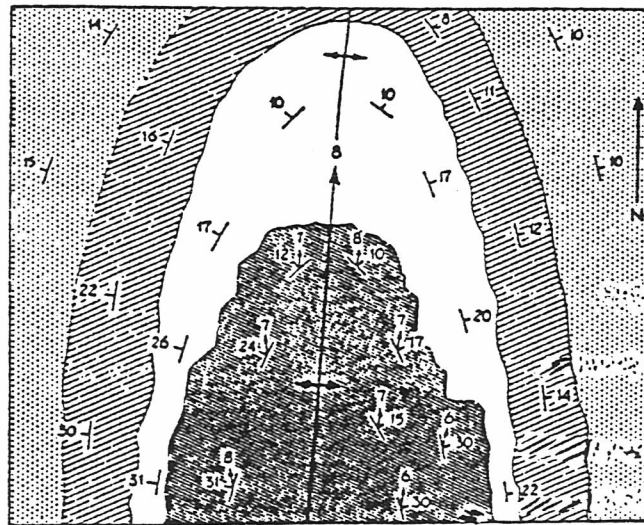
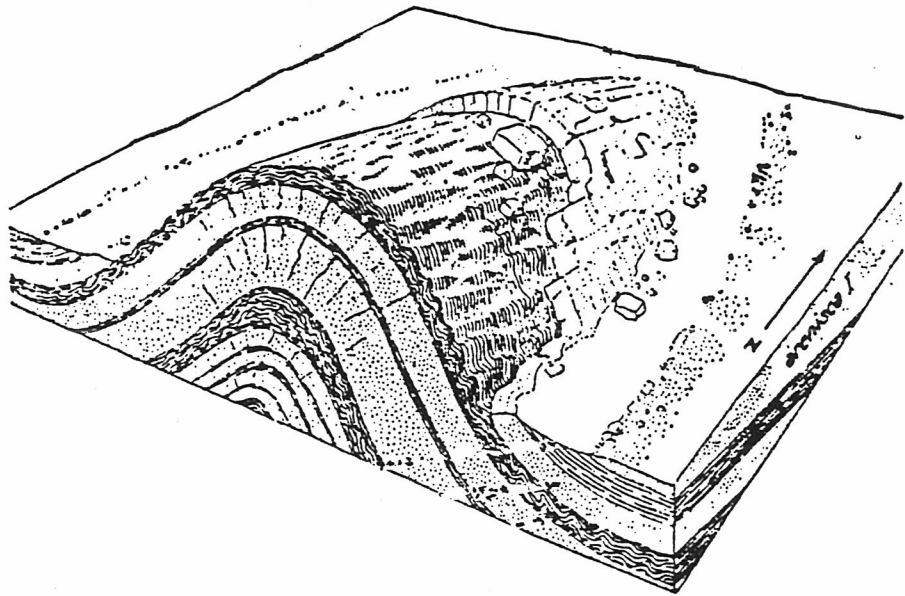


REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE ESTRUTURAS
GEOLÓGICAS.



REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE ESTRUTURAS GEOLÓGICAS.

Introdução.

A geologia tem por fim o estudo da constituição do globo terrestre que se realizou no decorrer do tempo geológico por um encadeamento complexo de fenómenos de ordem física, química e biológica. O actual estado das coisas não é intelegível senão na medida em que se conseguir deslindar a história desse encadeamento de processos.

Naturalmente que para se "entender" a terra é necessário observá-la e compilar o que se observa, de forma sistemática, para que os modelos interpretativos da dinâmica que a rege possam ser construídos. Surgem então as representações gráficas das estruturas geológicas - as **cartas geológicas**.

Cartas geológicas.

Uma carta geológica é uma representação gráfica em projecção horizontal dos acidentes geológicos ocorrentes numa dada região - é numa primeira abordagem uma representação de factos e não de teorias.

Mas é fundamental que o utilizador tenha a consciência que uma carta geológica é um resultado de um trabalho situado no tempo, dependente de um autor, dos conhecimentos deste e da comunidade científica no momento da sua realização, e como tal nunca dirá "tudo" sobre a história geológica da região. Por isso mesmo ela também apresenta incertezas e dúvidas. É convenção corrente indicar os factos observados por meio de linhas contínuas e aqueles que correspondem a inferências ou simples hipóteses por linhas ponteadas ou tracejadas. O grau de confiança de uma hipótese pode facilmente ser sugerido pelo maior ou menor afastamento dos traços ou pontos.

Cada carta é acompanhada de uma **notícia explicativa**, elaborada pelo autor, isto para que se possa entender melhor todo o tipo de relações usadas que o levaram a uma interpretação num contexto dinâmico da evolução geológica.

Todas estas cartas geológicas são da responsabilidade dos Serviços Geológicos de Portugal, actualmente Instituto Geológico e Mineiro, ou por entidades definidas para o efeito pelo referido instituto.

O que se representa numa carta geológica.

Ora, a multidão de pormenores de carácter geológico que se podem reconhecer numa

região é em geral tão grande que se tornaria impossível representá-los todos sobre uma carta topográfica em escala razoável. Assim o geólogo só representa o que sente que seja importante para os futuros utilizadores. No final, ela resume as ideias do geólogo sobre a região e sobre o material que colheu.

Numa primeira observação destaca-se a base topográfica que tem que estar presente numa carta geológica, para que se possa proceder à localização dos diferentes aspectos representados relativamente ao terreno real. A escala das representações disponíveis no mercado são:

- 1/ 1000 000
- 1/ 500 000
- 1/ 50 000

As cartas de maior pormenor, 1/50 000, possuem a base topográfica das cartas dos Serviços Geográficos e Cadastrais, que também são comercializadas. Certamente que os trabalhos de campo realizados pelos geólogos são obtidos a uma escala menor, 1/25 000, podendo mesmo, em certos casos ser necessário chegar-se a 1/5000, mas em virtude de estar publicada a representação a 1/50 000, a utilização para qualquer fim em vista, necessariamente que deverá passar por trabalhos de campo concretos para esse mesmo fim implementados pelos utilizadores.

Cada carta é referenciada por um número e uma letra (A, B, C ou D) correspondendo à numeração da base topográfica. Ao mesmo tempo, uma localidade importante da região dá o nome à carta geológica.

Como aspecto saliente, de seguida, referem-se as cores correspondentes aos litotipos existentes na região representada. São usadas cores convencionais para os diferentes tipos de rochas e siglas próprias para distinguir as rochas do mesmo litotipo. Assim, por exemplo, filões costumam ser representados a vermelho escuro e amarelo vivo, granitos em tons rosados ou cremes claros, xistos a verde etc.

De seguida referimos as representações de acidentes ou atitudes das estruturas geológicas (Fig. 139). Uma colecção de sinais vão representar, limites de afloramentos, falhas, direcções e pendores de diversos tipos de planos, carreamentos, cizalhamentos, dobras etc. Estes sinais convencionais encontram-se representados a preto.

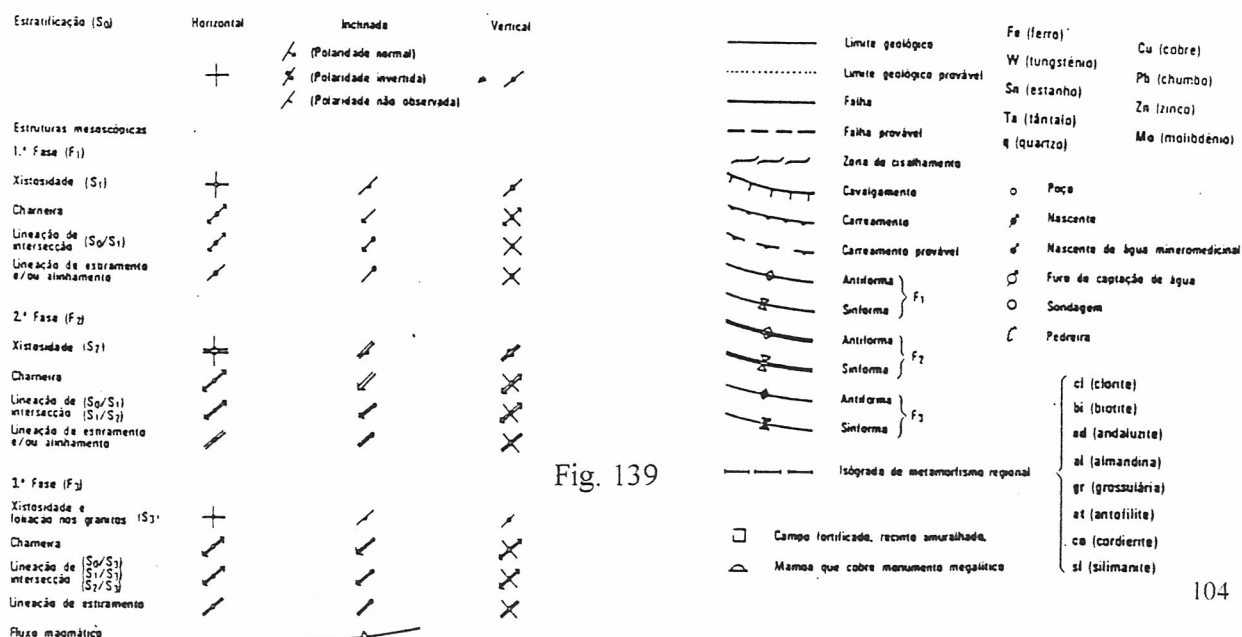


Fig. 139

Sinais relacionados com explorações mineiras activas e abandonadas, com jazidas fósseis e ocorrências arqueológicas, fazem parte das cartas geológicas. Por vezes, sondagens realizadas por organismos estatais são também representadas.

Para completar este tipo de cartas, refere-se a **legenda**, geralmente dividida em três partes (Fig. 140): Os sinais e siglas convencionais, as cores atribuídas às rochas e sua localização no contexto tectónico da região e finalmente uma coluna estratigráfica completa da região.

As cartas mais recentes, apresentam, alguns cortes interpretativos da atitude das formações em profundidade.

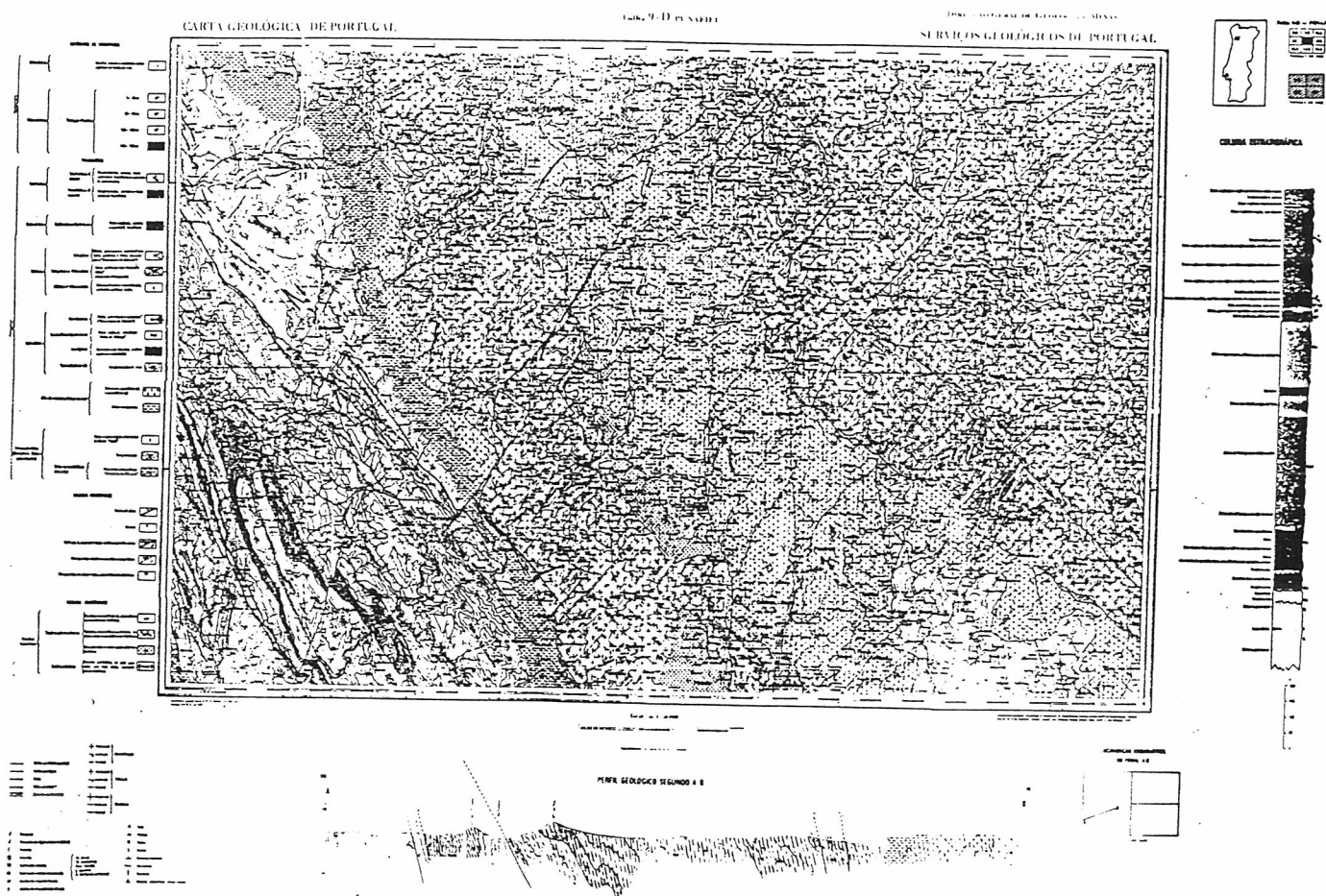


Fig. 140

Cortes geológicos.

A partir dos dados da cartografia realizam-se os **cortes geológicos** que são secções verticais do terreno, com indicação gráfica da disposição real ou presumida das diferentes formações (Fig. 141).

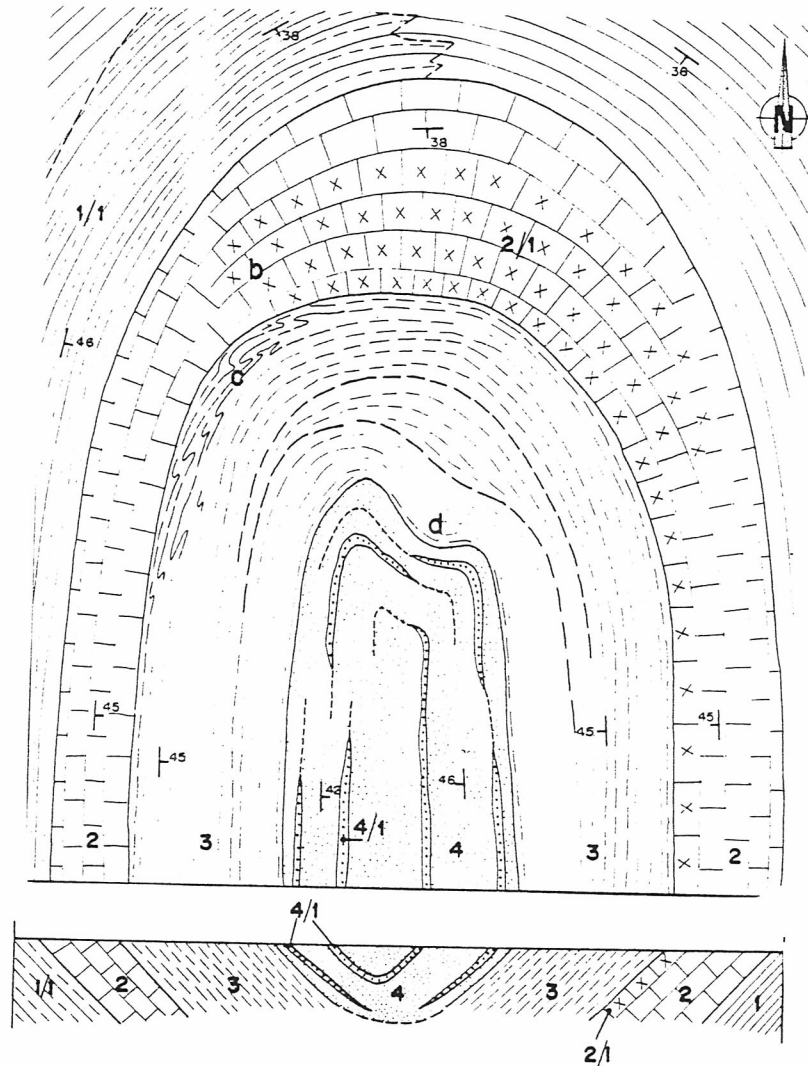


Fig. 141

Os cortes são muitas vezes indispensáveis dado que as estruturas geológicas são objectos tridimensionais cuja representação não pode, muitas vezes, ser feita de modo conveniente e sugestivo numa representação a duas dimensões como é a carta. Os cortes surgem assim, em geral, não como entidades distintas, mas como complementos das cartas geológicas.

As construções gráficas e os cálculos necessários para a realização dos cortes geológicos, são matéria desta disciplina de Desenho Geológico e Topográfico.

O estabelecimento destes cortes exige o recurso a técnicas e princípios adequados, nos quais tem grande influência a cultura e experiência geológica pessoal do operador.

Passos na elaboração dos cortes geológicos.

Haverá que atender sucessivamente aos seguintes aspectos:

- 1º - Escolha do plano ou superfície de corte.
- 2º - Escolha das escalas vertical e horizontal.
- 3º - Construção do perfil topográfico.
- 4º - Marcação dos elementos geométricos das diferentes estruturas geológicas.
- 5º - Interpretação dos dados da carta para execução do corte.
- 6º - Análise da coerência e validade do corte realizado.

É frequente levantar-se a questão de se se devem fazer muitos ou poucos cortes. A resposta depende, naturalmente, da complexidade da estrutura a representar ou a interpretar, visto que a regra fundamental é fazer tantos quanto os necessários para que não fiquem dúvidas quanto à forma, situação e relações mútuas das diferentes formações. Tanto quanto possível, os cortes devem ser igualmente distanciados entre si, quando se trata de uma série de cortes paralelos.

Na ausência de razões em contrário, os cortes devem ser orientados olhando para norte ou leste, mas no caso de estruturas com uma direcção privilegiada, devem fazer-se corte em direcção e transversais para que a estrutura fique visível.

Elementos de referência de estruturas geológicas.

Antes de continuar esta temática, é importante apresentar alguns elementos de referência que se podem quantificar nas diferentes estruturas geológicas observáveis no campo. Assim, passamos a definir os diversos tipos de informação que se deve reter:

Atitude.

Atitude é a designação geral para orientação no espaço de um plano estrutural ou de uma linha, normalmente referida às coordenadas geográficas e à horizontal. Estas componentes estão respectivamente relacionadas com o azimute e a inclinação.

Direcção ("Strike") e Inclinação ("Dip").

A **direcção** de um plano é o ângulo azimutal de uma linha horizontal contida num plano inclinado (Fig. 141).

A **inclinação** de um plano avalia-se pelo maior ângulo que é possível medir entre o plano horizontal e o plano inclinado objecto de estudo. A direcção de inclinação é perpendicular à direcção do plano (Fig. 141).

Quando se torna difícil determinar a linha horizontal do plano ou a sua perpendicular, as medidas da direcção e inclinação dos planos, feitas então em linhas aproximadas daquelas, tomam o nome de direcção e inclinação aparentes (Fig. 142).

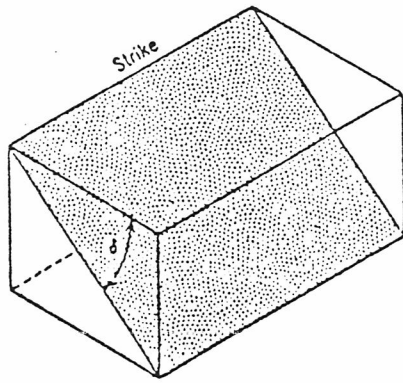


Fig. 141

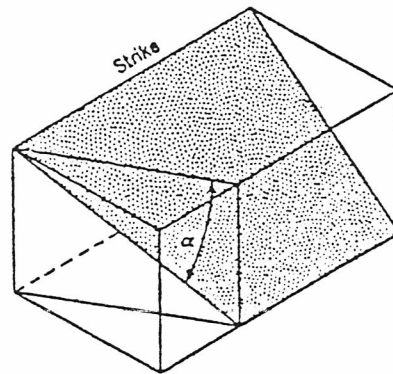


Fig. 142

Os termos inclinação e direcção aplicam-se a qualquer estrutura planar e os seus valores definem a atitude do plano no espaço.

As estruturas planares mais frequentemente encontradas são as estratificações, xistosidades, planos de falha, diacalses, fendas, etc.

A atitude de um plano é geralmente representada por uma notação que contém, claramente explicitas, a direcção e a inclinação do mesmo.

Exemplos:

N 65 W | 25 S ou então 295 | 25 S

Direcção 65° para W do Norte

Inclinação 25° para Sul

Referidos ao mesmo plano, em ambas as representações se apresenta primeiro a direcção do plano seguida do ângulo de inclinação e a indicação do sentido para onde inclina (note que, no espaço, existem sempre dois planos com a mesma linha horizontal e o mesmo valor para o ângulo com o plano horizontal).

Medição de atitudes no campo com a bússola.

A atitude de planos estruturais pode ser determinada por vários processos, dos quais o mais preciso consiste na aplicação directa da bússola ao afloramento (Fig.143). Encosta-se a bússola à superfície planar a medir de tal modo que a linha comum ao aparelho e ao plano seja uma linha horizontal. Esta linha define a direcção do plano. Então basta fazer coincidir a direcção 0 ou 360 do limbo da bússola com o lado norte da agulha magnética. Recomenda-se que a bússola possua a declinação magnética descontada da forma como já foi referido anteriormente.

A inclinação do plano pode ser determinada com bússolas chamadas de geólogo, por meio de um **clinómetro** associado ao limbo. Este é constituído por uma semi circunferência graduada (transferidor) e um pendulo. Para realizar esta medida, coloca-se primeiro a horizontal do

transferidor paralela a uma das arestas maiores da bússola e em seguida encosta-se esta ao afloramento numa posição perpendicular à da que serviu para determinar a direcção do plano. O pendulo dará então o valor do ângulo da linha de maior declive com a horizontal (Fig. 144).

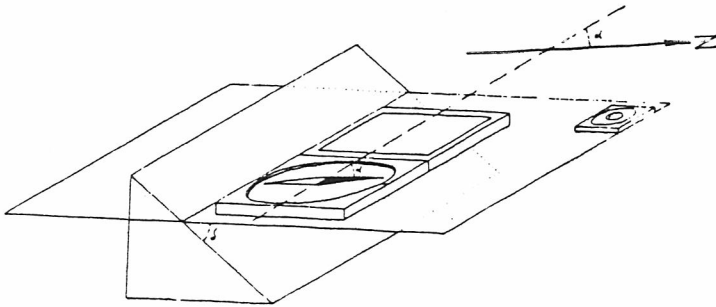


Fig. 143

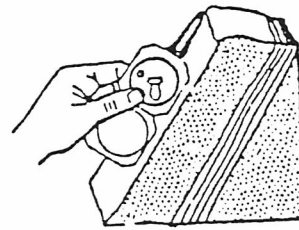


Fig. 144

A inclinação de um plano varia entre 0° e 90° e o ângulo que o pendulo indica, como se pode verificar na Fig. 145 é o ângulo que interessa para a determinação da inclinação do plano.

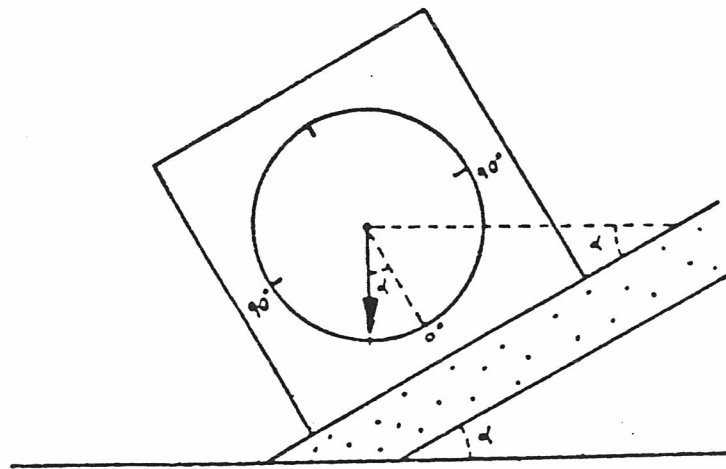


Fig. 145

Atitudes de linhas.

Uma linha é um elemento geométrico gerado por um ponto em movimento e que possui dimensão apenas ao longo da sua trajectória. As linhas podem ser curvilíneas ou rectilíneas. As

linhas de interesse geológico podem ser definidas por alinhamentos de minerais, estrias em diversas superfícies, lineações de estiramento, intersecções de estruturas planares etc.

Direcção ("Trende") e Mergulho ("Plunge").

A atitude de uma linha é definida pela sua **direcção** e pelo seu **mergulho**. A direcção é a direcção do plano vertical que contém a linha e o mergulho é o ângulo existente no plano vertical mencionado, medido a partir da horizontal até à linha de intersecção com o plano oblíquo em que está contida a linha em questão (Fig. 146).

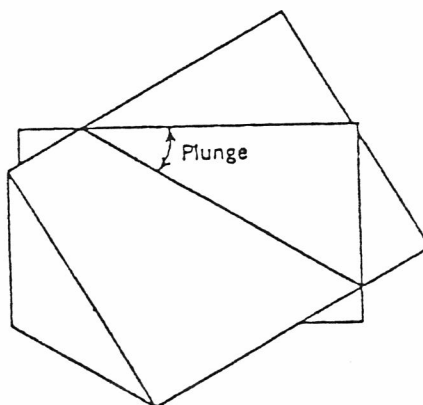


Fig. 146

"**Pitch**" é o ângulo agudo medido num plano inclinado qualquer, entre uma linha e o traço da horizontal nesse plano (Fig. 147).

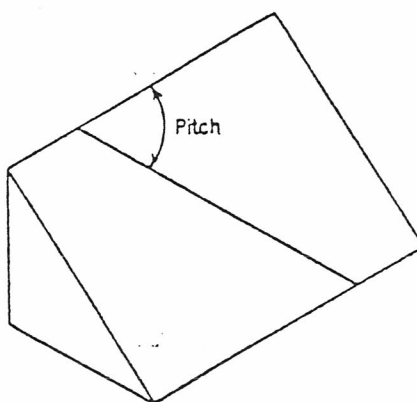


Fig. 147

A notação empregue na representação de linhas, utiliza o ângulo de mergulho seguido da direcção do plano vertical que contém a linha, como são exemplos:

Referidos à mesma linha, indicam que esta mergulha 30° para SE.

No campo, o mergulho e a direcção das linhas medem-se de modo semelhante ao descrito para o caso das superfícies planas. Com efeito trata-se de medir a direcção do plano vertical que contém a linha, e o ângulo, neste plano, que a linha faz com a horizontal.

Como já foi possível observar nas legendas das cartas geológicas, quer os planos quer as linhas que se podem medir no campo são representadas por sinais convencionais.

Em geral, qualquer pessoa que pela primeira vez tenta usar uma bússola para realizar o tipo de medidas que acabamos de referir, naturalmente vai confrontar-se com certa dificuldade, nomeadamente por causa das diferentes configurações e posições que os planos podem apresentar no campo. Só a prática ajudará a tornar simples, o que efectivamente é simples e não parecia.

Espessura ("Thickness") e Profundidade ("Depth") de um corpo tabular (ex. filão).

Espessura é a distância medida na perpendicular entre dois planos paralelos limitando um corpo rochoso tabular. A **profundidade** é a distância medida na vertical a um ponto, linha ou plano situado abaixo de um determinado nível de referência (normalmente a superfície da terra) (Fig. 148).

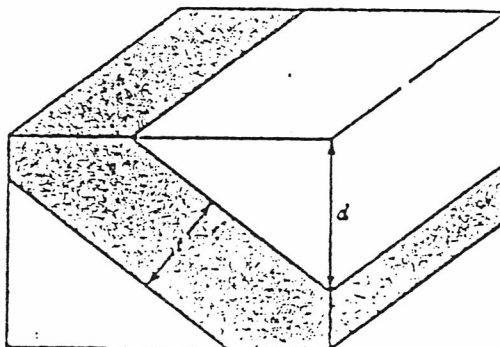


Fig. 148

A espessura de uma camada ou filão pode obter-se por diversos processos: Em circunstâncias favoráveis por medição directa e, noutros casos, recorrendo a determinações indirectas.

O caso mais simples em que a espessura se pode medir directamente é o de uma camada horizontal exposta através de uma superfície de corte vertical. O outro caso particular é o do afloramento de uma camada vertical numa superfície horizontal. Estes casos são raros, mas

podem ocorrer, nomeadamente em bancadas de explorações a céu aberto (Fig. 149 e 150).

Mais frequentemente as camadas surgem inclinadas e aflorando em superfícies com um certo declive. Sempre que não se possa obter directamente o valor da espessura de uma determinada bancada, são utilizados processos de medição indirecta. A Fig. 151 representa uma camada inclinada que intersecta uma superfície topográfica idealmente horizontal. O que se pretende determinar é a espessura t e o que podemos medir directamente são a espessura aparente ω e a inclinação da bancada δ . Neste caso simples a espessura é-nos dada por

$$t = \omega \text{ sen } \delta$$

de acordo com as relação trigonométrica

$$\text{sen } \delta = t / \omega$$

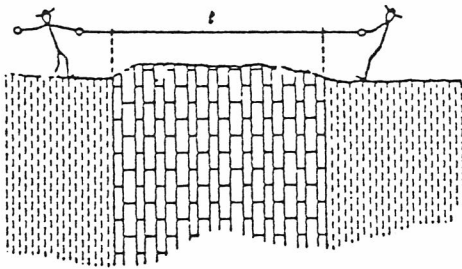


Fig 149

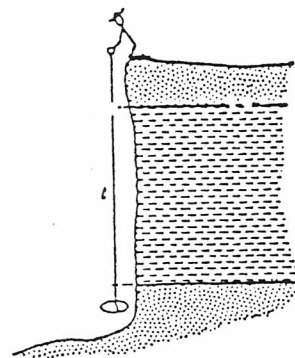


Fig.150

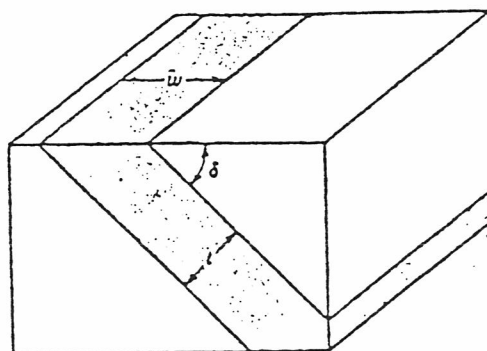


Fig. 151

O mesmo princípio é aplicado na determinação da espessura de bancadas que afloram em encostas ou taludes inclinados. Neste caso ela é também função do declive da superfície topográfica σ . Os vários casos possíveis estão representados na Fig. 152, com a indicação da equação apropriada a cada uma das situações. Esta é obtida substituindo na equação que dá o valor de t o valor da inclinação pela expressão equivalente que traduz a relação trigonométrica entre os dois ângulos considerados - δ e σ .

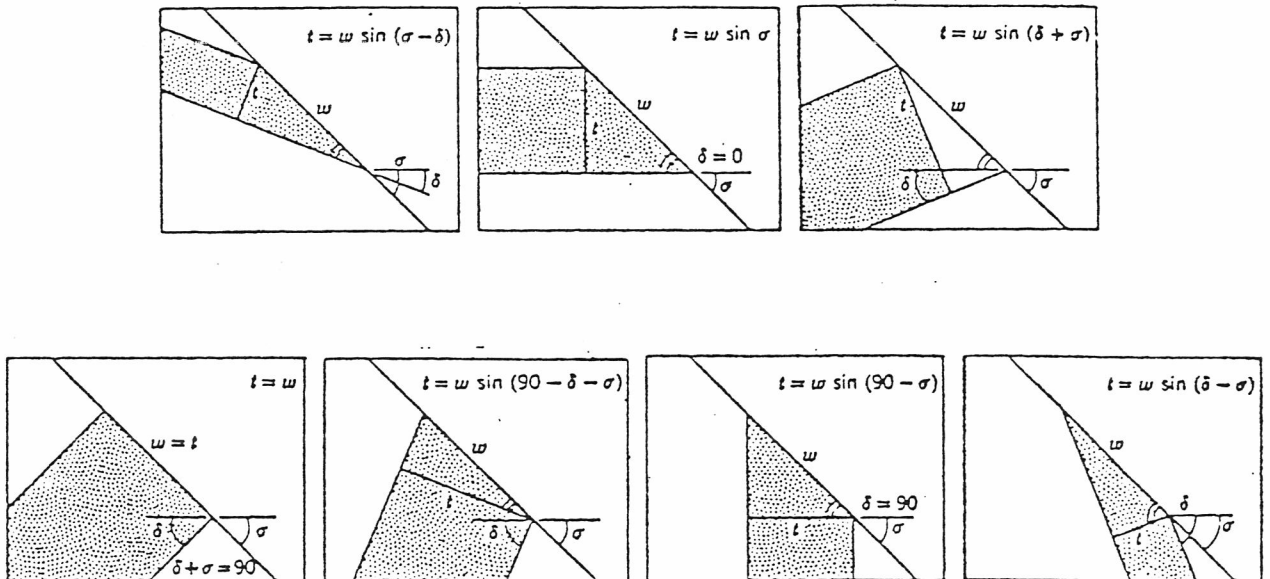


Fig. 152

A espessura de uma camada pode ainda ser determinada a partir de medições realizadas sobre uma carta geológica ou por medição directa sobre um perfil rigoroso; neste último caso há que ter em conta a eventual sobrelevação com que esse perfil tenha sido desenhado. Este processo envolve a medição de duas outras componentes - a distância horizontal h e a distância vertical v entre dois pontos situados ao longo de uma linha perpendicular à direcção de camada.

Dado que não se considera nem o declive da superfície topográfica nem a extensão do afloramento sobre ela, este método é bastante conveniente quando estão envolvidas topografias irregulares.

Os três casos principais possíveis estão representados na Fig. 153.

A equação geral é:

$$t = h \operatorname{sen} \delta \pm v \operatorname{cos} \delta$$

considerando-se a adição se a bancada inclina em sentido contrário ao da encosta e a diferença quando inclinam no mesmo sentido.

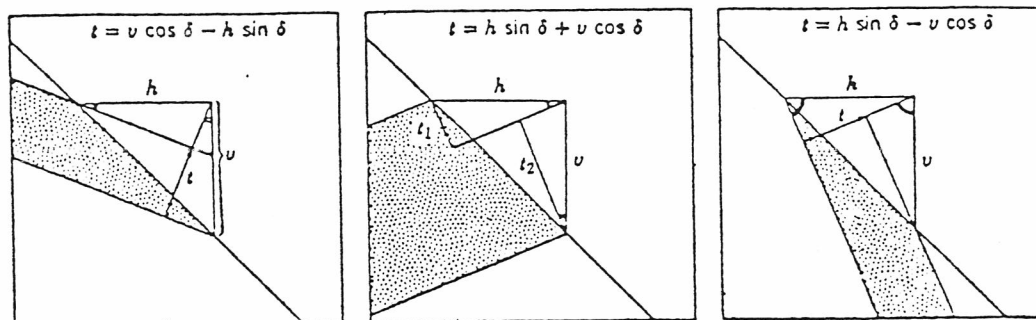


Fig. 153

Padrão de afloramentos.

A intersecção entre as superfícies topográfica e a superfície estrutural, fornece-nos o padrão de afloramentos. Assim, ao interpretar uma carta geológica há que ter em atenção a espessura e orientação das unidades geológicas bem como a topografia da região.

Considerando uma dada estrutura planar, por exemplo um estrato, a sua intersecção com a superfície topográfica, suposta horizontal no caso mais simples, dará afloramentos de diferente posição aparente (Fig. 154).

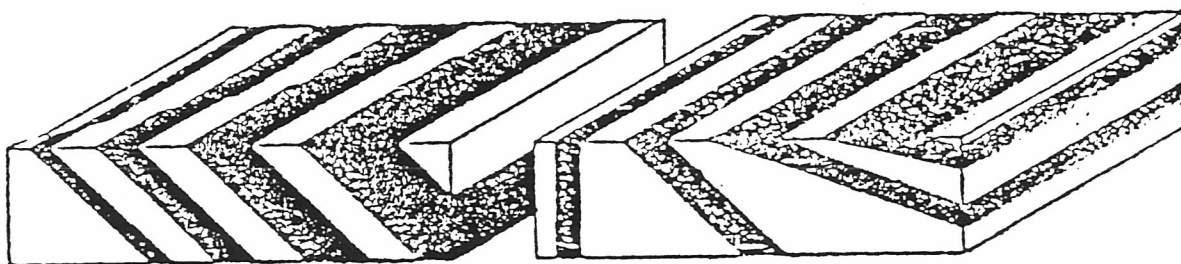


Fig. 154

Para o caso de uma superfície topográfica inclinada, obtêm-se variações na espessura aparente das bancadas como é possível verificar na Fig. 155.

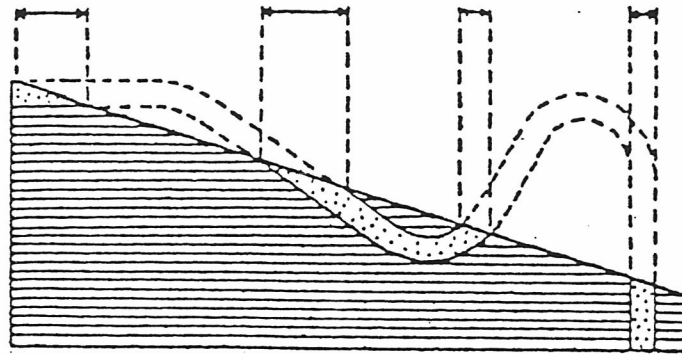
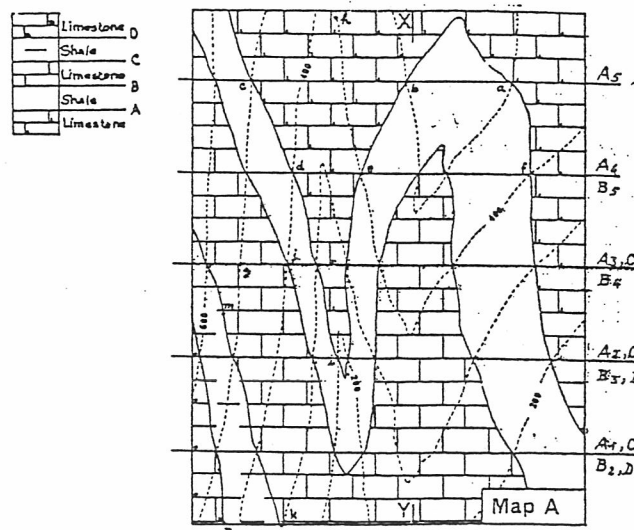


Fig. 155

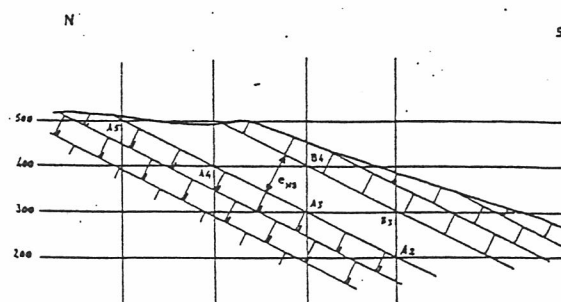
Determinação da estrutura geológica através da análise de um mapa.

Como já foi referido, a implementação de cortes geológicos deve passar por um conjunto de etapas até se chegar à solução final interpretativa das estruturas em profundidade.

Como exemplo, imaginemos que numa dada região cartografada aflora uma alternância de argilitos e calcários, num total de cinco formações, cujos limites superior e inferior (respectivamente **tecto e muro** das camadas) são superfícies planas e paralelas, de direcção EW e levemente inclinadas para sul (Fig. 156). Note as diferentes siglas par distinguir os estratos.



Corte XY , sobreelevado 5 vezes :



Considere-se a superfície A do mapa em causa (interface entre calcáreos e argilitos da base da coluna estratigráfica): verifica-se por exemplo que os pontos a, b e c têm todos a cota 500 e correspondem ao mesmo tipo de contacto. Do mesmo modo os pontos d, e e f estão a assinalar o mesmo contacto, mas a uma cota de 400. Traçando agora as linhas que unem pontos relativos ao mesmo tipo de contacto e à mesma cota, obtém-se um conjunto de rectas paralelas, que são as projecções, no plano da carta, de rectas de nível das superfícies de interface entre os estratos. Se são linhas de nível, então a direcção dessas linhas definem a direcção dos mesmos estratos, neste caso EW pois por convenção, quando não existe mais informação, a linha vertical do mapa é NS.

A equidistância verificada entre rectas de nível da mesma interface assegura-nos que essa interface é plana, logo de inclinação constante.

A análise que até agora realizamos constitui uma fecunda base de inferência.

Considere-se, por exemplo o ponto g. Porque por ele passam as rectas de nível A3 e B4 pode concluir-se que, na sua vertical, os planos A e B encontram-se, respectivamente, às cotas 300 e 400. Além disso, porque a cota de g é 500 é de prever que uma sondagem aí realizada irá atingir o contacto B depois de perfurar verticalmente 100 m e o contacto A à profundidade de 200 m.

O facto de as rectas de nível corresponderem a cotas menores à medida que se progride para sul, prova que a inclinação se faz nesse sentido.

Conhecida a direcção de camada e a localização de um ponto a uma cota inferior pertencente ao mesmo plano estrutural, pode determinar-se quantitativamente a inclinação da camada.

Para tal basta medir sobre a carta a distância perpendicular à direcção da camada, entre uma recta que a materialize e o ponto a cota inferior previamente seleccionado, h. O ângulo de inclinação, δ é obtido considerando que:

$$\text{tg } \delta = v / h$$

onde v representa a distância vertical ou diferença de cotas.

Neste caso, o espaçamento (medido na carta) das rectas de nível é de 1000 metros (atendendo à escala). Como a diferença de cota entre duas rectas contíguas é de 100 metros, a inclinação das superfícies A, B, C e D é tal que:

$$\text{tg } \delta = 100 / 1000 = 0,1$$

$$\delta = 6^\circ$$

Relações entre a topografia e a geometria de estruturas tabulares.

Geralmente a superfície topográfica não é regular como temos vindo a considerar. Nas áreas de terrenos acidentados, a irregularidade da topografia é também um factor a ter em conta, para além da espessura e inclinação das camadas geológicas, na determinação do padrão de afloramentos. A intersecção de uma camada com a superfície topográfica fornece diferentes modos de exposição consoante a inclinação dos planos estruturais e a inclinação topográfica. As relações entre a inclinação e a topografia foram formalizadas numa série de regras, designadas **regras dos V's** que possibilitam a estimação da direcção de inclinação dos planos estruturais,

directamente a partir do padrão de afloramento.

Regra dos V's.

A Fig. 157 representa os principais casos que podem surgir quando uma camada planar intersecta a superfície topográfica irregular de um vale.

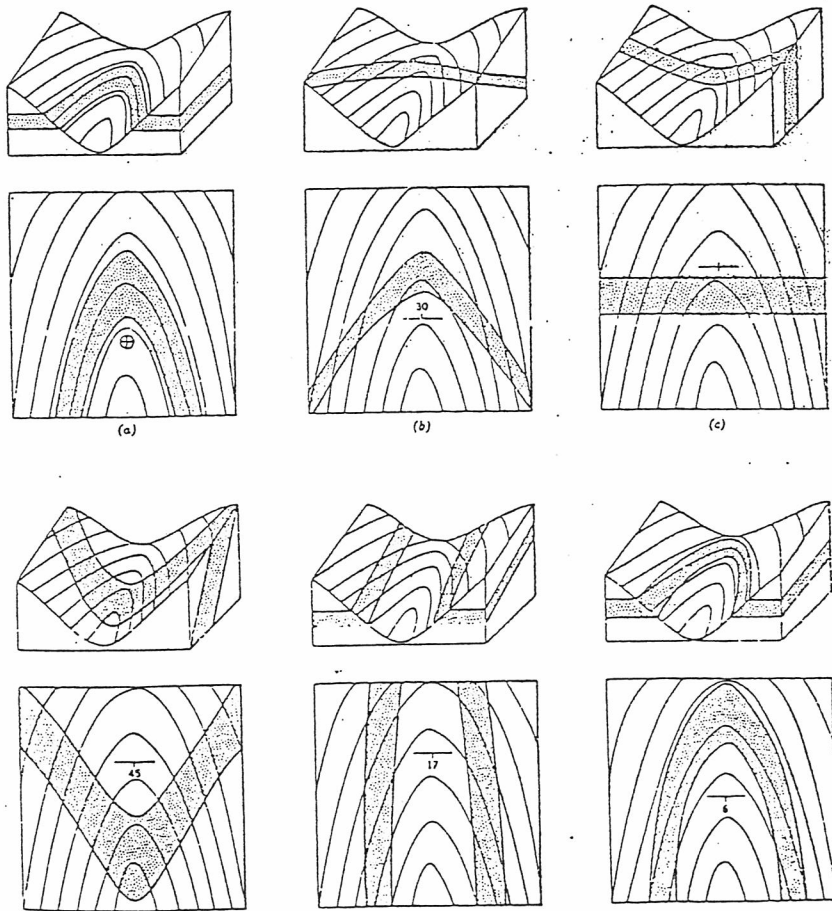


Fig. 157

(a) - A camada é horizontal. A sua intersecção com a topografia faz-se segundo uma linha paralela às curvas de nível, formando um "V" com o vértice para montante.

(b) - A camada inclina para montante. A sua intersecção com a topografia forma um "V" com o vértice para montante, tanto mais aberto quanto mais inclinada fôr a camada.

(c) - A camada é vertical. Neste caso particular em que a sua inclinação é de 90° a intersecção com a superfície topográfica é uma linha paralela à direcção da camada ("Strike")

(d) - A camada inclina para juzante segundo um ângulo superior ao da linha do vale. Obtém-se um "V" com o vértice para juzante.

(e) - A camada inclina no mesmo sentido e segundo um ângulo igual ao do vale. O padrão é paralelo à linha de talvegue do vale.

(f) - A camada inclina para juzante segundo um ângulo inferior ao do vale. Obtém-se um "V" com o vértice para montante.

Os casos descritos verificam-se apenas quando as vertentes do vale são simétricas e as camadas inclinam segundo uma direcção paralela às linhas de água. Com quaisquer outras direcções de camada obter-se-iam "V's" assimétricos.

Problema dos três pontos.

O **problema dos três pontos** consiste em determinar a atitude de uma camada planar conhecendo as posições de 3 pontos quaisquer situados sobre esse plano estrutural. No mapa da Fig. 158 a camada aflora nos pontos C, D e E, cujas cotas são conhecidas, respectivamente de 200 m, 800 m e 500 m. Traçando-se os segmentos CD e CE, é possível estabelecer a divisão do primeiro em seis partes e o segundo em três partes, ou seja, pontos de cota intermediárias distanciados de 100 m.

Deste modo se podem traçar as linhas de contorno estrutural, que definem a direcção de camada, unindo pontos com as cotas de 300 m, 400 m e 500 m, comuns aos segmentos CD e CE, sendo os outros extrapoláveis.

A atitude da camada só estará convenientemente definida quando para além da direcção de camada fôr conhecida a inclinação da mesma. Para tal basta ter em atenção que:

$$\operatorname{tg} \delta = v / h$$

conforme se demonstrou anteriormente.

A solução do mesmo problema pode obter-se recorrendo a uma solução gráfica recorrendo a rebatimentos.

Considerados quaisquer três pontos localizados sobre uma carta, pertencentes a um plano estrutural, conhecendo-se as suas cotas, podemos uni-los por segmentos de modo a definir um

triângulo. Dois pontos com a mesma cota definem a direcção da camada. Neste caso, um dos três pontos possui obviamente uma cota intermédia. Dividindo o segmento que une os pontos de cota mais elevada e mais baixa em partes proporcionais à sua diferença de cotas, pode determinar-se sobre este segmento um ponto de cota equivalente à do ponto de cota intermédia.

Na Fig. 159, o ponto D representa o ponto de cota igual ao ponto B localizado sobre o segmento que une os pontos de cota mais baixa e mais elevada C e A, respectivamente.

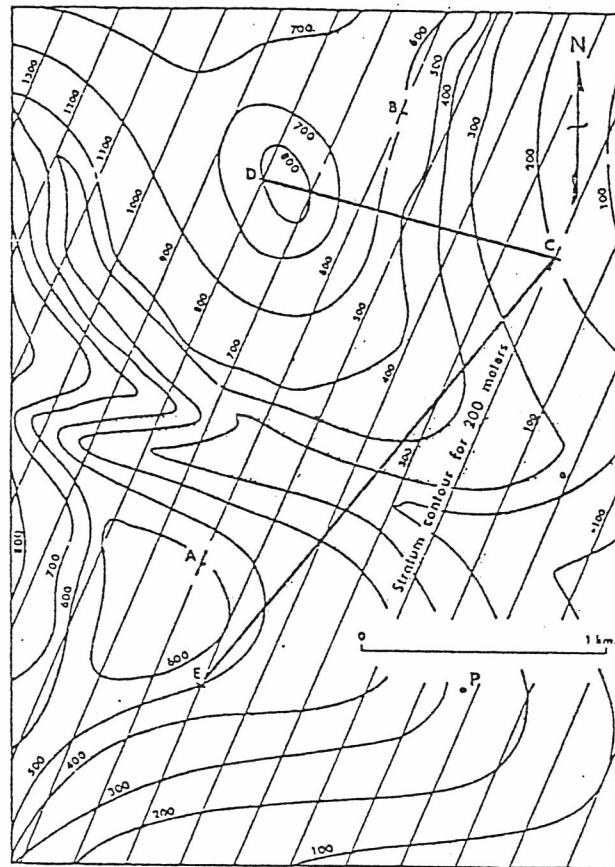


Fig. 158

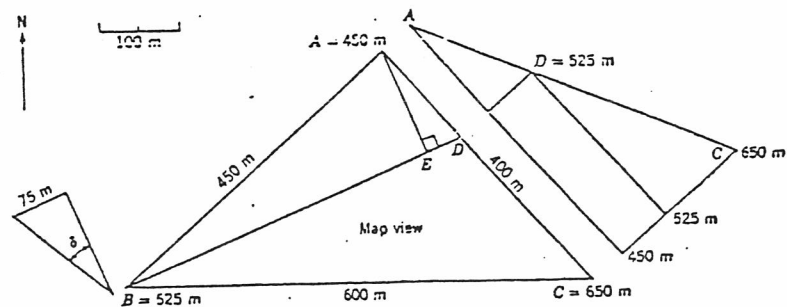


Fig. 159

Conhecidas as distâncias, na carta, entre os três pontos (segmentos AB, AC e BC), as relações entre triângulos semelhantes permitem-nos calcular a distância AD:

$$AD / AC = \text{cota } (D - A) / \text{cota } (C - A)$$

A linha BD é horizontal e por definição corresponde à direcção de camada. A linha perpendicular a esta AE é a direcção de inclinação. São conhecidas as cotas dos dois pontos, A e E bem como a distância horizontal entre eles. A partir de

$$\text{tg } \delta = v / h$$

determina-se o valor da inclinação.

Previsão de padrões de afloramentos.

Conhecida a atitude de um plano estrutural que passa por um ponto determinado é possível realizar a operação inversa do problema dos três pontos, e consiste na previsão do padrão de afloramento desse plano estrutural ou, por outras palavras, na definição dos seus limites estruturais.

Pelo ponto de afloramento conhecido Z, faz-se passar uma recta paralela à direcção da camada; é a primeira recta de nível ou linha de contorno estrutural. A equidistância s entre rectas de nível deve ser tal que:

$$s = i / \text{tg } \delta$$

onde i é a equidistância gráfica entre curvas de nível (Fig. 160).

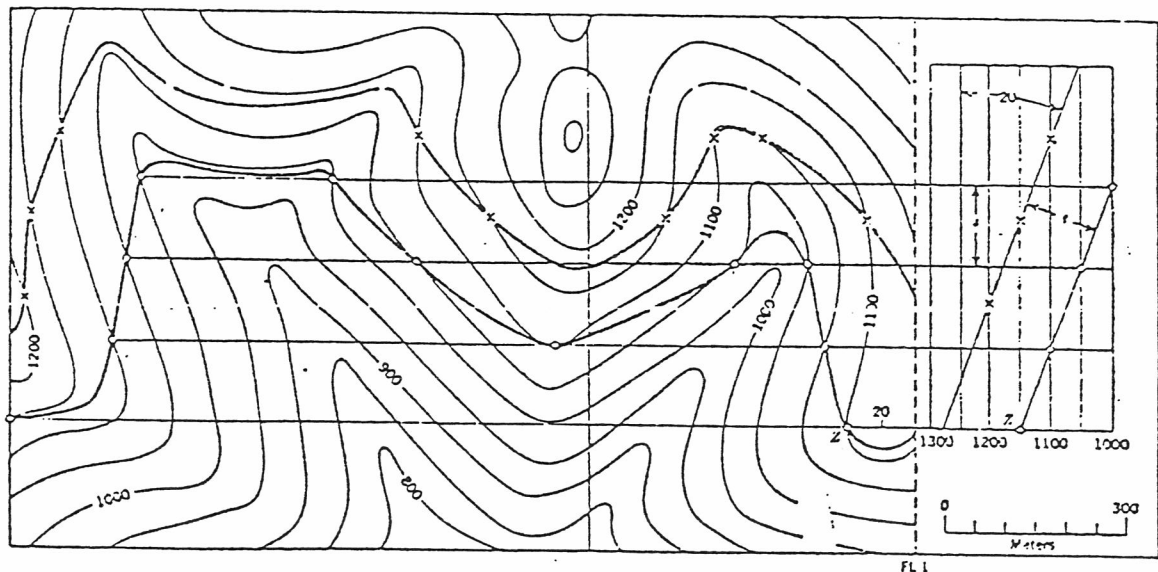


Fig. 160

Perpendicularmente à direcção de camada traça-se a recta FL1 e a partir dela constrói-se um perfil vertical:

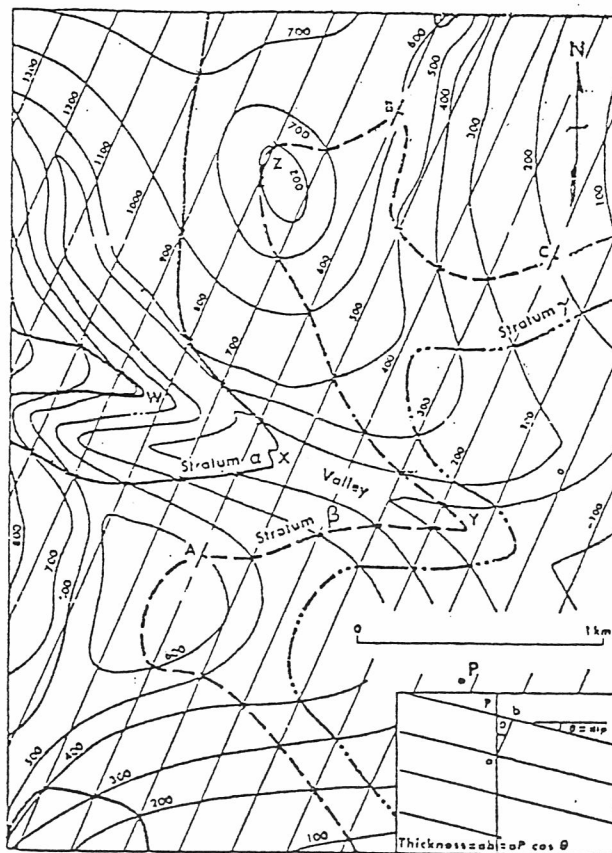
- localiza-se o ponto Z no perfil vertical, ao longo da projecção da direcção da camada;
- utilizando a escala do mapa e a equidistância determinada s , desenham-se uma série de linhas horizontais de cota crescente;
- por Z faz-se passar o traço do plano, neste caso inclinando 20° .

Os pontos onde esta linha de inclinação intersecta as linhas de cota, fixam a posição das rectas de nível do plano, que são então rebatidas para o mapa.

A intersecção de uma linha de contorno estrutural com a curva de nível da cota correspondente representa um ponto de afloramento e deve portanto ser distintamente assinalada. Unindo pontos de afloramentos sucessivos obtém-se o padrão de afloramento do plano da estrutura.

Se se pretende determinar o limite de uma bancada, deve desenhar-se no perfil vertical o limite superior da mesma, a partir do conhecimento da espessura da bancada t .

Outro exemplo pode ser dado pela Fig. 161, que representa um mapa esquemático, com uma equidistância natural de 100 metros. Para simplificar, consideram-se os estratos delimitados por superfícies planares de inclinação uniforme na área abrangida pelo mapa, aflorando nos pontos A, B e C uma destas superfícies de estratificação (o topo do estrato β).



Conhecidas as cotas destes pontos podem traçar-se as linhas de contorno estrutural da superfície de estratificação, definindo a sua intersecção com as curvas de nível de cotas correspondentes, os pontos de afloramento. A linha contínua que une estes pontos representa o limite geológico do topo do estrato.

Ao traçar esta última linha pode ser necessário interpolar curvas de nível ou linhas de contorno estrutural em certos pontos críticos; tais pontos ocorrem por exemplo em Y e Z, o fundo do vale e o topo de um monte.

Resolução de um problema.

Na região representada no mapa da Fig. 162, existe um leito de carvão cortado por uma falha de direcção \approx EW. Conhece-se um afloramento da base da camada no ponto C. Efectuar-se-ão sondagens em A, B e E, cujas cotas de boca são indicadas e tendo atingido o estrato às profundidades de 250, 50 e 150 metros, respectivamente. Considerando uniformes as atitudes nos dois blocos Norte e Sul, põem-se as seguintes questões:

- 1 - Determinar a atitude da camada pelo método dos três pontos.
- 2 - Prever os limites geológicos da camada.
- 3 - Determinar a natureza da falha e cálculo do seu regeito.
- 4 - Prever uma sondagem no ponto D.

1 - Tomando a vertical dos pontos A, B e C, a base da bancada de carvão encontra-se às cotas de, respectivamente $750 - 250 = 500$ m, $650 - 50 = 600$ m e 700 m, conforme se indica no mapa de resolução da Fig. 163, entre parêntesis rectos, junto a cada um dos pontos.

Uma vez que as verticais dos pontos A e C encontram a camada a 500 m e 700 m respectivamente, o ponto médio do segmento AC, assinalado por Z, marca a cota dos 600 m; unindo este com o ponto B, obtém-se a direcção do plano da bancada BZ - N 72 W, direcção esta que representa a projecção, no plano da carta, da recta de nível dos 600 m, relativa à base da bancada de carvão.

As paralelas a esta recta BZ, que passam pelos pontos A e C, correspondem às rectas de nível dos 500 m e 700 m respectivamente, relativas ao mesmo plano. A distância (medida sobre a carta) entre cada duas rectas é de $3.2 \text{ cm} \times 40000 = 1280$ m, de onde se pode concluir que a inclinação da base da bancada de carvão é δ tal que:

$$\text{tg } \delta = 100 / 1280$$

$$\delta = 4.5^\circ$$

Assim, a atitude do plano da camada de carvão é:

$$\text{N } 72 \text{ W } \mid 4.5 \text{ N}$$

Utilizando a equidistância horizontal medida podemos traçar as rectas de nível que definem a estrutura, rotulando-as com a respectiva cota.

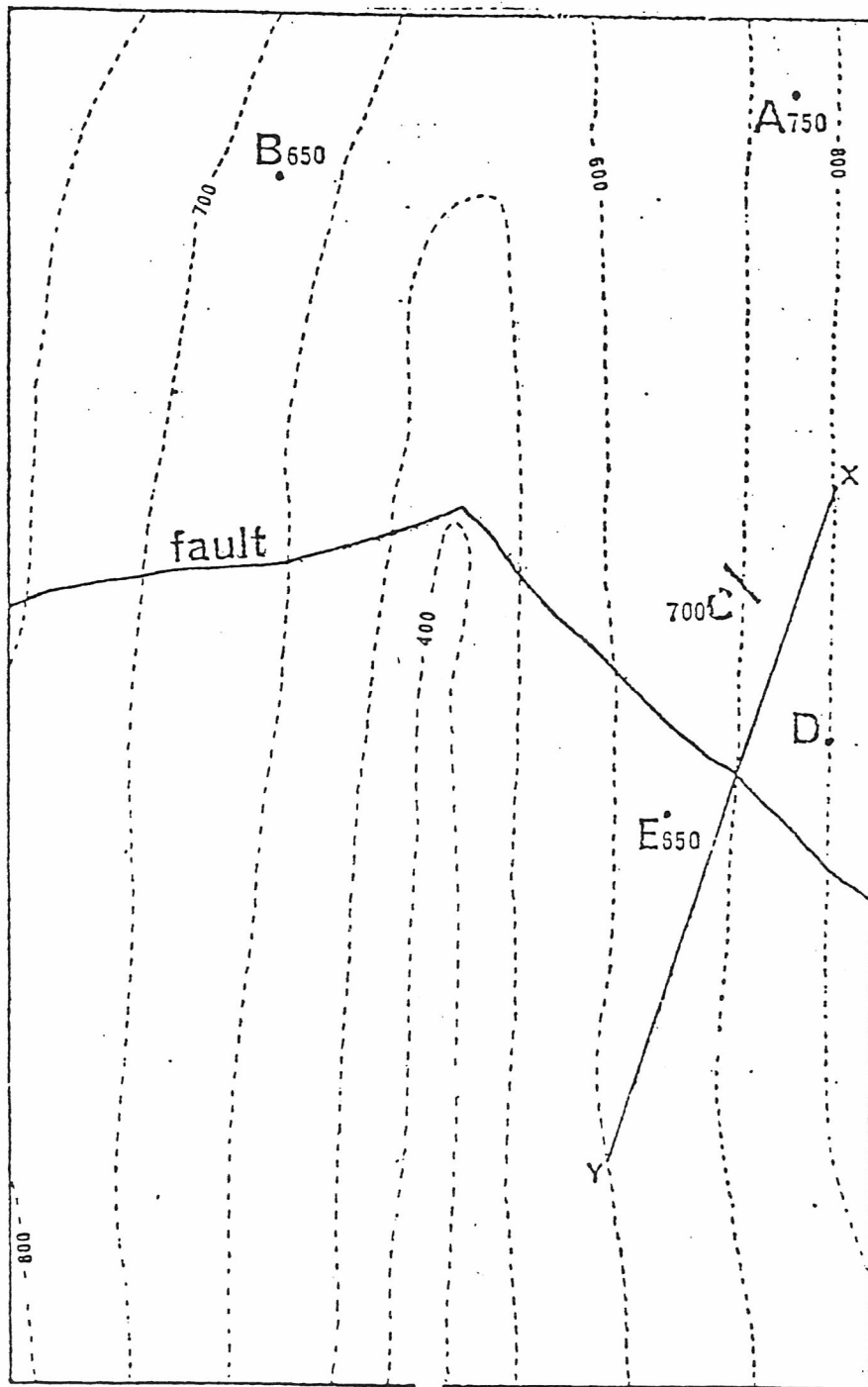


Fig. 162

2 - Os pontos de intersecção das rectas de nível com as curvas de nível da mesma cota (por exemplo, a recta dos 700 m com a curva de nível dos 700 m) definem o traço da base da camada de carvão na superfície topográfica, permitindo assim o traçado do correspondente limite que ela materializa.

3 - À recta de nível que passa pelo ponto E, corresponderia a cota de 800 m se não existisse a falha. Porém, na vertical desse ponto, o plano da camada passa aos 500 m, pelo que se conclui que a falha apresenta um regeito vertical de $800 - 500 = 300$ m. O **regeito estratigráfico**, isto é, o regeito medido perpendicularmente aos limites do leito de carvão, será então de:

$$300 \times \cos 45^\circ = 299 \text{ m}$$

A observação das rectas de nível e respectivas cotas de um e de outro lado da falha, permitem-nos concluir que o bloco meridional desceu relativamente ao bloco norte, o que, combinado com o facto de a falha inclinar para N, nos leva a deduzir a sua natureza **inversa**.

Pode ainda verificar-se que a recta de nível dos 800 m da base da camada que temos vindo a considerar é também recta de nível da falha o que indica ter a falha igualmente a direcção N 72 W.

No mapa da Fig. 163 estão representadas a tracejado as rectas de nível para o plano da falha. A sua equidistância horizontal (medida na carta) é de 0.8 cm, o que corresponde a 320 m no terreno e como a sua equidistância vertical é de 100 m, a correspondente inclinação será ϕ tal que:

$$\text{tg } \phi = 100 / 320$$

$$\phi = 17^\circ$$

A atitude da falha será:

$$\text{N } 72 \text{ W } \mid 17 \text{ N}$$

Na vertical do ponto D a falha encontra-se aos 600 m. Por outro lado, a recta de nível CN 750 (do muro do carvão no bloco setentrional) assim como a recta de nível CS 450 (do mesmo plano no bloco meridional), coincidentes entre si, coincidem ainda com a recta de nível F600, relativa ao plano da falha.

4 - Em conclusão, a realização de uma sondagem vertical implantada no ponto D perfurará $800 - 750 = 50$ m de carvão, seguindo-se $750 - 600 = 150$ m de **estéril**, altura em que atravessará a falha, para perfurar depois mais $600 - 450 = 150$ m de carvão, antes de reentar no estéril.

A tracejado assinala-se a zona em que qualquer sondagem vertical suficientemente profunda atravessa por duas vezes o nível de carvão.

Alguns exemplo de padrões de afloramento e cortes.

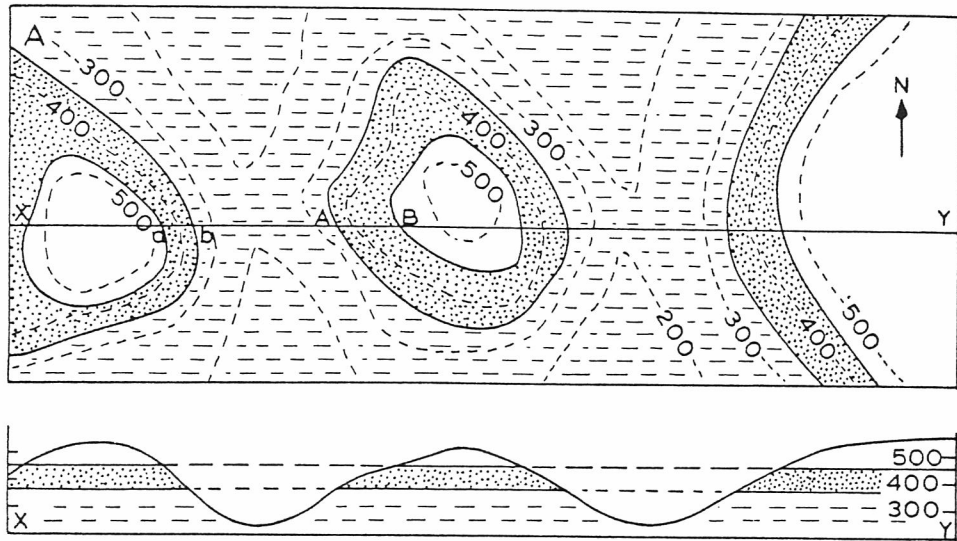


Fig. 164

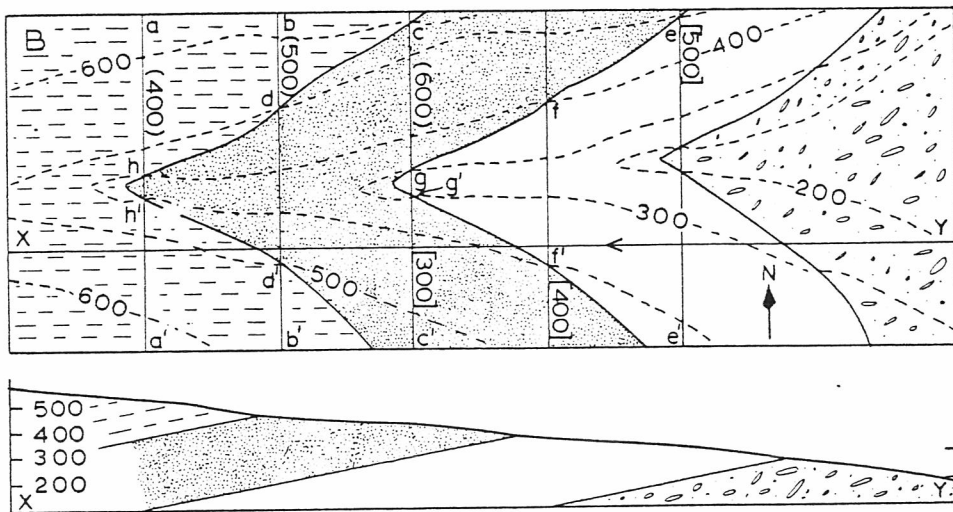


Fig. 165

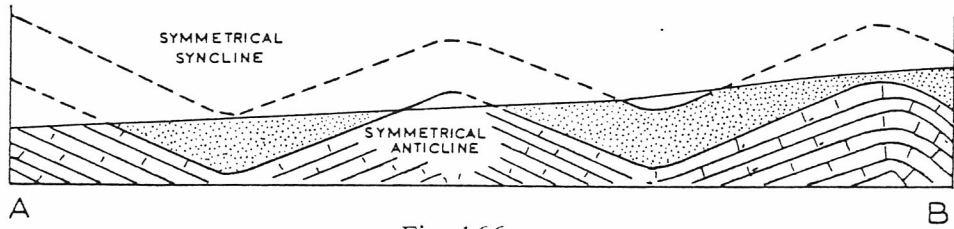
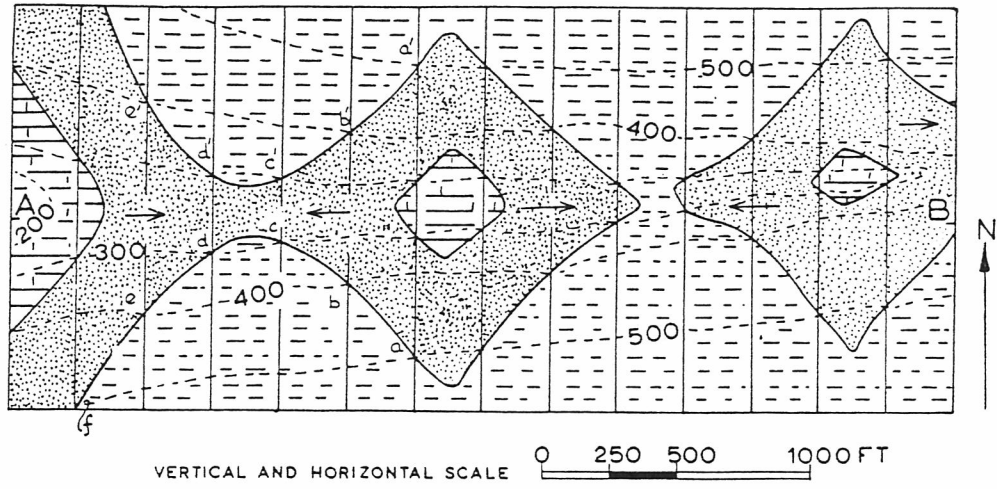


Fig. 166

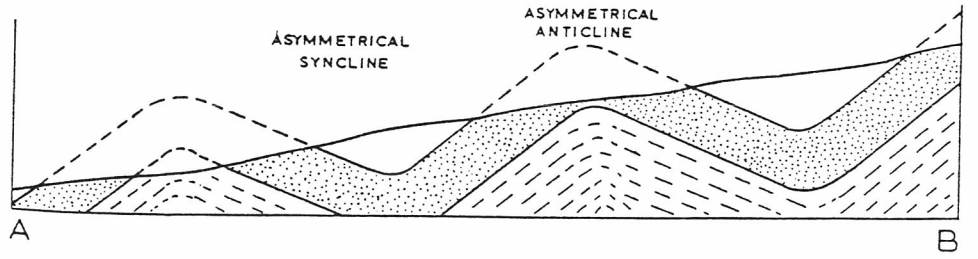
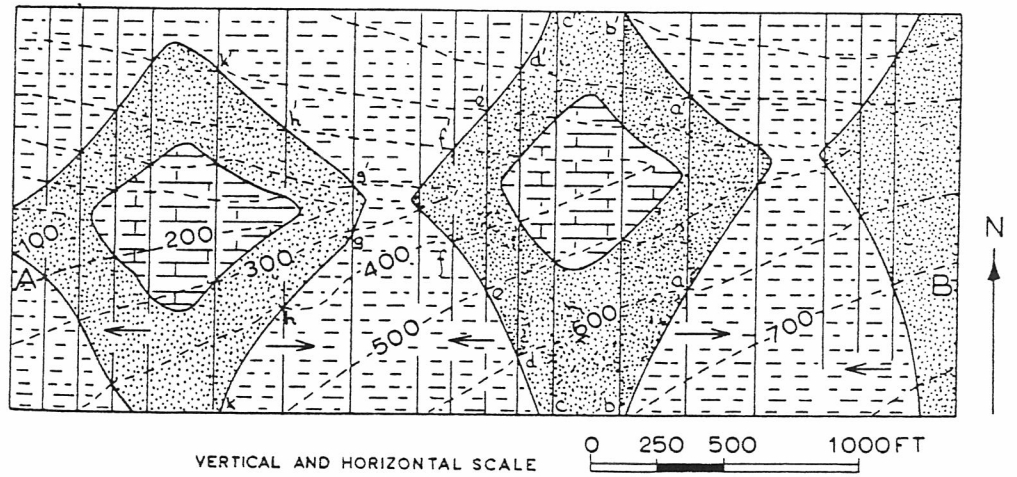
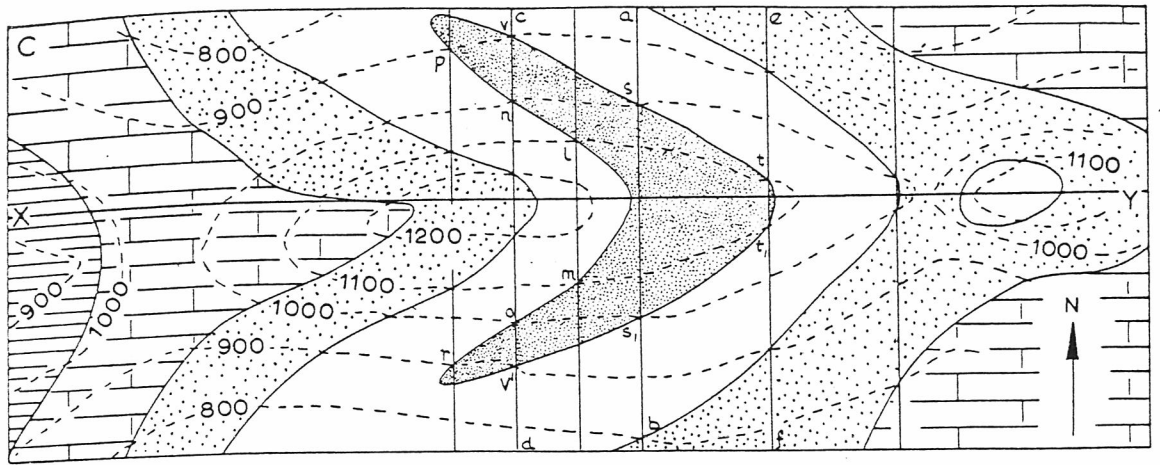


Fig. 167



OVERFOLD

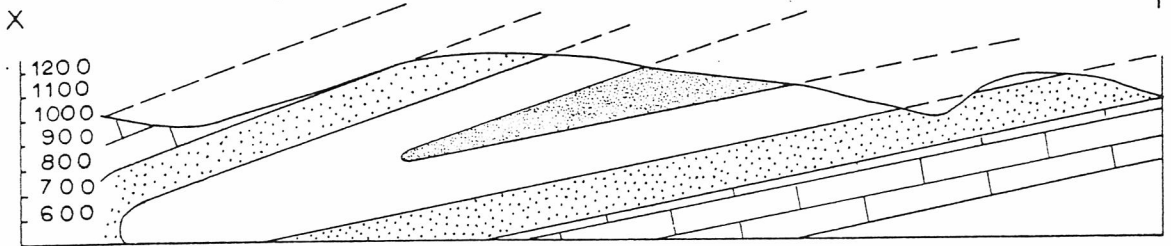
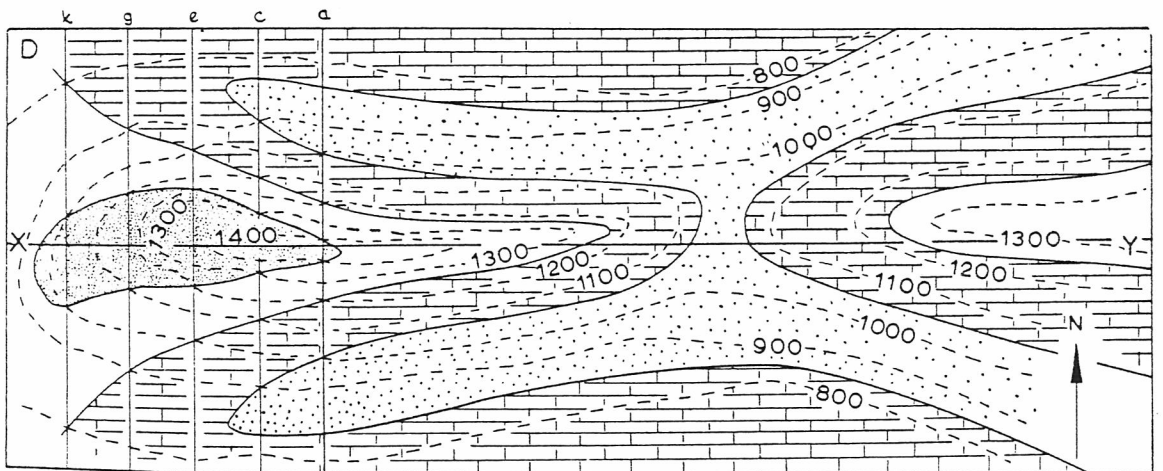


Fig. 168



RECUMBENT FOLD

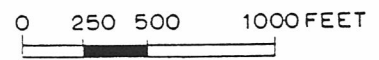
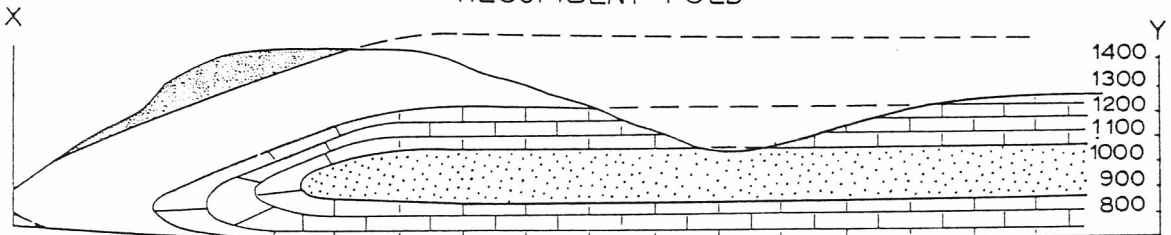


Fig. 169

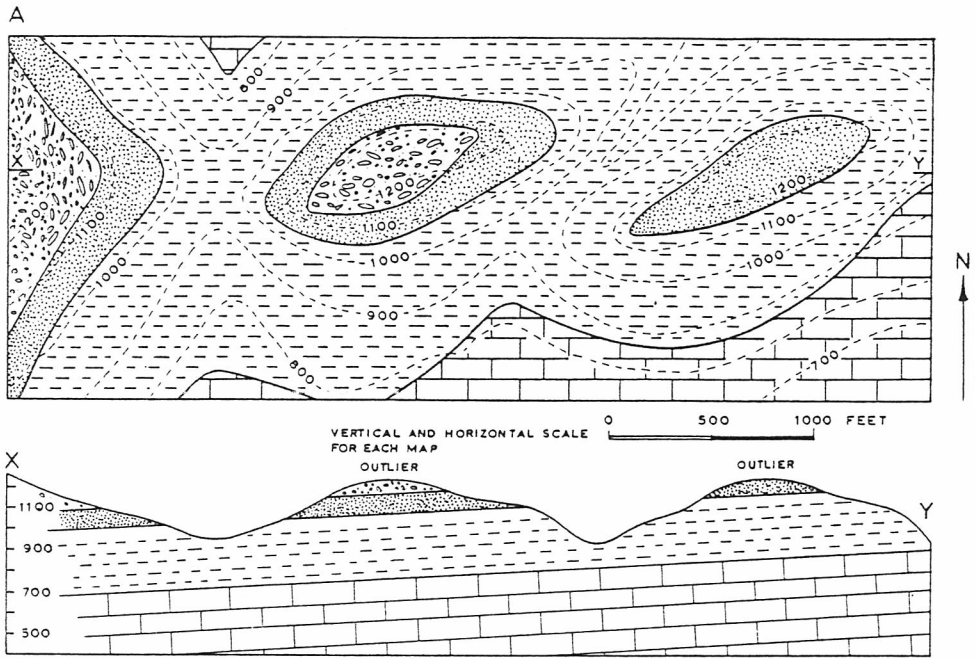


Fig. 170

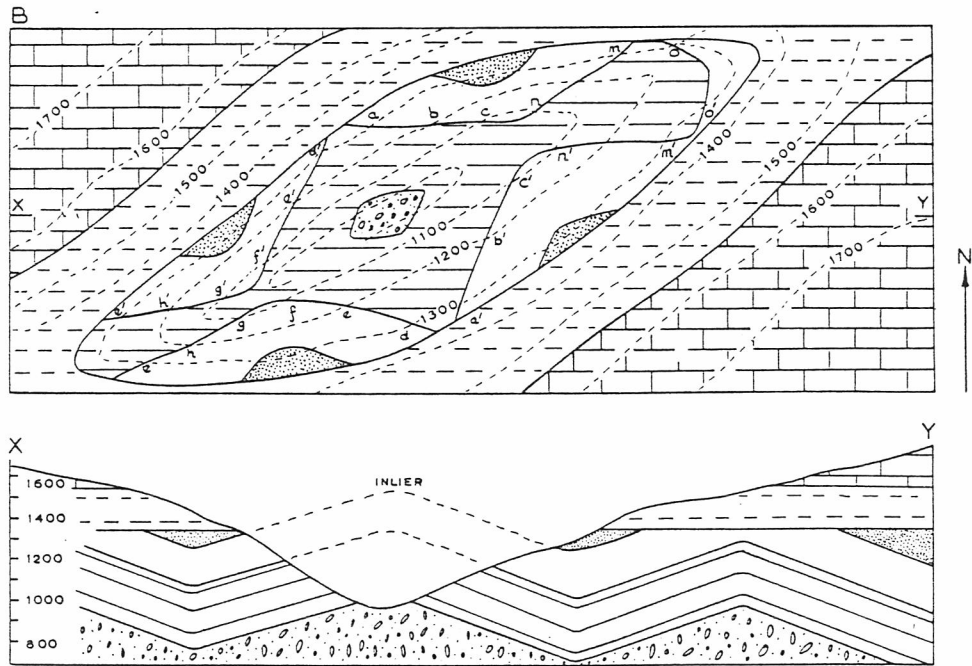


Fig. 171

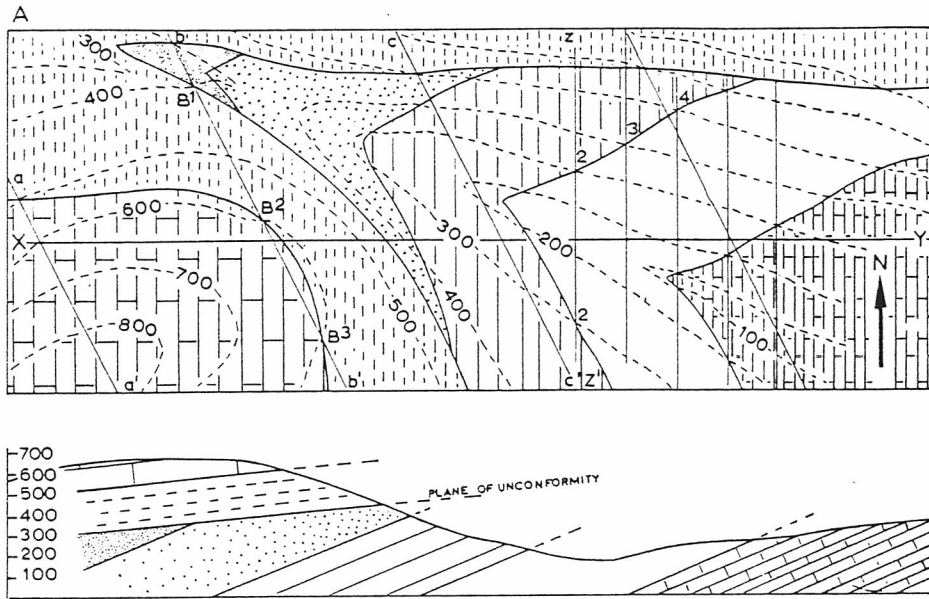


Fig. 172

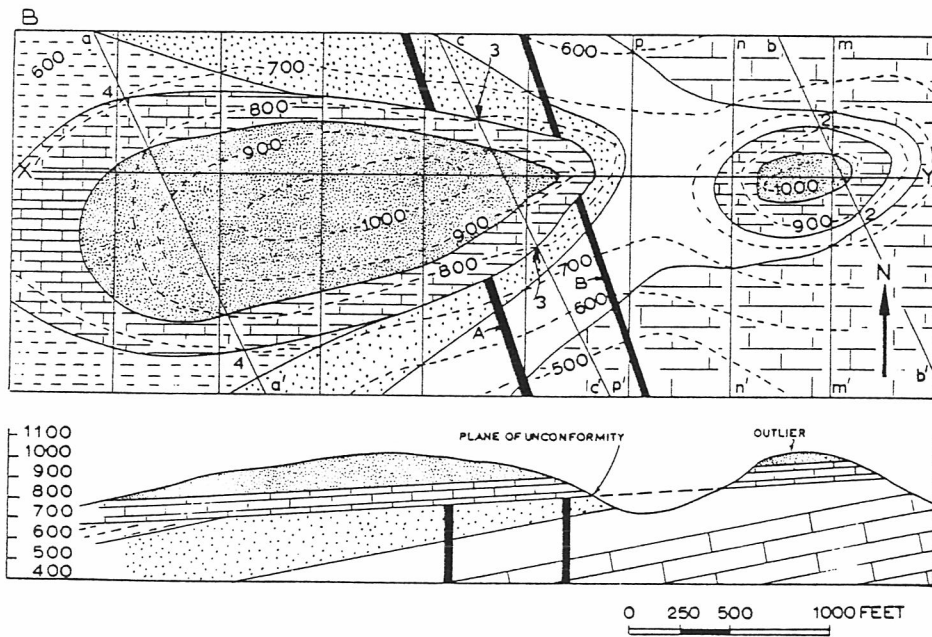
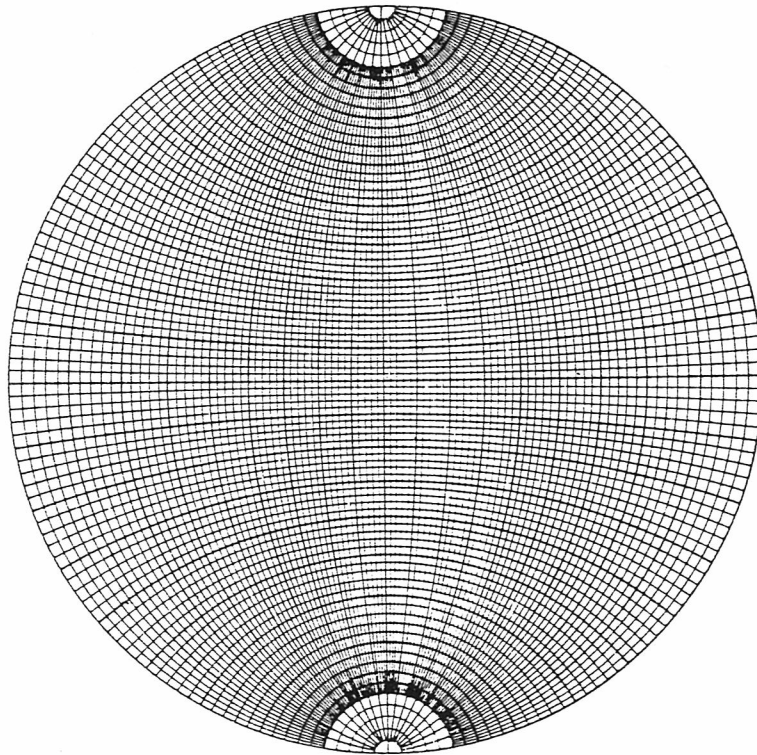


Fig. 173

PROJECCÃO ESTEREOGRÁFICA



PROJECCÃO ESTEREOGRÁFICA

Generalidades.

Muitos dos problemas que surgem quando se realizam estudos em que entra uma componente geológica são, muitas vezes questões geométricas tridimensionais. Os dados que se recolhem das observações de campo, direcções e inclinações de planos, *pitch* e *plunge* de lineações e todos os relacionados com valores que podem ser representados por vectores. para além de serem apresentados por siglas nas cartas geológicas, podem necessitar de serem tratados estatisticamente com o intuito de se definirem famílias ou agrupamentos de dados a fim de se correlacionarem no sentido de se obterem as "leis" que os regem. A **projecção estereográfica** é uma técnica que permite uma representação, mediante determinadas regras, que permite visualizar os planos e lineações isoladas bem como relações entre aquelas estruturas e ao mesmo tempo possibilitar uma visão de conjunto dos dados recolhidos.

O princípio da projecção estereográfica.

Suponhamos que se considera, num ponto O da superfície da terra (Fig. 174), um plano estrutural com direcção 300° e com inclinação 50° para SW. Se inscrevermos o conjunto numa esfera centrada em O, a intersecção do plano estrutural com a superfície da esfera, estará materializada por um círculo máximo (Fig. 175). Assim, fica definido um **círculo máximo**, ou **círculo diametral** que constitui uma **projecção esférica** do plano em causa. No plano equatorial da esfera é possível obter uma projecção, conhecida por **estereográfica**, unindo pontos do círculo diametral (hemisfério inferior) com o ponto P, conhecido por **zenite** (Fig. 176). O resultado de tal representação (Fig. 177) é conhecido por estereograma simples.

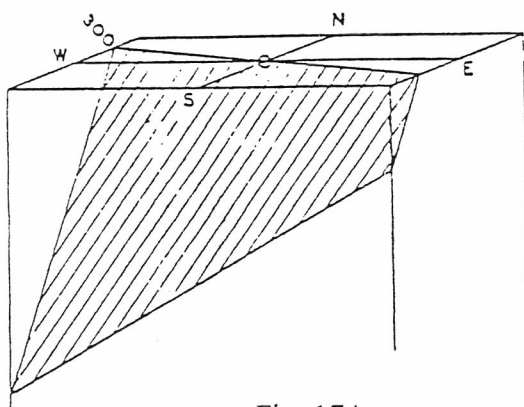


Fig. 174

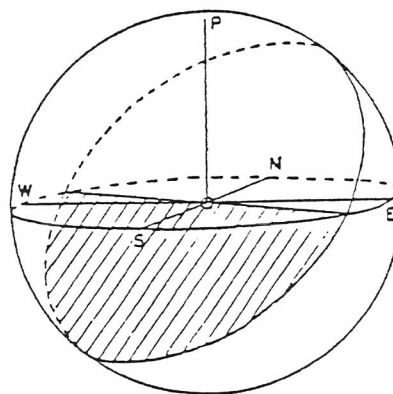


Fig 175

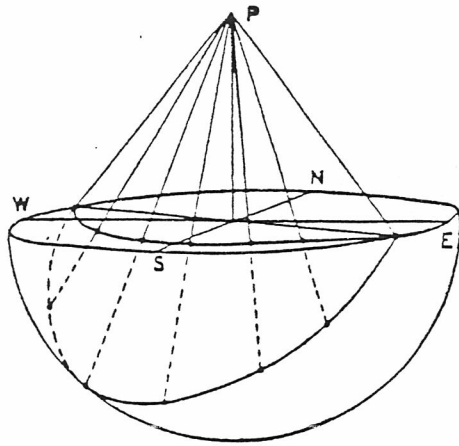


Fig. 176

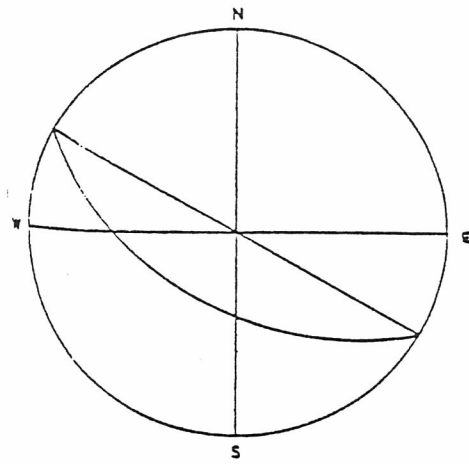


Fig 177

Uma das muitas propriedades deste tipo de projecção, reside no facto de, quando se projecta um círculo diametral, a curva que resulta é sempre um arco de círculo. Projectando desta forma uma série de planos de direcção NS e com vários ângulos (de 10° em 10°) de inclinação para E e W, é possível construir uma rede de curvas meridionais (Fig 178).

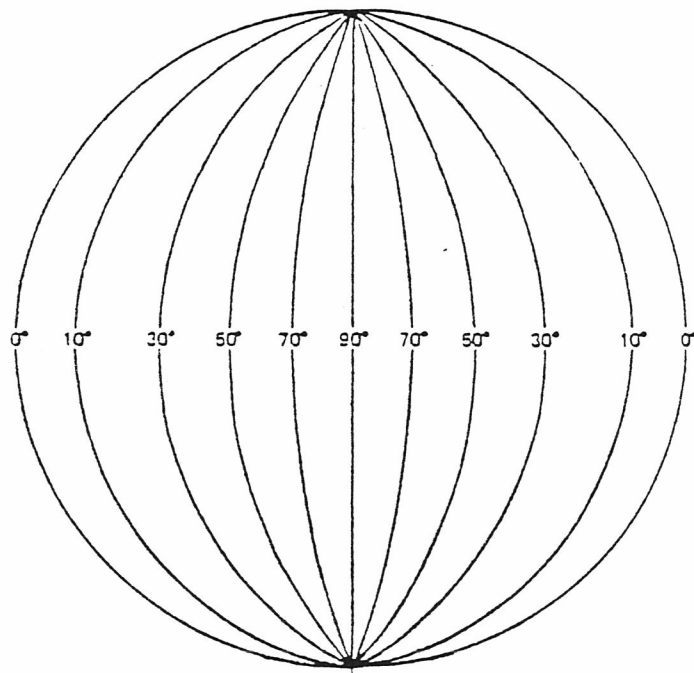


Fig. 178

Construindo, agora, sobre a nossa esfera original, círculos centrados no norte e sul e realizando uma projecção estereográfica desses círculos, acabamos por obter a chamad **Rede de Wulff (1902)** (Fig. 179). Esta rede, como veremos será de grande utilidade para os fins que citamos. Uma outra rede, conhecida por **Schmidt**, ou de **igual área**, pode também ser construída, e terá, como veremos fins diferentes do que os da rede de Wulff.

Em qualquer rede de projecção, o círculo limite, isto é, a circunferência da projecção, é chamada de **primitiva**.

Para minimizar os erros na projecção convém utilizar uma rede de projecção tanto maior quanto possível. É usual utilizar uma rede com 20 cm de diâmetro.

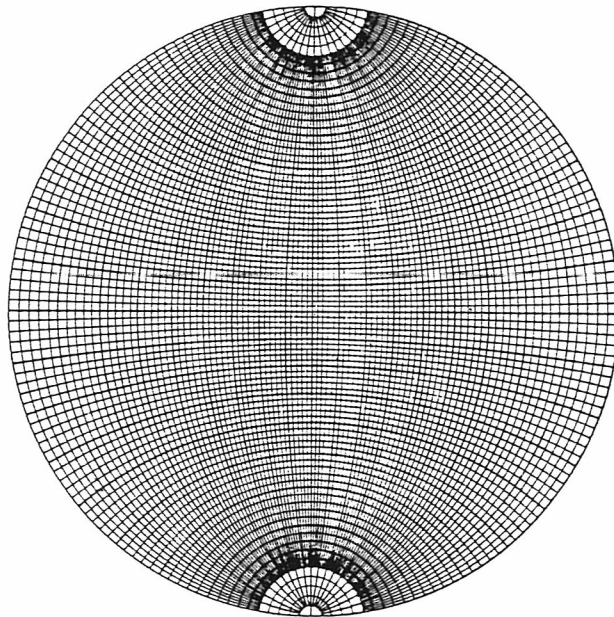


Fig. 179

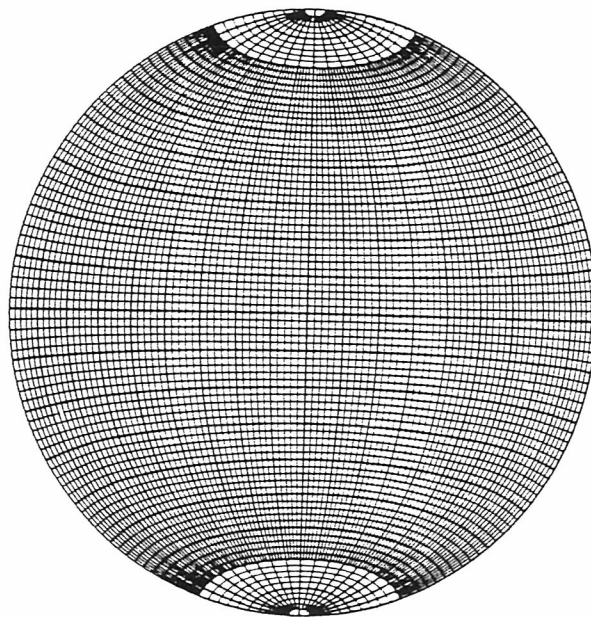


Fig. 180

Uso de redes estereográficas.

As redes estereográficas costumam ser coladas sobre pranchetas de madeira fina, ou madeira prensada (Fig. 181), para evitar as dilatações do papel com o aumento ou diminuição da temperatura ambiente. Depois de assim fixadas, devem ser recobertas com uma película plástica, principalmente quando se pretende usadas no campo a fim de evitar que a água da chuva possa danificá-las.

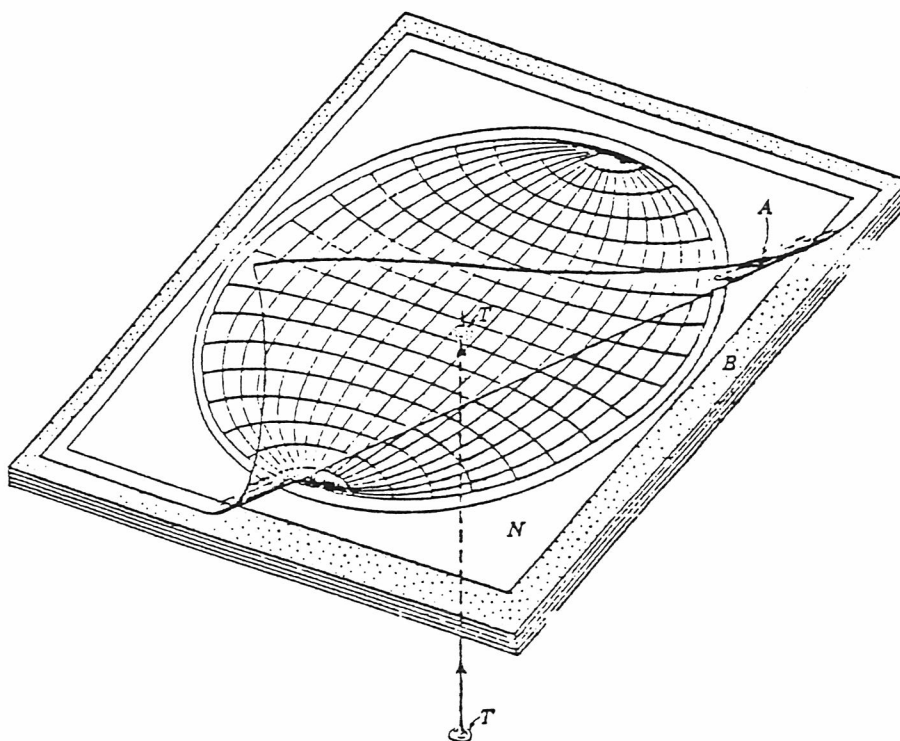


Fig. 182

Para operar com uma rede, utiliza-se uma folha de papel transparente A (papel vegetal, papel manteiga, acetato, etc.) que será fixada por um "percevejo" (pionese) ao centro da rede, para que a folha de papel possa girar livremente em torno do centro de projecção. Ao mesmo tempo devemos munir-nos de um lápis macio e uma borracha

Para evitar que o centro do papel transparente rasgue com o uso, costuma-se colar uma fita adesiva nesse local.

Técnicas de projecção.

Nos primeiros estágios da aprendizagem para o uso da rede, é muito importante idealizar a rede como sendo parte interna da calote esférica do hemisfério inferior e imaginar que todos os

planos que se pretendem projectar passarão pelo centro do hemisfério intersectando o hemisfério inferior. Se esta visão tridimensional ficar bem clara nos primeiros estágios de aprendizagem, os passos seguintes serão mais ou menos mecânicos e portanto de extrema rapidez. Porém, fica informado de que cometer um erro é extremamente fácil, pelo que todas as instruções devem ser executadas com muita concentração.

Os exemplos a seguir devem ser aproveitados e seguidos passo a passo, na sua própria rede de projecção.

Projecção de um plano.

O primeiro passo, na resolução de qualquer problema de projecção estereográfica, é marcar sobre a folha transparente já referida, eixos de referência. Geralmente consideram-se como referências os eixos NS e EW e a vertical. tendo em atenção que o plano em que se projecta é horizontal, estando o observador localizado no pólo norte da esfera de referência, a ver projectados sobre o círculo da primitiva os eventos estruturais referenciados no hemisfério sul da esfera.

Consideremos o plano P com atitude:

$$N 25 W \quad | \quad 30 W$$

Este plano pode ser representado por um **traço** (projecção do círculo máximo sobre o qual o plano intersecta o hemisfério de referência) ou pelo seu pólo. **Pólo de um plano** é a projecção estereográfica de um ponto correspondente à linha normal ao plano que passa pelo centro da esfera. Veremos que a representação por polos é vantajosa quando se pretende realizar análises estatísticas de famílias de planos.

A Fig. 183 representa numa visão tridimensional a intersecção do plano com a esfera de referência, círculo maior P, e a sua normal, o pólo p, que, projectados no plano da primitiva têm o aspecto que a Fig. 184 nos mostra.

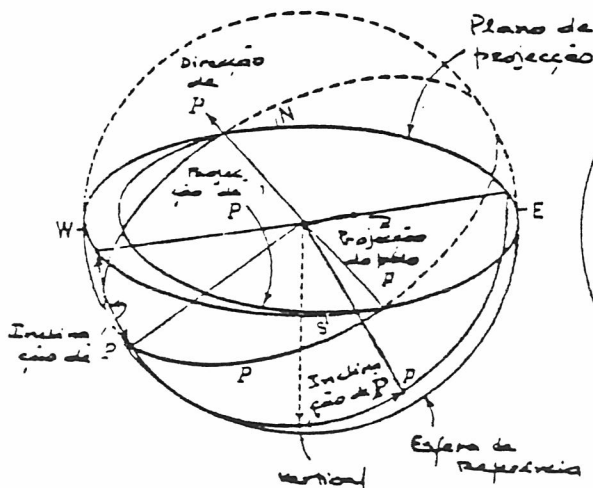


Fig. 183

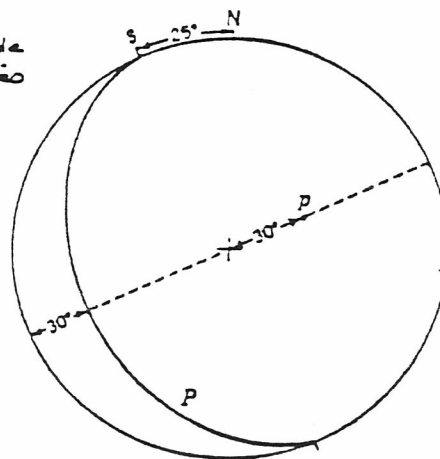


Fig. 184

Os passos que permitem esta construção, podem esquematizar-se do seguinte modo:

1 - Sobre a folha de projecção transparente, depois de localizados os eixos geográficos NS e EW, marque-se um ponto s no ponto correspondente a 25° contados a partir do norte, no sentido directo (contrário ao dos ponteiros do relógio) sobre o círculo da primitiva; A linha que une o ponto s com o centro da rede, depois de prolongada para o outro lado deste centro, representa a linha que define a direcção do plano. Naturalmente que a medida foi realizada no sentido directo em virtude de a informação da direcção ser N 25 W, o que corresponde a uma medida para o lado W.

2 - Roda-se a folha transparente no sentido retrógrado de tal modo que s fique coincidente com o norte da rede.

3 - Sobre a folha de projecção traça-se o círculo máximo P inclinado 30° em relação ao plano de projecção, no sentido correspondente a uma inclinação para oeste. Note que, um plano vertical (90°) terá uma representação, neste momento da construção, sobre a linha NS e um plano horizontal uma linha sobre o círculo da primitiva.

4 - Com a folha na mesma posição, marca-se o polo p do plano, contando 30° a partir do centro da rede, no sentido oposto ao de inclinação do plano.

5 - Finalmente roda-se a folha de projecção de modo que o norte fique coincidente com a sua posição original.

O diagrama de projecção está concluído e orientado. Fácil se torna visualizar a posição no espaço da superfície projectada.

Cálculo de ângulos entre planos.

A Fig. 185 mostra a projecção de 4 planos cujas atitudes são indicadas, bem como os valores dos ângulos entre os diferentes planos.

A	N 84 E	50 N	α AB - 45°
B	N 18 E	45 NW	α CA - 36°
C	N 46 E	65 NW	α AD - 60°
D	N S	34 E	α BC - 33°
			α BD - 73°
			α CD - 88°

Se considerarmos sobre a projecção as tangentes aos planos nos pontos de intersecção entre os mesmos, verificamos que se pode, por este processo, obter o valor real dos ângulos entre os planos. Mas este tipo de cálculo só pode ser feito com a rede de Wulff, em virtude de esta conservar as relações angulares, o que não acontece com a rede de Schmidt.

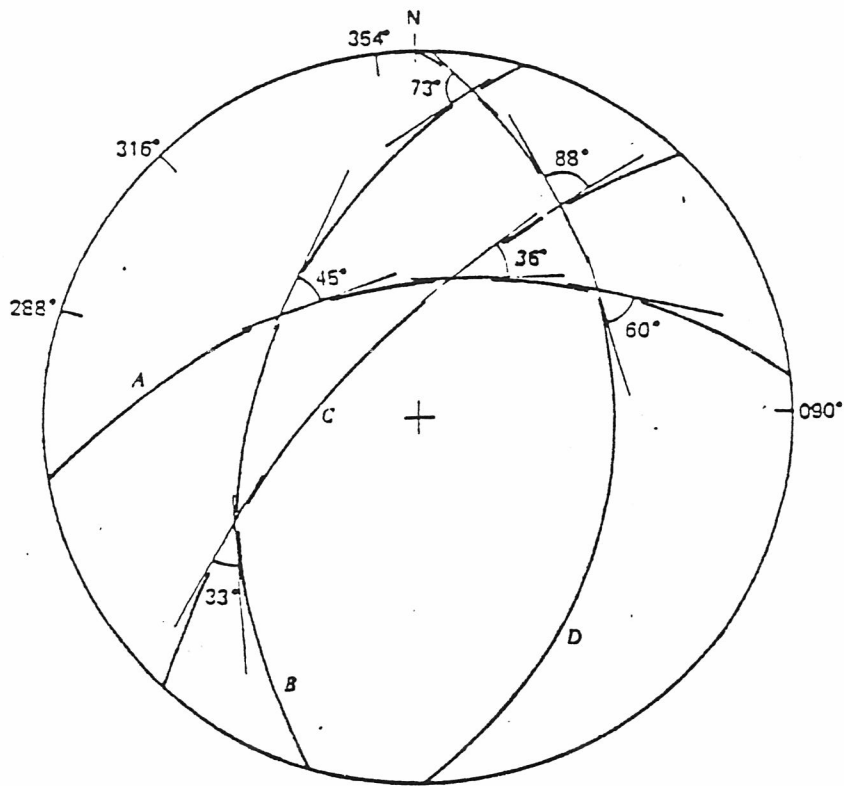


Fig. 185

A projecção em rede conservadora de ângulos costuma chamar-se projecção **conforme ou equiangular**.

Porém, a rede de Wulff não é conservadora das áreas. A Fig. 186 representa as projecções de círculos iguais inscritos na superfície externa da esfera de referência. À medida que nos aproximamos da primitiva os círculos (não distorcidos na forma) apresentam áreas acrescidas de um factor que pode chegar a 2.

Mas a existência de situação em geologia que exigem a conservação de área, fez surgir a necessidade do uso de uma rede que não distorça as áreas. Por exemplo, se pretendemos obter a densidade de polos de planos, esse cálculo deve ser feito com base nas suas concentrações por área. Tal rede é a de Schmidt.

A Fig. 187 representa a projecção dos mesmos círculos da Fig. 186, agora numa rede de Schmidt. As figuras encontram-se distorcidas, mas as áreas são iguais (note que os círculos iniciais, sobre a superfície da esfera, eram iguais). Tal projecção é chamada **equivalente**. Na projecção equivalente não se verifica a propriedade equiangular (Fig. 188).

Sobre a rede de Schmidt projectam-se planos e linhas exactamente do mesmo modo que sobre a rede de Wulff. Porém os traços dos planos não são arcos de circunferência como no caso da rede de Wulff, mas sim elipse - cónicas do 4º grau.

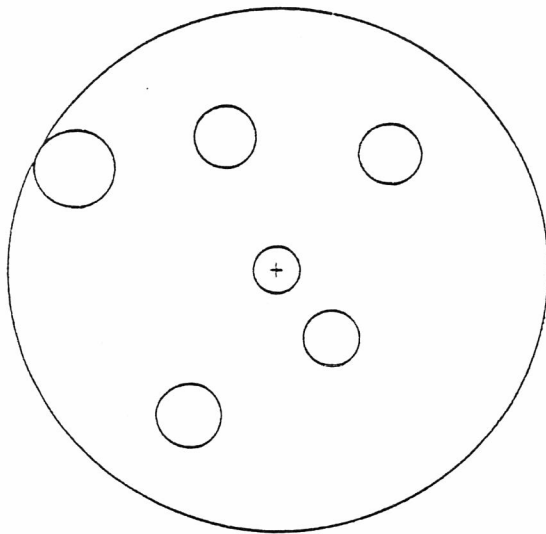


Fig. 186

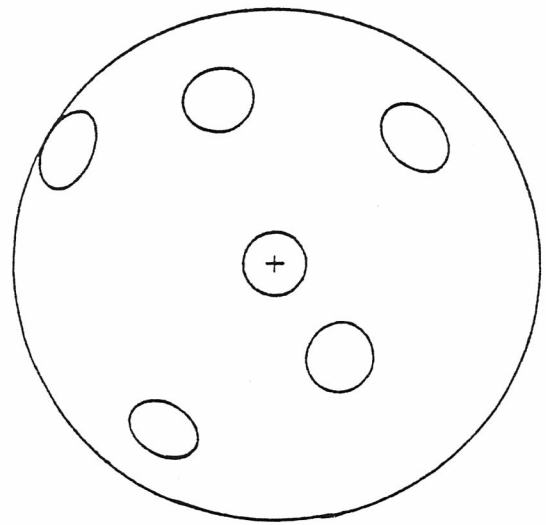


Fig. 187

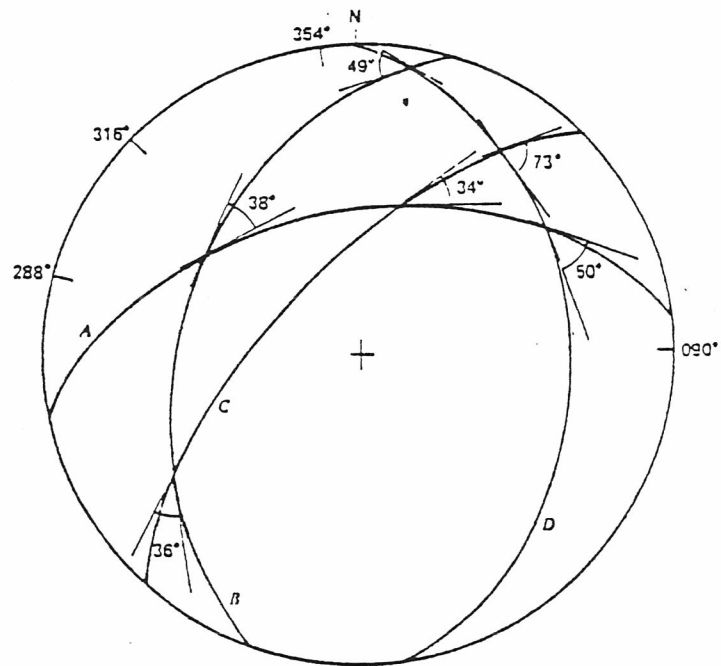


Fig. 188

Projecção de uma linha

Consideremos uma linha cuja atitude é $62^\circ \mid N 42 E$. Esta notação implica que o mergulho de 62° se faça no sentido da direcção N 42 E. Recordando, que a direcção de mergulho de uma linha é a direcção do plano vertical que a contém resumiremos os passos da projecção (Fig. 189):

1 - Na folha de projecção e sobre a primitiva marca-se a direcção do plano vertical; roda-se a folha de 42° de tal modo que t fique coincidente com o diâmetro D da rede, correspondente à direcção NS.

2 - Marque L , a projecção da linha considerada, contando 62° ao longo de D , a partir do traço da circunferência.

3 - Rodando a folha de modo a fazer coincidir o norte com o eixo principal da rede ficamos com o diagrama completo e orientado.

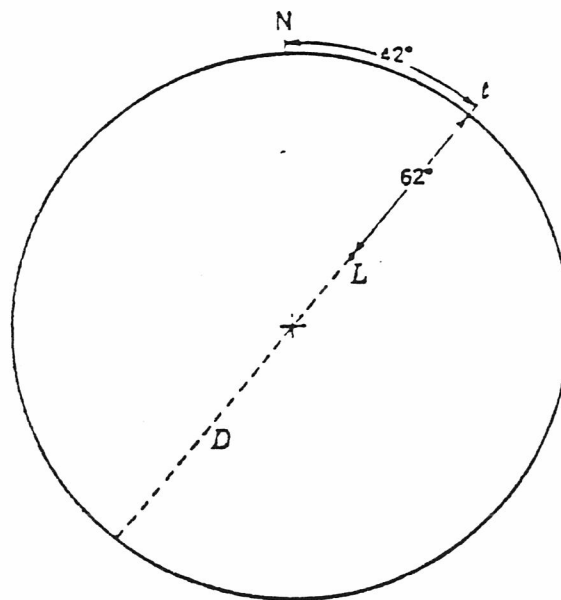


Fig. 189

Intersecção entre dos planos.

Como vimos, na representação de traços de planos em projecção estereográfica, os pontos de intersecção dos arcos, são pontos comuns a esses planos. Unindo cada ponto de intersecção com o centro da projecção, obtemos uma linha correspondente à linha de intersecção entre os planos. Essa linha fica então perfeitamente definida por uma direcção e um pendor.

Como exemplo consideremos a representação de dois planos, P_1 e P_2 com atitudes, respectivamente, $N 25 W \mid 30 W$ e $N 55 E \mid 48 SE$.

A sua linha de intersecção é a única linha pertencente simultaneamente aos dois planos.

Na projecção (Fig. 190), $L (16 \mid S 32 W)$ é o ponto de intersecção dos traços dos planos P_1 e P_2 . Este ponto é simultaneamente o polo p_3 do plano que é representado por um traço que passa pelos polos p_1 e p_2 dos dois planos considerados.

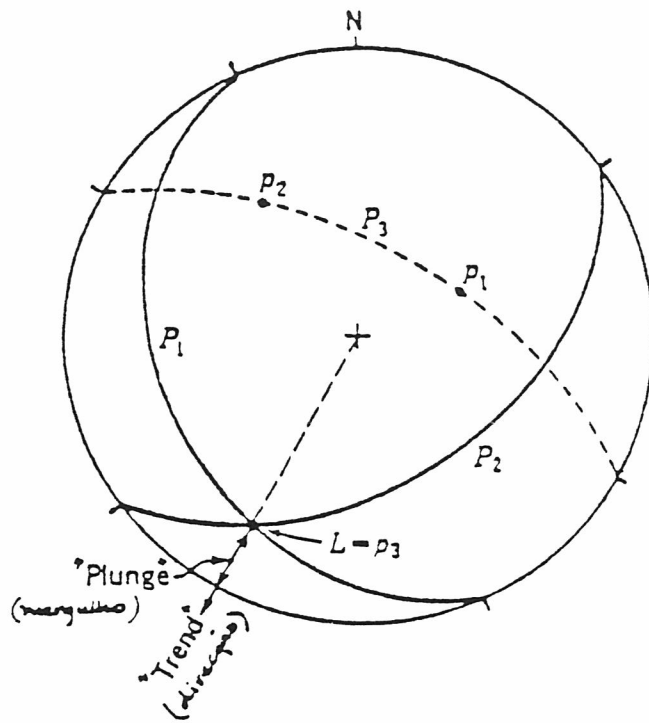


Fig. 190

Projectão de um plano contendo uma linha.

Se forem conhecidas as atitudes de um plano e de uma linha nele contida, independentemente uma da outra, podemos projectá-los separadamente.

Em geologia estrutural a atitude de uma linha (ou várias linhas, por exemplo estrias de falha) contida num dado plano é vulgarmente especificada pelo ângulo de *pitch* nesse plano.

Consideremos o plano P de atitude N 25 W | 30 W e uma linha L em P com *pitch* 53 SW (Fig. 191).

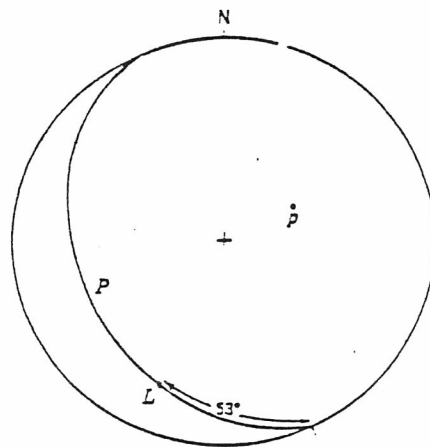


Fig. 191

Depois de projectado o plano, rodando a folha de projecção de modo a fazer coincidir a direcção do plano com a linha NS da rede, obtém-se a projecção de L contando 53° sobre o traço do plano P, a partir do pólo S da rede.

Determinação do ângulo entre duas linhas.

Consideremos duas linhas, L_1 e L_2 de atitudes $62 \mid N 42 E$ e $40 \mid S 78 W$, respectivamente (Fig. 192).

Rodando a folha de projecção de modo a que L_1 e L_2 fiquem contidas num círculo máximo da rede, o ângulo entre as duas linhas pode ser medido directamente, contando os graus sobre este círculo máximo.

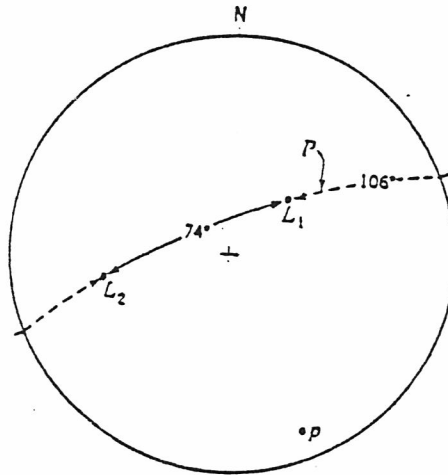
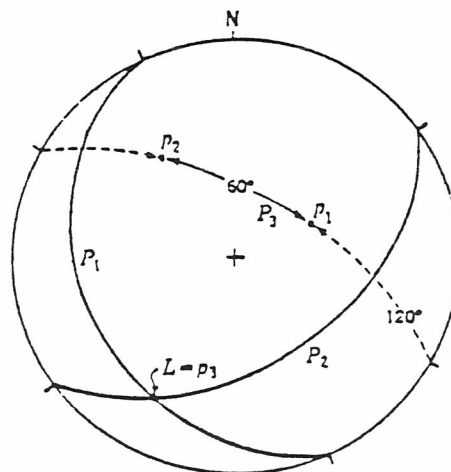


Fig. 192

Neste caso concreto L_1 intersecta L_2 a 74° (menor ângulo) sendo o ângulo suplementar igual a 106°

Determinação do ângulo entre dois planos.

Consideremos, por exemplo, (Fig. 193), os planos já referidos para a determinação da intersecção entre planos, $N 25 W \mid 30 W$ e $N 55 E \mid 48 SE$. O ângulo entre dois planos corresponde ao ângulo entre as suas normais (ou os seus pólos) e é medido directamente sobre o plano P_3 , normal à linha L de intersecção dos planos dados, neste caso P_1 e P_2 . O seu valor é de 58° .



Uso estatístico da rede de igual área (Schmidt).

Diagramas de orientação e de contorno.

Na prática a projecção estereográfica de linhas e planos estruturais nunca é tão perfeita como idealmente se possa conceber. Irregularidades diversas, um certo afastamento das estruturas em relação a uma geometria ideal, erros nas medições, tudo influi num diagrama de projecção. Se o diagrama é pequeno, normalmente torna-se possível localizar visualmente o ponto ou círculo máximo que, dentro de limites aceitáveis representem a estrutura projectada.

Com o aumento do número de pontos no diagrama diminui a confiança nos resultados obtidos por aproximações visuais. Surge então a necessidade de tratar os dados por processos estatísticos. As alternativas existentes para a avaliação estatística de dados em projecção conduzem à definição de áreas de densidade de pontos que podem ser destacadas num **diagrama de contorno**, ficando deste modo patente o padrão de orientação preferencial.

Os diagramas de contorno constróem-se traçando curvas de iso-densidade de pontos sobre um diagrama de projecção onde préviamente se realizou a contagem (número de pontos por área equivalente) dos mesmos (Fig. 194).

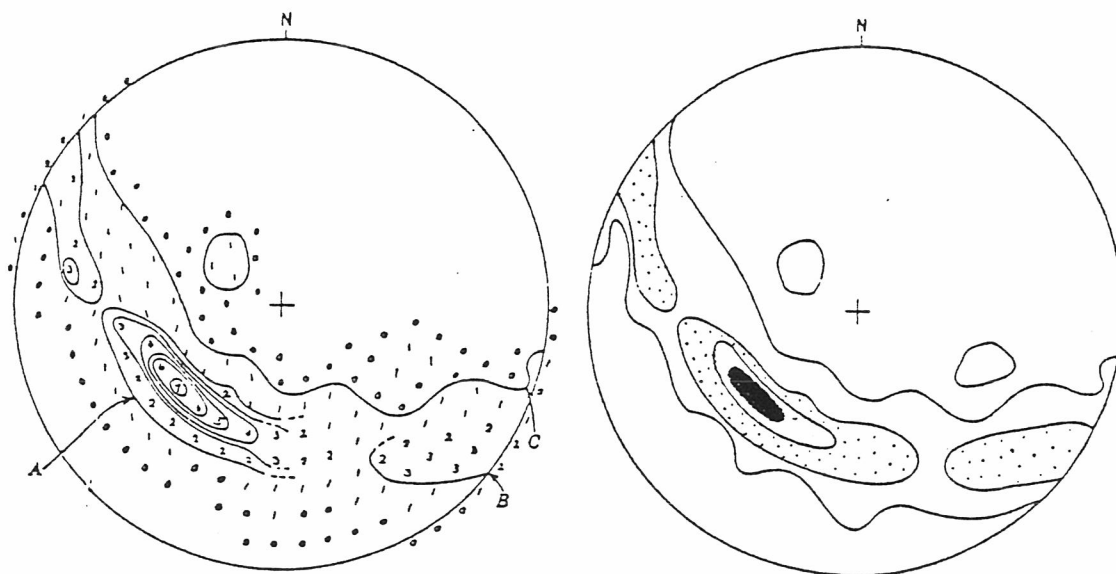


Fig. 194

Para a contagem dos pontos utilizam-se diversos métodos que empregam quer contadores de pontos quer redes auxiliares subdivididas em porções geométricas de área equivalente. O traçado das linhas de contorno obriga a que préviamente os números determinados sejam recalculados em termos percentuais de modo a que a densidade seja expressa em número de pontos por unidade de área da rede auxiliar. No caso específico de um diagrama com 50 pontos, cada ponto representará 2% do total, e assim sucessivamente.

O traçado das linhas de contorno exige que sejam consideradas algumas precauções, tendo em vista que se pretende obter um conjunto não sobrecarregado e simultaneamente representativo do fim em vista.

Interpretação de diagramas de orientação.

A interpretação de diagramas decorre dos padrões neles definidos.

A natureza e o grau de orientação preferencial de um determinado elemento linear ou planar exprime-se graficamente, como vimos, pela distribuição de pontos na projecção, representando as orientações individuais medidas de um grande número desses elementos.

Num diagrama, uma orientação estatisticamente aleatória exprime-se por um padrão no qual não se observa qualquer tendência óbvia para uma reproductibilidade local de dados ou, por outras palavras, onde não é detectável uma concentração de pontos.

Os padrões de orientação preferencial definem-se para domínios homogêneos de observação e correspondem a um dos três tipos seguintes:

Ponto máximo.

Ponto máximo define uma área de elevada concentração de pontos, geralmente com um centro de gravidade bem definido. Para elementos lineares este padrão indica uma orientação preferencial linear; para elementos planares define uma orientação preferencial planar (Fig. 195). Tem geralmente a forma de uma nuvem simétrica em torno de um ponto.

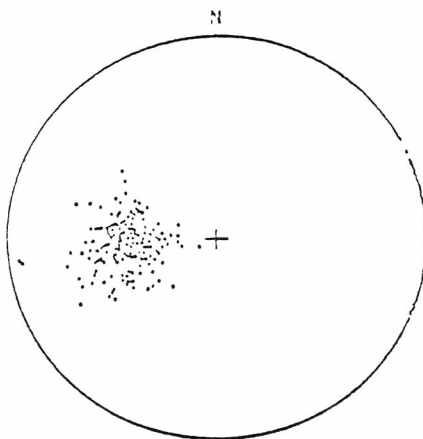


Fig. 195

"Girdle".

"Girdle" corresponde a uma concentração de pontos sobre uma faixa mais ou menos estreita, ao longo de um círculo máximo da rede. Estes padrões contêm por vezes um ou mais pontos distintos (Fig. 196) podendo, muito raramente, apresentar aspectos como os da Fig. 197.

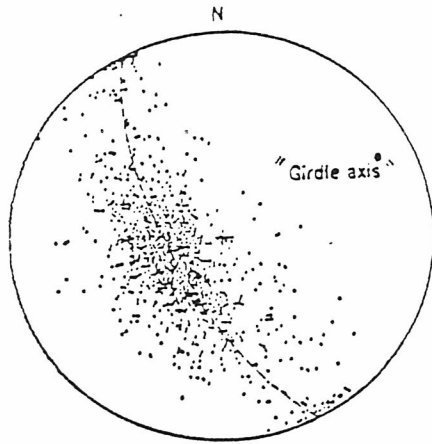


Fig. 196

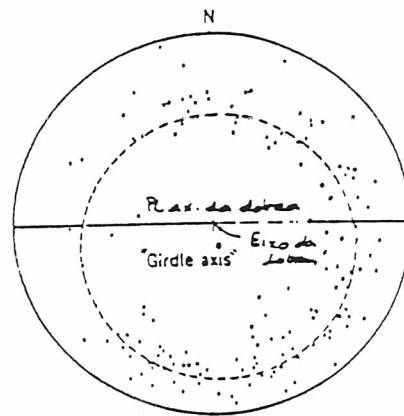


Fig. 197

Um exemplo de interpretação de diagramas de orientação está patente na Fig. 198 que representa o dobramento progressivo de uma superfície horizontal e os correspondentes diagramas de projecção dos polos de cada área da superfície da dobra. Define-se, claramente, uma orientação preferencial linear que traduz o eixo da dobra (d direcção β).

A interpretação dos diagramas de orientação exige a aplicação prévia de critérios de significado estatístico dos mesmos. O problema surge especialmente nos diagramas de grande dispersão de pontos (ou seja, de componente aleatória importante) que se referem a estruturas com fraca orientação preferencial.

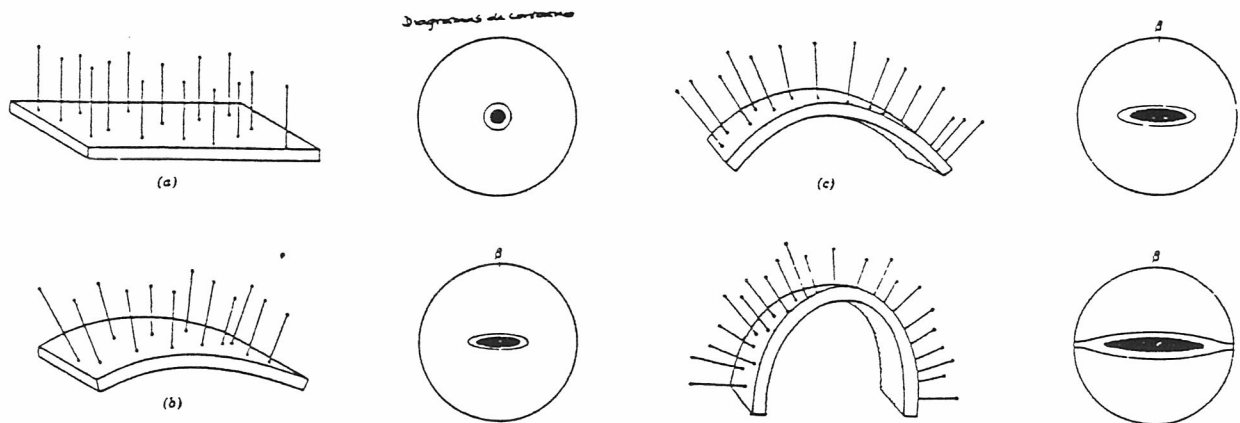
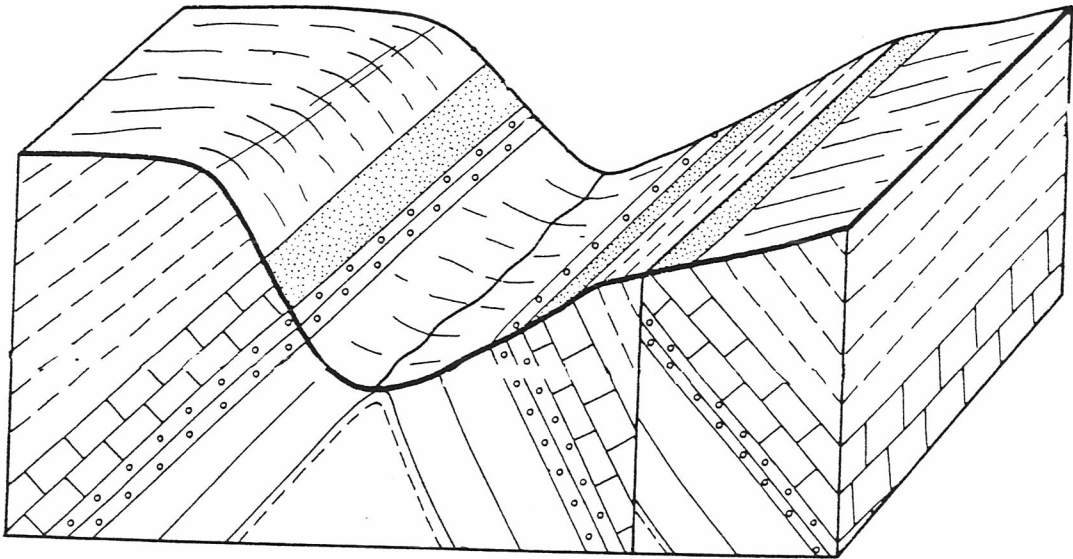


Fig. 198

BLOCOS - DIAGRAMAS.



BLOCOS - DIAGRAMAS.

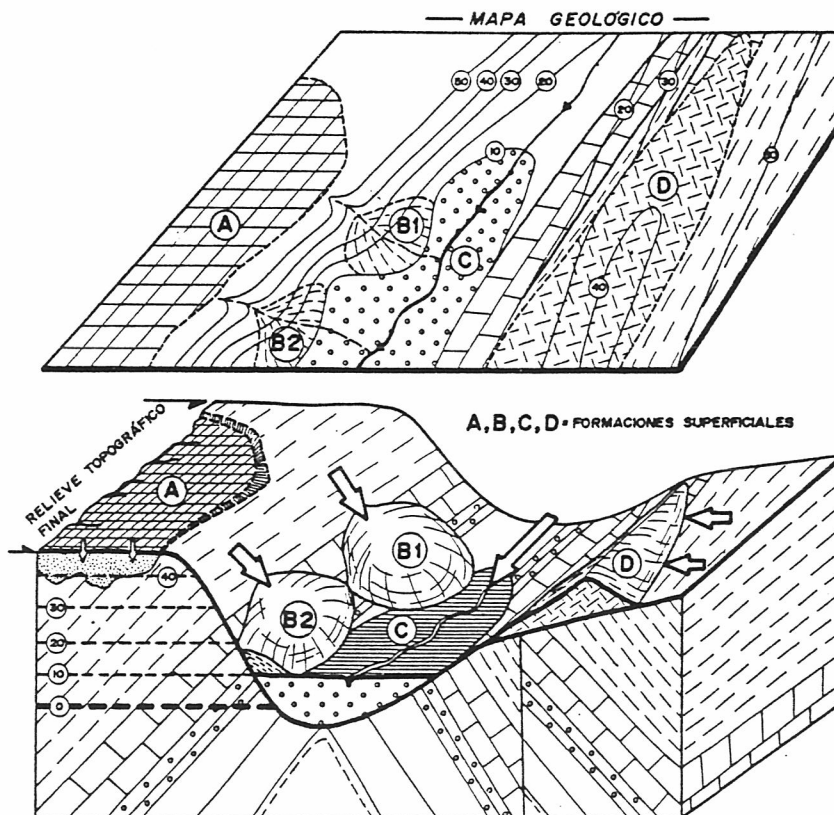
A erosão, nas suas diversas modalidades, é uma acção normal e habitual sobre a superfície terrestre. Os muitos agentes erosivos modificam, com diferentes intensidades, os afloramentos rochosos, criando padrões de superfície muito variados.

Todas as técnicas até agora apresentadas, são auxiliares para a realização de interpretações contínuas, com base em análises locais, por definição descontínuas.

Na actividade mineira, nomeadamente subterrânea, a informação colhida é muitas vezes em muito menor quantidade. A cartografia geológica de interior é, mais ainda que a exterior, uma mistura do saber com uma certa "arte" vinda da experiência.

Em todas as situações de representação, embora se procure dar o maior relevo aos aspectos rigorosos, é indispensável uma certa habilidade para representar convenientemente certos pormenores.

Surgem, então, os chamados **blocos - diagramas** ou **representações tridimensionais**, que tentam correlacionar as informações, pontuais e/ou planares, sob a forma de um desenho a três dimensões (Fig. 199).



Suponha-se, que se pretende representar o plano N 30 E | 45 SE num bloco diagrama com faces verticais orientadas NS e EW.

É fácil, recorrendo à projecção estereográfica (Fig. 200), conhecer o *rake* (α e β), respectivamente, os ângulos que as linhas de intersecção do plano considerado com o plano NS e com o plano EW, fazem com a horizontal.

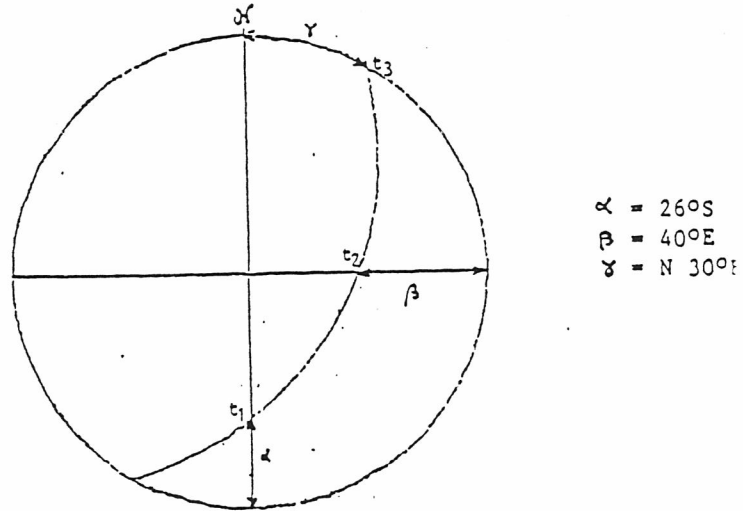
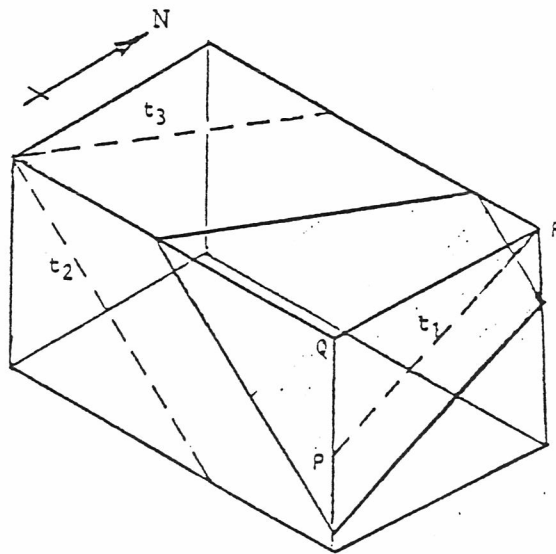


Fig. 200

A direcção de intersecção t_1 (Fig. 201) do plano dado com a face NS do bloco, será definida através da marcação dos segmentos PQ e QR, segundo as linhas das arestas, tal que a razão PQ / QR seja igual a $\text{tg } \alpha$.

E o mesmo pode ser feito para as duas outras faces do bloco. Obtêm-se três linhas, que correspondem aos traços t_i de planos de famílias de planos com a atitude dada, sobre as faces do paralelepípedo de referência.

Um plano com essa atitude está representado, por traçado de paralelas, como se mostra na Fig. 201.



Blocos - Diagramas com topografia.

Suponhamos que se pretende representar por um bloco diagrama a área do mapa da Fig. 202.

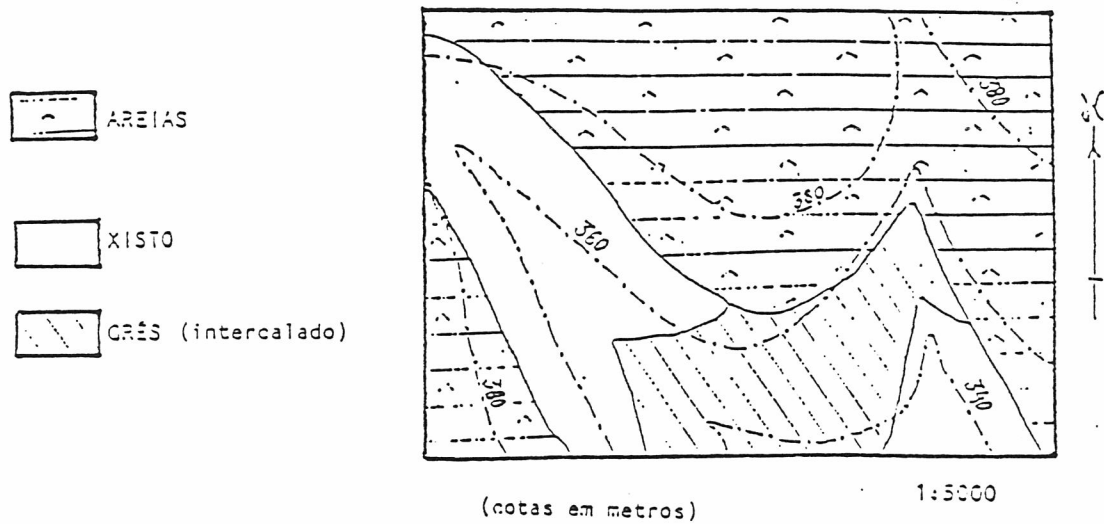
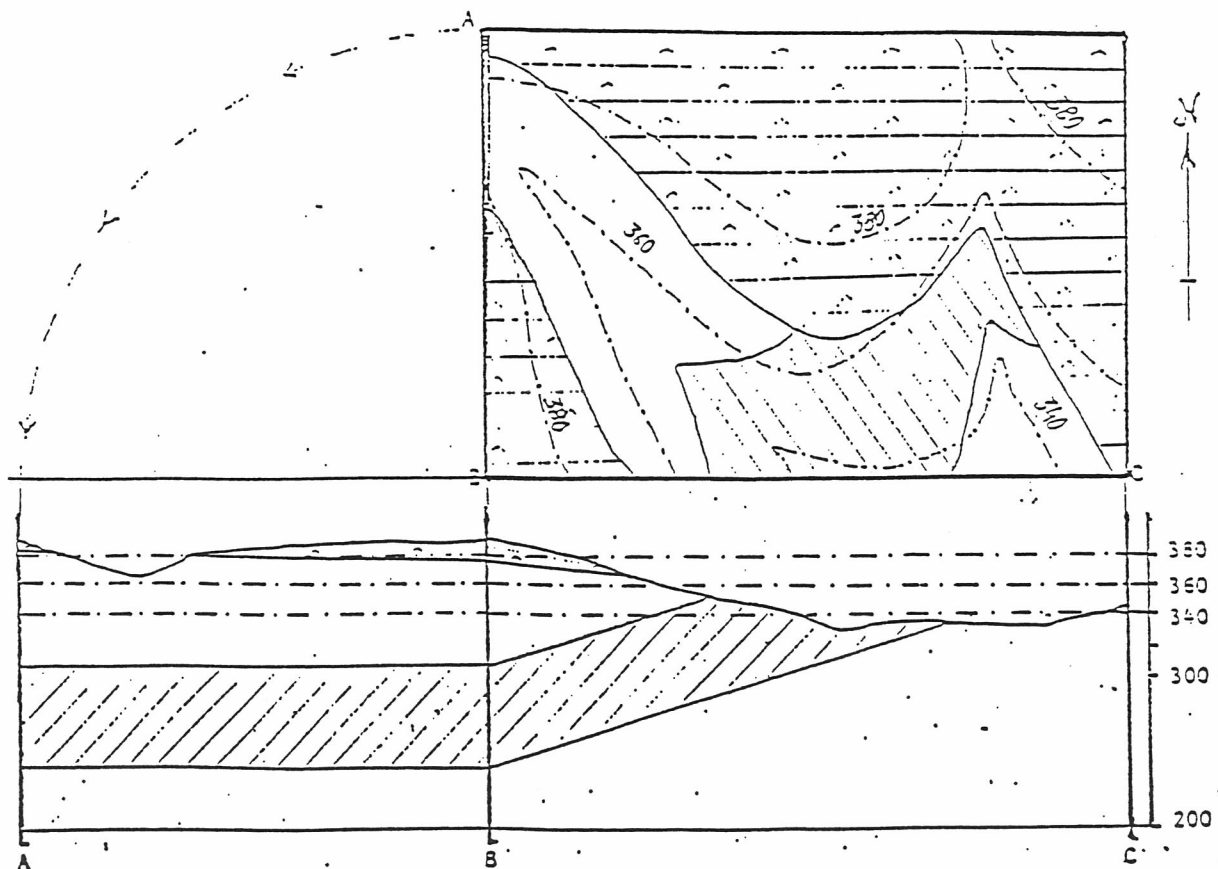


Fig. 202

É necessário, em primeiro lugar, escolher a orientação do bloco, tendo em conta a topografia e a estrutura geológica que deverá ficar claramente figurada nas duas faces laterais. A escolha da cota da base do bloco será feita a partir do exame dos cortes geológicos dessas faces. No caso presente escolheu-se para cota da base 200m (Fig. 203)



Se imaginarmos o mapa traçado sobre a base do bloco - diagrama, e recordarmos que, na perspectiva isométrica, as direcções de referência fazem ângulos de cerca de 35.3° com o plano de projecção, fácil é verificar que o plano da base do bloco faz com o mesmo plano um ângulo de 54.7° , aproximadamente.

Igualmente se pode verificar que as duas direcções de referência paralelas à base do bloco (correspondendo às arestas inferiores), fazem ângulos de 45° com as horizontais do plano da base. Portanto, se, sobre o plano da base, traçarmos um retículo, com as direcções da rede orientadas segundo as horizontais e as rectas de maior declive daquele plano, o mapa fica orientado com os seus lados a 45° delas.

A projecção daquele retículo terá uma malha rectangular, em que a direcção das horizontais se projectou sem sofrer redução, e a outra direcção sofreu uma redução correspondente a $\cos 54.7^\circ$.

A posição das projecções dos pontos correspondentes aos cantos do mapa pode ser encontrada, por transporte de coordenadas do retículo para a projecção do mesmo.

O mesmo poderia ser feito, teoricamente, para todos os pontos do mapa, mas a operação não teria fim... De facto, desde que se tenha escolhido um retículo suficientemente denso, o que se faz é transportar os pontos das diversas linhas do mapa (curvas de nível, contactos geológicos, etc.) que ficam sobre o retículo, estimando a sua posição sobre a projecção do retículo: a projecção das linhas é obtida (com certo grau de imprecisão), por união desses pontos. O exame atento da Fig. 204 permitirá esclarecer as dúvidas que porventura subsistam.

Haverá agora que afectar a cada ponto (da projecção do mapa que se obteve) a cota que lhe corresponde. Para tal é necessário o ábaco da Fig. 205, que afecta os segmentos representando cotas, à escala do mapa, de uma redução correspondente a $\cos 35.3^\circ$ (ângulo que a direcção das verticais faz com o plano de projecção).

Utilizando qualquer processo expedito (como por exemplo uma "régua de papel"), levantam-se, sucessivamente, o contorno superior, as curvas de nível (de referência uma a uma), e as restantes linhas, obtendo-se o resultado que mostra a Fig. 206.

Transportando, agora, dados dos cortes geológicos para as faces laterais (depois de reduzidas convenientemente), obtém-se o resultado que se mostra na Fig. 207.

Finalmente o bloco - diagrama poderá ter o aspecto que se mostra na Fig. 208.

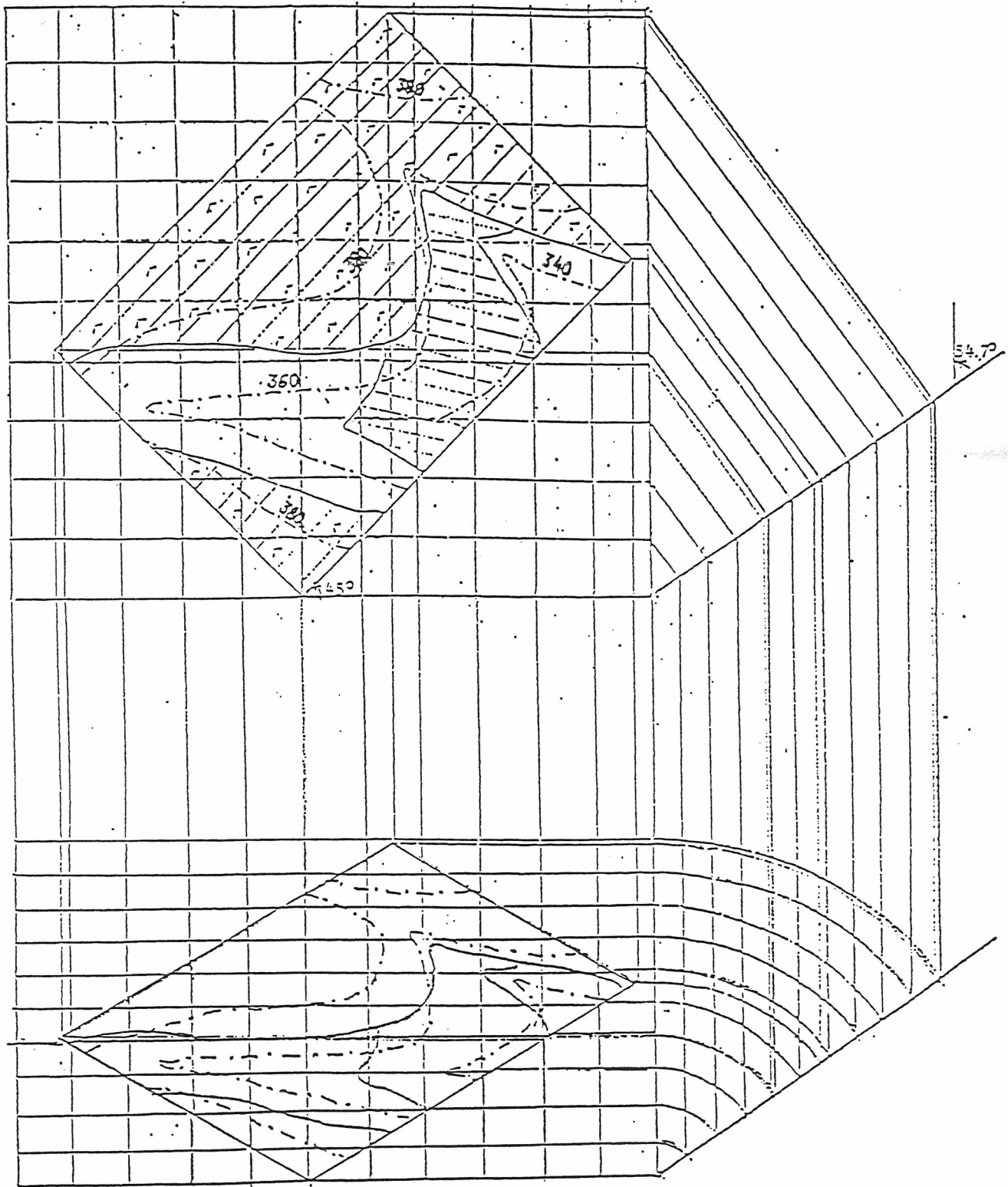


Fig. 204

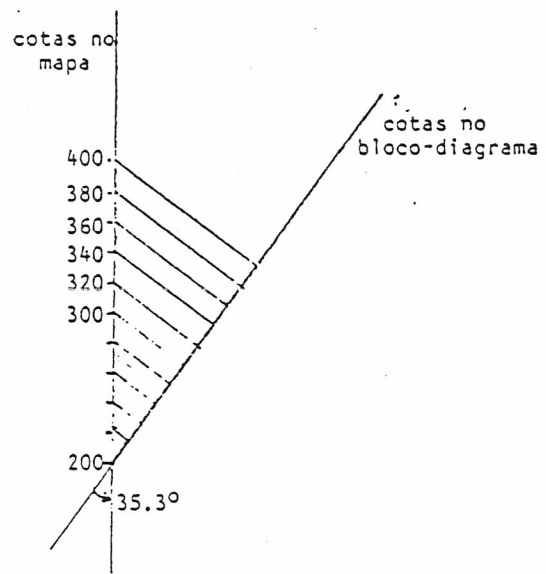


Fig.205

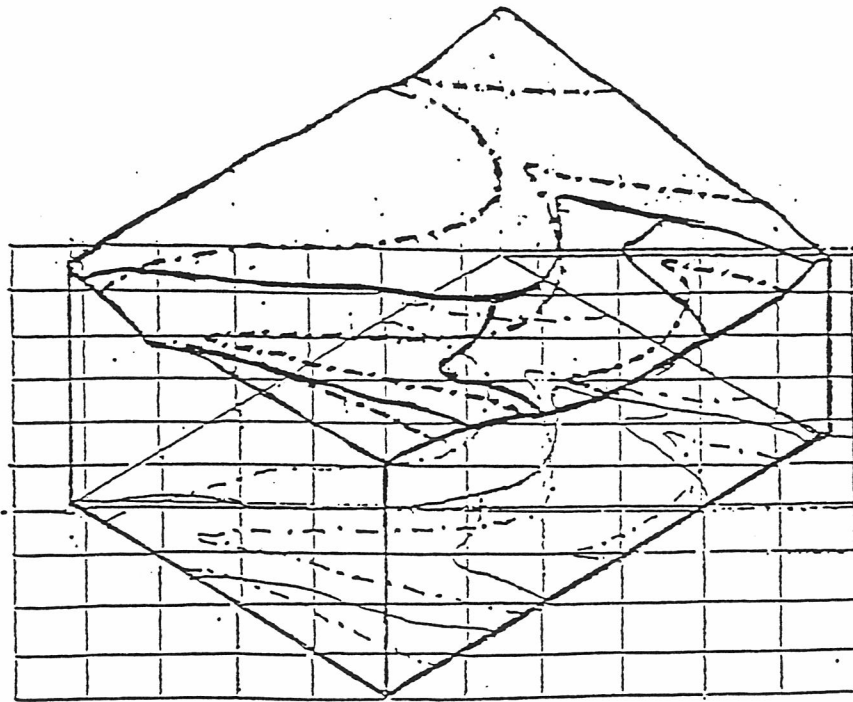


Fig. 206

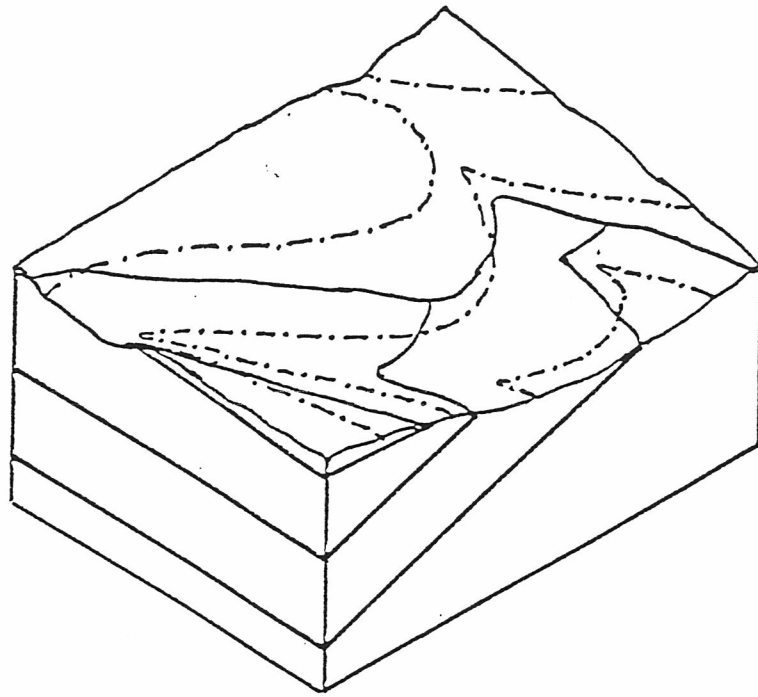


Fig. 207

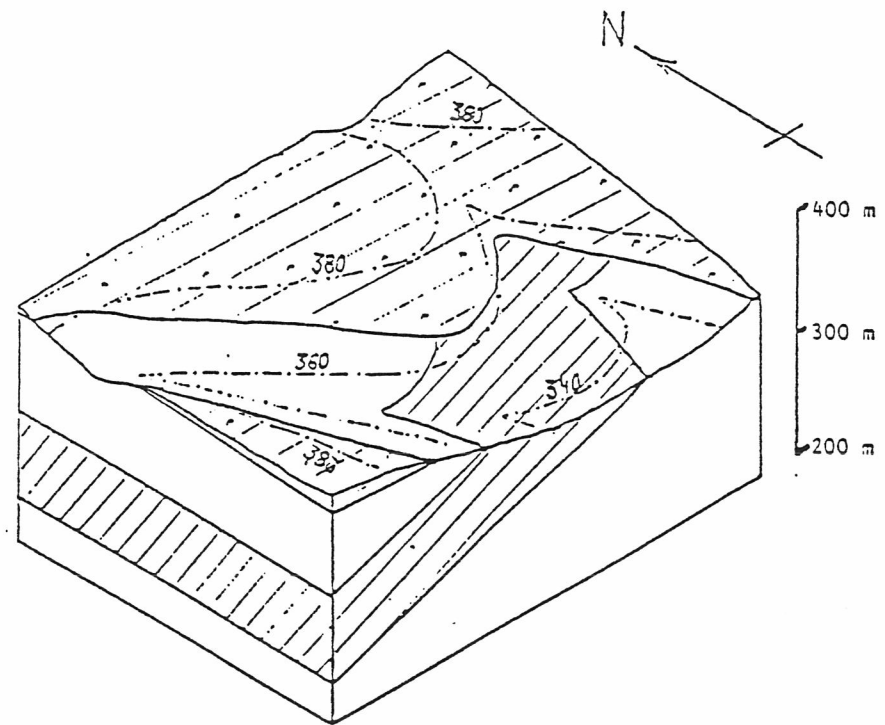


Fig. 208

Bibliografia.

- **Topografia Geral** - A. C. Xerez - Técnica IST (1959).
- **Geologia Cartográfica** - J. A. Martínez Alvarez - Paraninfo SA (1981).
- **Dialogo com La Tierra** - Hans Closs - Versão Espanhola de J. G. Llarena (1962).
- **Geological Maps** - Brian Simpson - Pergamon Press (1968).
- **Topografia** - ISEP - Segundo lições de Pinto Ferreira.
- **Manual de Geologia Estrutural** - FCUP - Frederico S. B. (1990).
- **Apontamentos sobre o uso da Projecção Estereográfica em Geologia Estrutural** - Carla K. e José Brandão Estrutural - Assoc. Estudantes FCL (1981).
- **Elementos de Cartografia** - Carla K. e José Brandão - Assoc. Estudantes FCL (1980).
- **Curso de Geologia Aplicada** - Carlos M. N. Madureira - FEUP - Dep. Minas (1962).