

Guía de ejercicios

Materiales: Lápices de colores y portaminas, regla/escuadra, transportador, compás.

Parte 1: Cálculo de rumbos, manteos reales y manteos aparentes

1.1 Conceptos Previos

Dirección de buzamiento real de una capa: Es la dirección de la perpendicular a la dirección de la capa, medida en un plano horizontal.

Buzamiento real de una capa (β): Es el ángulo que forma la capa con el plano horizontal medido según el plano vertical que pasa por la dirección de buzamiento real.

Dirección de buzamiento aparente: Es cualquier dirección sobre el plano horizontal (exceptuando la dirección de buzamiento real y la dirección de la capa, en el primer caso la inclinación medida será la máxima y en el segundo no se medirá ninguna inclinación)

Buzamiento aparente (β'): Es el ángulo que forma la capa con el plano horizontal, medido según un plano vertical que pasa por una dirección de buzamiento aparente (Fig. 1)

Siguiendo la construcción geométrica de la figura:

$$\operatorname{tg} \beta' = AE/EC \quad \operatorname{tg} \beta = AE/ED \quad \cos \alpha = ED/EC$$

Por tanto, el buzamiento aparente viene dado por:

$$AE/EC = AE/ED * ED/EC$$

es decir,

$\operatorname{tg} \beta' = \operatorname{tg} \beta \cos \alpha$

Despejando el buzamiento real, β :

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \beta' / \cos \alpha$$

$$\beta = \arctg (\beta' / \cos \alpha)$$

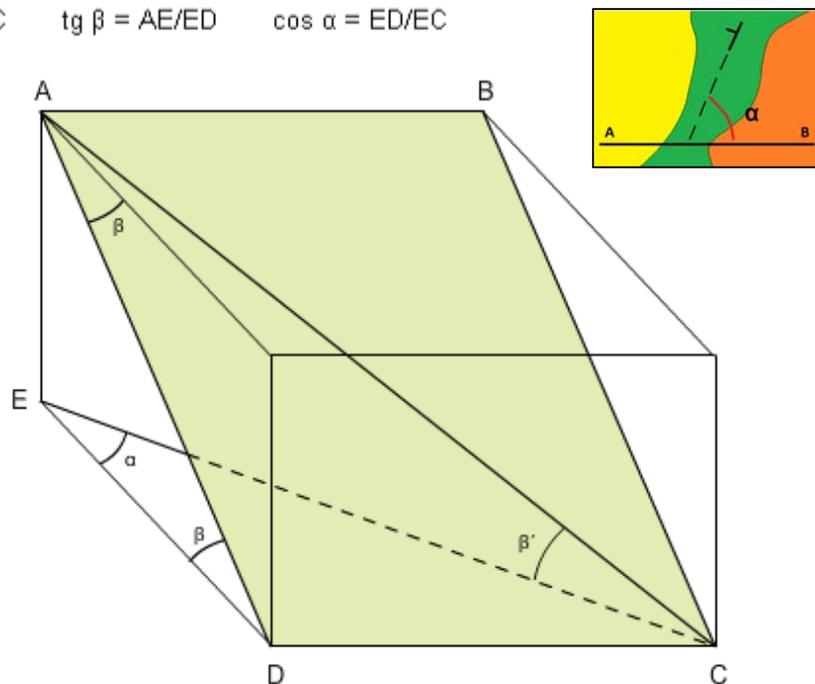


Fig. 1: Representación gráfica de la relación entre manteo real y manteo aparente. Recuadro pequeño muestra al ángulo alpha desde una vista en planta.

1.2 Problemas de los tres puntos

Son problemas en los que básicamente se trata de calcular el rumbo (dirección) y manto (buzamiento) tanto reales con aparentes de una capa o grupo de capas, conociendo los datos de tres puntos pertenecientes a ella. Los problemas se pueden plantear de diferentes formas, de tal manera que se puede conocer la dirección y buzamiento real pidiéndose buzamientos aparentes y cota de algunos puntos de la capa. Pero, en definitiva, el mecanismo de resolución es siempre el mismo.

Puede ocurrir:

- Que los tres puntos se encuentren a la misma cota y que estén alineados. El problema está resuelto, la dirección de la capa es la de la recta que pasa por esos tres puntos, para el buzamiento no hay datos.
- Que dos puntos se encuentren a la misma cota y el tercero a diferente cota, pero no alineados (equivalente al caso de los dos puntos). En este caso se deduce que la dirección de la recta que une los dos puntos de igual cota, es el rumbo de la capa. Para hallar el manto real, se traza la perpendicular al rumbo de la capa (dirección de manto real) que pase por el tercer punto, se marca la diferencia de cota y el ángulo resultante del triángulo que se genera es el manto real de la capa. Todos los pasos se han de hacer a la misma escala. (Fig. 2)

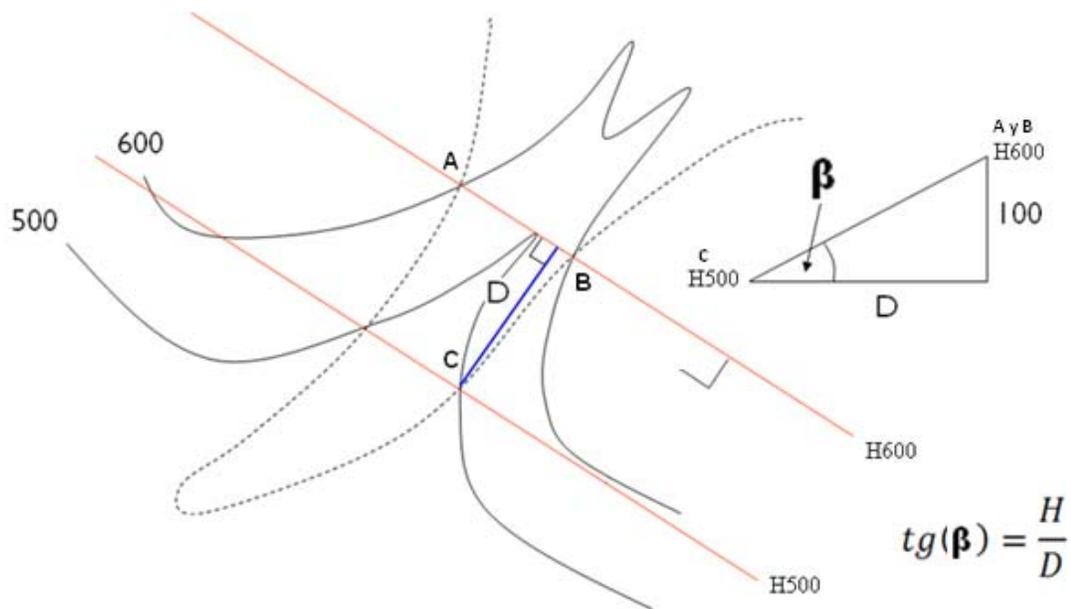


Fig. 2: Esquema que representa la situación donde dos puntos comparten cota (A y B) y un tercer punto (C) se encuentra a una cota distinta

En el caso anterior, una forma gráfica alternativa para obtener el ángulo de manto real mediante la medición directa con el compás consiste en **abatir el plano**. Como nuestro papel es bidimensional y los datos y situación que plantean los problemas son tridimensionales, hay que abatir la tercera dimensión; así hay que proyectar los planos verticales de tal forma que conserven las medidas y proporciones (esto último es imprescindible ya que el resultado lo vamos a obtener mediante una medición en el gráfico). El abatimiento de un plano consiste en transportarlo desde la vertical a la horizontal, girándolo sobre un eje que se debe encontrar en el plano sobre el que se realiza el abatimiento y que a su vez pertenece al plano abatido. Realizada esta sencilla operación, podemos medir en nuestro papel distancias y ángulos. (Fig. 3)

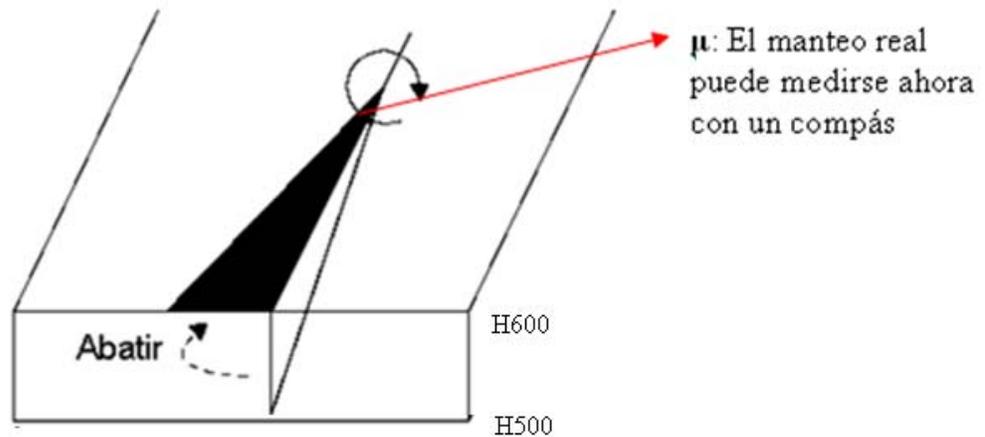
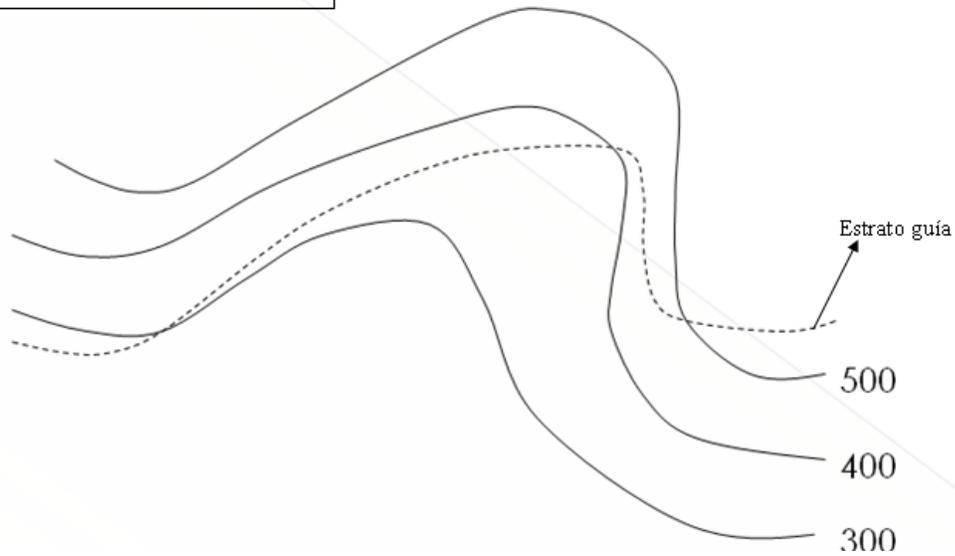


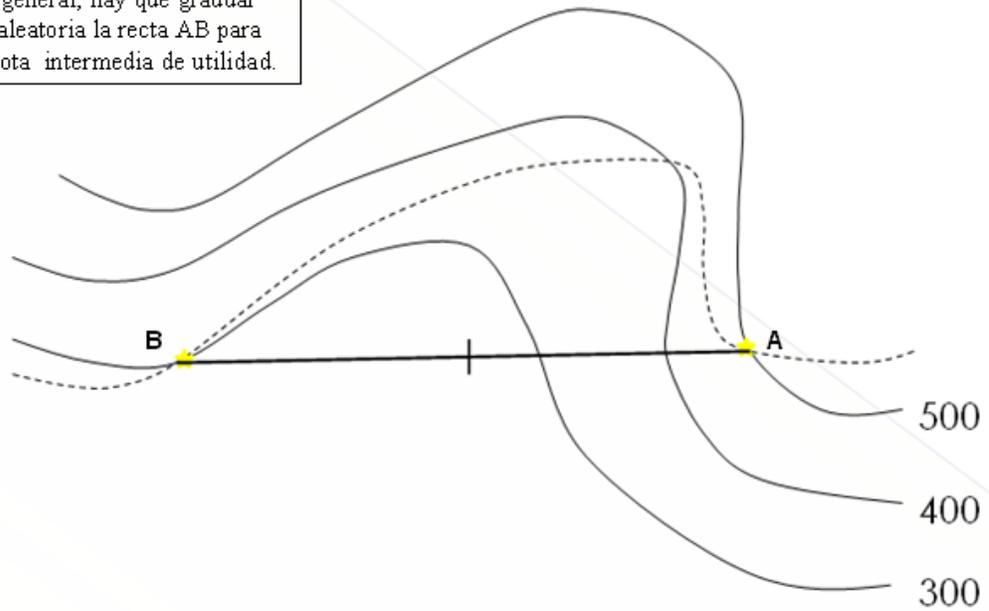
Fig. 3: Esquema mostrando el procedimiento de abatir un plano para poder obtener su manto real

- Que los tres puntos estén a distinta cota, que como es lógico es la situación real más común. La situación se complica un poco. Hay que utilizar un aparato gráfico para obtener dos puntos a la misma cota y convertir el problema en uno del tipo anterior. Si tenemos un problema con los tres puntos a diferentes cotas, es evidente que entre la cota más alta y la más baja debe encontrarse necesariamente una cota intermedia similar a la del tercer punto. Si pudiéramos encontrar esta cota, tendríamos dos puntos a la misma cota con lo que se convertiría en un problema del tipo anterior. El procedimiento que se sigue es el conocido **método de los tres puntos** (Fig. 4)

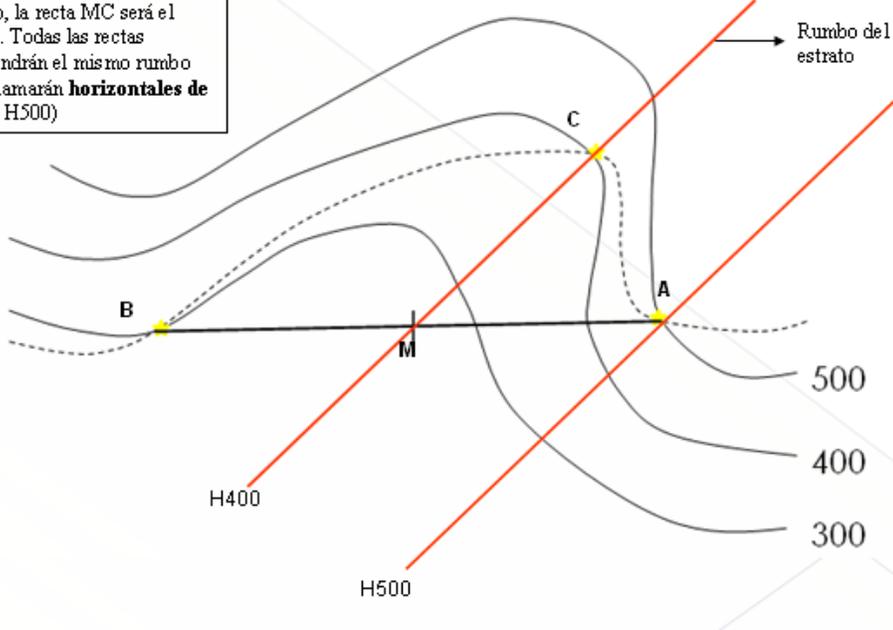
1. En un mapa geológico encontramos la siguiente situación: Un estrato guía corta una quebrada en distintas cotas. Nos podemos preguntar, ¿cuál es su manto real?



2. Para determinar el manto real se procede de la siguiente forma. Se unen, mediante una línea recta, las cotas mayor y menor, en el caso del ejemplo: A(500) y B(300), con la intención de encontrar la cota de 400. Para este caso, la cota 400 se encontrará en el punto medio de la recta AB. En el caso general, hay que graduar con una escala aleatoria la recta AB para encontrar una cota intermedia de utilidad.



3. Desde el punto medio de la recta AB (punto M, que representa la cota 400), trazamos una recta hacia el punto C, que en el caso del ejemplo es el punto donde el estrato aflora en la cota 400. La recta MC será la recta que une dos puntos a la misma cota, al igual que en el caso anterior. Por tanto, la recta MC será el rumbo del estrato. Todas las rectas paralelas a MC tendrán el mismo rumbo que la capa y se llamarán **horizontales de capa** (ej. La recta H500)



4. Con los pasos anteriores se redujo el problema a uno del tipo anterior: Dos puntos a la misma cota (M y C) y un tercero a una cota distinta (A, o bien B según cuál se utilice para los cálculos). Por tanto, para calcular el mantero real se procede como el caso anterior: utilizando el triángulo auxiliar o bien abatiendo el plano.

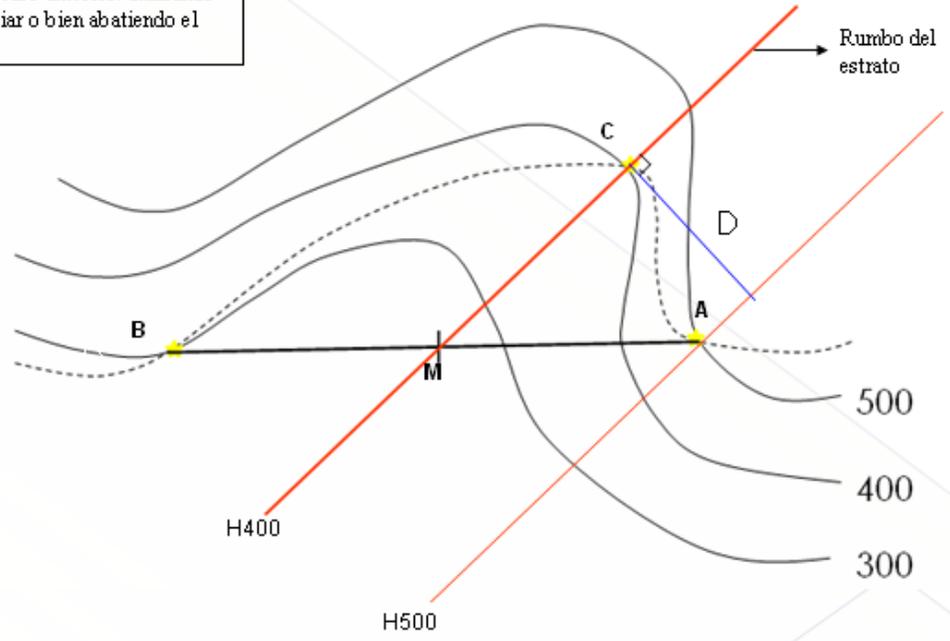
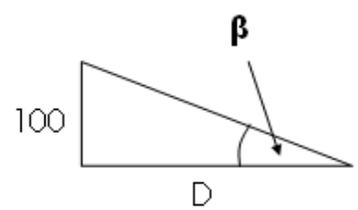


Fig. 4: Método de los tres puntos, para calcular mantero real con tres puntos ubicados a distintas cotas.

Problema 1

Tres puntos pertenecen a un estrato: A(cota 500 mts), B(cota 500 mts) en la dirección N30E respecto al primer punto. C se encuentra en la dirección N110E de A y con cota 300 mts. La distancia que separa AB = 500 mts. Distancia AC = 400 mts. Hallar rumbo y manteo del estrato.

Problema 2

Sobre una llanura observamos dos puntos A y B, separados 500 mts, en una dirección A-B = N120E. La capa no se encuentra plegada y aflora tanto en A como en B. En un punto C sito a 600 mts. al Sur de A, en un sondeo vertical, encontramos la misma capa a 100 mts. Calcular la dirección de la capa, el buzamiento real y el aparente según la dirección N160E.

Problema 3

En una cantera, observamos en sus dos paredes verticales una capa muy reconocible, medimos los siguientes buzamientos: 30°W en la pared de dirección N80E y 20°E en su homóloga con dirección N150E. Calcular la dirección de la capa y su buzamiento real.

Problema 4

Estudiando una secuencia sedimentaria en el campo observa un manto de carbón, registrando en nuestra libreta una cota de 850 mts, y un manteo medido con la brújula de 40S. La dirección **del manteo** es N170E.

Años después, una empresa nacional solicita a un geólogo con buen sentido de la ubicación, como Ud., para que le indique a qué profundidad podrían encontrar carbón. Ud. acude al terreno y se percata muy sorprendido, tras revisar su libreta, que el punto donde la empresa desea sondear se encuentra ubicado en dirección N220E y a 400 mts del punto donde años antes había tomado nota del manto de carbón. La altitud de este punto es de 1.000 mts. ¿Cuál sería su informe?

Problema 5: Propuesto

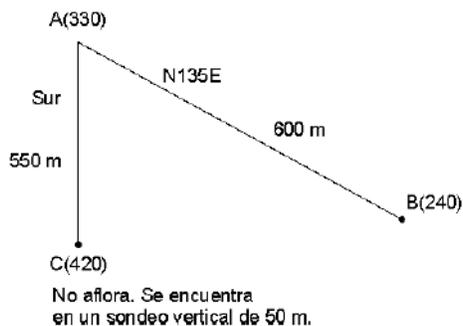
En una labor pirquinera (cota 400 mts) medimos la dirección y buzamiento de una capa guía, obteniendo los siguientes resultados: N40W y 25N. La misma capa la volvemos a encontrar en un afloramiento a 600 mts al oeste de la citada cantera, no tenemos altímetro y el dato que entrega el GPS que Ud. porta tiene un error muy grande como para ser un dato válido, y necesitamos saber la cota de este afloramiento. ¿Cómo se las ingeniaría?

Problema 6

Dados tres puntos de una capa: A(800 mts), B(500 mts) y C(900 mts). Conociendo que la separación entre los puntos AB es de 850 mts en una dirección N75E (B al este de A). La recta AC tiene una dirección N120E y separa a ambos puntos una distancia de 1.100 mts, además sabemos que el punto C está situado al NW de la recta AB. Hallar dirección de esa capa y su buzamiento.

Problema 7

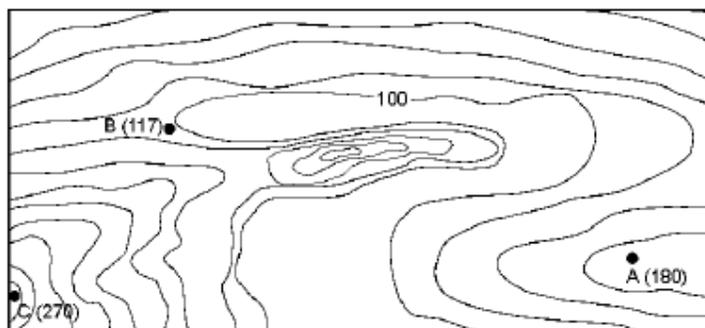
A partir del siguiente esquema:



Calcular el rumbo de la capa, buzamiento real y buzamiento aparente según la dirección N-S.

Problema 8

Hallar dirección y buzamiento de la capa que pasa por A, B y C



Parte 2: Cálculo de rumbo y manteos y dibujos cartográficos

2.1 Conceptos previos

Cuando tenemos que trazar un contacto/falla/capa en un mapa cartográfico es muy necesario considerar el efecto de la topografía en la geometría resultante. Una herramienta muy útil para esto son las llamadas **horizontales de capa** (Fig. -5), que ya aparecieron en esta guía cuando se explicaba el método de los tres puntos.

Una horizontal de una capa o estrato es la línea perteneciente a una capa contenida en un plano horizontal. Por tanto la horizontal une puntos de la capa con la misma cota (la del plano horizontal de referencia), lo que significa que es paralela al rumbo de la capa. Todas las horizontales de una capa son necesariamente paralelas y cualquiera de ellas representa la dirección de la capa. En el plano práctico, conocidos dos puntos de una capa a la misma cota, a través de ellos se puede trazar una recta que es la horizontal de capa a la cota correspondiente.

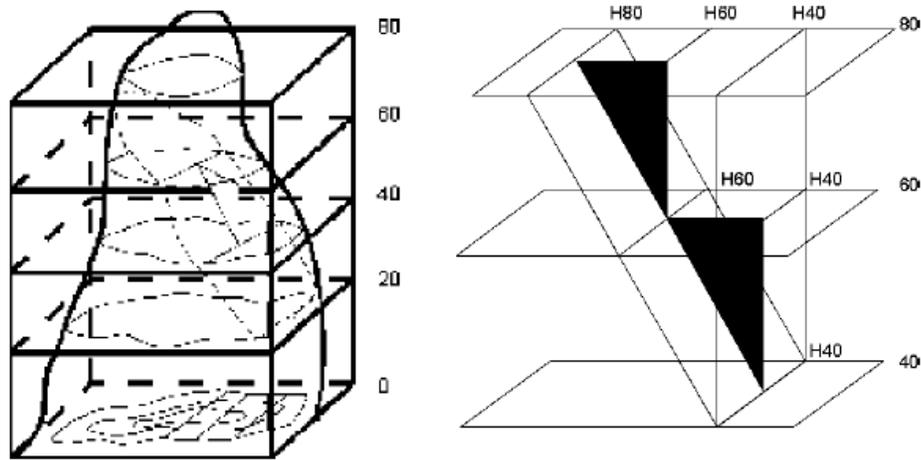


Fig. 5: Figuras ilustrativas de las horizontales de una capa (H80, H60, H40)

Los límites de la capa en un mapa topográfico vienen definidos por los puntos de intersección entre las horizontales de capa con las curvas de nivel de la misma cota. Uniendo todos los puntos de intersección correspondientes, obtendremos el trazado cartográfico de la capa (Figs.6 y 7).

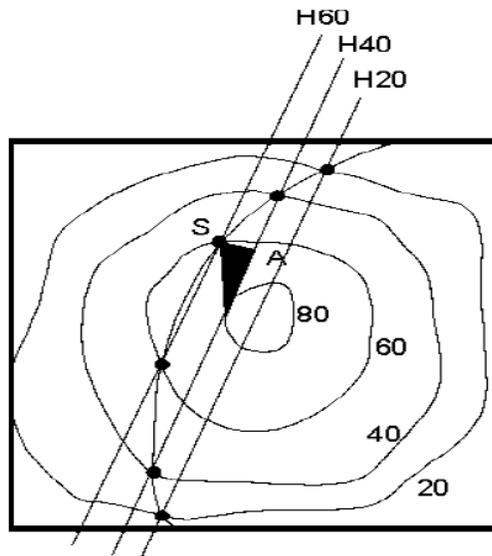


Fig. 6: Relación entre las horizontales de capa y la geometría de contacto en una topografía cuyas cotas de nivel conforman circunferencias concéntricas (cerro).

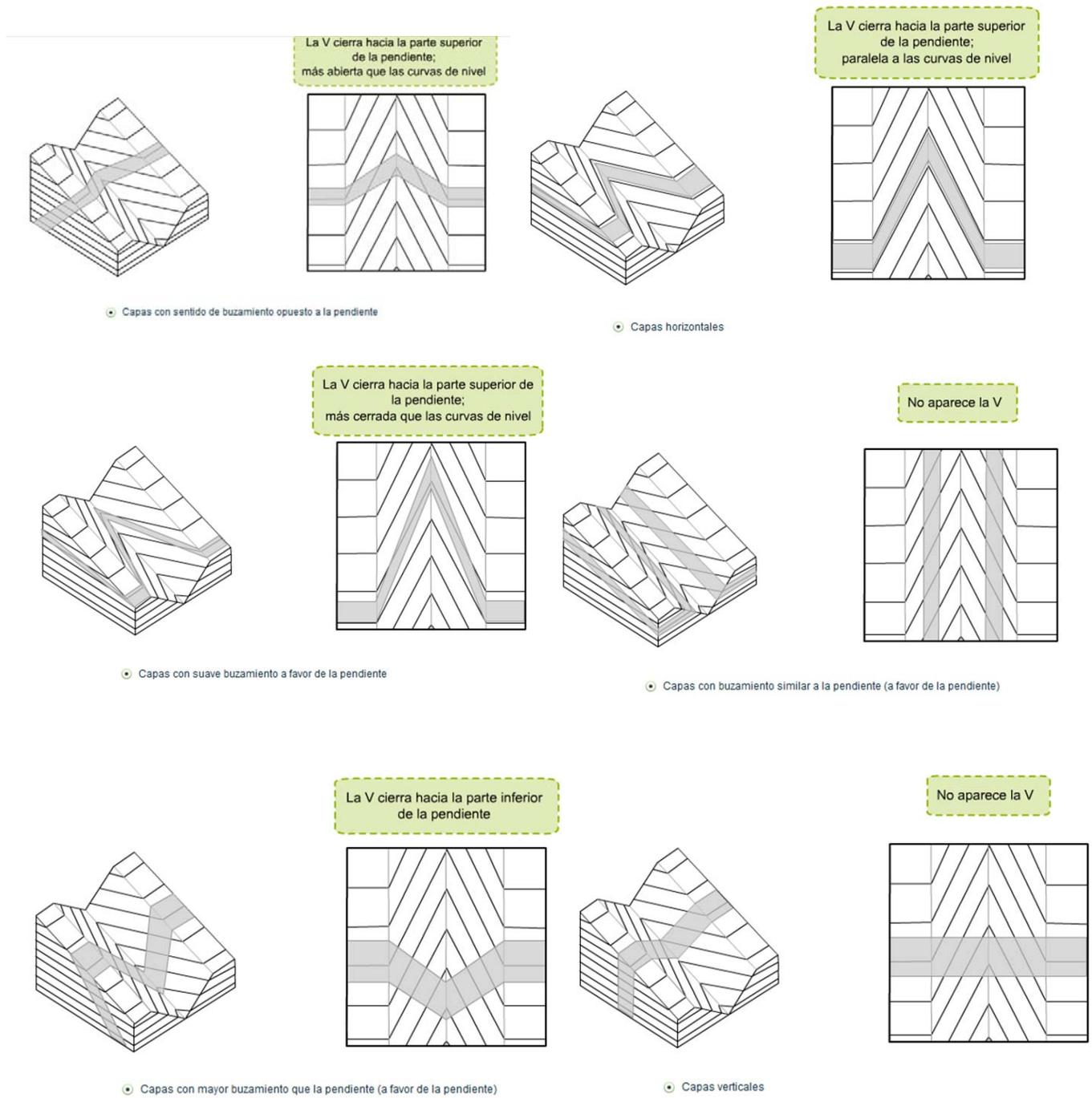
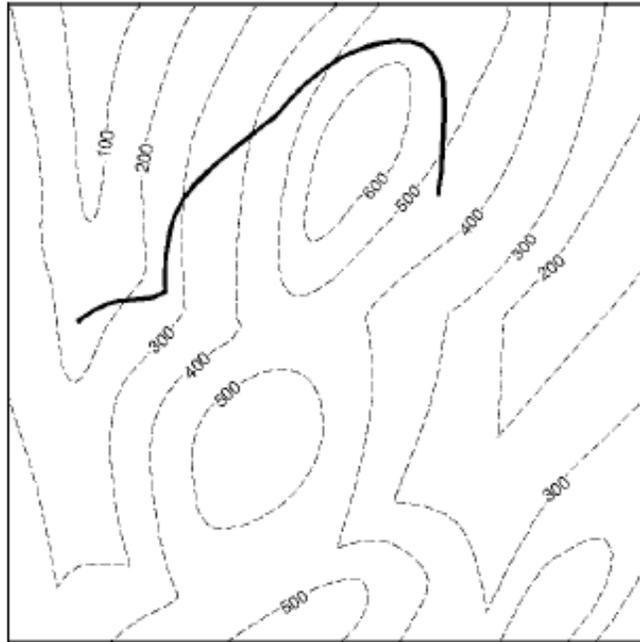


Fig. 7: Esquema que ilustra la regla de las V. Esta regla permite deducir el rumbo y tener una noción del manto real de la capa al observar la geometría del contacto entre el estrato y el nivel topográfico (trazado cartográfico del contacto)

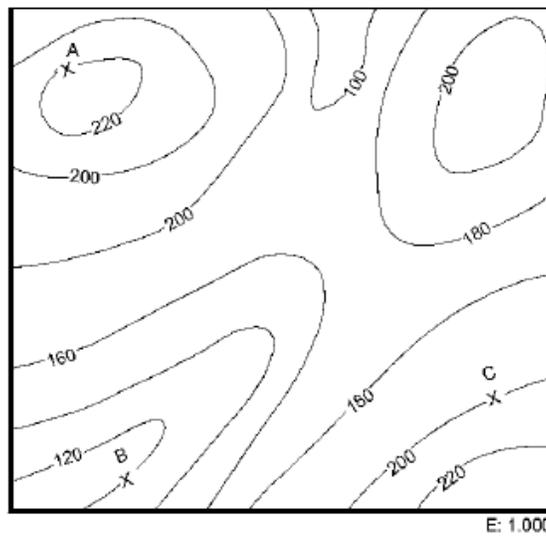
Problema 9

Hallar el rumbo y el manto de la capa que se dibuja en el mapa y completar el trazado cartográfico de la misma.



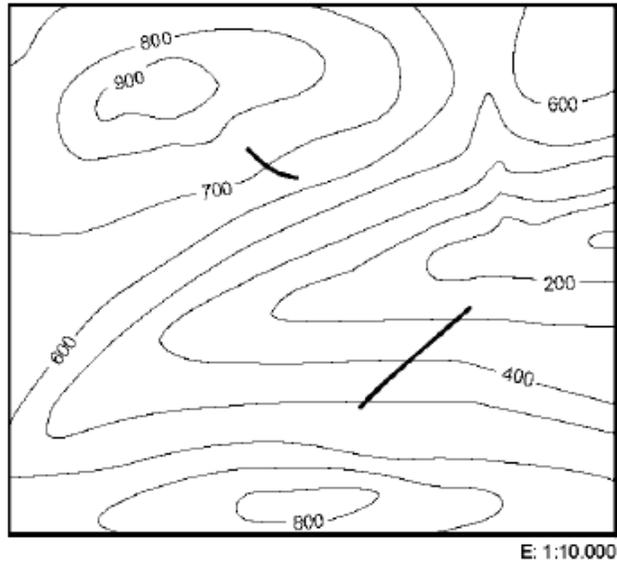
Problema 10

En A, B y C aflora una capa. Hallar dirección y buzamiento de la misma, así como su trazado cartográfico.



Problema 11

En el siguiente mapa se muestra parte del trazado cartográfico de una capa. Hallar la dirección y buzamiento. Completar el trazado cartográfico.



Referencias y bibliografía recomendada

Bennison, G.M. (1969). An introduction to geological structures and maps. Edward Arnold Ltd. London.

Corberó, M.V. et al. (1988). Trabajar mapas. Biblioteca de recursos didácticos Alhambra. Madrid

Duque, J. (1998). Geological Structures problems for Bachelor's degree Geology: a quantitative approach to geological maps. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 1998. (6.2) 162-171 I.S.S.N.: 1132-9157

Martínez-Torres, L.M.; Ramón-Lluch, R; Eguiluz, L. (1993). Planos acotados aplicados a geología. Servicio editorial Universidad del País Vasco. Bilbao.

Platt, J.I.; Challinor, J. (1974). Simple geological structures. Metric Edition. Thomas Murby publication of George Allen and Unwin. Boston. Sydney.

Platt, J.I. (1980). A series of elementary exercises upon geological maps. Metric Edition. Thomas Murby publication of George Allen and Unwin. Boston. Sydney.

Ramón-Lluch, R.; Martínez-Torres, L.M. (1993). Introducción a la cartografía geológica. Servicio editorial Universidad del País Vasco. Bilbao.

Strahler, A.N.; Strahler, A.H. (1984). Exercises in physical geography. John Wiley and Sons. New York

Thomas, J.A.G. (1977). An introduction to geological maps. George Allen and Unwin Thomas Murby. Boston. Sidney