

**MEMORIA NEOTECTONICA DE  
LA HOJA DE LONGARES (27-16)**

**MAYO/95**

**COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.**

**INDICE**

---

## ÍNDICE

---

	Págs.
1.- INTRODUCCION .....	1
2.- FALLAS NORMALES Y FRACTURAS DE ESCALA CARTOGRAFICA . .	4
3.- SISTEMAS DE DIACLASAS .....	7
4.- POBLACIONES DE FALLAS NORMALES A ESCALA DE AFLORAMIENTO. INTERPRETACION DE PALEOESFUERZOS .....	13
5.- OTRAS DEFORMACIONES .....	17
6.- CONCLUSIONES .....	20
7.- BIBLIOGRAFIA .....	23

## **1.- INTRODUCCION**

---

## 1.- INTRODUCCION.

Antes de pasar a describir e interpretar las estructuras neotectónicas que aparecen en la hoja de Longares (27-16) conviene aclarar 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 (Vallesiense), Plioceno o Cuaternario. Sin embargo, nuestro estudio no debe limitarse estrictamente a las deformaciones que afectan a depósitos de estas edades, ya que los fenómenos neotectónicos afectan también a sedimentos más antiguos. De todos modos, esta hoja es rica en depósitos de edad neotectónica y no es tan necesario como en otros sectores de la Cuenca del Ebro recurrir al estudio de las deformaciones de posible origen neotectónico sobre materiales preneotectónicos.

Teniendo esto en cuenta, existen varios tipos de deformaciones que afectan a los terrenos terciarios preneotectónicos, pero cuyo desarrollo puede interpretarse razonablemente que se extiende al Mioceno Superior-Plioceno:

- a) Fallas normales y fracturas de escala cartográfica
- b) Poblaciones de fallas normales a escala de afloramiento a partir de las cuales se han podido reconstruir estados de paleoesfuerzos neógenos y neotectónicos.
- c) Sistemas de diaclasas de escala generalmente decimétrica a métrica que afectan a los niveles competentes miocenos (fundamentalmente calizas) y siguen unos patrones geométricos bastante sistemáticos que, como ya veremos, permiten relacionarlas con las trayectorias regionales del campo de esfuerzos reciente.

- d) Pliegues y buzamientos locales de la serie neógena, en ocasiones relacionables con el comportamiento mecánico de las evaporitas.

Aparte de las mencionadas estructuras neógenas existen otras que afectan ya claramente a depósitos neotectónicos y de las que no cabe, por tanto, ninguna duda acerca de su atribución a los procesos neotectónicos. Entre ellos se han observado estructuras del mismo tipo que las ya referidas para materiales neógenos (diaclasas, fallas, etc.), afectando sobre todo a los extensos depósitos valle-sienses de la hoja, sin que se observen apenas deformaciones en materiales cuaternarios. Destaca especialmente la abundancia de tramos rectos en la red de drenaje, que indica la existencia de una intensa fracturación de los materiales neotectónicos y más antiguos, a favor de la cual se han encajado los cursos de agua, y que puede haber sufrido sucesivas reactivaciones locales a lo largo de la época neotectónica.

**2.- FALLAS NORMALES Y FRACTURAS DE  
ESCALA CARTOGRAFICA**

---

## 2.- FALLAS NORMALES Y FRACTURAS DE ESCALA CARTOGRAFICA

Los materiales miocenos (en su mayoría aragonienses) se encuentran afectados por infinidad de fallas normales (figuras 1 y 2), algunas de las cuales afectan a depósitos de edad neotectónica (Vallesiense), como en la figura 3. En no pocas ocasiones estas fallas tienen expresión cartográfica a escala 1:50.000. En el mapa se han representado aquéllas que han podido identificarse en la fotografía aérea y/o se han interpretado a partir de observaciones de campo. El color verde indica que afectan a materiales vallesienses, figurando en negro las fallas que no llegan a afectar al Mioceno Superior, pero sí a terrenos aragonienses altos, con lo cual se sospecha que su origen puede corresponder a la época neotectónica.

Se observa un claro predominio de estas estructuras en la mitad oriental de la hoja, con una orientación preferente NO-SE a ONO-ESE. Otra orientación frecuente en las fracturas de este sector oriental es la N-S, desarrollada en una banda que se extiende desde las inmediaciones de Fuendetodos hacia el Norte, paralelamente al borde oriental de La Plana, borde que presenta un trazado N-S (aunque muy tosco) a lo largo de una decena de kilómetros en la banda de aparición de fallas submeridianas.

Pero las fallas más importantes con actividad neotectónica son E-O. Una limita por el Norte el macizo jurásico de Mezalocha, y otra pone en contacto Jurásico y Vallesiense en Fuendetodos.

Buena parte de estas fracturas se encuentran en estrecha relación con la existencia de afloramientos de rocas mesozoicas, fosilizadas por depósitos miocenos. En efecto, muchas fracturas son prolongación de estructuras jurásicas aflorantes, o bien parte del borde de alguna de ellas, o guardan un evidente paralelismo con las estructuras mesozoicas próximas. De hecho, las principales orientaciones estructurales mesozoicas son paralelas a las fracturas miocenas.

Conviene señalar que en áreas próximas es frecuente la existencia de lineamientos subparalelos a las fracturas observadas. ARLEGUI et al (1994) realizan un estudio de los lineamientos que se encuentran en el sector meridional de la Cuenca del Ebro, de orientación NO-SE mayoritaria, y las relacionan con fracturas en el zócalo que habrían articulado los movimientos de reajuste isostático postalpino. En la hoja de Longares existe un abanico variado de orientaciones debido a las interferencias ocasionadas por la presencia de numerosas masas mesozoicas del borde ibérico con orientaciones E-O, ONO-ESE, NO-SE y N-S.

### **3.- SISTEMAS DE DIACLASAS**

---

### 3.- SISTEMAS DE DIACLASAS

Todos los niveles competentes miocenos, con un especial desarrollo en las calizas y margocalizas, muestran un diaclasado bastante intenso, con planos generalmente subverticales de escala decimétrica a métrica (figura 4). 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 24 estaciones de diaclasas en materiales miocenos, 12 de las cuales afectan a depósitos de edad neotectónica (Vallesiense). Se han medido 50 fracturas por estación, por término medio, y en el anexo 1 se incluyen los diagramas en rosa correspondientes a todas ellas, además de diagramas estereográficas en las estaciones con abundantes fracturas inclinadas (estaciones 11, 14, 17, 18 y 19). En el mapa 1:50.000 se hace una representación esquemática de las familias de fracturas dominantes en cada estación, mostrando con trazos de mayor longitud la dirección de la familia (o familias) más abundante.

En gran parte de la Cuenca del Ebro y la Cordillera Ibérica existe un patrón de diaclasado dominante muy sistemático que afecta por igual a materiales de diversas edades a lo largo del Neógeno y Cuaternario y que consiste en la presencia simultánea de dos familias de diaclasas verticales subortogonales entre sí. Normalmente, la familia principal es N-S y la secundaria tiene orientación E-O, con más dispersión, menor desarrollo y con planos más irregulares. En ocasiones, este patrón se presenta con ciertas modificaciones, como el desdoblamiento de una o ambas familias, el aumento de la dispersión en las orientaciones, la rotación del sistema de diaclasas ortogonales, etc.

SIMON GOMEZ (1989) propone un modelo de campo de esfuerzos reciente que permite explicar la existencia de este patrón dominante de fracturación, así como

varias de sus diversas modificaciones. Este modelo postula, en síntesis, la presencia de un campo de esfuerzos regional distensivo con  $\sigma_2$  en dirección submeridiana, producido por la superposición de una compresión N-S (originada por la colisión entre las placas Africana, Ibérica y Europea) y una extensión multidireccional inducida por "rifting" en el margen mediterráneo. Perpendicularmente, es decir, en dirección N-S, se formaría la familia principal de fracturas tensionales, mientras que la E-O se formaría como consecuencia de intercambios de los ejes  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$ , de magnitud similar, ayudados seguramente por la aparición de las fracturas N-S que dan lugar a una relajación del eje de máxima extensión.

Las diversas modificaciones de este patrón de diaclasado pueden explicarse, dentro del mismo modelo propuesto, como resultado de desviaciones locales de las trayectorias de los esfuerzos principales en la horizontal ( $\sigma_2$  y  $\sigma_3$ ), desviaciones originadas por la existencia de accidentes mayores preexistentes en el sustrato, de manera que  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  tienden a hacerse paralelos o perpendiculares a dichas fallas en su entorno más próximo (SIMON et al 1988). La existencia en la hoja de abundantes fracturas de escala cartográfica con orientaciones principales NO-SE y N-S que parecen responder al movimiento reciente de fallas mayores en el sustrato es un hecho importante a tener en cuenta en el análisis de las estaciones de diaclasas medidas en la hoja.

Las estaciones 1, 2, 4, 7, 10, 11, 16, 17, 21, 22 y 23 responden bastante bien al patrón de diaclasado más extendido en la cuenca (una familia principal N-S y otra E-O), si bien en algunas domina la familia E-O sobre la N-S (estaciones 1, 2, 11, 16 y 23) y en la mayor parte se aprecia una gran dispersión de orientaciones, siendo frecuente la existencia de un "fondo" de fracturas con casi todas las direcciones posibles que apoya el carácter radial de la distensión. La familia E-O se encuentra desdoblada en 2 familias, muy minoritarias, en las estaciones 3, 8, 10 y 20.

En algunas estaciones se observa la aparición de una nueva familia muy desarrollada que se superpone al sistema subortogonal regional. Tal es el caso de la estación 12, con la aparición de diaclasas NE-SO, y 14, con esta misma familia desdoblada, así como la estación 18, donde la familia añadida es NO-SE a ONO-ESE, paralela al borde fallado del relieve jurásico que aflora en sus inmediaciones. Esta orientación NO-SE, subparalela a la fracturación dominante a escala cartográfica, se halla presente en numerosas estaciones, principalmente en las 5, 9 y 13. En las dos últimas constituye la familia principal, mientras que la estación 5 parece reflejar una rotación progresiva de las trayectorias de esfuerzos en sentido dextrógiro, de manera que hay diaclasas N-S y un abanico continuo de direcciones hasta alcanzar un máximo según NE-SO, perpendicularmente al cual se desarrolla una familia secundaria. Otro caso de rotación dextrógiro del sistema subortogonal es el de la estación 15, en una zona con abundantes fracturas cartográficas. El fenómeno de la aparición de un sistema de dos familias de fracturas subperpendiculares, rotadas un cierto ángulo respecto a la posición submeridiana es muy frecuente en esta hoja; de hecho, la mayor parte de las estaciones de la hoja presentan una rotación de mayor o menor rango en cualquiera de los dos sentidos posibles. En la estación 6, por ejemplo, la familia principal no es N-S, sino NNO-SSE (rotación levógiro), y la secundaria es perpendicular.

La estación 19, en cambio, es un caso especial que no presenta dos familias subortogonales, sino oblicuas; la principal, eso sí, N-S. Otras estaciones con particularidades importantes son 11, 14, 16, 17, 18 y 19. La estación 11 tiene unas pocas diaclasas inclinadas, un par de las cuales tienen estrías de falla normal.

Las diaclasas de la estación 14 son inclinadas, y muchos de los planos corresponden a fallas de componente normal, al igual que en la estación 19. Las fracturas de la estación 17, en cambio, corresponden en su totalidad a fallas con estrías de componente normal, mientras que las fracturas de la estación 18 son diaclasas inclinadas en su mayoría, con escasas fallas.

La abundancia de diaclasas inclinadas constituye una anomalía importante que no encaja en el modelo propuesto. Sin embargo, conviene hacer notar que sólo afectan a depósitos preneotectónicos (aragonienses), con lo cual su origen puede estar relacionado con la existencia de un régimen de esfuerzos diferente, previo a la etapa neotectónica, quizás de carácter local, asociado seguramente a la actividad de fallas del sustrato.

La estación 16 se sitúa próxima al borde septentrional del macizo mesozoico, aflorante más extenso de la hoja (el Macizo de Mezalocha). Este borde es una falla normal E-O fosilizada en varias etapas por los depósitos miocenos, pero con evidencias de haber tenido actividad en sucesivas ocasiones a lo largo del Miocene; de hecho, las fracturas de la estación 17, aún más próxima a la falla, presentan abundantes estrías de componente normal.

Se han dividido las mediciones realizadas en la estación 16 en dos partes, una inferior (diaclasas que afectan al Aragoniense superior) y otra superior (diaclasas en depósitos vallesienses superpuestos a los anteriores). En ambos casos se reconocen prácticamente las mismas familias de diaclasas, una N-S, otra E-O y una variada gama de orientaciones que constituyen el "fondo" del diagrama en rosa. En el mapa se han representado únicamente las diaclasas vallesienses, en las que la familia E-O es la principal, paralela al borde fallado del Macizo de Mezalocha, mientras que en las calizas aragonienses predomina la familia submeridiana, lo cual es indicativo de la evolución temporal de la fracturación en esta zona, seguramente condicionada por la actividad neotectónica de la falla.

En conjunto se observa que apenas hay diferencias entre los sistemas de diaclasas que afectan al Aragoniense y los que llegan a afectar a depósitos vallesienses; por tanto, es razonable considerar que el campo de esfuerzos que originó las diaclasas que afectan al Aragoniense ha prolongado su actividad sin apenas modificaciones durante la época neotectónica (al menos en parte). La ausencia de depósitos cuaternarios afectados por diaclasas no implica necesariamente que el campo

de esfuerzos del Mioceno terminal haya dejado de actuar durante el Cuaternario, ya que puede explicarse por la propia naturaleza de los depósitos (son gravas sin apenas cementación que pueden absorber cierta cantidad de deformación sin llegar a fracturarse).

Las diferencias existentes entre los sistemas de diaclasas de las distintas estaciones se deben únicamente a su posición espacial, por desviaciones locales de las trayectorias de  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  debidas a perturbaciones del campo regional de esfuerzos en la proximidad de accidentes mayores preexistentes en el sustrato, tal como predice el modelo comentado al principio del apartado.

**4.- POBLACIONES DE FALLAS NORMALES A ESCALA DE  
AFLORAMIENTO. INTERPRETACION DE PALEOESFUERZOS**

---

#### 4.- POBLACIONES DE FALLAS NORMALES A ESCALA DE AFLORAMIENTO. INTERPRETACION DE PALEOESFUERZOS

En diversos puntos de la hoja se observan planos de falla con desplazamiento apreciable, siempre de componente normal (figuras 1, 2 y 3), o bien sin desplazamiento pero con petroglifos bien conservados (la figura 5 muestra el aspecto de un espejo de falla extremadamente fino con estriaciones). En algunos puntos se localizan poblaciones de fallas estriadas en número suficiente para acometer un análisis dinámico, encaminado a interpretar los elipsoides de esfuerzos que las han originado. Se han establecido 4 estaciones de medidas con estas pretensiones (estaciones 12, 14, 17 y 19), tres en calizas y margocalizas del Aragoniense Superior y una (la 12) en calizas vallesienses. Como veremos, todas parecen responder a un mismo régimen de esfuerzos, con pequeñas variaciones, por lo que es razonable considerar que corresponden al campo de esfuerzos reciente (neotectónico). Los datos han sido analizados mediante el diagrama de "diedros rectos" (ANGELIER y MECHLER, 1977), el "diagrama y-R" (SIMON GOMEZ; 1986) y el "método de Etchecopar" (ETCHECOPAR et al, 1981), cuyos resultados se muestran en el anexo 2.

Los resultados del análisis de estas poblaciones de fallas indican un régimen de esfuerzos claramente extensional, con tendencia a multidireccional:  $\sigma_1$  vertical,  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  horizontales y de magnitudes próximas entre sí, de manera que ambos ejes horizontales se confunden con facilidad (relaciones de esfuerzos  $Re = (\sigma_2 - \sigma_3)/(\sigma_1 - \sigma_3)$  próximos a cero). Este régimen de esfuerzos es similar al invocado para explicar las características de los sistemas de diaclasas observados en esta hoja, y es extensivo al Neógeno y Cuaternario de una gran parte de la Cuenca del Ebro y Sistema Ibérico (SIMON GOMEZ, 1989).

En la estación 12 (calizas vallesienses) se han medido 11 fallas normales con cabeceos elevados, en su mayoría de orientación NO-SE (paralelamente a algunas

fracturas próximas de longitud superior a los 2 km). El método de Etchecopar arroja un tensor solución con  $\sigma_3$  horizontal en dirección N 193°E y una relación de esfuerzos  $Re = (\sigma_2 - \sigma_{23}) / (\sigma_1 - \sigma_3) = 0.02$  de manera que  $\sigma_1$  y  $\sigma_2$  tienen valores muy próximos (régimen de distensión radial). El diagrama y-R también se inclina claramente a una distensión radial, así como el diagrama de diedros rectos.

En la estación 14 (Aragoníense superior, figura 6) se han medido 16 fallas normales con orientaciones muy diversas y cabeceos próximos a los 90°, y una falla (nº 13) con dirección N 130°E, buzamiento de 53°N y estrías de 31° de cabeceo medido desde el Este; el sentido de movimiento no es claro, pero se trata de un vestigio de la existencia de un régimen transcurrente o compresivo en época pre-neotectónica, al menos en esta zona (seguramente ligado al movimiento de alguna de las fallas NO-SE cartografiadas). Esta falla no ha sido tenida en cuenta en el análisis de Etchecopar y diedros rectos, ya que es incompatible con el resto de la población. El tensor que explica las 16 fallas restantes indica un régimen de extensión radial pura ( $Re = 0.00$ ), resultado unánime con todos los métodos aplicados.

La estación 17 (Aragoníense superior) consta de 11 fallas, una de ellas (nº 1) transcurrente (cabeceo de 15°), con orientación N-S, que queda fuera del análisis conjunto de la población, constituida en su mayoría por fallas normales con dos máximos en sus orientaciones (N-S y E-O, este último más disperso). El mejor tensor solución arrojado por el método de Etchecopar no explica completamente todas las fallas (la 1 y la 7 quedan fuera), pero da un resultado satisfactorio, con  $Re = 0.04$  (distensión radial) y  $\sigma_3$  según N 255°E, compatible con los demás métodos utilizados. La proximidad a la falla del borde septentrional del macizo de Mezalocha (E-O) indica su posible reactivación neotectónica.

La estación 19 (Aragoníense), constituida por 11 fallas con dos máximos en sus orientaciones (ENE-OSO y NNO-SSE), indica un régimen de distensión tendente a radial ( $Re = 0.12$ ), con  $\sigma_2$  según N 223°E. No es una solución de una calidad

tan alta como las anteriores, pero todos los métodos apuntan a que se trata de una distensión tendente a radial (aunque el carácter radial está mucho menos acentuado que en las anteriores estaciones). Estas circunstancias pueden deberse a la mayor antigüedad del depósito afectado, ya que puede registrar mayor número de estadios de deformación superpuestos que rebajan la calidad del tensor solución, como se refleja en la existencia simultánea de dos familias de estrías de componente normal sobre un mismo plano de falla (Figura 7). De todos modos, GUTIERREZ et al (1986) estudiaron una importante población de fallas en las inmediaciones (punto 25), dando como resultado un régimen de extensión radial similar con  $Re = 0.1$  ( $R = 1/Re = 10$ ).

La aparición de fallas aisladas con estrías de bajo cabeceo, aunque no se encuentran en número suficiente para su análisis, indica la posible actuación local de campos de esfuerzos compresivos o en régimen de desgarre, con anterioridad a una etapa distensiva radial, en consonancia con la evolución postulada por ARLEGUI y SIMON (1993). Estos autores interpretan el cambio progresivo desde una compresión en régimen transcurrente a una distensión triaxial con  $\sigma_3$  E-O y, en estadios tardíos (época neotectónica), a una distensión radial.

## **5.- OTRAS DEFORMACIONES**

---

## 5.- OTRAS DEFORMACIONES

No se han encontrado deformaciones en depósitos cuaternarios, aunque a lo largo de la gran extensión de depósitos vallesienses que recubren buena parte de la hoja se registran numerosas deformaciones neotectónicas. Si bien la abundancia de yeso en los depósitos aragonienses del Norte de la hoja parece indicar que los procesos diapíricos y halocinéticos han podido jugar un importante papel en estas deformaciones, no parece que constituyan la única causa de su origen. En efecto, aunque existen ejemplos de procesos de indudable relación con el comportamiento de las evaporitas como colapsos por disolución (figura 8), las deformaciones (fallas, pliegues y basculamientos locales) que afectan a depósitos miocenos (aragonienses y vallesienses) no se distribuyen de forma aleatoria, sino que se aprecia un evidente control estructural (direcciones NO-SE y N-S principales) que se reconoce en numerosas ocasiones, también en las calizas jurásicas infrayacentes, de manera que hay fracturas extensionales que afectan al Mesozoico y se prolongan en depósitos miocenos de diversas litologías y edades, llegando con cierta frecuencia al Vallesiense. La mayor parte de estas deformaciones se sitúan en áreas próximas a los numerosos afloramientos mesozoicos y parecen indicar una cierta reactivación distensiva de las estructuras que los limitan. De hecho, el borde septentrional del gran macizo jurásico de Mezalocha, borde fallado de orientación E-O, registra un episodio de aportes conglomeráticos durante el Aragoniense superior y otro en la base del Vallesiense, además de producir un notorio "arrastre" de las capas miocenas más próximas (incluyendo el Vallesiense).

En general, estos fenómenos deformativos, aunque muy abundantes, tienen carácter local y se han representado en el mapa neotectónico como buzamientos locales (figura 10), y ocasionalmente pliegues. Sin embargo, existen deformaciones de gran extensión que conviene destacar. Las más importantes son las que afectan a la superficie vallesiense, que, con un basculamiento generalizado de 1° hacia el NO, presenta diversas alteraciones.

Un ejemplo espectacular de basculamiento de la serie miocena (incluyendo el Vallesiense) por reactivación de los relieves constituidos por materiales mesozóicos, se observa en la transversal entre el Cabezo del Cuervo y el Cabezo Negro, al Oeste de Jaulín (figura 9), donde las calizas vallesienses, con ligero buzamiento al SO en el cabezo occidental, adquieren una notoria inclinación al NE en el oriental, tras recubrir la corrida jurásica orientada según NO-SE.

Otra deformación de la superficie vallesiense la constituye una pequeña fosa que confina los depósitos vallesienses entre relieves jurásicos en el sector de Fuendetodos. Esta fosa y el accidente mencionado del borde septentrional del macizo de Mezalocha corresponden a las deformaciones descritas por GUTIERREZ et al (1986), como dislocaciones de la superficie de erosión fundamental de la Cordillera Ibérica (PEÑA et al, 1984), que según estos autores enrasta con el techo de las formaciones carbonatadas de la Depresión del Ebro.

El límite submeridiano del relieve de La Plana, en su sector oriental, indica también una deformación de probable edad neotectónica, ya que está asociado a la existencia de una importante franja de fracturas subparalelas que llegan a afectar al Vallesiense. Otra deformación notable de orientación N-S que incorpora materiales vallesienses está relacionada con el relieve jurásico submeridiano que aflora al E de Longares y culmina en el vértice Pino, y que bascula extraordinariamente la serie miocena de su flanco occidental.

Finalmente, aunque no es segura su adscripción al ámbito de la Neotectónica, conviene comentar la existencia de pliegues de slumping en los depósitos margocalcáreos del Aragoniense superior (figura 11) en el sector de La Puebla de Al-bortón (punto de observación nº 26). Estos pliegues, de ejes E-O y con fuerte vergencia Sur (las capas llegan a invertirse) suponen la existencia de una paleo-pendiente hacia el Sur (y por tanto un plegamiento o basculamiento) en este sector en época neotectónica o ligeramente anterior, cuyo origen puede deberse a diapirismo o a causas tectónicas.

## **6.- CONCLUSIONES**

---

## 6.- CONCLUSIONES

Durante el Neógeno se produjo en la región una tectónica de tipo distensivo que se manifiesta por fallas normales de escala cartográfica y sistemas de diaclasas (bastante homogéneos en amplios sectores de la cuenca). Estas estructuras afectan por igual a toda la serie miocena, incluyendo los depósitos de edad neotectónica (Vallesiense) que afloran en la hoja y, en áreas próximas, llegan a involucrar a materiales cuaternarios. Estas observaciones permiten afirmar que esta situación extensional se prolonga hasta etapas del Cuaternario reciente sin apenas variaciones. El campo de esfuerzos puede describirse como una distensión tendente a radial con valores muy próximos de  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  que provocan etapas de intercambio de ambos ejes, dando lugar a la aparición de sistemas de diaclasas subortogonales en gran parte de la Cuenca del Ebro y la Cordillera Iberica (SIMON GOMEZ, 1989).

Del análisis estructural de las diaclasas y poblaciones de microfallas existentes en la hoja, se desprende que este campo de esfuerzos regional distensivo, con las direcciones de  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  en torno a N-S y E-O, se encuentra presente en la hoja a lo largo del Mioceno, pero con frecuentes perturbaciones locales. consistentes, en la mayor parte de los casos, en desviaciones de las trayectorias de los esfuerzos principales horizontales debidas a la proximidad de accidentes mayores preexistentes en el sustrato. Estos accidentes mayores se manifiestan en superficie como fracturas con entidad cartográfica orientados segun dos familias principales: NO-SE y N-S.

ARLEGUI et al (1994), considerando que el movimiento de una falla normal en el zócalo rígido induciría la propagación de fracturas paralelas en la cobertura, de manera que conforme alcanzaran niveles superiores de la misma afectarían a una banda cada vez más amplia en la horizontal, sugieren que la elevación isostática tardía del Pirineo induce movimientos verticales que se resuelven en fracturas de zócalo de orientación preferente NO-SE, cuya manifestación en superficie son las

fracturas paralelas detectadas en el sector meridional de la Cuenca del Ebro. En la hoja de Longares es evidente la actividad neotectónica de las estructuras NO-SE, con cierto acentuamiento de la deformación debido a procesos halocinéticos, dado el gran espesor de materiales yesíferos bajo los terrenos vallesienses. Lo mismo sucede con las fracturas N-S, que deben ser reflejo superficial de estructuras alpinas que afectan al zócalo. En la hoja se reconocen dos de estas estructuras mayores submeridianas con actividad neotectónica, la situada al E de Longares, con afloramiento de materiales mesozoicos, y una banda de fracturación desarrollada desde Fuendetodos hasta La Plana.

Otro fenómeno notable, desde el punto de vista de la Neotectónica, es la deformación de la superficie superior de las calizas vallesienses, correlacionada por diversos autores con la superficie de erosión fundamental de la Cordillera Ibérica (GUTIERREZ et al, 1986). En la hoja esta superficie, que presenta una inclinación generalizada de 1º hacia el NO, se encuentra dislocada en relación con un sistema de fosas desarrollado en la zona de Fuendetodos, se encuentra afectada por la falla normal E-O que limita por el Norte la estructura mesozoica de Mezalocha, y presenta numerosas deformaciones locales en relación con asomos mesozoicos y con fallas normales.

## **7.- BIBLIOGRAFIA**

---

## 7.- BIBLIOGRAFIA

- ANGELIER, J., y MECHLER, P. (1977).- Sur un méthode graphique de recherche des contraintes principales également utilisable en tectonique et en sismologie: la méthode des dièdres droits.
- ARLEGUI, L.E. y SIMON; J.L. (1993).- El sistema de diaclasas N-S en el sector central de la cuenca del Ebro. Relación con el campo de esfuerzos Neógeno. Rev. Soc. Geol. España, 6, 115-122.
- ARLEGUI, L.E., SIMON, J.L. y SORIANO, M.A. (1994).- Un sistema regional de fracturas NW-SE en el centro de la Cuenca del Ebro. II Congreso del G.E.T. Jaca Comunicaciones, 39-42.
- 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.
- GUTIERREZ, M., SIMON, J.L., y SORIANO, M.A. (1986).- Algunos aspectos de la tectónica neógena y cuaternaria en el sector central de la depresión del Ebro. Bol. Geol. y Min. 97 (1), 9-21.
- PEÑA, J.L.; GUTIERREZ, M., IBAÑEZ, M.J., LOZANO, M.V., RODRIGUEZ, J., SANCHEZ, M., SIMON, J.L., SORIANO, M.A. y YETANO, L.M. (1984).- Geomorfología de la provincia de Teruel. Instituto de Estudios Turolenses, 149 pp.
- 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 GOMEZ, 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. Anales Tectonicae, 2 (1), 21-32.

**FOTOGRAFIAS**

---



Foto 1.- Falla métrica en margocalizas aragonienses, con desplazamiento normal. Carretera Jaulín-Fuendetodos (punto de observación nº 25). En las proximidades se ha estudiado una población de fallas (estación 19).



Foto 2.- Pequeña falla normal que afecta a una calcarenita laminada aragoniense junto a la urbanización Montepinar (estación 11).



Foto 3.- Falla normal  $100,78^{\circ}\text{S}$  con salto de 1 m afectando a calizas vallesienses en las inmediaciones de la Urbanización Montepinar (estación 12).



Foto 4.- Aspecto de las diaclasas sobre calizas aragonienses de la estación 22, al Norte de Fuendetodos. Se reconocen dos familias de diaclasas: la principal, N-S y una secundaria subperpendicular mucho menos desarrollada.



Foto 5.- Espejo de falla con margocalizas del Aragoniense Superior (estación 14, en las inmediaciones de la urbanización Montepinar). Destaca la delgadez extrema de la película que constituye el espejo, sobre la cual se reconocen numerosas estriaciones paralelas de elevado cabeceo.



Foto 6.- Aspecto de campo de la estación de fallas 14. La mayor parte de las discontinuidades visibles son superficies estriadas.



Foto 7.- Plano de falla con dos direcciones de estrías normales, una con estriaciones largas y profundas y cabecero de  $64^{\circ}$  y la otra, con estrías de  $80^{\circ}$  finas y cortas, desarrollada en los bordes de las rugosidades que forman las anteriores. El orden de formación sería el orden de descripción. Estación 19, Aragoniense.



Foto 8.- Deformaciones por colapso debido a fenómenos de disolución en yesos aragónienses. Barranco de Valdecapones, punto 24.



Foto 9.- Flexura de los estratos miocenos (incluyendo el Vallesiense, que constituye la superficie aplanada superior) al remontar un afloramiento de calizas jurásicas (en primer término). Fotografía tomada desde la estación 18 hacia el NO, al Oeste de Jaulín. Se aprecia un evidente cambio de buzamiento en las capas miocenas al pasar de un flanco al otro de la estructura jurásica, de orientación NO-SE.



Foto 10.- Capas del Aragoniense Superior con buzamiento de 35º hacia el ENE en las inmediaciones de la estación 13, seguramente relacionado con la presencia de fracturas NO-SE a NNO-SSE.



Foto 11.- Pliegues de "slumping" en un nivel carbonático del Aragoniense Superior (punto de observación nº 26, al Oeste de La Puebla de Albortón). La vergencia, y por tanto, la paleopendiente, es hacia el Sur. Es indicativo de la generación de deformaciones (basculamientos o pliegues de gran radio) en el Aragoniense terminal o, quizás, en el Vallesiense.

## **A N E X O S**

---

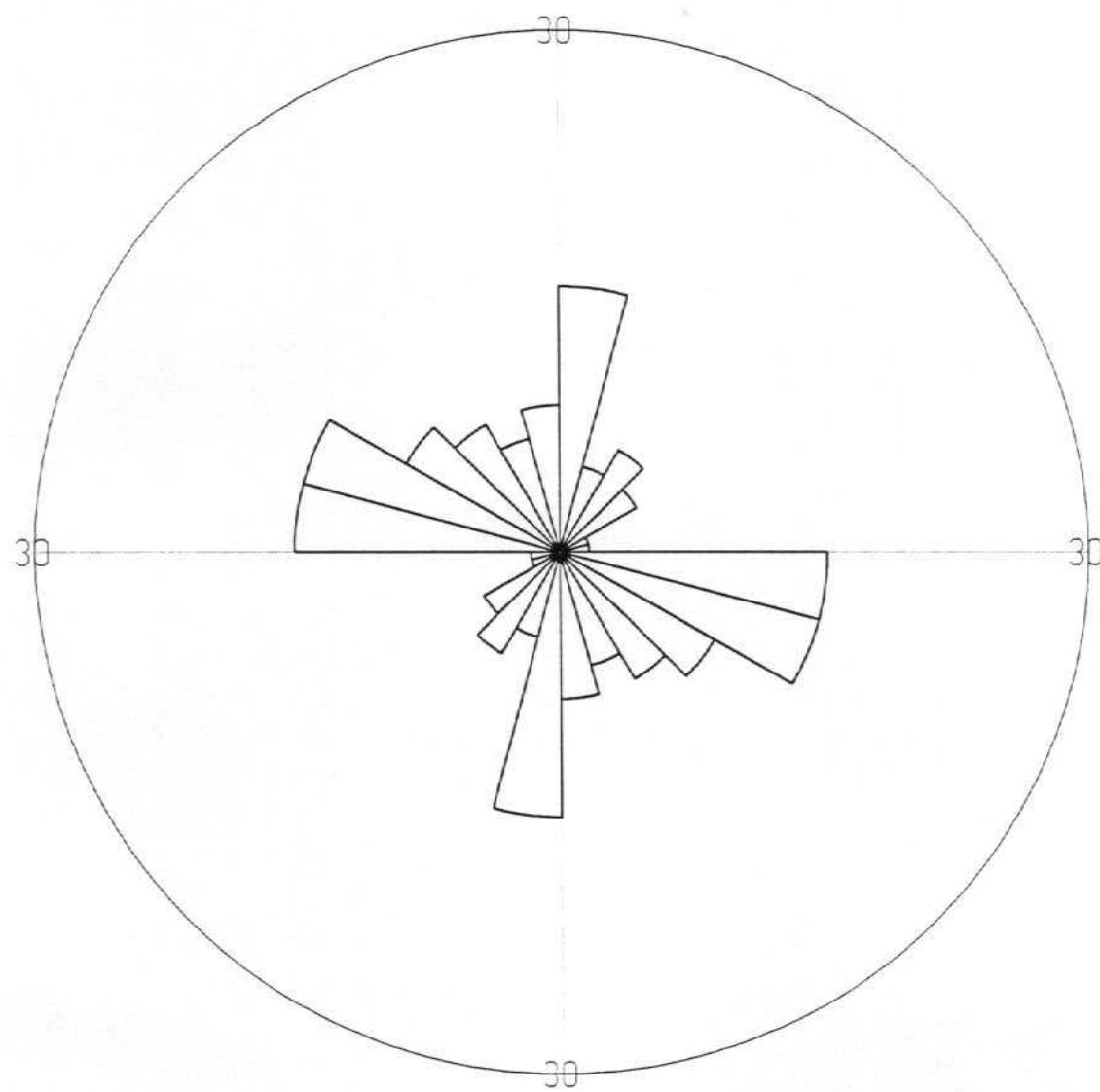
## A N E X O - 1

Diagramas en rosa de las poblaciones de diaclasas medidas en las distintas estaciones estudiadas.

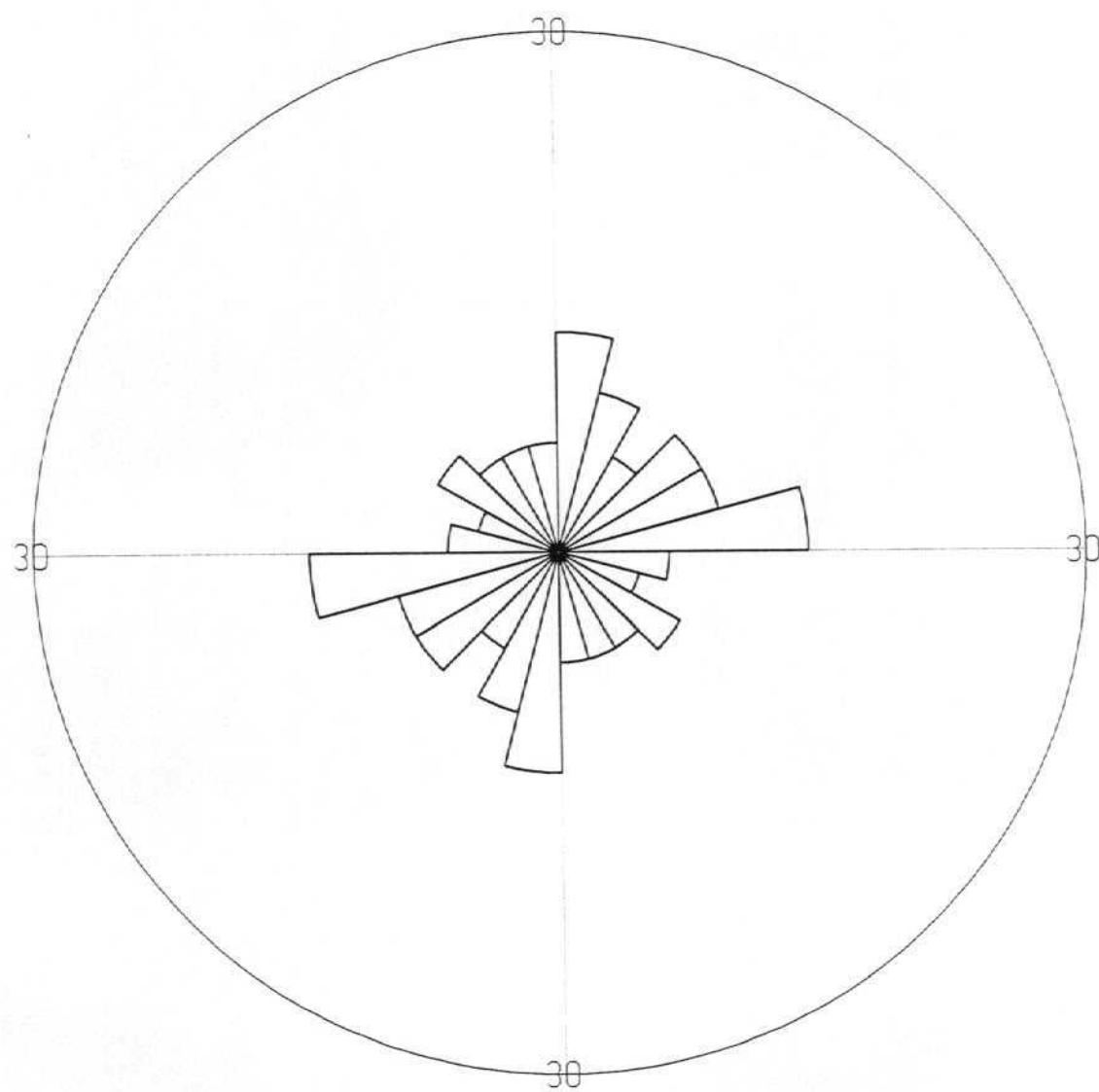
Cada diagrama representa unos 50 datos de direcciones. La longitud de los pétalos es proporcional a la frecuencia de fracturas para clases de  $15^{\circ}$ . El diámetro del círculo corresponde al 30% del número total de medidas.

En las poblaciones con abundancia de fracturas inclinadas se adjunta una representación esteoreográfica, destacando que en ocasiones se trata de fallas sin desplazamiento perceptible, pero con estrías.

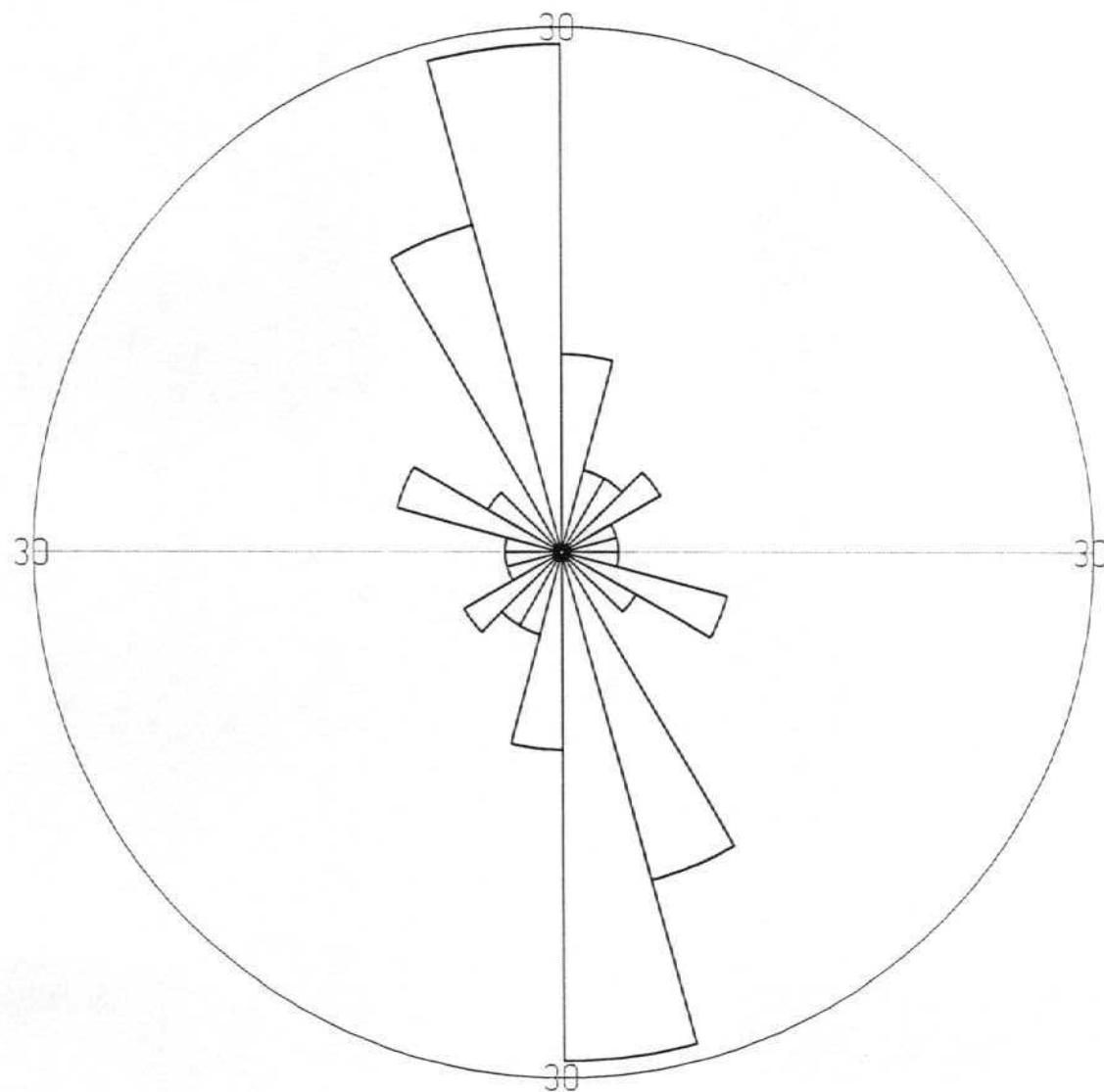
LONGARES - 1

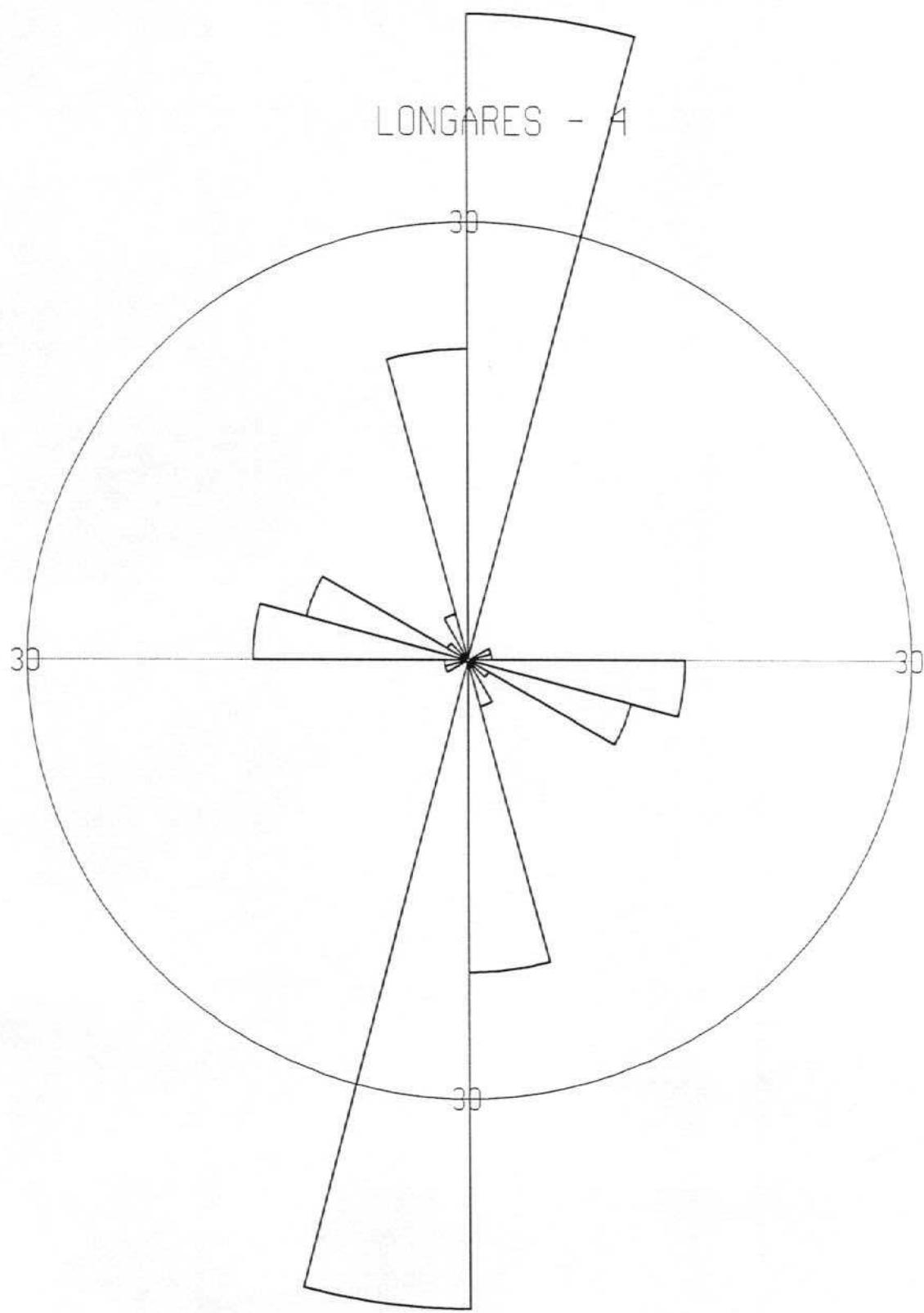


LONGARES - 2

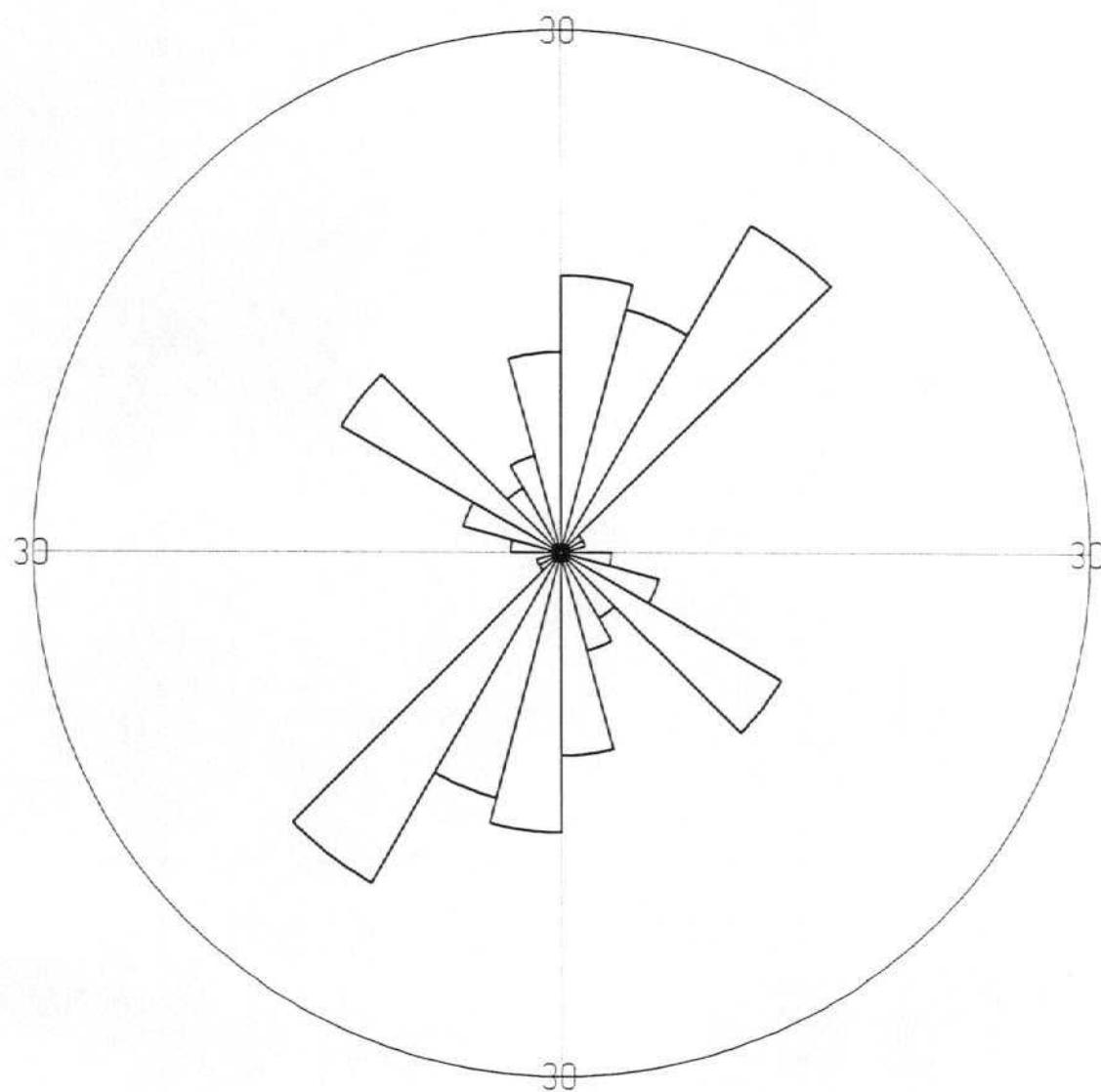


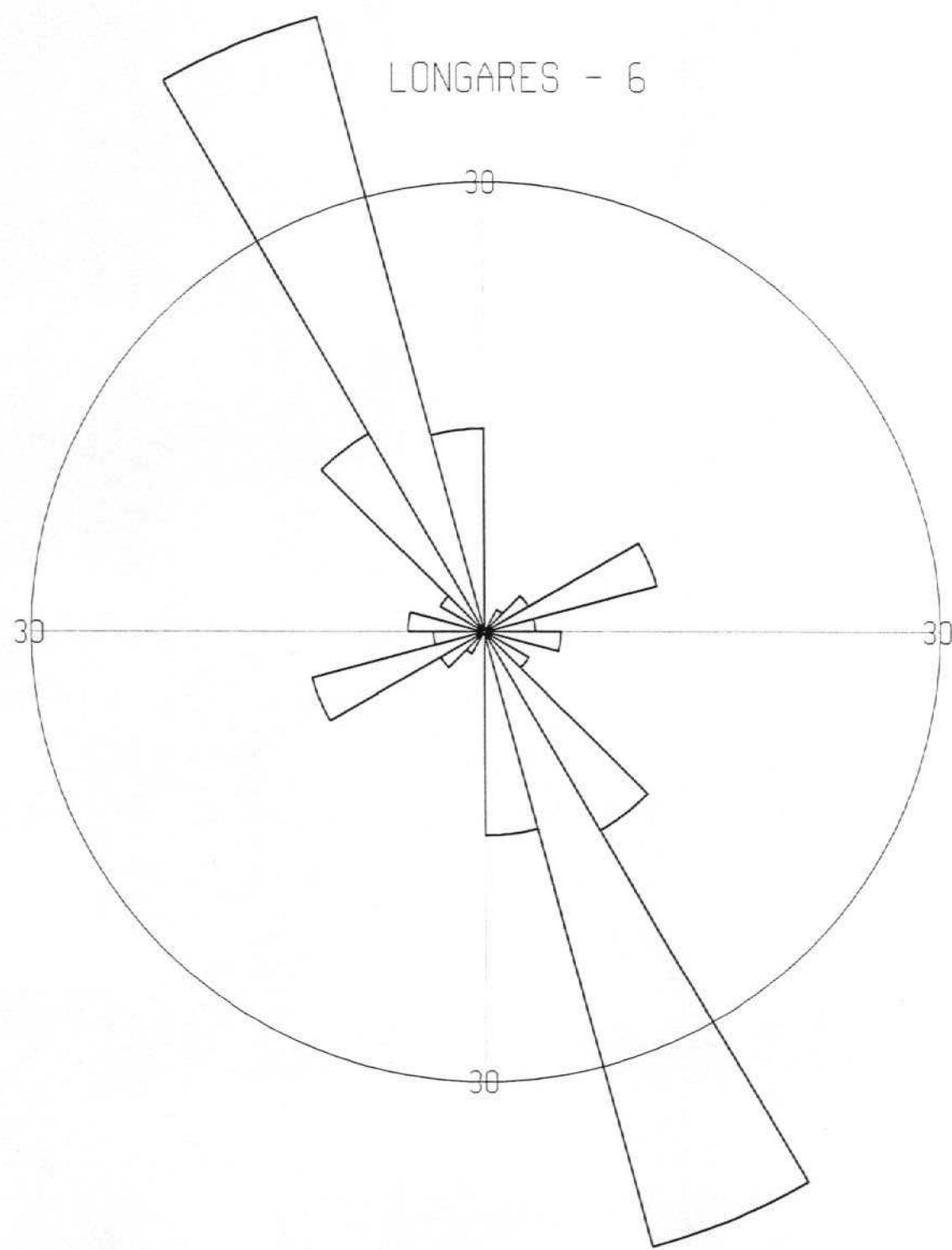
LONGARES - 3

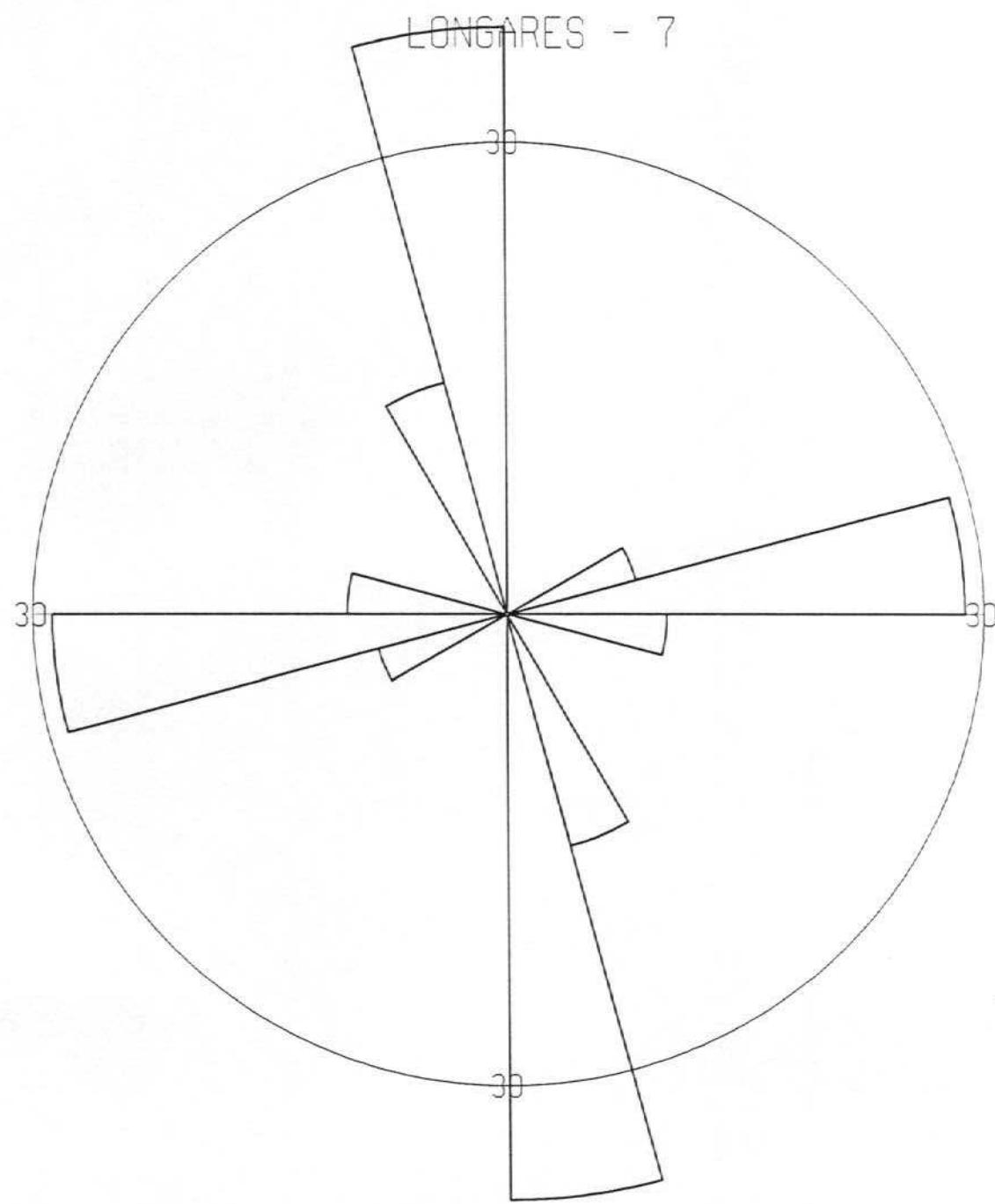




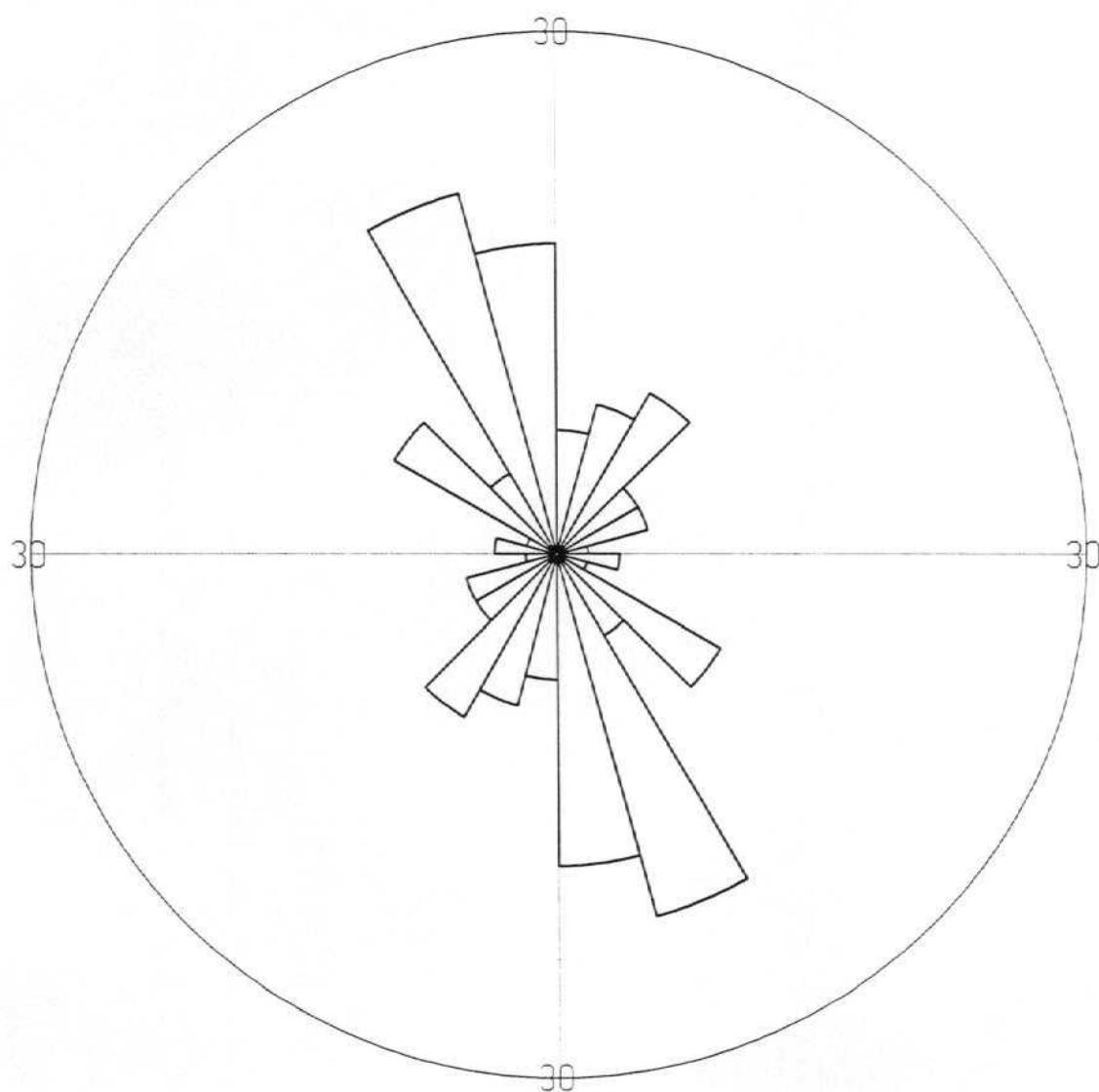
LONGARES - 5



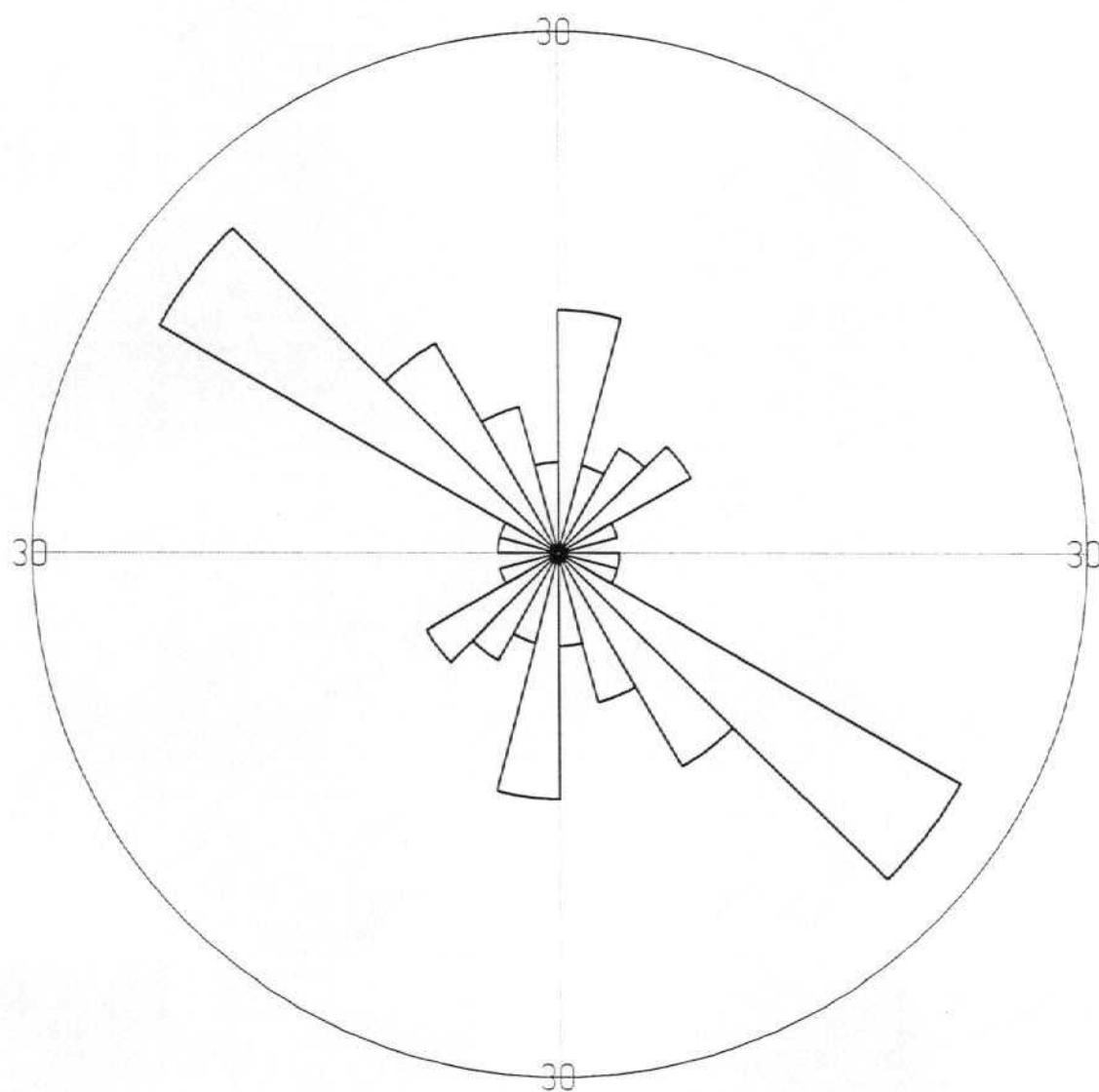




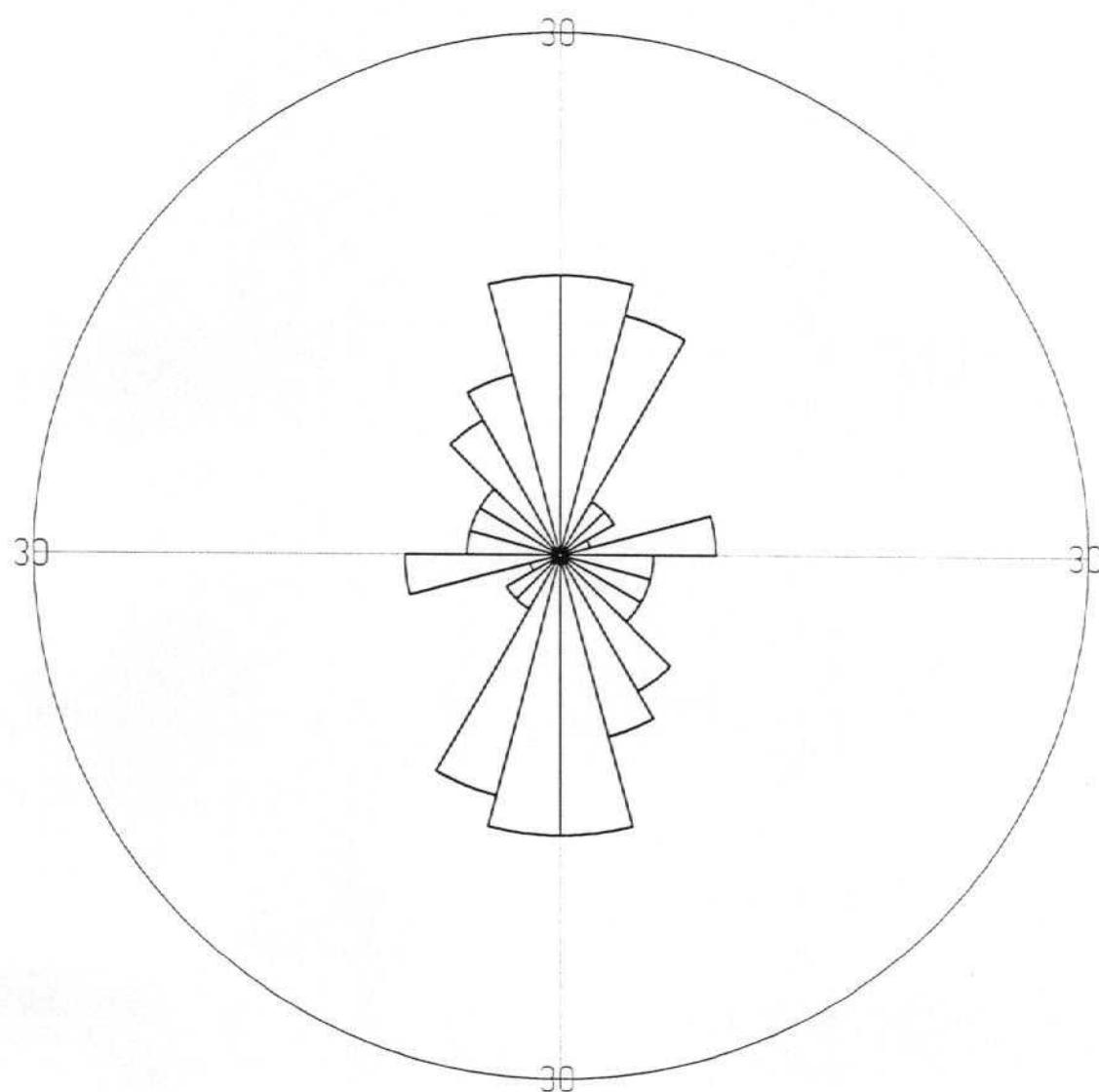
LONGARES - 8



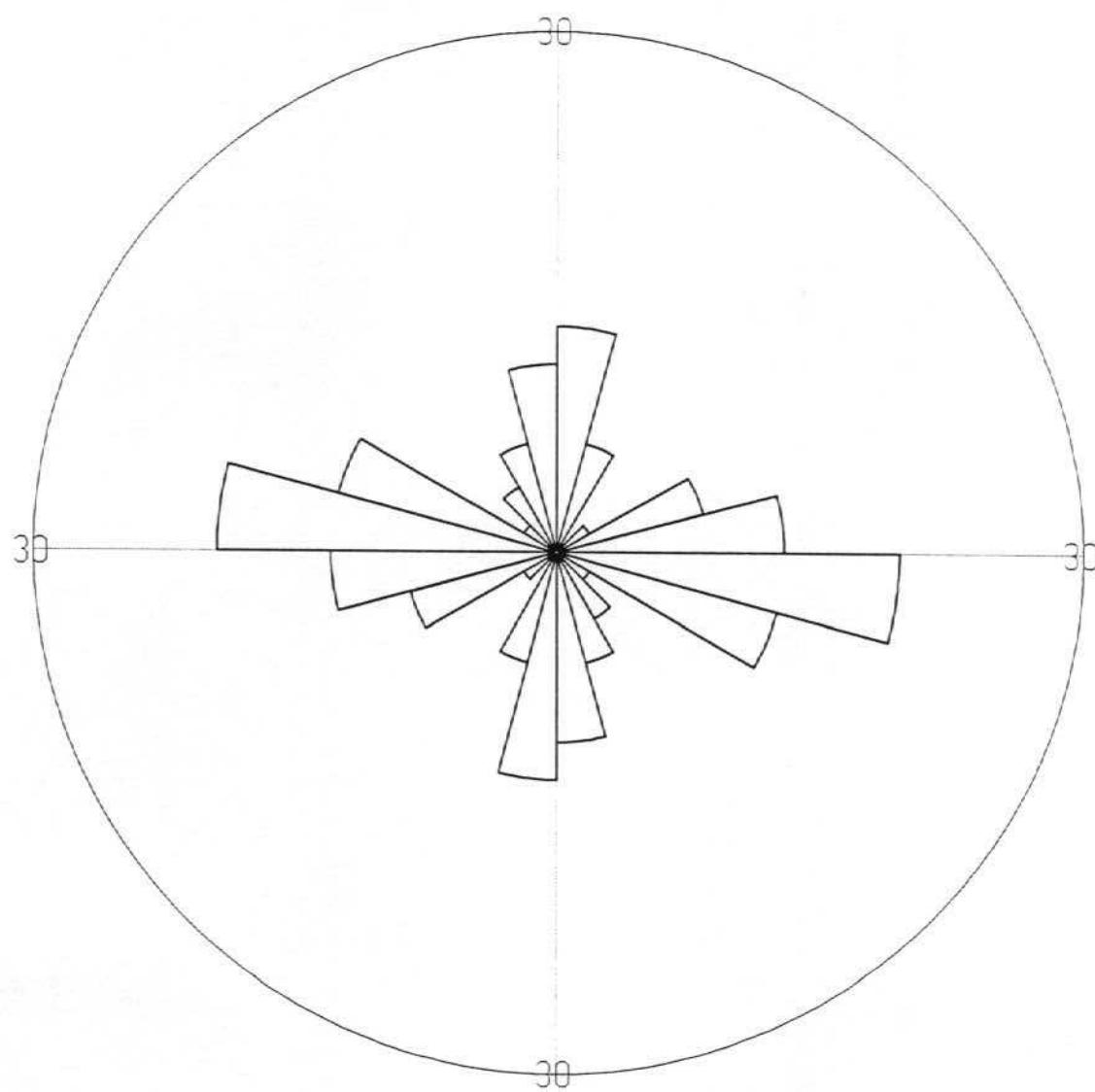
LONGARES - 9



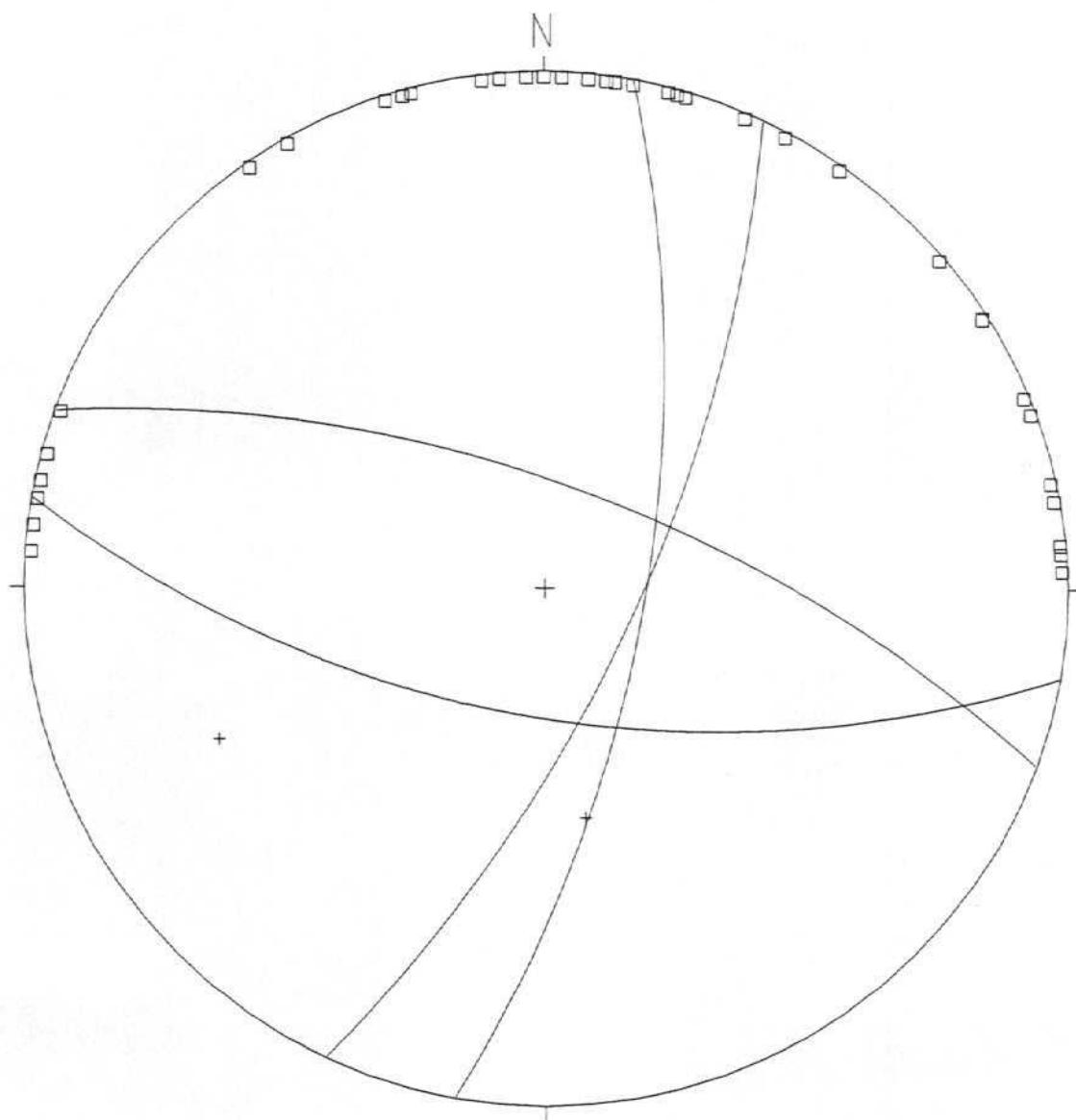
LONGARES - 10



LONGARES - 11



LONGARES - 11

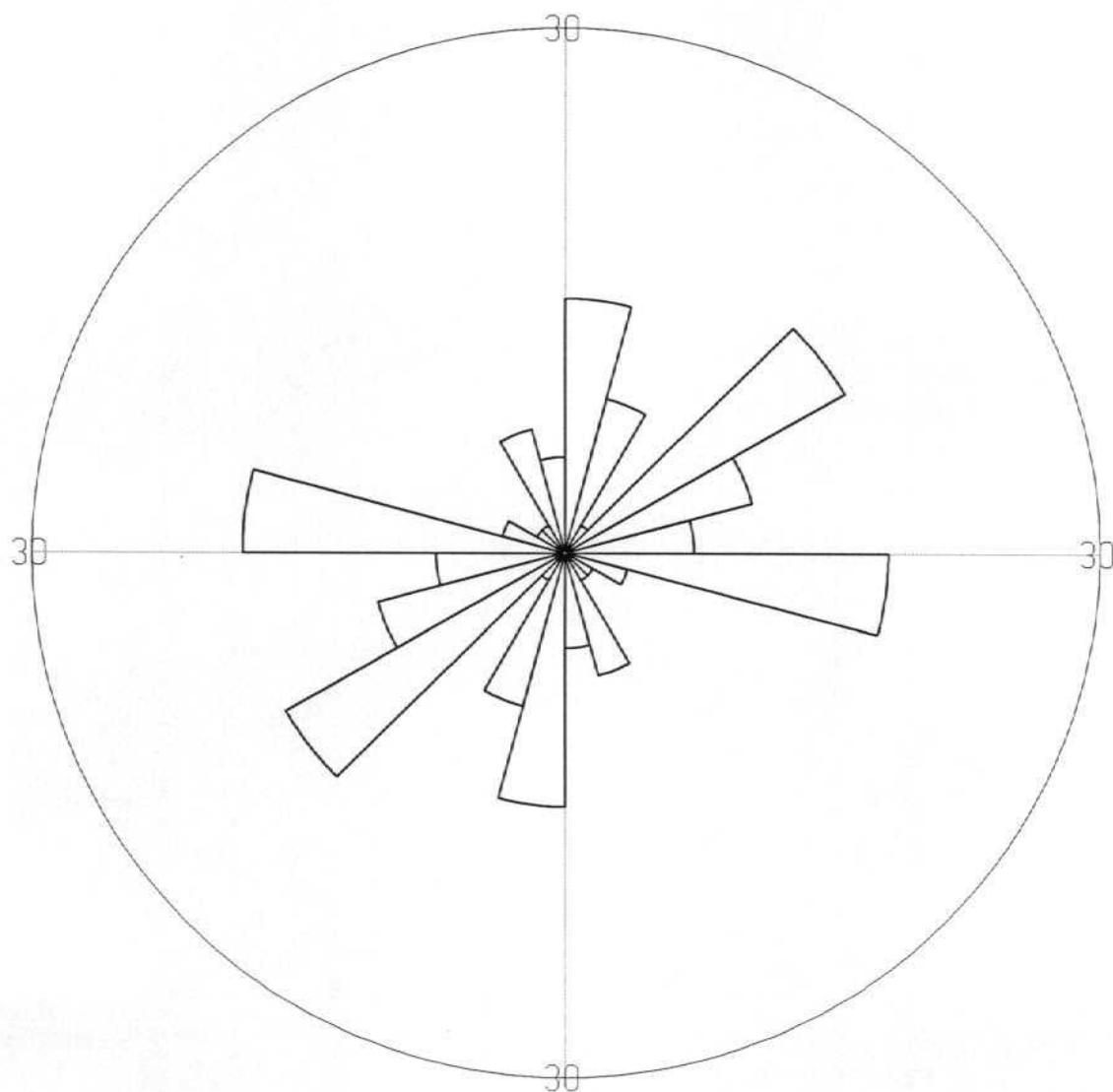


Projection  
Number of Sample Points

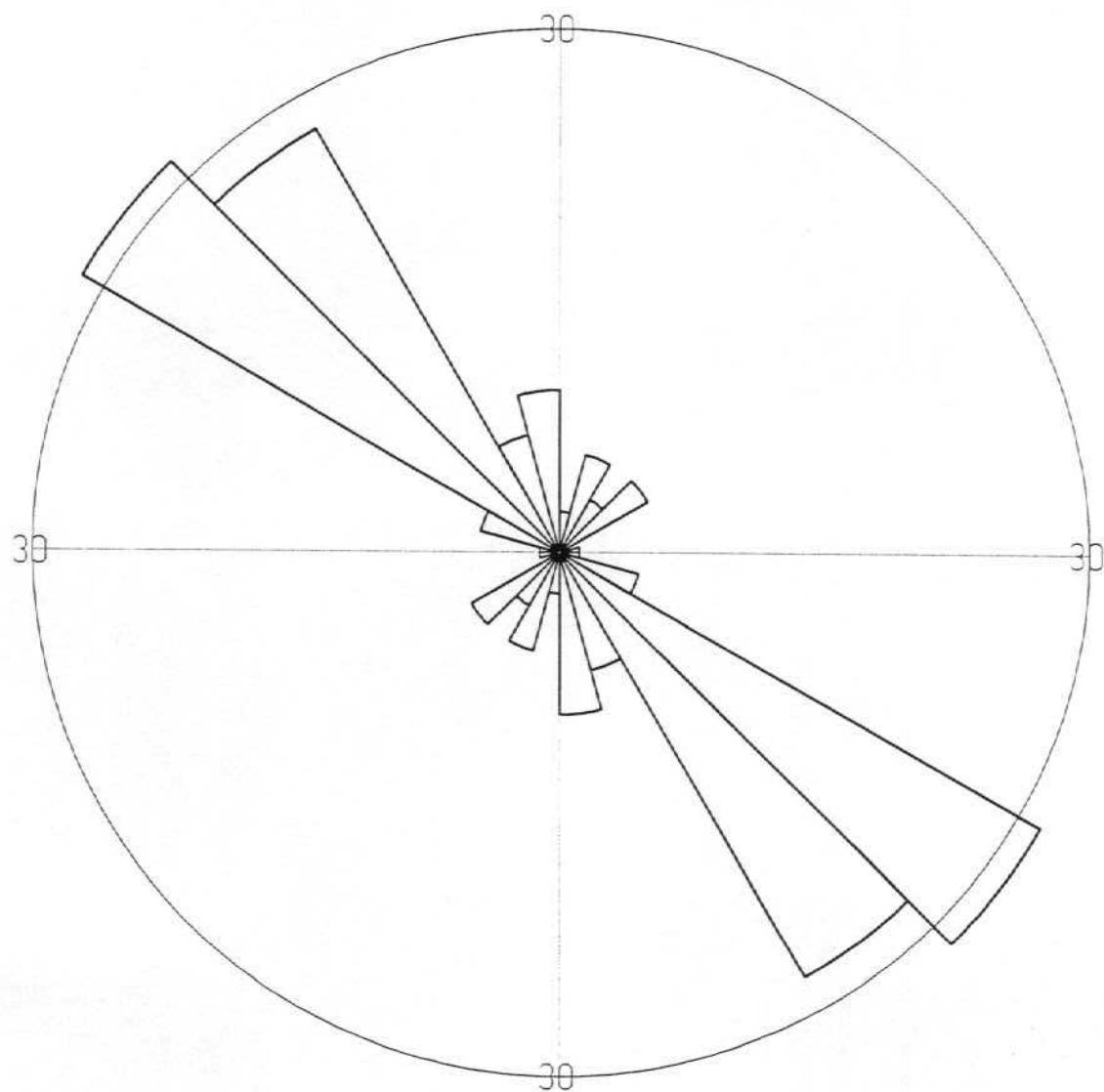
Wulff  
46

- dioclases verticales
- + fallas normales

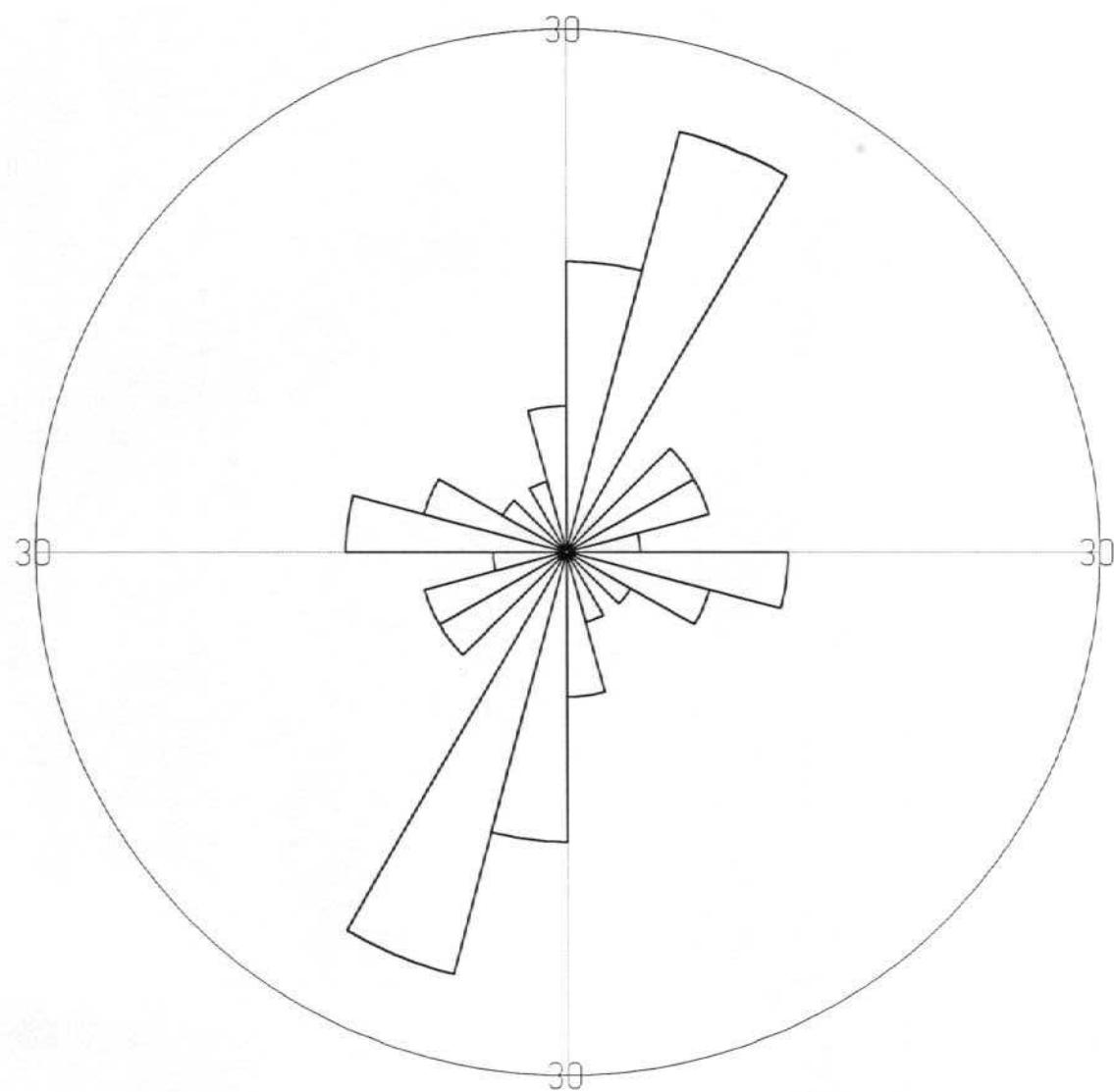
LONGARES - 12



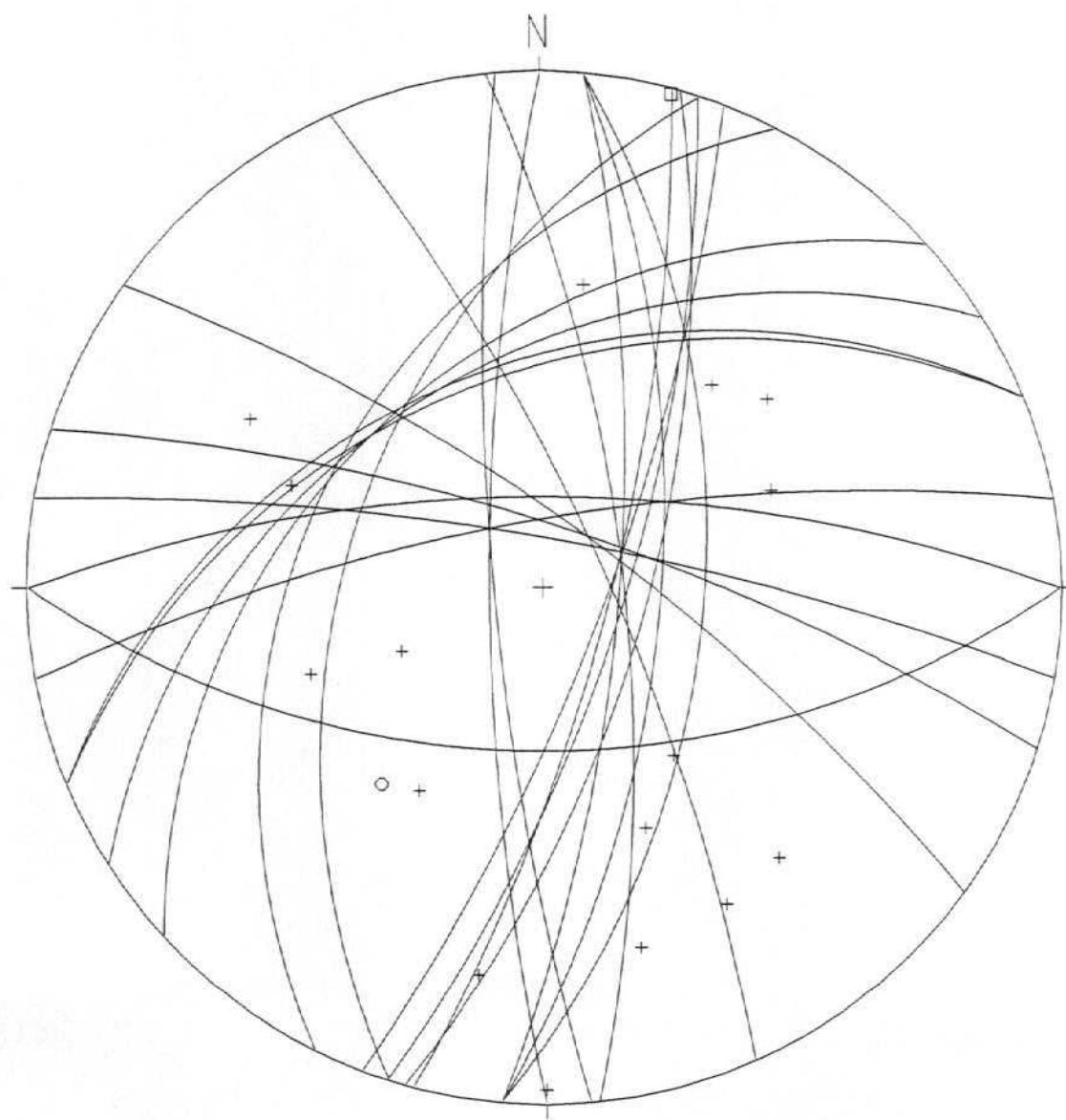
LONGARES - 13



LONGARES -14



LONGARES -14

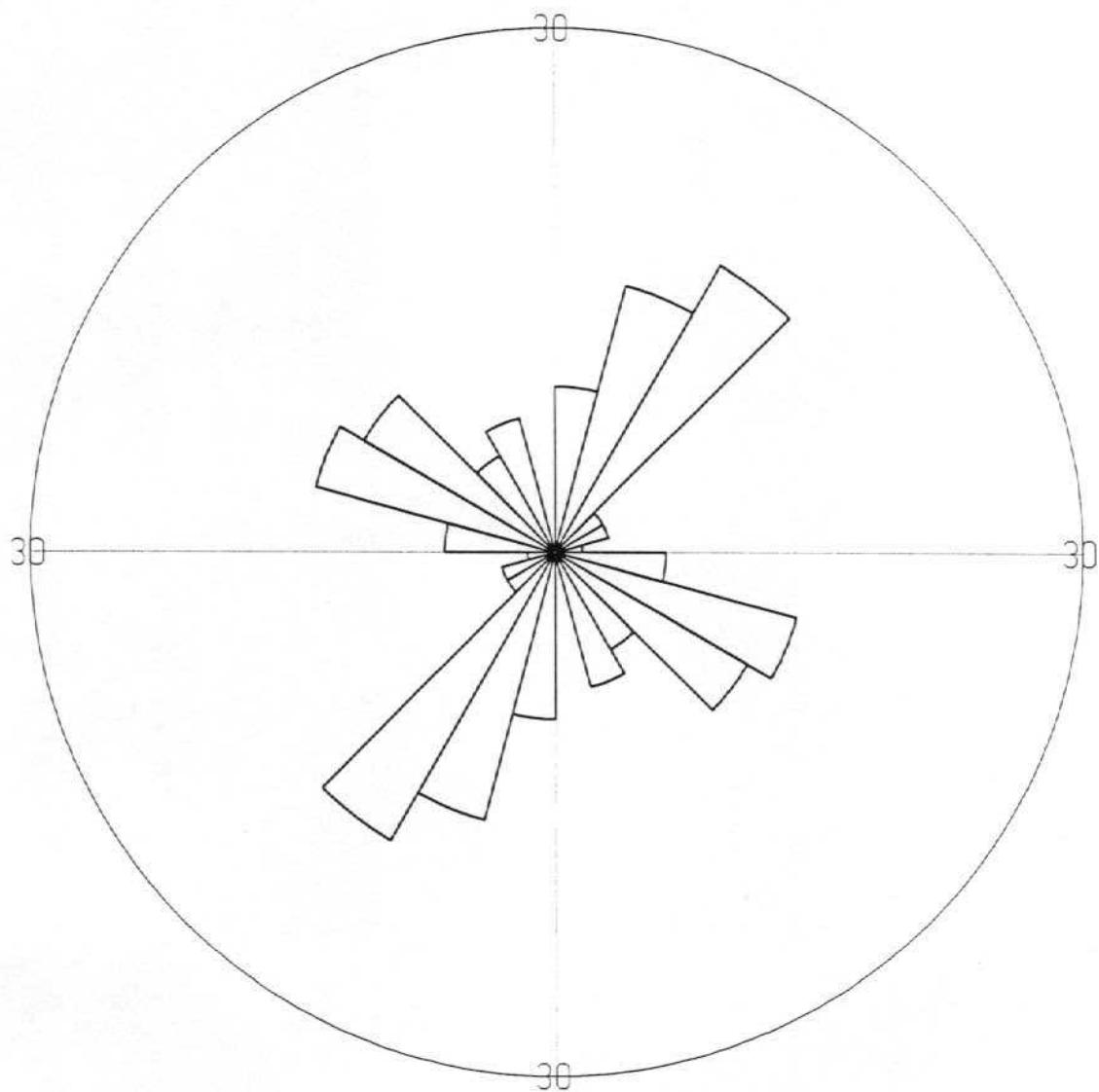


Projection  
Number of Sample Points

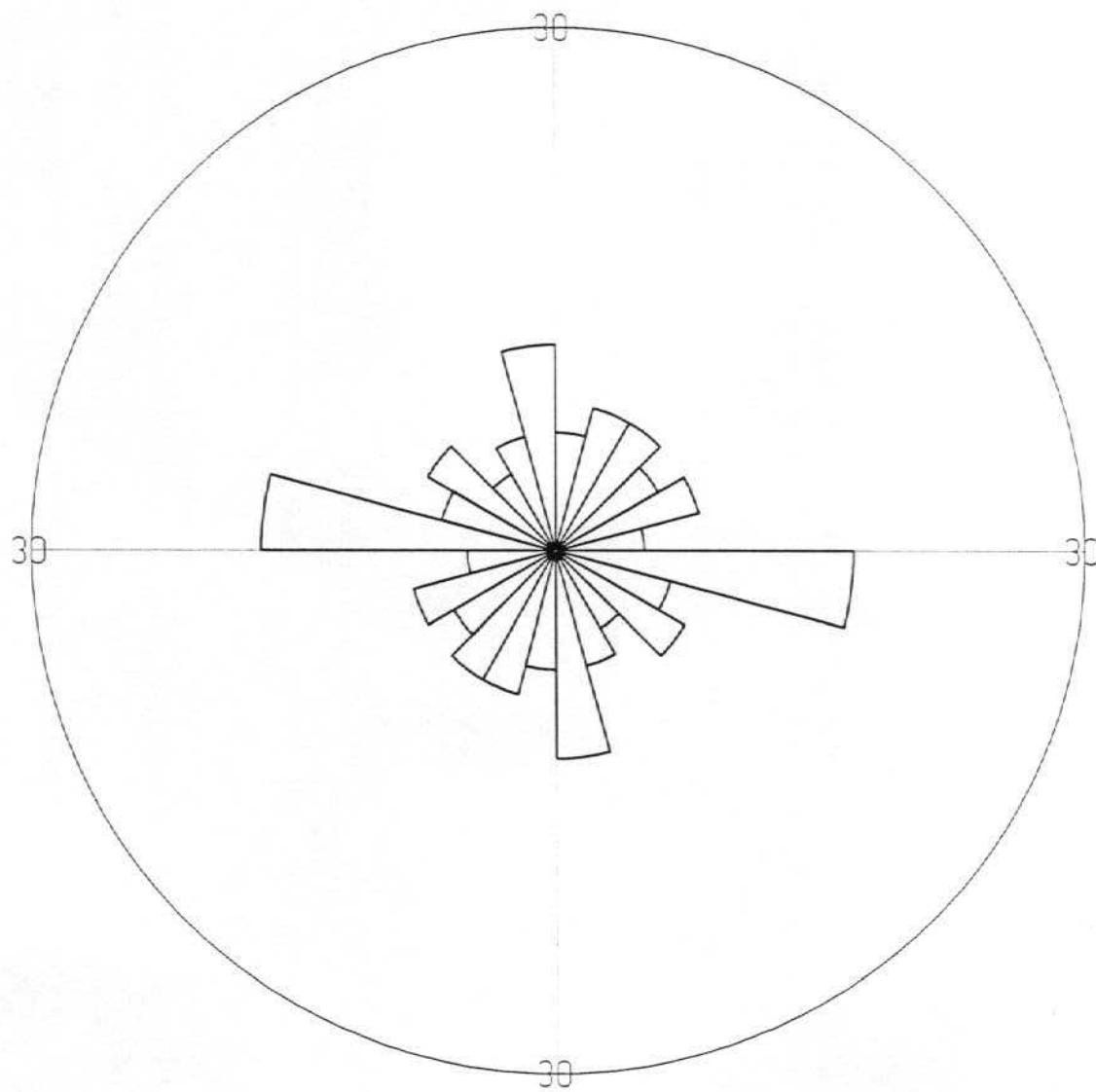
Wulff  
41

- diaclasas verticales
- + fallas normales
- falla dexteral

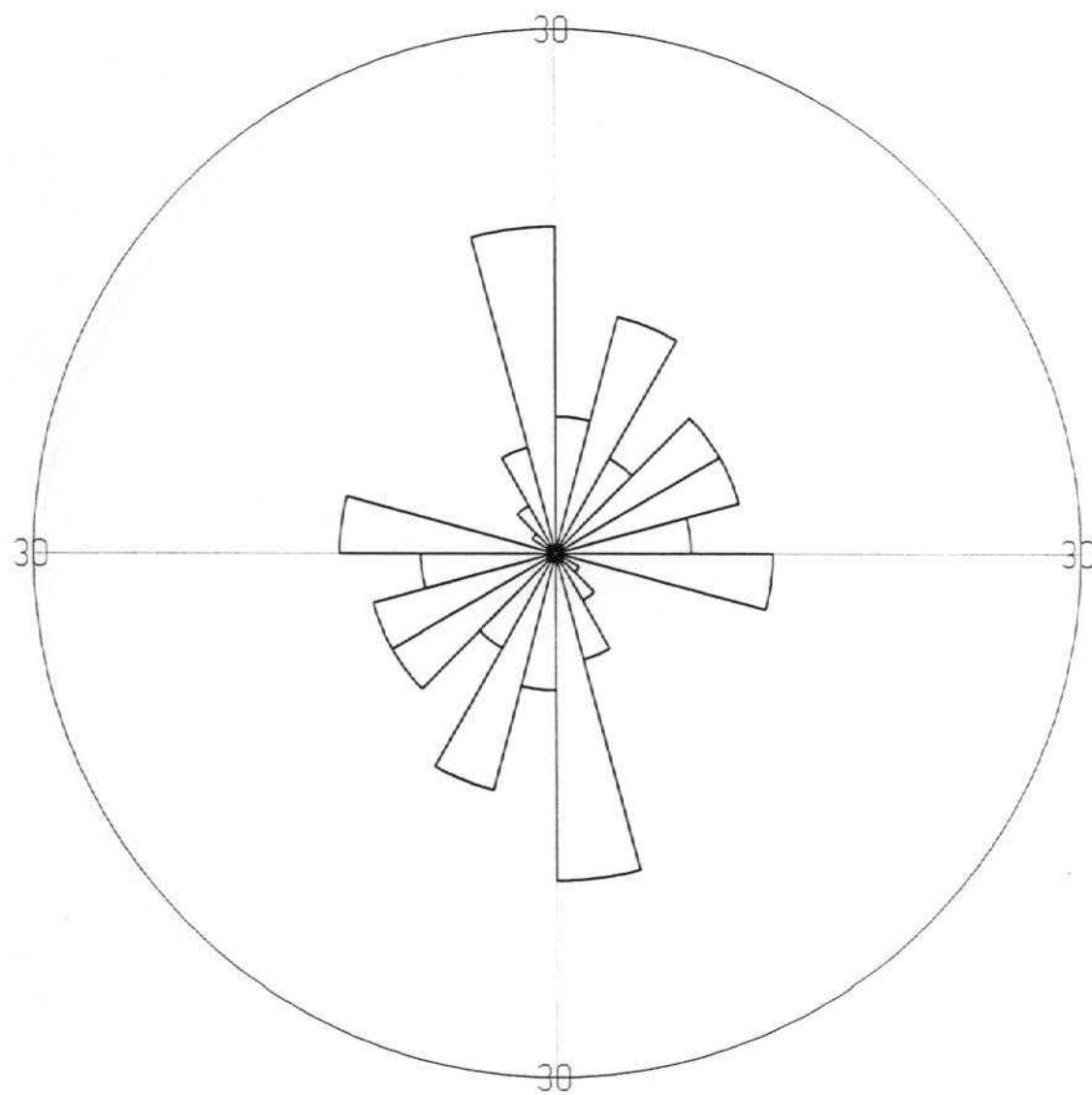
LONGARES - 15



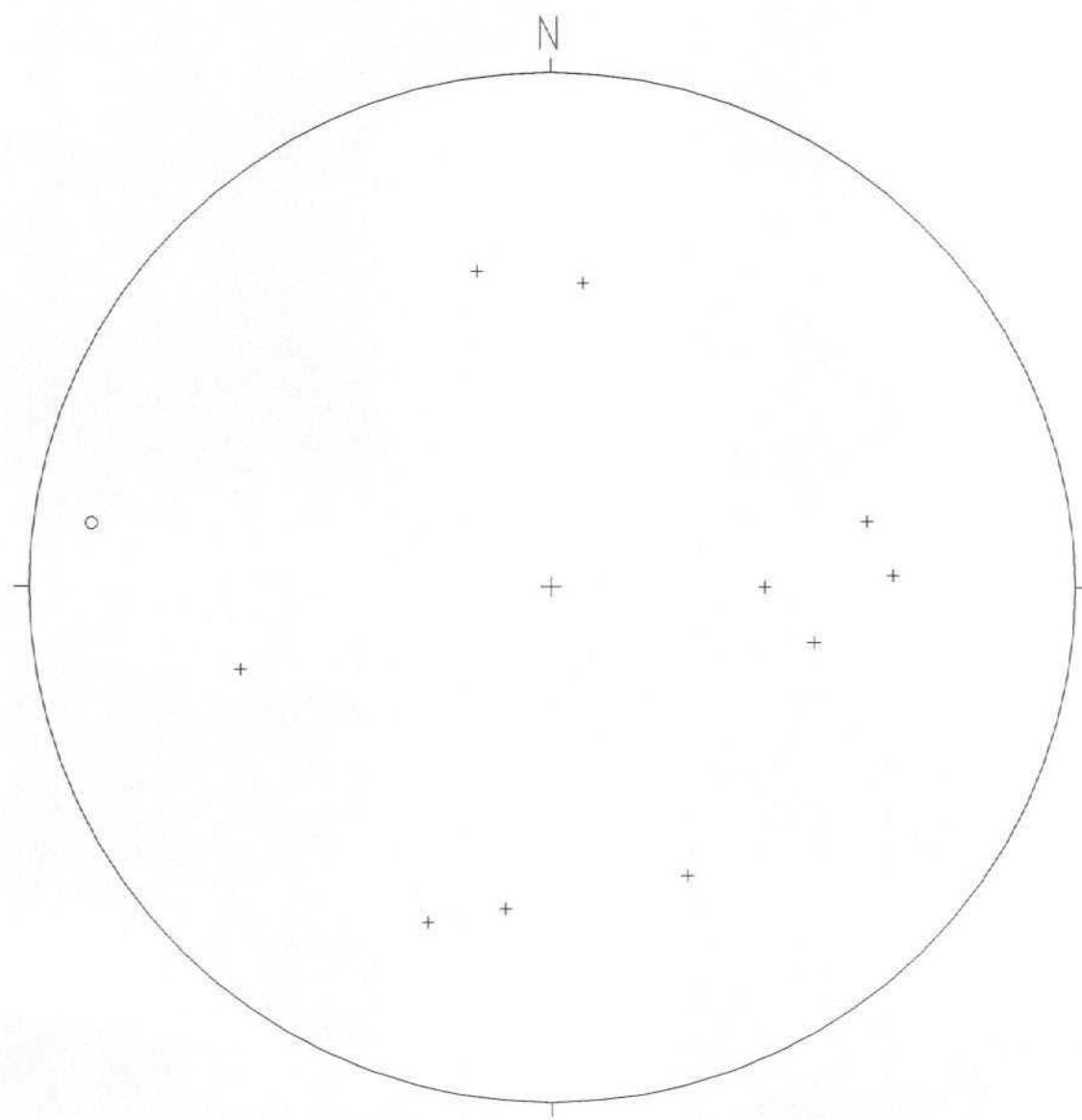
LONGARES - 16 (sup )



LONGARES - 16 (inf)



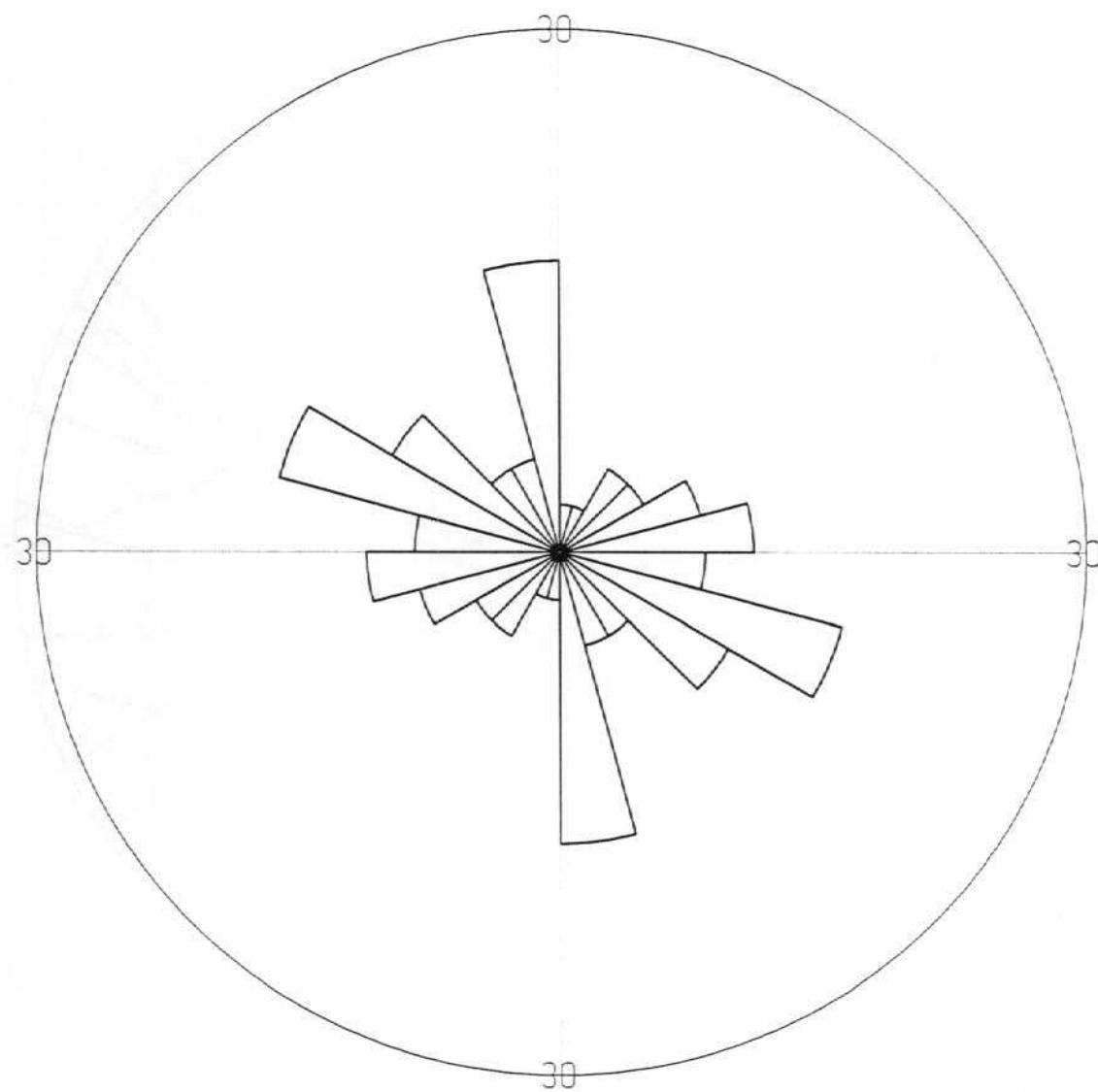
LONGARES - 17



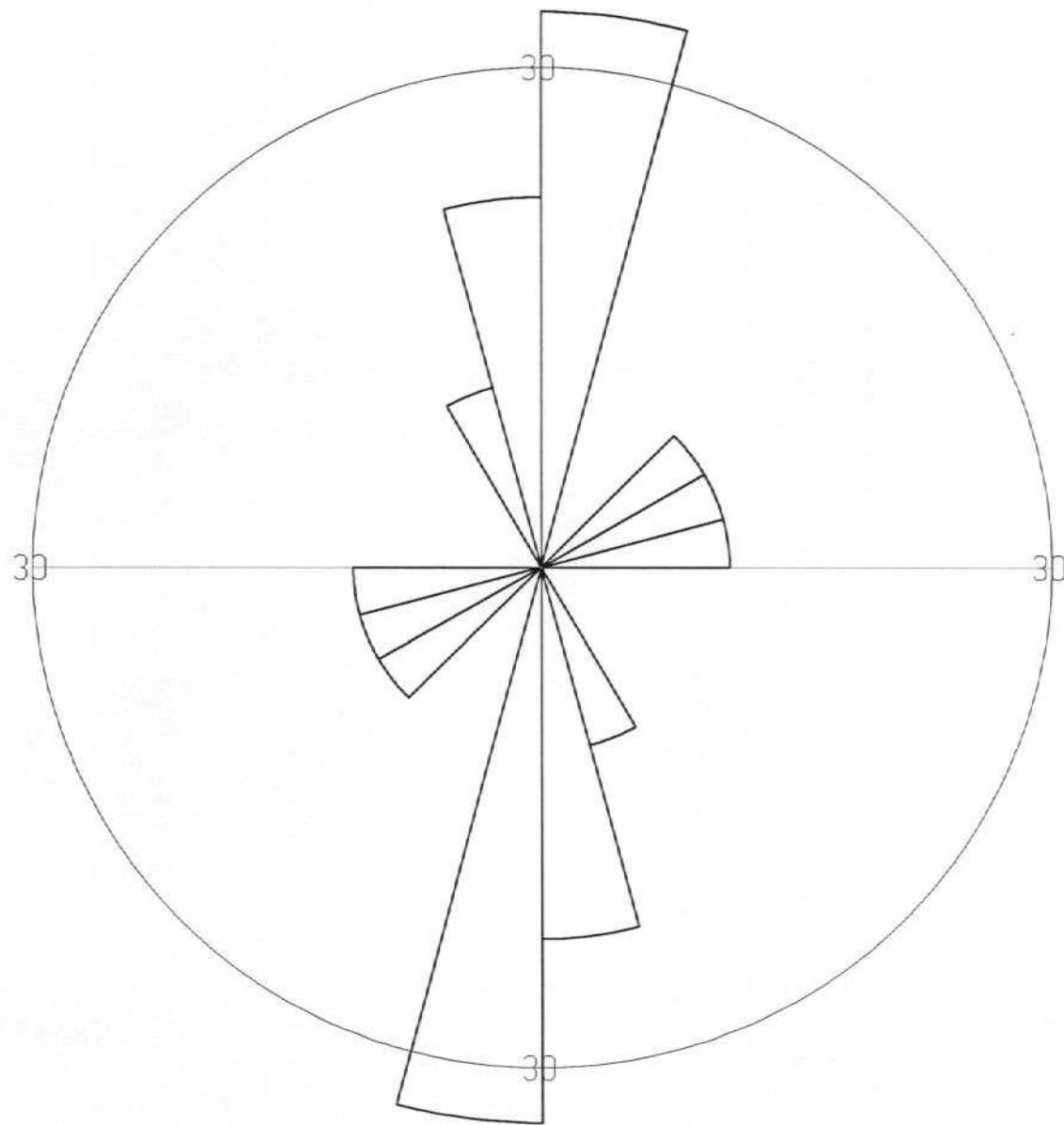
Projection ..... Wulff  
Number of Sample Points .... 11

- + fallas normales
- o falla dextral

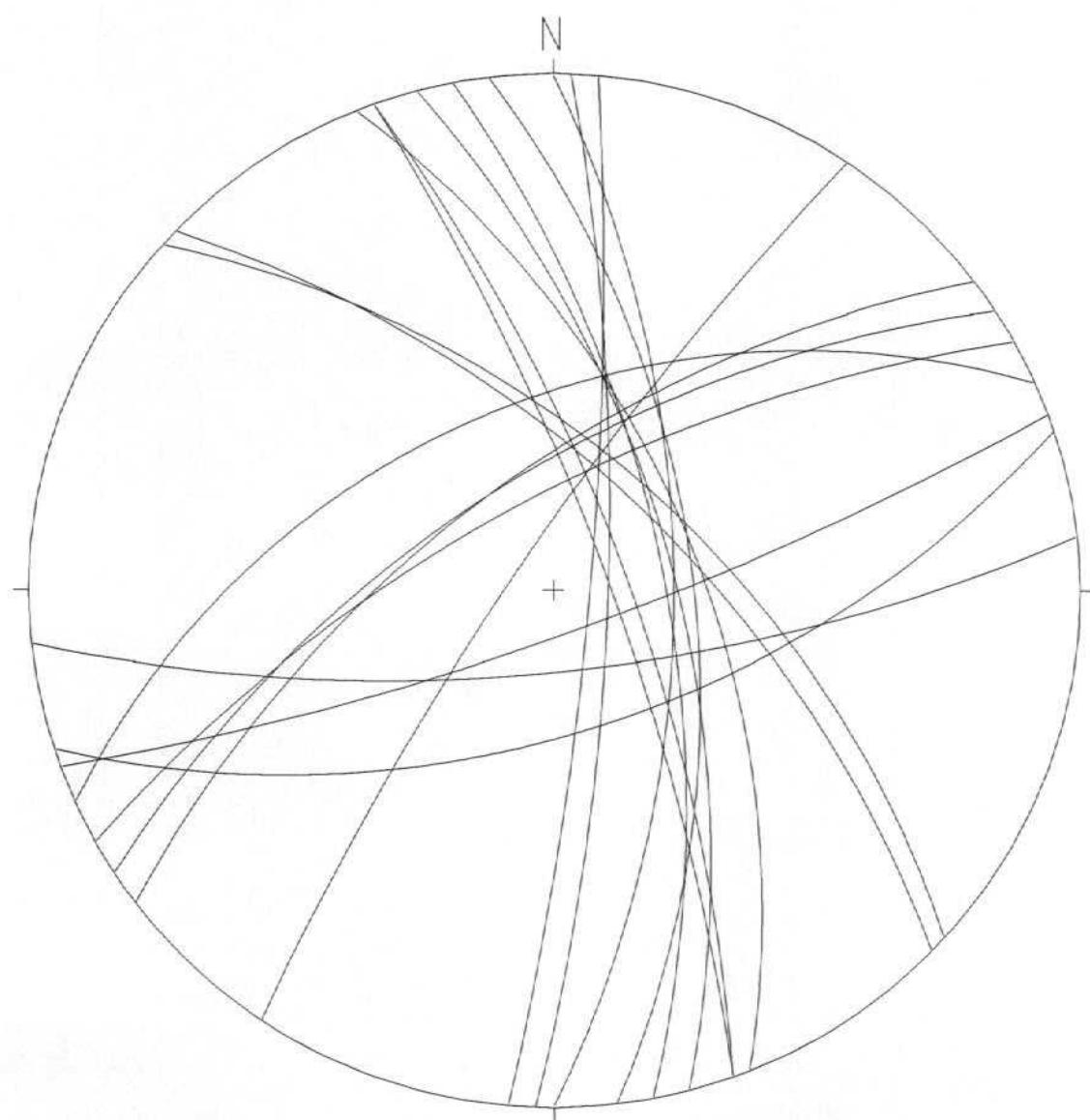
LONGARES - 18



LONGARES - 19

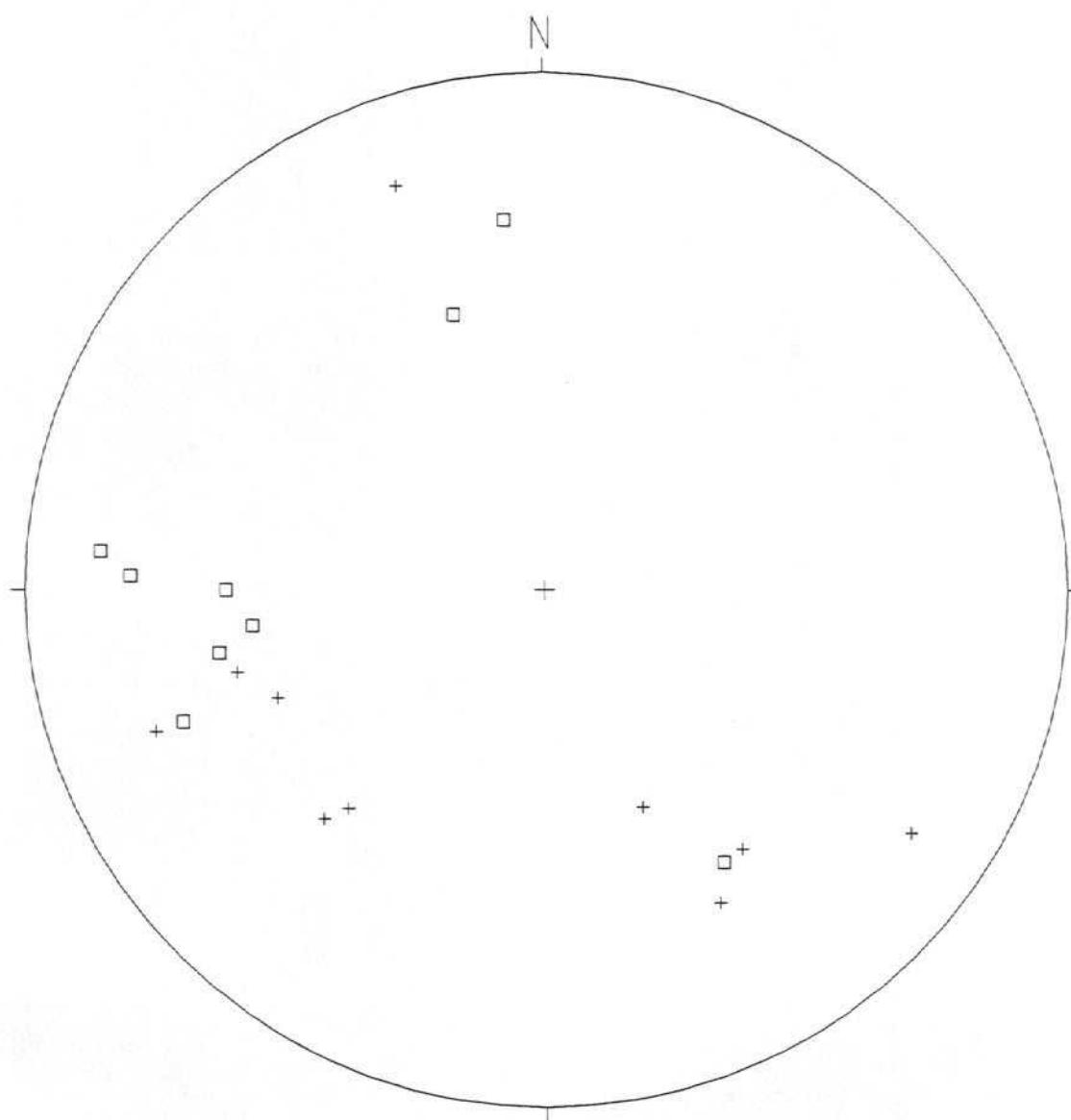


LONGARES - 19



Projection Wulff  
Number of Sample Points 19

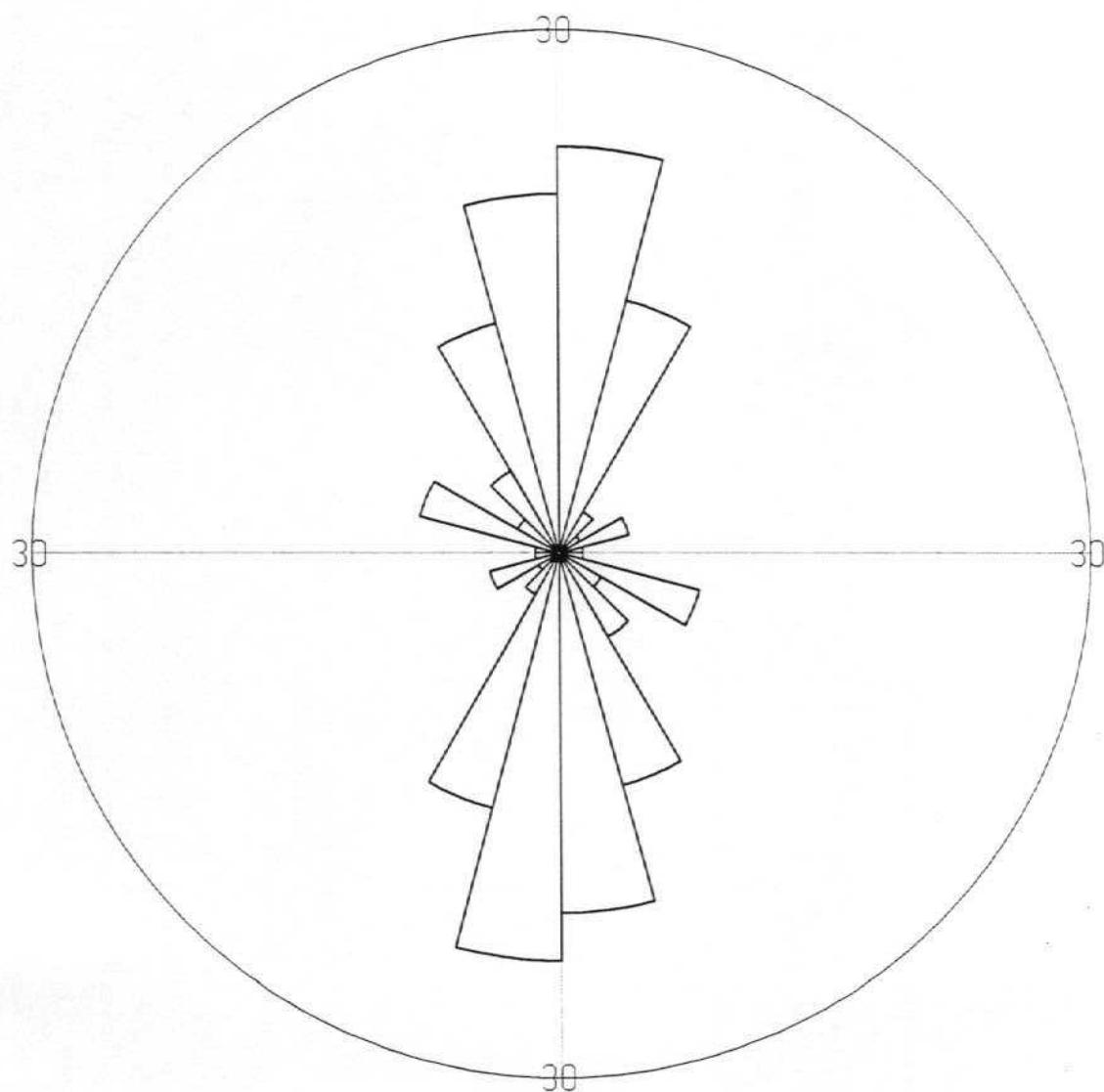
LONGARES - 19

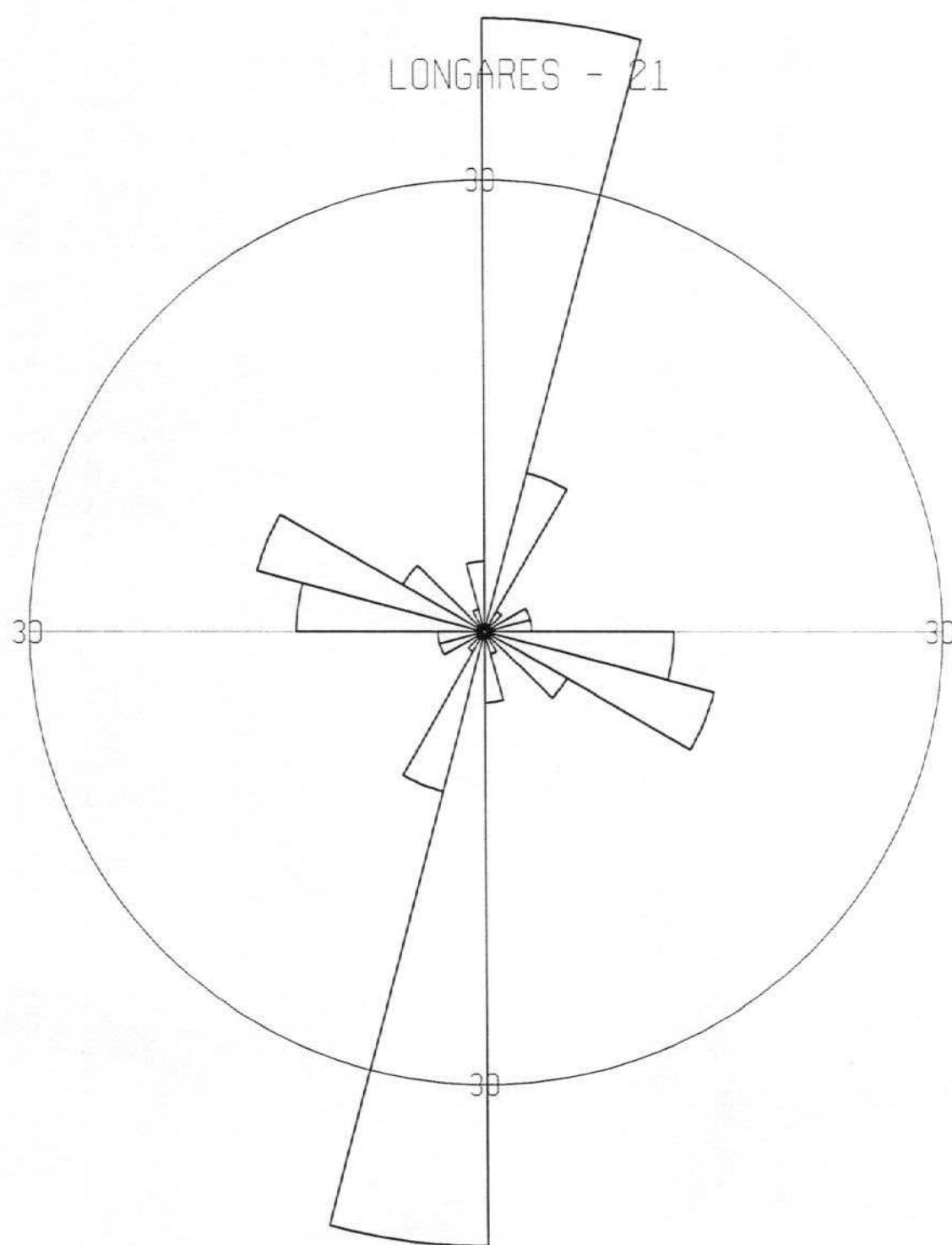


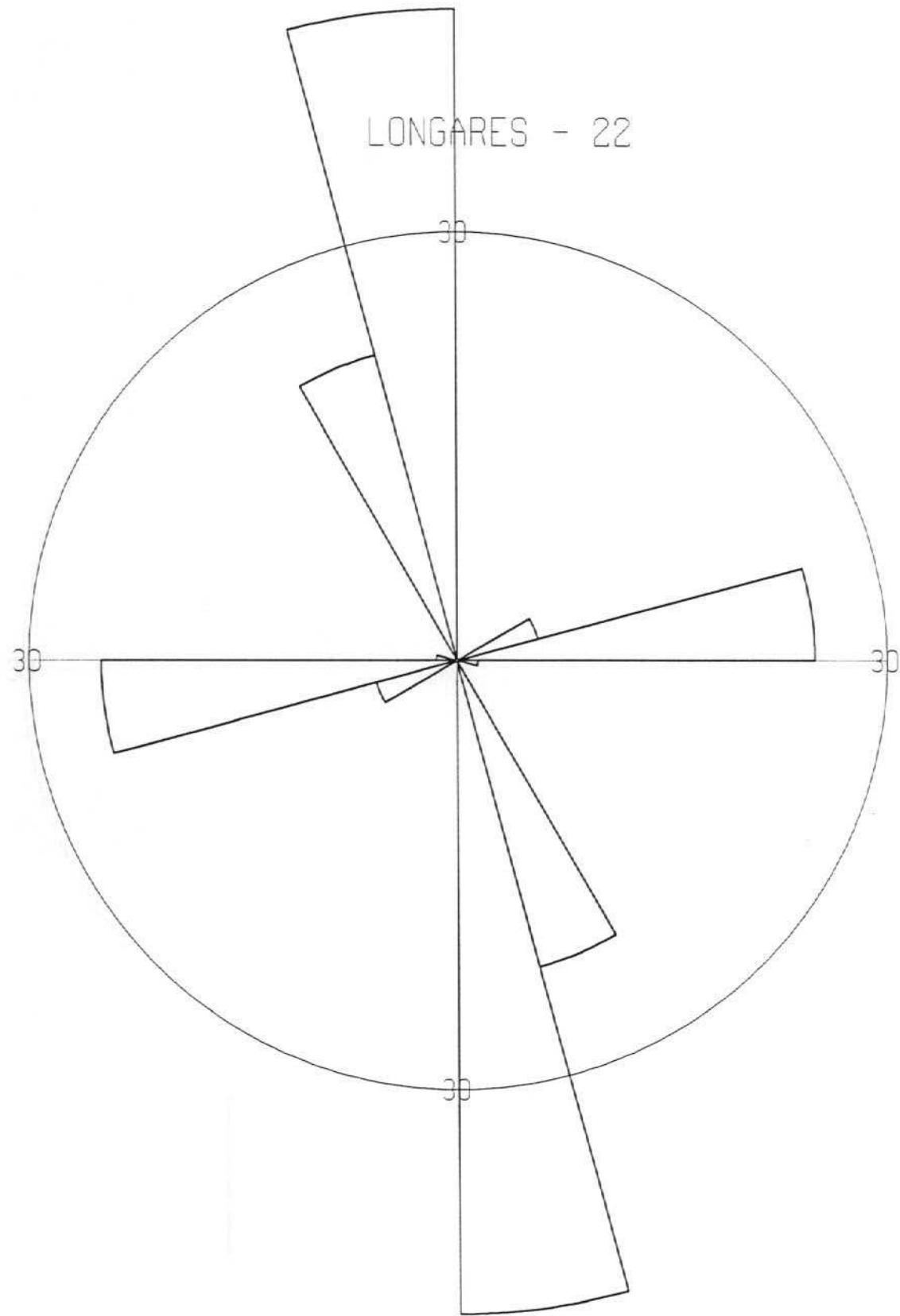
Projection ..... Wulff  
Number of Sample Points ..... 19

□ dioclases inclinadas (posibles fallas)  
+ fallas normales

LONGARES - 20







## A N E X O - 2

### ANALISIS DE PALEOESFUERZOS A PARTIR DE POBLACIONES DE FALLAS (ESTACIONES 12, 14 17 y 19)

En cada caso se incluyen:

- a) Proyección estereográfica equiangular de ciclográficas y estrías de falla, junto con la 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  $\sigma_3$  y el mínimo la de  $\sigma_1$ .
- 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:

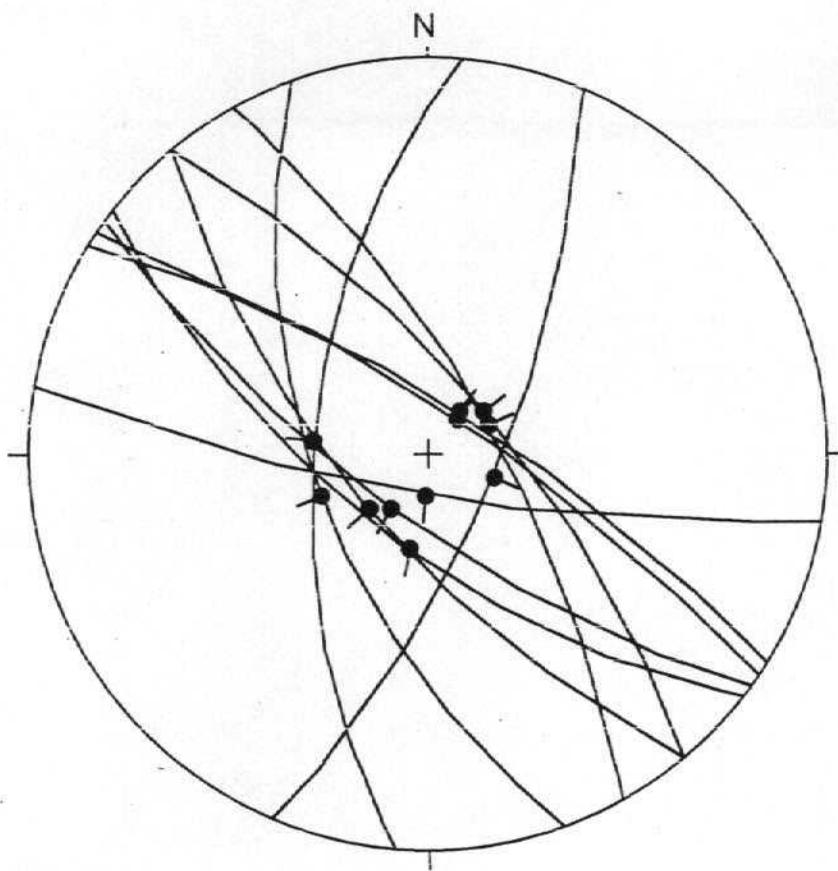
$$\operatorname{tg} \varphi = (n/m) (m^2 - (1-n^2)) (\sigma_z - \sigma_x) / (\sigma_y - \sigma_x)$$

donde  $\varphi$  es el cabeceo de la estría potencial o teórica sobre el plano de falla; 1, 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 azimut del eje  $\sigma_y$ .

- d) 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 estrías 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 estrías teóricas y reales; las fallas se sitúan de acuerdo con su numeración en el listado inicial.
  - Representación estereográfica equiárea de los ejes de esfuerzo, con indicación gráfica del margen de dispersión con el que se han calculado.



Estacion: LONGAR12.DAT

Numero de fallas: 11

Hoja del M.T.N. No.:

Coordenadas:

Estratificación:

Edad/Facies:

DIAGRAMA EN ROSA

Radio de la circunferencia=10%

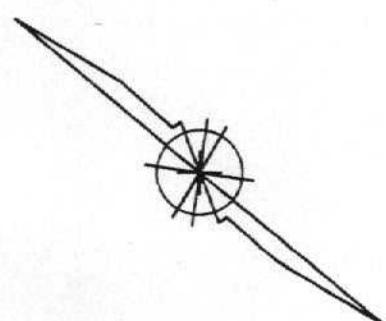
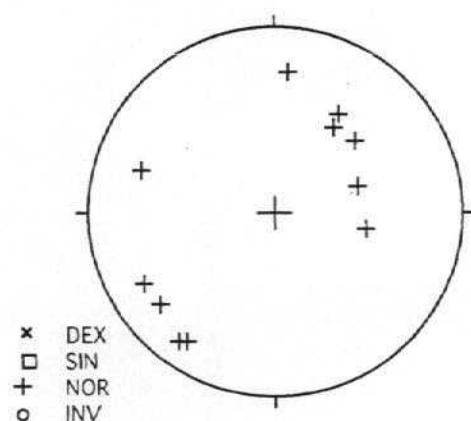
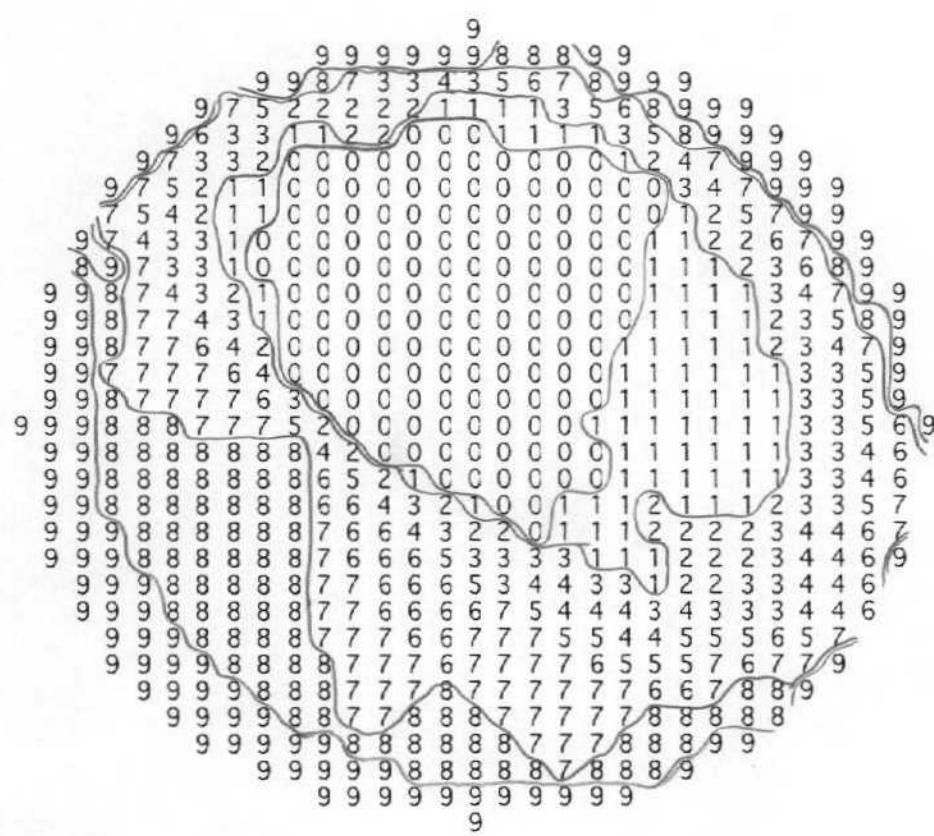


DIAGRAMA DE POLOS

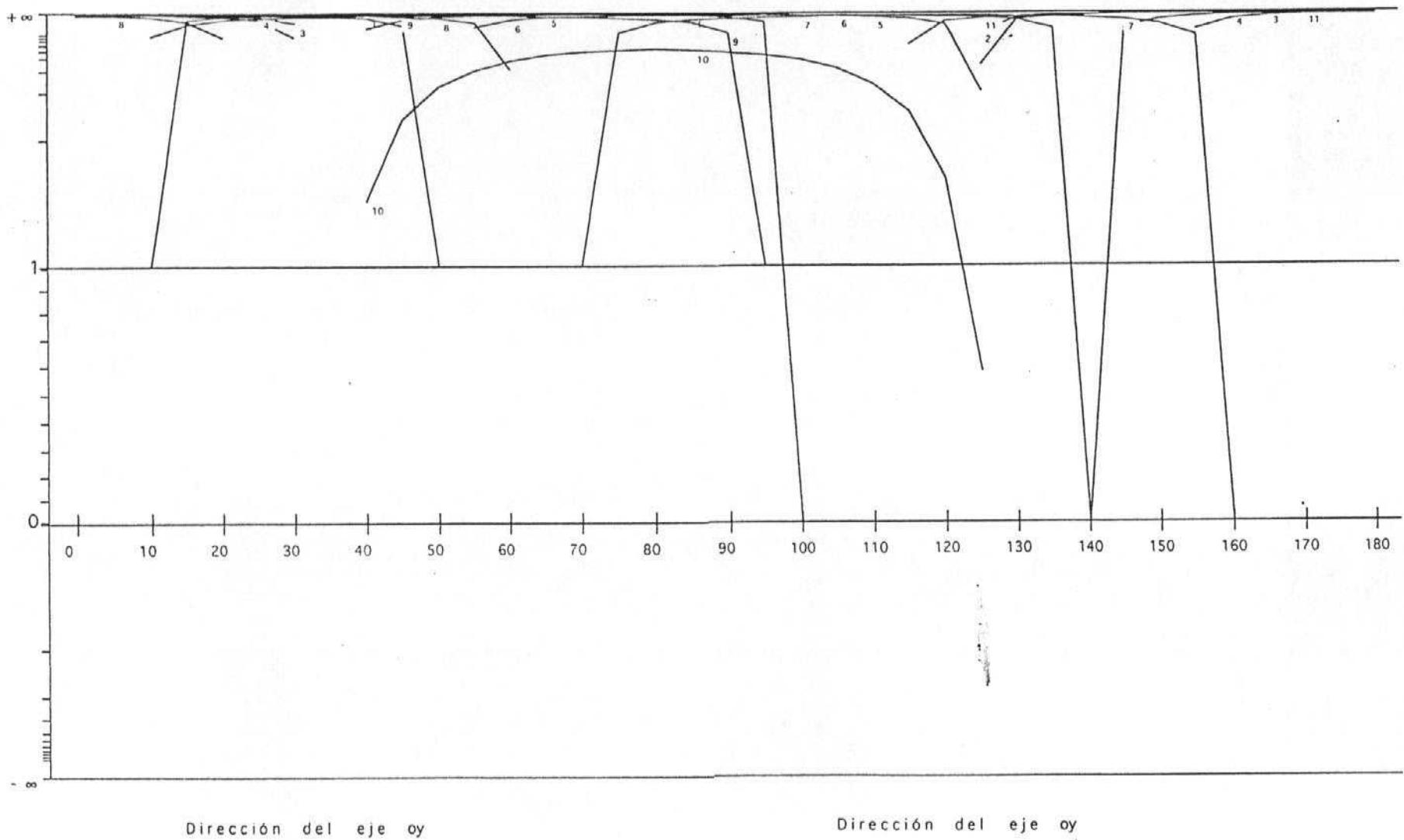


×	DEX
□	SIN
+	NOR
○	INV

## METODO DE LOS DIEDROS RECTOS ESTACION :longar12.dat



Método del Diagrama y-R  
Estación: LONGAR12.DAT



longares-12

100	78	S	89	E	0	N	101
122	75	N	89	E	0	N	102
124	77	N	89	E	0	N	103
140	70	N	89	E	0	N	104
126	71	S	89	E	0	N	105
140	67	S	89	E	0	N	106
160	58	W	89	E	0	N	107
150	71	E	89	E	0	N	108
5	58	W	89	E	0	N	109
128	65	S	78	E	0	N	110
23	70	E	89	E	0	N	111

1

\*\*\*\*\* PARAMETRES CHOISIS \*\*\*\*\*  
\*  
\* longares-12  
\*  
\*  
\* VALEUR DE INDX CHOISIE 1  
\* POURCENTAGE SERVANT A LA MINIMISATION 100  
\* NOMBRE DE TIRAGES AU HASARD 135  
\* NOMBRE SERVANT A CE TIRAGE 979  
\* NOMBRE DE TRIS DU RANT LA MINIMISATION 50  
\*  
\*\*\*\*\*

NBRE DE DONNEES 11 PARAMETRES 0.8732 1.6613 1.5550 0.2459  
FONCTION 0.433489E+02

\*\*\*\*\* FIN DE L ETAPE NO 1

\*\*\*\*\* DEBUT DE L ETAPE NO 2

TENSEUR A L ITERATION 6

longares-12

NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****
SIGMA(1)=	0.66203	DIRECTION 88.4	PENDAGE 86.5
SIGMA(2)=	-0.32406	DIRECTION 277.4	PENDAGE 3.5
SIGMA(3)=	-0.33797	DIRECTION 187.4	PENDAGE 0.6

RAPPORT R = 0.01

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0275 POUR LES 11 PREMIERES DONNEES  
TRIEES PAR LE PROGRAMME ET A 0.0275 POUR L ENSEMBLE DU PAQUET

\*\*\*\*\* FIN DE L ETAPE NO 2

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

REGRESSION MOINDRE CARR SUR LES 11PLUS FAIBLES ECARTS

ECART MOYEN EN DEGRES 3.58587

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	62.8	ERR SUR PEND	5.6
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	81.6	ERR SUR PEND	4.8
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	81.3	ERR SUR PEND	7.5

ERREUR SUR R 0.52E-01

longares-12

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

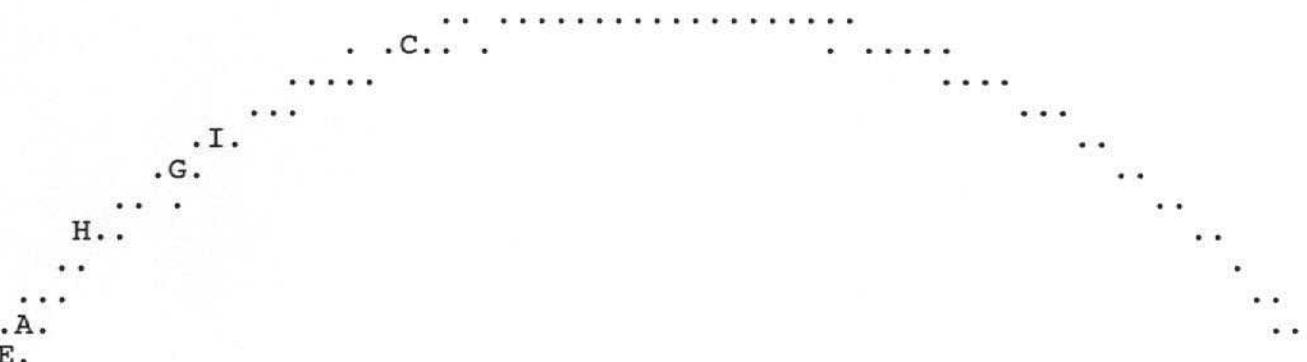
SIGMA(1)= 0.66119	DIRECTION	86.9	PENDAGE	86.4
SIGMA(2)= -0.32237	DIRECTION	283.5	PENDAGE	3.5
SIGMA(3)= -0.33881	DIRECTION	193.4	PENDAGE	1.0

RAPPORT R = 0.02

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0274 POUR LES 11 PREMIERES DONNEES  
TRIEES PAR LE PROGRAMME ET A 0.0274 POUR L ENSEMBLE DU PAQUET

1

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



FD.

B.

---

LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES	111	104
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES	103	
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES	109	107
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES	102	
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES	108	
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES	101	
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES	106	
LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES	105	

LE CARACTERE I CORRESPOND AUX DONNEES 110

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

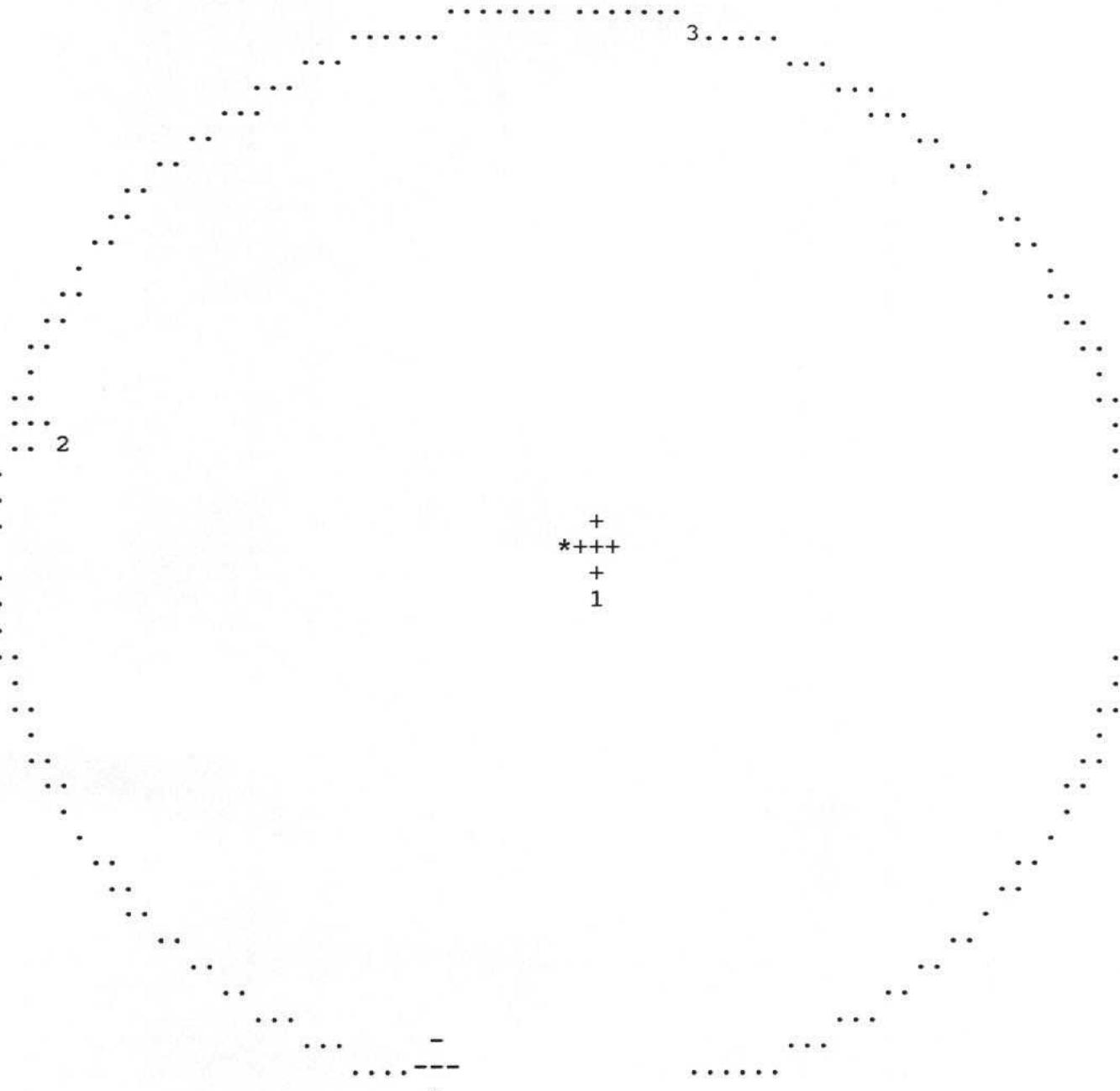
\*\*\*\*\* DEBUT DE L ETAPE NO 4

0.863509E+02 0.349845E+01 0.103652E+01 0.869412E+02 0.283485E+03  
0.193422E+03  
1 longares-12

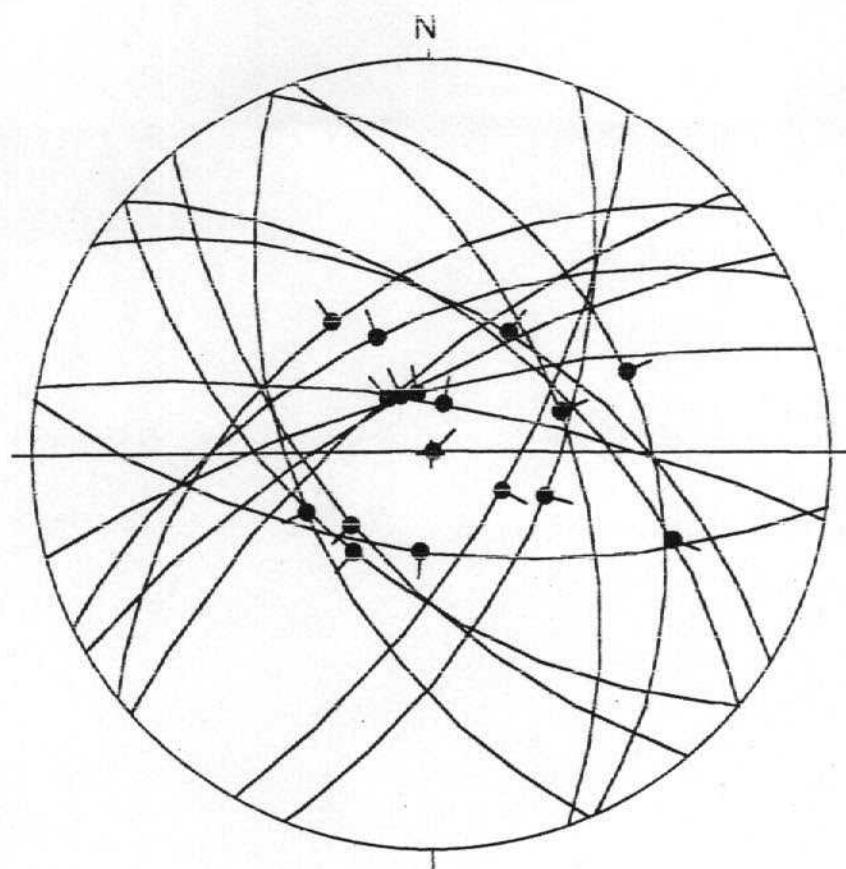
GAMME NBRE INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME

1	0-	6	10	111 104 103 109 102 108 107 101 106 105
2	6-	11	11	110

1 PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMITT DES AXES DES TENSEURS CORRESPON  
longares-12



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



Estacion: longar14.dat

Numero de fallas: 17

Hoja del M.T.N. No.:

Coordenadas:

Estratificación:

Edad/Facies:

DIAGRAMA EN ROSA  
Radio de la circunferencia=10%

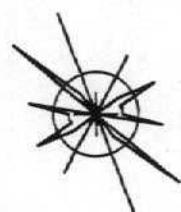
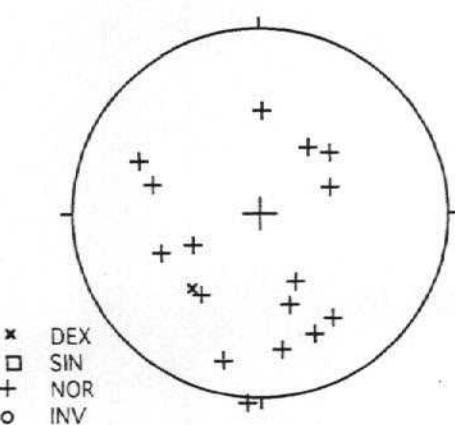
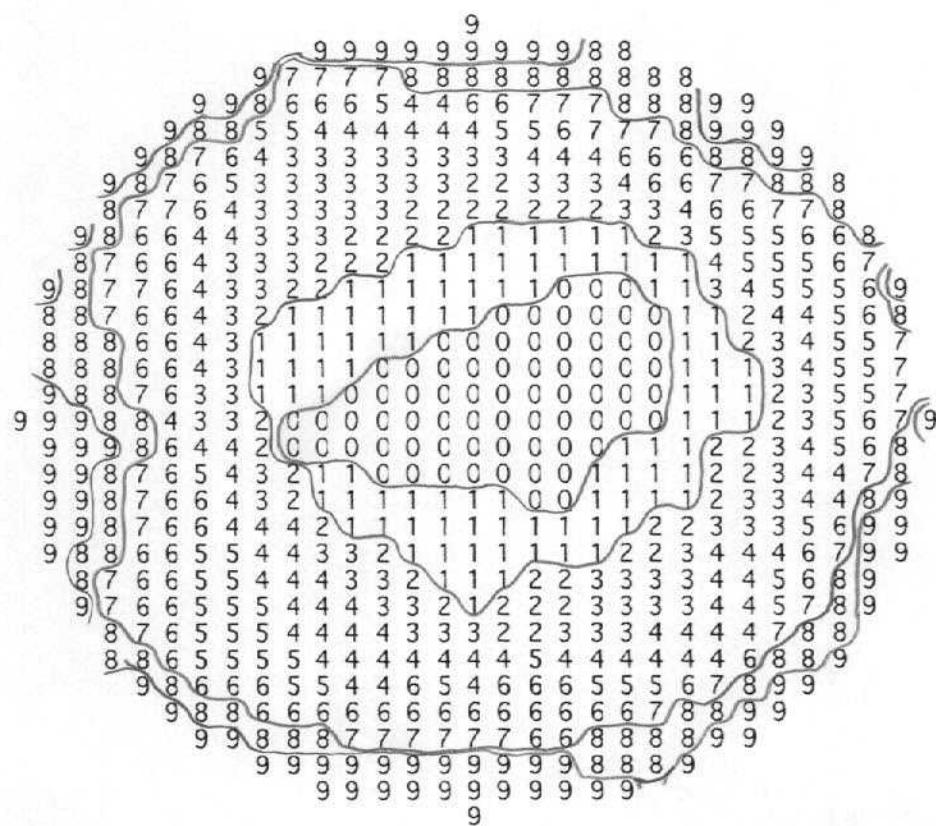


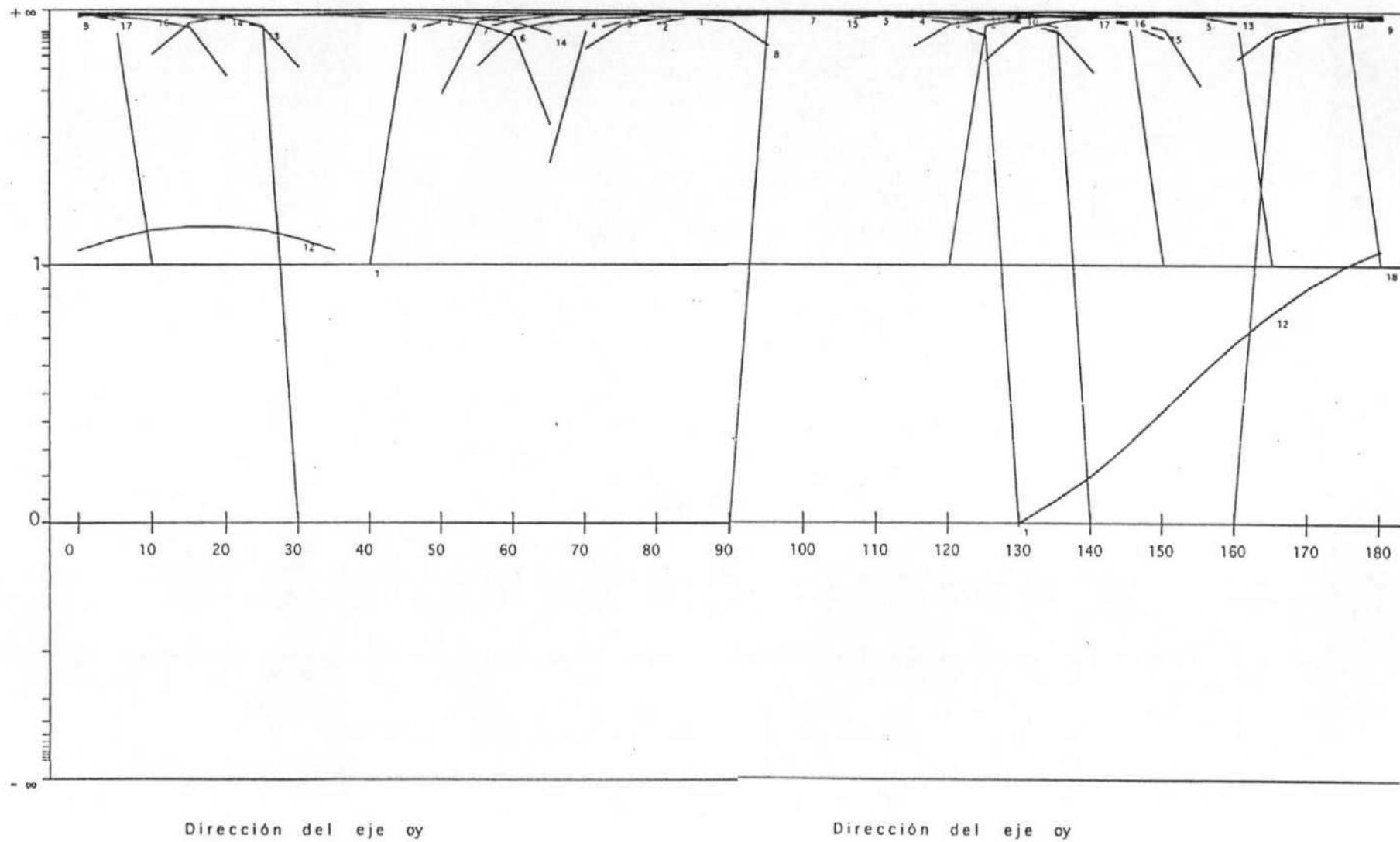
DIAGRAMA DE POLOS



METODO DE LOS DIEDROS RECTOS  
ESTACION :longar14.dat



Método del Diagrama y-R  
Estación: LONGAR14.DAT



longares 14

130	55	S	89	N	0	N	101
64	54	N	89	E	0	N	102
140	60	S	89	S	0	N	103
60	71	N	89	W	0	N	104
75	72	N	89	N	0	N	105
52	45	N	89	E	0	N	106
49	70	N	89	S	0	N	107
98	62	S	89	W	0	N	108
156	34	E	89	N	0	N	109
100	75	N	89	E	0	N	110
90	89	N	89	E	0	N	111
122	50	N	89	S	0	N	113
160	52	E	89	W	0	N	114
157	52	S	89	N	0	N	115
30	67	E	89	E	0	N	116
22	56	E	89	S	0	N	117

1

\*\*\*\*\* PARAMETRES CHOISIS \*\*\*\*\*

\*  
\* longares 14  
\*  
\*  
\* VALEUR DE INDX CHOISIE 1  
\* POURCENTAGE SERVANT A LA MINIMISATION 100  
\* NOMBRE DE TIRAGES AU HASARD 135  
\* NOMBRE SERVANT A CE TIRAGE 979  
\* NOMBRE DE TRIS DU RANT LA MINIMISATION 50  
\*

\*\*\*\*\*

NBRE DE DONNEES 16 PARAMETRES 2.7455 1.7378 1.7532 0.4655  
FONCTION 0.888256E+02

\*\*\*\*\* FIN DE L ETAPE NO 1

\*\*\*\*\* DEBUT DE L ETAPE NO 2

TENSEUR A L ITERATION 6

longares 14

NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****
SIGMA(1)=	0.66640	DIRECTION 14.9	PENDAGE 89.7
SIGMA(2)=	-0.33279	DIRECTION 164.8	PENDAGE 0.3
SIGMA(3)=	-0.33360	DIRECTION 254.8	PENDAGE 0.2

RAPPORT R = 0.00

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0041 POUR LES 16 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME ET A 0.0041 POUR L ENSEMBLE DU PAQUET

\*\*\*\*\* FIN DE L ETAPE NO 2

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

REGRESSION MOINDRE CARR SUR LES 16PLUS FAIBLES ECARTS

ECART MOYEN EN DEGRES 1.06016

COMP NO 1	ERR SUR DIREC 213.4	ERR SUR PEND 1.2
COMP NO 2	ERR SUR DIREC 391.9	ERR SUR PEND 1.6
COMP NO 3	ERR SUR DIREC 391.9	ERR SUR PEND 1.7

ERREUR SUR R 0.18E-01

longares 14

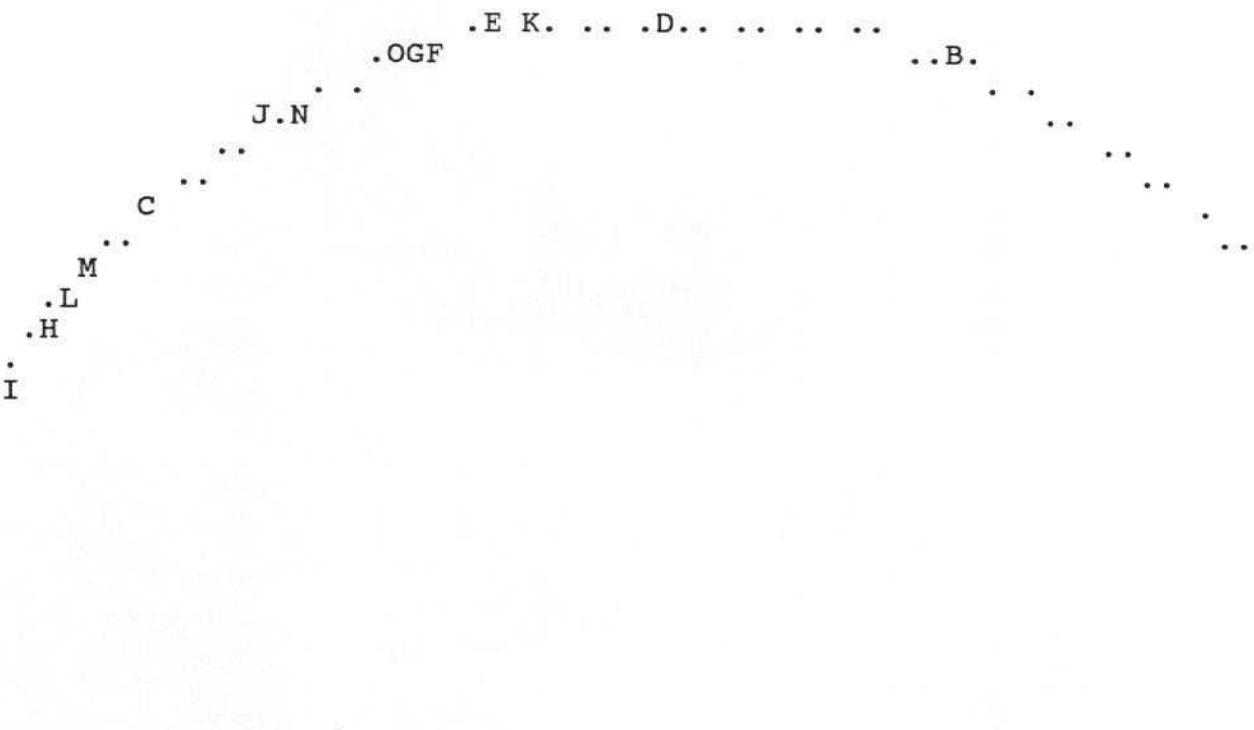
NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****	
SIGMA(1) = 0.66640	DIRECTION	14.9	PENDAGE	89.7
SIGMA(2) = -0.33279	DIRECTION	164.8	PENDAGE	0.3
SIGMA(3) = -0.33360	DIRECTION	254.8	PENDAGE	0.2

RAPPORT R = -0.00

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0041 POUR LES 16 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME ET A 0.0041 POUR L ENSEMBLE DU PAQUET

1

## REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



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

\*\*\*\*\* FIN DE L'ETAPPE NO 3

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

0.896843E+02 0.273110E+00 0.158386E+00 0.148734E+02 0.164763E+03  
 0.254763E+03

1

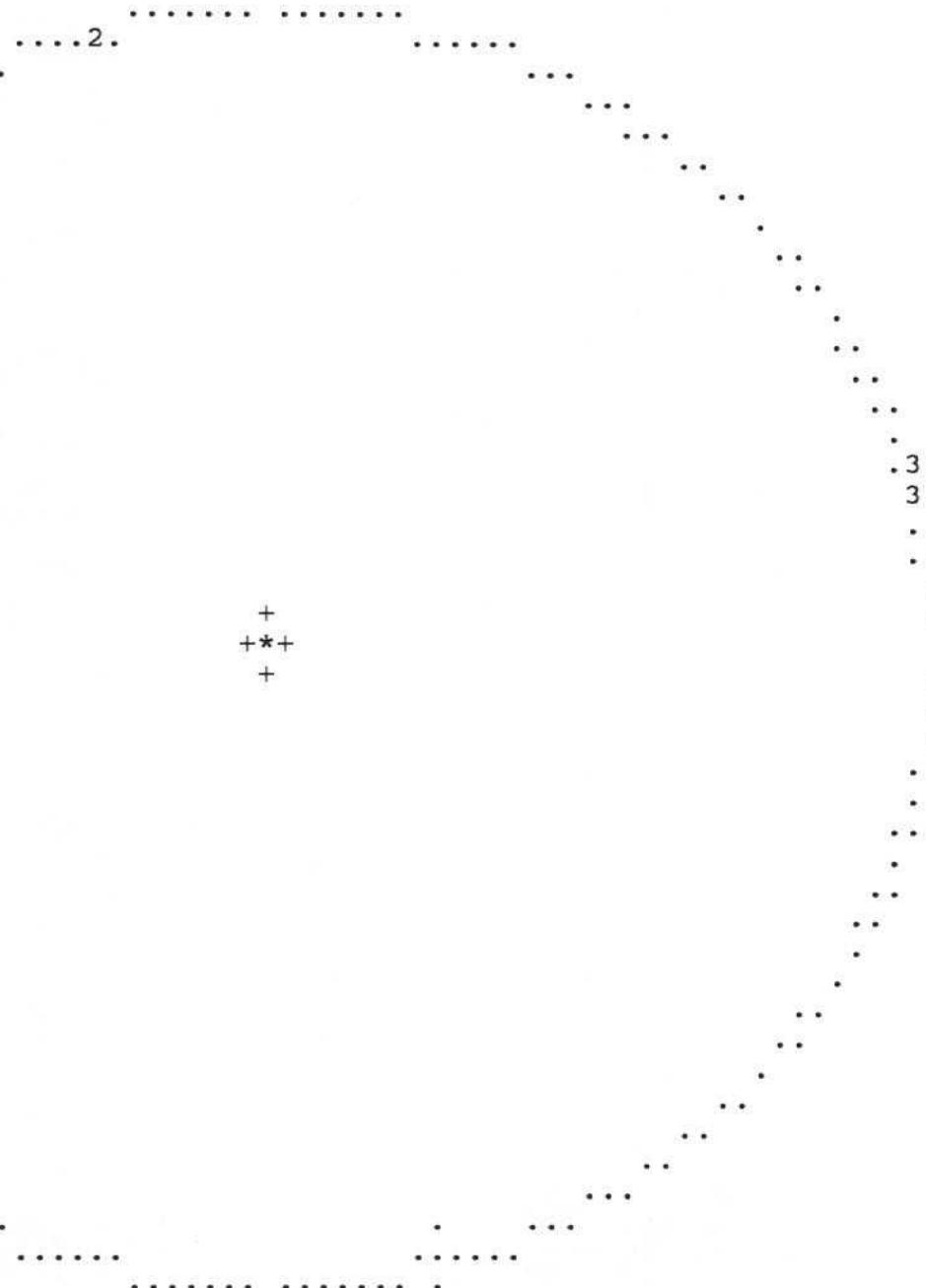
longares 14

GAMME            NBRE            INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME

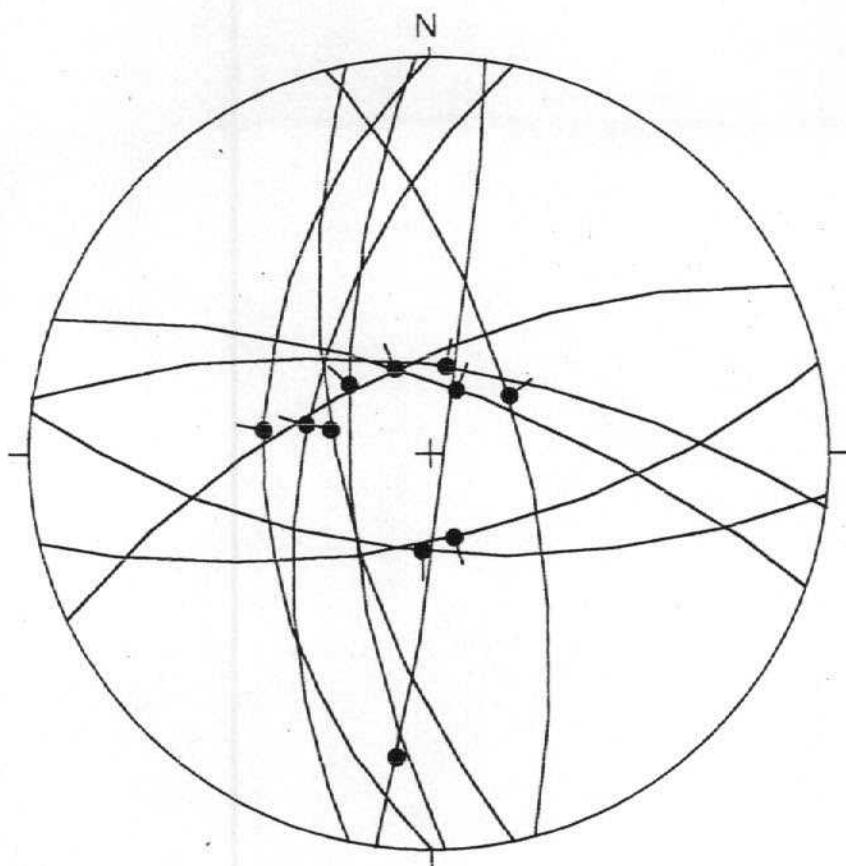
1 0 - 6 16    111 109 116 106 115 114 102 101 105 110 108 113 104 107 103 117

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

longares 14



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



Estacion: LONGAR17.DAT

Numero de fallas: 11

Hoja del M.T.N. No.:

Coordenadas:

Estratificación:

Edad/Facies:

DIAGRAMA EN ROSA  
Radio de la circunferencia=10%

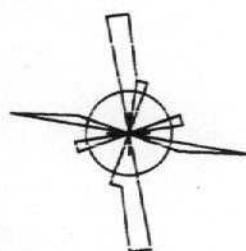
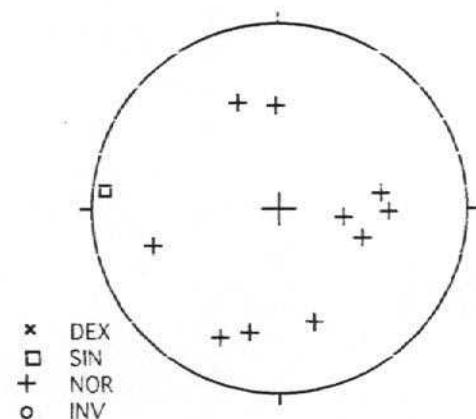
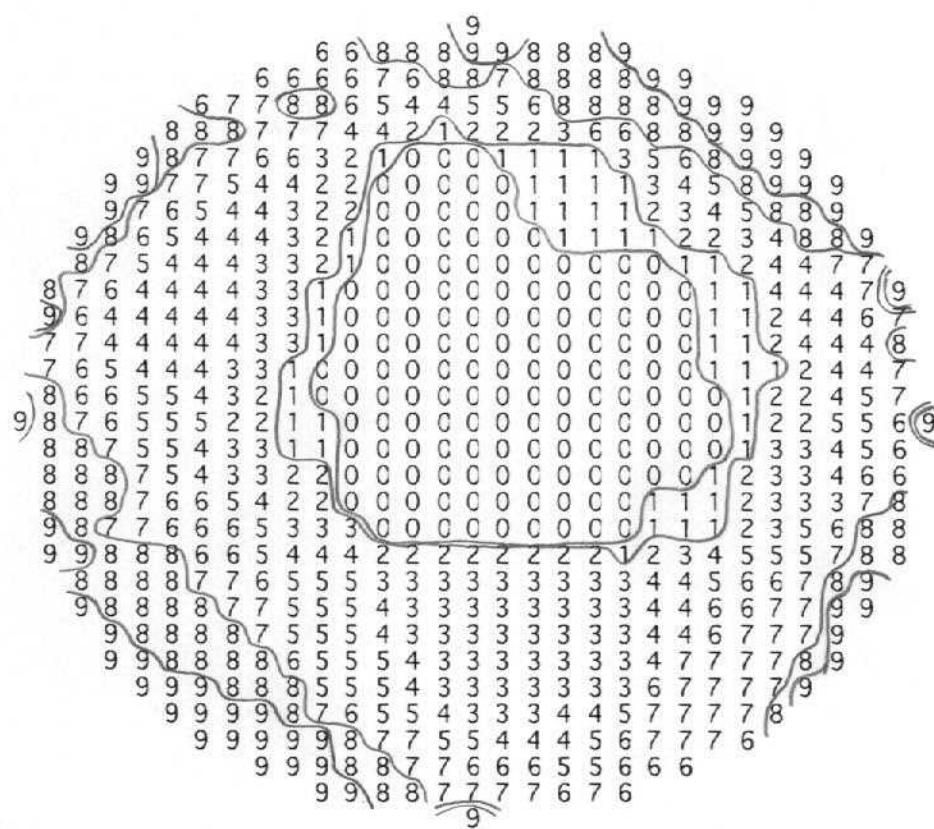
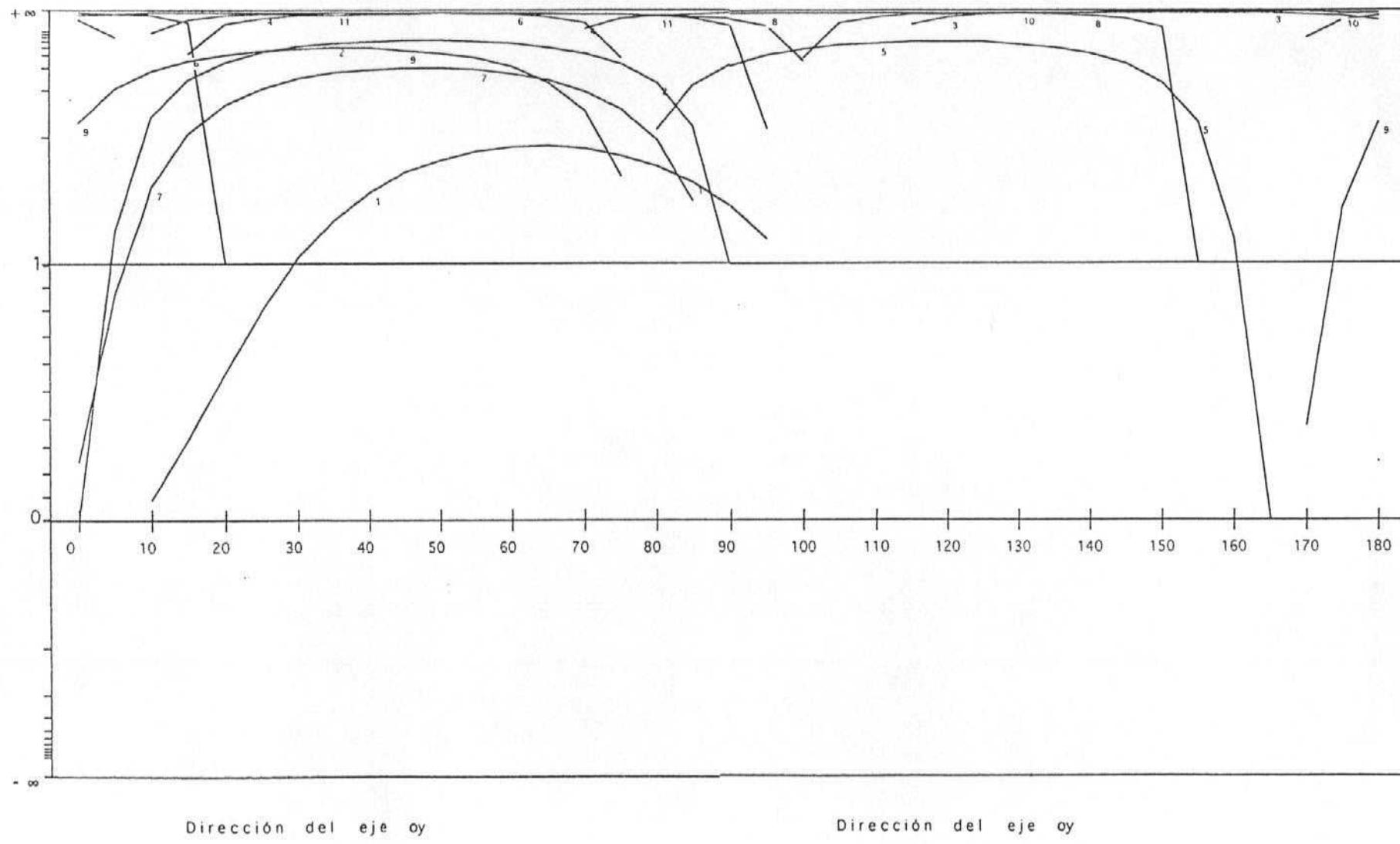


DIAGRAMA DE POLOS



METODO DE LOS DIEDROS RECTOS  
ESTACION :longar17.dat





## LONGARES 17

8	84	E	15	S	0	D	101
0	45	W	84	N	0	N	102
110	70	N	89	E	0	N	103
77	65	S	89	S	0	N	104
165	64	E	80	N	0	N	105
12	55	W	89	W	0	N	106
178	67	W	70	N	0	N	107
65	64	N	89	N	0	N	108
168	64	W	78	N	0	N	109
98	65	N	89	E	0	N	110
96	62	S	89	S	0	N	111

1

\*\*\*\*\* PARAMETRES CHOISIS \*\*\*\*\*

\*  
\* LONGARES 17  
\*  
\*  
\* VALEUR DE INDX CHOISIE 1  
\* POURCENTAGE SERVANT A LA MINIMISATION 90  
\* NOMBRE DE TIRAGES AU HASARD 135  
\* NOMBRE SERVANT A CE TIRAGE 979  
\* NOMBRE DE TRIS DU RANT LA MINIMISATION 50  
\*

\*\*\*\*\*

NBRE DE DONNEES 9 PARAMETRES 0.8732 1.6613 1.5550 0.2459  
FONCTION 0.302373E+02

\*\*\*\*\* FIN DE L ETAPE NO 1

\*\*\*\*\* DEBUT DE L ETAPE NO 2

TENSEUR A L ITERATION 5

## LONGARES 17

NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****
SIGMA(1)=	0.65186	DIRECTION 351.1	PENDAGE 83.7
SIGMA(2)=	-0.30372	DIRECTION 166.6	PENDAGE 6.3
SIGMA(3)=	-0.34814	DIRECTION 256.7	PENDAGE 0.5

RAPPORT R = 0.04

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0314 POUR LES 9 PREMIERES DONNEES  
TRIEES PAR LE PROGRAMME ET A 2.4195 POUR L ENSEMBLE DU PAQUET

\*\*\*\*\* FIN DE L ETAPE NO 2

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

REGRESSION MOINDRE CARR SUR LES 9PLUS FAIBLES ECARTS

ECART MOYEN EN DEGRES 4.53666

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	36.0	ERR SUR PEND	5.0
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	45.0	ERR SUR PEND	5.0
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	44.5	ERR SUR PEND	6.2

ERREUR SUR R

0.82E-01

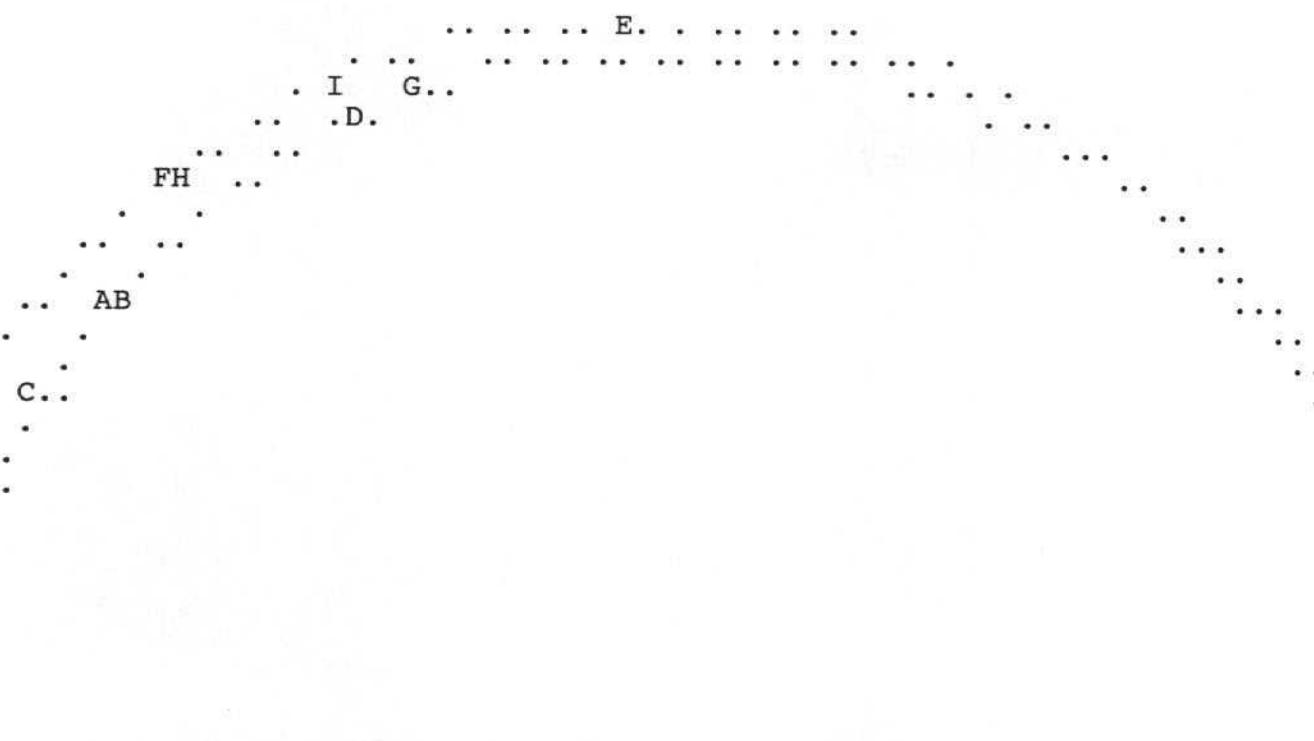
LONGARES 17

NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****
SIGMA(1)=	0.65225	DIRECTION	350.5
SIGMA(2)=	-0.30451	DIRECTION	164.9
SIGMA(3)=	-0.34775	DIRECTION	255.0
		PENDAGE	83.7
		PENDAGE	6.3
		PENDAGE	0.6

RAPPORT R = 0.04

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.0313 POUR LES 9 PREMIERES DONNEES  
TRIEES PAR LE PROGRAMME ET A 2.4298 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



---

LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 110
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 108
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 103
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 104
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES 102
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES 105
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES 111
LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES 109
LE CARACTERE I CORRESPOND AUX DONNEES 106

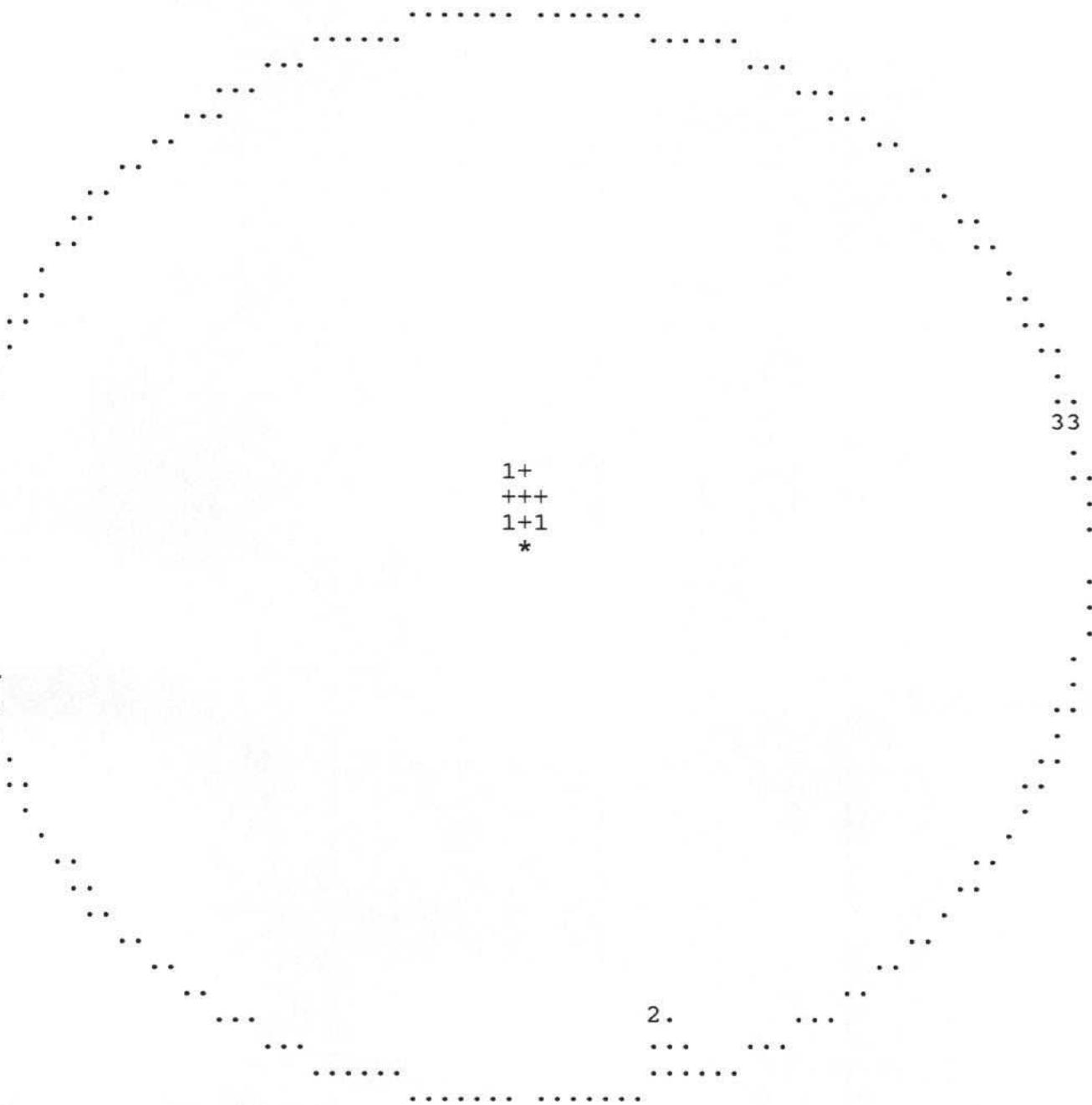
\*\*\*\*\* FIN DE L ETAPR NO 3

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

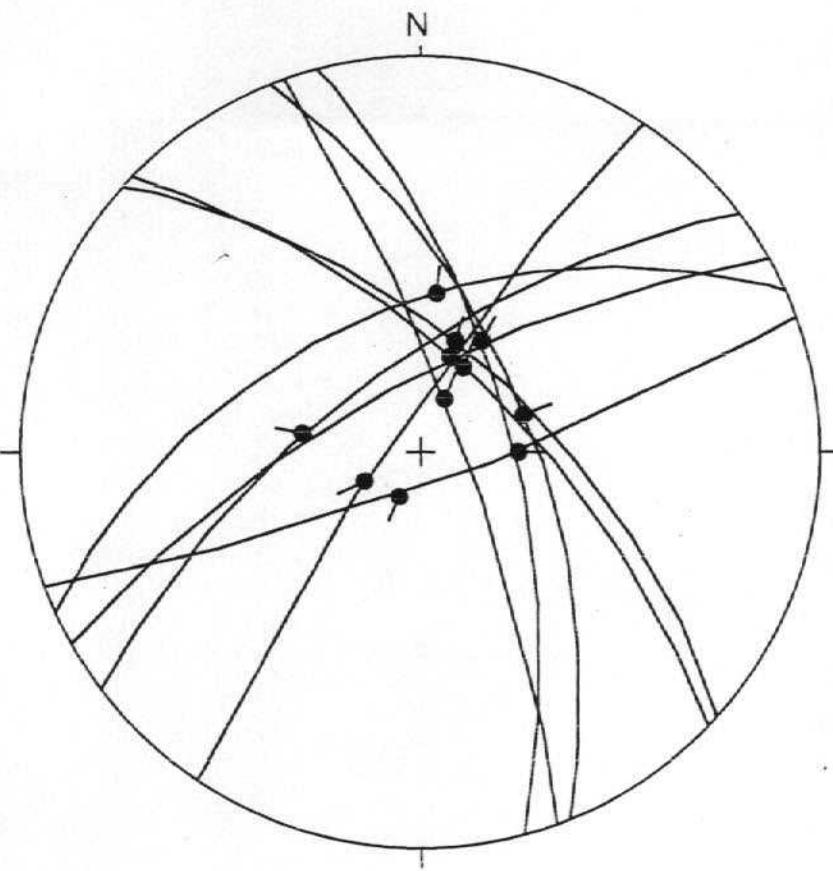
0.836508E+02 0.631991E+01 0.606595E+00 0.350469E+03 0.164942E+03  
0.255009E+03

## 1 LONGARES 17

GAMME	NBRE	INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME
1	0- 6	8 110 108 103 104 102 105 111 109
2	6- 11	9 106
3	11- 17	10 107
4	17- 23	10
5	23- 29	10
6	29- 34	10
7	34- 40	10
8	40- 46	10
9	46- 52	10
10	52- 57	10
11	57- 69	10
12	69- 80	10
13	80- 92	11 101

1 PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMITT DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANT A  
LONGARES 17

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



Estacion: LONGAR19.DAT

Numero de fallas: 11

Hoja del M.T.N. No.:

Coordenadas:

Estratificación:

Edad/Facies:

DIAGRAMA EN ROSA  
Radio de la circunferencia=10%

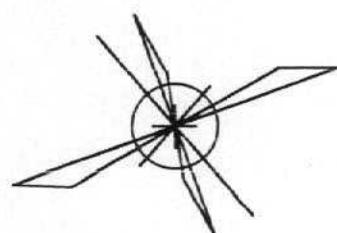
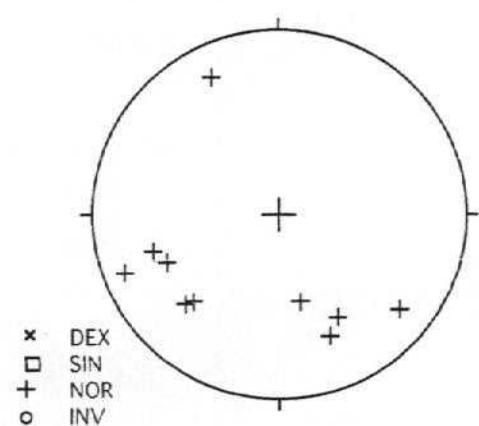


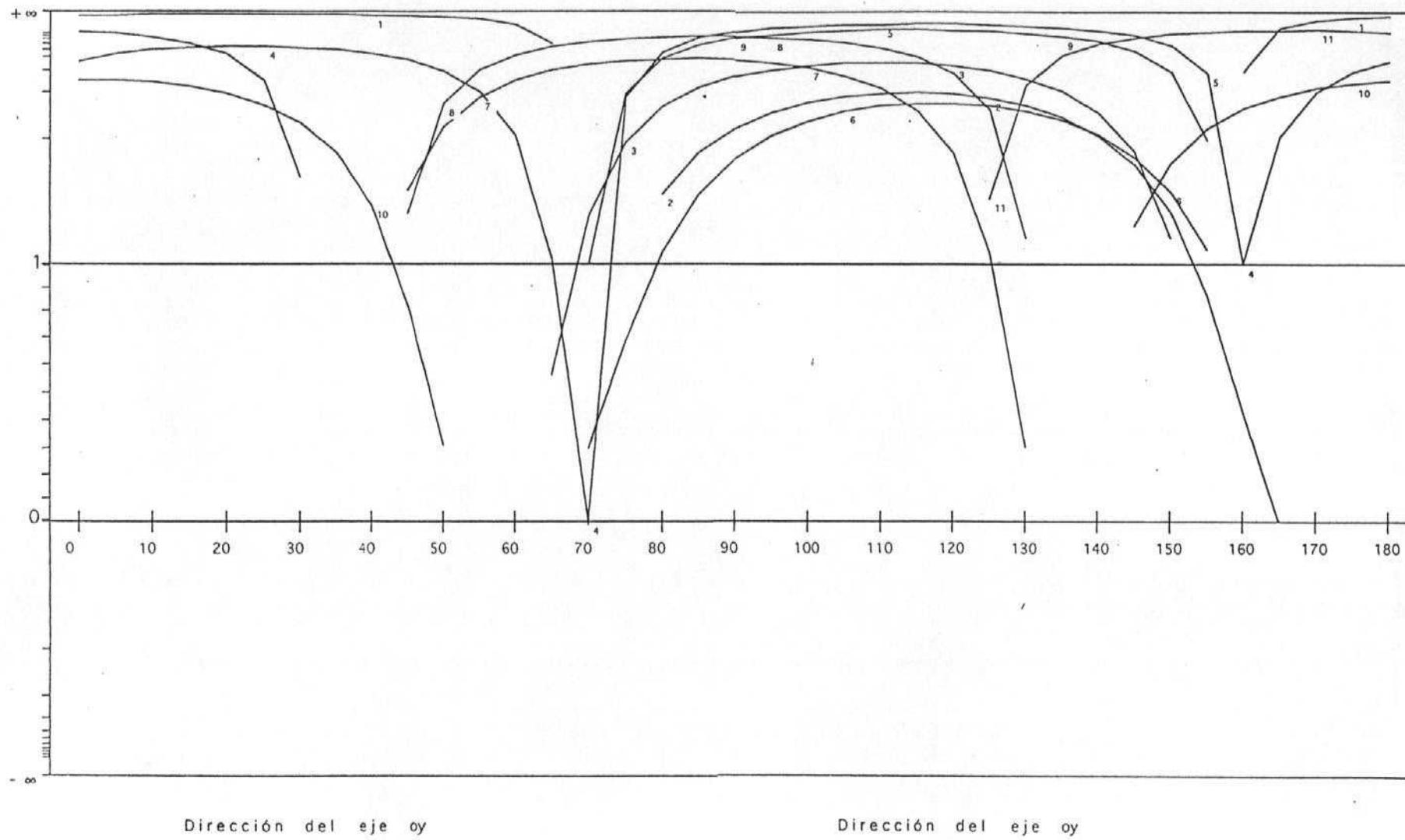
DIAGRAMA DE POLOS



METODO DE LOS DIEDROS RECTOS  
ESTACION :LONGAR19.DAT

8 8 9 9 7 7 7 7 6 6  
6 5 5 4 5 5 6 6 8 8 7 7 7 6 6  
6 6 5 4 3 3 3 4 4 5 6 6 6 8 8 7 6 7 7 7  
7 6 6 4 3 3 3 3 3 4 4 4 6 6 6 6 6 6 7 7 7 7 7  
8 7 6 4 3 3 3 3 3 3 4 4 4 6 6 6 5 5 7 7 7 7 7 7  
8 7 5 4 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5 5 4 4 3 3 5 6 8 8 8  
8 8 7 4 3 3 3 3 3 3 2 2 2 3 3 3 4 3 3 3 3 4 4 5 6 6 7  
8 8 7 5 3 3 3 3 3 2 2 2 3 2 2 3 2 2 2 2 2 3 5 6 6 6  
9 8 7 7 4 3 3 3 3 2 2 2 2 1 0 0 0 0 0 0 0 2 2 2 3 5 5 6 6 6  
9 8 7 7 5 4 3 2 2 2 2 2 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 2 2 2 3 5 6 6 8 8  
9 8 7 7 5 4 2 2 2 2 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 2 2 2 2 3 7 7 8 8  
8 8 7 7 5 4 3 2 2 2 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 2 2 2 2 4 6 7 8 8  
8 8 7 7 4 4 4 3 2 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 2 2 2 4 4 4 6 7 8 8  
8 8 7 6 4 4 4 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 3 4 4 4 4 6 7 8 8 8  
8 8 8 6 4 4 4 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 3 4 4 4 4 6 7 8 8  
8 7 7 6 4 3 2 2 2 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 2 2 3 4 4 4 5 6 7 8 8  
8 6 7 7 3 2 2 2 2 2 1 1 1 1 1 1 1 2 2 3 4 4 4 5 6 7 8 9  
8 9 7 7 4 2 2 2 4 4 3 2 1 1 1 1 1 1 2 2 3 4 4 4 5 6 7 9 9  
8 9 7 7 7 4 4 4 4 3 3 3 2 1 1 1 1 1 2 2 3 3 4 4 5 6 8 9 9  
7 9 7 6 7 4 4 4 3 3 3 3 2 1 1 1 1 1 2 2 3 3 4 5 5 7 8 9  
7 8 8 7 7 6 5 3 3 3 3 3 3 2 1 1 1 1 2 2 3 3 4 6 6 7 9 9  
8 8 7 7 7 6 5 4 4 4 3 3 3 3 2 1 1 3 4 4 6 6 7 8 9  
8 7 8 7 8 7 5 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 3 4 5 6 6 8 9 8  
7 8 8 8 7 7 6 5 5 5 4 4 4 4 4 4 4 5 6 8 7 8 8 8  
7 8 8 7 7 7 6 6 6 6 5 5 5 5 5 6 7 8 8 6 6  
7 7 7 7 8 8 6 6 6 6 6 6 6 6 6 7 7 6 6  
7 7 7 8 8 8 7 7 7 8 8 7 8 7 6 6

Método del Diagrama y-R  
Estación: LONGAR19.DAT



LONGARES 19

158	59	E	89	N	0	N	101
165	64	E	65	N	0	N	102
61	70	N	70	E	0	N	103
70	80	S	64	E	0	N	104
70	80	S	80	W	0	N	105
66	50	N	70	E	0	N	106
132	60	N	77	W	0	N	107
134	64	N	82	W	0	N	108
160	78	E	78	N	0	N	109
53	65	N	68	W	0	N	110
34	81	W	74	W	0	N	111

1

\*\*\*\*\* PARAMETRES CHOISIS \*\*\*\*\*

\*  
\* LONGARES 19  
\*  
\*  
\* VALEUR DE INDX CHOISIE 1  
\* POURCENTAGE SERVANT A LA MINIMISATION 90  
\* NOMBRE DE TIRAGES AU HASARD 100  
\* NOMBRE SERVANT A CE TIRAGE 977  
\* NOMBRE DE TRIS DU RANT LA MINIMISATION 50  
\*  
\*\*\*\*\*

NBRE DE DONNEES 9 PARAMETRES 0.0744 1.5303 0.8646 0.4681  
FONCTION 0.155476E+02

\*\*\*\*\* FIN DE L ETAPE NO 1

\*\*\*\*\* DEBUT DE L ETAPE NO 2

TENSEUR A L ITERATION 8

LONGARES 19

NO	TENSEUR EN X Y Z	DANS LES AXES PRINCIPAUX	*****
SIGMA(1)=	0.62826	DIRECTION 348.0	PENDAGE 80.9
SIGMA(2)=	-0.25652	DIRECTION 131.8	PENDAGE 7.4
SIGMA(3)=	-0.37174	DIRECTION 222.5	PENDAGE 5.3

RAPPORT R = 0.12

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.1874 POUR LES 9 PREMIERES DONNEES  
TRIEES PAR LE PROGRAMME ET A 0.8335 POUR L ENSEMBLE DU PAQUET

\*\*\*\*\* FIN DE L ETAPE NO 2

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

REGRESSION MOINDRE CARR SUR LES 9PLUS FAIBLES ECARTS

ECART MOYEN EN DEGRES 11.09051

COMP NO 1	ERR SUR DIREC	65.3	ERR SUR PEND	10.8
COMP NO 2	ERR SUR DIREC	23.6	ERR SUR PEND	8.1
COMP NO 3	ERR SUR DIREC	23.6	ERR SUR PEND	10.1

ERREUR SUR R 0.16E+00

LONGARES 19

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

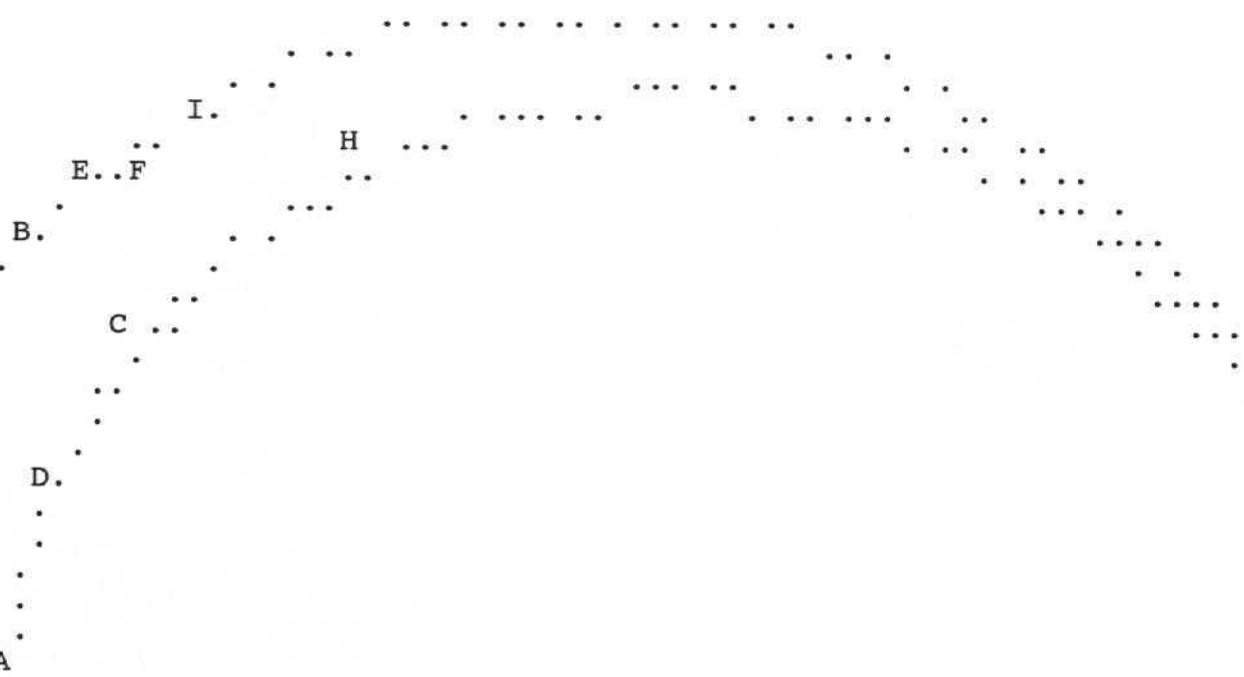
SIGMA(1)= 0.62652	DIRECTION 348.1	PENDAGE 81.3
SIGMA(2)= -0.25303	DIRECTION 132.2	PENDAGE 7.1
SIGMA(3)= -0.37348	DIRECTION 222.8	PENDAGE 5.1

RAPPORT R = 0.12

LA FONCTION A MINIM EST EGALE A: 0.1871 POUR LES 9 PREMIERES DONNEES TRIEES PAR LE PROGRAMME ET A 0.8422 POUR L'ENSEMBLE DU PAQUET

1

REPRESENTATION SUR CERCLE DE MOHR



---

LE CARACTERE A CORRESPOND AUX DONNEES 111
LE CARACTERE B CORRESPOND AUX DONNEES 108
LE CARACTERE C CORRESPOND AUX DONNEES 105
LE CARACTERE D CORRESPOND AUX DONNEES 103
LE CARACTERE E CORRESPOND AUX DONNEES 107
LE CARACTERE F CORRESPOND AUX DONNEES 102
LE CARACTERE G CORRESPOND AUX DONNEES 109
LE CARACTERE H CORRESPOND AUX DONNEES 106
LE CARACTERE I CORRESPOND AUX DONNEES 101

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

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

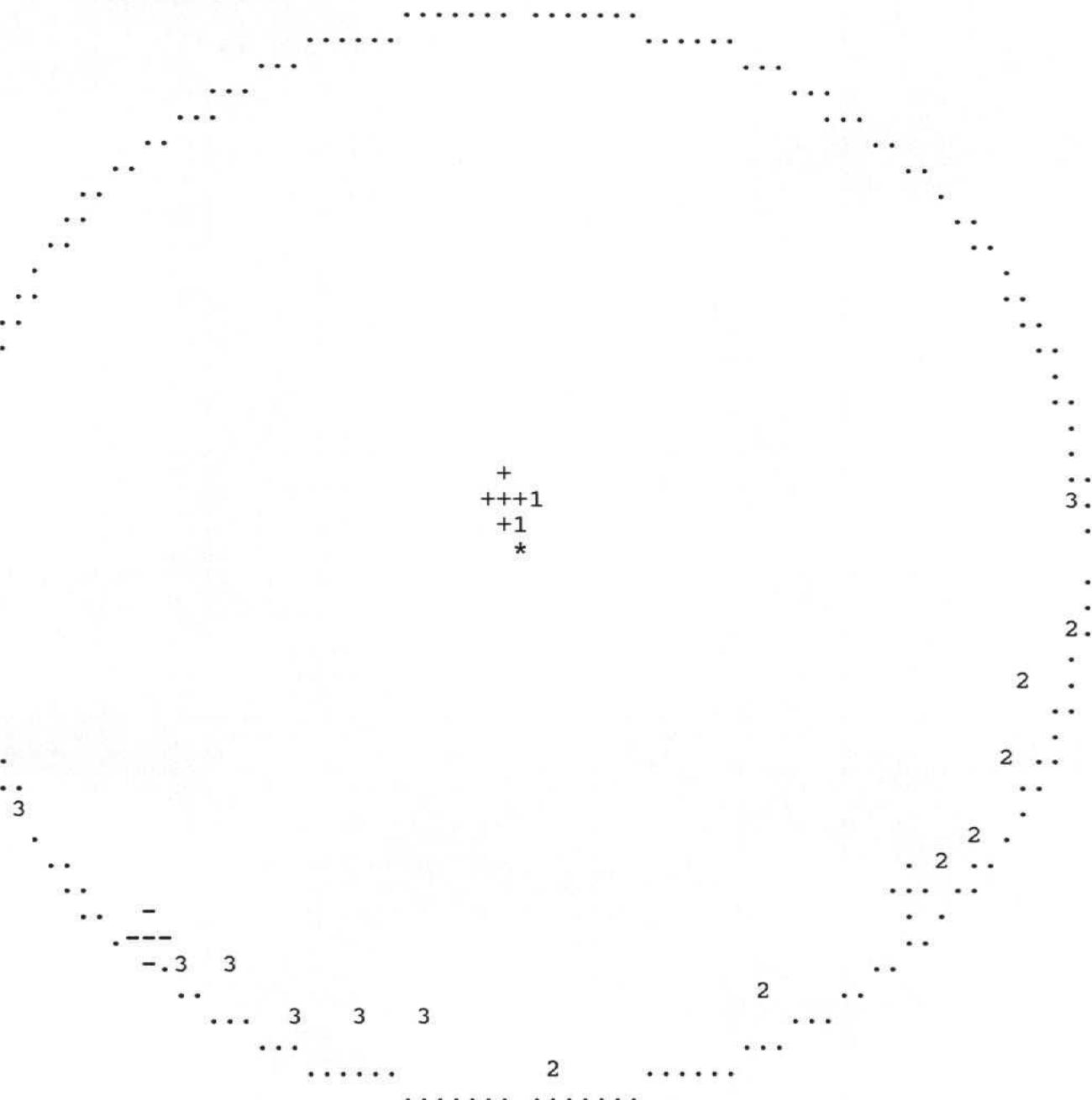
```
0.812832E+02  0.708026E+01  0.505866E+01  0.348106E+03  0.132212E+03
0.222842E+03
```

1 LONGARES 19

**GAMME**      **NBRE**      **INDICE DES VALEURS DANS CETTE GAMME**

1	0-	6	4	111	108	105	103
2	6-	11	7	107	102	109	
3	11-	17	9	106	101		
4	17-	23	9				
5	23-	29	9				
6	29-	34	11	110	104		

PROJECTION SUR DIAGRAMME DE SCHMITT DES AXES DES TENSEURS CORRESPONDANTES  
LONGARES 19



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