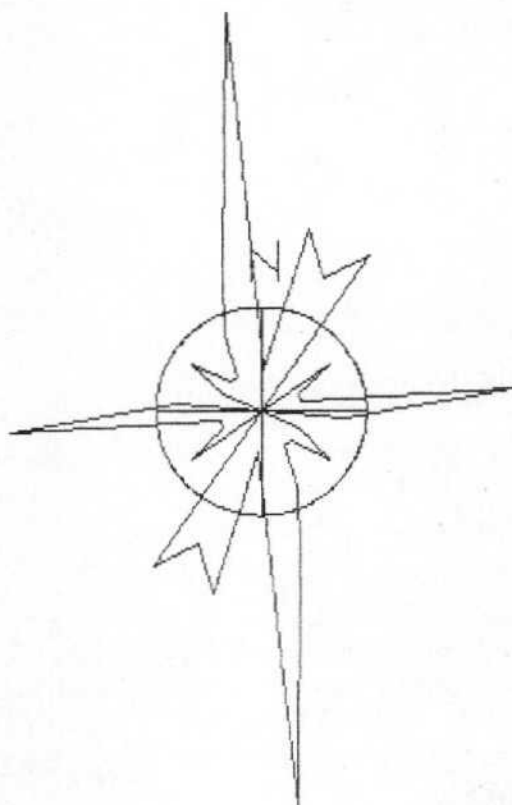
Radio de la circunferencia=5%

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 4  
MIOCENO

Nº DATOS = 40

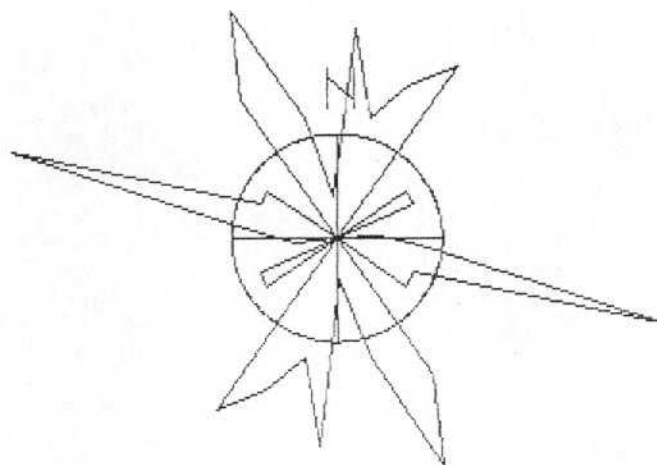


Radio de la circunferencia = 5%

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 5  
MIOCENO  
Nº DATOS = 50



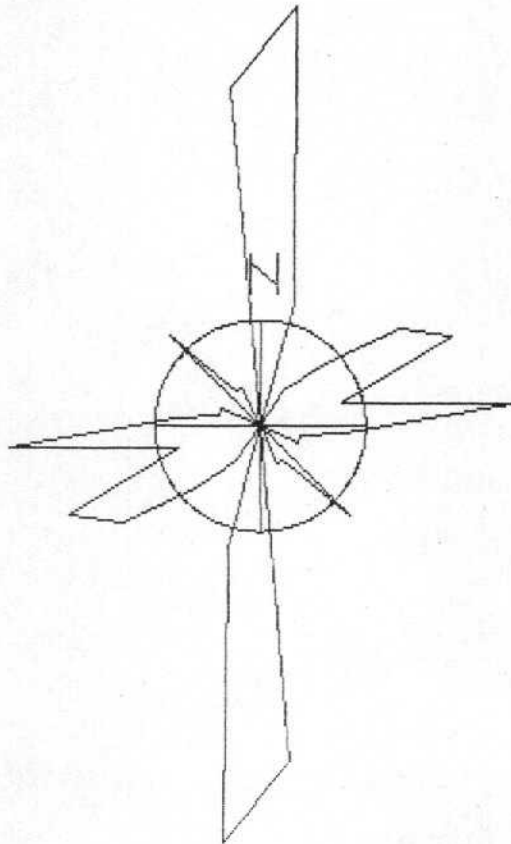
Radio de la circunferencia=5%

100

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 6  
MIOCENO  
Nº DATOS = 50



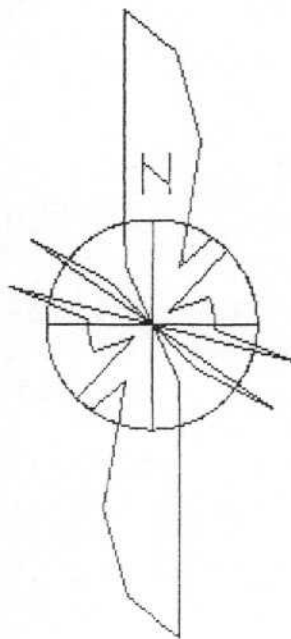
Radio de la circunferencia=5%

1 16 21

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 7  
MIOCENO  
Nº DATOS = 50



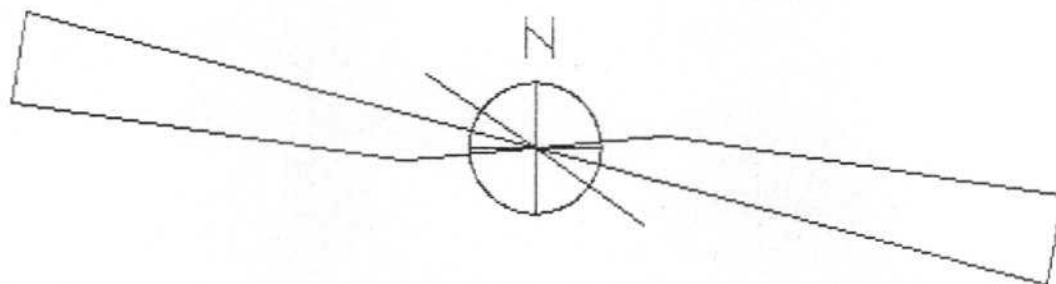
Radio de la circunferencia=5%

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 8

Nº DATOS = 10  
CUATERNARIO

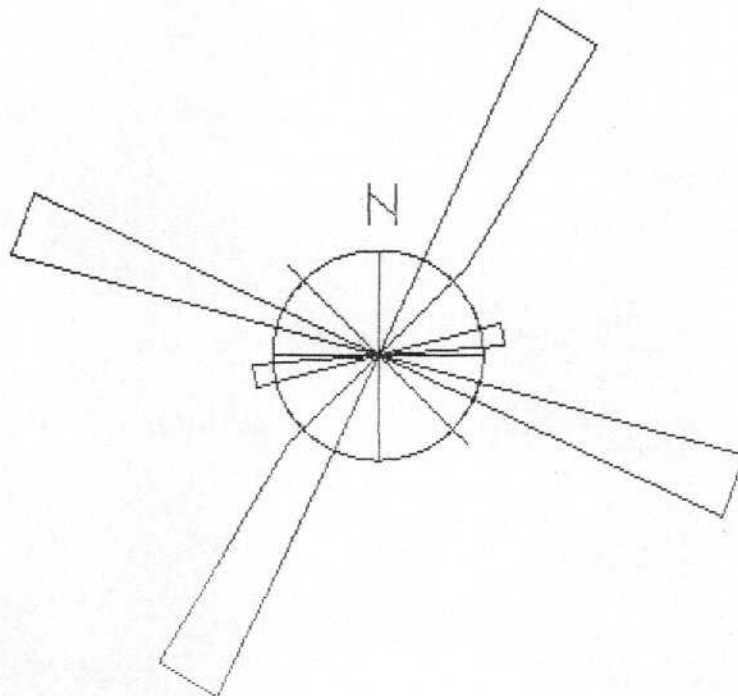


Radio de la circunferencia=5%

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 9  
CUATERNARIO  
Nº DATOS = 16



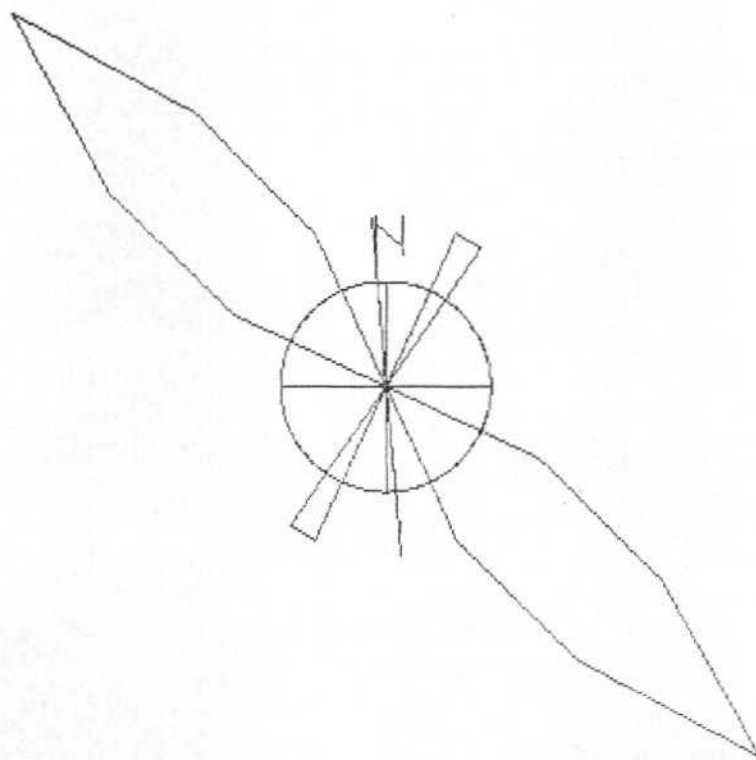
Radio de la circunferencia=5%



# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 10  
CUATERNARIO  
Nº DATOS = 12



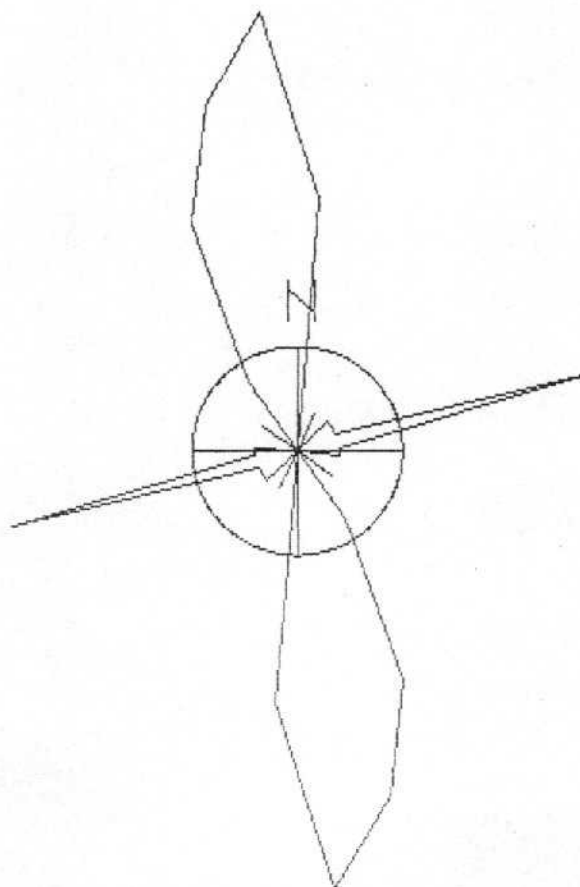
Radio de la circunferencia=5%

162

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 11  
MIOCENO  
Nº DATOS = 40



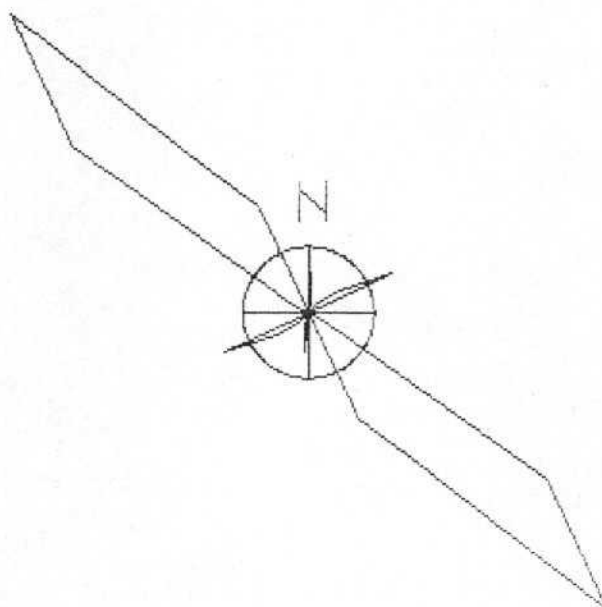
Radio de la circunferencia=5%

162

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 12  
MIOCENO  
Nº DATOS = 53

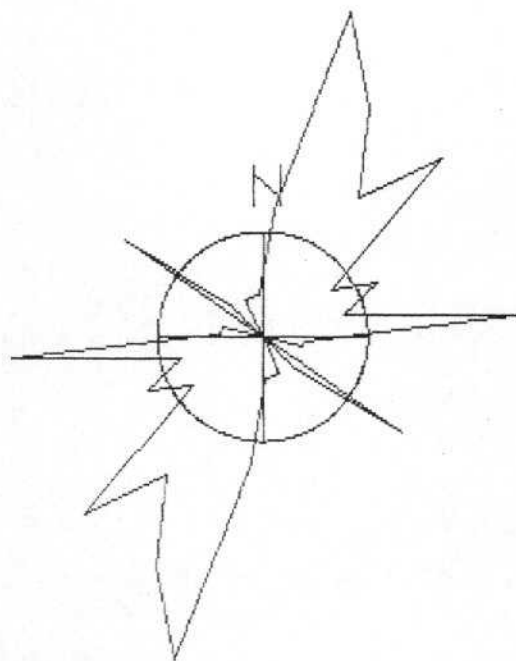


Radio de la circunferencia=5%

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 13  
MIOCENO  
Nº DATOS = 50

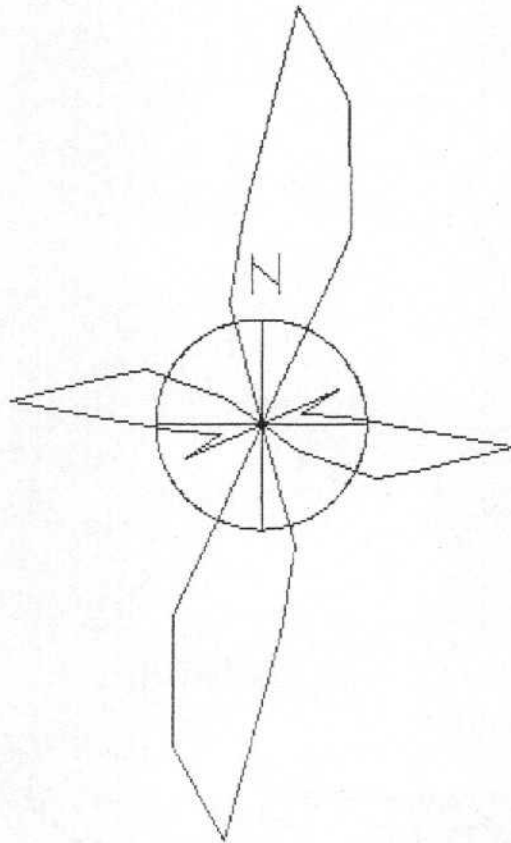


Radio de la circunferencia=5%

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 14  
MIOCENO  
Nº DATOS = 50

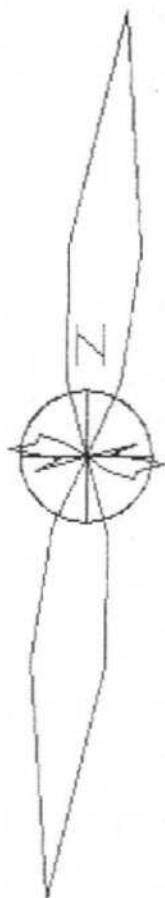


Radio de la circunferencia=5%

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 15  
MIOCENO  
Nº DATOS = 50



Radio de la circunferencia=5%

16.2.

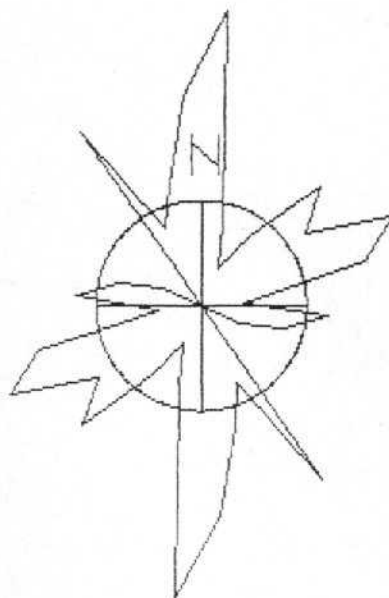
# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 16

MIOCENO

Nº DATOS = 50



Radio de la circunferencia=5%

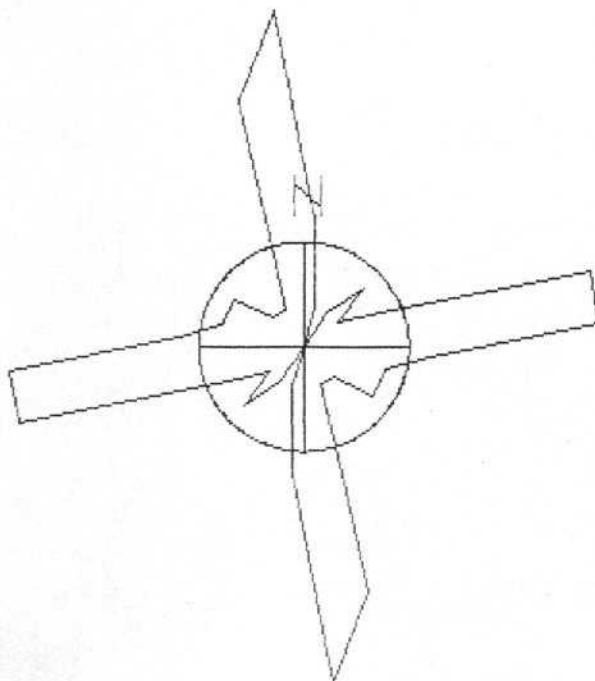
# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 17

MIOCENO

Nº DATOS = 50



Radio de la circunferencia=5%

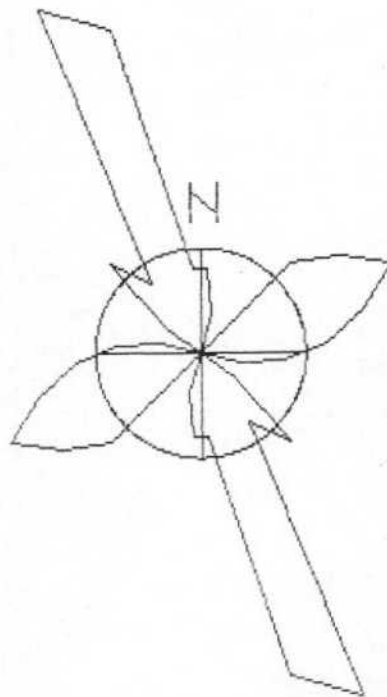
100



# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION: REMOLINOS 18  
MIOCENO  
Nº DATOS = 50

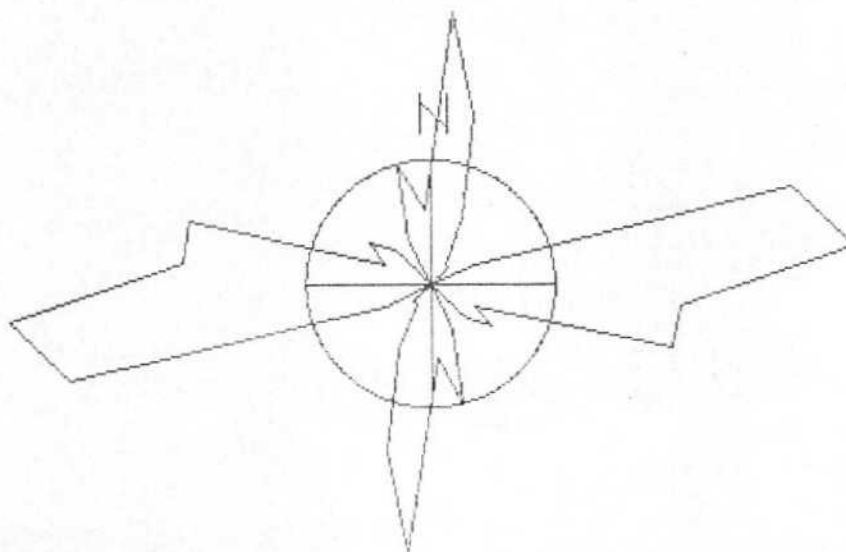


Radio de la circunferencia=5%

# DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio (modificado por Jose' Antonio)

ESTACION: REMOLINOS 19  
MIOCENO  
Nº DATOS = 50



Radio de la circunferencia=5%