

- 4. STRATIGRAFIA E CARTOGRAFIA DEL CRISTALLINO
- 4.1. ASPETTI GENERALI
- 4.1.1. Inquadramento del contesto regionale e impostazione della carta
- 4.2. CORPI INTRUSIVI
- 4.2.1. Obiettivi della rappresentazione cartografica e relativi annessi
- 4.2.2. Denominazione delle unità cartografate
- 4.2.3. Contenuti della carta
- 4.3. AUREOLE METAMORFICHE DI CONTATTO
- 4.3.1. Obiettivi della rappresentazione cartografica e relativi annessi
- 4.3.2. Contenuti della carta
- 4.4. COMPLESSI METAMORFICI REGIONALI
- 4.4.1. Obiettivi della rappresentazione cartografica e relativi annessi
- 4.4.2. Denominazione delle unità cartografate
- 4.4.3. Contenuti della carta
- 4.5. OFIOLITI
- 4.5.1. Obiettivi della rappresentazione cartografica e relativi annessi
- 4.5.2. Denominazione delle unità cartografate
- 4.5.3. Contenuti della carta
- 4.6. RACCOMANDAZIONI SETTORIALI PER LE NOTE ILLUSTRATIVE

#### 4.1. ASPETTI GENERALI

La diversità dei vari tipi di rocce cristalline, il fatto che solo alcune di queste obbediscano al Principio di Sovrapposizione mentre altre rispettino solo quello di Intersezione, le complicazioni connesse con i processi immanenti di deformazione e metamorfismo comportano ovvie difficoltà nella scelta e nell'applicazione del tipo di unità più opportuna per caratterizzare gli oggetti da cartografare.

Nel capitolo 1.3 della parte I, si sono già sinteticamente espresse le ragioni per cui anche nell'ambito del Cristallino possono essere applicati i principi della stratigrafia e in particolare le classiche unità litostratigrafiche (UL). Le ragioni di questa scelta si riconducono essenzialmente all'unitarietà della Stratigrafia ed all'oggettività della classificazione litostratigrafica.

Bisogna però riconoscere che i vecchi codici non avevano approfondito sufficientemente il problema ed anche l'ISG (1976), pur avendo delineato la soluzione in linea di principio, non era riuscita a creare il consenso che tale materia richiede. A seguito della provocazione costituita dal NASC (1983), finalmente la ISSC (Salvador, 1987b) ha approvato un documento organico e completo del valore di guida internazionale, che consente di applicare anche al Cristallino le UL in maniera coerente.

Ciò significa che le UL rappresenteranno e denomineranno oggetti cartografabili quali essi risultano in campagna, prescindendo, per quanto ragionevolmente possibile, da interpretazioni genetiche, cronologiche, evolutive e giacitureali.

Se ciò è chiaro in linea di principio, rimane tuttavia comprensibile che molti geologi del Cristallino trovino oggettive difficoltà nel trattare come UL corpi plutonici e rocce d'alto grado metamorfico.

Valga allora per tutti la norma della cautela e rigore massimi: si riconosca il significato pre-metamorfico solo quando siano disponibili tutti i dati necessari; non si assegni alcun significato stratigrafico pre-metamorfico ad un corpo geologico la cui genesi sia interamente dovuta ad intensi processi metamorfici sin- deformativi. D'altronde nessuno usando o leggendo ad esempio il termine Gneiss di Monte *x* potrebbe arrogarsi il diritto di associare alle relative rocce un significato più specifico di quello implicito nel nome "gneiss" (per es. Arenite di *mm* o Tufite di *mm* o Granito di *pp*).

Rimane aperto, invece, il difficile problema della nomenclatura, che, se per le rocce plutoniche è in qualche modo risolto (IUGS, 1973) e per le rocce ofiolitiche non è drammatico, è spinoso invece per le rocce metamorfiche, per le quali la specifica Sottocommissione IUGS operante sin dal 1985 non ha ancora terminato i lavori. Occorrerà, in sede di coordinamento dei fogli, trovare delle soluzioni accettabili per i nomi delle rocce metamorfiche, tenendo conto dei risultati parziali e provvisori raggiunti finora dalla citata Sottocommissione IUGS; sarà cura e compito di questa Commissione CNR emanare appena possibile istruzioni, schemi di riferimento ed aggiornamenti.

Il complesso di indicazioni qui contenute è alquanto ampio, poiché riguarda corpi ignei intrusivi (*i*), aureole metamorfiche di contatto (*ii*), complessi metamorfici regionali (*iii*), ofioliti (*iv*), quindi rocce di natura e giacitura molto varie e dotate di problematiche molto diverse fra loro e con notevoli articolazioni interne.

La diversa giacitura e la peculiare forma dei rispettivi corpi geologici - che in alcuni casi sono massicci e spesso trasversali alle strutture (*i*), in altri sono stratiformi ma spesso tali che, anche a causa di trasposizioni tettoniche, la Legge della Sovrapposizione non è più rispettata (*iii*), in altri sono trasversali rispetto alle sequenze litostratigrafiche (*ii*), in altri infine possono costituire dei mélanges (*iv*) - fanno sì che la definizione dei singoli oggetti da cartografare non sia ovvia né scevra da problematiche.

Un altro punto da mettere in evidenza fin dall'inizio è l'irrinunciabile intima connessione, soprattutto nei terreni metamorfici regionali, fra rappresentazione cartografica dei caratteri li-

to-petrografici e rilevamento sistematico dei dati strutturali. Non è il caso di occuparsi qui dei criteri di rilevamento degli elementi strutturali, la cui trattazione ha trovato collocazione in altro apposito Capitolo. Ciò tuttavia non deve indurre l'erronea idea che, nella cartografia dei terreni cristallini, gli aspetti strutturali abbiano una collocazione accessoria, marginale o opzionale. Si ribadisce invece, con la massima chiarezza, che un terreno metamorfico non può essere rappresentato compiutamente in una Carta Geologica se ai caratteri strutturali non viene posta la stessa attenzione che si pone ai caratteri petrografici.

In particolare, sarà indispensabile adoperarsi per collegare i dati ottenuti alle diverse scale d'osservazione, da micro- a macroscopiche; e tenere presente che il metamorfismo, come del resto anche il plutonismo, è un processo geologico, la cui rappresentazione nelle carte geologiche non può limitarsi a soli aspetti mineralogico-petrografici. Per soddisfare queste esigenze occorre da parte dei rilevatori adeguata preparazione e specifica sensibilità.

Il rilevatore di terreni cristallini deve possedere una adeguata preparazione anche nelle problematiche e nei criteri di rilevamento delle successioni sedimentarie e vulcaniche poiché, soprattutto nelle aree di basso grado metamorfico, le situazioni e i caratteri pre-metamorfici possono essere ancora ben rilevabili, e la loro rappresentazione cartografica (e/o descrizione nelle note illustrative) è in tali casi indispensabile. Pertanto, i rilevatori dei terreni cristallini devono anche conoscere bene le normative e procedure relative a tutti gli altri tipi di terreni e le problematiche scientifiche che ne stanno alla base.

Riteniamo infine che nei terreni cristallini, il tipo di unità più opportuna per caratterizzare gli oggetti da cartografare è quella litostratigrafica (UL). Essa corrisponde ad un corpo geologico di dimensioni e forma non necessariamente precisati che, per i suoi peculiari caratteri riconoscibili in campagna (eventualmente meglio precisati mediante analisi petrografiche semplici), è cartograficamente distinguibile alla scala del rilevamento (1:10.000) dai materiali rocciosi circostanti. La distinzione di una data UL prescinde quindi da valutazioni di natura cronologica, evolutiva, genetica, giaciturale, ecc.; essa è solo vincolata da una lato alla effettiva possibilità di distinguere la data unità in campagna, e dall'altra ai limiti di rappresentabilità grafica alla scala di rilevamento, eventualmente ricorrendo - ove occorra (ad es., boudins eclogitici, intercalazioni molto sottili ma particolarmente significative) - a ragionevoli esagerazioni o a simboleggiature particolari.

Quanto alla denominazione delle UL, anche per i terreni cristallini non ci si discosta dai criteri di denominazione binaria classici della litostratigrafia. Per la varietà di tipi e complessità di processi è utile in questi casi l'aggiunta al primo nome (quello non topotipico) di un indicatore litologico che invece è sconsigliata per ridondanza nel caso delle rocce sedimentarie. Alcuni suggerimenti specifici sono riportati nei capitoli seguenti.

#### **4.1.1. Inquadramento del contesto regionale e impostazione della carta**

La generale opportunità che il rilevamento cartografico di un Foglio richieda, fin dalle prime fasi di progettazione, uno studio dei criteri di rilevamento in un contesto regionale più ampio delle dimensioni del Foglio, diventa nei terreni cristallini un'esigenza irrinunciabile, dato che le relative fenomenologie hanno, per definizione, uno sviluppo regionale. L'impostazione della legenda, la scelta e le denominazioni delle unità da cartografare, sono tutte operazioni che non possono assolutamente essere compiute nell'ambito ristretto di un Foglio, salvo parziali eccezioni.

D'altra parte, un momento precoce di seria meditazione a scala regionale può prevenire la temuta proliferazione di unità, facilitare correlazioni, e dare ai rilevatori una più profonda consapevolezza dei problemi e delle situazioni.

Buona parte del basamento italiano è costituito da unità complesse e/o largamente alloctone. Diviene quindi necessario impostare la carta secondo criteri tettonici, cioè sulla base dell'assetto regionale delle grandi Unità Strutturali.

Per fortuna, in qualunque regione di terreni cristallini italiani il grado di conoscenza è tale da rendere fattibile, anche se in qualche caso laboriosa, la definizione a priori - salvo rettifiche a posteriori - di un assetto macrotettonico regionale che possa essere condiviso da tutti i gruppi di lavoro operanti nella regione.

Ciò premesso, e fermo rimanendo il fatto che in campagna sono le UL gli oggetti da cartografare, nell'impostazione della carta è necessario prevedere tre ordini di distinzioni.

Le distinzioni cartografiche di primo ordine sono le grandi unità tettoniche (o i sistemi tettonici). Ciascuno di essi dovrà risultare nel suo insieme cromaticamente differenziato rispetto agli altri, pur rimanendo le varie UL che lo compongono chiaramente distinguibili in esso. Va anche precisato che UL litologicamente identiche ma appartenenti a unità tettoniche diverse vanno distinte graficamente con colori o toni diversi. Sistemi e/o unità tettoniche saranno riportate in legenda secondo la successione geometrica attuale dall'alto al basso, precedute dalle rispettive denominazioni e con una sintetica descrizione degli elementi che le caratterizzano.

Le distinzioni cartografiche di secondo ordine, anch'esse da differenziare cromaticamente, sono gli insiemi comprendenti più UL unificate da un comune carattere dominante (ad es. sovrimpronta tettonico-metamorfica unitaria estesa a varie UL litologicamente distinte, oppure unitarietà protolitologica di varie UL distinte per differenti caratteri metamorfici). Per la rappresentazione in legenda di queste distinzioni di secondo ordine si potranno utilizzare caselle multiple o più caselle sottese da un unico titolo. Analoghi insiemi di questo tipo appartenenti a falde diverse saranno differenziati cartograficamente, ed inseriti in legenda all'interno delle falde di appartenenza.

Le distinzioni cartografiche di terzo ordine sono le UL, che però costituiscono, come già detto in precedenza, le unità base del rilevamento di campagna. Si ribadisce la necessità che UL litologicamente identiche appartenenti a unità tettoniche diverse siano graficamente differenziate, con colori o toni diversi.

## 4.2. CORPI INTRUSIVI

### 4.2.1. Obiettivi della rappresentazione cartografica e relativi annessi

Oltre alla ovvia rappresentazione dei limiti del corpo igneo rispetto alle rocce incassanti, la cartografia e i dati a corredo nella legenda e nelle note illustrative dovrebbero fornire i seguenti elementi:

- forma (per quanto possibile in termini tridimensionali) del corpo intrusivo;
- caratterizzazione del suo contatto;
- caratterizzazione petrografica e petrochimica dei litotipi ignei;
- distribuzione areale dei vari litotipi ignei distinguibili in campagna, con il supporto di semplici analisi al microscopio, sulla base delle caratteristiche compositive e/o strutturali e/o giaciture; più precisamente, ogni UL differisce dalle adiacenti per marcate differenze litologiche e/o strutturali, oppure perché ha rapporti di intrusione rispetto ad esse;
- natura dei rapporti geometrici e di intrusione fra i vari litotipi ignei;
- indicazione cartografica simbolica di eventuali aree di concentrazione di inclusi, e caratterizzazione petrografica di tali inclusi;
- dati sul corteo filoniano;
- età del complesso igneo.

### 4.2.2. Denominazione delle unità cartografate

Si useranno almeno due termini. Il primo è, quando possibile, un termine tipologico indicativo della geometria del corpo o, in mancanza, un termine più generale (quindi, a seconda dei casi, batolite, plutone, apofisi, filone strato, lamella, complesso), oppure infine un termine

litologico (termine che può anche essere aggiunto a quello tipologico). Il secondo è un toponimo geografico. Esempi: Batolite Sardo, Plutone Granodioritico delle Vedrette di Ries. Nel caso di complesso ne verrà specificata la natura aggiungendo l'aggettivo plutonico.

#### 4.2.3. Contenuti della carta

La rappresentazione cartografica deve indicare tutti quegli elementi necessari per gli obiettivi sopra elencati, ed in particolare:

- distribuzione areale delle porzioni ignee distinguibili in campagna con il supporto di semplici analisi al microscopio;
- indicazione grafica rappresentativa del corteo filoniano all'interno ed all'esterno del corpo igneo;
- giacitura di eventuali anisotropie lineari e/o planari delle rocce ignee;
- giacitura delle rocce incassanti intorno al corpo igneo;
- estensione dell'aureola termometamorfica (v. paragrafo specifico);
- distribuzione areale degli eventuali effetti di intensa idrotermalizzazione;
- localizzazione delle eventuali fasce cataclastiche e milonitiche.

Nella carta, nella legenda e negli annessi, ogni UL verrà distinta dalle altre mediante differenziazioni cromatiche e/o grafiche, e verrà contraddistinta da una sigla. Va precisato che il colore di base, che è il carattere più visibile in una carta geologica, deve permettere al lettore di riconoscere con immediatezza da un lato l'unitarietà del corpo plutonico, dall'altro le sue principali varietà chimico-petrografiche anche se queste sono disperse in numerosi corpi.

La legenda indicherà schematicamente, per ogni casella, i caratteri petrografici fondamentali che giustificano, per le corrispondenti rocce, la rappresentazione separata dalle altre, con particolare riferimento ai caratteri riconoscibili in campagna.

Si raccomanda di utilizzare, nella denominazione dei litotipi ignei plutonici, i criteri e la terminologia raccomandati dallo IUGS (1973).

In margine alla carta se possibile, e comunque nelle note illustrative, verrà rappresentata una sezione ideale del corpo plutonico (o delle parti di corpo plutonico affioranti nel Foglio), verticale o orizzontale a seconda di quale è più significativa per rappresentare la struttura ignea interna (zonatura, intrusioni multiple, ecc.).

Se, come generalmente avviene, le plutoniti affioranti nel Foglio fanno parte di un maggiore corpo plutonico, sarà opportuno inserire a margine del Foglio quando possibile, e comunque nelle note illustrative, uno schizzo geologico semplificato dell'intero corpo maggiore, esaltando graficamente la parte rappresentata nel Foglio.

Particolare attenzione verrà posta nel tenere ben distinti i corpi plutonici che hanno subito un trasporto tettonico da quelli la cui messa in posto è successiva all'ultima fase di deformazione regionale.

### 4.3. AUREOLE METAMORFICHE DI CONTATTO

#### 4.3.1. - Obiettivi della rappresentazione cartografica e relativi annessi.

La rappresentazione cartografica dovrà fornire elementi che concorrano a meglio inquadrare il contesto della messa in posto del corpo intrusivo intorno a cui l'aureola si è sviluppata. La presenza o meno di effetti termometamorfici, lo spessore dell'aureola, le temperature massime raggiunte, eventuali effetti di circolazione di fluidi, ecc., sono tutti elementi la cui inclusione nella Carta e annessi concorrono al raggiungimento degli obiettivi.

#### 4.3.2. Contenuti della carta

La localizzazione e l'ampiezza dell'aureola verranno indicate con simbolo grafico (in

generale puntini di appropriato colore) sovrapposto ai colori delle UL interessate.

Le corrispondenti litologie prodotte dal metamorfismo di contatto verranno indicate sotto la medesima casella della pertinente UL, con descrizione che segue quella dei protoliti non affetti dal metamorfismo di contatto. Se una zoneografia è cartografabile, si seguiranno i criteri al punto 4.4.1.

#### 4.4. COMPLESSI METAMORFICI REGIONALI

##### 4.4.1. Obiettivi della rappresentazione cartografica e relativi annessi

In generale, e ben consapevoli delle difficoltà che si interpongono al raggiungimento degli obiettivi sottoindicati, con la carta e relativi annessi si dovrà mirare a fornire un quadro sufficiente e rigoroso relativo ai:

- caratteri metamorfici (petrografici e strutturali) e loro significato relativi ai cicli, eventi e stadi effettivamente riconosciuti;
- caratteri pre-metamorfici e loro significato ambientale;
- dati cronologici sul metamorfismo e loro significato.

Rinviando, per quanto riguarda l'importanza dei caratteri strutturali a quanto detto nel paragrafo 4.1.1 e, per quanto riguarda i relativi criteri guida all'apposito capitolo 2 della parte I, focalizziamo ora l'attenzione sui caratteri metamorfici, su quelli pre-metamorfici e sui dati cronologici relativi al metamorfismo.

*Caratteri metamorfici* - Essi notoriamente comprendono elementi petrografici ed elementi strutturali. Tali elementi, per la loro natura e contestualità genetica vanno tutti analizzati congiuntamente o comunque in maniera strettamente integrata, sicché la loro unitarietà genetica sia costantemente tenuta presente in ogni momento operativo. Inoltre, occorrerà adoperarsi per collegare i dati ottenuti alle diverse scale, da micro- a macroscopiche: a tal fine, è essenziale precisare (cosa che spesso si può già fare in campagna) quali minerali costituiscono il layering mineralogico e quale è la loro orientazione in esso.

*Elementi petrografici* - L'obiettivo è quello di fornire tutti gli elementi per la ricostruzione dell'evoluzione termobarica. Tuttavia, poiché i criteri per ricostruire tale evoluzione sono ancora suscettibili di variazioni e perfezionamenti, si dovranno evidenziare i dati analitici (di campagna e di laboratorio) che stanno alla base di tale ricostruzione, senza limitarsi a riportare i valori T, P, ecc. ottenuti. In altre parole, bisognerà sforzarsi di fornire dati che potranno essere utilizzati anche in futuro mediante nuovi criteri di interpretazione dei processi metamorfici (dati petrologicamente e cronologicamente rigorosi sulle compatibilità mineralogiche e sulle zoneografie metamorfiche, dati chimici, dati cronologici, ecc.).

Congruentemente con la problematica e gli indirizzi sopra indicati, sarà opportuno non classificare le varie UL metamorfiche in termini di "tipi di metamorfismo" o "zone di metamorfismo" o facies metamorfiche, ma sarà opportuno e necessario evidenziare nelle denominazioni dei litotipi i minerali espressivi delle condizioni T-P, a prescindere dalla loro quantità modale, e per quanto possibile le peculiarità mesostrutturali. Il ricorso alle facies metamorfiche potrà essere utile, purché nelle note illustrative si indichino anche le compatibilità mineralogiche effettivamente osservate.

In caso di complessi polimetamorfici o polifasici, occorrerà precisare a quale momento di cristallizzazione i caratteri descritti si riferiscono.

Nel definire le zoneografie metamorfiche, particolare attenzione verrà posta alla loro cronologia rispetto agli eventi deformativi. D'altra parte, verrà tenuta in adeguato conto l'eventualità che zoneografie metamorfiche di diversa età siano sovrapposte nella stessa area, determinando effetti vari fra i quali anche quello di non consentire il riconoscimento di alcuna

zoneografia.

Nel caso di presenza di minerali relitti, sarà opportuno fare attenzione alle eventuali peculiarità meso-, micro-strutturali e mineralogiche connesse con tale presenza.

*elementi strutturali* - Rinviano all'apposito capitolo 2 della parte I, per la trattazione sistematica del rilevamento strutturale in regioni metamorfiche, si ritiene indispensabile ricordare anche qui alcuni punti essenziali.

Nell'osservazione a scala mesoscopica (con eventuali integrazioni al microscopio) sarà indispensabile distinguere le anisotropie determinate dalla distribuzione dei minerali ("*layering*") da quelle dovute a orientazioni dei minerali ("*fabric*"), e tener presente che sono possibili tutte le varie combinazioni: 1) rocce senza *fabric* e senza *layering*; 2) rocce con *fabric* senza *layering*; 3) rocce con *fabric* e con *layering*; 4) rocce senza *fabric* con *layering*. Il riconoscimento di tali situazioni è indispensabile per l'interpretazione degli effetti metamorfici regionali, perché ad ognuna di esse corrisponde una storia metamorfica (termica-deformativa) diversa.

Inoltre, sarà utile indicare, in legenda se possibile e comunque nelle note illustrative, quale è l'associazione di strutture prevalenti in ogni UL o in determinate aree (tenendo presente che i volumi caratterizzati da specifiche peculiarità strutturali possono anche assumere forme diverse da quelle delle UL, ed essere a volte discordanti). Particolarmente importante sarà precisare il tipo di anisotropia dominante (planare o lineare), il tipo di foliazione dominante (normale o milonitica), la persistenza in tutti i litotipi degli stessi caratteri strutturali, l'eventuale presenza di strutture a pieghe intrafoliali, i sistemi di zone di taglio duttile, i sistemi di pieghe, i sistemi di vene di estensione mineralizzate. La sovrapposizione geometrica e la compatibilità cinematica di queste strutture rappresentano un elemento puntuale (locale) di cronologia relativa nella storia evolutiva delle metamorfite regionali.

*Caratteri pre-metamorfici* - Occorre distinguere tre casi:

- 1) terreni nei quali esistono sufficienti dati cronologici relativi all'età di deposizione (metasedimenti, metavulcaniti) o di messa in posto (metaplutoniti), e nei quali ovviamente i caratteri pre-metamorfici sono ben riconoscibili e analizzabili;
- 2) terreni per i quali l'età di deposizione o di messa in posto non è nota (o è conosciuta in maniera insufficiente), ma i caratteri pre-metamorfici (natura dei protoliti sedimentari o ignei, polarità della sequenza, significato ambientale, ecc.) sono riconoscibili ed analizzabili;
- 3) terreni la cui età e natura pre-metamorfiche possono essere solo discusse in termini problematici o speculativi.

Ovviamente, i criteri e gli elementi da rappresentare non potranno essere gli stessi nei tre casi sopra contemplati.

Nel caso 1), oltre a rappresentare i caratteri metamorfici nei termini più avanti indicati, sarà necessario fornire tutti quegli elementi cronologici, stratigrafici, sedimentologici, magmatologici necessari a definire la situazione pre-metamorfica e relativo significato paleoambientale, in maniera per quanto possibile simile a quella d'uso in terreni non metamorfici analoghi.

Nel caso 2), per quanto concerne le situazioni pre-metamorfiche:

- nella cartografia e nelle denominazioni delle UL occorrerà limitarsi rigorosamente ai dati sostenuti da ragionevoli prove;
- nella legenda si potranno menzionare in termini esplicitamente problematici (punto interrogativo, ecc.) le età presunte, senza forzatura alcuna, e si dovrà rinunciare del tutto a interpretazioni genetiche, ambientali, ecc.;
- nelle note illustrative si potrà dare spazio, con moderazione, a modelli speculativi, chiaramente presentandoli come tali, e separandoli nettamente dai dati certi.

Nel caso 3) la situazione pre-metamorfica potrà essere trattata solo in termini speculativi, e quindi solo nelle note illustrative, in misura equilibrata, e tenendo conto dell'eventuale plura-

lità di opinioni. Conseguentemente, la denominazione delle UL e la loro succinta descrizione in legenda saranno basate solo sui caratteri metamorfici.

*Dati cronologici sul metamorfismo* - Si tratterà in generale di dati radiometrici tratti dalla letteratura, preesistente o generata ad hoc. Il loro inserimento nelle note illustrative dovrà essere completo, cioè tale che i valori di età siano sempre accompagnati da tutte quelle indicazioni che ne consentano una appropriata valutazione (metodo usato, oggetto analizzato, ecc.). Potrà essere molto utile nelle note illustrative una cartina con i valori di età disponibili, usando simboli diversi per le diverse metodologie. D'altra parte, occorrerà valutare l'opportunità di inserire schematicamente dati radiometrici particolarmente significativi nella legenda.

#### 4.4.2. Denominazione delle unità cartografate

E' necessario distinguere due tipi di UL, quelle con caratteri stratigrafici pre-metamorfici noti e quelli sulla cui natura stratigrafica pre-metamorfica si sa nulla o poco.

(a) Le unità aventi caratteri stratigrafici pre-metamorfici riconoscibili sono di regola rocce di basso grado metamorfico di origine sedimentaria o vulcanica, per le quali si conosce con certezza l'età di deposizione e la loro posizione nella originaria successione stratigrafica. Gli originari tetto e letto possono essere ignoti, per effetti metamorfici o tettonici. Queste unità vanno denominate secondo le normative e la terminologia litostratigrafica delle successioni sedimentarie e vulcaniche con la precisazione che la natura metamorfica risulterà non solo dalle descrizioni in legenda e nelle note illustrative, ma anche dall'aggettivo qualificativo o dal prefisso del termine litologico che potrà far parte della denominazione. Quindi, schematicamente, ogni unità di questo tipo avrà una denominazione costituita da:

- un termine di rango (Gruppo, Formazione, Membro, anche se potranno esserci difficoltà nella identificazione di unità di basso rango), oppure un termine litologico;

- e da un toponimo geografico (es. Arenarie Anchimetamorfiche di Solanas o Formazione di Solanas; Metacalcari di Sgarro o Membro di Sgarro).

(b) Le unità delle quali non si conosce l'età pre-metamorfica e la cui natura stratigrafica pre-metamorfica è pure ignota (o poco nota) avranno anch'esse una denominazione analoga costituita da due termini. Il primo è Complesso, termine formalizzabile di largo uso nella cartografia italiana, austriaca e svizzera e equivalente a "ensemble" dei francesi. Ad esso seguirà un indicatore litologico ed un toponimo geografico; l'indicatore litologico verrà scelto in modo che sia espressivo sia della litologia metamorfica sia, potendo, della natura pre-metamorfica (es.: Complesso Anfibolitico Vulcano-Sedimentario della Valle xx).

In tutti i casi, nella denominazione ogni indicatore va scritto con l'iniziale maiuscola, quando sia definito formalmente.

#### 4.4.3. Contenuti della carta

Ci si limita a precisare in questa sede quali informazioni vadano inserite nella carta - in aggiunta a quelle ovvie per qualunque UL - per la rappresentazione dei caratteri metamorfici.

Bisogna distinguere due casi, secondo che nell'area del Foglio:

(a) non sia stata riconosciuta alcuna zoneografia, o perché questa non è rilevabile in campagna, o perché l'indagine non è stata approfondita a sufficienza; è infatti sempre da ammettere che nell'area di un foglio esista una zoneografia metamorfica, salvo l'improbabile e accidentale caso che le isograde siano sub-parallele alla superficie topografica;

(b) sia stata riconosciuta con rigorosi criteri petrologici una zoneografia metamorfica regionale; il cenno al rigore petrologico è un richiamo per evitare che una distribuzione arealmente differenziata di minerali particolari, dipendente da vincoli compositivi delle rocce (e

quindi in ultima analisi da variazioni litologiche), venga rappresentata come zoneografia metamorfica.

Nel caso (b) nella carta o in schema a margine dovrà anche essere rappresentato l'andamento delle linee isograde riferite ad una data età, ed il significato di ciascuna di esse. A tali scopi si useranno delle sottili curve rosse; lungo ciascuna di esse verranno scritte in rosso, sopra e sotto come i termini di una frazione, le sigle dei minerali o delle associazioni mineralogiche che sono caratteristiche rispettivamente sopra e sotto ciascuna isograda. La simbologgia usata ed il rispettivo significato troveranno opportuna collocazione nella legenda. Per le sigle da usare per i minerali, si segua la tabella in Appendice.

Una rappresentazione schematizzata della zoneografia metamorfica sarà anche riportata, con i medesimi simboli, a margine della Carta quando possibile, e comunque nelle note illustrative.

#### 4.5. OFIOLITI

##### 4.5.1. Obiettivi della rappresentazione cartografica e relativi annessi

Per ofiolite si intende, nella classica accezione del termine, una sequenza che, quando è completa, è schematicamente costituita dall'alto al basso da: lave a cuscini, basalti massicci, un complesso filoniano, gabbri isotropi, gabbri e peridotiti cumulitiche, peridotiti tettonitiche e/o serpentiniti talora con intercalazioni rodingitiche. Ciò premesso, va precisato che nel territorio italiano si rinviene materiale ofiolitico in frammenti di varie dimensioni e litologie derivati dallo smembramento delle originarie successioni ofiolitiche; sono tipicamente associati sedimenti di mare profondo, radiolariti più o meno mineralizzate a Mn e Fe, breccie con detrito ofiolitico e depositi torbiditici. Anche questi frammenti ofiolitici vengono comunemente denominati ofioliti, e queste associazioni magmatico-sedimentarie costituiscono le cosiddette associazioni ofiolitiche. Alle ofioliti ed ofioliti metamorfiche possono essere associate mineralizzazioni di origine primaria idrotermale o metamorfica.

Le rocce ofiolitiche comunemente registrano gli effetti sia di eventi metamorfici di fondo oceanico che di eventi metamorfici regionali. I primi sono in generale molto localizzati e vari da punto a punto, e per il loro grado comunemente basso risultano sostanzialmente conservativi dal punto di vista strutturale. I secondi generalmente riflettono condizioni di pressione molto elevata, e spesso obliterano i caratteri petrografici e strutturali primari.

Oltre alla ovvia rappresentazione dei limiti delle associazioni ofiolitiche rispetto alle rocce adiacenti, la cartografia di queste ed i dati a corredo nella legenda e nelle note illustrative, dovrebbero fornire i seguenti elementi:

- distribuzione areale dei litotipi distinguibili in campagna sulla base delle caratteristiche petrografiche e strutturali (con particolare riguardo alla giacitura originaria);
- caratterizzazione petrografica e, se possibile, petrochimica dei litotipi;
- rapporti geometrici tra le rocce ofiolitiche e le rocce di origine sedimentaria associate.

Per le ofioliti metamorfiche, pur tenendo conto delle difficoltà che si frappongono al raggiungimento degli obiettivi di seguito delineati, con la carta e relativi annessi si dovrà mirare a fornire un quadro sufficiente e rigoroso relativo ai:

- caratteri pre-metamorfici e relativo significato;
- caratteri metamorfici e relativo significato paleoambientale;
- caratteri strutturali e relativo significato;
- dati cronologici sul metamorfismo e relativo significato.

Per quanto riguarda l'importanza dei caratteri strutturali, si rinvia a quanto detto nel paragrafo 4.4.1 e, per quanto riguarda i caratteri premetamorfici, quelli metamorfici ed i dati cronologici relativi al metamorfismo, al paragrafo sui Complessi metamorfici regionali (4.4).

#### 4.5.2. Denominazione delle unità cartografate

Valgono le stesse indicazioni date per i terreni cristallini sopra considerati, con le seguenti specificazioni:

- in generale l'indicatore litologico più appropriato è "ofiolitico", che può essere preceduto, quando applicabile, dal termine "mélange";
- in considerazione della relativa unitarietà di caratteri delle ofioliti tetidee di tipo alpino da una parte e appenninico dall'altra, contrapposta alla loro estrema frammentazione areale che potrebbe indurre una corrispondente proliferazione di nomi locali inutili, si consiglia in via provvisoria di procedere ad una classificazione litostratigrafica formale a livelli gerarchici superiori (es. Complesso Ofiolitico della Liguria Orientale) e invece informale a livelli più bassi (es. serpentiniti, gabbri).

#### 4.5.3. Contenuti della carta

La rappresentazione cartografica deve contenere tutti gli elementi necessari per il raggiungimento degli obiettivi sopra elencati, ed in particolare:

- distribuzione areale delle UL distinguibili in campagna con il supporto di semplici analisi al microscopio;
- giacitura di eventuali anisotropie lineari e planari delle rocce;
- giacitura delle rocce di origine sedimentaria associate;
- localizzazione di eventuali bande di rocce affette da metamorfismo oceanico con deformazione duttile.

Si dovrebbero inoltre indicare mediante simboli grafici o con lettere i corpi non cartografabili per dimensioni, quali plagiograniti, rodingiti, ecc., e mediante sovraimpressione il litotipo prevalente (harzburgitico, lherzolitico, ecc.) all'interno dei corpi peridotitici. Anche le mineralizzazioni dovrebbero essere indicate con simboli grafici o sovraimpressioni.

Per la caratterizzazione del metamorfismo si rinvia al paragrafo 4.4 sui Complessi metamorfici regionali, con le limitazioni derivanti dalla più limitata estensione e dallo smembramento dei complessi ofiolitici.

Nella carta, nella legenda e negli annessi ogni litotipo verrà distinto mediante differenziazione cromatica o grafica ed una sigla.

Va precisato che il colore di base (generalmente verde) deve permettere al lettore di riconoscere con immediatezza la distribuzione delle rocce ofiolitiche.

La legenda indicherà schematicamente i caratteri petrografici fondamentali che giustificano la distinzione di ciascun litotipo dagli altri, con particolare riferimento ai caratteri riconoscibili in campagna.

#### 4.6. RACCOMANDAZIONI PER LE NOTE ILLUSTRATIVE

Le note illustrative dovranno in ogni caso tenere ben separati i dati e le interpretazioni, e queste ultime dovranno essere presentate in termini critici, confrontando i vari modelli esistenti in letteratura, e motivando il modello eventualmente preferito sulla base della congruità con i dati esistenti.

Per quanto riguarda i corpi intrusivi, le note illustrative dovranno descrivere i caratteri petrografici e chimici dei vari litotipi, fornire un quadro cronologico sufficiente, e dare un'idea della struttura tridimensionale dei corpi. Le trasformazioni metamorfiche di contatto verranno descritte dal punto di vista petrografico, dando un'idea della zoneografia e relativi spessori anche quando la zoneografia non è stata cartografata. Per quanto riguarda i complessi metamorfici regionali, le note illustrative dovranno contenere elementi descrittivi riguardanti sia la litostratigrafia che il metamorfismo. In particolare verranno descritti i caratteri petrologici

e strutturali, e si farà il punto sulle trasformazioni metamorfiche osservate e relative stime dei parametri temperatura e pressione. Quanto alla cronologia, si dovrà discutere sia l'età dei protoliti che quella degli effetti metamorfici, dibattendo le relative problematiche. Per quanto riguarda le ofioliti, si dovranno fornire i caratteri stratigrafici, petrografici, strutturali e petrochimici dei vari litotipi, informazioni sull'affinità magmatica, e una discussione della problematica cronologica.