

RILEVAMENTO GEOSTRUTTURALE

a cura di V. Francani

vincenzo.francani@polimi.it

Indice

1	DIAGRAMMI STRUTTURALI.....	2
1.1	RAPPRESENTAZIONE DEL RAPPORTO STRATO – VERSANTE	5
1.2	INTERSEZIONE DI PIANI	7
1.3	MOVIMENTO DEI BLOCCHI DI ROCCIA.....	7

1 DIAGRAMMI STRUTTURALI

Sono due le scale cui può essere praticata la difesa del territorio: la scala *regionale*, che riguarda i fenomeni di instabilità (frane, dissesti lungo gli alvei di fiumi e torrenti), e la scala *locale*, che fa riferimento a fenomeni di piccole dimensioni ma comunque importanti per la sicurezza (cedimenti lungo le vie di comunicazione ed erosione delle ripe dei corsi d'acqua). Il punto di partenza comune riguarda l'accertamento dei punti in cui avvengono movimenti di rocce oppure di terre. Anzitutto, occorre evidenziare le parti del versante che preoccupano per la potenziale instabilità. Ad esempio, nel versante in Figura si notano porzioni ampie di versante che presentano notevoli alterazioni ed aperture.



Figura 1 – Esempio di versante con evidenti segni di instabilità

L'analisi preliminare della struttura del versante, individuando i tratti e le porzioni a maggiore instabilità, consente di stabilire come si possono muovere i blocchi che formano l'ammasso roccioso. Siccome il movimento viene valutato facendo ricorso prevalentemente alla geometria, occorre trovare un metodo di rappresentazione della giacitura delle superfici di discontinuità che ne consenta la visione di insieme: si ricorre, ad esempio, alla rappresentazione tramite un punto della loro orientazione nelle tre dimensioni. Ciò è possibile facendo ricorso alle *proiezioni stereografiche*, in cui il piano equatoriale di una sfera riporta le coordinate delle linee e dei piani che si vogliono rappresentare (Figura 2). La linea, o il piano, devono attraversare la struttura per intero, passando obbligatoriamente per il suo centro. L'intersezione della linea o del piano con l'emisfero inferiore viene proiettato sul piano equatoriale, dove si ha un reticolo di coordinate che consente di individuare la giacitura.

Nelle proiezioni stereografiche i piani sono rappresentati con degli archi di cerchio, ossia intersezioni del piano passante per il centro della sfera con la semisfera inferiore. Si usano,

pertanto, appositi reticoli predisposti in modo tale da poter costruire tutti i possibili archi di cerchio (*ciclografica*).

Inoltre, la proiezione stereografica, permettendo di rappresentare con un solo punto la giacitura di un piano, consente di riportare la descrizione accurata della geometria delle discontinuità di ogni affioramento, e di valutare quindi le possibilità di spostamento dei blocchi che innescano movimenti di massa più pericolosi per la stabilità della roccia.

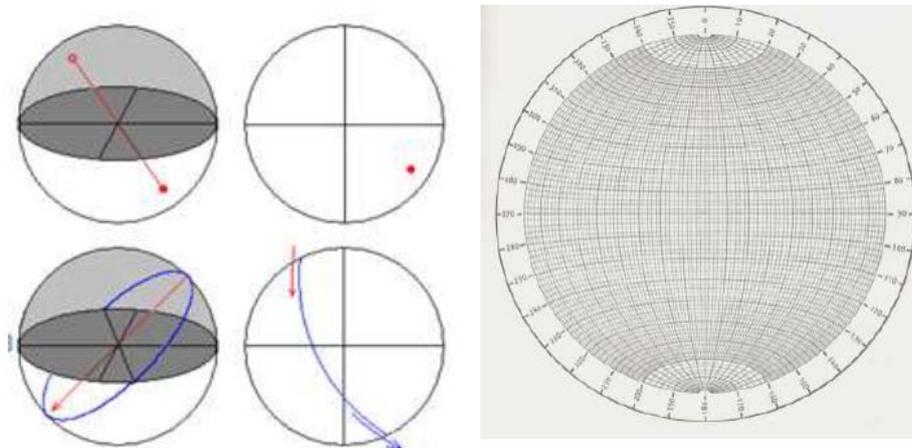


Figura 2 – Schema di proiezione stereografica

La rappresentazione della giacitura con un solo punto è possibile, dunque, ricorrendo ai *diagrammi strutturali*, disegnando, su una proiezione stereografica, i piani che rappresentano le discontinuità di un ammasso roccioso. Ad esempio, avendo una discontinuità che immerge verso



Est con un'inclinazione di 65°, si ha **E65°** (Figura).

IMMERSIONE a EST = $\pi/2$ Nord = 0/360°
Inclinazione 65°

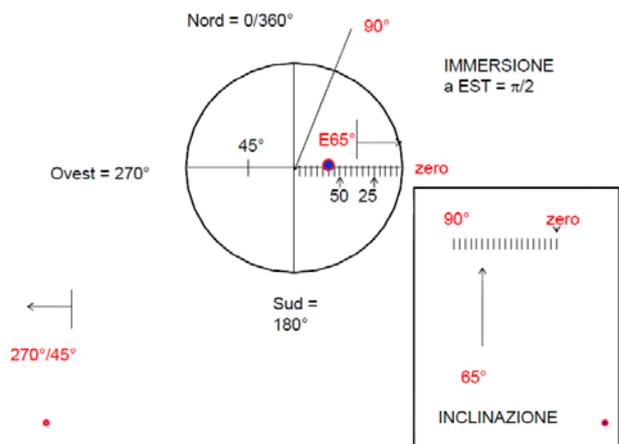
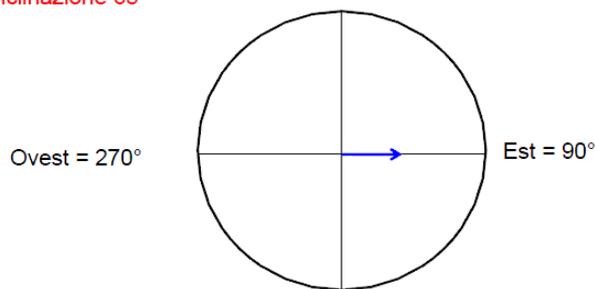


Figura 3 – Ricostruzione mediante un diagramma strutturale di una discontinuità 90°/65°

Un'importante proprietà delle proiezioni stereografiche riguarda le linee dotate della medesima inclinazione: esse, infatti, si rappresentano con punti che si dispongono lungo una circonferenza. Nella Figura si rappresentano le giaciture con inclinazione 0° (orizzontali), 10°, 35° e 60°.

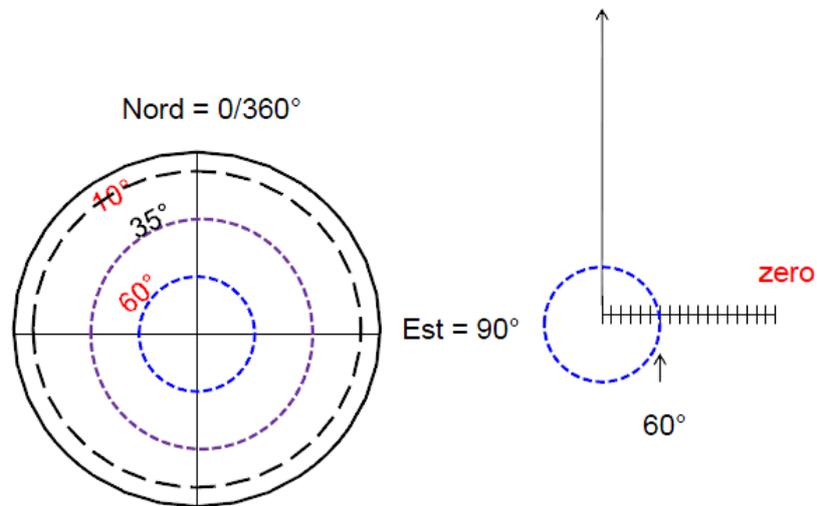


Figura 4 – Giacitura 0°, 10°, 35° e 60°

In maniera analoga è possibile rappresentare le giaciture apparenti, che risultano tutte lungo un arco di cerchio. Ad esempio essendo noto il valore della pendenza apparente a di uno strato che forma un angolo b con l'immersione, per avere l'inclinazione apparente si deve moltiplicare quella reale p per il $\cos b$ secondo la seguente formula: $a/p = \cos b$. Quindi se si prende lo strato immerso ad E con inclinazione 65° per ottenere l'inclinazione apparente si moltiplica semplicemente questa inclinazione (65°) per il \cos di 60°, ottenendo 30° (nella seguente Figura si rappresentano diversi archi di cerchio con esempi di inclinazioni).

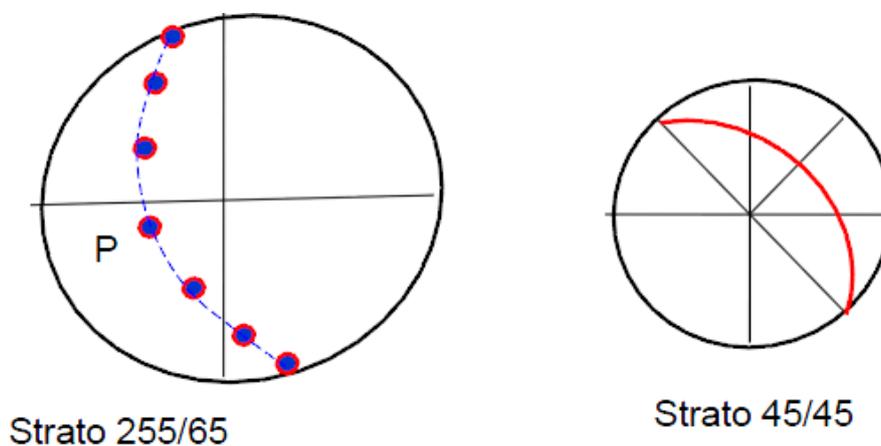
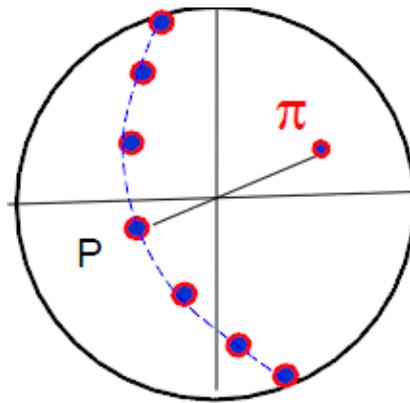


Figura 5 – Esempi di giaciture

Tuttavia, nonostante la semplicità di rappresentazione, esiste ancora un difetto, dal momento che i piani non vengono rappresentati con un punto, ma con un arco. Per rappresentarli con un *punto*, i piani si indicano con il *polo della linea di immersione*, posto a 90° da P lungo la linea di immersione. Per costruire il polo, il punto di partenza è la costruzione della linea ortogonale al piano 255°/65°. Il punto di intersezione con l'emisfera inferiore viene proiettato sul piano equatoriale della sfera. Esso si colloca a 90° dal punto P che indica l'immersione del piano, e si determina calcolando 90° lungo l'immersione. La distanza che corrisponde a 90° è pari al raggio del piano equatoriale (Figura).



Strato 255/65 e suo polo π

Figura 6 – Rappresentazione di una giacitura 255°/65° con il relativo arco di cerchio e il relativo polo. Si noti che il segmento Pp ha lunghezza pari al raggio del cerchio e copre un arco di 90°

1.1 RAPPRESENTAZIONE DEL RAPPORTO STRATO – VERSANTE

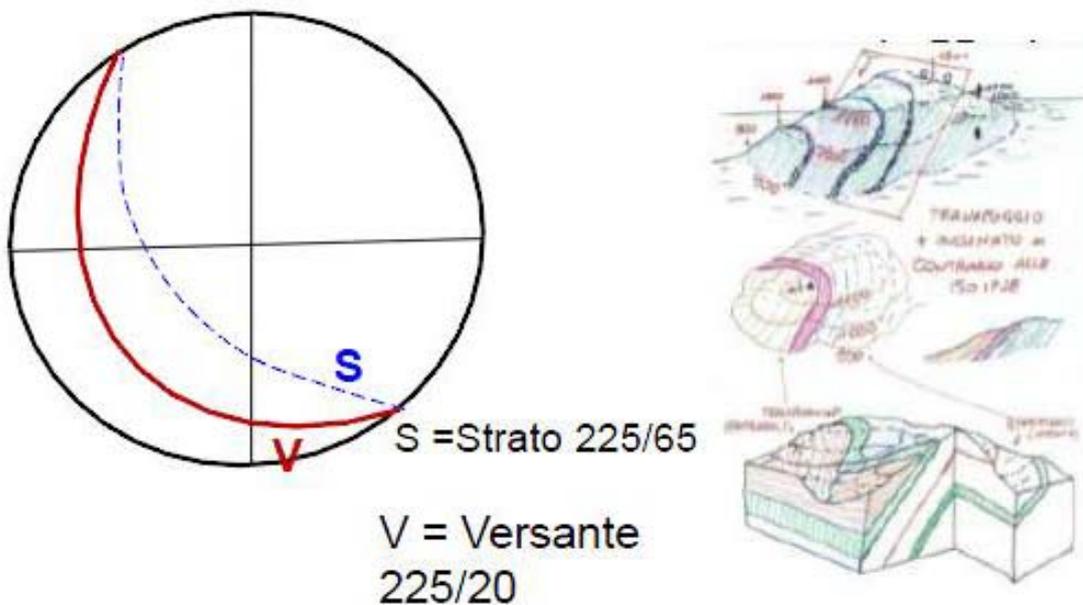


Figura 7 – Strato a franapoggio più inclinato del versante

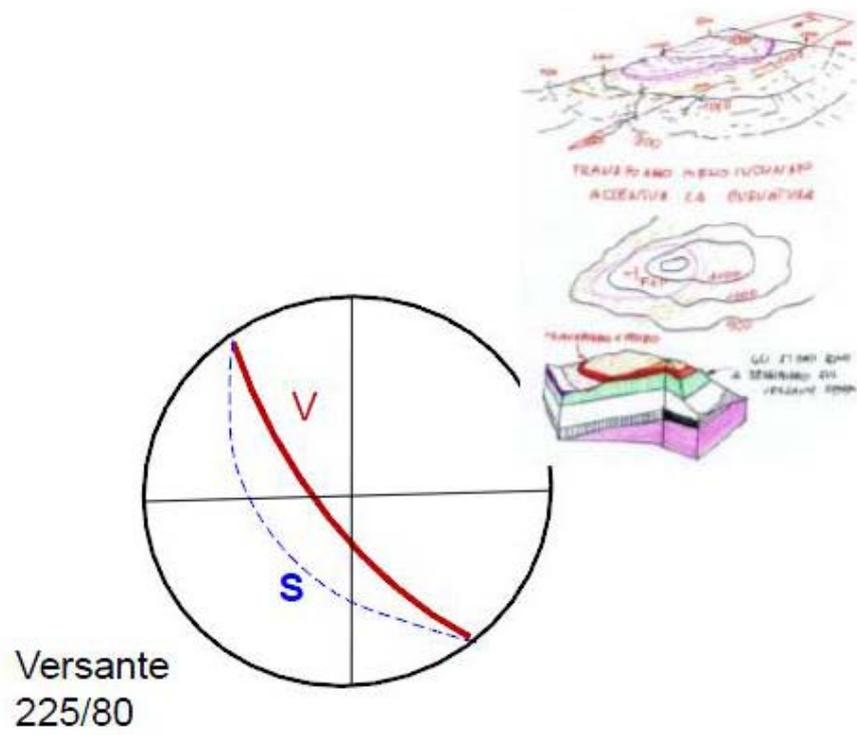


Figura 8 – Strato a frana poggio meno inclinato del versante

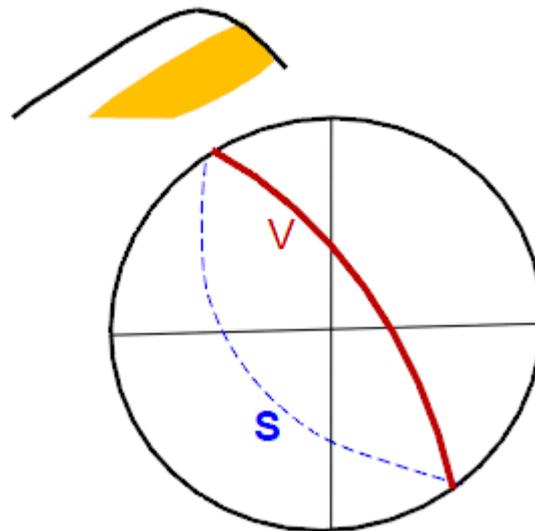


Figura 9 – Strato a reggipoggio

1.2 INTERSEZIONE DI PIANI

L'intersezione dei piani è la linea che appartiene ad entrambi. Nel diagramma d'esempio in Figura , i due piani hanno in comune il centro del grafico e un punto; l'unica retta che passa per entrambi è quella indicata in rosso.

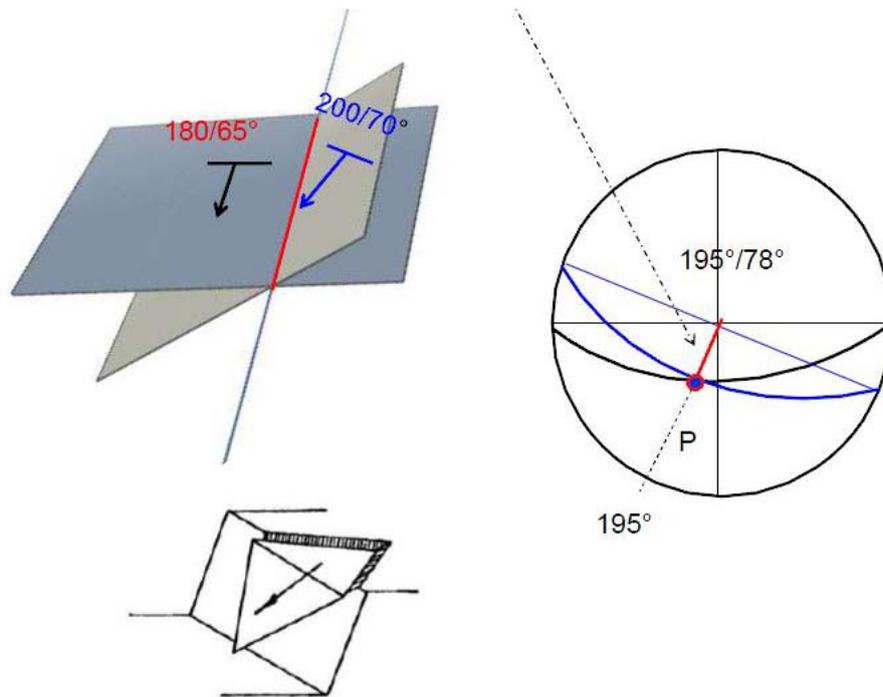


Figura 1 – Esempio di intersezione di piani

1.3 MOVIMENTO DEI BLOCCHI DI ROCCIA

Un oggetto che viene disposto su un piano inclinato di cui si aumenta progressivamente la pendenza, inizia a scivolare quando le forze che trascinano verso il basso superano le forze di attrito che invece ostacolano il movimento. Si definisce *angolo di attrito* ϕ l'inclinazione per cui inizia lo scivolamento. La tangente dell'angolo d'attrito, si definisce *coefficiente di attrito*. Il valore dell'angolo di attrito viene stabilito in laboratorio mediante il Tilt – Test.

Prendendo ad esempio un versante qualsiasi (Figura) a franapoggio con inclinazione maggiore del versante, è possibile riconoscere, all'interno di esso, due forze agenti: la *forza di taglio* $P \sin \alpha$ che tende a produrre lo scivolamento, e la *forza normale*, che invece tende ad ostacolarlo, $P \cos \alpha$. Le forze resistenti nel complesso agiscono come $F_{res} = P \cos \alpha \tan \phi$. Quando le forze agenti superano quelle resistenti, si va incontro a franamento.

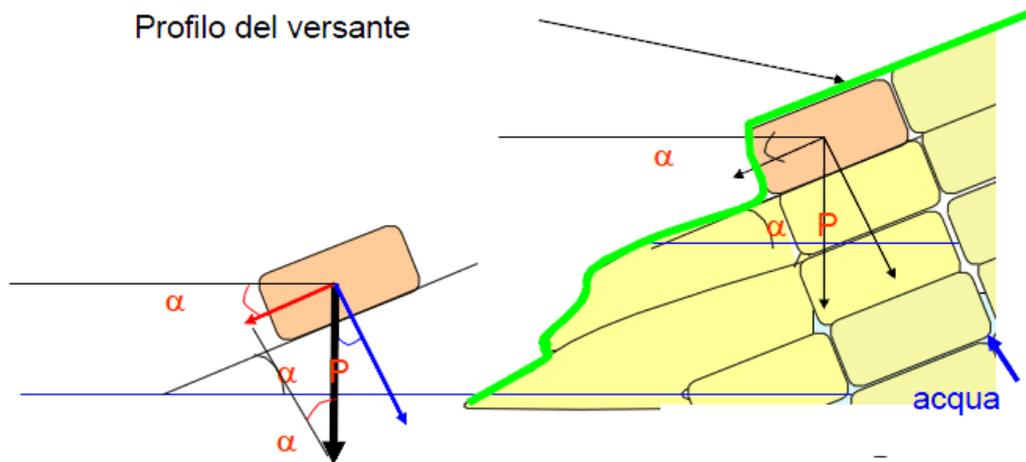


Figura 2 – Schema di un versante con rappresentazione delle forze agenti e delle forze resistenti

Quando tra roccia e blocco di terreno in movimento esistono terreni coesivi come ad esempio l'argilla, che formano un legante capace di trattenere il masso, è possibile garantire l'equilibrio del blocco anche grazie a questa *forza di coesione*.

In presenza di discontinuità a franapoggio con inclinazione minore del versante (frequenti i versanti a strapiombo dove esiste erosione alla base operata da fiumi, torrenti, onde e correnti, Figura), sono possibili casi di scivolamenti di cunei di roccia (Figura).



Figura 3 – Esempi di versante a strapiombo

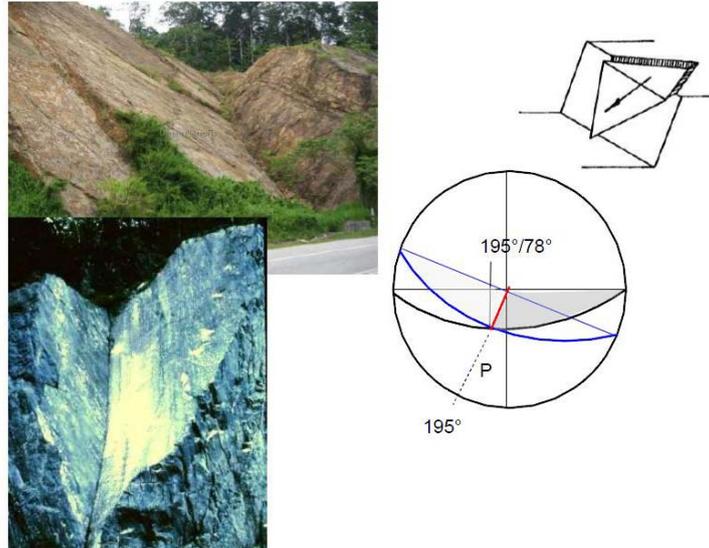


Figura 4 – Scivolamento a cuneo in discontinuità a frana poggio meno inclinate del versante

In alcuni casi è possibile il ribaltamento di blocchi di roccia (Figura).

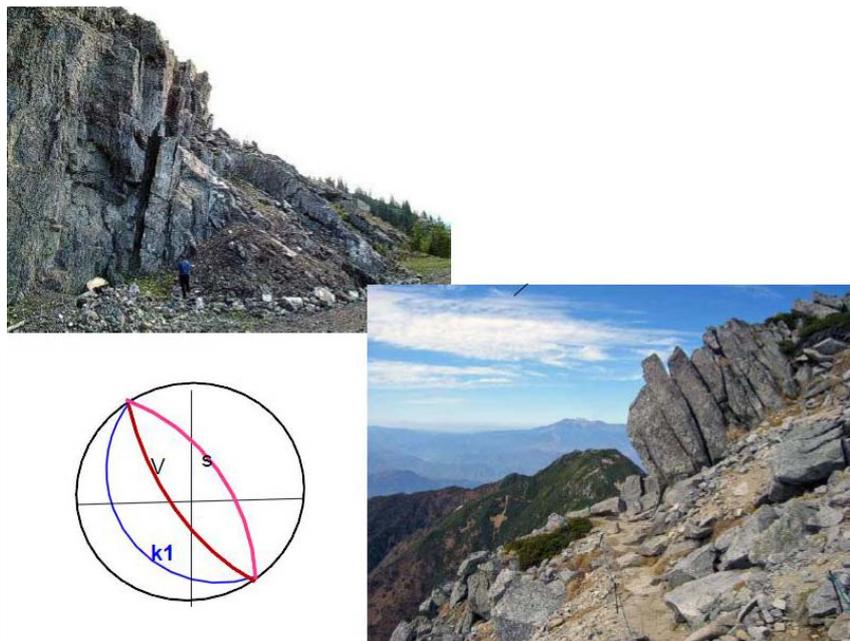


Figura 5 – Esempi di ribaltamenti

La proiezione stereografica quindi consente di riportare la descrizione accurata della geometria delle discontinuità di ogni affioramento e di valutare le possibilità di spostamento dei blocchi che innescano i movimenti di massa più pericolosi per la stabilità della roccia. Essi permettono tale analisi mediante la rappresentazione con un solo punto la giacitura di un piano.