

Problemas de Geología Estructural

3. Orientación y proyección de líneas en el espacio

Rosa Blanca Babín Vich¹. David Gómez Ortiz².

¹Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias Geológicas.
Universidad Complutense de Madrid. José Antonio Novais, s/n. 28040-Madrid.

rosbabin@geo.ucm.es

²Área de Geología-ES CET. Universidad Rey Juan Carlos. Tulipán, s/n. 28933-Móstoles.

david.gomez@urjc.es

Resumen: la orientación y representación estereográfica de elementos lineales tales como ejes de pliegues, lineamientos minerales, estrías de falla, etc. presentan algunas diferencias importantes respecto a los elementos planares que hay que conocer. Conceptos como inmersión y cabeceo son descritos en detalle, junto con numerosos ejemplos de representación.

Palabras clave: dirección. Inmersión. Cabeceo. Sentido de buzamiento.

INTRODUCCIÓN

En primer lugar y de forma muy concisa, recordaremos los conceptos de dirección, inmersión y cabeceo de una línea, con objeto de que el alumno conozca perfectamente todos estos términos y no haya confusión a la hora de proyectar cualquiera de ellos.

DEFINICIONES

Las estructuras lineales en rocas aparecen con gran variedad de formas y orígenes. Pueden ser estructuras primarias desarrolladas durante la sedimentación, como sucede con aquellas estructuras de corriente que en ocasiones se observan en los planos de estratificación que ahora se ven basculados, o bien estructuras relacionadas con la deformación. En el primer caso, la proyección estereográfica permite conocer la dirección de dicha corriente en el momento de su actuación.

Más interesantes para al geólogo estructural son las estructuras lineales de origen tectónico. Líneas de charnela o líneas de máxima curvatura del pliegue, lineaciones minerales en tectonitas metamórficas, estrías de falla que nos dan información de la dirección de movimiento de la falla y un largo etcétera. También

podemos obtener datos de las estructuras a partir de las líneas de intersección entre dos planos no paralelos.

De la misma manera, deben ser tenidas en cuenta otro tipo de líneas que no se manifiestan en el afloramiento como estructuras visibles, pero que pueden ser construidas geoméricamente. Líneas alrededor de las cuales otras son giradas (**ejes de rotación**), líneas perpendiculares a un plano dado (normal al plano o polo del plano), ejes principales de esfuerzos, ejes de pliegues, etc.

Desde el punto de vista de la proyección estereográfica, las líneas vienen representadas en el plano ecuatorial de la esfera de proyección por un punto, tanto si nos referimos a líneas que podemos observar físicamente (cantos estirados, estrías de falla, etc.) como aquellas que resultan de la intersección de planos (clivaje y estratificación, dique y esquistosidad, etc.). Todas estas líneas se orientan en el espacio en función de los ángulos que se enuncian a continuación.

Dirección

Es el ángulo que forma la proyección en la horizontal de la línea, con el norte geográfico. Normalmente se representa con la letra δ (Fig. 1).

Inmersión (plunge)

Es el ángulo que forma la línea con su proyección en la horizontal, medido en el plano vertical que contiene a la línea y a su proyección. Se representa con la letra i (Fig. 1).

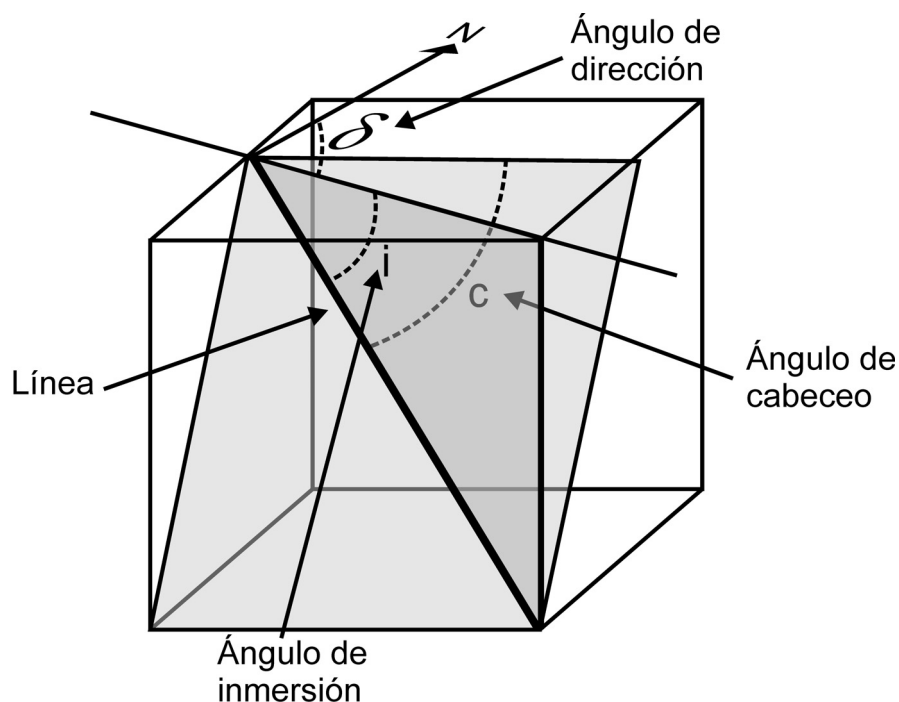


Figura 1. Ángulos utilizados para orientar líneas en el espacio.

Por ejemplo, una línea con orientación $068^{\circ}/30^{\circ}$ tiene una inmersión (“se inclina”) 30° hacia la dirección 068° , luego el sentido de inmersión es 068° o NE. La línea $125^{\circ}/00^{\circ}$ puede también ser escrita como $305^{\circ}/00^{\circ}$ ya que es horizontal (inmersión 00°), luego su sentido de inmersión puede ser cualquiera de los dos. Una línea con una inmersión de 90° es vertical sin sentido de inmersión definido.

Cabeceo (pitch, rake)

Muchas estructuras lineares se desarrollan dentro de planos estructurales. En el caso de que una línea esté contenida en un plano inclinado, el cabeceo es el ángulo, entre la línea y la dirección del plano inclinado que la contiene, medido en este plano inclinado. Se representa con la letra **c** (Fig. 1).

ORIENTACIÓN DE LÍNEAS EN EL ESPACIO

Para orientar una línea en el espacio, es necesario conocer su dirección y un segundo ángulo que puede ser la **inmersión** o bien el **cabeceo** sobre un plano conocido. Si utilizamos la **inmersión**, hemos de imaginar un plano vertical que contiene a la línea y a su proyección. La dirección de este plano vertical es la **dirección de la línea** y el ángulo que forman la línea y su proyección, es el **ángulo de inmersión**. De las dos posibilidades de dirección (a 180° una de otra), se escoge aquella hacia la cual se dirige la inmersión de la línea (**sentido de inmersión**).

Si la línea está contenida en un plano visible (estrías en un plano de falla), se puede utilizar para la orientación de ésta, el ángulo de cabeceo además de su dirección. El valor del ángulo de cabeceo puede variar desde cero cuando la línea es horizontal hasta 90° , cuando se mide paralelamente al sentido de buzamiento del plano. Para describir correctamente el cabeceo es necesario dar el valor del ángulo y su sentido, así como la orientación del plano en el que se ha medido.

PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA DE UNA LÍNEA

Línea orientada mediante dirección e inmersión

El principio básico es similar a la proyección de un plano. La línea L pasa por el centro de la esfera y se extiende hasta cortar al hemisferio inferior en un punto (P). Este punto se une con el zenit de la esfera mediante una línea recta, y la proyección estereográfica de la línea L se localiza donde esta recta corta al plano de proyección, por tanto, en un punto (P') (Fig. 2 A). Las líneas se proyectan como puntos en proyección estereográfica. El procedimiento es el siguiente suponiendo una línea con orientación $060^{\circ}/40^{\circ}$.

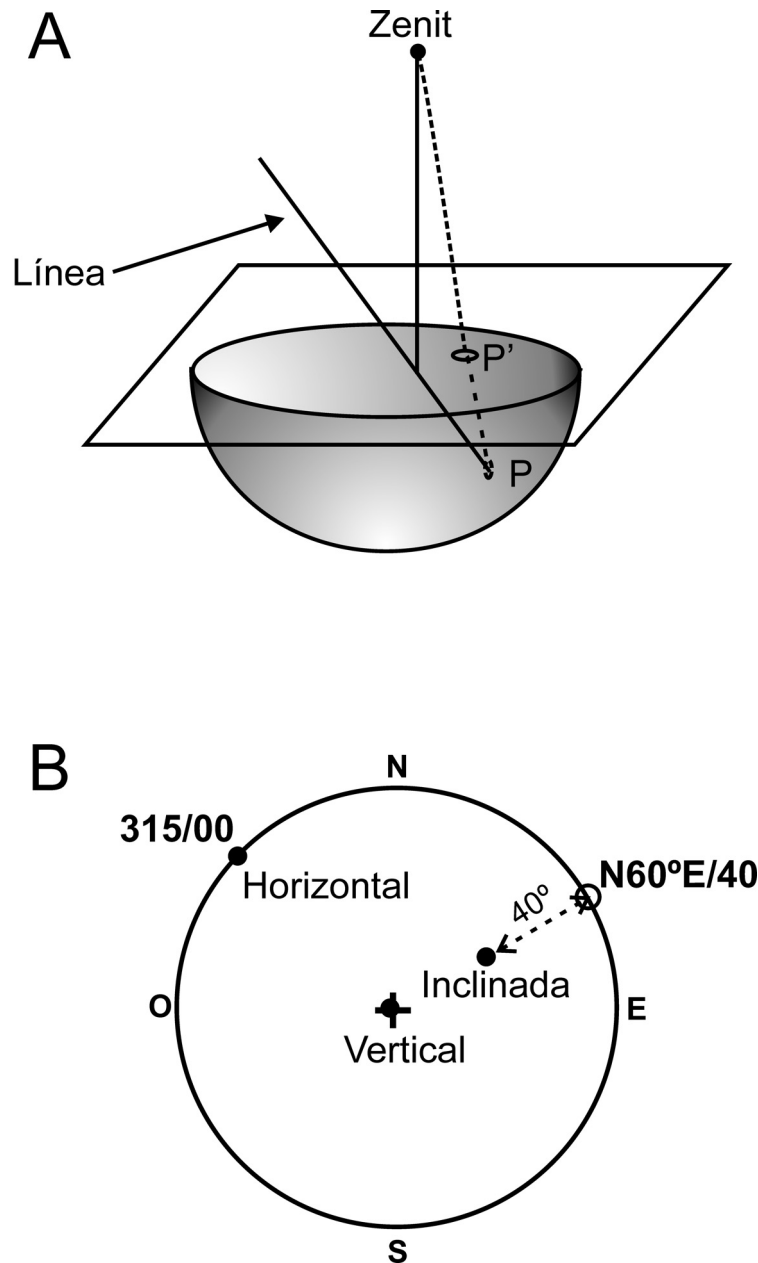


Figura 2. A. Proyección esférica de una línea. B. Representación estereográfica de líneas: horizontal, vertical e inclinada.

- Marcar en la circunferencia primitiva la dirección (sentido de inmersión) de la línea, 060° en este ejemplo (Fig. 3 A).
- Girar el transparente hasta que esta marca esté situada en uno de los diámetros principales, norte-sur o este-oeste siempre que se utilice la falsilla de Wulff. Si se utiliza la de Schmidt, sobre el diámetro este-oeste únicamente (Fig. 3B).
- Contar el ángulo de inmersión a lo largo de este radio desde la circunferencia primitiva hacia el centro, y marcar el punto que representa la proyección de la

línea (Fig. 3 C). La posición final de la línea en el estereograma, se aprecia en la figura 3 D.

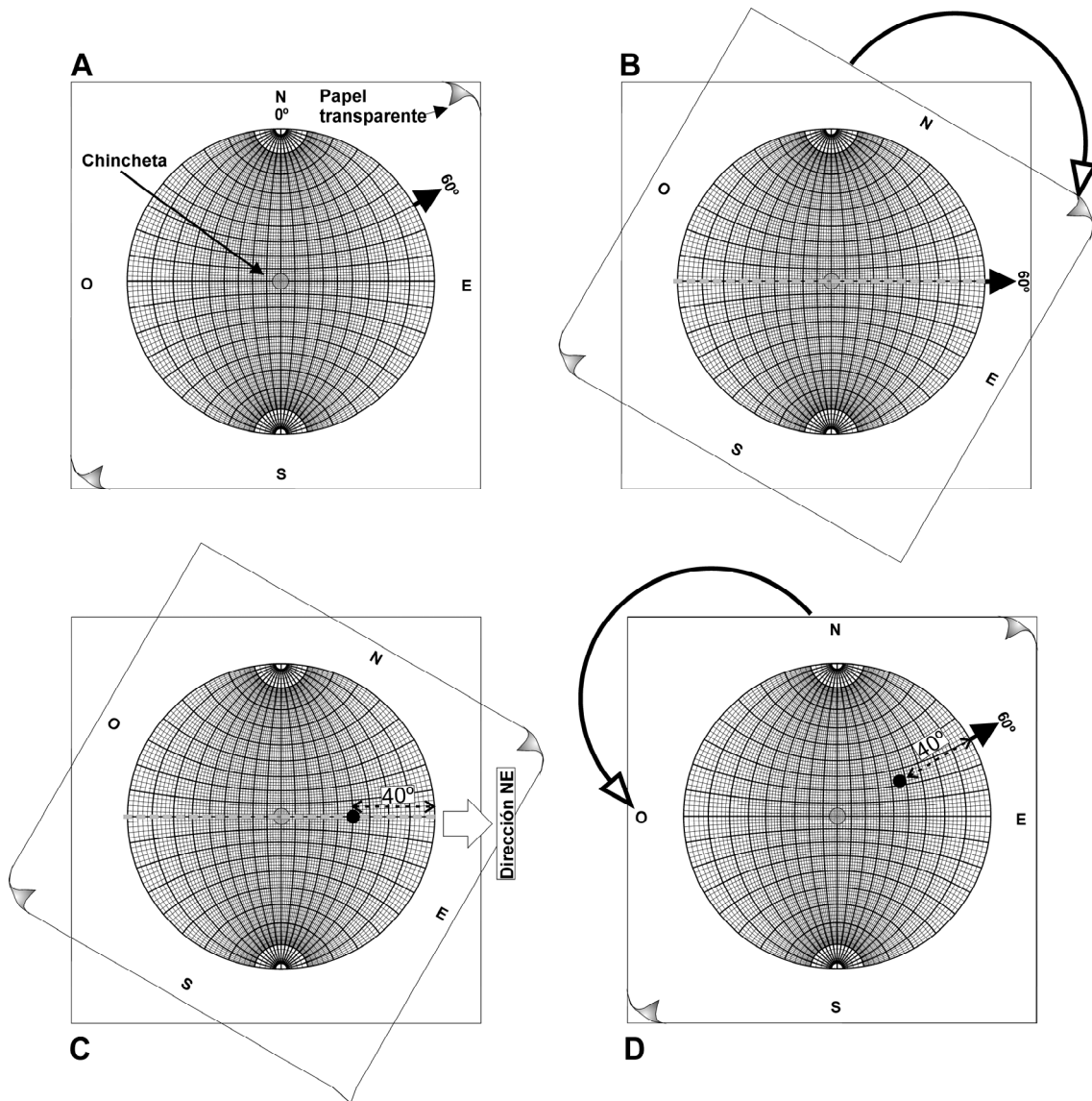


Figura 3. Proyección estereográfica de una línea. Ver texto para su explicación.

Cuando existe una línea horizontal, con una dirección determinada, por ejemplo, N-S, su orientación sería $00^\circ/360^\circ$ o bien $00^\circ/180^\circ$, de forma que teóricamente vendría representada en la proyección por dos puntos situados en la circunferencia primitiva, justamente sobre los puntos cardinales norte y sur de la falsilla. Estos dos puntos están representando la misma línea y cualquiera de ellos define su orientación. Con dibujar uno de ellos, es suficiente.

De la misma manera, podemos obtener a partir del estereograma la orientación de una línea. Imaginemos una situación como la que aparece en la figura 2 B.

Las líneas vienen representadas por los tres puntos marcados. Para conocer su orientación, hacemos lo siguiente:

- Giramos el transparente hasta que el punto que representa la línea quede sobre uno de los diámetros N-S o E-O de la falsilla. Sobre este plano vertical leemos la inmersión de la línea, desde la primitiva hacia el centro de la falsilla.
- En esta misma posición, hacemos una marca en la primitiva, donde esta corta al diámetro elegido.
- Colocamos el norte del transparente coincidiendo con el de la falsilla.
- Leemos el ángulo sobre la primitiva desde el norte hasta la marca anterior. Este ángulo es la dirección de la línea que nos está marcando su sentido de inmersión.
- La misma operación se repite para cada una de las líneas.

Línea orientada mediante dirección y cabeceo sobre un plano conocido

En este caso el dato que hemos obtenido en el campo se refiere, por ejemplo, a la orientación de un plano de falla y el cabeceo de una familia de estrías que aparecen en este plano. El plano de falla está orientado $N40^{\circ}E-20^{\circ}SE$ y la estría tiene un cabeceo de $45^{\circ}S$ medido en este plano (Fig. 4).

Para representar el estereograma correspondiente, el proceso es como sigue:

- Dibujar sobre el transparente el círculo mayor que representa el plano medido, como ya se ha indicado anteriormente.
- Dentro de este círculo mayor, está la línea representada por su cabeceo. Si el cabeceo es el ángulo entre la línea y la dirección del plano inclinado que la contiene, solo tenemos que medir el ángulo de 45° en el plano (círculo mayor) colocado sobre un círculo mayor de la falsilla, desde el sur, contando con ayuda de los círculos menores.
- Este punto, situado sobre el estereograma del plano de falla, representa la orientación de la estría.

De la misma manera, podemos resolver el problema inverso. En el estereograma de la figura 5 se han representado dos planos $N40^{\circ}E-30^{\circ}NO$ y $116^{\circ}-50^{\circ}S$, ambos con una línea inscrita, L y L' respectivamente. ¿Cuál será el valor del ángulo de cabeceo para cada una de las líneas?

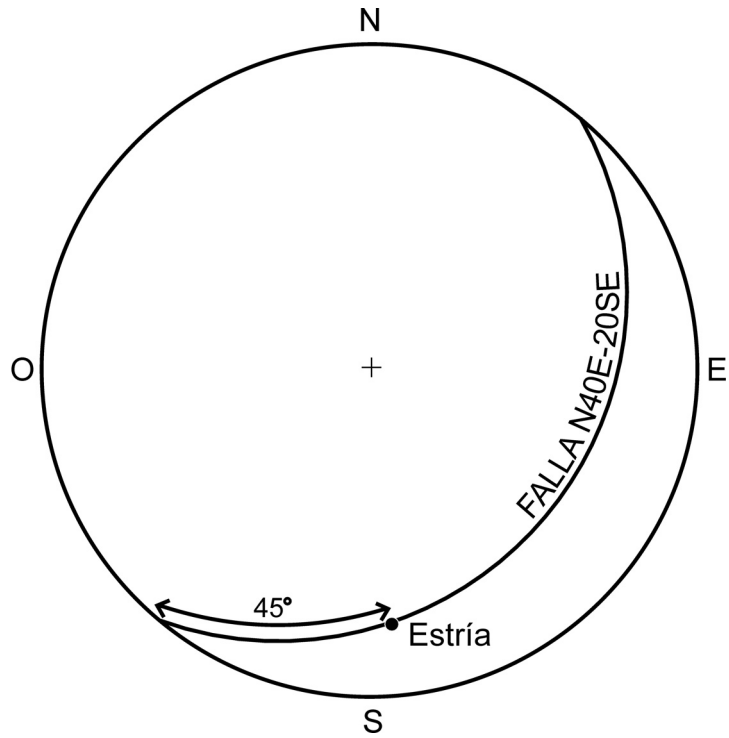


Figura 4. Representación estereográfica de una línea, mediante su cabeceo en un plano conocido.

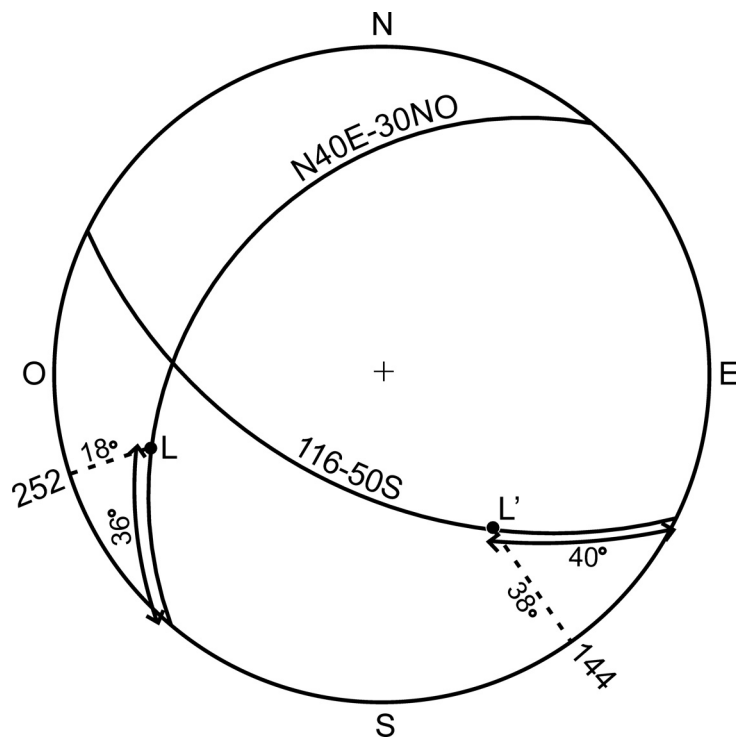


Figura 5. Medida de dirección, inmersión y cabeceo para dos líneas L y L' contenidas en dos planos de orientación conocida.

Colocamos uno de los planos coincidiendo con un círculo mayor de la falsilla. Contando desde el norte o desde el sur a partir de los círculos menores, sabremos

cual es el ángulo de cabeceo de esa línea medido sobre ese plano. A continuación del valor, colocamos su sentido, que corresponderá al cuadrante donde esté situada la línea. Al mismo tiempo, podemos medir su dirección e inmersión, como se ha explicado en el problema anterior. Los resultados son los siguientes:

L: cabeceo. 36°S ; dirección. 252° ; inmersión. 18° $252^{\circ}/18^{\circ}$
 L': cabeceo. 40°E ; dirección. 144° ; inmersión. 38° $144^{\circ}/38^{\circ}$

El mismo proceso se seguirá para cualquiera de las líneas del estereograma.

CONCLUSIONES

Las líneas en el espacio se orientan mediante dos ángulos, que pueden ser **sentido de inmersión (dirección)** e **inmersión**, o bien **dirección** y **cabeceo** medido sobre un plano inclinado que contiene a la línea. En este caso, es necesario indicar la orientación del plano en el que se ha medido el ángulo de cabeceo de la línea.

A partir de las explicaciones y los ejercicios resueltos, se deduce que es bastante rápido y sencillo proyectar líneas en proyección estereográfica, y que su proyección siempre es un punto dentro del estereograma.

También se pueden relacionar con facilidad planos y líneas en la proyección, de forma que conocidos datos referentes a unos y a otras, podemos llegar a obtener mucha información, a menudo difícil de encontrar directamente en el afloramiento.

Todos estos problemas se pueden a su vez combinar con resoluciones propias de proyección ortográfica, de tal manera que todo lo referente a la medida de ángulos puede ser tratado en proyección estereográfica y los datos obtenidos por este método añadirlos a aquellos que necesariamente necesitan un tratamiento mediante planos acotados.

PROBLEMAS

Problema 1

Proyectar las siguientes medidas de líneas y planos:

Planos. a) $030^{\circ}/20^{\circ}$; b) $040^{\circ}/70^{\circ}$; c) $270^{\circ}-20^{\circ}\text{S}$; d) $020^{\circ}-54^{\circ}\text{E}$

Líneas. a) $290^{\circ}/10^{\circ}$; b) $120^{\circ}/70^{\circ}$; c) $080^{\circ}/00^{\circ}$; d) vertical.

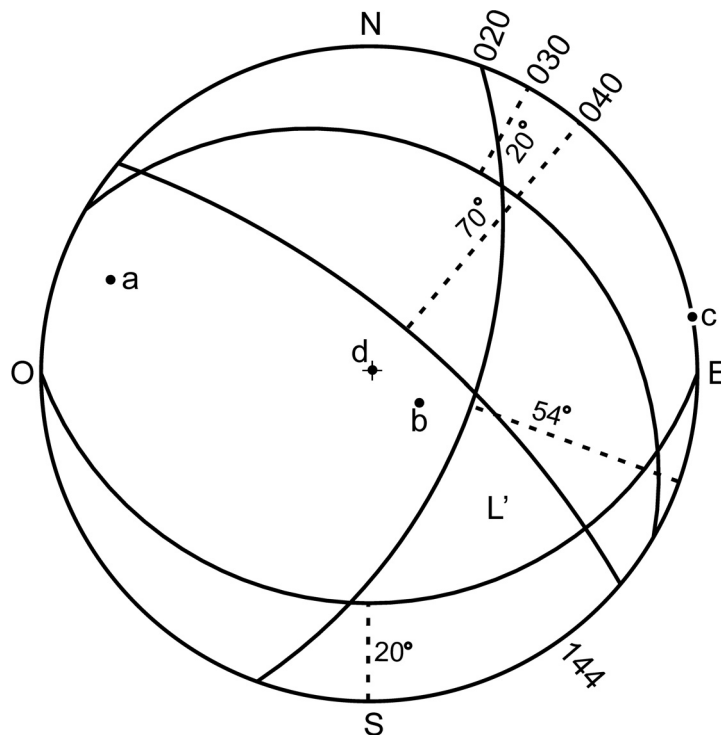


Figura 6. Estereograma correspondiente al problema 1. Ver texto para su explicación.

Al proyectar los planos, hay que tener en cuenta aquellos cuya orientación está expresada como sentido de buzamiento y buzamiento (los dos primeros), en cuyo caso el sentido de buzamiento se colocará en el diámetro E-O de la falsilla y sobre el mismo, contamos el buzamiento, mientras que los dos últimos, orientados según dirección y buzamiento, la dirección ha de colocarse sobre el diámetro N-S de la falsilla y contar el buzamiento en la perpendicular, sobre el diámetro E-O, a partir de la primitiva según el sentido del buzamiento. En este caso, ambos desde el oeste.

En la figura 6, se puede ver el estereograma resultante.

Problema 2

Contestar las siguientes preguntas tomando como referencia el estereograma del problema anterior.

- a) ¿Cual es la diferencia entre los círculos mayores que representan planos de buzamiento elevado y los que representan planos de menor buzamiento?
- b) ¿Cual es la diferencia entre una línea con bajo ángulo de inmersión y otra con ángulo de inmersión alto?
- c) ¿Cómo se puede deducir la dirección de un plano a partir de su estereograma?

- a) Observando el estereograma del problema anterior, es evidente que los círculos mayores que corresponden a un plano con poco buzamiento están situados más cerca de la primitiva que aquellos que tienen buzamiento mayor. Estos últimos están más próximos a la parte central de la falsilla. En el caso de que el plano sea vertical, vendrá representado por un círculo mayor que se corresponde con un diámetro de la circunferencia primitiva.
- b) Una línea con bajo ángulo de inmersión estará situada cerca de la primitiva (a). Si la línea es horizontal (c), se situará sobre la primitiva. Cuanto mayor sea el ángulo de inmersión, más cerca estará la línea del centro de la falsilla (b). Se situará exactamente en el centro en el caso de una línea vertical (d).
- c) Simplemente contando el ángulo sobre la primitiva entre el norte y el círculo mayor que representa el plano.

Problema 3

Un plano de estratificación está orientado $080^{\circ}-60^{\circ}\text{S}$. Calcular:

- a) El ángulo y el sentido de inmersión de la normal al plano (línea perpendicular al plano dado).
- b) Dibujar la normal al plano como un punto en el estereograma.

Representar el plano mediante su círculo mayor correspondiente. La línea perpendicular al plano será aquella que está situada a 90° del plano, por tanto, colocado el plano sobre el círculo mayor de la falsilla, se cuentan sobre el diámetro E-O los 90° en cualquiera de los dos sentidos y se marca el punto correspondiente, que representa una línea que es perpendicular al plano (N). El sentido de inmersión de la línea es 350° o $N10^{\circ}\text{O}$ y su ángulo de inmersión será de 30° hacia el norte, hacia los 350° . La notación de la línea sería $350^{\circ}/30^{\circ}$ o bien $N10^{\circ}\text{O}/30^{\circ}$.

La resolución del problema se puede ver en la figura 7.

Problema 4

Un plano tiene una orientación $124^{\circ}/40^{\circ}$.

- a) Dibujar el estereograma del plano.
- b) Dibujar una línea L contenida en el plano, con un sentido de inmersión según los 180° .
- c) Dibujar una línea T en el plano, con un ángulo de inmersión de 40° .

Observar que el plano está orientado mediante sentido de buzamiento y ángulo de buzamiento, por tanto se coloca el sentido de buzamiento (124°) sobre el diámetro E-O de la falsilla para dibujar el círculo mayor que corresponda a los 40° de buzamiento.

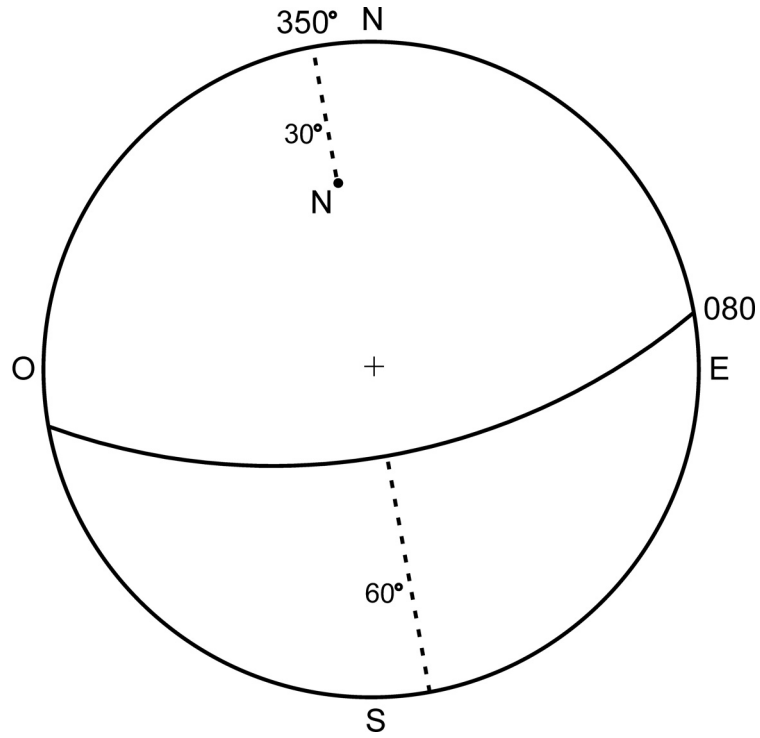


Figura 7. Resolución del problema 3. Ver texto para su explicación.

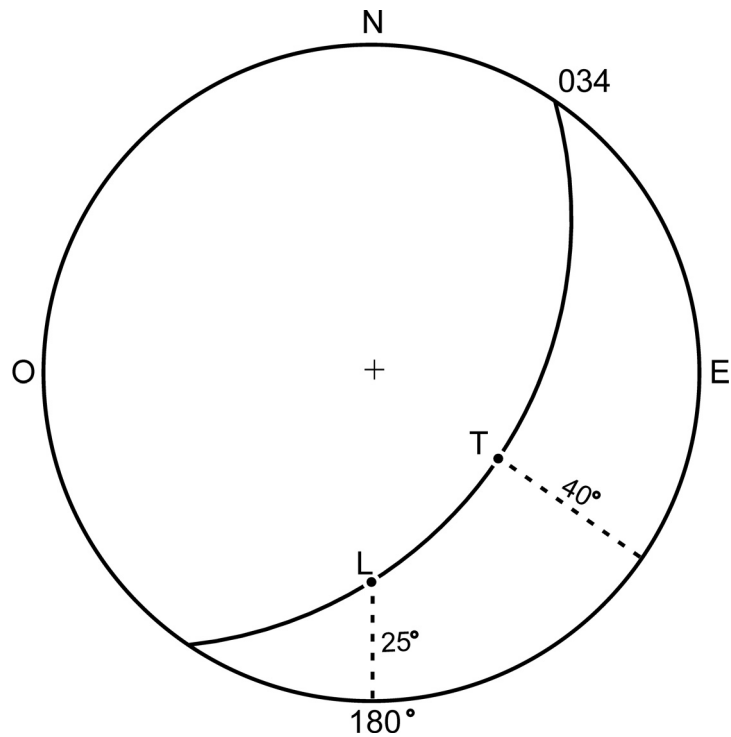


Figura 8. Estereograma correspondiente al problema 4. Ver texto para su explicación.

Movemos el transparente hasta llevar el norte del transparente a coincidir con el norte de la falsilla. En esta posición y a lo largo del diámetro norte-sur de la falsilla, pintamos el punto donde el plano dibujado corta a este diámetro N-S. Ahí estará situada la línea L y su inmersión será de $25^{\circ}/180^{\circ}$.

La segunda línea, tiene una inmersión de 40° , valor que coincide con el de buzamiento del plano. Con el plano coincidiendo con un círculo mayor de la falsilla, observamos que el valor del buzamiento real contado sobre el diámetro E-O es de 40° . El punto donde el plano (círculo mayor) intersecta al diámetro E-O, representa a la línea T, con una orientación de $40^{\circ}/124^{\circ}$.

El estereograma correspondiente se observa en la figura 8.

Problema 5

Dados dos planos con orientaciones $N30^{\circ}E-30^{\circ}SE$ y $20^{\circ}/250^{\circ}$, hallar la orientación de su línea de intersección dando el valor de la inmersión y de los ángulos de cabeceo sobre cada uno de los planos (Fig. 9).

Dibujar los círculos mayores correspondientes a los dos planos. Observando el estereograma, vemos que los dos planos se cortan en un punto. Este punto representa la proyección de la línea de corte de los dos planos, que debe ser orientada en el espacio convenientemente.

Si estamos trabajando con la falsilla de Wulff, giramos el transparente hasta que la línea de intersección esté situada sobre uno de los dos diámetros principales de la falsilla. En esta posición leemos el ángulo de dirección de la línea sobre la primitiva (ángulo entre el norte y la proyección horizontal de la línea) y su inmersión sobre el diámetro elegido. La solución es $11^{\circ}/191^{\circ}$.

Para medir los ángulos de cabeceo, colocamos el plano correspondiente coincidiendo con un círculo mayor y contamos sobre él, desde la primitiva hasta la línea, a partir de los círculos menores. El ángulo es de $22^{\circ}S$ para el plano de dirección $N30^{\circ}E$ y de $34^{\circ}S$ para el segundo plano.

Problema 6

Un estrato aparece cortado por una zanja de dirección 67° y paredes verticales. La línea de corte del estrato con la zanja, vista en una de sus paredes, forma un ángulo con la horizontal de 40° hacia el SO.

En una cantera cercana y en una de sus superficies, orientada $98^{\circ}-26^{\circ}S$, se observa la línea de corte de esta superficie con el estrato con una orientación de $60^{\circ}O$. Calcular la orientación del estrato.

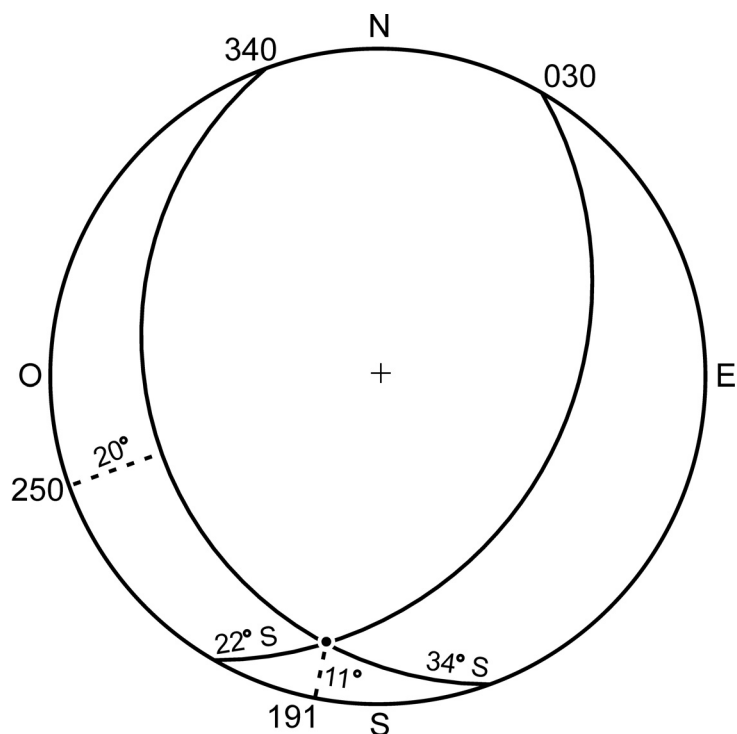


Figura 9. Estereograma correspondiente al problema 5. Ver texto para su explicación.

Los datos que nos da el problema son los siguientes:

Un primer dato que se refiere a una línea de corte entre un plano vertical y un estrato de orientación desconocida. El ángulo de 40° al SO, es un ángulo medido en un plano vertical entre la línea de corte y su proyección en la horizontal, por tanto es un ángulo de inmersión de una línea que tiene de dirección 67° . Esta línea está contenida en el estrato de orientación desconocida, por tanto será un buzamiento aparente de este estrato: $067^\circ/40^\circ\text{SO}$ o bien $247^\circ/40^\circ$.

Un segundo dato se refiere a otra línea de corte, esta vez entre el estrato y un plano inclinado de orientación conocida. El ángulo que forma esta línea de corte con la dirección del plano que la contiene, es de 60°O y por definición, es el ángulo de cabeceo de esta línea, medido sobre este plano.

Una vez conocidos los datos disponibles, los llevamos a la proyección. En primer lugar el buzamiento aparente haciendo una marca en la primitiva sobre la dirección 247° , llevándola sobre un plano vertical de la falsilla y contando los 40° desde la primitiva hacia el centro. Obtenemos un punto (línea) del estrato, representado por P en el estereograma (Fig. 10).

A continuación, proyectamos el plano mediante su círculo mayor y contamos el ángulo de cabeceo desde el oeste a lo largo del plano. Esta línea Q proyectada pertenece también al estrato.

Giramos el transparente hasta que estas dos líneas se sitúen sobre un círculo mayor que corresponde al estrato cuya orientación estamos buscando. Pintamos ese círculo y leemos la dirección y buzamiento correspondiente que resulta ser $022^{\circ}-50^{\circ}O$.

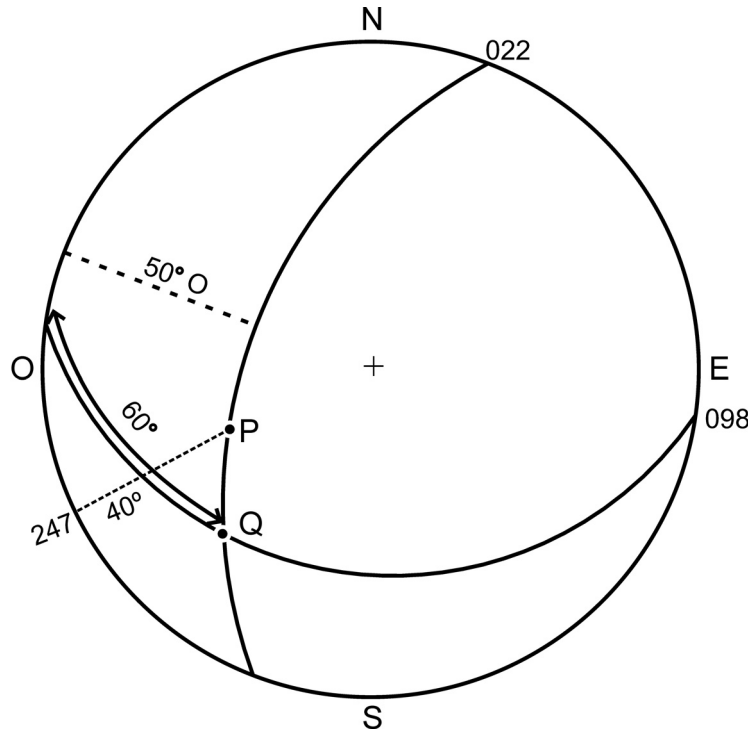


Figura 10. Resolución del problema 6. Ver texto para su explicación.

Problema 7

En un área de estratificación pobremente definida, se han podido medir los siguientes buzamientos aparentes: $23^{\circ}/330^{\circ}$; $36^{\circ}/208^{\circ}$; $16^{\circ}/184^{\circ}$; $290^{\circ}/46^{\circ}$; $276^{\circ}/30^{\circ}$; $230^{\circ}/18^{\circ}$; $234^{\circ}/47^{\circ}$; $262^{\circ}/70^{\circ}$. Hallar la orientación de la estratificación y comprobar si todos estos buzamientos aparentes pertenecen a esta superficie.

Como ya sabemos, los buzamientos aparentes dados con sentido de buzamiento y ángulo de buzamiento, son equivalentes a líneas orientadas según sentido de inmersión y ángulo de inmersión, por tanto, los buzamientos aparentes vienen representados por puntos en la proyección estereográfica.

Hemos visto en los problemas anteriores que dos puntos (dos buzamientos aparentes o dos líneas) contenidos en un plano, son suficientes para dibujar el círculo mayor que nos define la orientación de ese plano. En este caso, se han medido 8 buzamientos aparentes en el campo, que en el supuesto de que correspondan todos a la misma superficie de estratificación, todos ellos deben estar contenidos en un círculo mayor que define la orientación de este estrato. Aquellos que se alejen de este círculo, no son buzamientos aparentes pertenecientes a esta superficie.

Proyectamos cada uno de los buzamientos aparentes utilizando la falsilla de Wulff, llevando el sentido de buzamiento a coincidir con un plano vertical de la falsilla, y sobre este, contamos el ángulo de buzamiento aparente correspondiente.

Una vez obtenidas todas las proyecciones de los datos de buzamientos aparentes (Fig. 11), giramos el transparente para hacerlos coincidir en un círculo mayor. Como se observa en el estereograma, los tres buzamientos aparentes $30^\circ/276^\circ$; $18^\circ/230^\circ$ y $70^\circ/262^\circ$ se alejan bastante del resto. Los demás se ajustan a un círculo mayor que nos da una orientación para esta superficie de estratificación de $N10^\circ O-50^\circ O$ o bien $170^\circ-50^\circ O$ o $262^\circ/50^\circ$ (sentido de buzamiento y buzamiento).

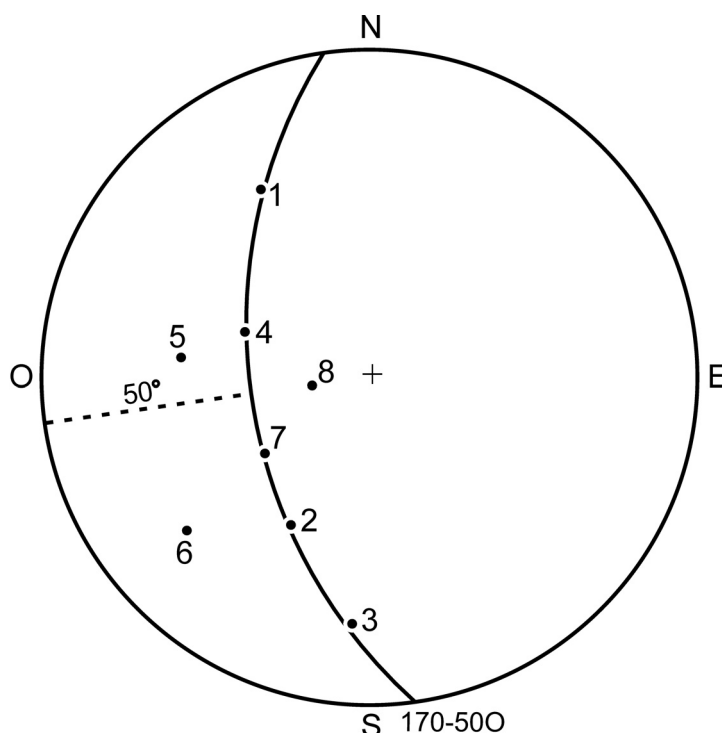


Figura 11. Estereograma correspondiente al problema 7. Ver texto para su explicación.

Problema 8

Sobre un estrato de orientación $N10^\circ E-55^\circ O$, aparecen cuatro lineaciones con los siguientes sentidos de inmersión: 010° ; 220° ; 300° y 360° . Calcular los ángulos de cabeceo para cada lineación, medidos en el plano de estratificación.

El problema nos pide medir una serie de ángulos de cabeceo para unas líneas que están contenidas en un plano. Observar que el sentido de inmersión de la primera línea, coincide con la dirección del plano en el que está contenida, por tanto, el ángulo de cabeceo en este caso será de 0° .

Dibujar el círculo mayor que representa el plano y marcar sobre la primitiva los sentidos de inmersión dados. Cada uno de estos sentidos de inmersión los llevamos

sucesivamente a un diámetro vertical de la falsilla y pintamos la línea (punto) que está sobre el plano y tiene ese sentido de inmersión (Fig. 12). Una vez proyectadas las líneas, contamos el valor del cabeceo sobre el mismo círculo mayor que representa el plano, desde la primitiva hasta la línea. Observar que cuanto más cerca estamos de la dirección del plano, menor es el ángulo de cabeceo de esa línea, hasta llegar a ser 0° cuando las direcciones de plano y línea coinciden.

Los valores de cabeceo obtenidos son los siguientes:

Para 010°, el cabeceo es de 0°.

Para 220°, el cabeceo es de 44°S.

Para 300°, el cabeceo es de 78°N.

Para 360°, el cabeceo es de 18°N.

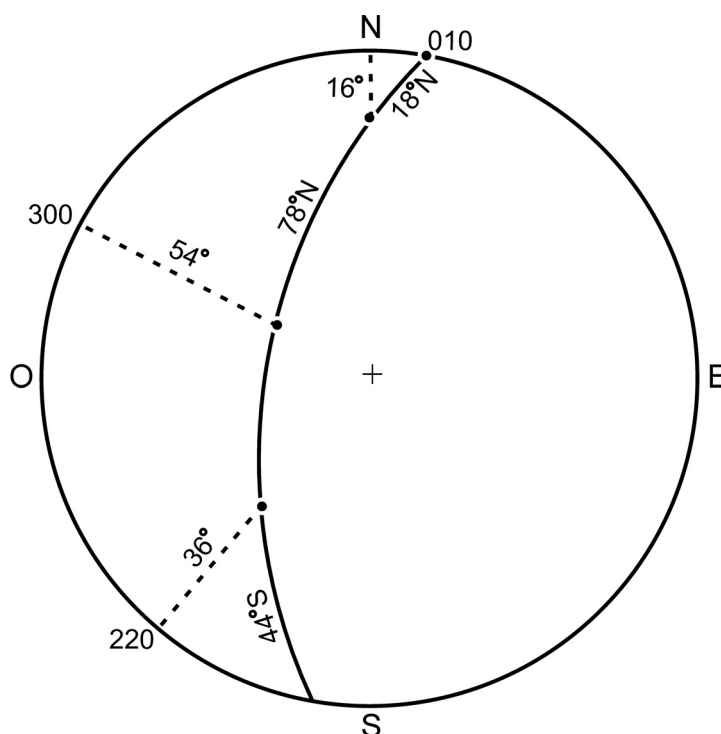


Figura 12. Estereograma correspondiente al problema 8. Ver texto para su explicación.

Problema 9

¿Cuál es el ángulo que forman entre sí las líneas cuyas orientaciones son 010°/30° y 106°/42°? (Fig. 13).

Proyectar las dos líneas en la falsilla. Para medir el ángulo que forman estas líneas entre si se inscriben en un plano, o sea, se busca el círculo mayor que contiene a las dos líneas y se mide el ángulo buscado a lo largo de ese círculo mayor. De los dos ángulos posibles, se suele dar el menor de 90°.

En este caso y como se observa en el estereograma, el valor del ángulo que forman entre si las dos líneas, es de 75° .

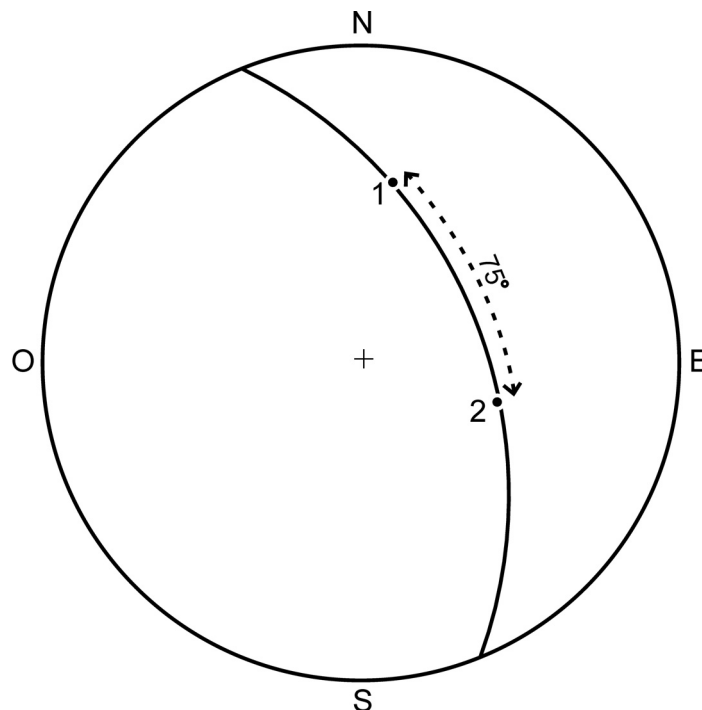


Figura 13. Estereograma correspondiente al problema 9. Ver texto para su explicación.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

- Davis, G. H. 1984. Structural Geology of rocks and Regions. Wiley & Sons. 492 pp.
- Lheyson, P. R.; Lisle, R. J. 1996. Stereographic projection techniques in Structural Geology. Butterworth-Heinemann Ltd. Oxford. 104 pp.
- Marshak, S & Mitra, G. 1982. Basic methods of structural geology. Prentice & Hall. 446 pp.
- Phillips, F. C. 1971. The use of stereographic projection in Structural Geology. Edward Arnol. London. 90 pp.
- Ragan, D. M. 1987. Geología Estructural. Ed. Omega. Barcelona. 210 pp.
- Turner, F. & Weiss, L.R. 1963. Structural analysis of metamorphic tectonites. McGraw Hill. New York. 545 pp.

Recibido: 18 noviembre 2009.
Aceptado: 22 diciembre 2009.