

HOJA N° 385 (CASTEJON DE MONEGROS)
NEOTECTONICA.

José Luis SIMON GOMEZ
Departamento de Geología. Universidad de Zaragoza.

*(con la colaboración de Luis ARLEGUI, Octavio ARTIEDA,
Carisio FERNANDEZ y Carlos LIESA).*

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 definirlas, 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 aquéllas 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 períodos. De hecho, si siguiéramos este criterio, nuestro estudio se vería enormemente restringido (prácticamente debería limitarse a un único caso de deformación observada en depósitos cuaternarios), ya que en la hoja no parecen existir depósitos pliocenos, y la atribución de la parte alta de la serie de Alcubierre al Mioceno superior no es absolutamente segura.

Teniendo esto en cuenta, existen tres tipos fundamentales de deformaciones

que afectan únicamente a los materiales de la serie miocena, pero cuya edad puede interpretarse razonablemente como situada en el Mioceno superior-Plioceno:

(a) Basculamientos de la serie miocena, que pueden correlacionarse con otros observados en hojas vecinas afectando a extensiones de bastantes kilómetros cuadrados, y que deben de haberse producido en etapas tardías o posteriores respecto a la sedimentación de la misma.

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

(c) Sistemas de fallas normales de pequeño o nulo desplazamiento, a partir de cuyos planos y estrías pueden reconstruirse los estados de paleoesfuerzos bajo los que fueron activadas.

Aparte de estas deformaciones, dentro del ámbito de la neotectónica sólo podríamos añadir un único caso observado de deformación diapirica que afecta a materiales cuaternarios.

No obstante, cabe señalar asimismo la presencia de un denso haz de lineamientos de dirección 120-130, perfectamente visibles en la fotografía aérea, que pueden interpretarse sin demasiados problemas como líneas de fractura. Dichos lineamientos vienen marcados por valles rectilíneos, pudiendo en ocasiones reconocerse varios de ellos alineados. Ocupan toda la parte sur y suroeste de la hoja, quedando completamente excluidos los relieves de la Sierra de Alcubierre. Cabe inferir, por tanto, que la fracturación sólo afecta a los términos inferiores de la serie miocena, con lo cual no existen argumentos que permitan encuadrarla en el ámbito temporal de la neotectónica. Por otra parte, resulta muy difícil conocer el carácter de tales fracturas. Es posible tanto que se trate de fallas normales relativamente tardías como de fallas de desgarre relacionadas con eventos compresivos del Mioceno inferior.

BASCULAMIENTOS DE LA SERIE MIOCENA.

En las unidades yesíferas que ocupan la mitad meridional de la hoja es posible observar localmente pequeñas ondulaciones, probablemente debidas al plegamiento desarrollado en régimen compresivo durante el Mioceno inferior, del cual existen registros en muchos puntos de la región. Por encima yace la serie de la Sierra de Alcubierre, que presenta en general una disposición subhorizontal.

Sin embargo, en el área de la Plana de la Cruz, cerca del límite norte de la hoja, las capas aparecen levemente basculadas (unos 2°) hacia el SW. Esta inclinación se aprecia tanto por la traza de las líneas de capa en el mapa topográfico como la observación panorámica *in situ* (figura 1). En el mapa a escala 1:50.000 se ha representado este basculamiento mediante la utilización del símbolo correspondiente. Quizá este hecho no mereciera una mayor atención de no ser porque la misma disposición puede seguirse hacia el NW en todo el ámbito de la Sierra de Alcubierre y su entorno (hojas de Lanaja, Leciñena, Zuera y Almudévar). Así pues, a pesar de que la magnitud de la inclinación es pequeña, nos encontramos ante una estructura de primer orden en el sector central de la Cuenca del Ebro.

SISTEMAS DE DIACLASAS.

Todos los niveles competentes miocenos, con un especial desarrollo en las calizas y areniscas, 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 variar entre 10 y 40 cm., y es función del propio espesor de las capas afectadas, de forma que suele aumentar al hacerlo éste. El cociente entre espaciado de diaclasas y espesor de capas suele estar comprendido entre 0.4 y 1.5. HANCOCK y ENGELDER (1989), en un estudio sobre diaclasas en el que presentan algunos ejemplos de la Depresión del Ebro, sugieren que, para un espesor dado de las capas, el espaciado de las diaclasas de una familia aumenta con

la cota de la estación de medida. Sin embargo, a partir de las mediciones hechas por nosotros no se desprende tal relación. La figura 3 muestra que tanto el espaciado absoluto como el cociente espaciado / espesor tienen unos rangos de variación constantes independientemente de la cota del afloramiento en que se han medido. Aunque en el gráfico de relación espaciado-cota puede definirse una recta de regresión con pendiente positiva, es evidente que el coeficiente de correlación entre ambas variables es demasiado pequeño para tomarlo seriamente en consideración.

Se han estudiado un total de 31 estaciones de diaclasas, casi todas ellas en el ámbito de la Sierra de Alcubierre. En cada una se han tomado, como mínimo, 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 existen muchos casos en los que ambas tienen un peso similar (estaciones 2, 18, 24 y 25). Este esquema se observa mejor en el sector central de la sierra de Alcubierre (en los alrededores y al E de la localidad de Monegrillo).

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 σ_2 situado en dirección N-S, es decir, coincidente con el eje σ_1 del campo

compresivo. Paralela a dicho eje se formaría la familia principal N-S de fracturas tensionales. En el momento en que esto ocurre el esfuerzo σ_3' extensivo experimenta una relajación que da lugar a su intercambio con el eje σ_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, bien porque aparece alguna otra familia de fracturas añadida a las dos mencionadas o bien porque dominan otras direcciones. Las estaciones donde ocurre esto se localizan en general en posiciones periféricas respecto a la Sierra de Alcubierre: estaciones 1, 19 y 21, con dominio de una dirección NE, y 10, 20 y 23, con dominio de una dirección ESE a SE. Estas direcciones anómalas podrían 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 σ_2 y σ_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.

SISTEMAS DE FALLAS NORMALES. PALEOESFUERZOS.

En puntos aislados de la hoja, y en cantidad bastante modesta, se han observado fallas normales con nulo o pequeño desplazamiento. En tres estaciones se han medido poblaciones de ellas suficientemente numerosas para acometer su análisis e interpretar los elipsoides de esfuerzos neógenos. Los mejores ejemplos

aparecen en la estación 11 (fig. 4), donde se ha localizado la falla con mayor salto de todas: 1,50 m. (fig. 4 B). Los datos de planos y estriás han sido analizados mediante el diagrama de *diedros rectos* (ANGELIER y MECHLER, 1977), el *diagrama y-R* (SIMON, 1986) y el *método de Etchecopar* (ETCHECOPAR et al., 1981).

Los resultados del análisis de estas fallas en las estaciones 11 y 33 (ver anexo) son coherentes con las características del campo de esfuerzos inferido de los sistemas de diaclasas: σ_1 vertical, σ_2 NNE Y σ_3 ESE. Las diferencias entre una y otra estación radican fundamentalmente en el tipo de elipsoide de esfuerzos obtenido. En la primera de ellas (11) ese tensor es de distensión radial casi pura ($R = 0.02$; $\sigma_2 \approx \sigma_3$); de hecho, a partir del método de Etchecopar se obtiene una segunda solución casi tan satisfactoria como la enunciada y en la que el eje σ_3 se encuentra intercambiado con respecto al σ_2 , presentando una dirección 020. El diagrama de diedros rectos en esta misma estación resulta poco expresivo e indica la posibilidad de extensión en casi cualquier dirección horizontal por igual. El diagrama y-R da resultados bastante coherentes con los del método de Etchecopar, pero aparte de la solución principal se esbozan otros nudos correspondientes a direcciones de σ_3 en torno a 125 y 005.

El tensor de esfuerzos obtenido en la estación 33 es de distensión triaxial (valor de la relación de esfuerzos R igual a 0.24). Dicho tensor se obtiene a partir de una población de fallas con una orientación preferente muy marcada próxima a N-S, que condiciona necesariamente una orientación de ejes de esfuerzos bastante definida. Los diagramas y-R y de diedros rectos resultan poco expresivos por encontrarnos ante un sistema de fallas conjugadas casi puras.

En la estación 34 se obtienen unas orientaciones distintas de los ejes principales de esfuerzos. También nos encontramos ante una distensión radial ($R = 0.07$), pero en este caso la orientación de σ_3 es 154, resultado lógico a la vista de la dirección dominante entre 050 y 070 que presentan las fallas del afloramiento. Sin duda este tensor de esfuerzos refleja una situación de perturbación del campo distensivo regional, lo cual resulta coherente con la ubicación de la estación en la

zona de fracturas NW-SE del sur de la hoja. Es muy probable que esta fracturación previa haya producido la desviación de las trayectorias de esfuerzos para orientar el σ_3 paralelo a las mismas, circunstancia prevista por los modelos de SIMON *et al.* (1988).

DEFORMACIONES DIAPIRICAS CUATERNARIAS.

Dentro de los depósitos cuaternarios hemos encontrado un único caso de deformación, cuyo origen puede atribuirse con bastante probabilidad a procesos de tipo diapirico. Se trata de un abombamiento laxo (figura 5) que puede observarse en depósitos detriticos de glacis (gravas calcáreas subredondeadas) en la zona al Sur de Monegrillo (coordenadas UTM: 30TYM157083). Los buzamientos medidos en las capas cuaternarias (ver el estereograma de la figura 5) sugieren un alargamiento de la estructura en dirección aproximada N-S, y alcanzan valores máximos de unos 20°. También se aprecian algunas muy escasas fracturas subverticales que podrían estar originadas por la extensión ligada al proceso de abombamiento diapirico. La interpretación de un origen de este tipo se basa en el estilo general de la estructura, similar al modelo domático descrito por SIMON Y SORIANO (1986) en el sector de Zaragoza, y por la presencia de yeso masivo en el núcleo de la misma.

CONCLUSIONES.

Hacia el Mioceno superior-Plioceno se produjo en la región una tectónica de tipo distensivo que, aunque no se manifiesta por fallas cartográficas, sí produjo un sistema de diaclasado bastante homogéneo y débiles pero extensos basculamientos probablemente controlados por grandes fallas del subsuelo. El campo de esfuerzos sería una distensión tendente a radial con σ_3 próximo a E-W, lo que hace que se forme una familia principal de diaclasas en torno a N-S. El intercambio de σ_2 y σ_3 en la horizontal tras producirse dichas fracturas daría lugar a una familia secundaria en

dirección E-W. En ciertas zonas, la presencia de una fracturación previa NW-SE es probablemente la razón de que las trayectorias del campo de esfuerzos regional se desvien para hacerse paralelas y perpendiculares a las mismas.

Durante el Cuaternario se producen procesos diapiricos a pequeña escala promovidos por materiales yesíferos miocenos sobre los depósitos de glaciares, que dan lugar a pequeños domos o abombamientos en estos últimos.

BIBLIOGRAFIA

- ANGELIER, J. y MECHLER, P. (1977): Sur une méthode graphique de recherche de contraintes principales également utilisable en tectonique et en séismologie: la méthode des dièdres droits. *Bull. Soc. Geol. France*, 19 (6), 1309-1318.
- 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.
- SIMON, J.L. y SORIANO, A.; (1986). "Diapiric deformations in the Quaternary deposits of the central Ebro Basin, Spain". *Geol. Mag.*, 123 (1), 45-57.



FIGURA 1. Basculamiento de las capas miocenas en la Plana de la Cruz
(límite norte de la hoja) (coordenadas UTM: 30TYM225140).

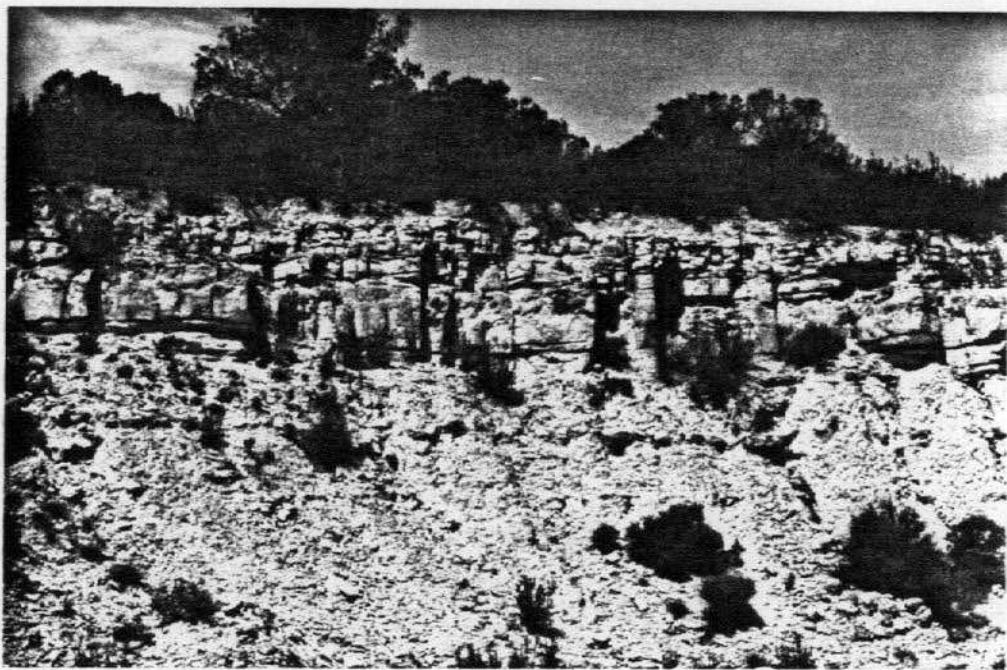


FIGURA 2. Sistema de diaclasas verticales en la estación Castejón 26.

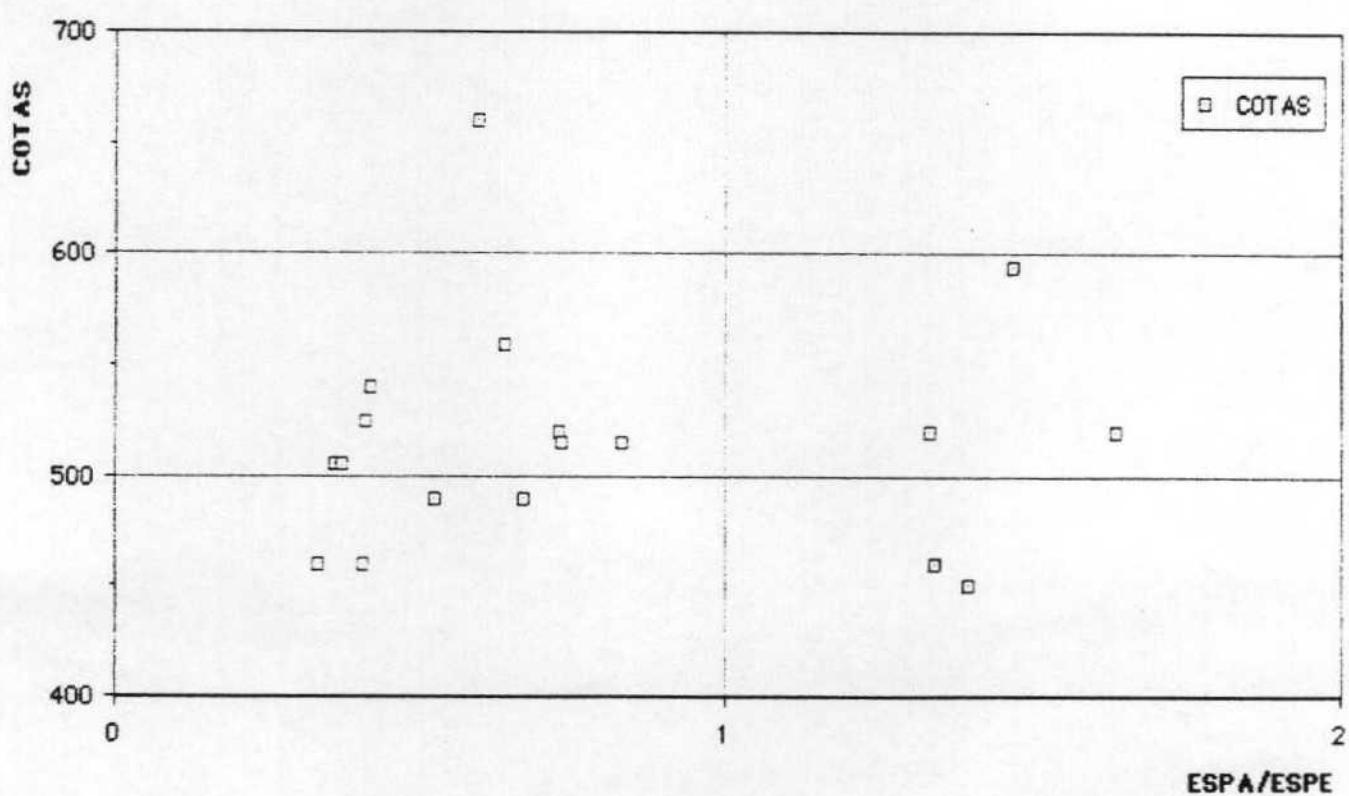
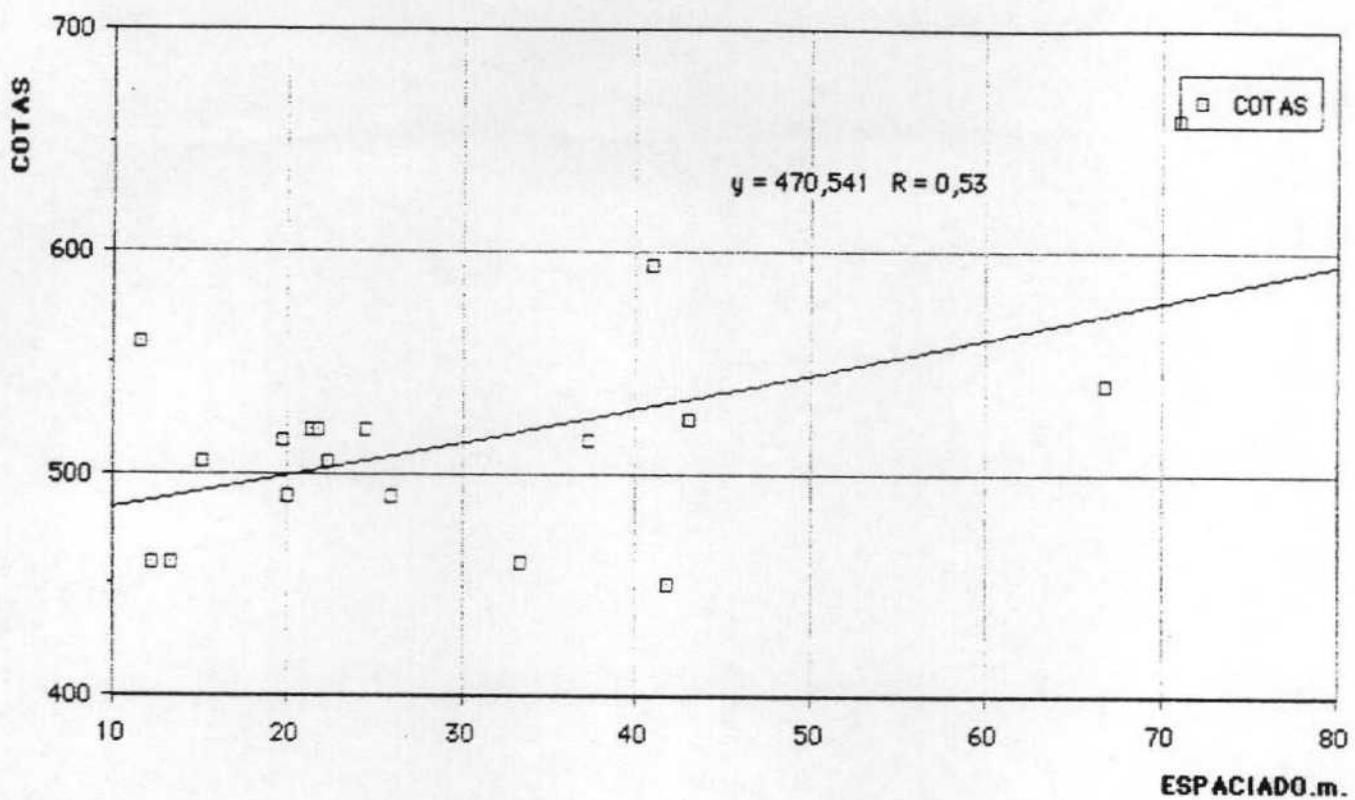


FIGURA 3. Relaciones entre espaciado de diaclasas, espesor de las capas y cota topográfica de las estaciones estudiadas en materiales miocenos.

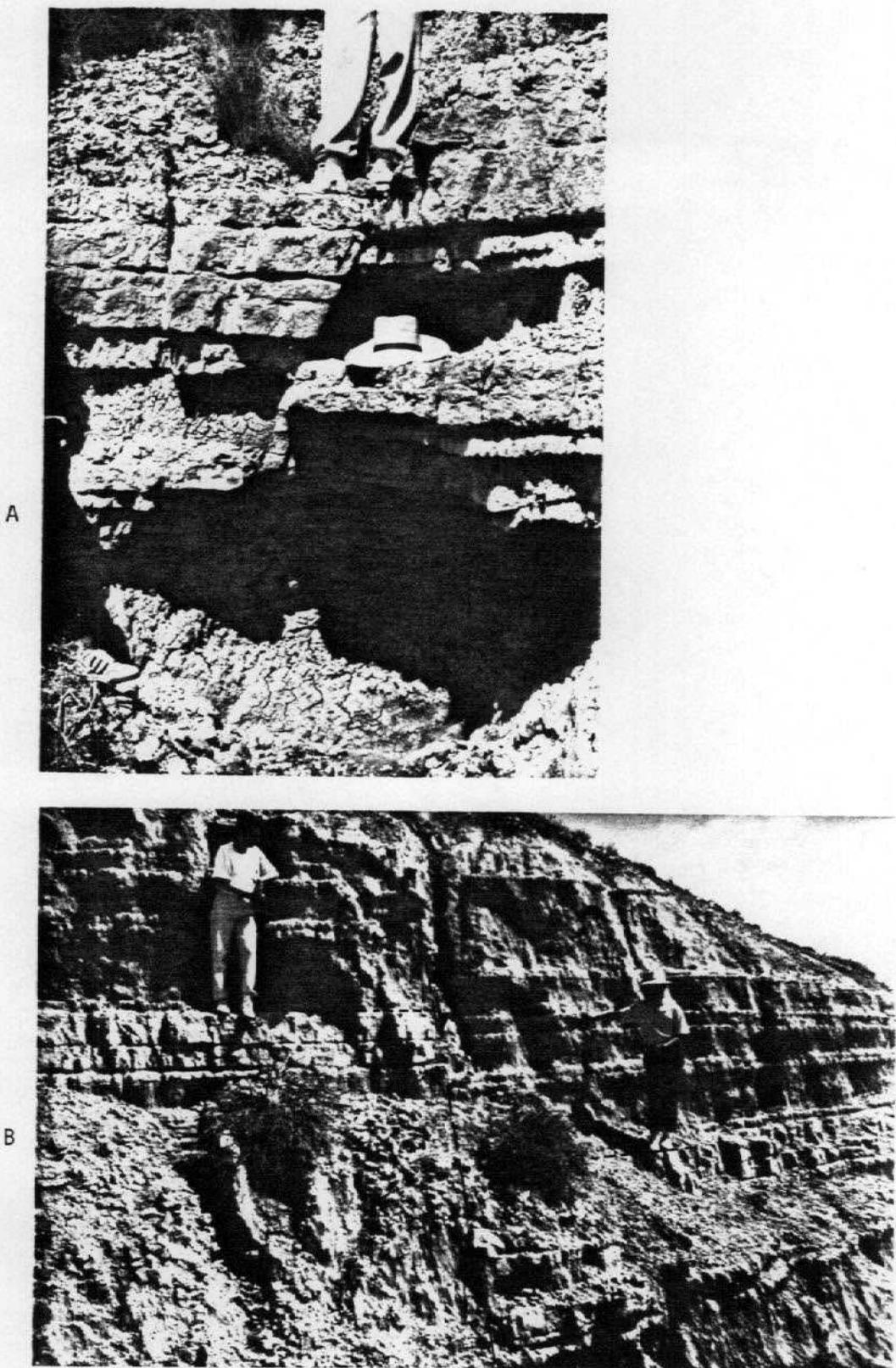


FIGURA 4. Fallas normales en la estación Castejón 11. El ejemplo de la fotografía inferior corresponde a la falla de mayor salto encontrada (próximo a 1.5 metros).

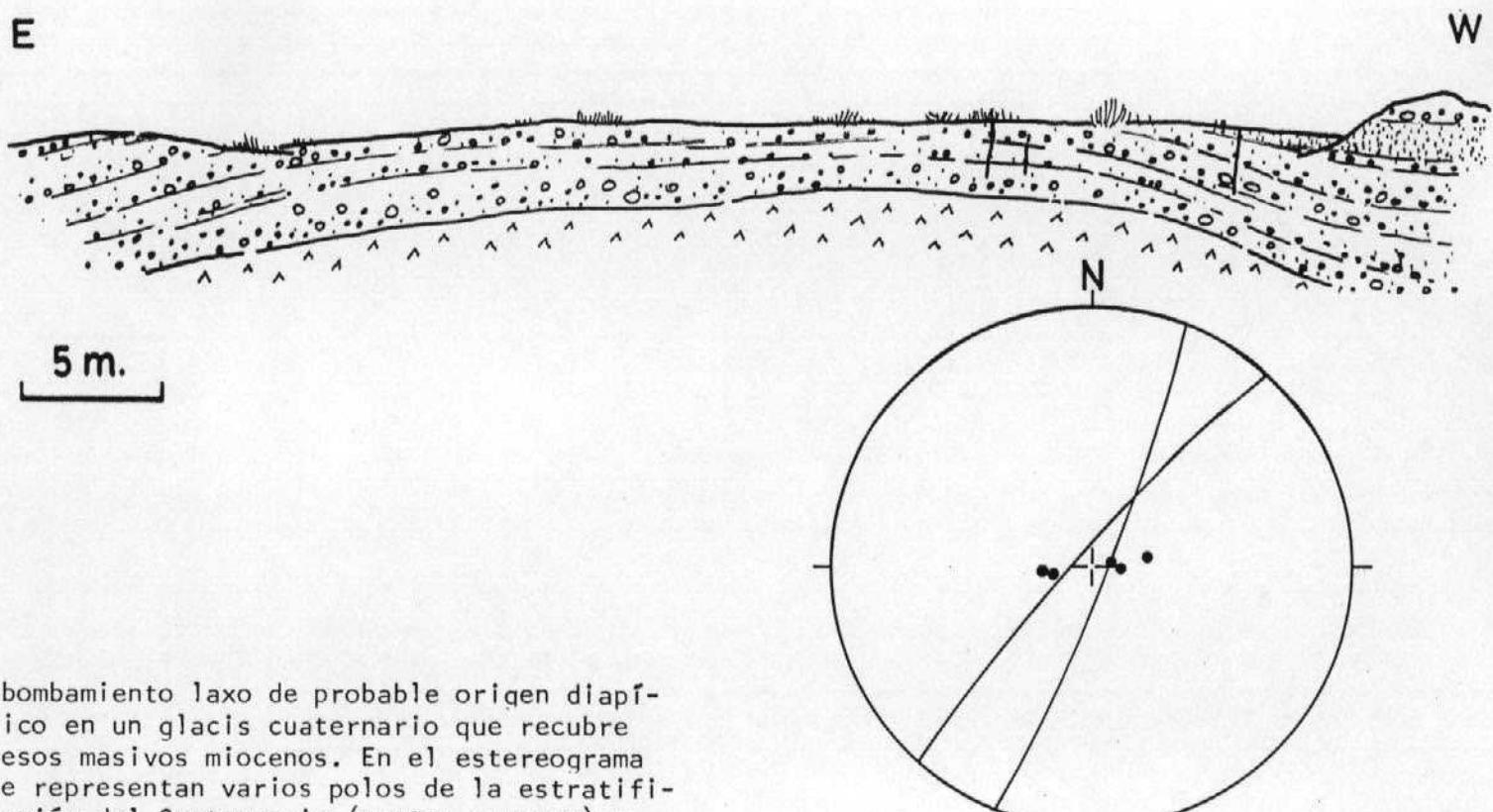


FIGURA 5. Abombamiento laxo de probable origen diapírico en un glacis cuaternario que recubre yesos masivos miocenos. En el estereograma se representan varios polos de la estratificación del Cuaternario (puntos gruesos) y las ciclográficas de dos pequeñas fracturas existentes en el mismo.

ANEXO

RESULTADOS DEL ANALISIS DE ESTRUCTURAS FRAGILES A ESCALA DE AFLORAMIENTO.

1. Diagramas en rosa de las poblaciones de diaclasas medidas en las estaciones estudiadas en materiales miocenos:

Cada diagrama representa 50 datos. El diámetro del círculo equivale a un 5 % de los mismos, para clases de 10°. Los diagramas están referidos al N magnético, si bien posteriormente, al hacer la representación esquemática en el mapa 1:50.000, se han corregido las direcciones para referirlas al N geográfico.

2. Resultados del análisis de paleoesfuerzos a partir de poblaciones de fallas (estaciones 11, 33 y 34):

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

(b) Diagrama de diedros rectos (ANGELIER y MECHLER, 1977). Los números que aparecen en el estereograma, multiplicados por 10, indican el porcentaje del total de fallas compatible con un eje de extensión según cada dirección del espacio. El máximo indica la posición más probable del eje σ_3 y el mínimo la de σ_1 .

(c) 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):

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

donde θ 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; σ_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 σ_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 estriás 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 estriás teóricas y reales, donde se sitúan todas las fallas de acuerdo con su numeración en el listado inicial.

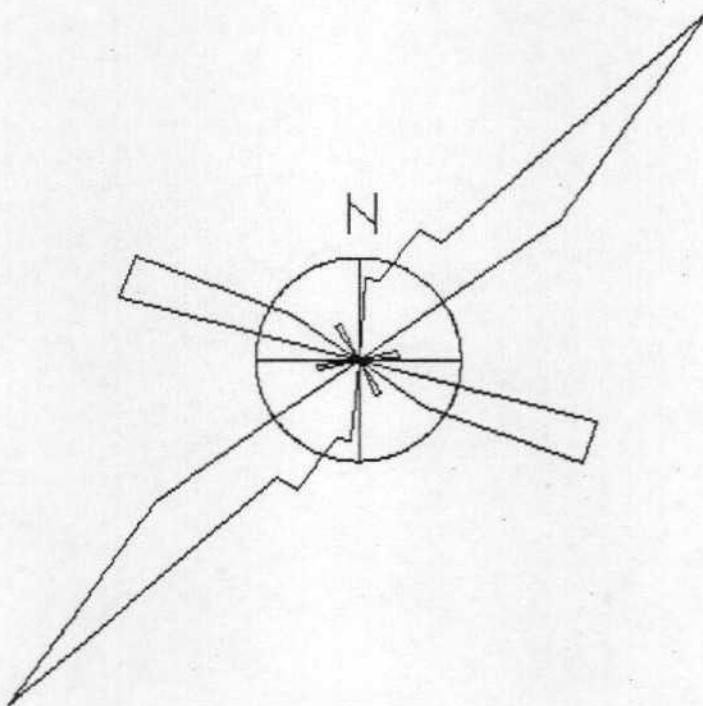
* Representación estereográfica equiareal de los ejes de esfuerzo, con indicación gráfica del margen de dispersión con el que se han calculado.

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 1.



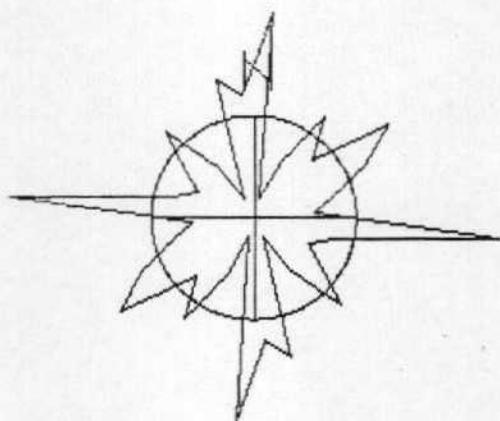
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 2,



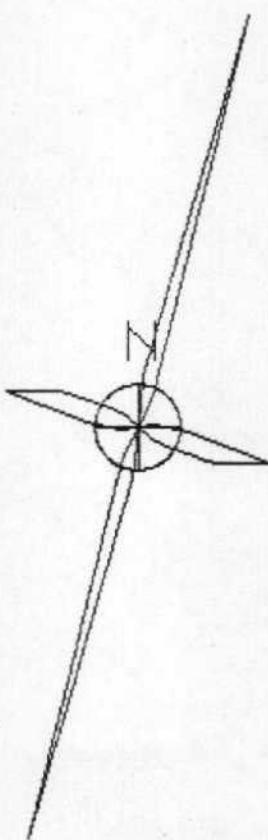
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 3.



Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:
CASTEJON 4,



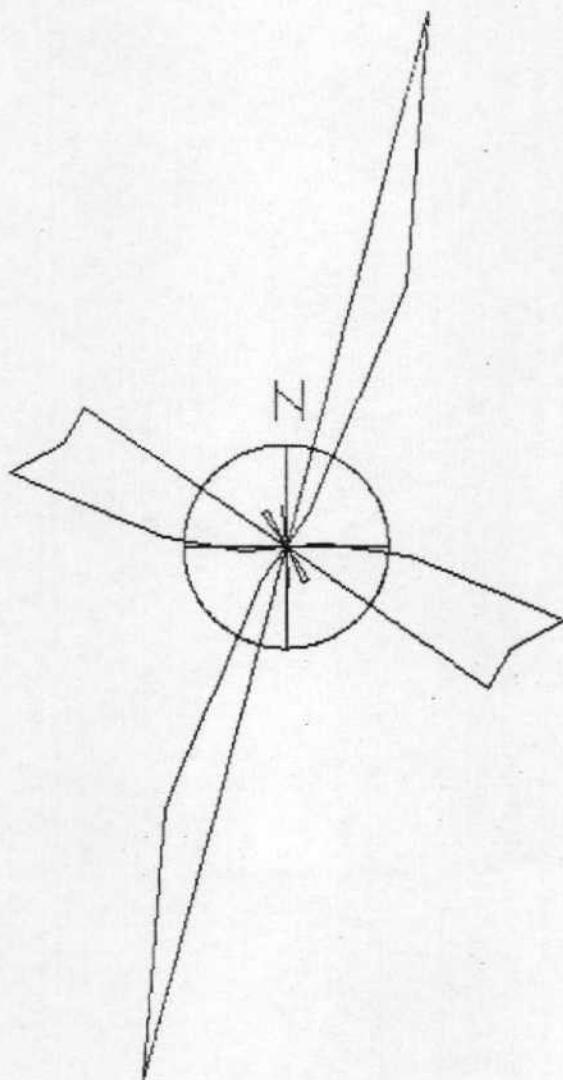
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 5.

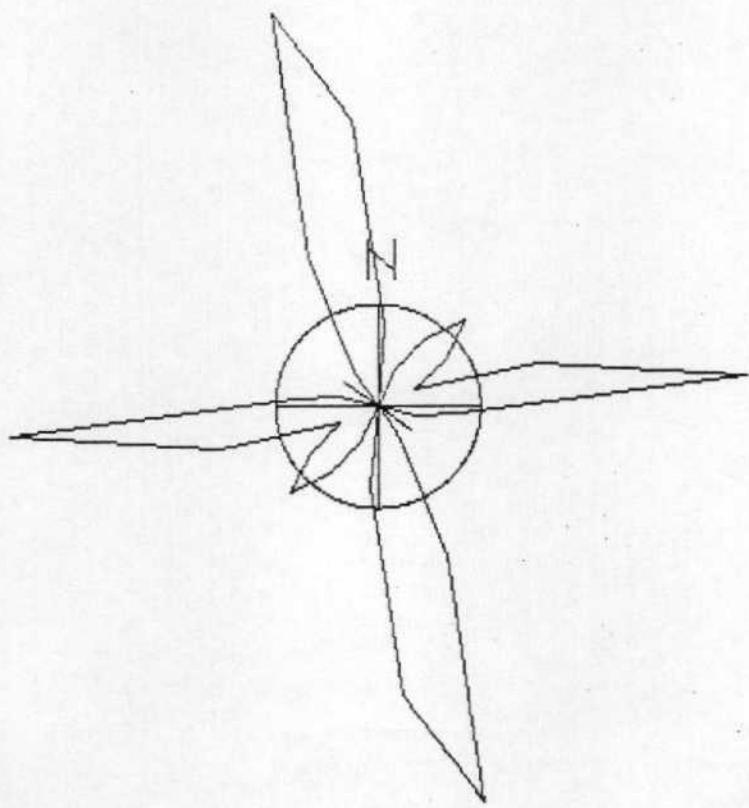


Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:
CASTEJON 6.



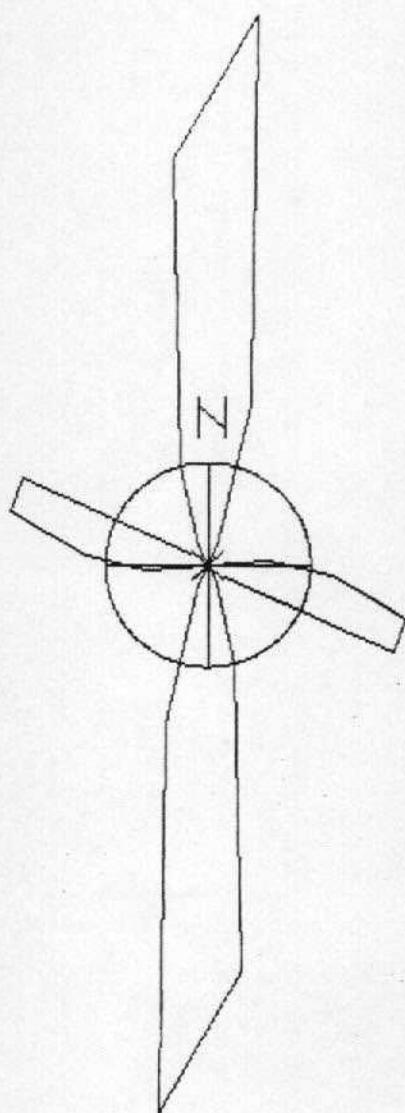
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 7.



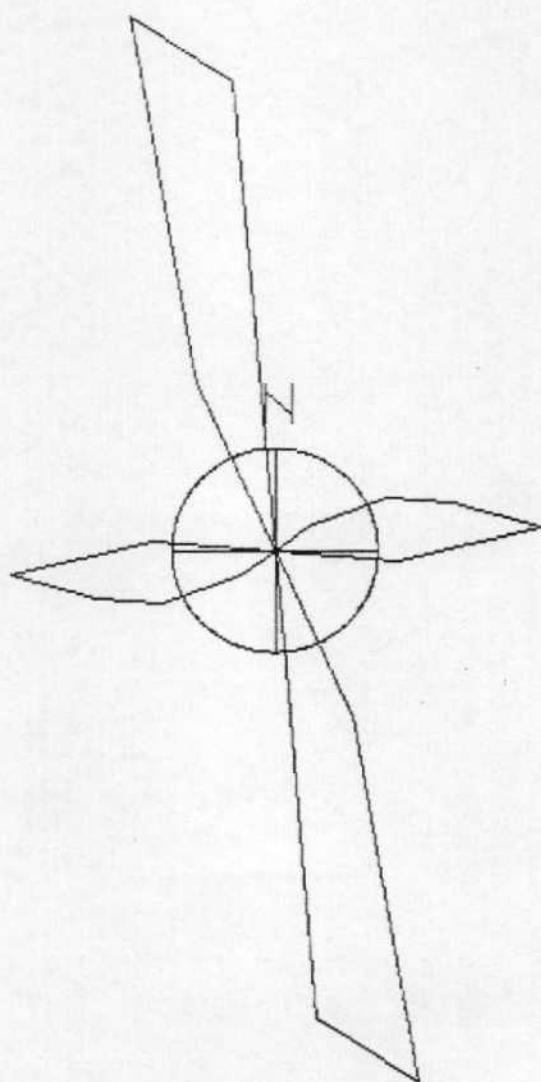
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 8.



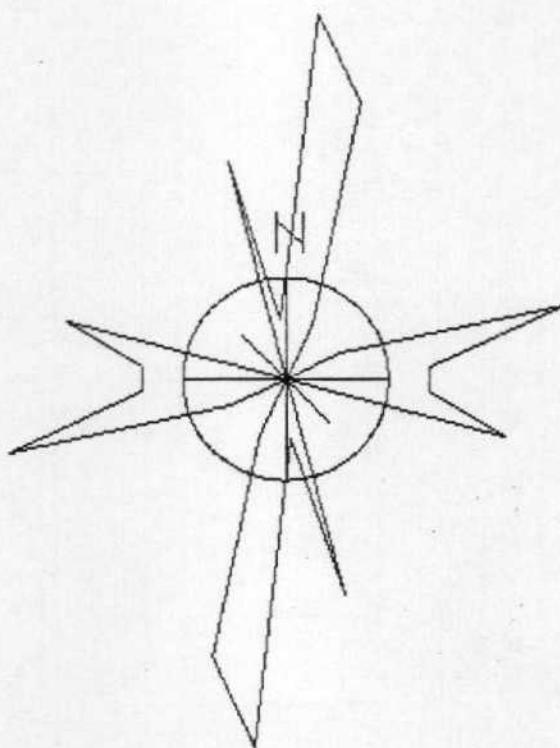
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 9.



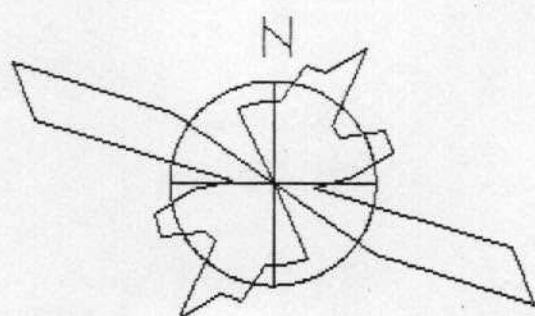
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

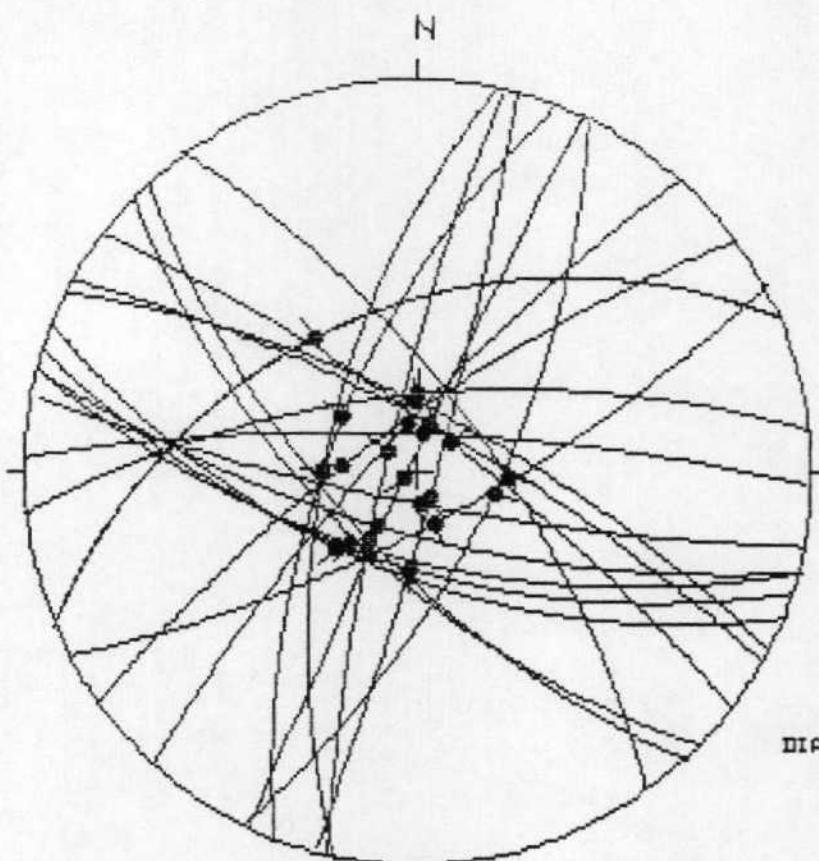
CASTEJON 10.



Radio de la circunferencia=5%

Geología Estructural
Univ. de Zaragoza

ESTACION: QUITERIA (CASTEJON 11)



HOJA No.: 365

COORDENADAS UTM:

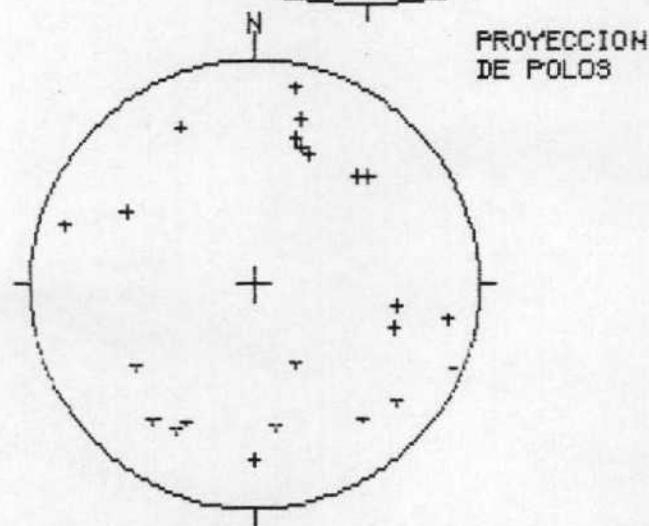
30TYM323045

SOL HORIZ

EDAD/FACIES MIOCE

MUERDO DE DATOS: 23

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS
DE DIRECCIONES DE FALLA

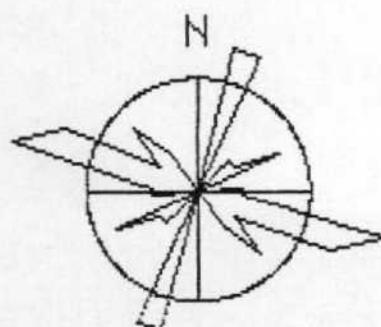


DIPOLOS DE FALLAS NORMALES

++ POLOS DE FALLAS NORMALES

-DIPOLOS DE FALLAS INVERSALES

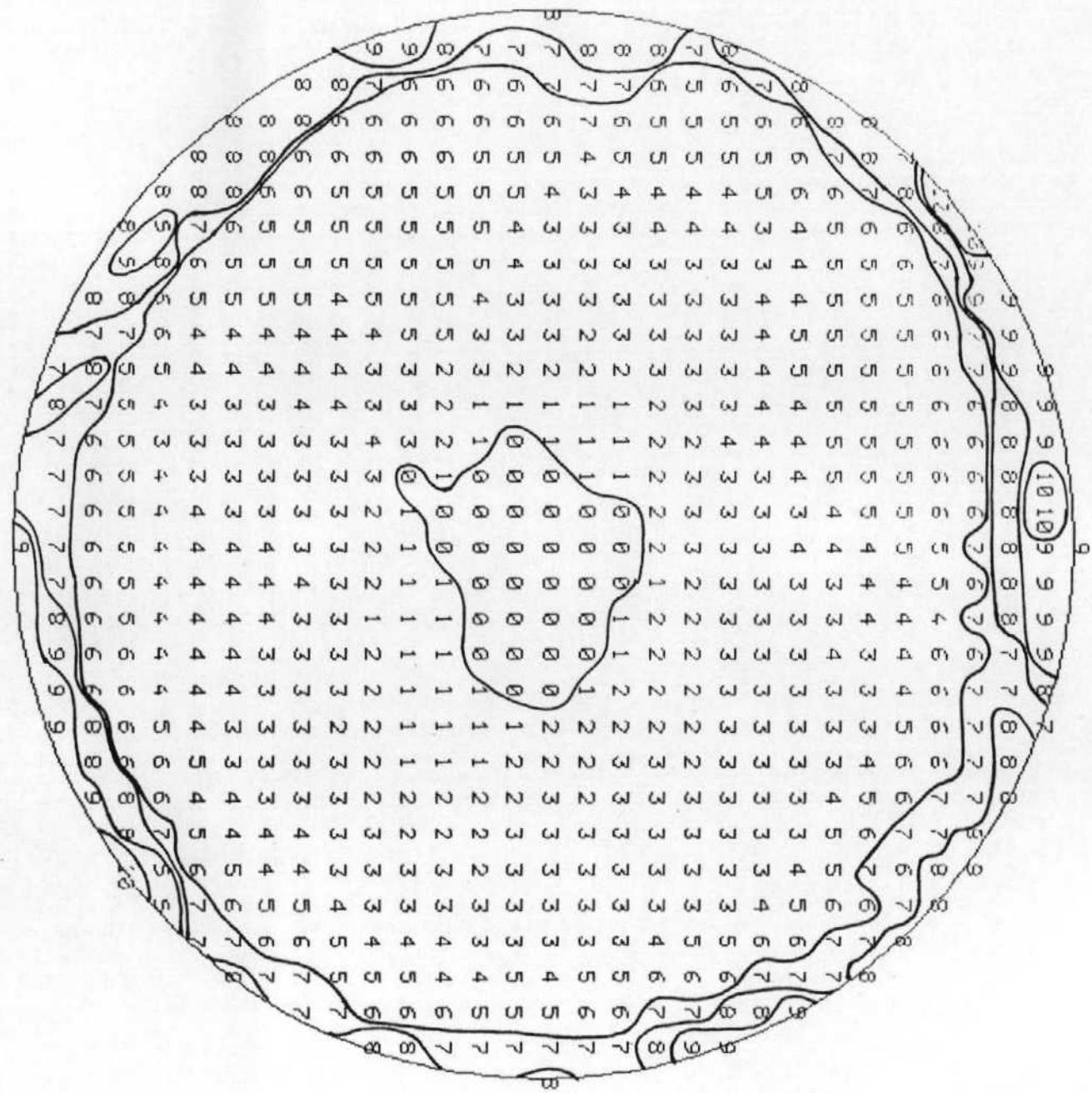
-- POLOS DE FALLAS INVERSALES



RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA: 164

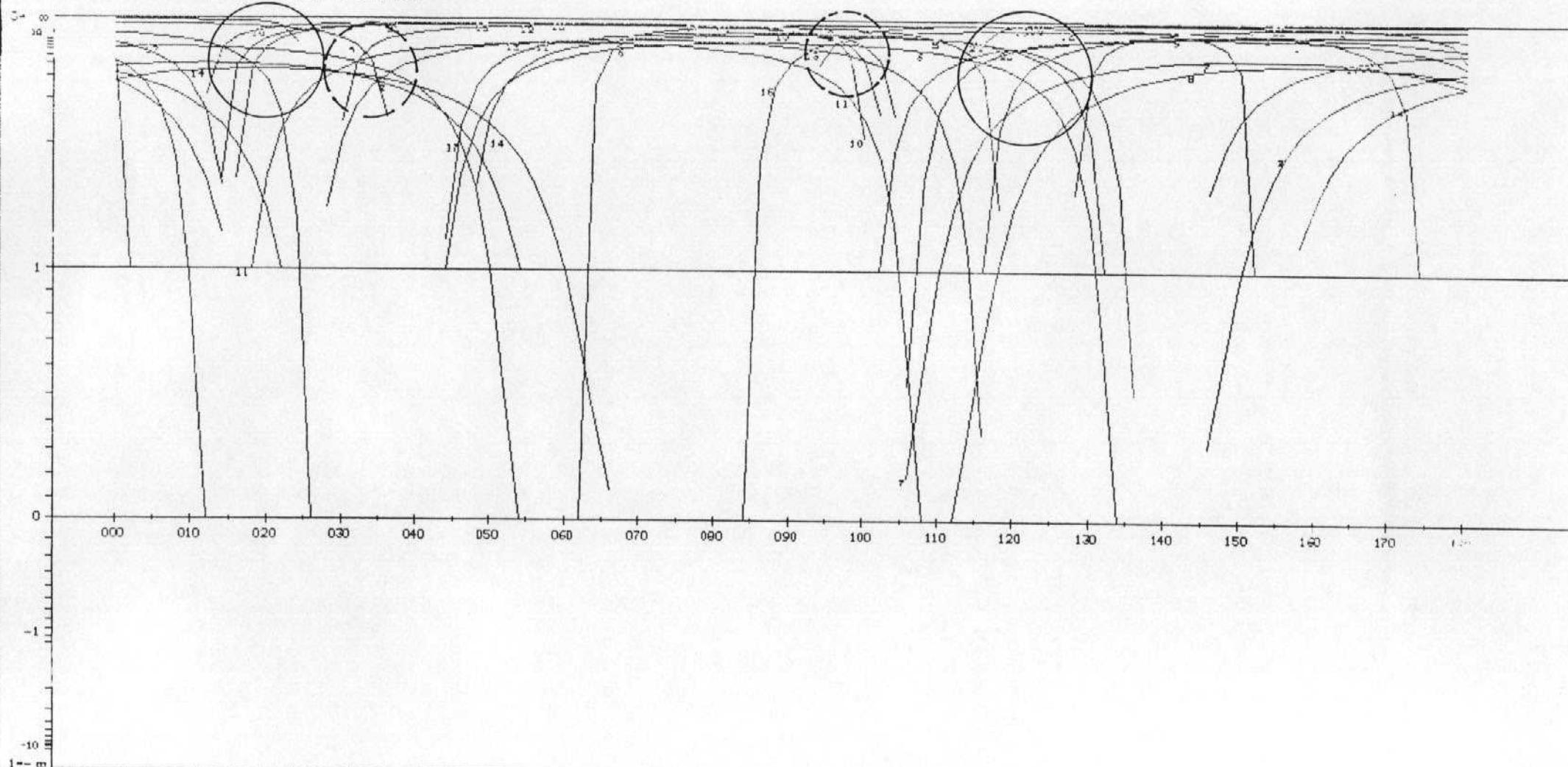
METODO DE LOS DIEDROS RECTOS

ESTACION : QUITERIA (CASTEJON 11)



METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: QUITERIA / SIN ABATIR (CASTEJON 11)
GEOLOGIA ESTRUCTURAL. Universidad de Zaragoza



QUITERIA (CASTEJON 11)

12	64	W	85	S	N	101
144.	69	F	73	S	O	102
26	67	F	86	N	O	103
127	77	F	87	S	O	104
137	67	S	85	E	O	105
134	64	S	83	E	O	106
105	65	S	78	W	O	107
112	61	S	78	W	O	108
105	72	S	84	W	O	109
101	81	S	87	E	O	110
108	63	S	83	E	O	111
119	76	F	87	W	O	112
117	72	N	81	W	O	113
67	45	N	80	W	O	114
13	81	W	86	N	O	115
84	69	N	87	E	O	116
54	76	N	74	S	O	117
92	79	N	88	E	O	118
62	74	S	88	W	O	119
42	74	W	81	N	O	120
15	84	F	84	S	O	121
25	88	N	87	S	O	122
21	65	W	83	N	O	123
450	0		0			0

RESULTADOS METODO DE ETCHECOPAR.TENSOR 1

ECART MOYEN EN INGRES 0.09271

COMP NO 1 ERR SUR DIREC 207.2 ERR SUR PEND 11.9
 COMP NO 2 ERR SUR DIREC 53.6 ERR SUR PEND 12.4
 COMP NO 3 ERR SUR DIREC 53.5 ERR SUR PEND 9.4

ERREUR SUR R 0.13E+00

QUITERIA

NO	TENSUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****
SIGMA(1)=	0.46080	DIRECTION 217.5	PENDAGE 87.4
SIGMA(2)=	-0.32160	DIRECTION 25.9	PENDAGE 2.5
SIGMA(3)=	-0.33920	DIRECTION 115.9	PENDAGE 0.5

RAPPORT R = 0.02

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.4074 POUR LES 23 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME
 ET A 0.4074 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR

K.....

P. J.
I. M.
P
IN

E
B.
H
G.

A

LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 122
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 119 117
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 110
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 121
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES 104 112 109
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES 101
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES 115
LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES 118
LE CARACTERE I CORRESPOND AUX DONNEES 105
LE CARACTERE J CORRESPOND AUX DONNEES 116 106 123 102
LE CARACTERE K CORRESPOND AUX DONNEES 114
LE CARACTERE L CORRESPOND AUX DONNEES 103
LE CARACTERE M CORRESPOND AUX DONNEES 111
LE CARACTERE N CORRESPOND AUX DONNEES 113
LE CARACTERE O CORRESPOND AUX DONNEES 108
LE CARACTERE P CORRESPOND AUX DONNEES 107
LE CARACTERE Q CORRESPOND AUX DONNEES 120

***** FIN DE L ETAPR NO 3

***** DEBUT DE L ETAPE NO 4

0. 874321E+02 0. 251574E+01 0. 514450E+00 0. 217474E+03 0. 259017E+02 0. 115924E+03

QUITTER

GAMME	NOMBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME
1	0 0 0 1	11 122 119 110 121 104 112 101 115 118 105 109
2	0 1 0 2	20 116 114 103 106 111 113 123 108 107
3	0 2 0 3	23 117 120 102

PRODUCTION SUR DIAC TIME DE SCHMITT DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANT A CHAQUE STRIE

QUIERIA

33
3

1111
1 +*11
++11
+

33 -..

22

*****-IN FINALE

COMP NO 1	ERR SUR DIREC 617.8	ERR SUR PEND 8.2
COMP NO 2	ERR SUR DIREC 63.2	ERR SUR PEND 7.5
COMP NO 3	ERR SUR DIREC 63.2	ERR SUR PEND 8.8

ERREUR SUR R 0.11E+00

QUITTER

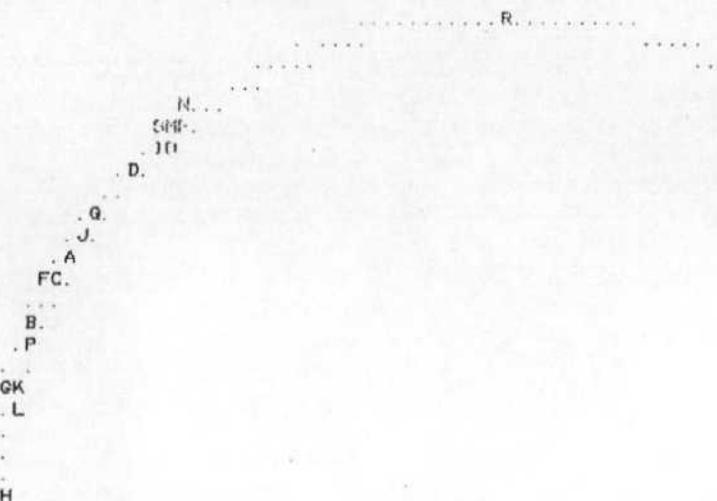
NO TENSUR EN X Y Z DANS LES AXES PRINCIPAUX *****

SIGMA(1)= 0.46212	DIRECTION 226.7	PENDAGE 89.2
SIGMA(2)= -0.32425	DIRECTION 110.4	PENDAGE 0.3
SIGMA(3)= -0.33780	DIRECTION 20.4	PENDAGE 0.7

RAPPORT R = 0.01

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.2252 POUR LES 20 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME
ET A 0.4490 POUR L'ENSEMBLE DU PAGUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 119
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 118
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 112
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 116 105

GAMME	NBHS	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME
1 0 0 0 1	12	119 118 117 116 101 104 105 110 122 103 109 115
2 0 1 0 2	20	121 106 111 123 120 113 114 107
3 0 2 0 3	22	100 117
4 0 3 0 4	24	102

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

QUILLERA

1
1+
1***1
+
1

22

3

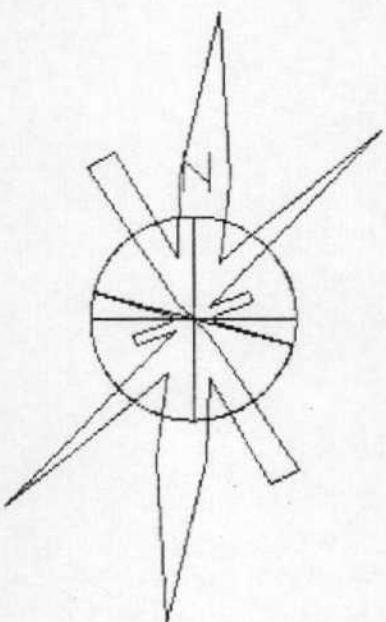
3

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 12.



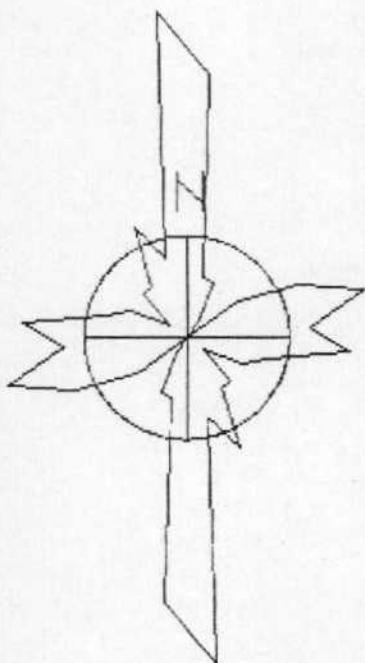
Radio de 1a circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 13.



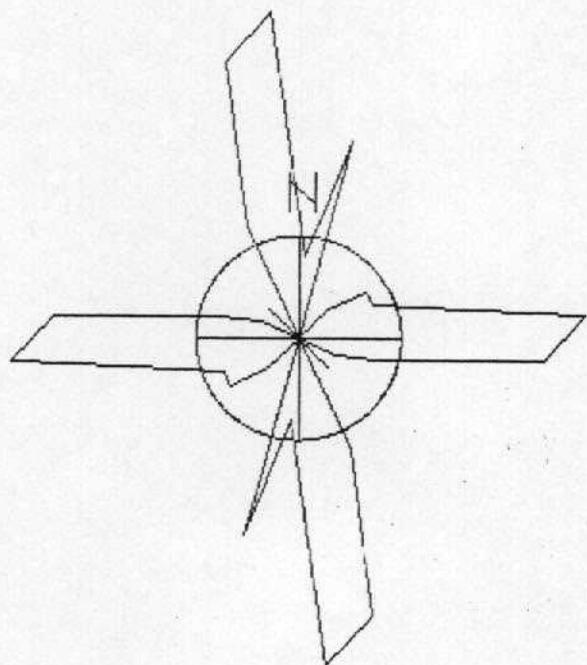
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 14.

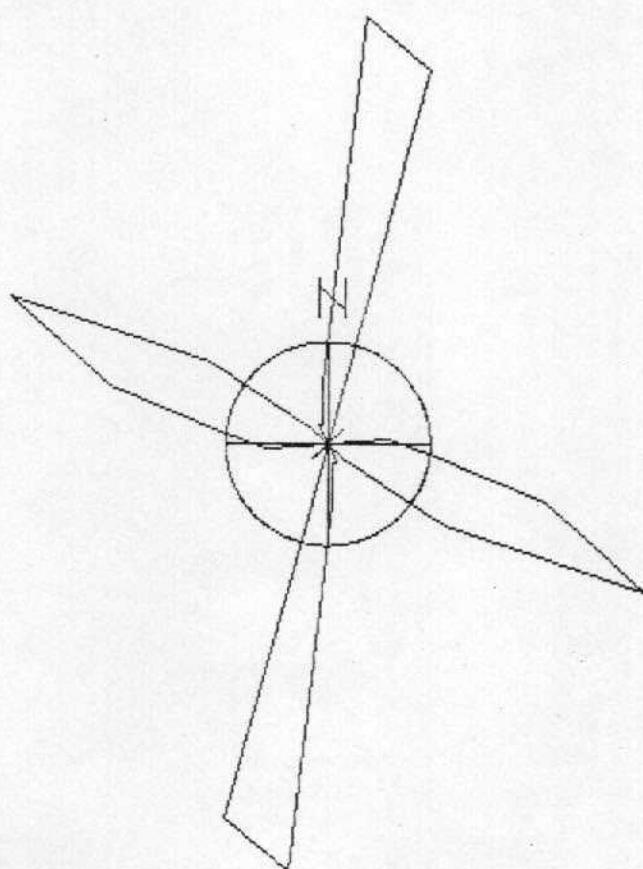


Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

~~ESTACION~~
CASTEJON 15.



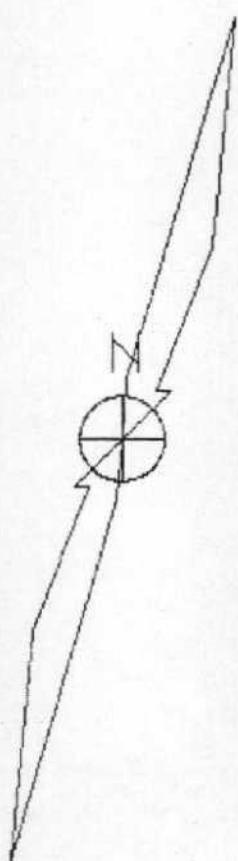
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 16.

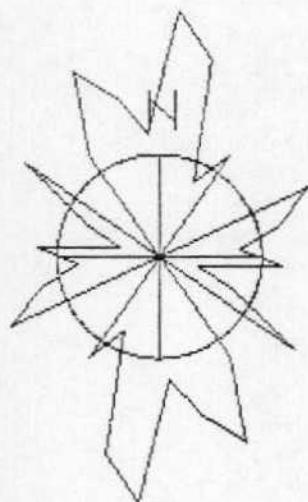


Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:
CASTEJON 17.



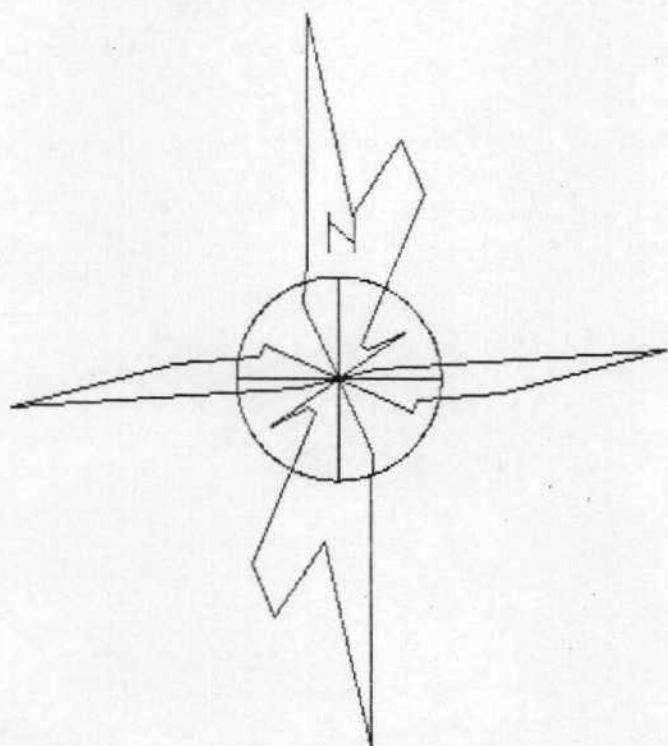
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

DASTEJON 18.



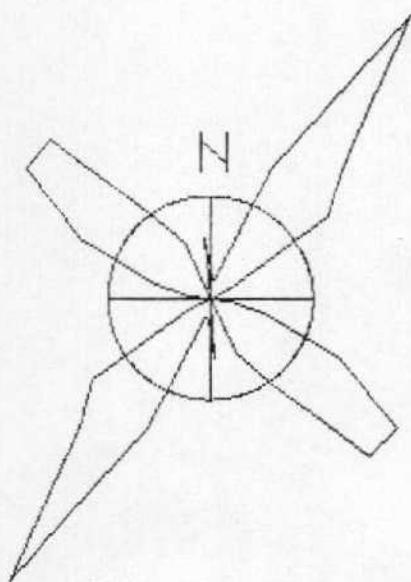
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 19.



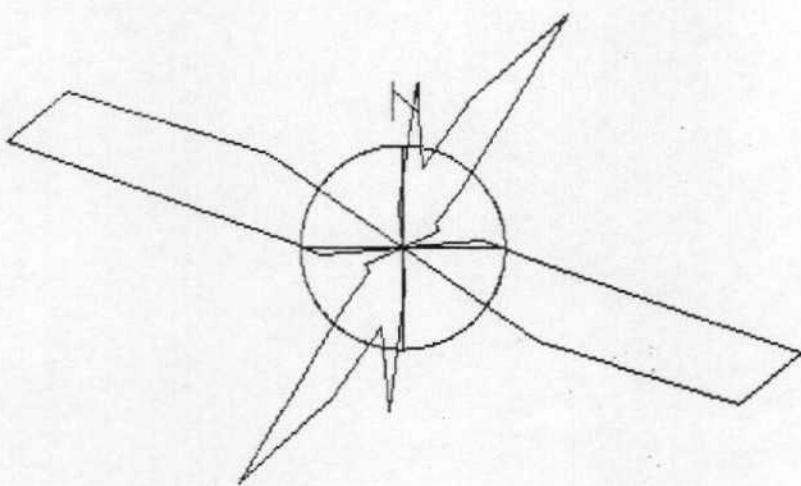
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 20.



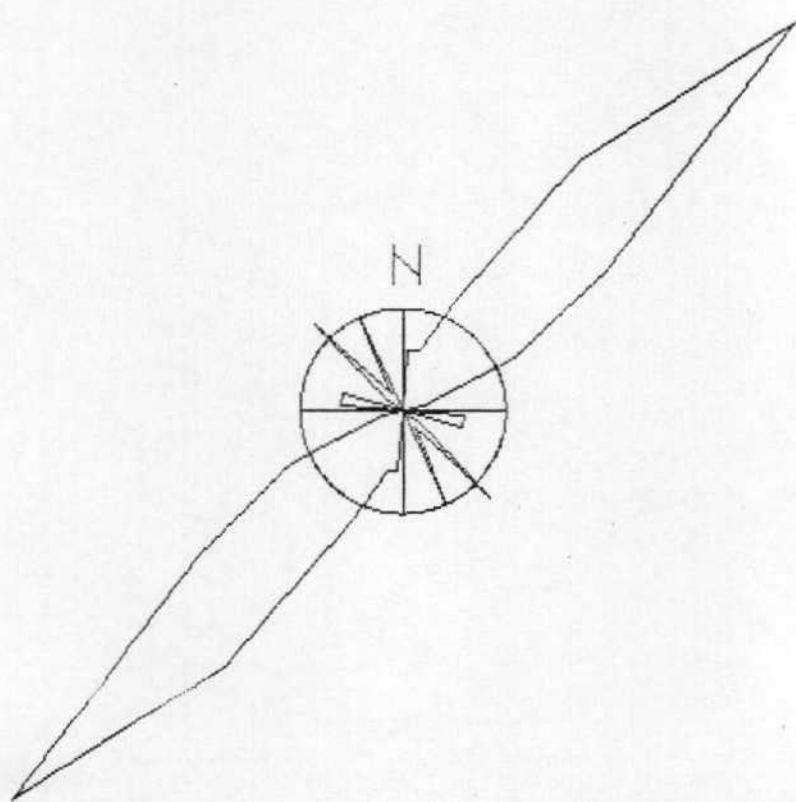
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 21.



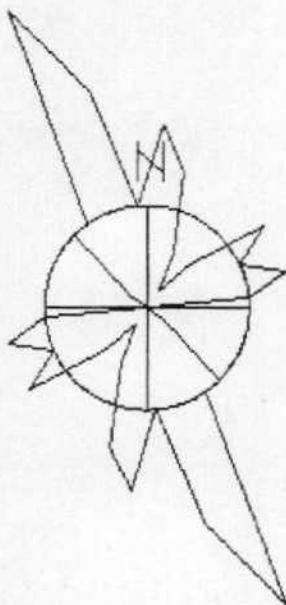
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 22.



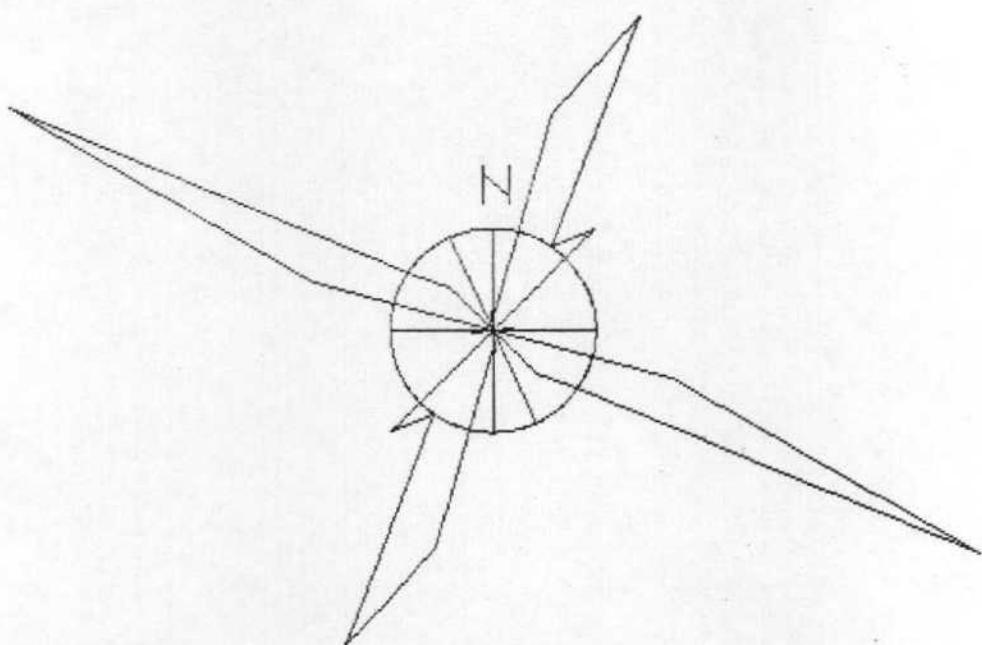
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 23,



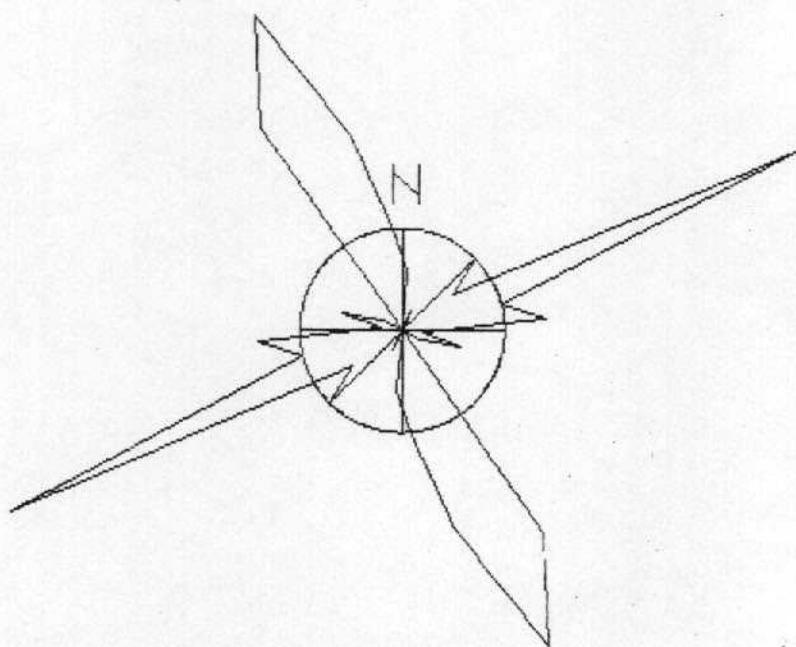
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 24.



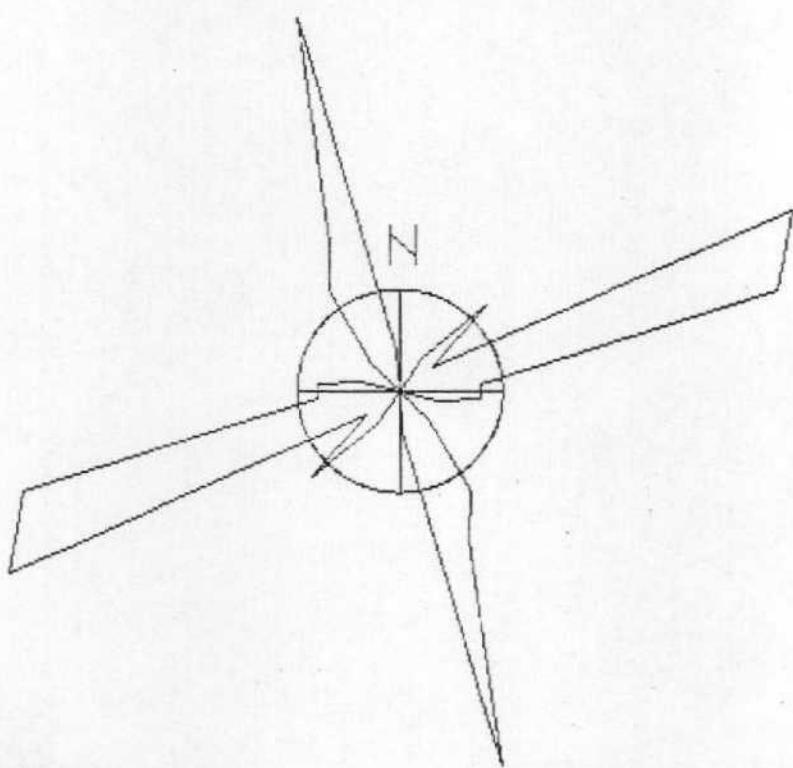
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 25.



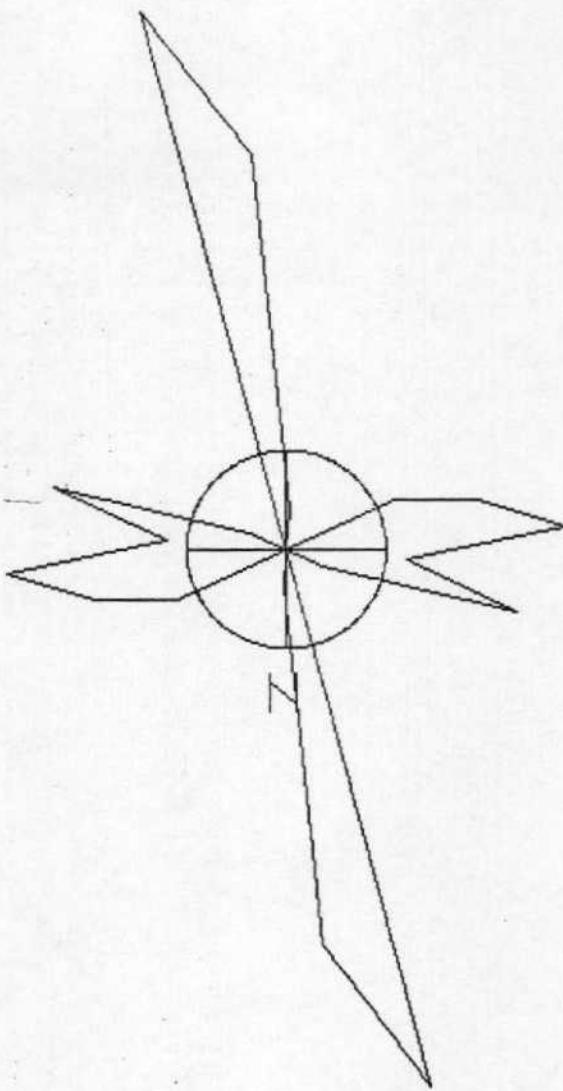
Radio de la circunferencia=5%



Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza



Radio de la Circunferencia=5%



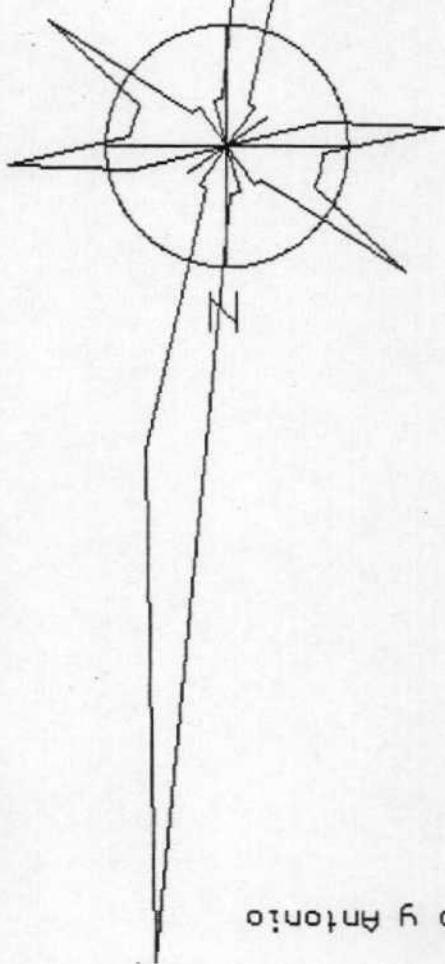
CASTEJON 26,
ESTACION: -

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza

Radio de la Circunferencia=5%



ESTACION: CASTEJON 27.

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

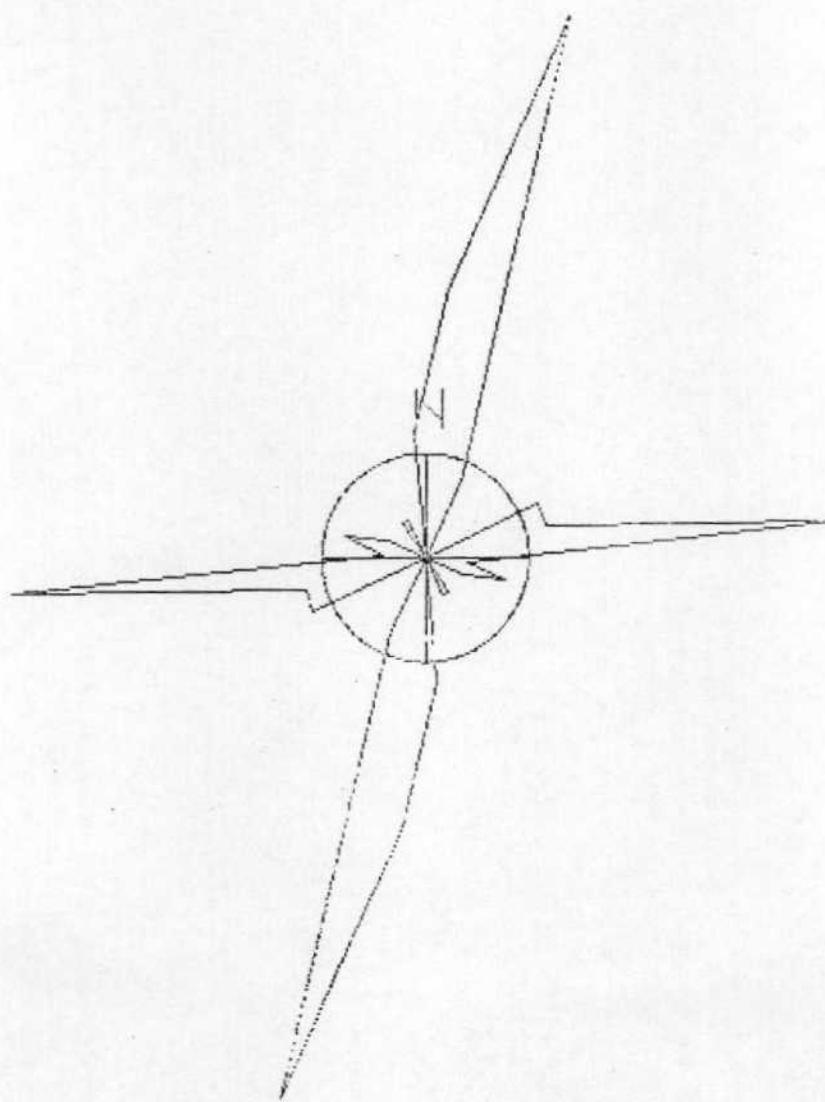
DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 28.



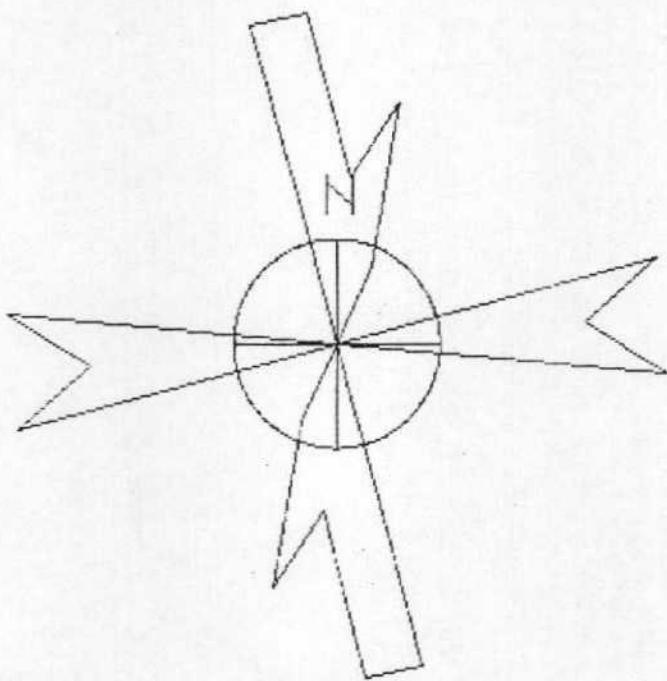
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 29.



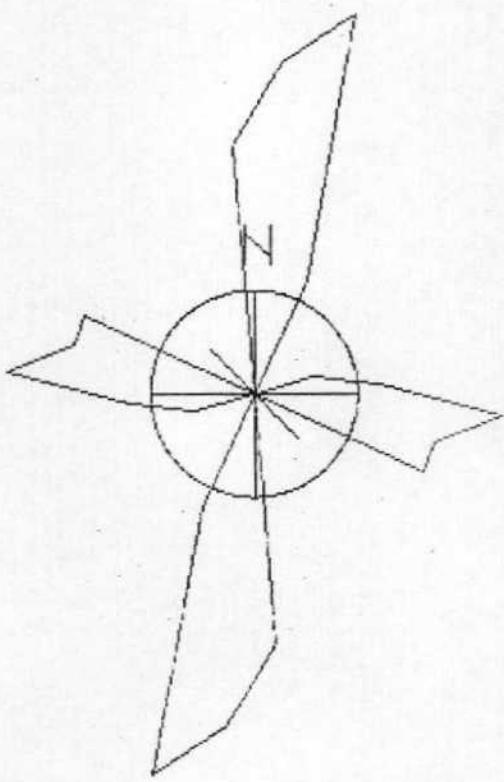
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 30.



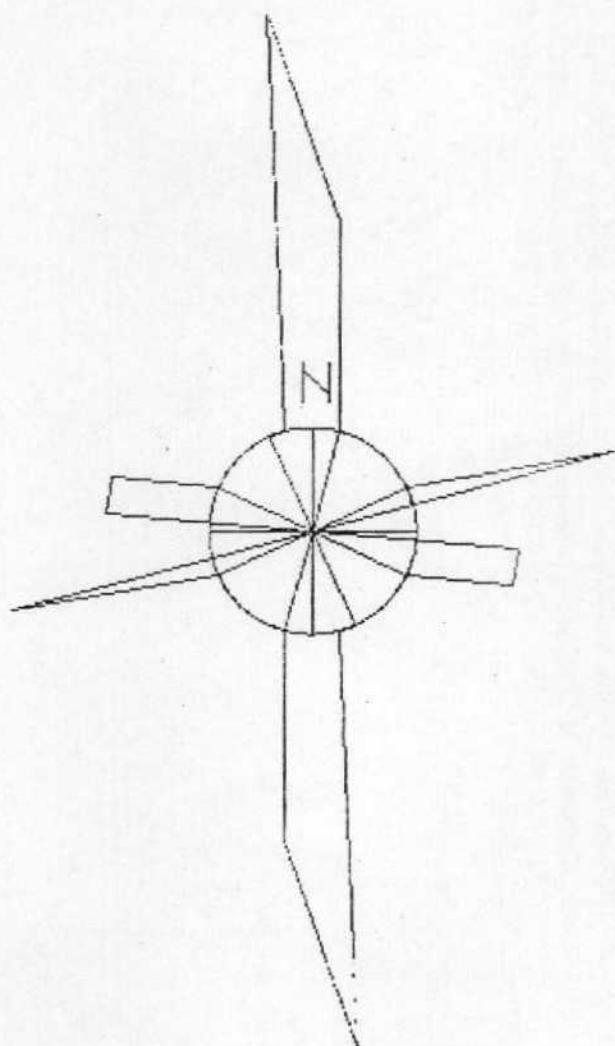
Radio de la circunferencia=5%

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS

COPYRIGHT Gerardo y Antonio

ESTACION:

CASTEJON 31.



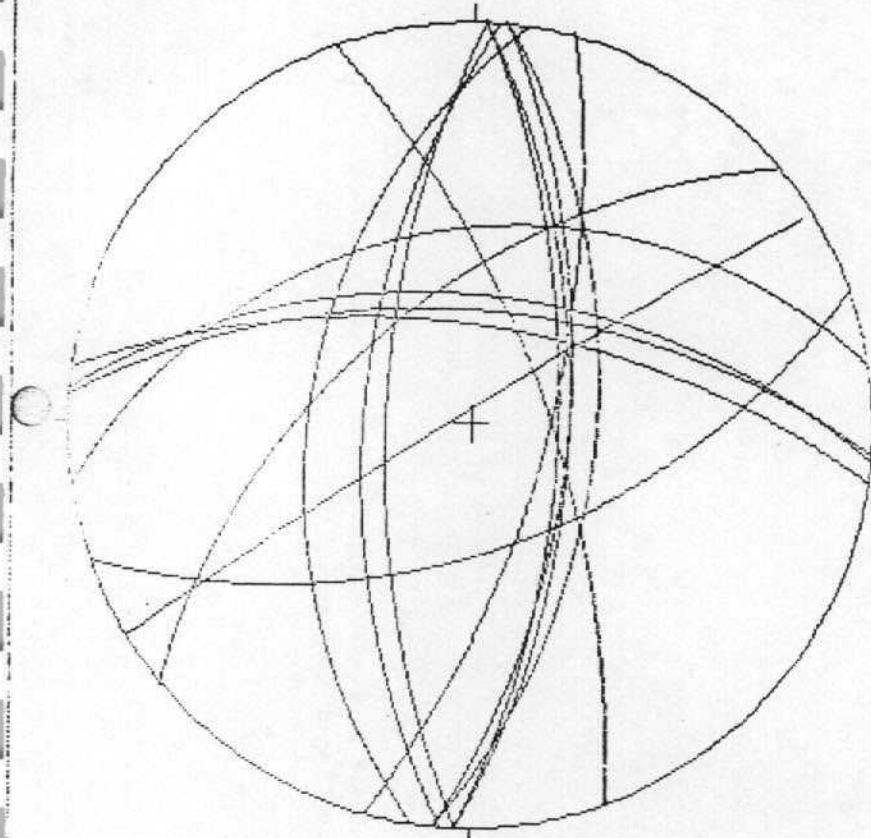
Radio de la circunferencia=5%

Geología Estructural
Univ. de Zaragoza

ESTACION:

CASTEJON 32.

N



HOJA No.: 385

COORDENADAS UTM:
30TYM157.37

SOL: HOJA

EDAD/FACIES MIOCE

NUMERO DE DATOS: 7



Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza

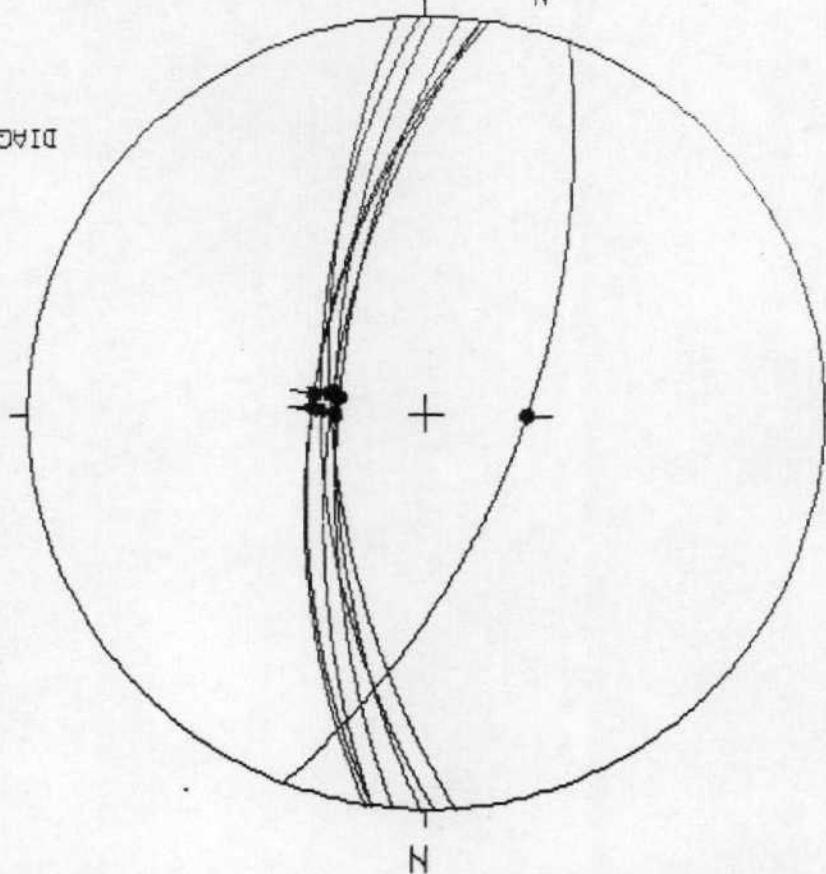


ESTACION: MIRAMON. (CASTEJON 33)

Geología Estrutural
Univ. de Zaragoza

HOJA N°: 385.
COORDENADAS UTM:
30TYM228117
SO: HORIZONTAL
EDAD/FACIES MIOC.
NUMERO DE DATOS:8
DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS
DE DIRECCIONES DE FALLA

PROYECCION
DE POLOS



+POLOS DE FALLAS HORIZONTALES
+POLOS DE FALLAS INVERTIDAS
RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA=19%

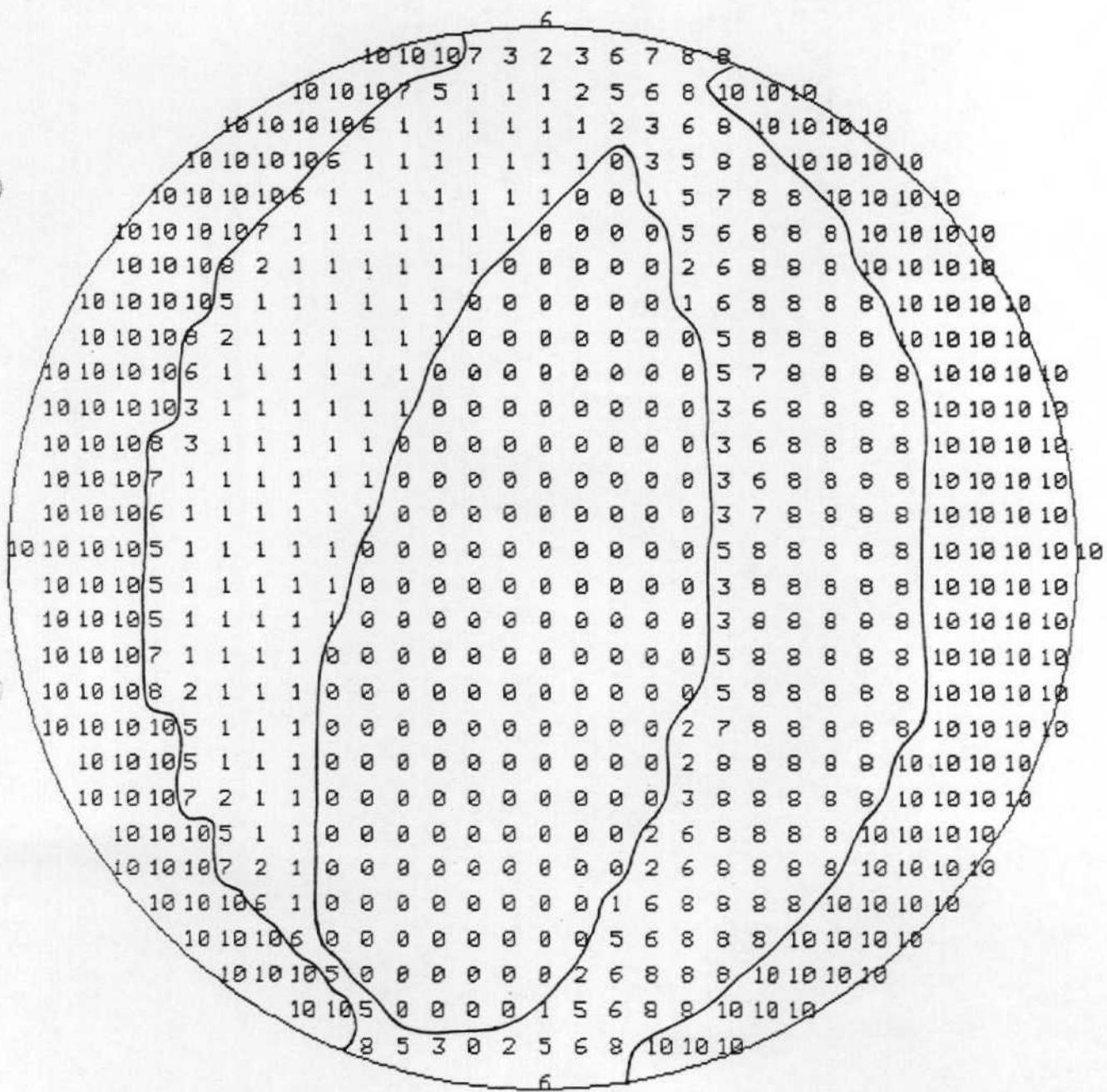
+POLOS DE FALLAS ESTERNALES
+POLOS DE FALLAS MORNALES

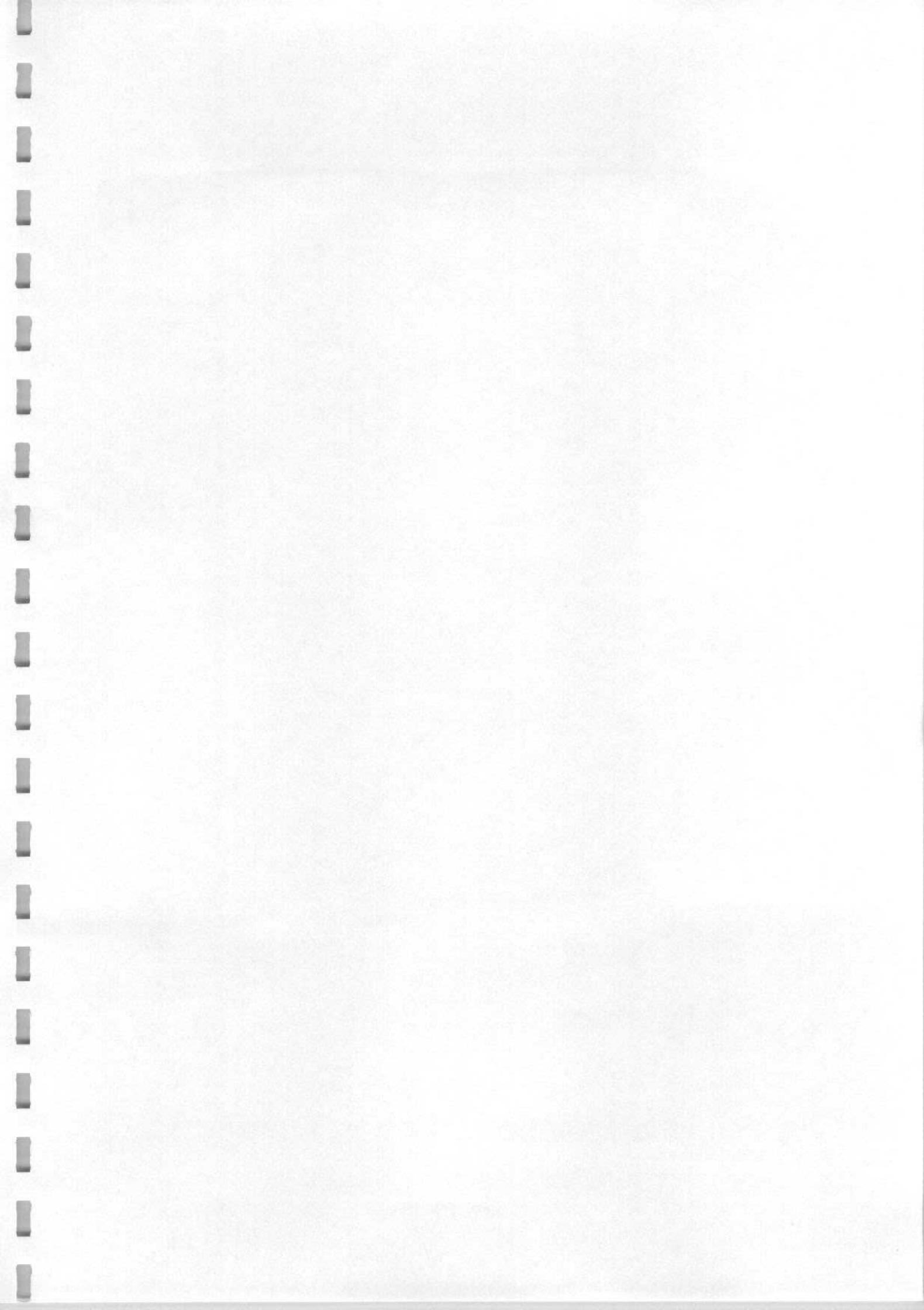


METODO DE LOS DIEDROS RECTOS

ESTACION : MIRAMON

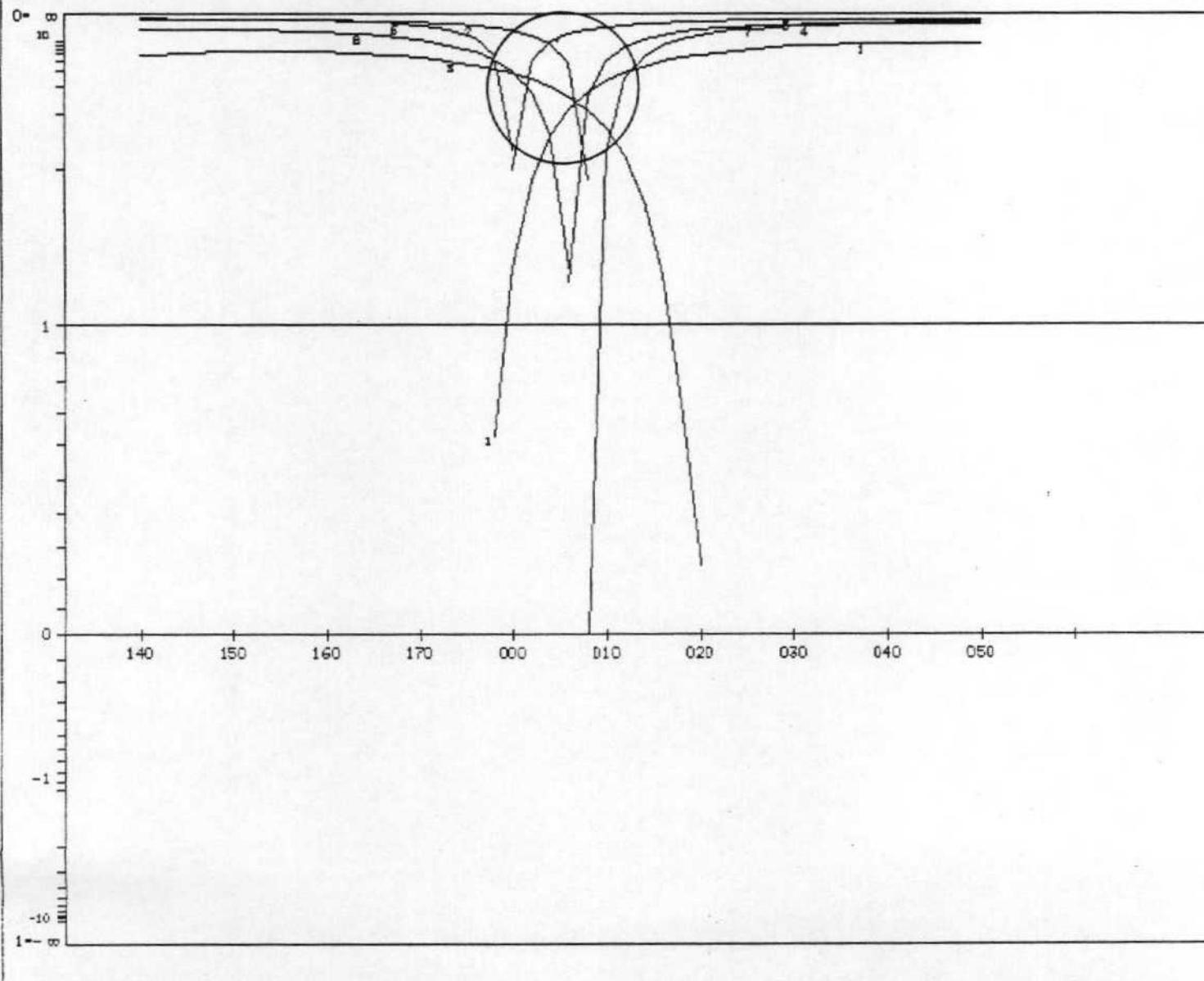
(CASTEJON 33)





METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: MIRAMON. / SIN ABATIR (CASTEJON 33)
GEOLOCIA ESTRUCTURAL. Universidad de Zaragoza



MIRAMON. (CASTEJON 33)

	176	63	E	83	S	O	N	101
9	58		E	90	N	O	N	102
21	63		W	81	S	O	N	103
8	63		E	88	S	O	N	104
179	60		E	89	S	O	N	105
1	64		E	89	N	O	N	106
5	65		E	88	S	O	N	107
8	58		E	87	N	O	N	108
450	0			0		0		0

RESULTADOS METODO DE ETCHECOPAR.

ECART MOYEN EN DEGRES 3.04324

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	579.0	ERR SUR PEND	32.5
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	53.6	ERR SUR PEND	21.8
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	54.6	ERR SUR PEND	52.8

ERREUR SUR R 0.71E+00



MIRAMON.

NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****
SIGMA(1)=	0.58709	DIRECTION 280.6	PENDAGE 85.5
SIGMA(2)=	-0.17418	DIRECTION 187.3	PENDAGE 0.3
SIGMA(3)=	-0.41291	DIRECTION 97.3	PENDAGE 4.5

RAPPORT R = 0.24

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0113 POUR LES 8 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME
 ET A 0.0113 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza

D . . B
EF.
CG

A

LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 103
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 102 108
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 107
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 105
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES 104
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES 101
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES 106

***** FIN DE L ETAPR NO 3

***** DEBUT DE L ETAPE NO 4

0. 855156E+02 0. 257378E+00 0. 447701E+01 0. 280609E+03 0. 187325E+03 0. 973051E+02



MIRAMON.

NBRE INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME

0.0.0.1 8 103 102 107 105 104 108 101 106

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

MIRAMON.

22.

2.

+

+++*

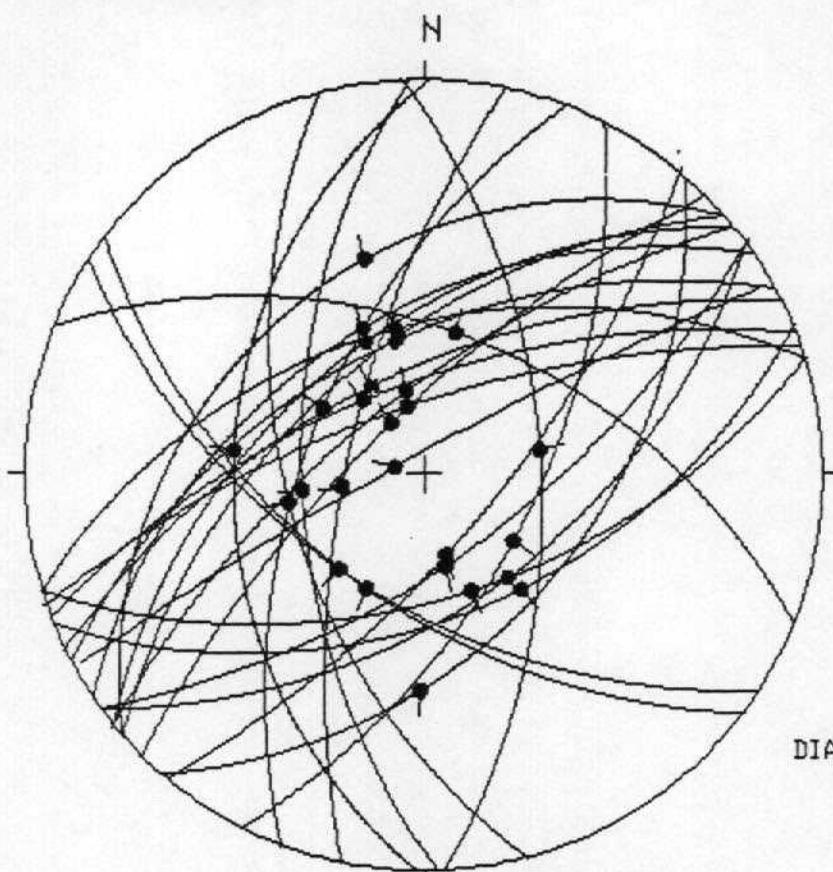
+

3.

Geología Estructural
Univ. de Zaragoza

ESTACION: CARREII

(CASTEJON 34)



HOJA No. 21.385

COORDENADAS UTM:

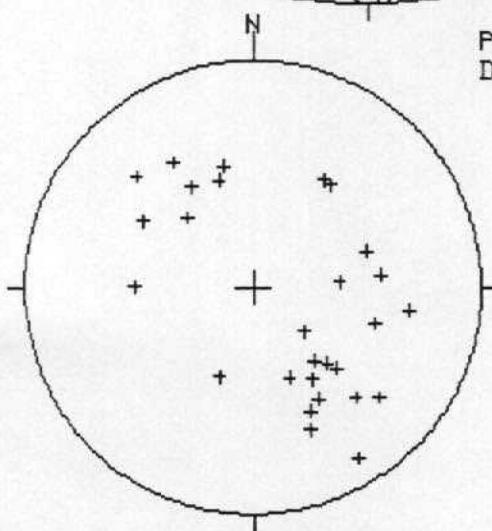
30TYM081991

Sol: HORIZONTAL

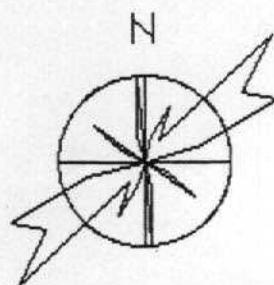
EDAD/FACIES MIOCENO

NUMERO DE DATOS: 28

DIAGRAMA EN ROSA DE LOS VIENTOS
DE DIRECCIONES DE FALLA



PROYECCION
DE POLOS



○: POLOS DE FALLAS SINESTRALES

+: POLOS DE FALLAS NORMALES

*: POLOS DE FALLAS DEXTRALES

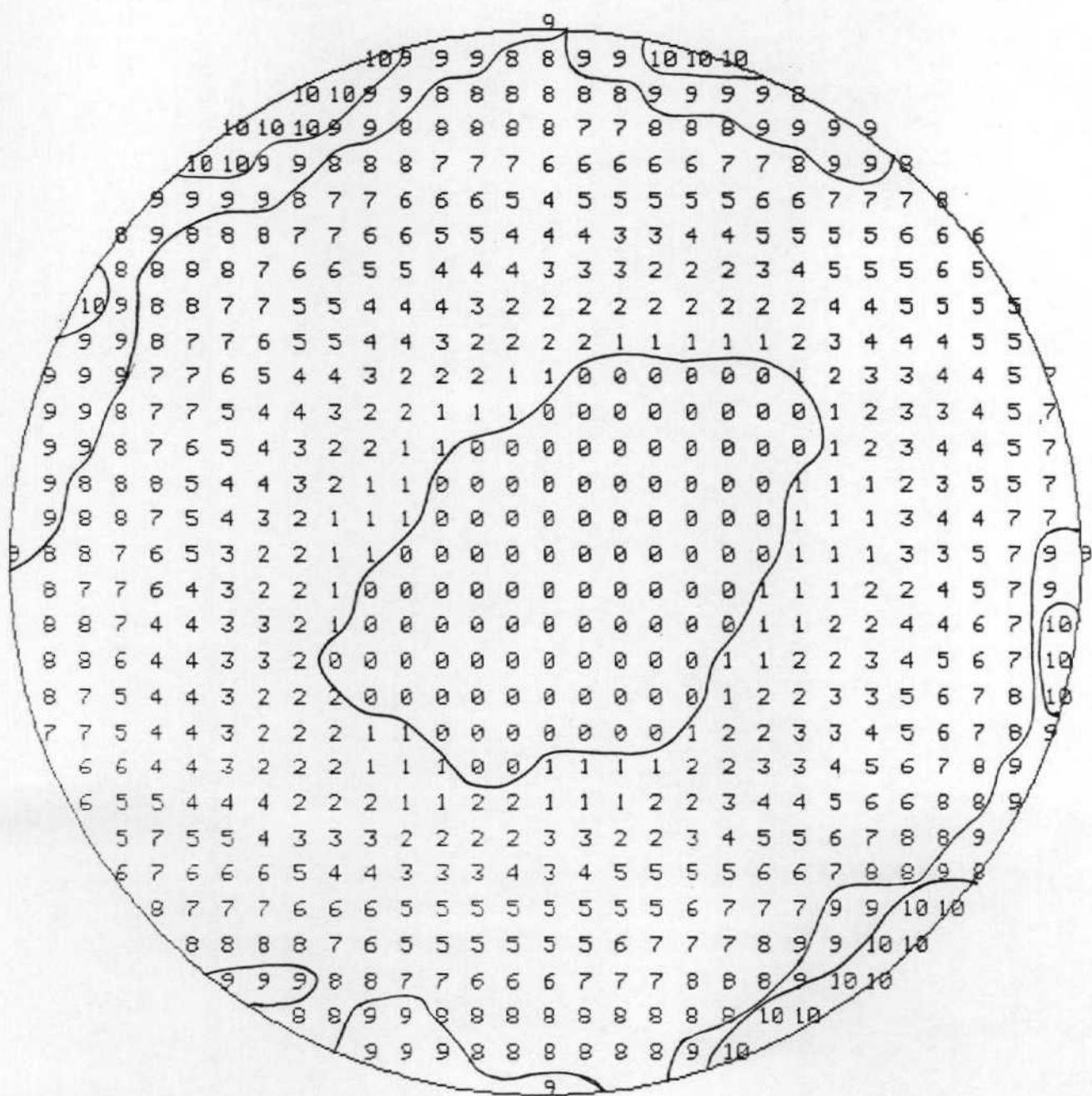
-: POLOS DE FALLAS INVERGAS

RADIO DE LA CIRCUNFERENCIA=10%

METODO DE LOS DIEDROS RECTOS

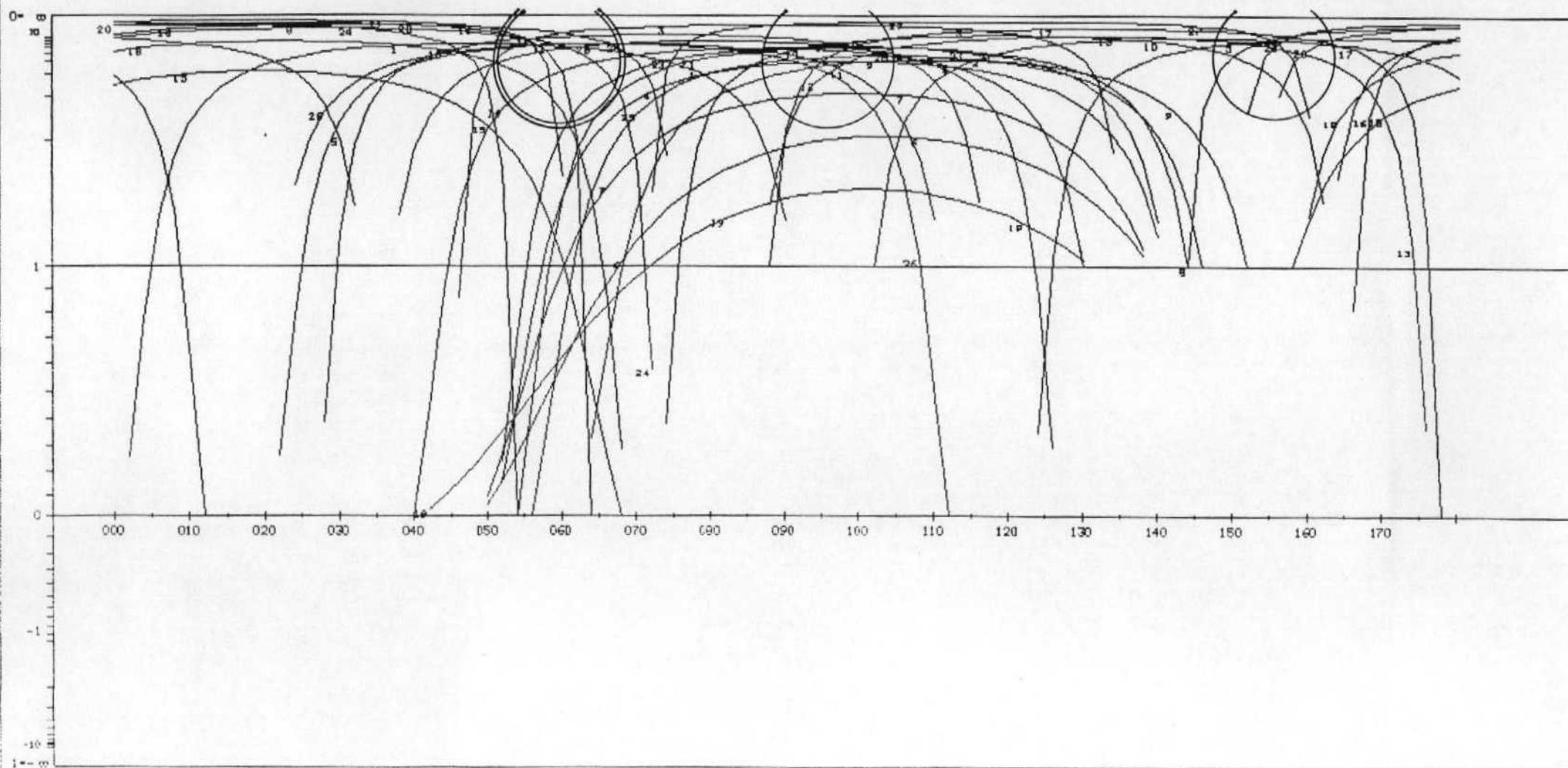
ESTACION :

CARRE2 (CASTEJON 34)



METODO DE LOS DIAGRAMAS YR

ESTACION: CARRE2 / SIN ABATIR (CASTEJON 34)
GELOCIA ESTRUCTURAL. Universidad de Zaragoza



CARRETERA II (CASTEJON 34)

	1	39	W	85	N	0	N	101
(	12	68	W	82	S	0	N	102
(	45	73	N	86	N	0	N	103
(	51	51	N	80	E	0	N	104
(	123	55	S	85	W	0	N	105
(	49	34	N	68	E	0	N	106
(	49	55	N	71	E	0	N	107
(	54	53	S	88	E	0	N	108
(	62	53	N	80	E	0	N	109
(	73	49	N	86	E	0	N	110
(	21	57	W	83	N	0	N	111
(	27	59	E	85	S	0	N	112
(	177	57	E	85	N	0	N	113
(	40	70	E	77	S	0	N	114
(	68	50	S	78	E	0	N	115
(	165	52	W	88	N	0	N	116
(	178	56	W	87	S	0	N	117
(	69	64	N	82	S	0	N	118
(	41	45	E	50	S	0	N	119
(	64	61	N	88	W	0	N	120
(	54	65	S	80	W	0	N	121
(	61	84	N	84	W	0	N	122
(	51	68	N	79	E	0	N	123
(	73	55	S	87	E	0	N	124
(	56	47	N	82	E	0	N	125
(	112	50	N	84	W	0	N	126
(	71	70	N	88	E	0	N	127
(	127	55	S	84	E	0	N	128
(	450	0	0	0	0	0	0	0

RESULTADOS METODO DE ETCHECOPAR.

Centro de la Universidad de Zaragoza

*****DEBUT DE LA TROISIEME ETAPE

REGRESSION MOINDRE CARR SUR LES 27PLUS FAIBLES ECARTS

ECART MOYEN EN DEGRES 8.32232

NO TENSEUR EN X Y Z DANS LES AXES PRINCIPAUX *****

SIGMA(1)=	0.64291	DIRECTION	70.4	PENDAGE	86.7
SIGMA(2)=	-0.28581	DIRECTION	243.8	PENDAGE	3.3
SIGMA(3)=	-0.35709	DIRECTION	333.8	PENDAGE	0.4

RAPPORT R = 0.07

LA FONCTION A MINIM EST EGAL A: 0.4848 POUR LES 27 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME
ET A 1.0131 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET

Centro de la Universidad de Zaragoza

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR

P. RLG. J.

HCD O B.

F. E W.

M.

K Q.

N U S V

A

I

Universidad de Zaragoza

Centro de Cálculo de la
LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 127
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 116
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 108
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 111 107
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES 101
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES 128 117
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES 110
LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES 124
LE CARACTERE I CORRESPOND AUX DONNEES 103 114
LE CARACTERE J CORRESPOND AUX DONNEES 125
LE CARACTERE K CORRESPOND AUX DONNEES 112
LE CARACTERE L CORRESPOND AUX DONNEES 104
LE CARACTERE M CORRESPOND AUX DONNEES 120
LE CARACTERE N CORRESPOND AUX DONNEES 123
LE CARACTERE O CORRESPOND AUX DONNEES 126 105
LE CARACTERE P CORRESPOND AUX DONNEES 109
LE CARACTERE Q CORRESPOND AUX DONNEES 113
LE CARACTERE R CORRESPOND AUX DONNEES 115
LE CARACTERE S CORRESPOND AUX DONNEES 118
LE CARACTERE T CORRESPOND AUX DONNEES 122
LE CARACTERE U CORRESPOND AUX DONNEES 121
LE CARACTERE V CORRESPOND AUX DONNEES 102
LE CARACTERE W CORRESPOND AUX DONNEES 106

***** FIN DE L ETAPR NO 3

***** DEBUT DE L ETAPE NO 4

GAMME NBRE INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME

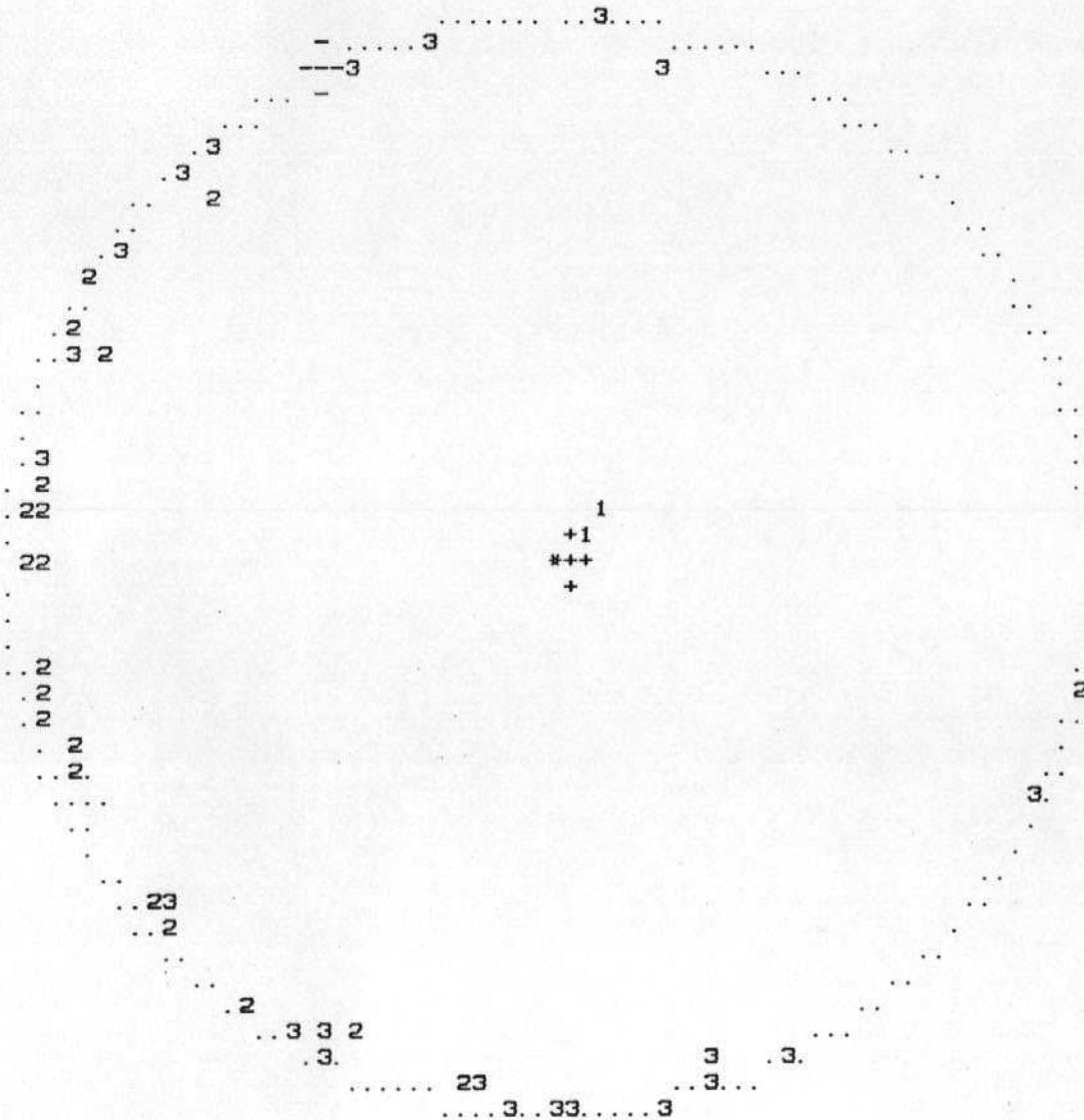
1	0.0	0.1	14	127 116 108 111 101 128 110 124 103 125 112 104 120 123
2	0.1	0.2	23	126 109 113 117 115 118 105 122 114
3	0.2	0.3	27	
4	0.3	0.4	27	
5	0.4	0.5	27	
6	0.5	0.6	27	
7	0.6	0.7	27	
8	0.7	0.8	28	119

Centro de Cálculo de la Universidad de Zaragoza



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

CARRETERA II



*****FIN FINALE