

# GEOLOGIA 2 E PRINCIPI DI RILEVAMENTO GEOLOGICO - SECONDA PARTE -

DOCENTI:  
GIAN ANDREA PINI  
LORENZO BONINI



# LEZIONE 3

- **Inclinazione reale ed inclinazioni apparenti di un piano**
- **Relazioni tra lo spessore degli strati e l'ampiezza del loro affioramento**

Misura dello spessore

- **Spessori apparenti di una formazione**

# Inclinazione reale e inclinazione apparente

Come già sappiamo, l'inclinazione di un piano  $\pi$  è il valore dell'angolo acuto ( $\alpha$ ) che  $\pi$  forma con un qualunque piano orizzontale ( $o$ ). La fig. 1 mostra che  $\alpha$  è misurato nel piano verticale  $v$  parallelo all'immersione di  $\pi$ , ovvero nel piano verticale la cui direzione è ortogonale alla direzione di  $\pi$ .

Se prendiamo ora in considerazione (fig. 2) un piano verticale  $v'$  con direzione diversa da quella di  $v$  (ad esempio il piano verticale passante per A, D, B, la cui direzione forma un angolo  $\varphi$  con la direzione di  $\pi$ , l'intersezione tra  $v'$  e  $\pi$  è data dalla retta passante per i punti D, B: la sua inclinazione  $\beta$  è minore di  $\alpha$ . Questa inclinazione è detta **apparente** in contrapposizione a quella misurata nel piano  $v$ , che ricordiamo essere definita come inclinazione **reale**, detta anche più semplicemente inclinazione.

Al limite estremo, l'intersezione tra  $\pi$  ed un piano verticale  $v''$  avente la stessa direzione di  $\pi$  sarebbe una retta orizzontale parallela alla direzione di entrambi i piani e la sua inclinazione sarebbe perciò nulla (Fig. 3).

Possiamo pertanto definire come inclinazioni apparenti del piano  $\pi$  tutte quelle rette di intersezione tra  $\pi$  stesso e tutti i piani verticali la cui direzione non sia ortogonale a quella di  $\pi$ , ricordando che è sempre:

$$0^\circ \leq \beta < \alpha$$

e che, ovviamente, noti due dei tre angoli  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\varphi$ , deve sempre essere possibile ricavare il terzo.

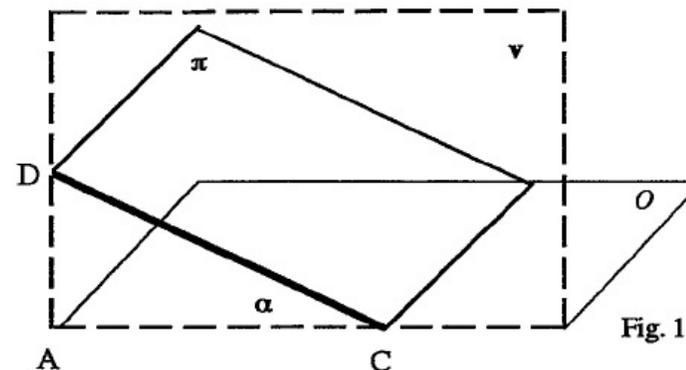


Fig. 1

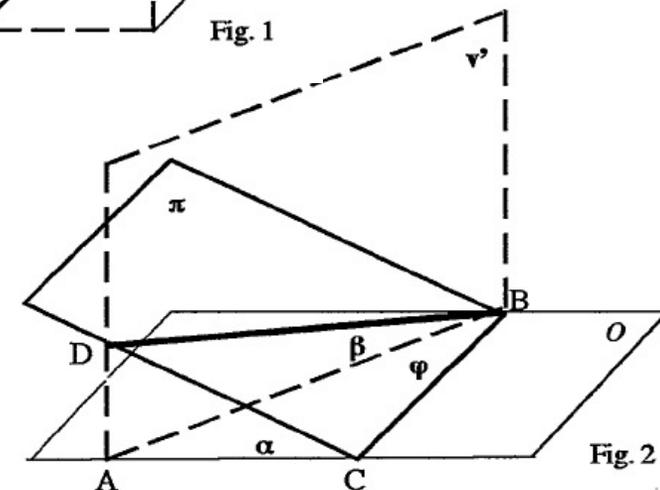


Fig. 2

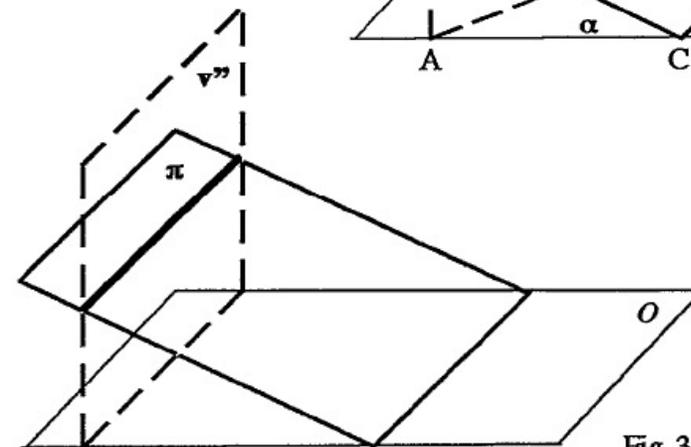


Fig. 3

# Inclinazione reale e inclinazione apparente: metodi

Tra i numerosi metodi disponibili a tale scopo si ricordano i seguenti.

1. Equazione trigonometrica che correla i valori di  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\varphi$ , facilmente ricavabile dalla Fig. 2.

$$\text{tg } \beta = \text{tg } \alpha \text{ sen } \varphi$$

2. Direttamente dalla carta geologica, sulla quale siano state tracciate due orizzontali contigue del piano  $\pi$ .

Come già sappiamo, l'inclinazione vera ( $\alpha$ ) del piano è ricavabile dal triangolo delle pendenze (si veda la lezione precedente) mediante la formula:

$$\text{tg } \alpha = \varepsilon/p$$

Nella fig. 1 il triangolo delle pendenze è il triangolo rettangolo ADC, nella quale il cateto AD corrisponde ad una data differenza di quota misurata verticalmente (ovvero  $\varepsilon$ , equidistanza grafica) e l'altro cateto AC corrisponde al passo  $p$ , cioè alla stessa differenza di quota misurata lungo la retta che rappresenta la direzione del piano verticale  $v$ .

Analogamente, se si misura la distanza (AB in fig. 2) tra due orizzontali contigue lungo la direzione del piano  $v'$ , il quale forma un angolo  $\varphi$  con la direzione di  $\pi$ , si otterrà un valore  $p'$  del passo e l'inclinazione apparente  $\beta$  si troverà mediante la formula:

$$\text{tg } \beta = \varepsilon/p'$$

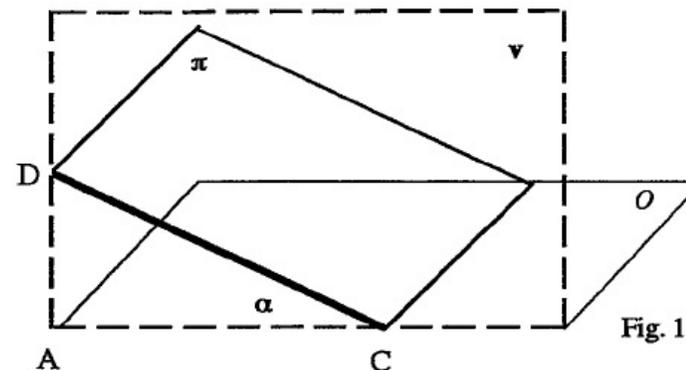


Fig. 1

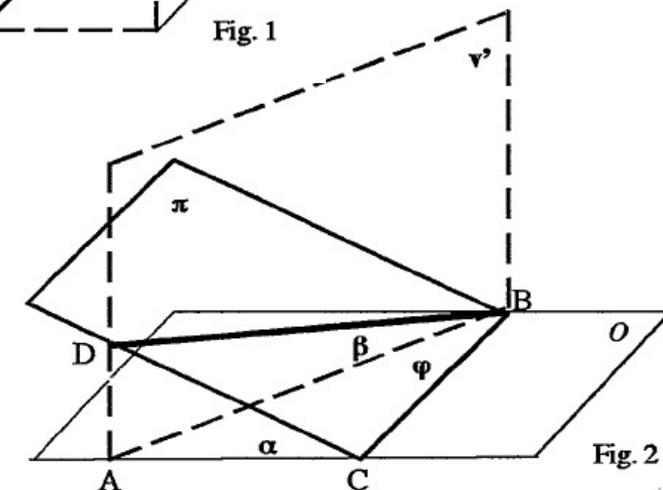


Fig. 2

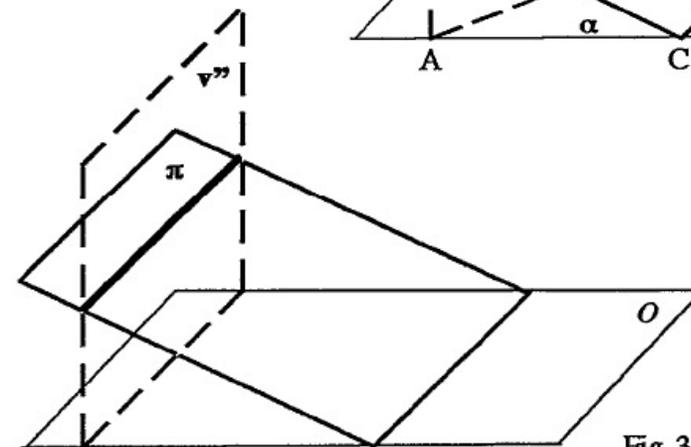


Fig. 3

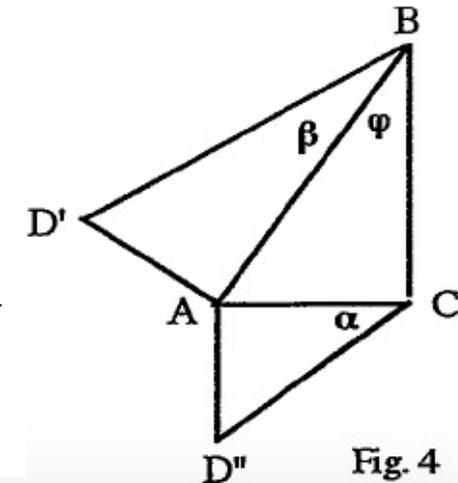
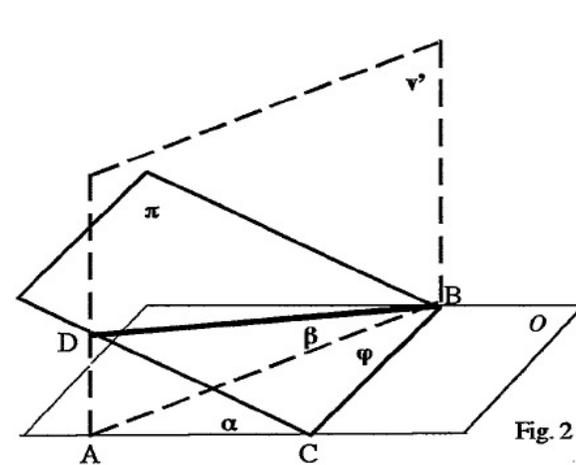
# Inclinazione reale e inclinazione apparente: metodi

Tra i numerosi metodi disponibili a tale scopo si ricordano i seguenti.

## 3. INCLINAZIONE RELATE DA QUELLA APPARENTE

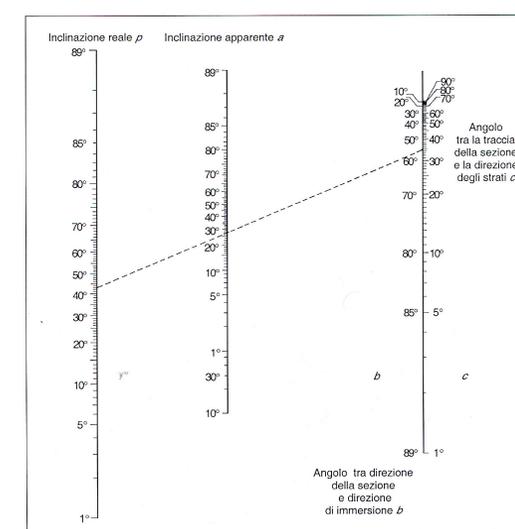
Mediante costruzione grafica (fig. 4) che consiste nel ribaltare i triangoli ADB e ACD sul piano orizzontale, ruotandoli in senso antiorario attorno al lato che già giace sul piano orizzontale:

- Si ricostruisce il triangolo ABC (lunghezza BC a piacere);
- Si riporta  $\beta$  in B e si manda da A la perpendicolare ad AB, Trovando D';
- Da A si traccia il segmento AD''=AD' perpendicolarmente ad AC;
- Si misura  $\alpha$ , formato da AC con CD''

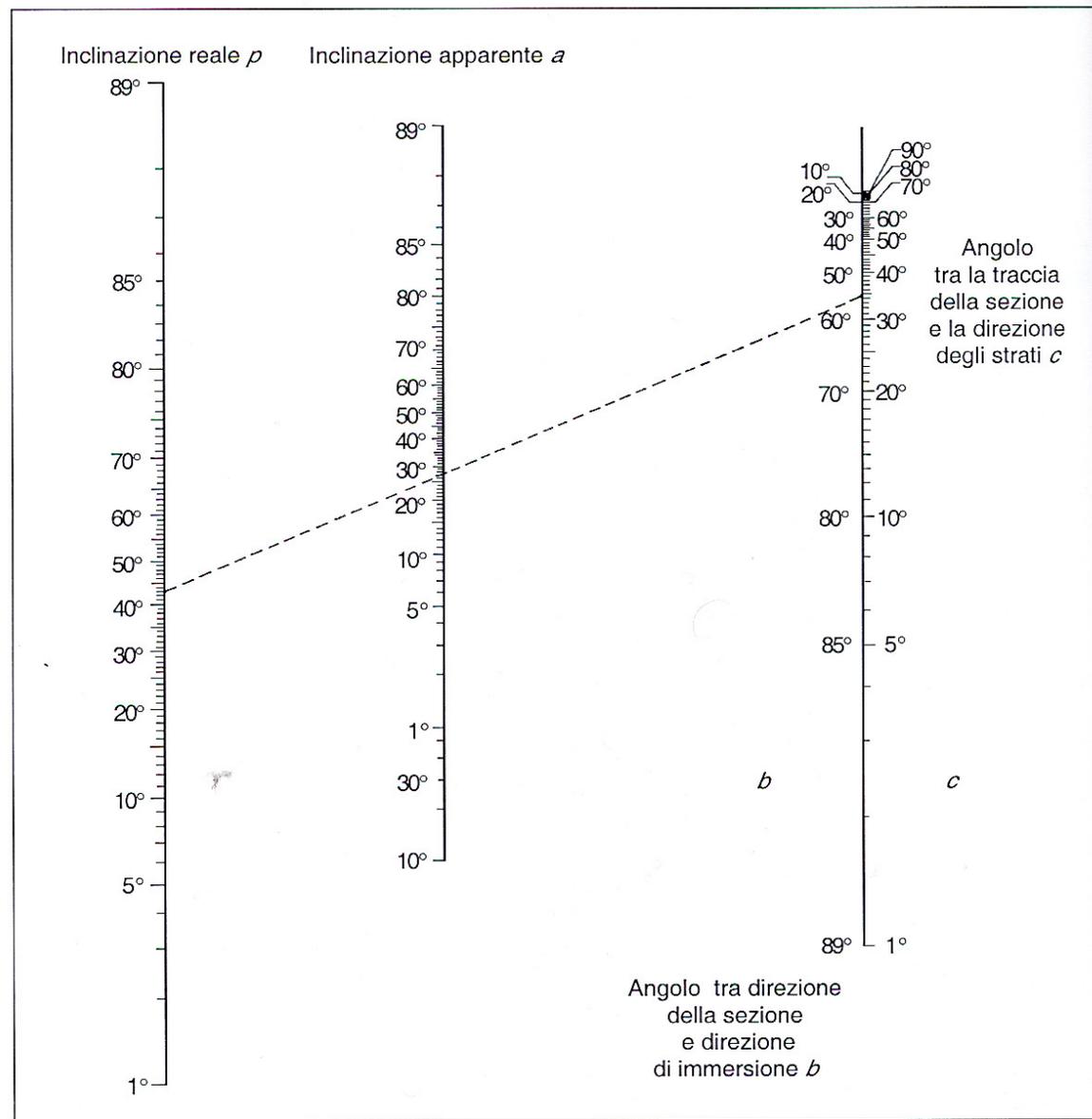


4. Facendo ricorso ad abachi.

5. Mediante proiezioni stereografiche (che vedremo in seguito)



# Inclinazione reale e inclinazione apparente: metodi



# Relazioni tra lo spessore degli strati e l'ampiezza del loro affioramento

Data una formazione delimitata da due specifiche superfici piane e parallele, dette base e tetto, il suo **spessore** o **potenza** ( $t$ ) detto anche **spessore reale** o **spessore ortogonale** (inglese **thickness**), è la distanza minima che separa il tetto dal letto ( $e_n$  in Fig. 5). La stessa fig. 5 mostra che l'ampiezza dell'affioramento ( $l_1$  e  $l_2$ ) dipende da:

- Spessore reale della formazione (Fig. I);
- Inclinazione della formazione (Fig. II);
- Inclinazione del pendio topografico (fig. III).

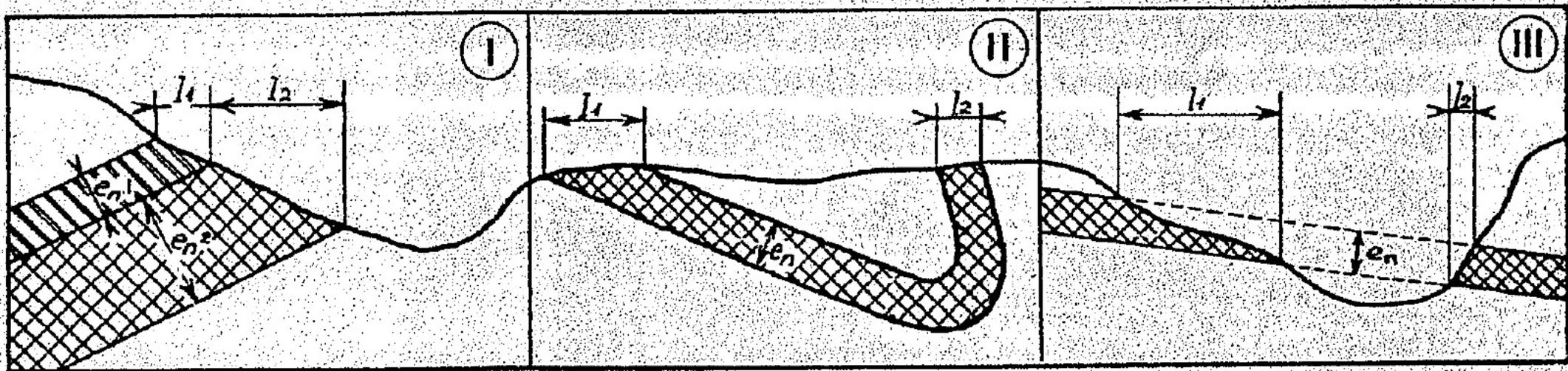


Fig. 5

# Misura dello spessore

Lo spessore reale può facilmente essere ricavato da una carta geologica sulla quale base e tetto siano rappresentati dalle rispettive linee di affioramento (limiti), trovando lo spessore verticale ( $v$  = distanza tra tetto e letto), oppure lo spessore orizzontale ( $h$  = distanza minima tra base e tetto misurata su un piano orizzontale).

Dalla fig. 6 risulta infatti che se  $\alpha$  è l'inclinazione della base e del tetto, lo spessore  $t$  è dato da:

$$t = v \cos \alpha \text{ oppure } t = h \sin \alpha$$

Lo spessore verticale  $v$  si trova tracciando un'orizzontale del piano di base e cercando a quale quota essa interseca la linea di affioramento del piano di tetto. La differenza di quota (espressa in metri) è il valore  $v$  cercato.

Ad esempio, se l'orizzontale di quota 400 della base incontra la linea di affioramento del tetto in un punto avete quota 725, lo spessore verticale della formazione è pari a 325 metri.

Lo spessore orizzontale  $h$  si trova tracciando un'orizzontale del piano di base e l'orizzontale avente la stessa quota del piano di tetto e misurando quindi direttamente sulla carta la distanza minima che le separa.

Ovviamente il valore misurato dovrà essere ricalcolato in funzione della scala della carta. Ad esempio, una distanza di 1,2 cm misurata su una carta avente scala 1:100'000, corrisponderà ad unno spessore orizzontale pari a 1200 metri.

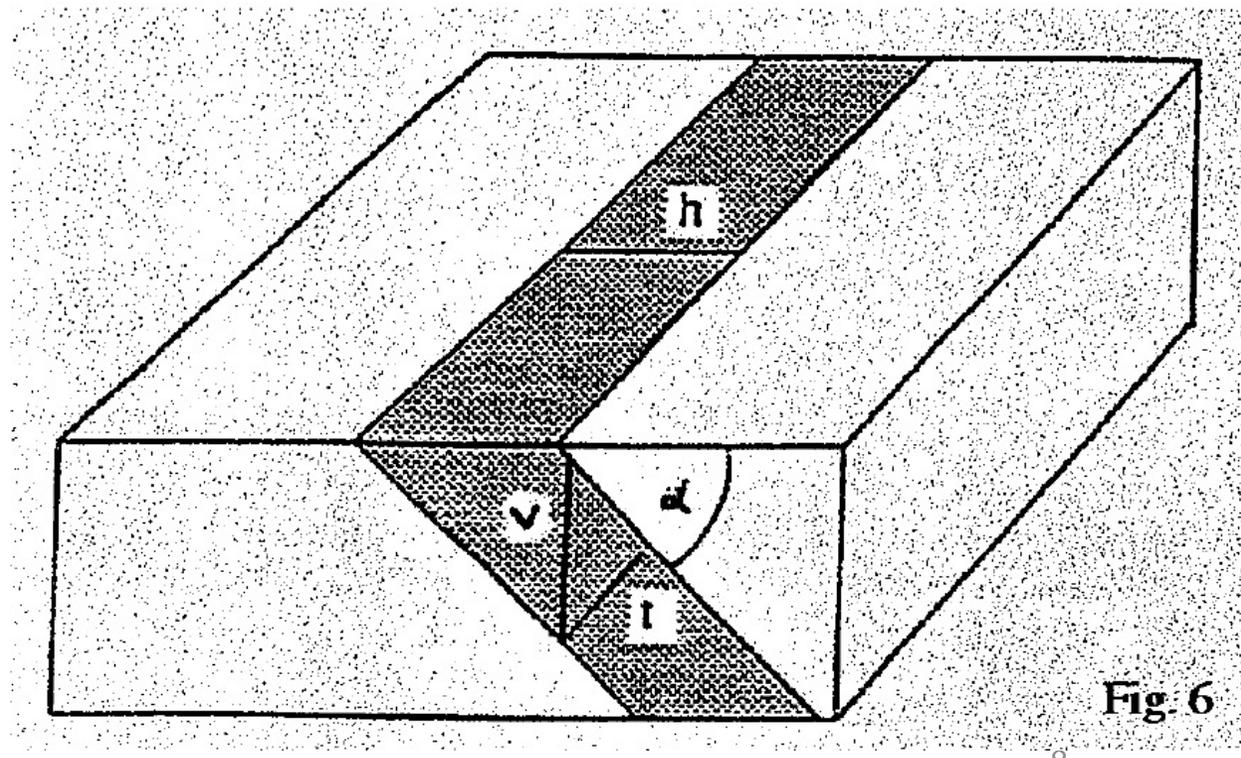


Fig. 6

# Spessori apparenti di una formazione

La fig. 6 mostra come lo spessore reale debba essere misurato in quella che potremmo definire la sezione verticale canonica, parallela all'immersione dei due limiti (e quindi ortogonale alla loro direzione). Si è d'altra parte anche visto (fig. 2) che quando per la sezione verticale si sceglie un piano avente direzione diversa da quella «canonica», ogni limite vi appare con un'inclinazione apparente, minore dell'inclinazione reale. Pertanto, la misura della distanza minima tra tetto e letto effettuata in una qualunque sezione verticale non canonica fornirebbe un valore dello spessore ortogonale maggiore di quello reale.

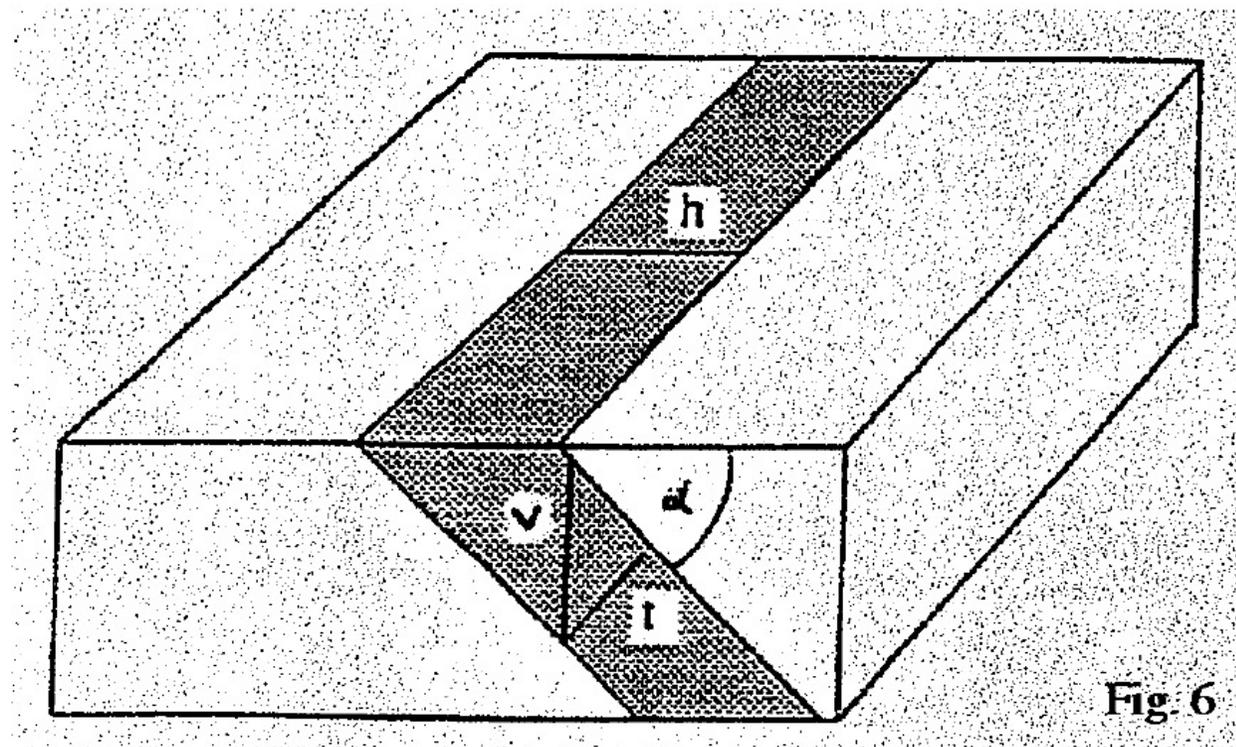


Fig. 6

# Spessori apparenti di una formazione

La fig. 7 mostra una sezione verticale canonica di una formazione delimitata dalla base **b** e dal tetto **t**, paralleli ed immergenti verso est, con angolo  $\alpha$  di inclinazione vera pari a  $45^\circ$ . Lo spessore reale  $s$  della formazione è di 350 m e, di conseguenza, il suo spessore verticale  $v$  è:

$$v = s / \cos \alpha = 495 \text{ m}$$

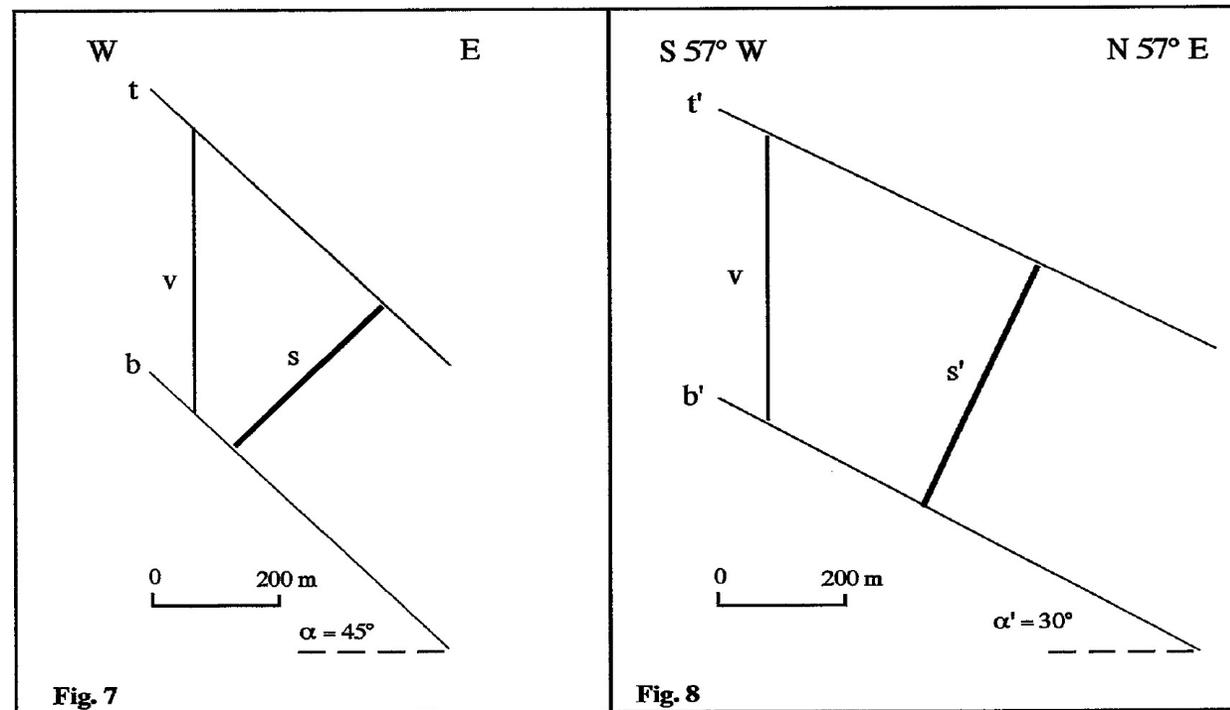
La fig. 8 mostra una sezione verticale non canonica della stessa formazione. Di conseguenza, il tetto ( $t'$ ) e la base ( $b'$ ) vi debbono comparire con un angolo di inclinazione apparente  $\alpha' < \alpha$ , di ampiezza variabile (fino al valore minimo  $\alpha' = 0^\circ$ ) in funzione dell'angolo  $\varphi$  che la direzione dei limiti forma con la direzione del piano verticale. Ad esempio, nella figura è stato assunto che  $\varphi = 57^\circ$  e, di conseguenza, in questo piano il tetto e la base presentano un angolo di inclinazione apparente  $\alpha' = 30^\circ$ . D'altra parte, lo spessore verticale  $v$  della formazione mantiene ovviamente lo stesso valore qualunque sia il piano verticale in cui esso viene misurato.

Perciò, come in fig. 7, anche in fig. 8, è  $v = 495 \text{ m}$ .

Ne consegue che, in questa sezione, lo spessore ortogonale  $s'$  è:

$$s' = v \sin \alpha = 428 \text{ m}$$

Si conclude che lo spessore reale di una formazione corrisponde alla distanza ortogonale minima tra tetto e letto, misurata nel piano verticale parallelo all'immersione dei limiti. In ogni altro piano verticale, la predetta distanza ortogonale risulta maggiore fino ad un valore massimo (misurato nel piano verticale parallelo alla direzione dei limiti) pari allo spessore verticale della formazione stessa.



# Spessori apparenti di una formazione

Di conseguenza, **non si deve ricavare lo spessore reale delle formazioni misurandole direttamente in una sezione verticale NEL CASO IN CUI QUESTA NON SIA PARALLELA ALL'IMMERSIONE DEI LIMITI.**

In questo caso, uno dei possibili procedimenti consisterebbe nel misurare sulla sezione:

- Lo spessore  $s'$  e l'inclinazione apparente  $\alpha'$
- Ricavare dalla carta e dalla sezione il valore dell'angolo  $\varphi$  tra la direzione dei limiti e quella della sezione.

Quindi considerando le equazioni:

$$s' = v \operatorname{sen} \alpha'$$

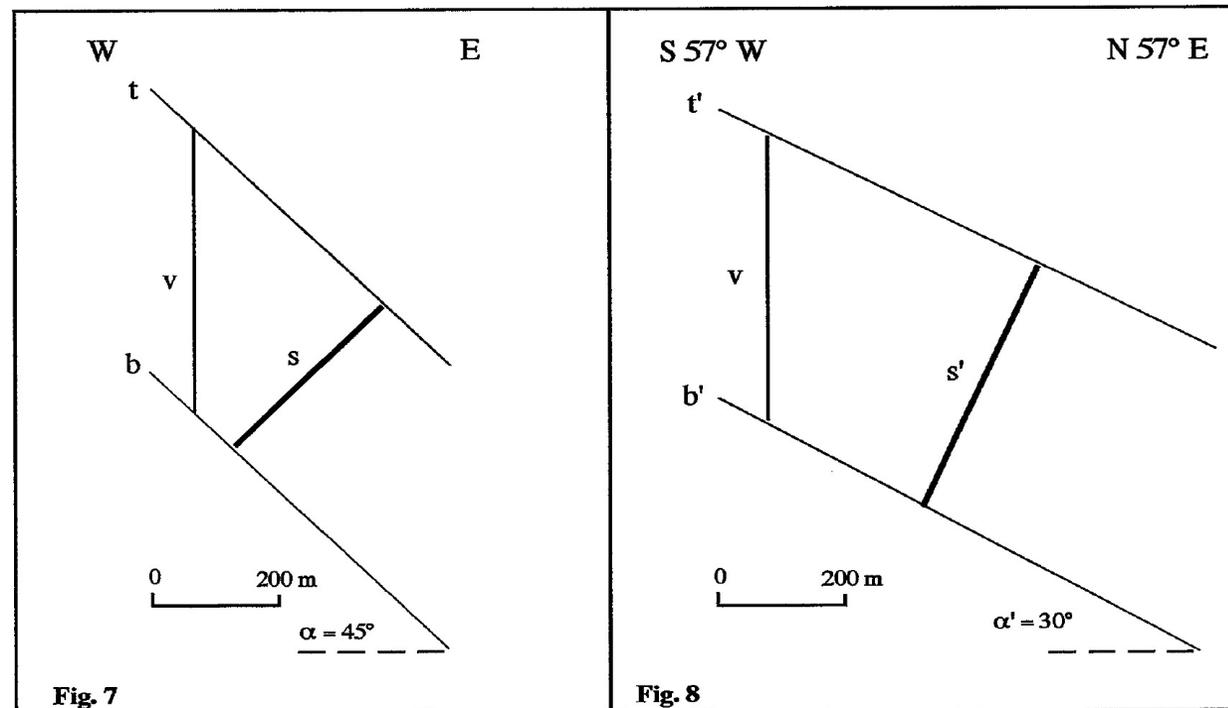
$$s = v \operatorname{sen} \alpha$$

ricavare:

$$s = s' \cos \alpha / \cos \alpha'$$

Infine, ricordiamo che l'inclinazione apparente  $\alpha'$  e quella vera  $\alpha$  sono legate dall'equazione:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha' / \operatorname{sen} \varphi$$



GRAZIE PER L'ATTENZIONE