

2. CRITERI STRUTTURALI

2.1. INTRODUZIONE

2.2. NOTIZIE GENERALI PER IL RILEVAMENTO DI ALCUNI TIPI DI ASSOCIAZIONI STRUTTURALI

2.2.1. Basamenti polimetamorfici e coperture metamorfiche

2.2.2. Sovrascorrimenti in coperture non metamorfiche

2.2.3. Sovrascorrimenti per espansione gravitativa tardiva rispetto alle fasi orogeniche principali (e rilasci gravitativi)

2.2.4. Sistemi di fratture, faglie e zone di taglio a livello crostale superficiale

2.3. ELEMENTI STRUTTURALI SIGNIFICATIVI

2.3.1. Geometrie riconducibili alla descrizione di superfici e linee

2.3.2. Elementi planari di origine primaria (SL = superfici litologiche)

2.3.3. Elementi planari di origine secondaria (S1...Sn)

2.3.4. Elementi lineari (L)

2.4. TETTONICI REGIONALI CON SISTEMI DI PIEGHE

2.1. INTRODUZIONE

Vengono qui suggeriti i requisiti principali che uno studio strutturale deve avere a fini cartografici per una scala di rappresentazione del prodotto finale di 1:50.000. La geologia strutturale può contribuire in linea generale all'individuazione di un numero di tappe evolutive nel "continuo" della storia geologica di una regione. Essa ha inoltre come scopo specifico lo studio delle relazioni causali tra geometria, cinematica e dinamica delle strutture geologiche, mettendo in relazione quelle espresse a piccola dimensione con le strutture tettoniche di dimensioni più grandi. Procedendo nello studio dal primo al terzo degli aspetti indicati, il grado di oggettività dell'analisi diminuirà ed aumenterà nel contempo l'interpretazione.

Se si uniscono gli obiettivi generali e specifici, l'analisi strutturale diviene un ulteriore strumento per dedurre l'evoluzione di una catena, quando si confrontino i significati ambientali originali delle associazioni litologiche di ogni elemento tettonico, con la ricostruzione delle traiettorie fisiche percorse attraverso vari livelli crostali durante la storia orogenica.

L'aspetto temporale della ricostruzione tettonica può essere compreso solo attraverso la sottrazione progressiva, all'indietro nel tempo, di eventi la cui traccia geometrica è sovrapposta nello spazio. I criteri dell'intersezione geometrica e della compatibilità dei sensi di asimmetria delle pieghe minori e degli indicatori di movimento rappresentano lo strumento base dell'analisi.

Nell'applicazione si raccomanda la tendenza ad omogeneizzare l'affidabilità dei risultati ponderando la densità di ogni genere di osservazione in funzione di alcuni parametri (percentuale di affioramento, strutturazione tettonica locale e memoria strutturale delle rocce).

Un altro concetto utile è quello legato alla scala di osservazione, sia per la definizione del regime di flusso durante la deformazione fragile e/o duttile (Rutter, 1986), sia per l'individuazione dei domini caratterizzati da deformazione omogenea (vedi ad es. Turner & Weiss, 1963, Cap.2,4,5). È uso comune distinguere tre scale di osservazione (micro-, meso- e macroscopica); tale distinzione non è tanto riferita all'estensione della superficie esaminata, ma piuttosto alla possibilità di eseguire osservazioni spazialmente continue. Nella ricostruzione geometrica di un'area si raccolgono osservazioni principalmente alle scale mesoscopica e macroscopica tentando cioè di creare legami interpretativi tra strutture completamente accessibili allo studio e strutture non osservabili con continuità (scala macroscopica).

Sebbene possa apparire che le tecniche di studio delle rocce deformate siano diverse a seconda che si lavori in domini a prevalente deformazione duttile (pieghe, zone di taglio duttile) oppure a prevalente deformazione fragile (giunti, zone di taglio fragile), è indispensabile ricordare che i due regimi deformativi possono essere stati attivi nella stessa roccia e nel medesimo tempo. Inoltre, durante l'evoluzione tettonica, a un regime prevalente di un tipo, può sovrapporsi un'impronta dell'altro tipo e ciò può avvenire più volte nello stesso ciclo o episodio orogenico. In generale, la ricostruzione del tipo di impronta e del numero di episodi sovrapposti, dedotti dal riconoscimento delle associazioni strutturali è basilare per raggiungere il principale obiettivo della ricostruzione del percorso fisico delle rocce attraverso vari ambienti litosferici (o *livelli strutturali* di Wegmann).

Sul territorio italiano esistono tutti gli esempi di associazioni strutturali, da complesse a semplici. Un termine di estrema complessità è la crosta polideformata di un'orogeno, dove, nelle zone assiali, la ricca preservazione di relitti che memorizzano stadi metamorfici relativi a livelli crostali differenti, è la prova più chiara della polifasicità degli eventi tettonici. Un'associazione strutturale più semplice è rappresentata dalle aree marginali della catena, traslate, ma a stratigrafia conservata.

Ogni segmento di catena conserva spesso un'impronta dominante che può obliterare più o meno completamente le tracce di precedenti episodi tettonici. L'attribuzione di un'impronta strutturale prevalente ad un segmento specifico può costituire tuttavia una semplificazione ideale. Al fine della completezza si dovrà mettere in chiaro se l'impronta indicata come

caratterizzante sia in realtà la sola esistente, oppure se lo studio sino ad allora eseguito ne abbia messe in evidenza altre, la cui analisi non è stata ancora approfondita. Si dovrà in altre parole chiarire se e quale impronta strutturale sia stata privilegiata durante il lavoro, o se sia stata decifrata un'intera successione di impronte tettoniche, ciascuna analizzata a gradi diversi.

I principali domini strutturali che si possono distinguere nel territorio nazionale sono:

- 1) domini di basamento polimetamorfico, con strutturazione polifasica in regime convergente e/o divergente, di età alpina o prealpina (basamento alpino, sardo, calabro-peloritano);
- 2) coperture metamorfiche a falde, con stratigrafia ancora evidente (Apuane, Brianzonese);
- 3) sistemi di sovrascorrimento e/o trascorrenti a vario grado di componente orizzontale (avanfossa esterna ed interna del sistema alpino-appenninico);
- 4) zone di intenso denudamento tettonico attraverso sistemi distensivi listrici (Appennino interno, zona assiale alpina).

2.2. NOTIZIE GENERALI PER IL RILEVAMENTO DI ALCUNI TIPI DI ASSOCIAZIONI STRUTTURALI

Si indicano alcuni caratteri da usare come riferimenti fondamentali quando risulti necessario (nella nota illustrativa) trasmettere al fruitore della carta geologica le ragioni delle proprie scelte nell'individuazione delle unità strutturali. Deve essere chiarito se sono evidenti o preminenti nella delimitazione di una unità strutturale ragioni di omogeneità dell'ambiente petrogenetico primario, che creano manifeste incompatibilità rispetto a gruppi di rocce ora adiacenti, ma obbligatoriamente distanti nell'ambiente pre-tettonico. In alternativa, se le ragioni della delimitazione sono "secondarie", come caratteri metamorfici distintivi, acquisiti durante le traiettorie di traslazione tettonica all'interno della crosta (o della litosfera).

Inoltre in ambiente metamorfico o meno, vale in ogni caso esplicitare quale impronta strutturale sia impressa sulle superfici e/o rocce che delimitano i margini dell'unità strutturale (cataclasisi, miloniti, tettoniti particolari). La strutturazione interna di un tratto di una successione tettonica o pila di falde di ricoprimento può essere a volte così peculiare da suggerire l'applicazione di un'ulteriore distinzione rispetto al resto della successione tettonica; si suggerisce in questo caso di circostanziare le ragioni che ci inducono ad applicare questo tipo di distinzione.

In un sistema strutturale deformato in regime fragile e, più in generale, nel dominio superficiale delle coperture sedimentarie non metamorfiche, per unità tettonica si intende un corpo geologico di estensione ed ampiezza da ettometrica a plurichilometrica, delimitato da piani o superfici meccaniche di natura tettonica.

Le unità tettoniche sono elementi costitutivi individuali, cioè le singole tessere del mosaico tettonico complessivo di ciascuna unità stratigrafico-strutturale di significato regionale. Le unità tettoniche possono rappresentare elementi significativi dell'evoluzione strutturale e cinematica della zona di studio: esse possono trovare origine dall'evoluzione stratigrafica e strutturale antecedente ed essere per gran parte determinate da questa eredità. Queste unità possono essere infatti locali strutture tettoniche originatesi in seguito alle inversioni strutturali e cioè prismi sedimentari sintettonici degli eventi distensivi (*rifting* intracontinentale tardo-paleozoico, del Norico-Lias, del Terziario) che sono stati rimobilizzati dalla tettonica transpressiva o dai sovrascorrimenti susseguenti. Ma anche i sistemi strutturali compressivi possono venire rimobilizzati da processi distensivi successivi, con inversione degli accavallamenti e delle faglie inverse ad opera dei dispositivi strutturali distensivi, come le associazioni di faglie normali listriche e/o "a domino" ed i loro sistemi di faglie trasversali di trasferimento.

Di particolare interesse possono essere i legami tra gli elementi strutturali locali (faglie maestre listriche, fronti di accavallamento, faglie di trasferimento ai sistemi di embricazione o

ai sistemi distensivi) e la sedimentazione sintettonica. La tettonica locale è quasi sempre ben "registrata" all'interno delle successioni stratigrafiche penecontemporanee ai movimenti tettonici, ove presenti e conservate. Lo studio di questi rapporti, associato ad analisi mesostrutturali di grande dettaglio, consente di ricostruire la storia strutturale e cinematica delle unità tettoniche, di individuare gli intervalli deformativi che hanno determinato l'assetto definitivo di ciascuna unità tettonica e di riconoscere i legami stratigrafici, strutturali e cinematici con le unità adiacenti.

2.2.1. Basamenti polimetamorfici e coperture metamorfiche

La prima operazione in uno studio strutturale di questo tipo è la valutazione dei recenti risultati di letteratura alla scala regionale sullo studio del metamorfismo. Essa permetterà l'aggiornamento della delimitazione di volumi (unità tettonico-metamorfiche) di provenienza ambientale crostale o litosferica diversa. In modo analogo si verificheranno le indicazioni degli ambienti di deposizione che caratterizzano le unità tettoniche costituite da rocce a protoliti sedimentari franchi (coperture oceaniche, di fossa, di margine, continentali), nonché i dati cronostratigrafici che possono imporre limiti di età agli episodi deformativi (sostanzialmente la componente traslativa, in questo caso). Nel caso di protoliti non sedimentari, l'ambiente petrogenetico originale avrà pari interesse, sempre allo scopo di riconoscere in prima approssimazione il grado di importanza dei raccorciamenti.

Dovranno essere caratterizzate le impronte strutturali di queste zone, e il momento e la cronologia geometrica e/o assoluta, dell'accoppiamento tettonico con altre zone dotate di una differente storia. Lo stato milonitico di vari orizzonti dovrà essere studiato con attenzione, tentando la decifrazione degli ambienti metamorfici in cui è avvenuta la deformazione milonitica o l'obliterazione di strutture e tessiture più antiche per ricristallizzazione blastomilonitica.

Di particolare significato per la ricostruzione sottrattiva delle fasi tettoniche regionali che hanno costruito la catena è inoltre la chiara indicazione dello stato di deformazione delle unità tettoniche non metamorfosate che ricoprono interi complessi metamorfici (Nucleo Apuano-Falda Toscana; Zona Brianzonese-Flysch a Elmintoidi) e della zona di contatto tettonico.

Un'accurata descrizione litostratigrafica delle zone strutturali aventi un'impronta caratteristica è essenziale per verificare se a litostratigrafie differenti corrispondano memorie strutturali differenti. Ciò potrà guidare la ricostruzione degli eventi di accoppiamento tettonico (traslativo) tra elementi strutturali di diversa provenienza e favorire la scelta di età stratigrafiche minime e massime delle principali traslazioni.

La rappresentazione congiunta di litostratigrafia e simbologia strutturale dovrà dare risalto grafico ad un numero di livelli guida ed alle principali superfici di contatto tra le varie unità in grado di evidenziare le geometrie della litostratigrafia (*form surface map* = carta delle forme stilizzate delle superfici litologiche principali). La quantità di informazioni puntuali (giaciture di elementi planari e lineari) rappresentate in carta sarà ridotta all'essenziale; la totalità delle misure sarà rappresentata eventualmente in diagrammi sinottici a lato della carta, eseguiti per subaree distinte e omogenee.

La suddivisione finale in subaree verrà compiuta in avanzata fase di conoscenza della struttura; sarà utile tuttavia abbozzare tentativamente la suddivisione già durante il lavoro di terreno. La sintesi delle osservazioni sulle diverse subaree fornirà il quadro geometrico regionale. Una chiara spiegazione di questi argomenti è fornita da Turner & Weiss (1963, pag. 144-193) e da Hobbs *et alii* (1976, pag. 365-375).

A conclusione di uno studio in aree deformate in modo complesso è obbligatorio scegliere quali informazioni sull'evoluzione strutturale rappresentare in carta. La scelta avverrà in modo che la rappresentabilità cartografica delle impronte strutturali successive risulti essenziale e chiara in termini grafici. Ciò può essere attuato disegnando le tracce delle superfici strutturali

dominanti (carta delle traiettorie) e conferirà alla carta una ricca capacità di comunicazione sintetica.

Nel caso i dati siano sufficienti in relazione alla scala, le traiettorie delle foliazioni regionali dovranno essere indicate, dando risalto alle relazioni cronologico-geometriche di intersezione. Nella nota illustrativa verranno ripetute, ampliate e integrate, nel caso non siano esaurienti sulla carta, le indicazioni relative ai principali eventi strutturali accertati. In particolare si suggerisce di dare spazio ai dati a sostegno del legame cinematico tra stato di deformazione ed eventi traslativi (ad es.: specificare quali strutture interne ad un elemento tettonico si sono formate durante il suo sovrascorrimento).

2.2.2. Sovrascorrimenti in coperture non metamorfiche

Nella sovrastruttura non metamorfica di una catena, la traslazione tettonica di unità di copertura non avviene generalmente a corpo rigido, senza deformazione interna. Il rilevamento dei sovrascorrimenti nelle coperture non dovrà quindi riguardare esclusivamente la delimitazione delle varie unità alloctone, ma dovrà evidenziare anche la geometria, tipo e grado di pervasività della deformazione interna del corpo alloctono. Per le strutture a grande scala non esistono particolari problemi in quanto verrà utilizzata l'usuale simbologia. Per le strutture alla mesoscala, più numerose e spesso ripartite in fasce discrete, occorre non perdere l'informazione pur preservando la leggibilità della carta. Ciò potrà essere ottenuto inserendo nella carta geologica solo pochi simboli rappresentativi delle strutture alla mesoscala in un certo intorno, e rappresentando la distribuzione, natura e stile della deformazione pervasiva con simbologie convenzionali e sintetiche nello schema strutturale a margine. Tale simbologia, che non viene per il momento dettagliata, dovrà essere adattata alle particolari situazioni incontrate; a titolo di esempio una sovrimpressione a retino di diversa densità delimiterà sullo schema strutturale le aree caratterizzate da crescente clivaggio di dissoluzione, o da piegamenti mesoscopici via via più serrati, ecc. Nello schema strutturale inoltre una o più frecce indicheranno il senso di trasporto tettonico (quando determinato) per le varie unità alloctone; il tratto che le delimita sarà diversificato (quando possibile) per i margini frontali, laterali o di coda delle unità alloctone.

2.2.3. Sovrascorrimento per espansione gravitativa tardiva rispetto alle fasi orogeniche principali (e rilasci gravitativi)

Quando il carico litostatico dovuto al rilievo supera un certo limite, a causa dell'ispessimento crostale per cause tectogenetiche, o, a scala estremamente locale, per elevata energia del rilievo causata da erosione lineare prevalente, si innescano meccanismi di spreading gravitativo che possono localmente esprimersi mediante strutture che realizzano un raccorciamento ma che accomodano di fatto un'estensione a scala più grande. Questa fase corrisponde al collasso gravitativo della catena a falde e ha conseguenze importanti sull'erosione della sovrastruttura, sulla migrazione verso l'alto dei livelli strutturali sottostanti e sulla esposizione all'affioramento dei complessi metamorfici.

A scala della catena questo fatto comporta che la più recente fase tettonica percepibile sia spesso di tipo distensivo. Essa non si esplica in modo sostanzialmente differente dai sistemi di sovrascorrimento pellicolare, ma non pare dar luogo a sistemi progradanti del tipo *thin-skin tectonics*. Poiché gli studi di questo ambiente tettonico sono di recente applicazione, la loro analisi non darà per scontata la stessa logica interpretativa in uso per i sovrascorrimenti di tipo pellicolare.

A scala del tutto locale l'effetto gravitativo potrà impostare rilasci gravitativi che coinvolgono interi versanti e creste montuose, senza per altro esplicitarsi in una chiara fenomenologia di frana comunemente intesa. Questo provoca la formazione di trincee beanti,

scarpate rivolte verso valle o verso monte (*up-hill facing scarp*, generanti contropendenze) ed altre anomalie topografiche. Queste morfostrutture, se non correttamente interpretate, possono o suggerire locale intensa attività neotettonica, o complicare artificiosamente la geometria di precedenti assetti strutturali. E' evidente l'importanza di un esatto apprezzamento di questa fenomenologia, anche per le implicazioni pratiche e di gestione territoriale che essa comporta.

2.2.4. Sistemi di fratture, faglie e zone di taglio fragili a livello crostale superficiale

Le zone a principale impronta traslativa trascorrente o verticale possono, sin dall'inizio dello studio, beneficiare particolarmente dell'esame a diverse scale dei lineamenti tettonici principali (immagini da satellite e foto aeree). Per questi sistemi di deformazione della sovrastruttura crostale deve essere stabilita una relazione spazio-temporale con il complesso dei dati geologici regionali. L'analisi dettagliata dell'interazione tra i sistemi di deformazione locali e l'evoluzione geologica stabilirà una successione di eventi deformativi compresi in un intervallo di età massime e minime. Ciò potrà permettere la determinazione del regime tettonico prevalente a scala regionale.

Particolare interesse dovrà essere rivolto alla stabilità o variabilità nel tempo del regime in atto, sia per quanto riguarda il carattere (compressivo, distensivo o trascorrente) che l'orientazione delle direzioni principali.

La nota illustrativa dovrà riportare l'indicazione bibliografica sui metodi analitici (metodi di studio ed elaborazione degli indicatori cinematici) e chiarire i fondamenti del legame interpretativo tra le diverse scale di osservazione.

2.3. ELEMENTI STRUTTURALI SIGNIFICATIVI

Gli elementi geometrici da rappresentare in carta, sono sia di origine primaria (sedimentaria o magmatica) sia di origine secondaria (tettonica o tettonico-metamorfica).

Seguono alcuni suggerimenti riguardo all'utilizzazione delle strutture più ricorrenti allo scopo di creare una base comune.

2.3.1. Geometrie riconducibili alla descrizione di superfici e linee

Molte strutture possono essere rappresentate compiutamente su una carta utilizzando gli elementi geometrici planari e lineari del *fabric* mesoscopico.

In tutte le associazioni strutturali l'analisi geometrica e cinematica comprendono la descrizione della maglia regionale delle strutture planari e lineari pervasive e del loro significato cinematico e cronologico, seguita dalla loro correlazione spaziale. Il tipo di associazione di strutture mesoscopiche (superfici e linee) e la sua caratterizzazione microstrutturale e/o mineralogica è la base per diagnosticare il livello strutturale nel quale si è realizzata l'impronta deformativa.

2.3.2. Elementi planari di origine primaria (SL = Superfici litologiche):

Va sottolineato il valore dell'indicazione di queste superfici specialmente nelle situazioni in cui esse costituiscono relitti rari e locali, in quanto rappresentano il più antico elemento del *fabric* della roccia. Le principali strutture primarie che forniscono indicazioni sulla geometria di un corpo geologico sono:

Stratificazione: sotto questo termine sono indicati tutti i tipi di partizione interna delle rocce sedimentarie legati a differenze litologiche o di tessitura. Una rappresentazione con colori

diversi potrà utilmente tenere distinte le giaciture inclinate dovute a deformazione tettonica del corpo roccioso dalle clinostratificazioni originarie (es.: margini di scogliere, corpi terrigeni progradanti).

Fabrics sedimentari: tra queste strutture primarie sono importanti quelle che indicano la polarità della deposizione (*younging* = senso di ringiovanimento), come ad esempio: le variazioni granulometriche dovute a sedimentazione gradata, le lamine da corrente, i *ripple marks*, ecc. e/o tutte quelle strutture che forniscono indicazioni sulla direzione di flusso della corrente;

Discontinuità stratigrafiche: anche le disconformità, le discordanze angolari e le paraconcordanze sono superfici importanti che possono essere utilizzate come elementi geometrici di riferimento;

Strutture ignee intrusive: strutture fluidali, partizioni da differenziazione gravitativa (*layering, banding magmatico*) e contatti magmatici (Marre, 1982);

Strutture ignee estrusive: strutture acquisite durante la messa in posto dei corpi vulcanici, siano essi lavici che piroclastici, che riflettono le caratteristiche reologiche del materiale, anche in funzione dell'ambiente di messa in posto.

2.3.3. Elementi planari di origine secondaria (S1...Sn)

Foliazione: è un termine descrittivo, senza connotazioni genetiche, che indica tutte quelle superfici, pervasive alla scala dell'affioramento e/o del campione a mano, definite da discontinuità planari, orientazioni preferenziali dei minerali, variazioni composizionali e mineralogiche. L'associazione strutturale tra queste superfici e le pieghe non sempre è visibile alla mesoscala; ciò dipende principalmente dalla presenza o meno nell'associazione litologica originaria di litotipi con sufficiente contrasto di competenza (viscosità), e dal loro spessore; l'assenza di pieghe visibili alla mesoscala non è quindi un indicatore di differente stile deformativo, tanto più che la maggior parte delle foliazioni rinvenibili alla scala mesoscopica nei domini deformati (qualunque sia il grado metamorfico) è costituita da foliazioni di piano assiale di strutture plicative (ad es.: *fracture cleavage, cremulation cleavage, slaty cleavage*, ecc.; cfr. Hobbs *et alii*, 1976). Frequentemente nei domini metamorfici queste superfici sono costituite da foliazioni di trasposizione, con progressiva riorganizzazione geometrica delle rocce in funzione di elevati gradienti di deformazione. Le foliazioni di trasposizione a differenza della maggior parte delle foliazioni di piano assiale sono costituite in larga parte da superfici preesistenti al piegamento.

La concentrazione della deformazione in fasce ristrette (zone di taglio duttile) porta alla creazione di un ulteriore tipo di foliazione. Questa è una foliazione di tipo localizzato, non pervasivo, nota già da tempo nei margini collisi di avampaese, in associazione strutturale con embricazioni rigide di scaglie di basamento e coperture. La relazione geometrica e cinematica di questa foliazione con le tettoniti circostanti è un argomento fondamentale da chiarire. Una disamina completa sulla nomenclatura e sui tipi di foliazioni è fornita da Siddans (1972), Hobbs *et alii* (1976), Dennis (1979) con bibliografia.

Per il lavoro di terreno si consiglia di non utilizzare termini ai quali viene tradizionalmente attribuita una connotazione genetica, bensì una terminologia puramente morfologica come consigliato da Powell (1979). Solo l'esame microstrutturale può contribuire a indicare i meccanismi prevalenti di genesi della foliazione.

Giunti: sono discontinuità lungo le quali l'entità del movimento non è apprezzabile ad occhio

nudo o comunque non è significativa rispetto alla scala che si considera. L'evoluzione del giunto potrà portare da un lato alla formazione di una vena (mineralizzazione dello spazio intermedio) e dall'altro, in rocce carbonatiche, alla dissoluzione di un certo volume roccioso con formazione di un giunto stilolitico. Per quanto l'interpretazione dei giunti sia in molti casi non univoca o controversa, si consiglia ugualmente la loro analisi, e la loro rappresentazione in stereogrammi o altri diagrammi sinottici da porre a lato della carta o nelle note illustrative. Direttamente in carta saranno indicati soltanto i giunti di importanza regionale (*master joints*) di solito meglio individuabili da foto aerea.

I *master joints* si ricollegano ai lineamenti visibili da immagini da satellite che potranno anch'esse essere utilmente analizzate.

Faglie: superfici di discontinuità lungo le quali si è avuto movimento apprezzabile; su di esse possono essere conservati indicatori cinematici di varia natura ed attendibilità. Lo studio di tali indicatori non dovrà essere trascurato in quanto utile ai fini di stabilire il senso di movimento relativo, le eventuali fasi deformative presenti in una data area e la loro cronologia. Le faglie possono essere espresse da singole superfici di frattura, da famiglie di superfici subparallele e interconnesse, ma cartografabili separatamente, oppure ancora da un'ampia zona cataclastica ove la cartografia di singole superfici a preferenza di altre non ha alcun significato. Per quest'ultimo caso si consiglia di delimitare con un sovrassegno, la cui densità può essere opportunamente dosata, la zona di faglia.

L'esistenza di tali superfici dovrà talora essere dedotta indirettamente da caratteri morfologici (faccette triangolari, elementi topografici allineati ecc.) o caratteri geologico-strutturali (orizzonti di brecce, miloniti, fasce di alterazione, mineralizzazioni, ecc.). I caratteri morfologici potranno talora dare indicazioni o indizi sulla possibile attività neotettonica o carattere sismogenetico delle discontinuità stesse. Le faglie per le quali l'attività neotettonica risulterà accertata potranno essere utilmente distinte con un colore diverso rispetto alle faglie inattive.

Si ricorda inoltre che, essendo l'espressione fisiografica di una faglia il risultato dell'interferenza fra struttura e topografia, il rigetto non va assolutamente dedotto dalla "separazione" di elementi omologhi presenti su spaccati bidimensionali (vedi ad es. Davis, 1984; fig. 9.19, 9.20).

Fronti metamorfici e isograde: Ove la petrologia stabilisca oggettivamente l'esistenza di superfici isograde, esse diverranno parte del fabric megascopico dell'edificio strutturale (vedi capitolo 4).

2.3.4. Elementi lineari (L)

Si distinguono tre principali tipi di lineazione usualmente utilizzabili sul terreno: assi di piegamento, intersezione di superfici, orientazione preferenziale di forma (orientazione preferenziale dimensionale dei minerali = OPD; orientazione preferenziale cristallografica = OPC; oggetti deformati; aggregati di granuli). Alcune delle principali strutture lineari primarie sono caratterizzate da una "polarità di forma" che fornisce indicazioni sulla cinematica attiva durante la genesi della roccia (ad es. la direzione di flusso della corrente deducibile dalle impronte di fondo nelle rocce sedimentarie oppure le direzioni di flusso testimoniate dalle lineazioni minerali nelle rocce magmatiche). Per una trattazione più approfondita si veda ad es. Davis (1984). Lineazioni di origine secondaria particolarmente ricorrenti sono quelle generate dal movimento relativo di blocchi (strie), dall'intersezione tra superfici di diversa natura e le foliazioni di piano assiale. Un esempio di quest'ultimo tipo di lineazioni è rappresentato nei sistemi plicativi dall'intersezione tra superficie piegata e relativa foliazione di piano assiale. Nel caso di piegamento cilindrico, la giacitura di tali lineazioni coincide con quella dell'asse della

piega. Le lineazioni di estensione (*stretching lineations*) sono tipiche di rocce deformate in regime di tipo costrizionale, e correlabili alla direzione di estensione del corpo roccioso; quest'ultima può coincidere o meno con la direzione di trasporto tettonico dello stesso. Si dovranno evidenziare le eventuali relazioni geometriche e concettuali tra le foliazioni e le lineazioni presenti nello stesso corpo roccioso. Si dovrà indicare se la roccia ha un fabric mesoscopico prevalentemente o esclusivamente planare (S-tettonite), lineare (L-tettonite), o una combinazione tra i due (S-L-tettonite).

2.4. TETTONITI REGIONALI CON SISTEMI DI PIEGHE

I sistemi di pieghe devono essere descritti in modo continuo, precisando la natura stratigrafica o tettonica delle superfici deflesse, la loro geometria con distinzione tra antiforimi e sinforimi e se possibile tra anticlinali e sinclinali, l'andamento della traccia delle superfici assiali, e la giacitura degli assi di piegamento (vedi ad es. Ramsay e Huber, 1987, cap. 16). Si sottolinea che, quando il sistema di pieghe non ha superficie assiale verticale, o asse orizzontale, la traccia della superficie assiale non necessariamente coincide con l'azimut della cerniera (asse per le pieghe cilindriche).

La descrizione della morfologia delle pieghe non dovrebbe essere tralasciata, almeno nelle note illustrative; quando possibile, la morfologia potrebbe essere sinteticamente visualizzata in carta utilizzando la simbologia dell'analisi armonica visuale introdotta da Hudleston (1973) (vedi Ramsay e Huber, 1987, fig. 15.14).

In conclusione una carta geologica ricca di questi dati oggettivi potrà resistere all'usura del tempo e dell'avvicinarsi delle interpretazioni. Si raccomanda perciò di evitare quelle forme di rappresentazione che non facilitano il ritrovamento dei luoghi dove sono state effettuate osservazioni chiave (affioramenti strutturalmente significativi) o quelle carte interpretative nelle quali i limiti litologici sono sempre a tratto continuo, cioè dove non vengono usati opportuni simboli grafici per separare oggettivamente l'osservazione dall'interpretazione (grado di affidabilità della rappresentazione: tratto continuo = certo; tratteggio = probabile; punti = possibile). Estremamente chiare sotto questo aspetto sono le carte al 1:50.000 del British Geological Survey.

Nell'elenco di pagina 195 verranno elencate le simbologie degli elementi strutturali che si ritengono indispensabili in una carta alla scala di 1:50.000. Le eventuali spiegazioni sono indicate in *italico*. Per una carta alla scala di 1:50.000, le informazioni di carattere strutturale dovranno utilizzare una simboleggiatura semplice e di lettura il più possibile immediata, favorendo la sintesi grafica dei dati d'orientazione delle strutture sia con diagrammi sinottici di proiezione, sia con l'uso di tracce (o traiettorie) corrispondenti all'andamento medio delle superfici misurate.