ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA
Organo Cartografico dello Stato (legge n° 68 del 2.2.1960)

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia

PROGETTO CARG

n°15

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA
Organo Cartografico dello Stato (legge n° 68 del 2.2.1960)

PROGETTO CARG

QUADERNI serie III
Volume 15
Versione 1.0/2022
(pre divulgazione on line)

AGGIORNAMENTO E INTEGRAZIONI DELLE LINEE GUIDA PER LA REALIZZAZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 PROGETTO CARG

MODIFICHE ED INTEGRAZIONI AI QUADERNI N. 1/1992, N. 2/1996, N. 6/1997 E N. 12/2009

a cura del
GdL per la Revisione delle Linee Guida CARG
Vita L., Battaglini L. Cipriani A., Consorti L., Falcetti S., Fiorentino A., Fiorenza D., Muraro C., Orefice S., Pieruccioni D., Radeff G., Silvestri S., Troccoli A.

Autori
Battaglini L., Carta R., Cipriani A., Consorti L., D'Ambrogi C., Di Manna P., D'Orefice M., Falcetti S., Fiorentino A., Fiorenza D., Lettieri M., Lo Faro S., Martarelli L., Muraro C., Orefice S., Papasodaro F., Pieruccioni D., Radeff G., Silvestri S., Simonetti M., Troccoli A., Vita L.

Allestimento informatico del Glossario 3.0 per la Carta Geologica d'Italia: Clemente F.

Roma 2022

QUADERNI SERIE III

1. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento.
2. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida alla rappresentazione cartografica.
3. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida all'informatizzazione.
4. Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento.
5. Carta Idrogeologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento e alla rappresentazione.
6. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Banca dati geologici (linee guida per l'informatizzazione e per l'allestimento per la stampa dalla banca dati).
7. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Catalogo delle Formazioni.
   - Fascicolo I - Unità validate.
   - Fascicolo II - Unità non validate (Unità da abbandonare e/o da riclassificare).
   - Fascicolo III - Unità validate.
   - Fascicolo IV - Unità non validate (Unità da abbandonare e/o da riclassificare).
   - Fascicolo V - Unità validate.
   - Fascicolo VI - Unità tradizionali (1).
   - Fascicolo VII - Unità tradizionali (2).
8. Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000. Guida al rilevamento.
9. Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica.
10. Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000 - Guida alla rappresentazione cartografica.
11. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Guida all'uso del Manuale Cromatico di riferimento per la stampa delle carte geologiche.
12. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.
    - Fascicolo I - Modifiche ed integrazioni ai Quaderni N. 2/1996 e N. 6/1997.
    - Fascicolo II - Progetto Carg: Linee guida per il rilevamento geologico, la cartografia e l'informatizzazione dei dati delle aree marine.
    - Fascicolo III - Modifiche ed integrazioni al Quaderno N. 1/1992.
13. Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Banca dati geomorfologica e modifiche ed integrazioni al Quaderno N.4/1994 - Progetto Carg.
14. Carta Idrogeologica d'Italia - 1:50.000. Modifiche ed integrazioni al Quaderno N.5/1995.

Il rilevamento della nuova Carta Geologica d'Italia e delle carte geotematiche necessita degli strumenti normativi idonei a garantirne l'omogeneità dei contenuti e della rappresentazione; la definizione delle norme discende naturalmente dall'applicazione di *linee guida* frutto dell'attività di Commissioni e Gruppi di Lavoro. Questa collana si propone come veicolo per lo scambio di opinioni e lo sviluppo delle tematiche trattate, intendendo favorire il dibattito fra gli operatori coinvolti nel progetto Carta Geologica mediante la stampa delle linee guida e delle norme per il rilevamento, la rappresentazione dei dati e l'informatizzazione dei prodotti, nonché - ove fosse ritenuto necessario - delle loro modifiche e/o integrazioni in corso d'uso.

Direttore responsabile: MARIA SICLARI

SERVIZIO PER LA GEOLOGIA STRUTTURALE E MARINA, IL RILEVAMENTO E LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA
Dirigente: MARIA TERESA LETTIERI
Redazione a cura del *Settore Cartografia*
Responsabile del Settore: SABRINA GROSSI
Allestimento Editoriale digitale: SILVANA FALCETTI

PRESENTAZIONE

Questo nuovo volume dei Quaderni raccoglie gli aggiornamenti e le integrazioni alle Linee Guida del Progetto CARG, resi necessari dal recente rifinanziamento del Progetto, alla luce della fisiologica evoluzione delle conoscenze geologiche e delle esperienze acquisite dal Servizio Geologico d'Italia negli ultimi trent'anni di produzione cartografica geologica.

Il documento è stato inoltre pensato come una sorta di vademecum e guida operativa, di ausilio per gli operatori CARG nei vari momenti di realizzazione dei fogli. Infatti, accanto ai necessari aggiornamenti e integrazioni alle Linee Guida esistenti, costante riferimento del Progetto e delle pregresse esperienze, il volume è arricchito di strumenti pratici per la realizzazione di carte di lavoro, o per l'acquisizione delle opportune basi topografiche o per l'aggancio ai link di accesso alle banche dati da consultare in fase preliminare.

Il volume è il risultato di un notevole impegno di tutte le competenze tecnico-scientifiche presenti nel Servizio GEO-CAR, con il contributo di esperti esterni e reso possibile anche grazie all'efficace coordinamento tra tutte le forze messe in campo che hanno lavorato con dedizione e spirito di collaborazione. L'esperienza dei geologi e dei tecnici del Servizio ha consentito di realizzare un prodotto di alto contenuto tecnico-scientifico che possa essere di grande ausilio per tutti gli operatori impegnati nel Progetto CARG.

Direttore Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia
Maria SICLARI

HANNO FORNITO CONTRIBUTI SETTORIALI:
Per il basamento cristallino: Iaccarino S., Carosi R., Montomoli C.
Per i fogli di sottosuolo: Severi P.
Per gli standard cartografici e l'allestimento e preparazione per la stampa dei fogli: Lo Faro S., Schvarcz T.
Per la revisione del testo e dei documenti a corredo: Bonomo R., Carta R., Chiarini E., D'Ambrogi C., D'Orefice M., Grossi S., Lettieri M., Marino M., Papasodaro F., Ricci V., Serra M.

RINGRAZIAMENTI:
Si ringrazia il Prof. Piero Gianolla per la proficua discussione e il contributo fornito sulle tematiche stratigrafiche in generale e sulla loro applicazione nel Progetto CARG.
Si ringraziano i tanti colleghi del Servizio geologia strutturale e marina, rilevamento e cartografia geologica di ISPRA per i loro preziosi consigli ed il sostegno durante le diverse fasi di realizzazione di questo testo.
Un ringraziamento speciale va a Massimo (Cits) Citterio per il suo lavoro di *data charmer*.

PREMESSA 11

INTRODUZIONE AI CONTENUTI 13

ASPETTI GENERALI: STANDARD E BUONE PRATICHE 15
1. - SINTESI DELLE LINEE GUIDA CARG 17
2. - STANDARD CARTOGRAFICI DA UTILIZZARE PER TUTTI I FOGLI GEOLOGICI 25
2.1. - Acquisizione della cartografia topografica di base 25
2.2. - Basi topografiche necessarie 26
2.3. - Quale scala utilizzare? 27
2.3.1. - *Scala da utilizzare durante le fasi di rilevamento geologico* 28
2.3.2. - *Scala per la restituzione degli Originali d'Autore alla Banca Dati CARG* 29
2.3.3. - *Scala per l'allestimento per la stampa della Carta Geologica d'Italia* 30
2.4. - Sistemi Geodetici di riferimento per il Progetto CARG 30
2.4.1. - *Sistemi Geodetici di riferimento dei prodotti IGM* 30
2.4.2. - *Il passaggio a ETRF2000 epoca 2008.0* 30
2.4.3. - *Stato dell'arte sul Sistema di Riferimento del Progetto CARG* 31
2.4.4. - *Il nuovo Sistema di Riferimento del Progetto CARG* 31
3. - INDICAZIONI SULL'USO DEI CODICI DI NOMENCLATURA 33
4. - ACQUISIZIONE E REVISIONE DEI DATI PREGRESSI 37
4.1. - Dati pregressi sulle faglie attive e capaci e suggerimenti per il rilevamento . .38
4.2. - Dati pregressi, suggerimenti per il rilevamento delle frane e cenni riguardo la pericolosità geomorfologica 40

STRATIGRAFIA 43
5. - INDICAZIONI PER LA DEFINIZIONE E L'UTILIZZO DELLE UNITÀ STRATIGRAFICHE 45
5.1. - Stratigrafia e Progetto Carg 45
5.2. - Scale e unità cronostratigrafiche e geocronologiche di riferimento 46
5.3. - Unità litostratigrafiche 48
5.3.1. - *Tipi di unità litostratigrafiche formali* 49
5.3.1.1. - Aspetti formali delle unità litostratigrafiche 52
5.3.1.1.1. - *Standard per la definizione e descrizione di un'unità litostratigrafica* 53
5.3.1.1.2. - *Denominazione e codifica delle unità litostratigrafiche* 54
5.4. - Unità a Limiti Inconformi (Unconformity-bounded Stratigraphic Units, UBSU) 54
5.4.1. - *Tipi e gerarchia delle Unità a Limiti Inconformi* 55
5.4.1.1 - Denominazione delle Unità a Limiti Inconformi 56
5.4.1.2. - Procedure per l'istituzione di una nuova UBSU 57
5.4.2. - *Rapporti con altri tipi di unità stratigrafiche* 57
5.4.3. - *Considerazioni sull'applicazione delle Unità a Limiti Inconformi nel Progetto CARG* 58
5.5. - Unità stratigrafiche informali 59
5.5.1. - *Tipi di unità stratigrafiche informali utilizzate nel Progetto CARG* 60
5.6. - Biostratigrafia 65
5.7. - Altre unità e tecniche stratigrafiche 67

5.7.1. - *Unità magnetostratigrafiche* 67
5.7.2. - *Stratigrafia sequenziale* 68
5.7.3. - *Stratigrafia chimica* 69

INDICAZIONI PER LA RESTITUZIONE DEI DATI LITOLOGICI 71
6. - COMPILAZIONE DELLA TABELLA T0180805000 "CARATTERI LITOLOGICI" DELLA BANCA DATI GEOLOGICA 73
6.1. - Contenuti della tabella e indicazioni per la compilazione 74
6.1.1. - *Litologia (campi LITO1, LITO2, LITO3 della tabella T0180805000)* 74
6.1.2. - *Quota parte (campi PART1, PART2, PART3 della tabella T0180805000)* 76
6.1.3. - *Stratificazione (campi STRATIF1, STRATIF2, STRATIF3 della T0180805000)* 76
6.1.4. - *Assetto (campi ASSETTO1, ASSETTO2 e ASSETTO3 della T0180805000)* 77
6.1.5. - *Struttura/Tessitura (campi STRUTTURA1, STRUTTURA2 e STRUTTURA3 della T0180805000)* 77
6.1.6. - *Caratteristiche (campi CARATTER1, CARATTER2 e CARATTER3 della T0180805000)* 77
6.1.7. - *Composizione (campi COMPOSIZIO1, COMPOSIZIO2 e COMPOSIZIO3 della T0180805000)* 79
6.1.8. - *Spessore (campo SPESSORE della T0180805000)* 80
6.1.9. - *Note aggiuntive (campo NOTE della T0180805000)* 80

GEOLOGIA DEL CRISTALLINO 81
7. - INDICAZIONI PER IL RILEVAMENTO E LA RAPPRESENTAZIONE DEL BASAMENTO CRISTALLINO 83
7.1. - Premessa 83
7.2. - Introduzione 83
7.3. - Norme genarali 85
7.3.1. - *Dati strutturali* 88
7.3.2. - *Dati microstrutturali e petrografici* 91
7.4. - Procedura per l'identificazione di unità tettono-stratigrafiche 92
7.5. - Procedura per l'identificazione di unità tettono-metamorfiche 92
7.6. - Procedura per l'identificazione di unità intrusive 93
7.7. - Strutturazione della legenda delle unità di basamento cristallino 93
7.8. - Possibili approfondimenti 96
7.8.1. - *Dati petrologici e metamorfici* 96
7.8.2. - *Altri dati analitici* 97

INDICAZIONI PER IL RILEVAMENTO E LA RAPPRESENTAZIONE DEI FOGLI DI SOTTOSUOLO E MODELLI 3D 99
8. - FOGLIO GEOLOGICO DI SOTTOSUOLO 101
8.1. - Premessa 101
8.2. - La cartografia di sottosuolo 102
8.2.1. - *Reperimento dati geognostici esistenti e loro archiviazione in banca dati* 102
8.2.2. - *Consultazione bibliografica* 103
8.2.3. - *Analisi dei dati geognostici* 104
8.2.4. - *Esecuzione di nuove indagini di sottosuolo* 104
8.2.4.1. - Indagini dirette 104
8.2.4.1.1. - *Sondaggi a carotaggio continuo* 104
8.2.4.1.2. - *Sondaggi a distruzione di nucleo* 105

8.2.4.2. - Indagini indirette 105
8.2.4.2.1. - *Prove penetrometriche statiche* 105
8.2.4.2.2. - *Profili sismici a riflessione* 105
8.2.4.2.3. - *Sondaggi geoelettrici* 106
8.2.4.2.4. - *Prove o indagini geofisiche in pozzo* 106
8.2.5. - *Realizzazione del Foglio geologico di sottosuolo* 106
8.2.5.1. - Carte di sottosuolo 107
8.2.5.2. - Sezioni geologiche 109
8.2.5.3. - *Master log* 110
9. - MODELLO GEOLOGICO 3D 111
9.1. - Premessa 111
9.2. - Fasi di lavoro 112
9.3. - Definizione dell'obiettivo e del modello concettuale 112
9.4. - Raccolta e organizzazione dei dati 112
9.4.1. - *Modello digitale del terreno* 112
9.4.2. - *Dati derivanti dal rilevamento geologico di terreno* 113
9.4.3. - *Dati di sottosuolo* 113
9.5. - Elaborazione del modello 3D 114
9.6. - Predisposizione dei dati di *output* 114

LEGENDA 115
10. - INTEGRAZIONI ALLE INDICAZIONI PER LA COMPILAZIONE DELLA LEGENDA 117
10.1. - Aree vulcaniche 117
10.2. - Aree sommerse 119

REALIZZAZIONE EDITORIALE DELLA CARTA GEOLOGICA 121
11. - AGGIORNAMENTO E INTEGRAZIONI ALLE INDICAZIONI PER LA PRODUZIONE EDITORIALE CARTOGRAFICA 123
11.1. - Simbologia 123
11.1.1. - *La "Libreria dei Simboli"* 123
11.1.2. - *La versione QGIS della "Libreria dei Simboli"* 125
11.1.3. - *Lo "Strato 18 - unità cartografabili geologiche - Caratteri tessiturali"* 126
11.2. - La rappresentazione cromatica delle formazioni: il manuale cromatico 126
11.2.1. - *Indicazioni per l'impianto colori del foglio geologico* 128
11.2.2. - *Impianto colori per le unità litostratigrafiche tradizionali e utility per QGIS* 130
12. - ALLESTIMENTO E PREPARAZIONE PER LA STAMPA DEI FOGLI GEOLOGICI 135
12.1. - Elementi indispensabili 135
12.1.1. - *Sezioni geologiche* 136
12.1.2. - *Sezione sismica interpretata (fogli parte a mare)* 136
12.2. - Standard in uso per il *layout* 137
12.2.1. - *Indicazioni Giuridiche* 137
12.2.2. - *Caratteri tipografici* 137
13. - *VADEMECUM* PER L'ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DIGITALE 139
13.1. - Allestimento cartografico per la stampa: concetti generali 139
13.2. - Attribuzione delle specifiche grafiche agli elementi tematici della Carta 140
13.3. - Criteri di sovrapposizione degli elementi grafici 140
13.4. - La quadricromia ed i colori primari 140

13.5. - La sovrastampa 140
13.6. - La Base topografica IGM alla scala 1:50.000 141
13.7. - Raddrizzamento del Campo Cartografico 141
13.8. - Elementi a cornice 141
13.9. - Specifiche del file grafico da fornire per la stampa 141
14. - RICHIESTA DI NUOVI CODICI BDG E/O SIMBOLI 143

NOTE ILLUSTRATIVE 145
15. - AGGIORNAMENTO DELLE INDICAZIONI PER LA REDAZIONE DELLE NOTE ILLUSTRATIVE 147
15.1. - Aspetti generali 147
15.2. - Cave e miniere 148
15.3. - Acque sotterranee 148
15.4. - Alcune considerazioni riguardo la pericolosità idraulica 149
15.5. - Aree sommerse 150

CONSEGNA DEI DATI 151
16. - INDICAZIONI PER LA CONSEGNA DEI DATI ACQUISITI 153

GLOSSARIO 155
17. - GLOSSARIO 3.0 PER LA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA 157

BIBLIOGRAFIA 159

ALLEGATO 1 "RICHIESTA BASI TOPOGRAFICHE IGM PER PROGETTO CARG" REDATTO DAL DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA 167

ALLEGATO 2 "COLLABORAZIONE TRA IGM E ISPRA PER IL PROGETTO CARG" DEL 17 NOVEMBRE 2021 (PROT. ISPRA N. 2021/60927) 169

ALLEGATO 3 SCHEMA GENERALE DEGLI AMBIENTI DEPOSIZIONALI E DEI DEPOSITI QUATERNARI 173

ALLEGATO 4 CODICI DELLE LITOLOGIE DEL PROGETTO CARG (TAB. 8 ALLEGATA ALLA TABELLA T0180805000 DELLO STRATO 18 DELLA BANCA DATI GEOLOGICA) 183

ALLEGATO 5 LIBRERIA DEI SIMBOLI 197

PREMESSA

M. Lettieri

Un'approfondita conoscenza geologica del territorio rappresenta uno strumento fondamentale ai fini della cura e la tutela, necessità ineludibili per lo sviluppo di un Paese geologicamente giovane e fragile come il nostro. La conoscenza dell'assetto geologico di superficie e sottosuolo del territorio nazionale è garantita dalla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 del Progetto CARG e dai fogli di sottosuolo e modelli geologici 3D in alcuni casi ad essa associati, che rappresentano un importante apporto alle azioni per la salvaguardia dell'ambiente e la prevenzione dei rischi naturali. Il Progetto costituisce, quindi, un importante supporto alle politiche nazionali ed europee verso la transizione ecologica, che non possono prescindere dallo sviluppo di infrastrutture ecosostenibili e dalla sicurezza del territorio rispetto ai rischi naturali legati alla sua fragilità geologica.

Il Progetto CARG prevede l'utilizzo di normative tecniche nazionali appositamente redatte dal Servizio Geologico d'Italia per la realizzazione dei Fogli geologici alla scala 1:50.000 e della Carta geologica dei mari italiani alla scala 1:250.000. Le Linee Guida CARG, pubblicate sui *Quaderni del Servizio Geologico d'Italia* e visualizzabili sul sito web dell'ISPRA (https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/i-quaderni-serie-iii-del-sgi), costituiscono i documenti di riferimento per il rilevamento, la rappresentazione cartografica e l'informatizzazione sia dei Fogli geologici sia di quelli geotematici**.**

Le ultime leggi di bilancio (L.160/2019, L. 178/2020 e L.234/2021) hanno reso disponibili risorse per la prosecuzione del Progetto CARG che hanno consentito l'avvio di una nuova fase di rilevamento dei fogli geologici dalla quale è scaturita la necessità di effettuare un aggiornamento delle Linee Guida vigenti.

Tra i principi ispiratori di tale aggiornamento si evidenzia quello di garantire l'omogeneità dei contenuti e della rappresentazione cartografica tra i fogli, tenendo conto delle esigenze di alcuni nuovi aspetti tematici (ad esempio la geologia di sottosuolo o la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche), emerse negli anni durante l'applicazione delle procedure per il rilevamento, la stampa e la realizzazione delle banche dati. Oltre a ciò, la decisione di integrare la normativa CARG è maturata alla luce dell'esperienza acquisita nel corso della prima fase del Progetto, che ha portato alla realizzazione di 281 Fogli della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, prodotti nel periodo che va dal 1988 al 2004.

INTRODUZIONE AI CONTENUTI

a cura del GdL

Il documento qui presentato costituisce un ausilio nelle diverse fasi di realizzazione della carta geologica e intende mettere ordine, richiamare e aggiornare con nuovi contenuti la mole di documenti di indirizzo prodotti negli anni a partire dalla prima edizione della *Guida al Rilevamento* (Pasquarè *et alii*, 1992) pubblicata nel volume 1 della collana editoriale *Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III* (di seguito, *Quaderni*).

Successivamente alla pubblicazione della *Guida al Rilevamento* sono stati realizzati il volume 2 *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida alla rappresentazione cartografica* (Cosci *et alii*, 1996), il volume 6 *Linee guida per l'informatizzazione e per l'allestimento per la stampa dalla banca dati* (Artioli *et alii*, 1997), e il volume 12 *Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, comprensivo dei fascicoli I (Battaglini *et alii*, 2009a), II (Battaglini *et alii*, 2009b) e III (Galluzzo *et alii*, 2009) dei *Quaderni*, al fine di fornire indicazioni univoche e standardizzate per il rilevamento geologico, l'allestimento cartografico e l'informatizzazione dei dati dei Fogli geologici relativamente alle aree emerse e sommerse. Una breve sintesi del contenuto dei *Quaderni* è presentata nel capitolo 1.

Questi documenti rappresentano il risultato del continuo e pregevole lavoro portato avanti dai geologi del Servizio Geologico d'Italia in collaborazione con la comunità scientifica e i Contraenti ed operatori del Progetto CARG, e guidano lo svolgimento delle attività e l'elaborazione dei prodotti attesi, conservando tuttora la loro validità, tranne per le parti qui espressamente modificate per sostituire integralmente l'esistente (è il caso, ad esempio, del *Glossario 3.0 per la Carta Geologica d'Italia* riportato al capitolo 17).

Sono stati pertanto istituiti appositi gruppi di lavoro per la revisione delle normative espresse nei *Quaderni*, che sono state integrate ed implementate in maniera condivisa in modo da renderle correttamente interpretabili e applicabili, tenendo conto dei punti di vista dei geologi, dei cartografi e degli informatici.

In particolare il "Gruppo di Lavoro Linee Guida CARG" (Vita L., Battaglini L., Cipriani A., Consorti L., Falcetti S., Fiorentino A., Fiorenza D., Muraro C., Orefice S., Pieruccioni D., Radeff G., Silvestri S., Troccoli A.) ha curato la realizzazione del presente documento frutto di discussioni, riflessioni e sintesi e del contributo di altri specialisti del Servizio Geologico d'Italia per specifiche tematiche. Il Gruppo di Lavoro ha operato in stretta sinergia con il "Gruppo di Lavoro per la Banca Dati" (Battaglini L., Carta R., Falcetti S., Fiorentino A., Papasodaro F., Ventura R. di ISPRA e Credali M. - Regione Lombardia, Bettucci C.- Regione Marche, Massari G. - Regione

Autonoma Friuli Venezia Giulia, Cantone P. - ARPA Campania, Tagnin S. e Morelli C. - Provincia Autonoma di Bolzano, Campana R. - Provincia Autonoma di Trento) condividendo esperienze e documenti.

Le principali novità contenute in questo documento riguardano:

- Indicazioni per la restituzione dei dati litologici (capitolo 6)
- Nuove indicazioni per il rilevamento e la rappresentazione del basamento cristallino (capitolo 7)
- Indicazioni per il rilevamento e la rappresentazione dei fogli di sottosuolo e modelli 3D (capitoli 8 e 9)
- Libreria dei simboli CARG in formato .svg da utilizzarsi con software QGIS (§ 11.1.2.)
- Impianto colori delle unità litostratigrafiche tradizionali da utilizzarsi con software QGIS (§ 11.2.2.)
- Glossario 3.0 dei termini per la Banca Dati Geologica del Progetto CARG e per la redazione delle Note Illustrative e dei documenti a corredo del Foglio Geologico (capitolo 17 e https://progetto-carg.isprambiente.it/glossario/index.html), che aggiorna e sostituisce integralmente le precedenti versioni cartacee del Glossario contenute in Pasquarè *et alii* (1992), Battaglini *et alii* (2009a,b) e Galluzzo *et alii* (2009).

I restanti capitoli e paragrafi costituiscono aggiornamenti ed integrazioni alle Linee Guida CARG esistenti (brevemente ricordate nel capitolo 1), resi necessari alla luce dell'evoluzione delle conoscenze, tecnologie e norme (*e.g.,* § 2.4 "Sistemi geodetici di riferimento per il Progetto CARG") nonché delle esperienze maturate nel corso del precedente trentennio di realizzazione dei fogli geologici alla scala 1:50.000 del Progetto CARG (*e.g.*, capitoli 4, 10, 11 e Allegato 3). Tra questi, le schede della "Libreria dei Simboli" presentate al § 11.1 aggiornano e sostituiscono la precedente versione (Battaglini *et alii*, 2009a) ed i successivi limitati aggiornamenti.

Lo sviluppo degli argomenti trattati nel presente volume ha cercato di seguire idealmente le fasi di realizzazione di un Foglio Geologico alla scala 1:50.000 della Carta Geologica d'Italia, partendo dalla preliminare acquisizione delle basi topografiche necessarie e raccolta dei dati pregressi, per arrivare alle attività di rilevamento e scelta delle unità e degli elementi da cartografare, fino alla restituzione in carta degli stessi, alla redazione delle Note Illustrative, l'allestimento del foglio e le attività propedeutiche alla informatizzazione. Non sempre è stato agevole seguire questa impostazione e alcuni aspetti sono richiamati o ripresi nelle diverse fasi (e quindi nei diversi capitoli). Questo, d'altra parte, è ciò che abitualmente succede nella costruzione del foglio, dove si deve aver cura di seguire in modo organico e coordinato i vari elementi che, in tutte le fasi, progressivamente concorrono alla sua elaborazione.

La Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 è un documento ufficiale dello Stato; pertanto, qualsiasi elemento che si decida di rappresentare o di non rappresentare deve essere valutato attentamente.

In linea generale i depositi superficiali dovrebbero essere rappresentati laddove il loro spessore risulti maggiore di 2-3 metri e la loro estensione areale sia rappresentabile alla scala 1:50.000. Nel caso in cui si tratti di depositi particolarmente significativi, anche se di spessore ridotto o estensione limitata, è possibile rappresentarli comunque per evidenziarne la presenza (cfr. § 13.1).

Le attività del Progetto CARG offrono l'opportunità di implementare, aggiornare e armonizzare le Banche Dati Istituzionali nazionali esistenti evidenziando eventuali incongruenze e segnalando i dati rilevanti agli Enti preposti.

ASPETTI GENERALI: STANDARD E BUONE PRATICHE

1. - SINTESI DELLE LINEE GUIDA CARG

(a cura di Cipriani A.)

Il Progetto di Cartografia Geologica e Geotematica nazionale alla scala 1:50.000 (Progetto CARG) è controllato da documenti di indirizzo idonei a garantire l'omogeneità dei contenuti e della rappresentazione. Tali documenti rappresentano le *Linee Guida* per tutti gli elaborati che portano alla realizzazione dei "Fogli Geologici e Geotematici", e sono il frutto dell'attività di Commissioni Scientifiche e Gruppi di Lavoro (sia interni al Servizio Geologico d'Italia, che allargati alla comunità scientifica). In particolare, le suddette "linee guida" (di seguito nominate *Linee Guida CARG*) sono raccolte fra i *Periodici tecnici* dell'Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA - https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici), e sono pubblicate sui *Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III* (nel seguito sinteticamente citati come *Quaderni* - https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/i-quaderni-serie-iii-del-sgi). Sebbene le *Linee Guida CARG* rappresentino un vero e proprio documento tecnico, dove è indicato lo standard da seguire affinché tutti gli operatori coinvolti nel progetto di cartografia geologica possano comprendersi e lavorare in maniera omogenea, il loro scopo principale è anche quello di favorire un continuo scambio di opinioni tra gli stessi operatori, permettendo così lo sviluppo delle tematiche trattate in collaborazione e cooperazione attraverso il dibattito scientifico. Inoltre, la loro stesura è stata indirizzata dal rigore scientifico e dall'utilizzo della più aggiornata letteratura scientifica.

In tabella 1 è riportato l'elenco completo dei volumi, dei fascicoli e delle relative modifiche e integrazioni dei *Quaderni* pubblicati finora. Tali volumi verranno di seguito brevemente trattati in modo da fornire le principali informazioni sugli argomenti in essi contenuti. E' necessario precisare che tali documenti rappresentano il fondamento dal quale si è partiti per gli aggiornamenti e le integrazioni pubblicate nel presente volume.

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 1. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento

Pasquarè *et alii* (1992) hanno, per primi, delineato la strada da seguire per la realizzazione dei Fogli Geologici del Progetto CARG. La *Guida al rilevamento*, redatta dalla Commissione per la cartografia geologica e geomorfologica del CNR, in collaborazione con il Servizio Geologico, la Commissione Italiana di Stratigrafia e altri gruppi scientifici formali e informali, come previsto dalla stessa Commissione ha rappresentato e rappresenta tuttora "*...il presupposto fondamentale per un avvio armonico e coordinato dell'intero progetto di rilevamento ed un essenziale strumento di lavoro per gli operatori*" (Pasquarè *et alii*, 1992, pag. ix). Il volume 1 dei *Quaderni* mantiene in pieno la sua validità,

a dimostrazione dell'ottimo lavoro svolto dalla Commissione, sebbene siano state necessarie delle integrazioni connesse con il progredire delle conoscenze geologiche e con la necessità di uniformare le prime indicazioni fornite alla complessità geologica del territorio nazionale, gradualmente individuata attraverso l'esperienza maturata dagli operatori CARG durante le fasi di avvio del progetto nazionale.

Nella *Guida al rilevamento* sono stati definiti i criteri base per la realizzazione di una carta geologica a norma CARG, fornendo le principali informazioni pratiche per condurre sia l'attività di terreno che quella di elaborazione dei dati ricavati. Nella prima sezione, "*Criteri di base per la cartografia geologica*", vengono descritti i principali concetti di stratigrafia (cap. 1). Particolare attenzione è rivolta alla litostratigrafia e alla descrizione delle unità stratigrafiche a limiti inconformi (*Unconformity-Bounded Stratigraphic Units* - UBSU), privilegiate per la realizzazione dei fogli CARG rispetto alle unità allostratigrafiche o a quelle "classiche" litostratigrafiche. Pasquarè *et alii* (1992) forniscono, inoltre, indicazioni sulla "buona pratica stratigrafica", risaltando ed esemplificando le principali inosservanze, imprecisioni, incertezze ed errori presenti nella stratigrafia italiana, e proponendo soluzioni secondo la *International Stratigraphic Guide* (Hedberg, 1976). Vengono poi trattati temi biostratigrafici, con introduzione dei tipi di unità biostratigrafiche e loro applicazioni, così come la descrizione delle unità faunistiche a vertebrati in depositi continentali. Nello stesso capitolo si ha anche una breve trattazione delle principali unità stratigrafiche (ciclostratigrafia, pedo- e morfostratigrafia, ecostratigrafia, magnetostratigrafia, stratigrafia isotopica). Nel capitolo 2 vengono definiti i requisiti principali da utilizzare per effettuare uno studio strutturale ai fini dei rilevamenti cartografici CARG, sia in aree caratterizzate da rocce metamorfiche che in ambienti non metamorfici fortemente tettonizzati.

La seconda sezione del volume 1 è dedicata a fornire indicazioni su come risolvere problemi relativi alla cartografia geologica. Nel capitolo 1 vengono affrontate le problematiche di aree caratterizzate da depositi sedimentari con, riportate, le raccomandazioni per il rilevamento geologico di successioni torbiditiche silicoclastiche, di successioni carbonatiche e per il campionamento. Il capitolo 2 è dedicato all'approfondimento della "Geologia del Quaternario" e fornisce raccomandazioni per il rilevamento sia dei depositi quaternari, siano essi continentali o marino-marginali, che delle aree di pianura. Inoltre, vengono affrontate le principali problematiche geomorfologiche e tettoniche, date le ripercussioni che proprio queste ultime possono avere in chiave di pericolosità e rischio sismico. Nel capitolo 3 vengono fornite indicazioni per il rilevamento di successioni caratterizzate da rocce vulcaniche. Allo stesso modo dei depositi quaternari, anche per quelli vulcanici è suggerito l'utilizzo delle UBSU, sebbene non venga escluso l'utilizzo di unità litostratigrafiche. Il capitolo 4 della *Guida al rilevamento* tratta di tematiche inerenti alla geologia del cristallino, sia dal punto di vista stratigrafico che cartografico. Viene sollevata e affrontata la problematica riguardante il tipo di unità stratigrafica da utilizzare per la descrizione dei litotipi ignei intrusivi e metamorfici. Si suggerisce l'utilizzo dell'unità litostratigrafica, prescindendo da interpretazioni genetiche, cronologiche, evolutive e giaciturali, sebbene questo sia di difficile applicazione per le rocce metamorfiche. Nel capitolo vengono fornite indicazioni su: i) le modalità di rappresentazione cartografica, ii) la denominazione delle unità da cartografare e iii) le modalità di redazione delle note illustrative sia per i corpi intrusivi, che per le aureole metamorfiche di contatto, che per i "complessi" metamorfici regionali, che per le ofioliti. Gli elementi di "Geologia Applicata" con linee guida (orientate principalmente alla realizzazione dei geo-tematismi) e criteri attuativi da utilizzare durante il rilevamento geologico (da introdurre nelle "carte geologiche di base" e da discutere nelle Note Illustrative del foglio geologico) sono affrontati nel capitolo 5. Nel successivo capitolo 6 vengono introdotte, per la prima volta, le metodologie e i criteri da utilizzare durante il rilevamento delle aree sommerse ricadenti all'interno del taglio dei fogli geologici in scala 1:50.000, integrate poi nel volume 12(II) dei *Quaderni* (Battaglini *et alii*, 2009b). Il capitolo 7 enfatizza la necessità di informatizzare il dato geologico e cartografico, indirizzando il rilevamento geologico verso l'acquisizione di dati ben distribuiti, omogenei, codificabili, quantificabili e archiviabili. Questi elementi verranno poi approfonditi nel volume 6 dei *Quaderni* (Artioli *et alii*, 1997).

Infine, come appendici alla *Guida al rilevamento* sono forniti: un primo glossario, per omogeneizzare il lessico geologico del Progetto CARG, e una prima simbologia da utilizzare nella cartografia geologica.

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 2. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida alla rappresentazione cartografica

La *Guida alla rappresentazione cartografica* (Cosci *et alii*, 1996) fornisce le procedure di realizzazione di tutti gli elementi che compongono, nella generalità, un foglio della collana editoriale della "Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000". In particolare, vengono descritti e definiti i vari campi del foglio geologico (*i.e.*, campo della carta, legenda, testata editoriale, sezioni geologiche della carta, schema tettonico, colonne stratigrafiche, schema ideogrammatico), indicando le modalità per la loro compilazione. Sono, inoltre, presenti le indicazioni sui cromatismi da utilizzare sia per gli elementi puntuali, che lineari, che poligonali o areali.

Nel volume 2 dei *Quaderni* è presente un piccolo glossario, dove sono definiti i concetti principali presenti nella linea guida in oggetto, così come una "libreria dei simboli". Quest'ultima rappresenta il primo standard cartografico di simboli da affidare ai contraenti CARG per l'allestimento stampa dei fogli geologici allora in corso di rilevamento, abrogando la simbologia presente in appendice alla *Guida al Rilevamento* (Pasquarè *et alii,* 1992).

Si ha, infine, una linea guida per la redazione delle Note Illustrative, parte integrante del corrispondente Foglio Geologico.

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 3. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida all'informatizzazione

In questo volume, Cara *et alii* (1995) delineano le modalità di informatizzazione dei dati geologici per la realizzazione del Sistema Informativo Geologico Nazionale del Servizio Geologico alla scala 1:25.000, come previsto dalle leggi n. 67/88 e n. 305/89. Nella linea guida vengono, inoltre, definiti i prodotti informatici da restituire per il completamento di un Foglio Geologico CARG (Originali d'Autore in scala 1:25.000 e Foglio Geologico in scala 1:50.000). Vengono indicati come parametri del sistema di riferimento geodetico del Progetto: proiezione = UTM; zona = 32, 33, 34; datum = ED50; unità = metri; sferoide/ellissoide = International 1909 o International 1924 o Hayford. Questa linea guida rappresenta lo strumento di partenza del successivo volume 6 dei *Quaderni* (Artioli *et alii*, 1997). Inoltre, al capitolo 4 sono riportate le indicazioni per la compilazione delle schede confluite poi nel database "Automazione Schede Campioni" (ASC).

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 4. Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento

Il volume 4 dei *Quaderni* rappresenta il primo documento tecnico che regolamenta la realizzazione dei fogli geo-tematici del Progetto CARG, e costituisce la linea guida per la realizzazione di carte geomorfologiche ufficiali alla scala 1: 50.000. La guida al rilevamento geomorfologico è stata redatta dal Servizio Geologico in collaborazione con il Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Brancaccio *et alii*, 1994). Nel volume 4 dei *Quaderni* sono definiti i principali criteri di rilevamento geomorfologico e di rappresentazione cartografica, validi per l'intero territorio nazionale, al fine di fornire una cartografia di base utile anche per finalità applicative. Inoltre, questo volume fornisce le prime indicazioni per archiviare informaticamente i dati di natura geomorfologica e contiene un ampio elenco di simbologie da utilizzare nelle relative cartografie tematiche. Le direttive presenti nel volume 4 dei *Quaderni* sono state, poi, integrate e aggiornate nei volumi 10 (Cosci *et alii*, 2007) e 13(I) (Campobasso *et alii*, 2018).

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 5. Carta Idrogeologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento e alla rappresentazione

Altra linea guida per i geo-tematismi del Progetto CARG è rappresentata dal volume 5 dei *Quaderni* redatta dal Servizio Geologico di concerto con personalità accademiche esperte di Idrogeologia. La *Guida al rilevamento e alla rappresentazione* di Mari *et alii* (1995) regolamenta la realizzazione dei fogli idrogeologici alla scala 1:50.000, fornendo le specifiche tecniche e le modalità da seguire durante il rilevamento, così come le indicazioni per la realizzazione della legenda a seconda delle caratteristiche idrogeologiche degli affioramenti in funzione della permeabilità relativa. Inoltre fornisce un'ampia simbologia necessaria per rappresentare le suddette caratteristiche idrogeologiche. Anche questa *Linea Guida CARG* è stata successivamente integrata e aggiornata nel volume 14 dei *Quaderni* (Martarelli & Scalise, 2018).

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 6. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Banca dati geologici (linee guida per l'informatizzazione e per l'allestimento per la stampa dalla banca dati)

Artioli *et alii* (1997) producono le linee guida per la realizzazione della Banca Dati Geologica (BDG) e per l'allestimento per la stampa dalla banca dati stessa, sostituendo ed integrando i precedenti documenti nei quali si fornivano informazioni riguardo l'informatizzazione dei dati geologici (*e.g.*, volumi 1, 2 e 3 dei *Quaderni* - Pasquarè *et alii,* 1992; Cara *et alii*, 1995; Cosci *et alii*, 1996). Questo elaborato tecnico, sebbene integrato e aggiornato nel volume 12(I) dei *Quaderni* (Battaglini *et alii*, 2009a) e in questo volume, è basilare per il Progetto CARG in quanto permette di rispondere al legislatore informatizzando i dati di terreno e cartografici secondo quanto previsto dalle leggi 67/88 e 305/89. Nella *Linea Guida CARG* della BDG sono definiti gli "strati informativi" e i "domini di valori" che permettono di omogeneizzare i dati geologici grezzi acquisiti e restituiti anche in modalità fra di loro disomogenee (*e.g.*, realizzazione di Originali d'Autore mediante rilevamento geologico "tradizionale" *vs.* rilevamento geologico digitale, oppure diversità nell'utilizzo di *software* e *hardware* da parte dei diversi operatori nel Progetto CARG, *etc.*), e di conseguenza di standardizzare il Progetto CARG. La struttura della BDG è descritta nel capitolo 3 del volume in oggetto, così come il modello logico che ha portato alla realizzazione della stessa. Le modalità da seguire per standardizzare la realizzazione della banca dati sono, invece, descritte nel capitolo 4. Infine, nel capitolo 5 vengono riportate le linee guida che, dal processo produttivo del sistema informativo, permettono di pervenire alla stampa del foglio geologico direttamente dalla BDG.

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 7(I-VII). Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Catalogo delle formazioni

L'attività congiunta della Commissione Italiana di Stratigrafia e del Servizio Geologico d'Italia ha portato alla realizzazione di una serie di documenti, raggruppati nei sette fascicoli del volume 7 dei *Quaderni*, cruciali per la definizione e l'omogeneizzazione della nomenclatura delle unità litostratigrafiche presenti sui fogli geologici del Progetto CARG. In particolare, vengono identificate: i) unità formalizzabili e quindi utilizzabili sulle carte geologiche in scala 1:50.000, raggruppate nei fascicoli I, III e V (*Unità validate* - Delfrati *et alii*, 2000, 2002b, 2003b); ii) unità non formalizzabili e quindi da abbandonare oppure necessitanti di una riclassificazione a seguito di un importante processo di revisione, non utilizzabili sulle carte del Progetto CARG e raggruppate nei fascicoli II e IV (*Unità non validate)* - Delfrati *et alii*, 2002a, 2003a); iii) unità tradizionali che sono state frequentemente utilizzate nel tempo e nella letteratura nell'ambito della geologia regionale italiana, sebbene spesso con accezioni diverse. Queste unità non rispondono alle regole della nomenclatura stratigrafica (*e.g.*,

Germani & Angiolini, 2003) ma sono state validate assegnando loro un rango delle unità litostratigrafiche (gruppo, formazione o membro) proprio per il comune utilizzo e la vasta diffusione geografica-geologica, e sono quindi utilizzabili sulle carte geologiche in scala 1:50.000. Le unità tradizionali sono raggruppate nei fascicoli VI e VII (*Unità tradizionali* - Cita *et alii*, 2007a, b). Tutte le unità presenti nei sette fascicoli del volume 7 sono raccolte e consultabili digitalmente nel Catalogo delle formazioni geologiche italiane (http://sgi.isprambiente.it/catalogo-formazioni-italiane/catalogo.php).

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 8. Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000. Guida al rilevamento

Fabbri *et alii* (2002) pubblicano le prime, indispensabili linee-guida per l'avvio e lo sviluppo del programma di cartografia dei mari italiani alla scala 1:250.000, permettendo al Servizio Geologico di adattarsi agli standard europei in termini di rilevamento geologico delle aree sommerse, curando anche la creazione di una banca dati geologici marini. Vengono forniti i criteri base per realizzare la cartografia geologica marina, e le metodologie da utilizzare per l'acquisizione ed elaborazione dei dati. A questi si aggiungono le indicazioni per la restituzione grafica della carta, delle relative note illustrative e per l'informatizzazione dei dati.

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 9. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica

Germani & Angiolini (2003) realizzano un documento fondamentale per il progetto di cartografia geologica nazionale al 50.000, ma anche per tutto il mondo accademico e per tutta la comunità scientifica, dove vengono definiti e resi fruibili i principali concetti della classificazione e terminologia stratigrafica. Il volume 9 dei *Quaderni*, sviluppato sotto la cura della Commissione Italiana di Stratigrafia e la supervisione di Maria Bianca Cita, aggiorna e integra sia il Codice Italiano di Nomenclatura Stratigrafica (Azzaroli & Cita, 1968) che il volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii,* 1992). La *Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica* fornisce le procedure da seguire per rendere la terminologia e la classificazione stratigrafica uniformi e accessibili a tutta la comunità scientifica italiana, ricorrendo anche a numerosi esempi tratti dalla geologia regionale. Nei vari capitoli del volume si spazia dai principi di classificazione stratigrafica (capitolo 2) alle modalità di definizione o revisione delle unità stratigrafiche (capitolo 3), fino ai concetti di stratotipo e località tipo (capitolo 4). Nei capitoli 5, 6 e 8 vengono approfonditi i concetti delle unità stratigrafiche "tradizionali", quali rispettivamente la "litostratigrafia", la "biostratigrafia" e la "cronostratigrafia/geocronologia". Seguono la magnetostratigrafia (capitolo 7) e le *unconformity-bounded stratigraphic units* (UBSU - capitolo 9). La sezione conclusiva è dedicata alle altre tecniche stratigrafiche, tra le quali la stratigrafia sequenziale (capitolo 11), la chemiostratigrafia (capitolo 12) e la ciclostratigrafia (capitolo 13).

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 10. Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Guida alla rappresentazione cartografica

Il volume 10 dei *Quaderni*, redatto da Cosci *et alii* (2007), integra e aggiorna quanto inizialmente descritto nel volume 4 (Brancaccio *et alii*, 1994), il quale definisce una prima base di indirizzo per la rappresentazione cartografica della Carta Geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000. Nella *Guida alla rappresentazione cartografica* si ha la trasposizione cartografica della *Guida al Rilevamento* (Brancaccio *et alii*, 1994) e si fornisce, inoltre, una prima parziale implementazione dei segni convenzionali, all'epoca non previsti.

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 11. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000.

Guida all'uso del Manuale Cromatico di riferimento per la stampa delle carte geologiche

Nella *Guida all'uso del Manuale Cromatico di riferimento per la stampa delle carte geologiche* (Tacchia, 2007) viene affrontato uno degli aspetti più complessi della cartografia geologica: la definizione di standard cromatici ed il loro uso in relazione al necessario coordinamento tra i vari fogli geologici del Progetto CARG alla scala 1:50.000. In questo volume vengono forniti i necessari indirizzi per la composizione cromatica del foglio geologico, con lo scopo di accelerare i tempi di realizzazione e controllo prima dell'allestimento definitivo alla stampa, oltre che un *excursus* storico sulle modalità di definizione e utilizzo dei cromatismi nella cartografia geologica nazionale e il confronto con quanto viene fatto internazionalmente.

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 12. Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000

Il progredire delle conoscenze geologiche e delle loro applicazioni alla cartografia, così come il procedere del rilevamento, della stampa dei fogli e della realizzazione delle banche dati per il progetto di cartografia geologica nazionale alla scala 1:50.000, hanno richiesto una necessaria integrazione a quelle che sono le principali *Linee Guida CARG* per la realizzazione dei fogli geologici, rappresentate dai volumi 1, 2 e 6 (Pasquarè *et alii,* 1992; Cosci *et alii*, 1996; Artioli *et alii*, 1997). Di conseguenza, il volume 12 dei *Quaderni* costituisce un documento di importanza fondamentale per il Progetto CARG.

Il volume *Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000* è suddiviso in tre fascicoli:

Fascicolo I - Modifiche ed integrazioni ai Quaderni N. 2/1996 e N. 6/1997 (Battaglini *et alii*, 2009a), dove sono state apportate modifiche allo schema fisico della Banca Dati geologica, e introdotti nuovi strati informativi e nuove tabelle di dati alfanumerici; vengono, inoltre, fornite le indicazioni procedurali (vincoli) inerenti l'allestimento e la compilazione delle stesse tabelle. Nel fascicolo è presente anche un glossario dei termini presenti nella Banca Dati geologica, che è stato riorganizzato rispetto al glossario presente nel volume 1 (Pasquarè *et alii,* 1992). In Battaglini *et alii* (2009a) è presente anche l'elenco aggiornato del materiale per la fornitura informatizzata della banca dati dei Fogli geologici e l'integrazione della "Fornitura Informatica Dati Geofisici delle aree marine", così come la libreria integrata dei simboli cartografici per la parte a terra e per la parte a mare finalizzata alla stampa dei Fogli del Progetto CARG alla scala 1:50.000. Questo fascicolo è testimone di un complesso lavoro di integrazione, manutenzione e sperimentazione del pregresso già pubblicato nel volume 6 dei *Quaderni*, svolto dal Gruppo di Lavoro per l'Informatizzazione (GLI) e dal Gruppo Operativo dell'Accordo (GOA) a seguito di un accordo di programma stipulato tra il Servizio Geologico d'Italia e l'Università di Siena.

Fascicolo II - Progetto CARG: Linee guida per il rilevamento geologico, la cartografia e l'informatizzazione dei dati delle aree marine (Battaglini *et alii*, 2009b), che rappresenta la nuova linea guida per la realizzazione dei Fogli Geologici al 50.000 contenenti aree sommerse. A differenza del volume 8 dei *Quaderni* (Fabbri *et alii*, 2002), completamente dedicato al rilevamento e alla rappresentazione delle aree marine per ottenere una cartografia di sintesi dei mari italiani (infatti, prodotta alla scala 1:250.000), nel fascicolo II del volume 12 si regolamenta il rilevamento alla scala 1:50.000 delle aree sommerse, vista la necessità di rappresentare ed enfatizzare situazioni specifiche delle aree costiere o di piattaforma a una scala di maggior dettaglio. Queste direttive erano state comunque introdotte nel volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii,* 1992). Grazie al volume 12(II), la cartografia geologica dei fondali marini non viene trattata come ambito tematico, separato in qualche modo dalla Geologia di base, ma come parte integrante della cartografia stessa permettendo di rappresentare la geologia dell'intero territorio, sia emerso che sommerso. La prima sezione del fascicolo è dedicata a fornire le

linee guida per il rilevamento geologico e la rappresentazione cartografica dei fondali marini, con la specifica di cosa deve essere contenuto nella carta, dei criteri di rappresentazione dei dati e dei prodotti cartografici attesi. La seconda sezione, invece, è dedicata a fornire una guida per l'informatizzazione dei dati alla scala 1:25.000, illustrando la BDG delle aree marine.

Fascicolo III - Modifiche ed integrazioni al Quaderno N. 1/1992 (Galluzzo *et alii*, 2009), dove sono raccolti i frutti del continuo processo evolutivo che ha interessato il Progetto CARG dall'avvio nel 1989 ai primi anni del 2000. Frutti che sono legati a incontri, discussioni e confronti tra i vari operatori del progetto di cartografia geologica nazionale alla scala 1:50.000 man mano che le attività connesse al rilevamento dei fogli geologici proseguivano, e che hanno portato alla redazione e diffusione di documenti integrativi al volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii,* 1992) raggruppati nel fascicolo in oggetto. Queste integrazioni hanno riguardato sia la legenda, come elemento a cornice primario di un Foglio Geologico, che le Note Illustrative, e forniscono anche ulteriori indicazioni riguardo l'utilizzo in carta e nelle note illustrative di elementi di geologia applicata. Nel fascicolo, particolare attenzione è stata rivolta alla "Geologia del Quaternario" (sebbene in questo "mondo" della geologia italiana siano compresi anche i depositi pliocenici), con le "coperture" equiparate alle rocce del "substrato" e con le UBSU indicate come unità stratigrafiche da utilizzare nei fogli geologici CARG, a discapito delle unità litostratigrafiche e allostratigrafiche. Inoltre, sono anche presenti integrazioni sulla cartografia delle aree vulcaniche, atte a fornire un indirizzo metodologico più definito in merito al rilevamento dei terreni vulcanici rispetto a quanto riportato nel volume 1 dei *Quaderni*. Infine, è presente un glossario dei termini utilizzati nella "Geologia del vulcanico".

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 13. Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della Carta Geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000 e Banca Dati geomorfologica

Il tredicesimo volume dei *Quaderni* è rappresentato da un fascicolo I (Campobasso *et alii*, 2018) che modifica e integra la precedente *Guida al Rilevamento* della Carta Geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000 di Brancaccio *et alii* (1994). Questo volume testimonia il progredire della ricerca in ambito geomorfologico, e raccoglie lo sviluppo di nuovi strumenti di analisi territoriale e di supporto cartografico. I risultati presenti nel volume in oggetto costituiscono la base per la realizzazione di carte geomorfologiche ufficiali del territorio nazionale in scala 1:50.000, nonché un utile riferimento per la realizzazione di cartografie geomorfologiche a varie scale di dettaglio da utilizzare nei diversi interventi applicativi sul territorio. Infatti all'interno del documento è presente anche un'estesa e aggiornata simbologia che abbraccia le varie forme del rilievo terrestre da cartografare.

A seguito dei rinnovati finanziamenti del Progetto CARG (Leggi di bilancio 160/2019 e 178/2020), il fascicolo I (Campobasso *et alii*, 2018) del volume 13 ha subìto una modifica rispetto alla versione originale, con l'integrazione di un nuovo capitolo dedicato alla banca dati geomorfologica (vers. 2.0/2021), ed è prevista la realizzazione di un secondo fascicolo.

Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, vol. 14. Carta Idrogeologica d'Italia - 1:50.000. Nuove Linee Guida al rilevamento e alla rappresentazione della Carta Idrogeologica d'Italia

A seguito di sperimentazioni effettuate in aree campione del territorio italiano da esperti del settore di concerto con ricercatori del Servizio Geologico d'Italia, che hanno permesso di raccogliere dati quali-quantitativi da dover rappresentare su cartografie specifiche, si è reso necessario proporre modifiche e integrazioni alla *Guida al Rilevamento e alla rappresentazione* per la realizzazione del geotematismo "Carta Idrogeologica d'Italia" alla scala 1:50.000 (volume 5 dei *Quaderni* - Mari *et alii,* 1995). Tali aggiornamenti sono riportati nel volume 14 dei *Quaderni* (Martarelli & Scalise, 2018)

e costituiscono la base per la realizzazione di carte idrogeologiche ufficiali del territorio nazionale in scala 1:50.000. Nel documento in oggetto sono, infatti, presenti le specifiche tecniche (*i.e.*, modalità di rilevamento dei dati) e le indicazioni per l'organizzazione della legenda cartografica, della carta e delle note illustrative.

Tab. 1 - *Elenco dei volumi, dei fascicoli e delle relative modifiche e integrazioni, dei* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III *pubblicati finora, suddivisi per tematiche.*

Quaderni serie III	***Aggiornamento ed integrazioni delle Linee Guida CARG***	***Carta Geologica d'Italia - 1:50.000***
vol. 1/1992	vol. 12 (fasc. II-III)/2009	Guida al rilevamento
vol. 2/1996	vol. 12 (fasc. I)/2009	Guida alla rappresentazione cartografica
vol. 3/1995		Guida all'informatizzazione
vol. 6/1997	vol. 12 (fasc. I)/2009	Banca dati geologici (linee guida per l'informatizzazione e per l'allestimento per la stampa dalla banca dati)
vol. 7 (fasc. I-VII)/2000-2007		Catalogo delle Formazioni
vol. 9/2003		Guida italiana alla classificazione e terminologia stratigrafica
vol. 11/2007		Guida all'uso del Manuale Cromatico di riferimento per la stampa delle carte geologiche
Quaderni serie III	***Aggiornamento ed integrazioni delle Linee Guida CARG***	***Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000***
vol. 4/1994	vol. 13 (fasc. I, vers. 2.0)/2021	Guida al rilevamento.
vol. 10/2007		Guida alla rappresentazione cartografica
Quaderni serie III	***Aggiornamento ed integrazioni delle Linee Guida CARG***	***Carta Idrogeologica d'Italia - 1:50.000***
vol. 5/1995	vol. 14/2018	Guida al rilevamento e alla rappresentazione
Quaderni serie III	***Aggiornamento ed integrazioni delle Linee Guida CARG***	***Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000***
vol. 8/2008		Guida al rilevamento

2. - STANDARD CARTOGRAFICI DA UTILIZZARE PER TUTTI I FOGLI GEOLOGICI

(a cura di Cipriani A. & Battaglini L., con contributi di Lo Faro S. & Schvarcz T.)

2.1. - Acquisizione della cartografia topografica di base

Nelle fasi preliminari alla realizzazione di un Foglio Geologico e/o di un Foglio Geotematico del Progetto CARG alla scala 1:50.000, è necessario acquisire le basi topografiche e batimetriche da utilizzare durante le fasi di rilevamento geologico, di digitalizzazione dei dati e di restituzione dei prodotti cartografici. Tale progetto è coordinato dal Servizio Geologico d'Italia, confluito in ISPRA nel Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia, che, ai sensi della Legge n. 68 del 2 febbraio 1960, costituisce uno dei cinque organi cartografici dello Stato ed è istituzionalmente preposto alla realizzazione di cartografia geologica. Pertanto, il Servizio Geologico ha necessità di utilizzare prodotti cartografici ufficiali elaborati dagli altri enti cartografici istituzionalmente deputati alla produzione della cartografia di base, quali l'Istituto Geografico Militare (IGM) e l'Istituto Idrografico della Marina (IIM).

Nell'ottica di una proficua collaborazione tra Organi cartografici dello Stato, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA e l'IGM hanno raggiunto recentemente (2022) un accordo di collaborazione per la concessione delle basi topografiche. A seguito di questo accordo, l'IGM rende disponibili agli Enti coinvolti nel coordinamento e realizzazione dei Fogli Geologici per il Progetto CARG (ISPRA, Regioni, Province Autonome, Università e/o CNR), a titolo oneroso per i diritti di riproduzione, le basi cartografiche necessarie al rilevamento e alla stampa dei fogli della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000. Per acquisire le basi topografiche i Contraenti dovranno formulare una richiesta di preventivo all'IGM secondo il *format* suggerito in Allegato 1 ("*Richiesta basi topografiche IGM per Progetto CARG*" redatto dal Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA), facendo riferimento alla lettera "*Collaborazione tra IGM e ISPRA per il Progetto CARG*" del 17 novembre 2021 (prot. ISPRA n. 2021/60927 - in Allegato 2) per l'accettazione delle condizioni di utilizzo delle basi cartografiche IGM, e indicando anche la convenzione stipulata con ISPRA per la realizzazione dei fogli per i quali si richiedono le basi cartografiche.

Qualora il Foglio Geologico comprendesse una parte sommersa, è necessario acquisire le basi batimetriche messe a disposizione dall'Istituto Idrografico della Marina (IIM). Sulla base dell'accordo raggiunto tra il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA e l'IIM, i dati saranno forniti dall'IIM all'ISPRA, che provvederà a trasmetterli ai gruppi di lavoro dei relativi Fogli geologici. Nel caso in cui i dati batimetrici ufficiali dell'IIM non fossero sufficienti per la costruzione della carta morfo-batimetrica, potranno essere effettuati rilievi batimetrici *ex novo*, secondo gli *standard* dell'IIM che, a richiesta, ne

cura la validazione, fatte salve tutte le prescrizioni ed autorizzazioni di legge (Battaglini *et alii*, 2009b).

I dati batimetrici devono essere armonizzati con la linea di costa pubblicata sulla "Carta Topografica d'Italia" in scala 1:50.000 dell'IGM. Nei casi in cui tale linea di costa non fosse ritenuta sufficientemente affidabile, a causa di variazioni morfologiche importanti intercorse negli ultimi anni (*e.g.*, zone di delta fluviali, zone costiere soggette a importanti fenomeni erosivi, *etc.*), si dovrà valutare l'utilizzo durante il rilevamento geologico e l'elaborazione dei dati di terreno, di cartografia disponibile più recente.

Tale cartografia potrà essere fornita, ad esempio, da enti regionali o compagnie di aerofotogrammetria, ma non potrà essere restituita sul Foglio Geologico come modifica della linea di costa della base topografica dell'IGM, bensì come eventuale tematismo da integrare o negli schemi a cornice o nelle Note Illustrative del Foglio Geologico.

2.2. - Basi topografiche necessarie

Secondo quanto previsto dai volumi 1, 3, 6 e 12(III) dei *Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III* (di seguito *Quaderni* - Pasquarè *et alii*, 1992; Cara *et alii,* 1995; Artioli *et alii*, 1997; Galluzzo *et alii,* 2009), per la realizzazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 devono essere acquisiti:

- il "Foglio" della "Carta Topografica d'Italia" alla scala 1:50.000 (Serie 50 e/o 50L);
- le "Sezioni" della "Carta Topografica d'Italia" alla scala 1:25.000 (Serie 25 e/o 25DB) riferite al "Foglio" da realizzare (Serie 50 e/o 50L). Purtroppo la produzione delle Sezioni è sospesa dal 2014 e, ad oggi (2022), sono disponibili 1140 di 2.298 Sezioni, di cui circa 300 appartengono alla Serie 25DB;
- le "Tavolette" della "Carta Topografica d'Italia" alla scala 1:25.000 (Serie 25V) dei Fogli in scala 1:100.000 della Carta Topografica d'Italia (Serie 100V e 100L). L'acquisizione delle Tavolette dovrà avvenire solo nel caso in cui il Foglio alla scala 1:50.000 non avesse disponibili le relative Sezioni in scala 1:25.000;
- la Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000, o in scala 1:5.000 ma ridotta alla scala 1:10.000. Questa cartografia potrà essere utilizzata soltanto durante le fasi di rilevamento geologico per l'acquisizione dei dati di terreno (vedi § 2.3.1).

Nel 2022 l'Istituto Geografico Militare ha pubblicato il DBSN (DataBase di Sintesi Nazionale), una banca dati geografica basata su dati geotopografici regionali integrati con dati di Enti pubblici nazionali (*e.g.*, mappe catastali dell'Agenzia delle Entrate, dati dell'Istat, dati di altri Ministeri), dati disponibili su web (*e.g.*, *Open Street Map*) e con ortoimmagini. Il DBSN è un sistema dinamico in quanto continuamente aggiornato e integrato. Date queste caratteristiche, la cartografia di sintesi del DBSN, derivata alla scala 1:25.000, potrebbe essere utilizzata in tutti i casi in cui i prodotti ufficiali IGM non fossero adeguatamente aggiornati.

Nei casi in cui la cartografia di alcune aree non fosse particolarmente aggiornata e coperta dal DBSN (attualmente disponibile solo per 4 regioni), si può fare richiesta di validazione ed approvazione da parte dell'IGM dei dati cartografici regionali adeguatamente elaborati e generalizzati alla scala scala 1:25.000, secondo gli standard ufficiali dell'IGM stesso. Nel caso specifico delle zone al confine con stati esteri, in cui notoriamente non sono reperibili basi topografiche aggiornate, si può richiedere all'IGM di attuare la stessa procedura per il riconoscimento e la validazione delle topografie aggiornate degli stati confinanti. Questa opzione è stata percorsa nel caso dei fogli in corso di realizzazione (2022) della Regione Valle d'Aosta (fogli n. 68 "M. Bianco" e n. 69" Gran San Bernardo"), dove è stata richiesta all'IGM la validazione della cartografia topografica di proprietà dell'Ufficio Federale di Cartografia della Svizzera (SwissTopo).

Per la restituzione cartografica dei rilevamenti di aree sommerse, l'IIM fornirà all'ISPRA i dati nei seguenti formati: file *xyz* presenti nei *database* dell'IIM provenienti da rilievi sia *SingleBeam* che *Multibeam* alla scala richiesta o a quella disponibile; estrazione delle batimetrie (2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200) dalla cartografia a più grande scala disponibile. Le basi batimetriche dell'IIM o acquisite "in proprio" devono avere equidistanza tra le isobate adeguata ai fini della descrizione morfologica dell'area, e l'utilizzo di curve ausiliarie sarà valutato di volta in volta dal rilevatore, in accordo con l'operatore che acquisisce il dato batimetrico, a seconda dell'andamento del fondale.

Le cartografie devono essere reperite, per l'informatizzazione dei dati per la Banca Dati Geologica e ai fini della stampa, in **formato raster** e con estensione **.tiff**. In particolare:

- **per la stampa del Foglio Geologico alla scala 1:50.000**, deve essere acquisito il relativo "Foglio" della "Carta Topografica d'Italia" in scala 1:50.000 - Serie 50 e/o 50L. Tale foglio deve essere ritagliato, ai fini del Progetto CARG, mantenendo solo il campo cartografico comprensivo di cornice. Il formato del file deve essere un raster formato TIFF ad 1 bit (bianco/nero) ad alta risoluzione (1016 DPI o maggiore). Per ciascun foglio al 50.000 devono essere utilizzati gli strati separati (*i.e.*, tipi) riguardanti la *Planimetria*, l'*Idrografia* e l'*Orografia*. I raster degli strati separati della Base Topografica devono essere georeferenziati secondo il Sistema di Riferimento ETRF2000 tramite la proiezione UTM e relativo Fuso (32, 33, 34 - Cod. EPSG 6707, 6708, 6709), con produzione del file TFW o GeoTIFF;
- **per l'informatizzazione dei dati geologici**, ma anche eventualmente per la realizzazione degli Originali d'Autore (vedi § 2.3.1), devono essere acquisite le "Sezioni" della "Carta Topografica d'Italia" alla scala 1:25.000 (Serie 25 o 25DB) o, qualora le "Sezioni" non fossero disponibili, le "Tavolette" della "Carta Topografica d'Italia" alla scala 1:25.000 (Serie 25V) dei Fogli in scala 1:100.000. Di tali documenti è necessario il ritaglio, mantenendo solo il campo cartografico comprensivo di cornice. Il formato dei file deve essere raster formato TIFF a colori senza sfumo orografico, con risoluzione maggiore di 254 DPI. I raster delle Sezioni devono essere georeferenziati secondo il Sistema di Riferimento ETRF2000 tramite la proiezione UTM e relativo Fuso (32, 33, 34 - Cod. EPSG 6707, 6708, 6709), con produzione del file TFW o GeoTIFF.

Per entrambe le cartografie (sia il "Foglio" che le "Sezioni"/"Tavolette"), va richiesta ad IGM sempre la versione più aggiornata e recente possibile.

Per le specifiche dei prodotti IGM da acquisire è possibile utilizzare il *format* sopra richiamato (Allegato 1).

2.3. - Quale scala utilizzare?

I Fogli Geologici del Progetto CARG sono costituiti da un insieme di elaborati tecnico-scientifici rappresentati dagli Originali d'Autore (OA), dalle Note Illustrative (NI), dalla Banca Dati Geologica (BDG) e dal database Automazione Schede Campione (ASC), oltre che dalla Carta Geologica *s.s*. I suddetti fogli coprono l'intero territorio nazionale, emerso e sommerso, per un totale di 652 elaborati alla scala 1:50.000; tale risoluzione è ritenuta idonea a descrivere oggettivamente situazioni geologiche specifiche (Cosci *et alii*, 1996). Tuttavia, in particolari contesti geo-topografici (come è il caso di alcune isole) è richiesto un maggiore dettaglio nella rappresentazione dei dati geologici, per cui viene utilizzata la scala 1:25.000 o preferenzialmente (vedi i fogli n. 484 "Isola di Capri" e n. 464 "Isola d'Ischia" - Servizio Geologico d'Italia, 2011b, 2019a) o come doppia restituzione cartografica in associazione con un Foglio Geologico alla scala 1:50.000 (vedi il caso del Foglio n. 465 "Isola di Procida" - Servizio Geologico d'Italia, 2017a; e i fogli n. 425 "Isola Asinara" e n. 626 "Torretta Granitola-Pantelleria", in corso di realizzazione da parte del Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA).

In questa sezione verranno definite le scale, e le relative cartografie, da utilizzare durante le

varie fasi di lavoro che porteranno, poi, alla realizzazione del "Foglio Geologico" con tutti i suoi elaborati.

2.3.1. - *Scala da utilizzare durante le fasi di rilevamento geologico*

L'attività di terreno deve essere svolta alla scala 1:10.000, in accordo con quanto stabilito nei volumi 1 e 3 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii*, 1992; Cara *et alii,* 1995). Il rilevamento geologico a questa scala permette, infatti, di riportare su carta dati di limitata estensione areale e connessi a complessità stratigrafiche, sedimentologiche, (paleo-)tettoniche, oppure topografiche. Le stesse complessità, in situazioni eccezionali, possono essere cartografate anche alla scala 1:5.000. Questi dati comprendono osservazioni di campagna, risultati delle campionature (litologiche, micro- e macro-paleontologiche, *etc.*), misurazioni, documentazione sulle unità cartografabili, elaborati grafici e/o fotografici, ubicazione delle colonne stratigrafiche o delle successioni campionate, sezioni geologiche, analisi strutturali, *etc.* I dati geologici di terreno, che non potranno essere rappresentati sul "Foglio Geologico" in scala 1:50.000 per ovvi motivi di leggibilità e di spazio, potranno (e dovranno) comunque essere rilevati e conservati sulle basi al 10.000 (ed eccezionalmente al 5.000) dei rilevatori. Tali dati potranno poi essere trasferiti nella BDG tenendo, però, bene a mente che l'Originale d'Autore dovrà essere restituito a una scala più piccola per la Banca Dati (*i.e.*, 1:25.000; vedi sotto) e che, quindi, l'informazione di elevato dettaglio potrebbe comunque essere persa con la riduzione di scala.

Il rilevamento geologico delle aree emerse condotto alla scala 1:10.000 può prevedere l'utilizzo:

i) delle "Sezioni"/"Tavolette" della Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000, ingrandite alla scala 1:10.000;

ii) della CTR in scala 1:10.000;

iii) della CTR in scala 1:5.000, ridotta in scala 1:10.000.

Tra le sopra-citate topografie di base (*i.e.*, IGM e CTR) esistono numerose incongruenze cartografiche, soprattutto nei settori soggetti a recenti fenomeni geomorfologici e antropici (*e.g.*, sistemi fluviali, lacustri, costieri, aree urbanizzate, *etc.*). Ciò è dovuto sia alle diverse metodologie utilizzate per l'acquisizione del *dataset* che al differente periodo di raccolta dati; quest'ultimo è spesso coincidente con un divario di diversi anni o decine di anni tra il dato IGM e quello regionale, sovente più recente. Inoltre, la CTR contiene una maggiore quantità di informazioni topografiche, legata all'equidistanza tra le isoipse (10 m rispetto ai 25 m dell'IGM). Detto ciò, verrebbe naturale utilizzare preferenzialmente la CTR come base cartografica di terreno rispetto all'IGM. Va però posta molta attenzione nell'utilizzo della cartografia tecnica regionale, suggerendo di preferire la cartografia IGM. Questo perchè già nelle fasi preliminari del progetto di cartografia geologica gli operatori coinvolti nella realizzazione dei fogli CARG devono considerare che la restituzione dei dati di terreno e degli OA alla BDG dovrà avvenire mediante l'utilizzo delle "Sezioni" o delle "Tavolette" in scala 1:25.000 in qualità di cartografia di base "ufficiale" per la BDG del Progetto CARG (vedi sotto). Premesso questo, qualora si volesse utilizzare congiuntamente sia la cartografia tecnica regionale che quella ufficiale IGM per agevolare la restituzione del dato al 25.000, si può ricorrere al rilevamento digitale; quest'ultimo in particolare è fortemente raccomandato visti gli enormi sviluppi tecnologici in chiave geomatica. Dispositivi digitali come *smartphone* e *tablet*, accompagnati o dotati di sistemi satellitari globali di navigazione (*Global Navigation Satellite System* - GNSS) di elevata precisione, possono essere equipaggiati con *software* GIS, sui quali poter caricare un'enorme quantità di dati sia raster che vettoriali. I sistemi GIS danno la possibilità di visualizzare simultaneamente e consultare numerosi *layer* cartografici (foto aeree, basi topografiche, carte geologiche, *lidar hillshade*, *etc.*), e di passare istantaneamente dall'uno all'altro, estendendo notevolmente la capacità di interpretazione sul campo e riducendo le problematiche connesse ai differenti tipi cartografici sopra elencate e alla restituzione al 25.000 dei dati di terreno.

Le problematiche riguardanti le congruenze geometriche tra CTR e IGM sopra evidenziate sembrano, comunque, essere state risolte con la pubblicazione della nuova cartografia IGM consultabile nel DataBase di Sintesi Nazionale (DBSN) dove, si ricorda, sono stati elaborati anche dati cartografici regionali.

Si sconsiglia il rilevamento geologico effettuato direttamente alla scala 1:25.000 in aree montuose, sebbene previsto nel volume 3 dei *Quaderni* (Cara *et alii*, 1995). Eccezione è fatta per quei fogli geologici ricadenti totalmente in aree di pianura o caratterizzati da ingenti porzioni di territorio con estese aree pianeggianti. In questi casi le condizioni topografiche e geologiche rendono non necessario un elevato dettaglio cartografico poiché non è possibile ricostruire la tridimensionalità dei corpi geologici mediante i soli dati di superficie ed è necessario ricorrere all'utilizzo di metodologie differenti per ricavare informazioni geomorfologiche e litologiche (*e.g.*, analisi integrata di dati di superficie e di sottosuolo). In questi casi si richiede di integrare la carta geologica di superficie con una cartografia di sottosuolo che consenta l'analisi stratigrafica dettagliata dell'area (cfr. capitolo 8 di questo documento e/o vedi https://shorturl.at/bdERX). Esemplificativo è il caso della Regione Emilia Romagna, nella quale i fogli ricadenti all'interno della Pianura Padana sono stati rilevati *ex-novo* alla scala 1:25.000 (*e.g.*, Foglio n. 181 "Parma Nord" - Servizio Geologico d'Italia, 2009b), così come quelli che ad oggi (2022) sono in corso di realizzazione (fogli n. 183 "Suzzara", n. 184 "Mirandola" e n. 185 "Ferrara").

Si sconsiglia, altresì, l'utilizzo di cartografie non ufficiali, quali quelle ricavate da *Digital Elevation Model* (DEM) o *Digital Terrain Model* (DTM). I *dataset* topografici ottenuti dai DEM o DTM possono, tuttavia, risultare utili nelle fasi di rilevamento se utilizzati in combinazione con topografie ufficiali su dispositivi digitali, ed essere utilizzati negli schemi degli elementi a cornice del Foglio Geologico o nelle NI.

Come specificato nelle *Nuove Linee Guida per il Rilevamento Geologico delle aree marine ricadenti nei Fogli CARG alla scala 1:50.000* del 2004 (https://shorturl.at/jnDS8), poi modificate, integrate ed inserite nel volume 12(II) dei *Quaderni* (Battaglini *et alii*, 2009b), il rilevamento geologico delle aree sommerse deve essere condotto con un grado di risoluzione spaziale tale da permettere la definizione cartografica di corpi deposizionali e/o elementi morfologici. Questa risoluzione è garantita dal rilevamento alla scala 1:25.000; per le aree di piattaforma a ridosso immediato della fascia costiera o per le zone a forte variabilità laterale sia dal punto di vista geologico che morfologico può essere necessario (e consentito) adottare una scala di rilevamento 1:10.000. Per il rilievo si utilizzano principalmente metodologie indirette, comprendenti rilievi batimetrici (anche con scandaglio multifascio), sismostratigrafici ad alta risoluzione verticale e mosaici con ecoscandaglio laterale (*side scan sonar*), integrate da indagini dirette (campionamenti con operatori subacquei, uso di telecamera filoguidata) e campionature dalla nave (bennate, *boxcores*, dragaggi, carote a vibrazione, gravità o a pistone, a seconda del tipo di sedimenti previsti e della profondità del fondale). Le basi batimetriche sono quelle fornite dall'IIM, appositamente elaborate per questa cartografia (cfr. § 2.1) che dovrà riportare al margine del Foglio la dizione "non valida per la navigazione" e la fonte di provenienza.

2.3.2. - *Scala per la restituzione degli Originali d'Autore alla Banca Dati CARG*

Per l'informatizzazione dei dati geologici ai fini della consegna per la BDG del Progetto CARG, la scala di riferimento è 1:25.000; in alcuni casi particolari è stata accettata l'acquisizione dei dati con un fattore di scala 1:10.000. Oltre alla documentazione cartografica già precedentemente elencata nel § 2.2, in accordo con il volume 12(I) dei *Quaderni* (Battaglini *et alii*, 2009a) devono essere consegnati i file raster georeferenziati degli OA alla scala 1:25.000 delle "Sezioni" per le aree corrispondenti alle quattro sezioni del foglio, o delle "Tavolette" qualora le "Sezioni" non fossero disponibili, acquisiti a 24 bit colore e con una risoluzione non inferiore a 300 DPI. Tali elaborati devono essere congruenti

con gli OA definitivi concordati con i Soggetti realizzatori e approvati dai Coordinatori di progetto per il Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA. Si ricorda che la restituzione dei dati geologici di terreno acquisiti alla scala 1:10.000 (o eccezionalmente alla scala 1:5.000) ad una scala 1:25.000, coincidente con la scala della BDG, potrebbe comportare la perdita di informazioni di grande dettaglio e di limitata estensione areale.

2.3.3. - *Scala per l'allestimento per la stampa della Carta Geologica d'Italia*

La base cartografica di stampa del Foglio Geologico è prevista alla scala 1:50.000, tranne nei casi già citati al § 2.3. Per la realizzazione e la stampa del foglio sarà necessario acquisire la documentazione cartografica descritta nel § 2.2.

2.4. - Sistemi Geodetici di riferimento per il Progetto CARG

In questa sezione verranno fornite le indicazioni per il corretto utilizzo dei sistemi di riferimento geodetico applicato al progetto di cartografia geologica nazionale in scala 1:50.000.

2.4.1. - *Sistemi Geodetici di riferimento dei prodotti IGM*

Nelle fasi preliminari è importante stabilire quali siano le caratteristiche geo-spaziali delle basi topografiche che devono essere utilizzate per l'elaborazione dei prodotti cartografici del Progetto CARG. La "Carta Topografica d'Italia" alla scala 1:50.000 dell'IGM è definita geometricamente secondo le regole fissate dalla Rappresentazione Conforme Universale Trasversa di Mercatore (UTM) nei fusi 32, 33 e 34, sistema cartografico UTM-ED50 con parametri di conversione per i sistemi Roma40-Gauss Boaga e UTM-ETRS-89. I "Fogli" della Serie 50 sono realizzati mediante derivazione dei rilievi alla scala 1:25.000.

Le "Sezioni" della Serie 25, alla scala 1:25.000, sono realizzate mediante stereorestituzione digitale o analogica e successivamente disegnate con metodologie automatiche o manuali. Le Sezioni della Serie 25 DB sono ottenute per stereorestituzione digitale o per derivazione da cartografia tecnica regionale numerica. Per la Serie 25 il sistema di riferimento geodetico è l'ellissoide internazionale con orientamento medio europeo. Per la Serie 25DB il sistema di riferimento geodetico è l'ETRS89 (ellissoide GRS80).

2.4.2. - *Il passaggio a ETRF2000 epoca 2008.0*

I dati geotopocartografici relativi al territorio nazionale sono riferiti di norma ad uno dei seguenti Sistemi Geodetici di Riferimento (https://www.igmi.org/++theme++igm/pdf/nuova_nota_EPSG.pdf):

- ETRF2000 epoca 2008.0, realizzazione del sistema globale ETRS89 adottato dall'Europa, fisicamente rappresentato sul territorio nazionale dalla Rete Dinamica Nazionale (RDN);
- ETRF89, realizzazione del sistema globale ETRS89 adottato dall'Europa, utilizzato in Italia dal 1996 al 2008, ed inizialmente indicato anche nei documenti IGM, in maniera non del tutto corretta, come WGS84;
- ED50 (European Datum 1950), sistema europeo utilizzato in Italia a scopi cartografici dagli anni '60 del '900 fino al 1996; a questo sistema si riferisce ancora il taglio di gran parte delle carte topografiche del territorio nazionale e della Carta Tecnica Regionale;
- ROMA40, storico sistema nazionale utilizzato fino agli anni '60 del '900; in questo sistema è ancora espressa una parte della CTR.

Il Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri (DPCM) "*Adozione del Sistema di riferimento*

geodetico nazionale" del 10 novembre 2011, pubblicato in Gazzetta Ufficiale nella Serie Generale n. 48 del 27 febbraio 2012 (Suppl. Ordinario n. 37), individua, però, lo standard ETRF2000 all'epoca 2008.0 (indicato nei documenti EPSG con il nome "RDN2008") del sistema di riferimento geodetico europeo ETRS89 suddiviso nei fusi UTM 32, 33 e 34 (EPSG 6707, 6708, 6709), come il sistema di riferimento delle amministrazioni italiane per i nuovi prodotti di tipo geografico e territoriale. Il suddetto DPCM stabilisce, altresì, che i dati delle amministrazioni, precedenti a questo standard, siano resi disponibili nel sistema di riferimento geodetico nazionale secondo opportune conversioni.
Di conseguenza, l'obbligo normativo per la Pubblica Amministrazione di seguire tale indicazione, e già indicato anche nella direttiva europea INSPIRE (https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/rs https://inspire.ec.europa.eu/file/1726/download?token=3OGur2Ln), ha richiesto una ridefinizione dei Sistemi Geodetici di Riferimento per il territorio nazionale. A riguardo, nella "*Nota per il corretto utilizzo dei sistemi geodetici di riferimento all'interno dei software GIS aggiornata a Gennaio 2022*" della Direzione Geodetica dell'Istituto Geografico Militare (IGM, 2022), vengono recepite tali direttive anche dall'IGM, organo cartografico dello stato ai sensi della L. 68/60, che fornisce la basi topografiche per il Progetto CARG. In suddetta nota vengono anche dettagliate le linee guida per l'utilizzo del "nuovo" sistema di riferimento geodetico nazionale.

2.4.3. - *Stato dell'arte sul Sistema di Riferimento del Progetto CARG*

Nei volumi 3 e 12(I) dei *Quaderni* (Cara *et alii,* 1995; Battaglini *et alii*, 2009a) si afferma che la "nuova" Carta Geologica d'Italia deve essere realizzata e pubblicata alla scala 1:50.000, avendo come base topografica di riferimento quella prodotta dall'Istituto Geografico Militare alla scala 1:50.000, inquadrata nel sistema geodetico europeo (ED50) e disegnata nella rappresentazione conforme Universale Trasversa di Mercatore (UTM). Allo stesso modo, gli strati informativi necessari per l'informatizzazione della BDG del Progetto CARG, comprensiva sia delle aree emerse che sommerse alla scala 1:25.000, devono essere forniti secondo la proiezione UTM (zona = 32, 33, 34) con datum ED50, in unità metrica e secondo lo sferoide/ellissoide International 1909 o International 1924 o Hayford.

Il DPCM del 10 novembre 2011 e la nota della Direzione Geodetica dell'Istituto Geografico Militare (IGM, 2022) hanno però sancito l'obbligatorietà di impiego del sistema ETRF2000 all'epoca 2008.0 per la Pubblica Amministrazione e, di conseguenza, per il Progetto CARG.

2.4.4. - *Il nuovo Sistema di Riferimento del Progetto CARG*

I "nuovi" Fogli CARG dovranno essere realizzati utilizzando come sistema di riferimento ETRF2000 all'epoca 2008.0.

Per agevolare la transizione al sistema di riferimento ETRF2000 del Progetto CARG, l'IGM ha provveduto a fornire a ISPRA le coordinate piane TM-ETRF2000 dei vertici della cartografia seguendo il taglio ED50, relativi ai tre fusi (32, 33 e 34) su cui si estende il territorio italiano. Per ogni foglio della "Carta Topografica d'Italia" a scala 1:50.000 sono disponibili i vertici del foglio stesso e dei relativi sottomultipli ("Sezioni" in scala 1:25.000 della cartografia nazionale, "Sezioni" in scala 1:10.000 ed "Elementi" in scala 1:5.000 della cartografia tecnica regionale).

Va sottolineato il fatto che la crescente diffusione dei *software* GIS per la gestione e il trattamento dei dati geografici, compresi quelli appartenenti alla categoria *open source,* coinvolge gli operatori CARG. Questi ultimi, infatti, sempre più frequentemente utilizzano "in proprio" *software* GIS per l'elaborazione dei prodotti previsti per la realizzazione del Progetto nazionale di cartografia. Si rende, quindi, necessario fornire indicazioni per impostare correttamente il sistema di riferimento da utilizzare all'avvio di ogni nuovo progetto digitale o per georiferire eventuali dati pregressi. I principali *software* GIS fanno riferimento alla banca dati *EPSG (European Petroleum Survey Group) Geodetic Parameter*

Dataset e per posizionare i dati nel sistema di riferimento ufficiale nazionale ETRF2000 all'epoca 2008.0 bisogna utilizzare, nei documenti EPSG, il nome "RDN2008" e il codice relativo al fuso, come indicato in tabella 2.

Tab. 2 - *Impostazioni di proiezione ERTF2000 all'epoca 2008.0 dei progetti in software GIS (modificato da IGM, 2022).*

Name	Identifier	CRS kind	CS Axes
RDN2008 / UTM zone 32N (N-E)	6707	Projected	Nord, Est
RDN2008 / UTM zone 33N (N-E)	6708	Projected	Nord, Est
RDN2008 / UTM zone 34N (N-E)	6709	Projected	Nord, Est

3. - INDICAZIONI SULL'USO DEI CODICI DI NOMENCLATURA

(a cura di Fiorentino A.)

L'attività di rilevamento e rappresentazione cartografica della carta geologica deve attenersi strettamente alle indicazioni contenute nel Codice Italiano di Nomenclatura Stratigrafica (Azzaroli & Cita, 1968) e successivi aggiornamenti (NASC, 1983; Salvador, 1994, Germani & Angiolini, 2003), nonché fare riferimento alle più recenti risoluzioni della Commissione Internazionale di Stratigrafia (ICS, https://stratigraphy.org/).

Ogni denominazione di unità litostratigrafica deve essere accompagnata dal relativo riferimento bibliografico; nel caso di unità formalizzate o di nomi tradizionali (le cui iniziali devono essere maiuscole, ad esempio Arenarie di Bordighera, Scaglia Rossa) si potrà citare il corrispondente fascicolo del volume 7 dei *Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III* (di seguito, *Quaderni* - *i.e.*, Cita *et alii*, 2007a, b), nel quale l'unità è stata descritta. In tutti gli altri casi (che pertanto dovranno avere le iniziali minuscole, ad eccezione dei toponimi, ad esempio formazione di Corleto Perticara), si dovrà citare il lavoro nel quale quell'unità (o quella denominazione) è stata utilizzata per la prima volta o descritta compiutamente.

Tutte le UBSU ad oggi non sono state ratificate e quindi devono essere scritte con l'iniziale del termine che ne indica il rango in minuscolo (*e.g.*, sintema di Andretta); anche per esse deve essere citato il riferimento bibliografico, a meno che non siano di nuova istituzione. In ogni caso, per la loro definizione, si raccomanda di identificare le discontinuità di più ampia rilevanza, ove possibile, e di evitare di basarsi su evidenze locali.

Nel corso del rilevamento per ogni unità litostratigrafica è fondamentale:

- preferire quelle già validate o storiche tradizionali (presenti nei fascicoli del volume 7 dei *Quaderni* - cfr. Delfrati *et alii*, 2000, 2002b, 2003b; Cita *et alii*, 2007a, b), o passibili di formalizzazione, riducendo al minimo la proliferazione di nuove unità litostratigrafiche;
- verificare se l'unità sia stata già descritta o denominata da altri autori;
- verificare la priorità delle denominazioni adottate nel caso in cui più autori abbiano descritto la stessa unità;
- ridurre le nuove denominazioni ai casi in cui ve ne sia l'effettiva esigenza:
  1 evitare nuove denominazioni, in particolare se queste sono legate a variazioni locali di unità già descritte altrove; meglio introdurre suddivisioni di rango inferiore, come membro (se la suddivisione presenta una precisa caratterizzazione geocronologica) o litofacies (se la suddivisione non presenta una precisa caratterizzazione geocronologica o si ripresenta a più altezze stratigrafiche);

2 evitare nuove denominazioni, anche di rango inferiore alla formazione, per unità che abbiano le stesse caratteristiche solo perché sono ubicatea in bacini o unità stratigrafico-strutturali o contesti diversi

3 evitare di utilizzare con accezione diversa termini che siano già connotati o ricorrenti in letteratura (es. non utilizzare il termine argille varicolori per unità che non siano comprese nel Gruppo delle Argille Variegate)

- nel caso fosse necessario descrivere una nuova unità, assicurarsi che ricorrano tutti gli elementi richiesti per caratterizzarla (descrizione litologica, ambiente di sedimentazione, geocronologia, contenuto fossilifero, località tipo, sezione tipo, *etc.*).

Qualsiasi considerazione utile a chiarire eventuali ambiguità derivanti dall'uso di un medesimo termine con diverse accezioni può essere riportata nelle Note Illustrative (NI).

Per la trattazione di dettaglio degli argomenti qui sintetizzati e per i dovuti e opportuni approfondimenti si rimanda al capitolo 5 di questo documento.

Nel definire l'intervallo geocronologico rappresentato da una unità, utilizzare solo i termini previsti dalla *International Chronostratigraphic Chart* (https://stratigraphy.org/timescale/ e figura 1 di questo volume). Laddove siano intervenute variazioni mentre le NI o gli schemi a cornice del Foglio Geologico (*i.e.*, schema cronostratigrafico) erano in corso di redazione, sarà opportuno indicare nelle NI a quale versione della *International Chronostratigraphic Chart* si è fatto riferimento o spiegare perché si è deciso di adottare una versione anziché un'altra.

Qualora fosse necessario servirsi di termini aggiuntivi, ricordarsi che:

- i termini ratificati dalla ICS devono essere scritti con l'iniziale maiuscola (Cretacico Superiore), mentre tutti gli altri termini devono essere scritti con l'iniziale minuscola (Oligocene inferiore);
- l'uso di un termine geocronologico si riferisce a tutto l'intervallo di tempo ad esso associato; pertanto, se non si è sicuri che la successione considerata lo registri interamente, si dovrà specificare che si tratta solo di una parte di quell'intervallo (*pro parte*), aggiungendo in corsivo *p.p.*;
- nel caso in cui l'attribuzione geocronologica sia dubitativa, aggiungere il punto interrogativo al termine geocronologico utilizzato;
- non devono essere utilizzati termini non previsti dalla ICS e che possono generare confusione (ad esempio Cretacico medio oppure Dogger);

Si ricorda che i prefissi "infra" e "supra" significano rispettivamente "al di sotto" e "al di sopra" e non possono essere usati per indicare gli intervalli inferiore e superiore di una unità geocronologica, anche se in passato sono stati da alcuni utilizzati con questa accezione ("inframiocenico" significa "al di sotto del Miocene" e non "del Miocene inferiore"; "suprapliocenico" significa "al di sopra del Pliocene" e non "del Pliocene superiore").

Le stesse raccomandazioni riportate per le unità litostratigrafiche valgono anche per le unità biostratigrafiche. Allo stesso modo, i Codici di Nomenclatura Zoologica (ICZN, 1999, https://www.iczn.org/) e Botanica (ICBN, Shenzhen Code, Turland *et alii*, 2018, https://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php) devono essere considerati una guida insostituibile relativamente alla denominazione e grafia dei nomi degli organismi utilizzati per caratterizzare le facies riconosciute.

Ogni biozona citata deve essere accompagnata dal relativo riferimento bibliografico (pubblicazione nella quale è stata istituita la biozona con quella denominazione, utilizzando gli stessi eventi che ne definiscono inizio e fine). Qualora il nome di una specie sia cambiato nel tempo bisogna fare attenzione a quale denominazione sia stata utilizzata per la biozona corrispondente - es. *Quadrum trifidum* (Stradner, 1961) Prins & Perch-Nielsen, 1977 —> biozona a *Quadrum trifidum* (Sissingh, 1977); oppure *Uniplanarius trifidus* (Stradner, 1961) Hattner & Wise, 1983 —> biozona a *Uniplanarius trifidus* (Burnett, 1998). Non bisogna utilizzare una denominazione per la biozona e un'altra per la specie

riconosciuta nell'associazione.

Il termine zona o biozona deve avere l'iniziale maiuscola solo quando si tratta di zone standard (cioè calibrate direttamente con riferimenti geocronologici, *e.g.*, Biozona a *Paraceratites trinodosus*). In tutti gli altri casi, il termine zona o biozona deve essere scritto con l'iniziale minuscola (*e.g.*, biozona a *Uniplanarius trifidus*).

I nomi dei gruppi di organismi citati in italiano devono avere l'iniziale minuscola (es. ammoniti), mentre se sono citati in latino devono avere l'iniziale maiuscola e essere scritti in corsivo (es. *Bivalvia*). I nomi delle specie (sempre scritti in corsivo, il genere con l'iniziale maiuscola mentre la specie con l'iniziale minuscola) devono essere citati accompagnati dal nome dell'autore che le ha istituite e dell'anno di istituzione (*e.g.*, *Globigerina bulloides* d'Orbigny, 1826) almeno una volta nel testo, la prima volta che vi compaiono, oppure in alternativa in un elenco di taxa in appendice. Si ricorda che autore e anno non devono invece essere riportati se il nome della specie fa parte della denominazione di una biozona (*e.g.*, biozona a *Uniplanarius trifidus*). Prestare attenzione alla presenza di parentesi che a volte racchiudono il nome dell'autore; esse indicano che sono intervenute variazioni rispetto al nome con il quale la specie era stata istituita originariamente. Devono pertanto essere riportate solo dove necessario. Un esempio è *Radotruncana calcarata* (Cushman, 1927), dove il nome dell'Autore e l'anno di istituzione sono racchiusi tra parentesi perché la specie era stata inizialmente denominata *Globotruncana calcarata* da Cushman nel 1927; differentemente, in *Orbulina universa* d'Orbigny, 1939 il nome dell'Autore e l'anno di istituzione non sono racchiusi tra parentesi perché la denominazione è rimasta la stessa originaria. Ricordare che le regole dell'ICBN sono diverse da quelle dell'ICZN; infatti secondo l'ICBN nel caso di variazioni tassonomiche deve essere riportato anche il nome di chi ha istituito la nuova combinazione (*e.g.*, *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) Schiller, 1930).

Si rimanda al § 5.6 per gli opportuni approfondimenti sulla pratica biostratigrafica.

4. - ACQUISIZIONE E REVISIONE DEI DATI PREGRESSI

(a cura di Di Manna P., Fiorenza M. & Troccoli A.)

La redazione di un Foglio Geologico avviene attraverso una serie di attività propedeutiche tra cui, quella preliminare, è rappresentata dall'acquisizione di tutti i dati presenti in letteratura che possano fornire elementi utili alla realizzazione dei fogli stessi. Si raccomanda di raccogliere e consultare il più ampio numero possibile di lavori, non solo articoli su riviste scientifiche e abstract di congressi, tesi di dottorato, *etc.*, ma anche documenti tecnici. Tra questi ultimi sono di particolare interesse gli studi di microzonazione sismica dei Comuni che ne hanno prodotti, contenenti dati geognostici, dati geofisici e, in alcuni casi, dati originali di rilevamento.

Si suggerisce inoltre l'acquisizione delle fonti cartografiche storiche, non solo geologiche. Si ricorda infatti che molte informazioni si possono dedurre dalla consultazione delle carte topografiche, a cominciare dalle diverse edizioni delle tavolette in scala 1:25.000 dell'IGM. Un valido ausilio arriva dai più recenti dati di telerilevamento, da drone, da aereo o da satellite, che oltre ad integrare ed aggiornare le informazioni contenute nelle cartografie, forniscono una serie di dati frequentemente aggiornati (*e.g.*, dati InSAR per aree in subsidenza o in sollevamento).

Si ricorda di effettuare ovviamente uno studio preliminare di tutte le carte geologiche esistenti, dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 alle carte geologiche regionali, sia dell'area in esame che delle aree limitrofe.

Si dovrà tenere conto anche dei dati provenienti dalle banche dati ufficiali a cominciare da quelle delle Regioni e delle Autorità di Distretto, di ISPRA (IFFI, ITHACA, ReNDiS, Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo - L. 464/84, Database Nazionale Sinkholes, Inventario Nazionale dei Geositi, Censimento dei siti minerari abbandonati e dei relativi depositi "pericolosi" dei rifiuti di estrazione, *etc.*), dell'INGV, ma la lista delle fonti potrebbe essere molto lunga e diversificata da luogo a luogo.

In generale si raccomanda di mantenere un approccio critico sui dati pregressi durante il rilevamento dei nuovi Fogli CARG e di chiarire, nelle Note Illustrative, le interpretazioni diverse rispetto alle fonti pregresse.

Tra queste rivestono una particolare importanza i dati riguardanti le faglie attive e capaci e le deformazioni gravitative di versante. A causa dell'intensa urbanizzazione di ampie porzioni di territorio non è raro che questa si sviluppi in aree interessate dai fenomeni in questione, i quali possono pregiudicare la stabilità di settori di centri abitati ed il funzionamento di opere importanti (impianti industriali, acquedotti, metanodotti, strade, gallerie, depositi di scorie nucleari, *etc.*). Si raccomanda, dunque, particolare cura nel cartografare tali fenomeni: una corretta e coerente rappresentazione nelle diverse cartografie istituzionali è infatti di fondamentale importanza ai fini della pianificazione territoriale. Tra

questi documenti rientra a pieno titolo la Carta Geologica d'Italia, trattandosi di un prodotto ufficiale dello Stato, e pertanto le informazioni in essa contenute dovranno essere attentamente valutate. Tenendo conto del ruolo importante che le Regioni e i Distretti hanno nel campo della "difesa e tutela del territorio" nell'ambito della omogeneizzazione dei dati relativi alle frane, la redazione dei nuovi fogli geologici potrebbe rappresentare un momento di collaborazione tra i diversi enti. A tale proposito se nel corso dei rilevamenti risultassero situazioni che si discostano da quanto rappresentato da precedenti cartografie il rilevatore segnala tale situazione al Coordinatore Scientifico e al Responsabile di Convenzione della Regione il quale, nel caso delle frane, provvederà a "veicolarla" verso gli organi competenti come i Distretti. La stessa procedura si dovrebbe applicare anche nel caso delle faglie capaci: in questo caso la revisione dei dati dovrebbe avvenire coinvolgendo anche gli esperti presenti all'interno del Dipartimento per il Servizio Geologico presente in ISPRA.

Allo scopo si possono prevedere sopralluoghi congiunti nel rispetto di un elemento fondamentale e inderogabile e cioè che tali operazioni non devono comportare alcuna variazione dei tempi previsti per la redazione dei singoli Fogli Geologici in accordo con quanto riportato nel cronoprogramma della Convenzione.

4.1. - Dati pregressi sulle faglie attive e capaci e suggerimenti per il rilevamento

Le faglie capaci sono faglie che hanno un significativo potenziale di produrre dislocazione e/o deformazione della superficie topografica o in prossimità di essa. La fagliazione superficiale costituisce uno dei possibili effetti primari dei terremoti; essa si manifesta a partire da eventi sismici di magnitudo Mw 5.5-6 per terremoti crostali, mentre, nelle aree vulcaniche, terremoti anche poco energetici ma con ipocentro poco profondo possono produrre fagliazione in superficie.

La storia sismica italiana ha memoria di vari eventi di fagliazione superficiale associati a terremoti storici e/o recenti. Gli eventi più vicini nel tempo (L'Aquila 2009; Centro Italia 2016-2017; Monte Etna 2018) hanno suscitato grande interesse nella comunità scientifica e nella società, dando rilevanza al fenomeno della fagliazione superficiale e allo sviluppo di specifiche normative per il corretto utilizzo del territorio in prossimità di esse (Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2015). Altri eventi, avvenuti nel passato, si possono riconoscere da semplici osservazioni morfotettoniche e/o da più complesse analisi paleosismologiche, consentendo di estendere la finestra temporale di osservazione delle strutture attive e di caratterizzarle in termini di potenziale di fagliazione, tasso di scorrimento e tempi di ricorrenza.

La fagliazione superficiale può contribuire all'incremento delle condizioni di pericolosità sismica e determinare condizioni di rischio elevato, in presenza di elementi esposti. Infatti, può indurre danni, aggiuntivi rispetto a quelli dovuti alle accelerazioni sismiche, sia agli edifici sia alle infrastrutture, compromettendo la stabilità e la funzionalità. Situazioni particolarmente critiche possono verificarsi dove le faglie capaci attraversano aree densamente urbanizzate e industrializzate, con presenza anche di infrastrutture e attività strategiche e/o rilevanti.

La precisa localizzazione spaziale delle faglie capaci, la loro caratterizzazione geometrica, cinematica e sismotettonica, la definizione del potenziale di fagliazione ad esse associato e della probabilità di attivazione costituiscono elementi fondamentali sia per l'analisi e la comprensione dei processi geodinamici che interessano il nostro territorio, sia per le attività di pianificazione territoriale e per le azioni di mitigazione del rischio. Per queste ragioni, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (*ITaly HAzard from CApable faults,* http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/), che raccoglie e rende fruibili le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano.

Le informazioni contenute nel Catalogo non sono omogenee per l'intero territorio nazionale. Accanto ad aree con informazioni complete e tracce delle faglie mappate a scala di dettaglio (aree interessate da terremoti recenti), ve ne sono altre in cui le faglie sono mappate a piccola scala e le informazioni sono

lacunose. Tuttavia, la presenza di un elemento tettonico tracciato in ITHACA indica che esiste almeno una fonte bibliografica/cartografica che indica la presenza della struttura e, quindi, deve valere almeno come un messaggio di attenzione sul problema e stimolare l'analisi di studi di approfondimento.

Informazioni circa i contenuti, i limiti e le modalità di utilizzo del Catalogo ITHACA, così come indicazioni su eventuali studi di approfondimento per la caratterizzazione delle faglie, sono sintetizzate nelle Linee Guida che possono essere scaricate al seguente link: http://portalesgi.isprambiente.it/sites/default/files/doc/Linee_Guida_ITHACA.pdf

Il Progetto CARG, contemplando attività di rilevamento geologico di campagna, può fornire un valido contributo per il miglioramento delle conoscenze della localizzazione spaziale delle faglie capaci e della loro caratterizzazione, almeno in termini di evidenze morfologiche e caratteristiche dei depositi dislocati (tipo, età, tasso di scorrimento, dislocazione di lungo periodo, *etc.*). Le osservazioni possono avvenire indipendentemente ma possono anche trarre spunto dall'indicazione in ITHACA di faglie capaci nelle aree di rilevamento; l'importante è arrivare, comunque, alla convergenza e alla coerenza tra i prodotti CARG e le banche dati del Servizio Geologico.

Nel volume 1 dei *Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III* (di seguito, *Quaderni* - Pasquarè *et alii*, 1992) sono fornite indicazioni circa la necessità di cartografare le strutture tettoniche e di indicare gli elementi che le caratterizzano in termini di tipo ed età dei depositi fagliati, entità della dislocazione, caratteristiche geometriche e indicatori cinematici.

Il § 2.2.3. della parte II "Problematica strutturale" riporta testualmente "*la tettonica quaternaria riveste un evidente interesse scientifico e una particolare importanza pratica: all'aspetto puramente geometrico degli elementi strutturali che ha in comune con la tettonica pre-quaternaria, è infatti da aggiungere quello cinematico, con i suoi risvolti sismotettonici, paleosismologici e relativi al fenomeno della fagliazione di superficie*". Precisando poi "*...tra le informazioni che vanno rappresentate nella carta geologica al 50.000 non possono tuttavia essere comprese quelle relative alla <cronologia> degli elementi strutturali: queste sono oggetto di altre carte tematiche e, nel caso specifico della tettonica quaternaria, delle carte neotettoniche*". "*Nel corso dei rilevamenti andranno tuttavia riconosciuti ed evidenziati gli elementi di natura sedimentaria, strutturale o morfologica, significativi nei confronti della tettonica quaternaria*", precisando inoltre che "*…è necessario che il rilevatore chiarisca a livello cartografico se un certo elemento strutturale (ad esempio una faglia) coinvolga il solo substrato o anche la copertura*". Da ciò appare chiaro che le faglie capaci, anche se non devono essere esplicitamente classificate nel Progetto CARG, rientrano tra gli elementi tettonici che vanno cartografati e caratterizzati, in quanto, l'identificazione di quali depositi siano dislocati, con quale modalità ed entità, fanno parte delle informazioni specificamente richieste al rilevatore.

La presenza di strutture attive e capaci conferisce una specifica impronta morfologica al paesaggio, con la formazione di bacini, scarpate morfologiche, faccette trapezoidali, valli sospese, anomalie di drenaggio del reticolo idrografico, superfici e depositi basculati, depositi e/o forme quaternarie dislocate, *etc.* Il rilevatore dovrà, quindi, prestare particolare attenzione all'identificazione delle evidenze morfologiche delle strutture tettoniche attive e capaci, alle diverse scale di osservazione, per poi approfondire il rilevamento delle caratteristiche dei depositi e delle informazioni cinematiche, alla scala dell'affioramento. Approfondimenti e specifici studi paleosismologici, anche con la realizzazione di trincee paleosismologiche, si potranno prevedere per i settori in cui le strutture capaci attraversano i centri abitati e/o infrastrutture critiche, al fine di localizzare con precisione la traccia della faglia e caratterizzarla in termini sismotettonici.

Oltre a cartografare le nuove faglie, eventualmente emerse nel corso del rilevamento, al fine di assicurare la coerenza tra gli elementi strutturali cartografati nei Fogli CARG e quelli catalogati in ITHACA, il rilevatore dovrà collezionare, sia da rilevamento diretto che da osservazioni da remoto, tutti gli elementi utili per valutare l'effettiva sussistenza degli elementi tettonici riportati nel Catalogo e dovrà rappresentarli in maniera adeguata.

4.2. - Dati pregressi, suggerimenti per il rilevamento delle frane e cenni riguardo la pericolosità geomorfologica

I depositi presenti lungo i versanti, derivanti dai processi legati alla gravità e all'acqua, più volte richiamati nelle diverse pubblicazioni dei *Quaderni* realizzati dal Servizio Geologico d'Italia nell'ambito del Progetto CARG, trovano una trattazione esauriente già nel volume 1 (Pasquaré *et alii*, 1992).

Da allora molte cose sono cambiate, non solo per quanto riguarda le conoscenze scientifiche, ma anche per tutto ciò che concerne l'aspetto politico-amministrativo di governo del territorio, includendo in tale espressione sia la normativa che gli Organi e/o Enti preposti alla pianificazione territoriale.

Tra i diversi elementi di novità scientifica una menzione particolare spetta alla diffusione dei dati rilevati da remoto e dei GIS (*Geographic Information System*), cioè di quei sistemi informativi in grado, per ogni fenomeno, di associare alla posizione geografica sulla superficie terrestre diversi tipi di informazioni mediante acquisizione, registrazione, analisi, visualizzazione, restituzione, condivisione e presentazione dei dati geografici. Tra le innumerevoli elaborazioni che si possono effettuare in ambiente GIS vi sono i DEM (*Digital Elevation Model*) e i DTM (*Digital Terrain Model*) ottenibili per esempio da dati LIDAR; da questi facilmente si possono derivare carte della pendenza, curvatura, ombreggiatura ed esposizione dei versanti, generare profili topografici, effettuare analisi volumetriche, che rappresentano nel loro insieme un validissimo ausilio all'attività di campagna nell'individuazione, riconoscimento e rappresentazione delle forme, depositi e strutture tettoniche sopra citate.

Numerose sono anche le novità sulla pianificazione territoriale. Per esempio, all'inizio degli anni '90, quando è stato redatto il volume 1 dei *Quaderni*, muovevano i primi passi le Autorità di Bacino, oggi riunite in "Distretti" che pianificano a scala sovraregionale mediante i Piani di Assetto Idrogeologico (PAI). A partire dalla L. 183/89 e come confermato dalla legislazione derivata, il PAI rappresenta l'elemento conoscitivo, normativo e tecnico operativo attraverso il quale vengono pianificati azioni, interventi e uso del territorio. Nel 2009, anno di pubblicazione del volume 12 dei *Quaderni* (Battaglini *et alii*, 2009a,b; Galluzzo *et alii*, 2009), erano stati pubblicati da poco sia i PAI delle Autorità di Bacino che gli inventari regionali del Progetto Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (IFFI), ma non era stato ancora effettuato un confronto tra i due *dataset*, esteso a tutto il territorio nazionale, né era ancora possibile fare un bilancio delle applicazioni di questi "inventari" alla gestione reale del territorio.

Pur essendo consapevoli che il PAI è lo strumento di riferimento ai fini pianificatori, a tale proposito si deve tenere conto anche dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) e della cartografia geologica per il carattere di "ufficialità" che essi rivestono. Per quanto riguarda IFFI, si tratta di un Progetto realizzato da ISPRA che copre l'intero territorio nazionale, i cui dati vengono forniti dalle Regioni secondo criteri concordati (Amanti *et alii*, 1996; APAT, 2007). La cartografia geologica a livello nazionale è realizzata dal Servizio Geologico d'Italia in qualità di organo cartografico dello Stato ed è rappresentata sia dal Progetto CARG in scala 1:50.000, in via di esecuzione, sia dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, già pubblicata per la gran parte del territorio nazionale. Si ricorda che proprio alla realizzazione della cartografia geologica in scala 1:50.000, a copertura dell'intero territorio nazionale, venne dato impulso da quella richiesta di "*attività conoscitiva*" inserita tra gli obiettivi della L. 183/89 sulla difesa del suolo, la stessa che istituiva giuridicamente il Piano di Bacino, sovraordinato alla pianificazione degli Enti locali di tutti i livelli. Nell'art. 2, comma 2, della suddetta legge, si enuncia che "*l'attività conoscitiva è svolta … secondo criteri, metodi e standards di raccolta, elaborazione e consultazione, nonché modalità di coordinamento e di collaborazione tra i soggetti pubblici comunque operanti nel settore, che garantiscano la possibilità di omogenea elaborazione ed analisi e la costituzione e gestione, ad opera dei servizi tecnici nazionali",* quindi anche del Servizio Geologico d'Italia, "*di un unico sistema informativo, cui vanno raccordati i sistemi informativi regionali e quelli delle Province autonome*".

Detto tutto quanto sopra, risulta necessario fare alcune considerazioni riguardo l'utilizzo dei dati PAI e IFFI nel Progetto CARG.

Nelle carte inventario dei PAI e IFFI trovano rappresentazione tutti i fenomeni indipendentemente dalla scala (anche quelli più piccoli vengono riportati come frane "puntuali", non cartografabili in scala 1:10.000) e dalla tipologia (per esempio colamenti superficiali, *soil slip* o altri tipi di fenomeni come le deformazioni superficiali lente). Nella Carta Geologica al 50.000 del Progetto CARG (nel seguito Carta Geologica), invece, la scala è un elemento determinante in quanto si tende a privilegiare la rappresentazione di depositi che costituiscono la "ossatura" di una determinata area; pertanto, non trovano posto tutte quelle deformazioni che movimentano spessori limitati di terreno o che interessano un'area di dimensioni contenute. Inoltre, nei PAI e in IFFI viene rappresentato un poligono che contiene l'intera area interessata dalla frana, comprensiva della zona di distacco, di transito e di accumulo (deposito). Nella Carta Geologica deve essere cartografato il litosoma affiorante, ovvero il solo poligono riferito al *deposito di frana*, eventualmente associato all'*orlo di scarpata di frana*, come si usa fare anche nelle carte geomorfologiche, mentre nelle zone di distacco e di transito, prevalendo l'azione erosiva, vengono cartografate le unità affioranti a letto della superficie di rottura.

Pur tenendo in debito conto i fattori di scala e le finalità diverse tra PAI, IFFI e CARG, si registra troppo spesso l'assenza di un *core-set* comune di dati, con differenze anche significative nella rappresentazione, in riferimento alla medesima località e/o fenomeno, che confligge col fatto che in natura il fenomeno franoso, se esiste, è uno soltanto. Ciò ha diverse motivazioni, di cui una delle più importanti è il differente metodo di acquisizione dei dati. Mentre nella Carta Geologica l'elemento base è il rilevamento di campagna, il censimento dei fenomeni franosi presenti sia nei PAI che in IFFI è avvenuto attraverso rilievi sul terreno che, per ovvi motivi, si realizzano principalmente nelle aree densamente urbanizzate e/o di particolare importanza, mentre nella maggior parte delle zone rimanenti è stato eseguito mediante fotointerpretazione. Quest'ultima metodologia è molto utile per l'individuazione preliminare dei fenomeni franosi e la successiva precisa perimetrazione (vedi oltre) ma, anche l'operatore più esperto, solo in parte può dirimere un limite insito proprio nel metodo stesso e cioè l'esistenza nel paesaggio di forme simili derivanti da processi diversi (convergenza morfologica). Per tale motivo una stessa forma può essere interpretata diversamente dalla moltitudine degli analisti e per questa ragione molto spesso i fenomeni rappresentati per una stessa località su IFFI e PAI non coincidono. Inoltre, l'aggiornamento dei cataloghi citati è consistito in questi anni quasi esclusivamente nell'aggiunta di fenomeni di neoformazione e non nella verifica sistematica sul terreno delle frane individuate solo da fotointerpretazione. L'esperienza insegna che, non solo i perimetri possono non coincidere ma, generalmente, gli elementi riportati nei cataloghi non trovano espressione nelle carte geologiche CARG e viceversa.

Pertanto si raccomanda ai rilevatori CARG di effettuare una revisione critica dei dati PAI e IFFI, analogamente a quanto si fa per qualsiasi dato pregresso di letteratura, facendo cenno nelle note illustrative alle motivazioni della diversa interpretazione rispetto alle fonti pregresse.

Non si vuole sottovalutare la difficoltà di dirimere alcune situazioni complesse, che necessitano di approfondimenti che esulano dagli obiettivi del Progetto CARG; in ogni caso l'attività di rilevamento sul terreno riduce di molto l'incertezza, contribuendo ad approfondire le singole situazioni e individuando, attraverso la ricerca e l'analisi degli affioramenti, alcuni "falsi positivi" dovuti a convergenza morfologica.

Per quanto detto sopra, sarebbe auspicabile che le frane rilevate durante le attività del Progetto CARG trovassero una rappresentazione coerente nelle cartografie dei diversi progetti.

Nel volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii*, 1992), al § 2.2.5., si stabiliva che se "*per frana si intendesse il materiale franato*" esso si dovrà collocare a pieno titolo nel contesto stratigrafico; *"...non esiste infatti nessuna ragione per considerare un corpo geologico costituito da materiale di frana in modo diverso da quello in cui vengono considerati corpi di altra origine sedimentaria*". Ne consegue che nella Carta Geologica i depositi in questione trovano, a pieno titolo, collocazione e rappresentazione.

Nel volume 12(III) dei *Quaderni* (Galluzzo *et alii*, 2009), § 4.6, veniva ribadito questo concetto e

chiariti meglio altri aspetti, tra cui l'interpretazione CARG data alla voce "*nessun indizio di evoluzione*" (attributo facoltativo delle frane che è possibile inserire solamente in Banca Dati).

Analizzando i fogli CARG già pubblicati, si registra a volte una rappresentazione disomogenea dei fenomeni franosi anche a parità di assetto geologico e geomorfologico, dovuta soprattutto alla "sensibilità" soggettiva dei rilevatori e dei coordinatori scientifici dei diversi fogli.

La rappresentazione delle frane è, a tutti gli effetti, parte integrante della cartografia geologica. È chiaro che, tenuto conto dei fattori scala e spessore, come per qualsiasi altro deposito quaternario, occorre trovare un equilibrio tra la necessità di dare evidenza ai depositi in questione e, nello stesso tempo, cercare di rappresentare in maniera quanto più esaustiva la natura e la geometria delle unità sottostanti. Questo aspetto assume particolare importanza in determinati contesti geologici ad alto indice di franosità, nei quali diventa necessario effettuare una selezione nella rappresentazione dei depositi di frana sulla carta in scala 1:50.000. L'argomento è complesso. Ci si limita in questa sede a ricordare che i depositi di frana si selezionano, come criterio generale, in funzione degli spessori (>3m) e in funzione delle dimensioni areali, rappresentando in carta i litosomi superiori ad 1 hm^2. Come già sopra ricordato, nel Progetto CARG le frane devono essere cartografate come litosomi inseriti nella successione stratigrafica, separando i depositi dalle aree di distacco (corona) e transito della frana stessa, essendo, queste ultime, zone in cui sono affioranti o sub-affioranti altre unità litostratigrafiche.

La fotointerpretazione non va intesa come alternativa al rilevamento di campagna ma come valido ausilio. Nel caso specifico del rilevamento dei depositi di frana (ma considerazioni analoghe si possono fare per molti altri depositi quaternari) la fotointerpretazione risulta utilissima sia nella fase preliminare, su dati possibilmente multi-scalari e multi-temporali, sia per perfezionare la rappresentazione del poligono una volta che il fenomeno è stato verificato in campagna. L'analisi di foto aeree in stereoscopia e/o l'analisi del microrilievo su DEM ad alta risoluzione (per es. da fonti LIDAR) aiuta non solo a "chiudere" i poligoni relativi ai depositi di frana, ma anche a mettere in risalto i più importanti fenomeni franosi in termini di spessore e/o estensione del deposito.

Nel caso le forme siano ancora riconoscibili e sufficientemente grandi da essere cartografate a scala 1:25.000, si raccomanda di rilevare *l'orlo di scarpata di frana*, sia *certo* che *incerto*, e di riportarlo sia sugli Originali di Autore che nella Banca Dati Geologica, anche al fine di migliorare la congruenza con gli "inventari" PAI e IFFI. Si ricorda che è poi opportuno effettuare una selezione degli orli di scarpata di frana, da rappresentare sulla Carta Geologica alla scala 1:50.000.

Per quanto riguarda la classificazione dei depositi di frana il volume 12(III) dei *Quaderni*, § 4.6, riporta chiaramente che sia al 25.000 che al 50.000 siano differenziati solo i *corpi di frana* e i *corpi di frana antica* rappresentati, rispettivamente, con sovrassegno tegolato in rosso e azzurro su fondo del colore della UBSU o di altra unità stratigrafica di appartenenza (Galluzzo *et alii*, 2009). Entrambe le voci hanno sigla a_1 (cfr. Tabella 1 dell'Allegato 3).

Sebbene nel Progetto CARG, ma in generale sulle carte geologiche, non si preveda la classificazione dei depositi di frana in funzione del tipo di movimento che li ha prodotti, si raccomanda la trattazione nelle Note Illustrative dei loro più importanti caratteri tipologici ed evolutivi. Un caso a parte è rappresentato dalle frane di crollo e di ribaltamento. Infatti, nonostante si tratti di una delle tipologie di frana a maggior pericolosità a parità di volumi coinvolti, raramente ne vengono cartografati i relativi depositi, per questioni di scala e/o per la difficoltà oggettiva nel separarli dai detriti di falda entro cui spesso si depositano e che in parte contribuiscono ad accrescere. Si suggerisce quindi, per la grande rilevanza applicativa, di segnare sulla Carta di campagna in scala 1:10.000 le scarpate di degradazione su versanti a maggior energia di rilievo che dovessero chiaramente emergere nell'attività di rilevamento geologico. Analogamente è opportuno segnare con un sovrassegno sulla Carta di campagna le aree a calanchi e descriverle nelle Note Illustrative, anche se non ne è prevista la rappresentazione sulla Carta Geologica alla scala 1:50.000.

STRATIGRAFIA

5. - INDICAZIONI PER LA DEFINIZIONE E L'UTILIZZO DELLE UNITÀ STRATIGRAFICHE

(a cura di Muraro C. & Consorti L.)

Le presenti indicazioni nascono con lo scopo di produrre un documento operativo e snello con l'obiettivo di integrare, aggiornare e laddove possibile semplificare, le definizioni e l'utilizzo delle unità stratigrafiche ai fini dell'attività di rilevamento geologico, della rappresentazione cartografica e dell'elaborazione delle Note Illustrative (NI) in ambito CARG. Tali argomenti sono stati discussi nei capitoli 1 e 2 del volume 1 dei *Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III* (di seguito, *Quaderni* - Pasquarè *et alii*, 1992), nonché nel volume 9 (Germani & Angiolini, 2003) ai quali si rimanda per una dettagliata trattazione, in particolare di quei punti qui affrontati solo marginalmente.

Il volume 9 dei *Quaderni* rappresenta la *Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica* (https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/i-quaderni-serie-iii-del-sgi/guida-italiana-alla-classificazione-e-alla) formulata in collaborazione tra Servizio Geologico d'Italia, il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e la Commissione Italiana di Stratigrafia (CIS) la quale, attraverso un lungo lavoro di coordinamento, esplicita in chiave nazionale i principi formulati nella seconda edizione dell'*International Stratigraphic Guide* (ISG, Salvador, 1994, consultabile nella sua versione ridotta su https://stratigraphy.org/guide/ o https://opac.geologie.ac.at/ais312/dokumente/Murphy_Salvador_1999_Statigraphic_Guide.pdf). Si precisa che nel testo i passaggi riferiti alla ISG di Salvador (1994) sono riportati in carattere corsivo tra virgolette, integrati da osservazioni e aggiunte in carattere normale che si riferiscono in modo particolare al Progetto CARG. Ad esclusione del presente documento e dei documenti sopra citati, non sono disponibili per l'Italia altre fonti bibliografiche ufficiali dalle quali attingere per una pratica stratigrafica il più possibile standardizzata. I riferimenti ai *Quaderni* in merito a specifiche esigenze o approfondimenti non direttamente trattati nelle presenti indicazioni, verranno di volta in volta indicati nei capitoli inerenti.

I fogli CARG citati nel testo sono consultabili online sul sito:
https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/.

5.1. - Stratigrafia e Progetto Carg

La realizzazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Progetto CARG - ha tra i principali obiettivi quello di proporre una oggettiva strutturazione delle unità stratigrafiche in essa rappresentate, tale da fornire una rappresentazione del territorio il più possibile condivisa ed omogeneamente leggibile. Un ulteriore sforzo in questa direzione è auspicabile per quello che riguarda

la comprensione dei processi geologici rappresentati in carta. Si richiede infatti, nella pratica CARG, non solo di mappare i corpi rocciosi nello spazio, ma anche di fornire interpretazioni genetiche e/o dinamiche, da trattare specialmente nelle NI. Quest'ultimo punto, di fondamentale slancio rispetto alla Cartografia Geologica Nazionale alla scala 1:100.000, necessita quindi di strumenti stratigrafici chiari e condivisi. Tali strumenti sono volti sia alla costruzione di un solido prodotto scientifico di base, sia alla resa passibile di future nuove interpretazioni dei processi e/o revisioni delle cartografie. È importante inoltre sottolineare la necessaria omogeneità nella resa cartografica delle unità stratigrafiche nella cartografia geologica del Progetto CARG, facendo particolare attenzione ai passaggi tra la scala di rilevamento al dettaglio 1:10.000, la scala della Banca Dati da rendere al 1:25.000 e la sintesi finale alla scala 1:50.000.

Tra le categorie stratigrafiche, le unità litostratigrafiche e le *Unconformity-Bounded Stratigraphic Units* (UBSU) ricoprono un ruolo fondamentale nella rappresentazione dei corpi rocciosi poiché sono direttamente presenti in carta e definibili con oggettività attraverso l'osservazione diretta sul terreno. Ulteriori unità, tra cui le cronostratigrafiche/geocronologiche e le biostratigrafiche, costituiscono attributi fondamentali da trattare in legenda, elementi a cornice e NI. Le unità di polarità magnetostratigrafica, unità definite per stratigrafia isotopica o stratigrafia sequenziale derivano da studi di dettaglio e sono relative a processi che, se riconosciuti e debitamente dimostrati, forniscono importanti informazioni relative agli aspetti scientifici e alla costruzione dello schema stratigrafico del foglio. Gli aspetti formali delle unità stratigrafiche riguardanti il loro processo di standardizzazione rappresentano un punto di particolare rilievo. Un'unità stratigrafica formale o informale ma definita secondo le *linee guida* ISG, provvede non solo alla propria stabilità nel tempo, ma rappresenta anche uno strumento collettivamente riconosciuto in tutte le sue caratteristiche. Secondo la ISG le categorie stratigrafiche passibili di formalizzazione sono le unità litostratigrafiche, le unità biostratigrafiche, le unità cronostratigrafiche/geocronologiche, le unità di polarità magnetostratigrafica e le unità a limiti inconformi (UBSU). Per quanto riguarda la ratifica delle unità litostratigrafiche si veda il § 3.2, volume 9 dei *Quaderni*. Per le unità di applicazione internazionale o globale (es. unità cronostratigrafiche gerarchiche) è necessaria invece la ratifica da parte dell'*International Commission on Stratigraphy* della IUGS (*International Union of Geological Sciences* https://www.iugs.org/) nelle sue sottocommissioni competenti.

5.2. - Scale e unità cronostratigrafiche e geocronologiche di riferimento

Le unità cronostratigrafiche e geocronologiche rappresentano le basi per la costruzione di una scala cronostratigrafica *standard* e possono essere riconosciute a livello globale, essendo basate, per definizione, sul tempo di formazione, il quale ne rappresenta una proprietà universale. Queste posseggono quindi un valore temporale intrinseco, a differenza di tutte le altre categorie di unità stratigrafiche in cui il tempo non è direttamente considerato ma indicato per correlazione. "*Un'unità cronostratigrafica è un corpo roccioso che si è formato in un certo intervallo di tempo. Tale intervallo di tempo costituisce una unità geocronologica, che non essendo rappresentata da un corpo tangibile, ma da unità di tempo geologico, non può essere considerata una categoria stratigrafica. Se le unità cronostratigrafiche rappresentano quindi uno strumento tangibile* (corpi rocciosi) *per "misurare" la storia della Terra* (ovvero suddividerla in Periodi, Epoche, Età, *etc.*) *e sono assimilabili ad unità di misura standard* (come il "metro campione" di Parigi)*, le unità geocronologiche esprimono il tempo "in sé stesso" di queste unità cronostratigrafiche*".

Vengono distinte i) le unità cronostratigrafiche: corpo roccioso formatosi in un certo intervallo di tempo e delimitato da superfici isocrone; ii) l'orizzonte cronostratigrafico: superficie stratigrafica che rappresenta punti di congiunzione isocroni. Le unità cronostratigrafiche vengono distinte in ordine gerarchico: Sottopiano, Piano (unità fondamentale), Serie, Sistema, Eratema, Eonotema (e le rispettive unità geocronologiche: Sottoetà, Età, Epoca, Periodo, Era, Eone). La cronozona rappresenta invece

l'unica categoria cronostratigrafica non gerarchica per la quale si rimanda ad approfondimenti nel § 8.2.2 del volume 9 dei *Quaderni* (Germani & Angiolini, 2003).

Le regole e i protocolli di formalizzazione delle unità cronostratigrafiche fanno riferimento all'individuazione degli stratotipi del limite inferiore, chiamati internazionalmente GSSP (*Global Boundary Stratotype Section and Point*). L'unità cronostratigrafica viene convenzionalmente definita dallo stratotipo del suo limite inferiore in una determinata località e dallo stratotipo del limite inferiore dell'unità sovrastante. La ratifica formale di un GSSP avviene previa presentazione alla ICS e con ratifica finale della IUGS che abbina il cosiddetto "chiodo d'oro" nella località e punto esatto designato per lo stratotipo di un limite. Si rimanda al capitolo 8.3 del volume 9 dei *Quaderni* (Germani & Angiolini, 2003), per ulteriori approfondimenti su protocolli e caratteristiche degli stratotipi dei limiti.

La Scala Cronostratigrafica Standard di riferimento è lo strumento utilizzato come riferimento per la datazione delle unità stratigrafiche, nonché di rocce, fossili, eventi geodinamici, geochimici, magnetostratigrafici e processi geologici in generale. Tale strumento è per sua natura dinamico ed in continua evoluzione, passibile di mutazioni che si succedono nel corso degli anni per nuove richieste di ratifica o revisioni delle unità esistenti. Ogni anno la ICS pubblica online (https://stratigraphy.org/chart) una o più versioni aggiornate della *International Chronostratigraphic Chart* (ICC) per riproduzioni a fini non commerciali, la quale può essere visionata liberamente. La carta comprende la nomenclatura geocronologica e cronostratigrafica aggiornata per quel determinato anno, indicazione dei nomi formali ed informali di unità e la posizione dei "chiodo d'oro" (stratotipi dei limiti ratificati) con la relativa età numerica tratta dalla versione più aggiornata della *Geologic Time Scale* (GTS), che rappresenta il sistema internazionale standard per le indicazioni geocronologiche. Nel 2022 la Commissione Italiana

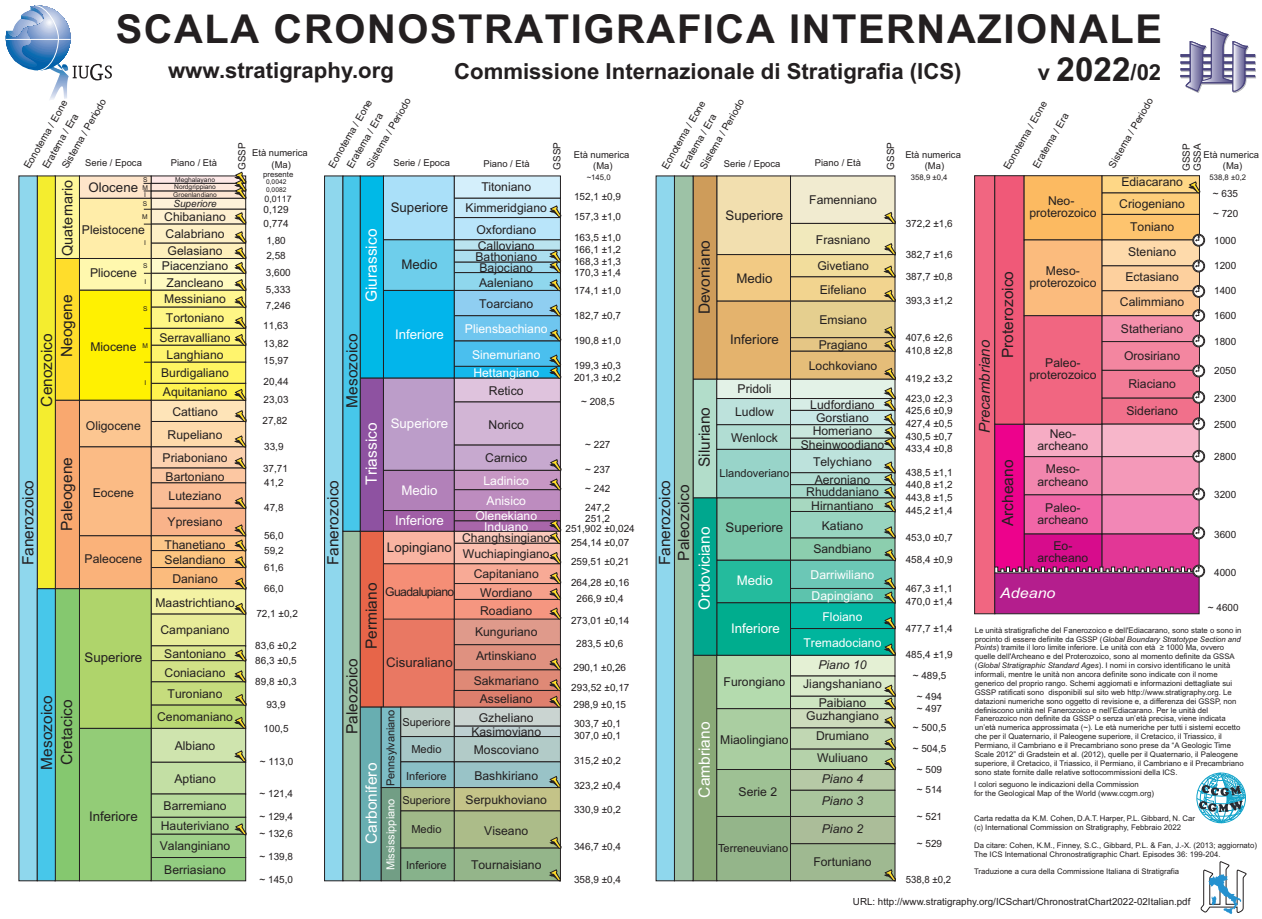


Fig. 1 - Scala Cronostratigrafica Internazionale 2022/02 in lingua italiana (http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2022-02Italian.pdf).

di Stratigrafia (CIS) ha elaborato la versione in italiano della ICC (Fig. 1 - http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2022-02Italian.pdf). Tali unità di riferimento sono passibili di continui aggiornamenti, così come di emendamenti, opinioni e discussioni fornite dai gruppi di lavoro della IUGS *Geological Standards*, che possono essere consultati nelle riviste *Episodes* (https://www.episodes.org/main.html), *Newsletters on Stratigraphy* (https://www.schweizerbart.de/journals/nos), ed altre (https://stratigraphy.org/publications). Inoltre, è disponibile il freeware *Timescale Creator* (https://timescalecreator.org/index/index.php) di particolare utilità per la resa grafica di unità stratigrafiche standard, correlazione con eventi ipertermali, glaciali, eustatismo, unità geochimiche (ed altro ancora) così come definite nella GTS.

Nei prodotti CARG i riferimenti cronologici dovranno tenere conto di quelli presenti nella ICC, così come nella GTS, e della codifica prevista nell'aggiornamento dei codici di BDG del volume 12(I) dei *Quaderni* (Battaglini *et alii,* 2009a), includendo gli aspetti formali tra cui l'uso di lettere maiuscole o minuscole (Inferiore/inferiore; Superiore/superiore) a seconda di unità ratificate o meno. Essendo tali indicazioni passibili di periodiche modifiche e aggiornamenti, come metodologia operativa per i fogli geologici si consiglia di stabilire come base cronostratigrafica la scala standard di un determinato anno, seguendone in linea omogenea la nomenclatura e le età numeriche. Tale omogeneità dovrà essere mantenuta sia per la costruzione della legenda che per le informazioni presenti nelle NI e nella BDG. È auspicabile, inoltre, nei limiti del possibile, far riferimento alla versione più recente della ICC o GTS.

5.3. - Unità litostratigrafiche

Le unità litostratigrafiche sono state ampiamente trattate nel capitolo 5 del volume 9 dei *Quaderni* (Germani & Angiolini, 2003), al quale si rimanda. Di seguito si riportano brevemente le definizioni *standard* delle unità litostratigrafiche, riportate in carattere corsivo, tratte dalle due guide di riferimento sopracitate (Salvador, 1994; Germani & Angiolini, 2003), le integrazioni e gli aggiornamenti riguardanti gli aspetti formali, le unità informali e alcune considerazioni rispetto all'utilizzo delle unità litostratigrafiche nel Progetto CARG.

"*L'**unità litostratigrafica** è un corpo roccioso, stratificato o non stratificato, separabile da quelli adiacenti in base alle caratteristiche litologiche o ad una combinazione di caratteristiche litologiche ed alla posizione stratigrafica. Ne consegue che concorrono alla definizione di un'unità litostratigrafica solo caratteri facilmente riconoscibili sul terreno. É richiesta una complessiva omogeneità litologica o la presenza di caratteri litologici peculiari. Anche il contenuto fossilifero, se particolarmente rappresentativo, può essere utile nella distinzione di unità litostratigrafiche*".

Nell'intento di includere tutta la possibile casistica si precisa che, tenendo conto della definizione sopra citata, i limiti (inferiore e/o superiore) di un'unità litostratigrafica possono non essere necessariamente assimilabili a orizzonti cronostratigrafici, quindi essere lateralmente eterocroni.

Alla luce dell'esperienza derivante dalla prima fase di realizzazione della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000, e del progredire delle conoscenze scientifiche, **è ormai consolidato e raccomandabile l'uso di un approccio litostratigrafico integrato**, già previsto nel volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii,* 1992), con criteri derivanti da studi di dettaglio come l'analisi di facies, analisi sedimentologiche, biostratigrafiche, mineralogico-petrografiche e geochimiche, la stratigrafia sequenziale, la stratigrafia isotopica, la magnetostratigrafia, l'analisi palinologica, *etc.*, che possono contribuire ad una più dettagliata e univoca descrizione e caratterizzazione dell'unità litostratigrafica.

Negli anni di realizzazione del Progetto CARG, il Servizio Geologico d'Italia si è adoperato per il corretto utilizzo delle unità litostratigrafiche collaborando con la Commissione Italiana di Stratigrafia (CIS) sui processi di ratifica ed istituendo, in seno al Comitato Geologico, i Comitati di coordinamento per aree geologiche omogenee (Alpi Centrali, Orientali ed Occidentali, Pianura Padana, Appennino Settentrionale, Appennino Centrale, Appennino Meridionale, Sicilia e Arco Calabro-Peloritano, Sar-

degna). I comitati hanno avuto il compito di dirimere problematiche inerenti alla differente definizione, attribuzione del rango e attribuzione stratigrafica delle unità ricadenti in una stessa successione/bacino sedimentario/dominio paleogeografico. L'obiettivo è stato quello di ridurre la proliferazione di sinonimi per unità litostratigrafica, prediligendo l'uso di formazioni validate o storiche o entrate nell'uso comune nel Progetto CARG; per garantire l'omogeneità di rappresentazione cartografica in aree caratterizzate dallo stesso contesto geologico. Nonostante le difficoltà dovute ai tempi lunghi di realizzazione del Progetto CARG, all'eterogeneità dei numerosi soggetti coinvolti, ai differenti approcci e criteri utilizzati, ed in alcuni casi all'oggettiva difficoltà di applicazione pratica, e soprattutto cartografica, delle linee guida, i comitati hanno raggiunto importanti risultati: https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/progetto-carg-cartografia-geologica-e-geotematica/comitati-di-coordinamento.

L'applicazione delle unità litostratigrafiche ai basamenti cristallini non prevede alcun accordo o convenzione né riguardo i criteri di classificazione, né per la terminologia da adottare. Di conseguenza, con l'aggiornamento delle *Linee Guida CARG*, sono state elaborate nuove "Indicazioni per la cartografia dei basamenti cristallini" (vedi capitolo 7).

In ambito vulcanico le unità litostratigrafiche possono essere utilizzate in maniera soddisfacente se intese come associazioni caratteristiche di più litofacies, coerenti con le variabilità deposizionali, chimiche, *etc.* dell'evento o degli eventi eruttivi che le hanno prodotte. Va da sé che non avendo le caratteristiche di uniformità litologica e di estensione areale tipiche di quelle sedimentarie, le unità litostratigrafiche applicate ai depositi vulcanici dovrebbero seguire criteri di formalizzazione specificamente rivisti, come già evidenziato in Bonomo *et alii* (2011). Pertanto sarà opportuno, di concerto con la Commissione Italiana di Stratigrafia, ridefinire i requisiti per la formalizzazione delle unità litostratigrafiche in ambito vulcanico. Diversamente, tali unità non avranno possibilità di essere validate (vedi § 5.3.1.1).

5.3.1. - *Tipi di unità litostratigrafiche formali*

Le unità litostratigrafiche formali, da quella di rango inferiore a quella di rango superiore, risultano così gerarchizzate: strato/colata - membro - formazione - gruppo. Il complesso e l'orizzonte litostratigrafico sono unità formali non gerarchizzate.

Strato: "*è un livello o letto delimitato da due discontinuità/superfici fisiche all'interno di una successione stratificata distinguibile da quelli adiacenti sulla base delle sue caratteristiche litologiche. Ha uno spessore da pochi centimetri a pochi metri. Più letti contigui/sovrapposti, che presentino omogeneità litologica possono costituire un'unità litostratigrafica formale. Possono rivelarsi estremamente utili per correlazioni*" (ad esempio *lo strato di Tempa del Bosco* nella *formazione di San Mauro* del Foglio 503 "Vallo della Lucania" Servizio Geologico d'Italia, 2005e).

"*L'equivalente dello strato nell'ambito delle rocce vulcaniche è la* ***colata***".

Nei fogli ricadenti in aree interessate da grandi apparati vulcanici, l'***insieme di colate*** è stato usato per accorpare gruppi di colate all'interno di una formazione. Tale scelta, ad esclusiva valenza cartografica, è stata dettata dalla necessità di ovviare all'eccessiva differenziazione con tasselli e colori diversi per ogni colata o, in alternativa, all'eccessiva semplificazione nell'utilizzare la sola campitura della formazione. Esempi di tale utilizzo sono: la *formazione di Madonna degli Angeli* del Foglio 388 "Velletri" (Servizio Geologico d'Italia, 2021a) e la *formazione di Torre del Filosofo* dei fogli 624 "Monte Etna" (Servizio Geologico d'Italia, 2012), 625 "Acireale" (Servizio Geologico d'Italia, 2009e), 633 "Paternò" (Servizio Geologico d'Italia, 2010a), 634 "Catania" (Servizio Geologico d'Italia, 2009f).

Membro: "*è l'unità formale di rango gerarchico al di sotto della formazione. È una parte di una formazione distinguibile dal resto della formazione stessa in base alle sue caratteristiche litologiche e alla sua precisa posizione stratigrafica. Non è vincolato a limiti di estensione o spessore;*

deve essere istituito formalmente solo in caso di reale utilità. Deve avere uno stratotipo chiaramente designato".

L'istituzione di un membro non indica automaticamente che il resto della formazione debba essere suddivisa in ulteriori membri; ossia, non è necessario che una formazione sia interamente suddivisa in membri.

Per definizione, un membro può anche estendersi da una formazione ad un'altra. In ambito CARG tale uso è però sconsigliato in quanto creerebbe problemi di attribuzione e identificazione nella BDG.

Formazione: "*è l'unità litostratigrafica fondamentale. Indica un corpo roccioso distinguibile da quelli adiacenti sulla base delle caratteristiche litologiche. Una formazione risulta definita unicamente dalla sua litologia (composizione, tessitura, strutture, colore) e dalla sua posizione stratigrafica; può essere costituita da un qualsiasi tipo di roccia (sedimentaria, ignea, metamorfica o, in alcuni casi, associazioni di due o più tipi di roccia* e/o di litofacies*) e può includere anche discontinuità deposizionali, a meno che non coincidano con significativi cambiamenti litologici*".

Importanti discontinuità di estensione regionale associate ad ampie lacune temporali vanno tenute in considerazione come superfici di separazione tra diverse formazioni. Applicazioni di questa indicazione sono diffuse nel panorama geologico italiano come, ad esempio, nella litostratigrafia della Piattaforma Carbonatica Appenninica.

La resa cartografica impone uno spessore minimo per la formazione, generalmente dettato dalla scala di rappresentazione, che nel caso del Progetto CARG è 1:50.000 (lo spessore minimo è pertanto di qualche decina di metri). Tuttavia, nel contesto geologico italiano, è ammesso in via eccezionale che una formazione possa essere considerata valida anche se il suo spessore è inferiore a 10 m purché abbia una buona continuità laterale e sia di notevole significato stratigrafico alla scala del bacino di sedimentazione. È importante sottolineare che una stessa formazione può appartenere a bacini e/o successioni differenti (ad es. la formazione della *Maiolica* riconosciuta sia nel Bacino Umbro-Marchigiano che nei coevi bacini sedimentari alpini come nel Bacino di Belluno).

In ambito vulcanico le formazioni sono state utilizzate come associazioni di litofacies legate alla variabilità intrinseca alle modalità eruttive dei magmi da cui hanno avuto origine. Le variazioni (chimiche, deposizionali, *etc.*) possono essere graduali. Le differenti espressioni litologiche, congenite alla dinamica eruttiva, difficilmente potranno essere cartografate in maniera distinta come specifiche litofacies o membri, a meno di prodotti di grande spessore o estensione, essendo condizionate dal carattere episodico e dalla spesso limitata continuità laterale dei depositi.

Gruppo: "*è un'unità litostratigrafica che raggruppa due o più formazioni con caratteri litologici comuni. I gruppi sono di una certa utilità nella cartografia a piccola scala e negli studi regionali. Rispetto alle formazioni, mostrano più flessibilità; ad esempio, i gruppi possono essere costituiti da formazioni diverse in aree diverse, oppure una formazione può essere condivisa da gruppi adiacenti lateralmente. Il gruppo ha uno stratotipo composito, dato dagli stratotipi delle unità che lo compongono*".

Nel Progetto CARG, in casi particolari, l'utilizzo dell'unità litostratigrafica di rango più elevato (gruppo) si è reso necessario per accorpare unità litostratigrafiche riconoscibili ma difficilmente cartografabili. Si citano ad esempio il *Gruppo del Bugarone* della successione Umbro-Marchigiana ed il *gruppo di Civita di Bagnoregio* del Foglio 345 "Viterbo" (Servizio Geologico d'Italia, 2022a).

Complesso: "*è un'unità litostratigrafica che comprende diversi tipi di rocce appartenenti a una o più classi di rocce (sedimentarie, ignee, metamorfiche) e risulta caratterizzata da mescolanza litologica irregolare o complicazioni nei rapporti strutturali tra i diversi componenti, tali da oscurare la sequenza originaria delle rocce componenti e da non permettere la cartografabilità delle singole componenti rocciose o della sequenza rocciosa. Il termine può essere usato come parte di un nome formale al posto di un termine litologico o gerarchico*".

Secondo la ISG (Salvador, 1994) il termine complesso può essere usato anche per "*quei corpi composti da rocce ignee e metamorfiche con litologia eterogenea o irregolare che non abbiano sofferto*

di deformazioni o metamorfismo particolarmente intensi o complicati". Ciò indica che "*i rapporti stratigrafici delle litologie incluse sono poco conosciuti o non identificabili, non permettendo una suddivisione su basi stratigrafiche*". In deroga a quest'ultima indicazione, si raccomanda di utilizzare il termine complesso solo nell'accezione principale come nella prima definizione sopra riportata.

L'utilizzo nella pratica stratigrafica e nel Progetto CARG riguardo al complesso è stato finora un tema dibattuto che, anche se affrontato nella ISG (Salvador, 1994) e nella *Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica* (Germani & Angiolini, 2003), fa capo ad una serie di contesti geologici la cui genesi od interpretazione può rimanere in parte o totalmente obliterata. È altresì stringente la necessità di mappare, definire e classificare tali corpi geologici secondo norme il più possibile condivise.

Secondo la ISG (Salvador, 1994) un complesso è definito come un'unità litostratigrafica formale (o passibile di formalizzazione) non gerarchica. La definizione, inoltre, esplicita la necessità di avere una mescolanza irregolare di litologie o la presenza di relazioni strutturali altamente complicate. Vanno quindi escluse dai complessi quelle successioni che, nonostante siano composte da diversi litotipi, mostrino al loro interno una chiara organizzazione primaria (*e.g.* una successione stratificata e composta da alternanze ritmiche o regolari di due o più litotipi che possono essere facilmente inclusi all'interno di una sola formazione).

Per le rocce intrusive e metamorfiche occorre fare una distinzione tra il complesso inteso come unità litostratigrafica e le accezioni di "complesso tettono-stratigrafico", "complesso tettono-metamorfico" e "complesso intrusivo"; per una trattazione esaustiva dell'argomento si rimanda al capitolo 7.

L'utilizzo del termine "complesso vulcanico" è sconsigliato, in accordo alle indicazioni già riportate nel volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii,* 1992), si consiglia di utilizzare apparato vulcanico, se appropriato al contesto.

Nel Progetto CARG il complesso è stato largamente utilizzato per indicare un'unità litostratigrafica composta da diversi litotipi, priva di un preciso ordine stratigrafico e senza chiari e univoci limiti inferiore e superiore, la cui messa in posto è contestuale a processi tettonici.

La natura dei processi che concorrono a formare gli elementi di un complesso può quindi avere una dominante sedimentaria, tettonica, diapirica o essere il risultato di più processi alternanti e sovrapposti (origine poligenica). Nel "complesso" vanno distinti le successioni stratigrafiche coerenti da quelle con assetto caotico (con *fabric* "blocchi in matrice") e, soprattutto in ambito sedimentario dove i caratteri diagnostici meso e microstrutturali sono più facilmente preservati, va fatto ogni sforzo per descrivere e cartografare corpi con origini differenti, da quella sedimentaria (*broken formation* sedimentaria, *mèlange* sedimentario = olistostroma), a quella tettonica (*broken formation* tettonica, *mèlange* tettonico), diapirica (*mèlange* o *broken formation* diapirici) o poligenica. Si citano come esempi il *complesso di Casanova* dei Fogli 217 "Neviano degli Arduini" (Servizio Geologico d'Italia, 2002b), 233 "Pontremoli" (Servizio Geologico d'Italia, 2015e), 234 "Fivizzano" (Servizio Geologico d'Italia, 2015f), il *complesso di Monte Veri* dei Fogli 197 "Bobbio" (Servizio Geologico d'Italia, 1997), 248 "La Spezia" (Servizio Geologico d'Italia, 2005c), 260 "Viareggio (Servizio Geologico d'Italia, 2010c), e il *complesso di Falvaterra* del Foglio 402 "Ceccano" (Servizio Geologico d'Italia, 2011c). Tali utilizzi sono stati consentiti in quanto seguono per gran parte la definizione dell' ISG (Salvador, 1994). Si sconsiglia l'uso del termine in tutti i casi in cui esistano le condizioni per la definizione di una unità litostratigrafica formale o informale (formazione, gruppo, "unità", *etc.*), anche se di origine (o aspetto) "complessa".

Orizzonte litostratigrafico o litoorizzonte o livello guida: "*è una superficie distinta per le sue peculiari caratteristiche litologiche (ad esempio un limite di un'unità litostratigrafica o una superficie all'interno dell'unità stessa), oppure un livello marker di limitato spessore con litologia distintiva a scala apprezzabile*" (ad esempio, il *Livello Bonarelli* ed il *Livello Selli* del Cretacico dell'Appennino).

5.3.1.1. - Aspetti formali delle unità litostratigrafiche

Gli aspetti legati alla definizione, formalizzazione e revisione delle unità litostratigrafiche sono stati ampiamente trattati nel § 3.2 del capitolo 3 e § 5.3 del capitolo 5 del volume 9 dei *Quaderni* (Germani & Angiolini, 2003) al quale si rimanda. Si riporta di seguito una breve sintesi dei concetti e dello stato dell'arte.

Risulta molto importante fare una distinzione nella tipologia delle unità litostratigrafiche attualmente utilizzate nel Progetto CARG, suddivisibili nelle seguenti categorie:

- **unità stratigrafiche formali** (litostratigrafiche e UBSU), unità che sono state definite e classificate secondo i criteri *standard* della ISG (Salvador, 1994) e della *Guida Italiana alla Classificazione e alla Nomenclatura Stratigrafica* (Germani & Angiolini, 2003), che sono passibili di procedure di ratifica;
- **unità informali,** unità che non rientrano nella tipologia e/o nelle definizioni degli *standard* come, ad esempio, le litofacies e le "unità" generiche (vedi § 5.5 di questo volume);
- **unità litostratigrafiche validate**, unità che sono state definite e classificate secondo i criteri *guida* della ISG (Salvador, 1994) e della *Guida Italiana alla Classificazione e alla Nomenclatura Stratigrafica* (Germani & Angiolini, 2003) e che sono state ratificate dalla Commissione Italiana di Stratigrafia.

In Italia, la Commissione Italiana di Stratigrafia (CIS) è l'organo preposto alla validazione delle unità stratigrafiche. La CIS, infatti, ha tra i suoi compiti quello di fornire indicazioni e supporto stratigrafico alla cartografia geologica nazionale in corso di realizzazione. In particolare, negli anni 2000 la CIS, in collaborazione col Servizio Geologico d'Italia, ha contribuito alla realizzazione del Catalogo delle Formazioni Geologiche Italiane disponibile *online* (http://sgi.isprambiente.it/catalogo-formazioni-italiane/catalogo.php) e alla pubblicazione del Volume 7(I-VII) dei *Quaderni* (https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/pubblicazioni/periodici-tecnici/i-quaderni-serie-iii-del-sgi, Delfrati *et alii,* 2000, 2002a,b, 2003a,b; Cita *et alii,* 2007a,b). Tale lavoro ha portato alla validazione e invalidazione di numerose unità litostratigrafiche (circa 700), affrontando varie casistiche esistenti in letteratura ed utilizzate nei fogli geologici. Di seguito vengono sintetizzate le varie categorie definite per le di unità litostratigrafiche finora analizzate:

- **unità validate**, formazioni ratificate dalla CIS. Sono riportate nei fascicoli I (Delfrati *et alii,* 2000), III (Delfrati *et alii,* 2002b) e V (Delfrati *et alii,* 2003b) del volume 7 dei *Quaderni*.
- **unità storiche tradizionali/nomi di consolidato utilizzo**, vi sono unità (in particolare litostratigrafiche) di tradizionale e consolidato utilizzo, con una lunga ed autorevole storia, che portano nomi e/o definizioni che si discostano o che non seguono a pieno le raccomandazioni della CIS. In generale, i nomi tradizionali devono essere conservati, purché il loro impiego non dia luogo a confusioni ed il loro significato sia ben discriminato. Sono riportate nei fascicoli VI (Cita *et alii,* 2007a) e VII (Cita *et alii*, 2007b) del volume 7 dei *Quaderni*.
- **nomi/unità da abbandonare**, il nome di un'unità litostratigrafica, una volta applicato e successivamente abbandonato, non deve essere più utilizzato. Tale nome, se necessario, può essere citato tra virgolette, seguito dal nome dell'autore che ha istituito l'unità. Se eventualmente presenti, la 'f' di formazione o la lettera iniziale della litologia vanno riportate in carattere minuscolo. Sono riportate nei fascicoli II (Delfrati *et alii*, 2002a) e IV (Delfrati *et alii*, 2003a) del volume 7 dei *Quaderni*.
- **unità passibili di formalizzazione**, dopo opportune aggiunte e integrazioni. Queste unità sono state originariamente definite in mancanza di alcuni dei parametri richiesti dalla CIS/ISG.

Il volume 7 dei *Quaderni* raccoglie un numero limitato di unità litostratigrafiche rispetto a quelle presenti in letteratura e nel Progetto CARG (circa il 10% delle formazioni in esso utilizzate). Un elenco più corposo è consultabile nel Catalogo delle formazioni geologiche italiane (http://sgi.isprambiente.it/catalogo-formazioni-italiane/catalogo.php) realizzato a seguito della colla-

borazione tra il Servizio Geologico d'Italia e la Commissione Italiana di Stratigrafia. Il catalogo è da considerarsi come un elemento dinamico e potrà essere suscettibile di eventuali modifiche e implementazioni in base alle esperienze pregresse del Progetto CARG ed alle eventuali nuove esigenze che potranno emergere in futuro. A tal proposito, è importante sottolineare che in letteratura esistono numerose unità litostratigrafiche correttamente definite, le quali potranno essere suscettibili di validazione e inserimento nel catalogo.

Nella descrizione delle unità nelle NI, sinonimi o nomi di unità litostratigrafiche non più rappresentative o di uso obsoleto presenti in letteratura devono essere comunque riportati, fornendo gli opportuni approfondimenti e/o liste sinonimiche (es.: cfr. "formazione di …" *p.p.*). L'eventuale lista sinonimica deve riportare i nomi tra virgolette con la 'f' di formazione o la lettera iniziale della litologia in carattere minuscolo, se eventualmente presenti (*e.g.*, *Gruppo del Bugarone*, cfr. "formazione del Bugarone" Jacobacci *et alii*, 1974). Per priorità, il nome già attribuito ad una unità litostratigrafica validata, tradizionale storica o passibile di formalizzazione non potrà essere utilizzato per definire un'eventuale nuova unità. Rimane aperta la possibilità di utilizzare quelle unità storiche tradizionali/nomi di consolidato utilizzo non ratificate dalla CIS nella misura in cui siano applicabili gli *standard* per la definizione e descrizione di un'unità litostratigrafica.

5.3.1.1.1. - *Standard per la definizione e descrizione di un'unità litostratigrafica*

L'*International Stratigraphic Guide* (Salvador, 1994; https://stratigraphy.org/guide/index.html) e la "Guida Italiana alla Classificazione e alla Nomenclatura Stratigrafica" (Germani & Angiolini, 2003; https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/i-quaderni-serie-iii-del-sgi/guida-italiana-alla-classificazione-e-alla) riportano gli *standard* per la definizione e descrizione di un'unità litostratigrafica, elencati nel *worksheet* del volume 7(I) dei *Quaderni* (Delfrati *et alii*, 2000), qui di seguito sintetizzati:

-Definizione esplicita e dettagliata della stratigrafia e dei caratteri litologici diagnostici (macroscopici ed eventualmente microscopici) che la distinguono da quelle adiacenti.

-Definizione di uno stratotipo, di una località tipo (inclusi pozzi, sondaggi, cave e miniere), e di sezioni di riferimento o di affioramenti caratteristici. Nel caso in cui, successivamente alla sua designazione, uno stratotipo non sia più accessibile o sia male esposto, le sezioni di riferimento e la località tipo acquisiscono importanza fondamentale.

-Scelta ed esplicita descrizione dei limiti stratigrafici con le formazioni a letto ed a tetto ed i rapporti laterali.

Vige il principio di priorità: una formazione, se correttamente definita, va usata e mantenuta nel tempo.

È inoltre possibile revisionare le unità: con ciò si intende la procedura con cui si apportano modifiche o aggiornamenti dello stratotipo, dei limiti stratigrafici e rapporti stratigrafici, età ed altri elementi ritenuti essenziali all'identificazione dell'unità. In una revisione è possibile designare uno stratotipo a posteriori (neostratotipo) qualora esso non sia stato originariamente scelto o non sia più accessibile.

Per la denominazione di nuove unità stratigrafiche formali da utilizzare nel Progetto CARG, è vivamente consigliato:

- adottare la combinazione rango litostratigrafico affiancato dal nome geografico dove ricade la sezione tipo (*e.g.*, Formazione di Terracina), con la 'F' di Formazione in carattere maiuscolo;
- in alternativa, adottare la combinazione nome della litologia affiancato dal nome geografico dove ricade la sezione tipo (*e.g.*, Calcare di Terracina), con la lettera iniziale della litologia in carattere maiuscolo;
- non utilizzare lo stesso toponimo per indicare unità diverse per rango o per categoria;
- la pubblicazione su una rivista scientifica ISI della definizione e descrizione dei criteri sopra

elencati e delle motivazioni opportune che ne suggeriscono l'introduzione.

Queste raccomandazioni hanno lo scopo di limitare il rischio di creare unità mal definite, che portano ad incomprensioni. Inoltre, l'uso di nomi geografici per unità informali, preclude successivamente l'utilizzo degli stessi per unità formali. In tutti i casi in cui sia possibile, è preferibile evitare l'utilizzo di unità litostratigrafiche informali che possano col tempo correre il rischio di essere interpretate come unità formali.

5.3.1.1.2. - *Denominazione e codifica delle unità litostratigrafiche*

Per la nomenclatura delle unità litostratigrafiche si utilizza il nome dell'unità (gruppo, formazione, membro, complesso) oppure il nome della litologia prevalente (una soltanto, senza aggettivi) seguito da un nome geografico scelto dove l'unità è meglio osservabile e rappresentativa (*e.g.*, Formazione di Terracina; oppure: Calcare di Terracina).

Per la rappresentazione cartografica e la codifica in Banca Dati CARG delle unità litostratigrafiche si usano: due lettere maiuscole XX per il gruppo (ad es. *Calcari Grigi* = CG), tre lettere maiuscole XXX per la formazione (ad es. *formazione di Rotzo* = RTZ), tre lettere maiuscole con un numero a pedice XXX_n per il membro (ad es. *membro di Tovel* = RTZ_1). Il complesso, pur non avendo gerarchia, viene indicato con tre lettere maiuscole XXX (*complesso di Monte Veri* = MVE). Lo strato, la colata e l'orizzonte litostratigrafico possono essere indicati con due lettere minuscole xx.

5.4. - Unità a Limiti Inconformi (Unconformity-bounded Stratigraphic Units, UBSU)

Per la terminologia si fa riferimento alla "Guida al Rilevamento" pubblicata nel volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii,* 1992) dove si è convenuto di tradurre il termine *unconformity* con "inconformità".

Le unità a limiti inconformi sono *"corpi rocciosi delimitati alla base e alla sommità da discontinuità specificamente designate, significative e dimostrabili, preferibilmente di estensione regionale o interregionale"* (International Subcommission on Stratigraphic Classification, 1987; Salvador, 1994; Germani & Angiolini, 2003). Rappresentano quindi unità stratigrafiche cartografabili, che vengono distinte dalle unità sottostanti e soprastanti semplicemente per il fatto di essere separate da superfici di discontinuità.

Le unità a limiti inconformi possono contenere, verticalmente e/o lateralmente, diversi tipi di depositi o rocce (sedimentarie, vulcaniche, magmatiche, metamorfiche) e di unità stratigrafiche (litostratigrafiche, biostratigrafiche, *etc.*) le cui caratteristiche, pur se di ausilio, non sono tuttavia diagnostiche nel riconoscimento dell'unità stessa, individuata esclusivamente sulla base delle due discontinuità che le delimitano.

Le unità a limiti inconformi sono l'espressione di processi legati all'evoluzione geologica del sistema Terra, come episodi orogenici e/o variazioni eustatiche del livello del mare, eventi vulcanici, importanti fasi erosive e deposizionali, stasi della sedimentazione, *etc.*; eventi che sono comunemente registrati da discontinuità nella successione stratigrafica. Per questa ragione, le UBSU sono state spesso ritenute equivalenti alle unità tettono-stratigrafiche e tettoniche, o comunque riferite a cicli tettonici, fasi tettoniche e/o sequenze deposizionali. Queste unità hanno però un significato genetico e causale ben definito e richiedono per il loro riconoscimento un'interpretazione dei rapporti stratigrafici osservati. Al contrario, secondo l'ISG "*le unità a limiti inconformi vengono riconosciute senza specificare il significato delle discontinuità che le delimitano, siano esse il risultato di eventi orogenici, episodi epirogenetici, variazioni eustatiche del livello del mare*".

Nel Progetto CARG, tuttavia, **si raccomanda di descrivere la natura e le caratteristiche di ogni superficie di discontinuità utilizzata per definire una UBSU**.

L'applicazione delle unità a limiti inconformi al contesto geologico italiano comporta un uso maggiormente "*flessibile*" rispetto a quanto definito nella Guida Internazionale di Stratigrafia (Salvador, 1994), soprattutto per i seguenti aspetti:

1) la *tracciabilità* delle superfici limite; ritenute valide nel contesto italiano anche se non perfettamente osservabili ovunque sul terreno;

2) l'*estensione delle superfici limite*, che non devono necessariamente essere di estensione regionale o interregionale, ma anche più locale (ad esempio a scala di bacino idrografico o di edificio vulcanico).

Il punto 1) rappresenta un'effettiva modifica rispetto a quanto indicato dalla ISG la quale prevede l'estensione laterale di un'unità a limiti inconformi solo fino a dove entrambe le discontinuità che la delimitano siano identificabili. Al contrario, il punto 2) non risulta in contrasto con le indicazioni della guida, dal momento che l'estensione a scala regionale o interregionale delle discontinuità è preferibile ma non vincolante. Il sintema, così come viene inteso e applicato nel contesto geologico italiano, deve comunque essere delimitato da discontinuità con validità, almeno, a scala di bacino o di asta fluviale principale. Ne consegue che il sintema, nell'accezione italiana, può avere un'estensione areale e temporale inferiore rispetto al sintema così come inteso nell'ISG che comprende solitamente più piani, più unità litostratigrafiche e più biozone.

In un periodo iniziale, in alcuni fogli della Carta Geologica d'Italia, i depositi continentali quaternari sono stati classificati usando le unità allostratigrafiche. Con il volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii*, 1992) si privilegiava invece l'uso delle UBSU, pur riconoscendo che nessuna delle unità stratigrafiche proposte in letteratura fosse in possesso dei requisiti necessari per una esaustiva trattazione dei depositi continentali quaternari. L'uso delle UBSU è divenuto **obbligatorio** per la cartografia dei depositi continentali quaternari del Progetto CARG col documento "Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale" (Servizio Geologico d'Italia, 2001), poi confluito nel volume 12(III) dei *Quaderni* (Galluzzo *et alii*, 2009). Come già specificato nel volume citato, solo nei casi in cui non sia effettivamente possibile l'utilizzo delle UBSU (discontinuità non riconoscibili, scarsità o limitatezza degli affioramenti, mancanza di dati regionali, *etc.*), si possono utilizzare le unità litostratigrafiche ed eventualmente le unità stratigrafiche informali (§ 5.5.1).

In ambito vulcanico l'uso delle UBSU rimane raccomandato laddove applicabile (Galluzzo *et alii*, 2009; Bonomo *et alii* 2011, 2017). Non si esclude l'utilizzo delle UBSU anche in altri ambiti geologici o per successioni più antiche del Quaternario come ad esempio il *sintema di Sarzana* del Miocene superiore? - Pliocene inferiore del Foglio 248 "La Spezia" (Servizio Geologico d'Italia, 2005c).

5.4.1. - *Tipi e gerarchia delle Unità a Limiti Inconformi*

La gerarchia all'interno delle unità a limiti inconformi è basata sull'importanza delle discontinuità che le delimitano. Il grado di importanza si basa su tre criteri principali: i) il tipo di discordanza angolare (criterio geometrico); ii) la durata dell'intervallo di tempo corrispondente allo *hiatus* deposizionale in corrispondenza della discontinuità (criterio temporale); e iii) l'estensione geografica della stessa (criterio spaziale). Tali criteri sono spesso indipendenti l'uno dall'altro e possono avere diversa importanza a seconda dei casi (Germani & Angiolini, 2003).

Sebbene le guide stratigrafiche di riferimento riportino che "*una gerarchia basata su tali criteri porterebbe quindi a contraddizioni ed inconsistenze, pertanto l'utilizzo di supersintemi o subsintemi deve essere il più possibile limitato*", l'utilizzo delle UBSU di differente rango gerarchico è ampiamente diffuso nel Progetto CARG.

Si riportano di seguito le definizioni delle unità a limiti inconformi per il rilevamento e la rappresentazione cartografica nell'ambito del Progetto CARG.

Subsintema: è un'unità parte di un sintema delimitata da superfici di importanza minore o locale, contenute all'interno del sintema di pertinenza. Esse includono, ad esempio, discontinuità strati-

grafiche legate a glacioeustatismo, discontinuità che delimitano un ciclo sedimentario minore o che siano limitate ad un determinato settore di un apparato vulcanico.

Sintema: è l'unità fondamentale delle UBSU. Nel contesto geologico italiano può essere delimitata da discontinuità di estensione subregionale e/o locale. Tali discontinuità devono almeno estendersi alla scala di bacino e/o di asta fluviale principale (per le successioni continentali sedimentarie) o alla scala di apparato vulcanico, purché si riconoscano discontinuità significative.

Supersintema: è l'unità di rango più elevato, è delimitata da superfici di discontinuità di maggiore importanza per estensione regionale e/o durata dello *hiatus* deposizionale e/o grado di discordanza angolare. Il supersintema non è necessariamente suddiviso in sintemi e può contenere al suo interno altre unità stratigrafiche che, anche se delimitate da superfici di discontinuità, possono non necessariamente essere attribuibili ad unità di rango inferiore.

L'utilizzo di UBSU di rango inferiore al subsintema non è previsto né dalla ISG (Salvador, 1994) né dalla "Guida Italiana alla Classificazione e alla Nomenclatura Stratigrafica" (Germani & Angiolini, 2003). Tuttavia, nel volume 12(III) dei *Quaderni* (Galluzzo *et alii*, 2009), in deroga alle guide stratigrafiche, si riportava che "*si può ovviare alla necessità di cartografare separatamente corpi rocciosi stratigraficamente riconoscibili in unità di rango inferiore, utilizzando le unità litostratigrafiche a livello di membri, litofacies, lenti, lingue, etc. o, nel caso di corpi di difficile inquadramento stratigrafico, il termine informale di "unità". Ciò è possibile ovviamente a tutti i livelli della scala gerarchica in quanto, come già detto, una UBSU per definizione può contenere altri tipi di unità stratigrafiche*". **Si rettifica questa indicazione con la seguente**: "si può ovviare alla necessità di cartografare separatamente corpi rocciosi stratigraficamente riconoscibili all'interno di un subsintema utilizzando le unità stratigrafiche informali come le litofacies e le associazione di facies".

In generale nel Progetto CARG, i depositi continentali quaternari devono essere classificati in UBSU ma, nell'ambito della stessa unità a limiti inconformi, devono anche essere differenziati tra loro in base alle diverse caratteristiche (litologia, facies deposizionale, *etc.*); ciò può essere realizzato seguendo differenti modalità.

Nel caso in cui le UBSU non siano direttamente cartografate ma utilizzate come raggruppamenti di altre unità, è possibile utilizzare le unità litostratigrafiche, ed eventualmente quelle informali, per la suddivisione e rappresentazione cartografica dei depositi (ad es. *supersintema Aurelio-Pontino* dei fogli laziali), come previsto nella definizione stessa delle UBSU.

Nei casi in cui le UBSU siano direttamente cartografate, per tutti e tre i ranghi, è possibile: i) utilizzare preferibilmente le unità del "Dizionario delle Unità quaternarie" (vedi Allegato 3), come già previsto nel volume 12(III) dei *Quaderni* (Galluzzo *et alii*, 2009) (ad es. *deposito lacustre* del *sintema Fiume Tevere* SFT_{e2} del Foglio 374 "Roma") e/o ii) identificare differenti litofacies/associazioni di facies all'interno di una stessa UBSU (ad es. il *sintema di Amatrice* AMX presenta al suo interno tre associazioni di facies: *associazione conglomeratica* AMX_a, *associazione sabbioso-pelitica* AMX_b e *associazione sabbiosa* AMX_c, nel Foglio 337 "Norcia" - Servizio Geologico d'Italia, 2021b). Questa pratica, seppur non in linea con le guide stratigrafiche, rappresenta una soluzione, sia concettuale che cartografica, necessaria per evitare la proliferazione di nomi di unità (formali e non) ed utile a rappresentare tutta l'ampia gamma della variabilità geologica, evitando al contempo la perdita di informazioni.

5.4.1.1. - Denominazione delle Unità a Limiti Inconformi

Per la denominazione si utilizza il nome dell'unità (supersintema, sintema, subsintema) seguito da un nome geografico scelto dove l'unità è meglio osservabile e rappresentativa. **Si raccomanda di utilizzare solo iniziali minuscole**, in quanto trattasi di unità non ratificate.

Per la rappresentazione cartografica e la codifica in BDG delle UBSU si usano: due lettere maiu-

scole XX per il supersintema (ad esempio *supersintema di Colle Ulivo-Colonia Montani* = AC), tre lettere maiuscole XXX per il sintema (ad es. *sintema del Fiume Tevere* = SFT), tre lettere maiuscole con un numero a pedice XXX_n per il subsintema (ad es. *subsintema di Piano Piccolo* = PGE_1).

5.4.1.2. - Procedure per l'istituzione di una nuova UBSU

L'istituzione di una nuova UBSU, come nel caso delle unità litostratigrafiche, prevede la pubblicazione su una rivista scientifica ISI della definizione e descrizione appropriata e delle motivazioni opportune che ne suggeriscono l'introduzione dell'unità. Gli elementi essenziali della descrizione sono (Salvador, 1994; Germani & Angiolini, 2003):

- natura, posizione e caratteristiche delle superfici di discontinuità;
- stratotipi delle superfici di discontinuità e sezioni di riferimento, che non necessariamente devono essere gli stessi per la discontinuità di base e quella di tetto, fornendo descrizioni, carte, sezioni, fotografie; inoltre bisogna indicare l'estensione geografica ed eventuali variazioni laterali nella natura o nelle caratteristiche delle superfici di discontinuità, e precisare i rapporti stratigrafici con unità stratigrafiche incluse o adiacenti;
- descrizione dei litotipi contenuti, dello spessore dell'unità, della sua espressione morfologica, indicazioni sull'età. Questi elementi, pur se non diagnostici per la definizione della UBSU, sono necessari per il suo riconoscimento sul terreno;
- nome attribuito all'unità (composto dal rango e dal toponimo della località geografica dove l'unità è ben caratterizzata;
- la descrizione delle proprietà dell'unità può anche includere una trattazione sull'origine e sul tipo di discontinuità che la delimitano (i loro rapporti con la tettonica e/o variazioni eustatiche del livello del mare) e il significato dei processi geologici da cui esse derivano nel quadro dell'evoluzione geologica dell'area.

5.4.2. - *Rapporti con altri tipi di unità stratigrafiche*

Come già detto, "*le unità a limiti inconformi possono includere altri tipi di unità stratigrafiche (cronostratigrafiche, litostratigrafiche, biostratigrafiche, magnetostratigrafiche, etc.) sia in successione verticale che laterale*" (Salvador, 1994). In alcuni casi, un corpo roccioso delimitato da discontinuità può avere litologia uniforme, o rappresentare una singola unità biostratigrafica. In tale circostanza, l'unità a limiti inconformi sarà equivalente ad una data unità litostratigrafica o biostratigrafica.

Nel Progetto CARG, in associazione delle UBSU nella Carta Geologica sono state impiegate anche le unità litostratigrafiche (Pasquarè *et alii*, 1992; Germani & Angiolini, 2003), soprattutto nei casi in cui si riconoscano depositi con caratteri litologici peculiari e sufficientemente distribuiti, anche se in modo discontinuo, nell'ambito del bacino di appartenenza. Questo approccio integrato, ormai consolidato nella pratica del Progetto CARG, consente di classificare e descrivere i depositi e le rocce secondo i criteri litostratigrafici, ma allo stesso tempo di individuare le superfici di discontinuità che le separano e quindi di attribuire le unità litostratigrafiche alle unità a limiti inconformi. Un esempio di tale integrazione si ha nei fogli geologici dell'Italia centro-meridionale caratterizzata dalla presenza di importanti centri vulcanici attivi nel Quaternario. In tali ambiti sono state per lo più definite unità sintemiche di vario rango, che raggruppano al loro interno sia i prodotti vulcanici sia i depositi sedimentari, in modo da realizzare la correlazione tra ambienti di formazione e sedimentazione diversi. In questi contesti, nella maggior parte dei casi, le unità sintemiche non sono utilizzate nella rappresentazione cartografica ma includono unità litostratigrafiche ed altre unità informali (ad es. i litosomi; Bonomo *et alii*, 2011; 2017), riferibili sia a successioni vulcaniche che a depositi sedimentari continentali.

Per quanto riguarda i depositi continentali quaternari, si rettifica quanto riportato nel documento "Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale" (Servizio Geologico Nazionale, 2001) "*al fine di facilitare l'integrazione delle UBSU con l'approccio litostratigrafico, si raccomanda di evitare disequilibri gerarchici (è preferibile, ad esempio, che un subsintema non contenga formazioni, ma solo membri, litofacies, lenti, etc.)*"; va quindi precisato che un membro o una lente sono unità di rango inferiore alla formazione e non possono sussistere senza di essa. Tenendo conto dei differenti criteri di classificazione dei due tipi di unità stratigrafica, appare quindi fuorviante parlare di disequilibri gerarchici. Per effettuare suddivisioni basate su differenze di facies all'interno delle UBSU è consentito l'utilizzo della litofacies/associazione di facies, come riportato al § 5.4.1.

5.4.3. - *Considerazioni sull'applicazione delle Unità a Limiti Inconformi nel Progetto CARG*

L'esperienza maturata nei decenni di realizzazione del Progetto CARG conferma la validità delle *Unconformity-Bounded Stratigraphic Units* come strumento idoneo per il rilevamento delle successioni quaternarie continentali (sedimentarie e vulcaniche). Tuttavia, occorre far presente che i criteri classificativi adottati non sono stati sempre univoci con una notevole eterogeneità di applicazione, in particolare riguardo alla caratterizzazione delle superfici di discontinuità e all'attribuzione del rango alle unità. Ciò è avvenuto, nonostante l'importante attività di coordinamento svolta per la revisione scientifica dei fogli, soprattutto a seconda dei diversi, e via via complessi, contesti geologici. Infine, si ribadisce nuovamente che l'utilizzo delle UBSU può essere esteso a qualsiasi tipo di successione.

L'applicazione delle UBSU ha importanti potenzialità nel contesto geologico italiano in quanto: a) favorisce l'identificazione di eventi geologici significativi come variazioni eustatiche, cambiamenti climatici, eventi tettonici o vulcano-tettonici, eventi sedimentari ciclici, stasi nella sedimentazione, fasi erosive, *etc.*; b) consente un'adeguata interpretazione dell'evoluzione dei bacini sedimentari e delle aree interessate da apparati vulcanici; c) agevola la correlazione tra unità appartenenti ad ambienti sedimentari limitrofi o tra successioni vulcaniche e sedimentarie contigue (continentali o marine); d) si adatta a qualunque tipo di deposito o roccia; e) la gerarchizzazione dei limiti inconformi permette di distinguere episodi d'interesse locale da eventi di carattere regionale ed interregionale. Inoltre, le UBSU possono essere efficacemente utilizzate come strumento di sintesi regionale, così come previsto nell'ISG, soprattutto in presenza di bacini sedimentari sufficientemente estesi (per esempio il bacino padano, *etc.*) o nel caso in cui si disponga di una notevole quantità di dati distribuiti a livello regionale.

I limiti di applicazione sono riconducibili ai differenti fattori: a) criteri di applicazione spesso non univoci o applicabili al contesto geologico italiano; b) passaggio laterale delle superfici limite di inconformità a superfici di continuità stratigrafica; c) presenza di discontinuità stratigrafiche verticali e laterali, di cui occorre stabilire il significato ed il valore (da locale a regionale); d) distribuzione areale dei depositi frammentaria; esiguo spessore dei depositi; e) carenza di livelli di riferimento temporale (fossili guida; *marker* geochimici/biologici), *etc.*

Per la classificazione di rocce e depositi in unità a limiti inconformi è necessario un approccio multidisciplinare che prevede tutta una serie di attività di acquisizione ed elaborazione dei dati necessaria a definire la natura, la posizione ed il significato delle superfici di discontinuità e le caratteristiche dei depositi o rocce che esse delimitano, attività che risultano preliminari all'individuazione corretta delle UBSU. Le attività principali prevedono: raccolta di dati di letteratura, studio delle fotografie aeree (prima, durante e dopo il rilevamento), utilizzo di ortofotocarte, immagini LiDAR, DTM, rilevamento integrale di tutto il territorio, scavo di nuove sezioni o trincee, analisi geomorfologica, descrizione e campionamento dei depositi, misurazione di sezioni stratigrafiche significative; ampio utilizzo di dati geognostici già esistenti, esecuzione di indagini dirette e indirette; studi di dettaglio (analisi sedimentologiche, petrografiche, paleontologiche, palinologiche, paleomagnetiche, datazioni isotopiche, OSL, ESR, etc). I principali elementi diagnostici utilizzati per individuare le superfici di discontinuità sono

ad esempio i paleosuoli, le superfici erosive, le discordanze angolari, la presenza di livelli epiclastici nel caso di successioni vulcaniche, elementi che indicano una lacuna stratigrafica o l'azione di processi tettonici e vulcano-tettonici o variazioni dell'attività eruttiva. Occorre tenere presente che le caratteristiche di una superficie che delimita una UBSU possono variare lungo il suo areale di affioramento. Inoltre, una medesima superficie di non conformità può essere discontinua in affioramento o essere rappresentata a luoghi da una superficie erosiva e passare lateralmente a un paleosuolo o altra superficie correlabile, indicando comunque lo stesso *hiatus* stratigrafico. L'importanza di una discontinuità ed il relativo rango gerarchico attribuito alla UBSU che delimita dipende dalla sua estensione e dallo *hiatus* temporale che rappresenta.

Infine, come già evidenziato in un lavoro di sintesi sull'utilizzo delle unità stratigrafiche per i depositi continentali plio-pleistocenici nella cartografia CARG per le regioni centro-meridionali (La Posta *et alii,* 2008), è possibile riconoscere principalmente due differenti approcci di utilizzo delle UBSU: uno con finalità di sintesi, l'altro con finalità più analitiche. Nel primo caso le UBSU hanno significato (ed estensione) regionale e interregionale (fogli geologici delle Regioni Marche, Abruzzo, settore settentrionale del Tavoliere delle Puglie, in parte della Sicilia occidentale, fogli del litorale Laziale, Emilia-Romagna) e sono numericamente limitate ma con ampia estensione. Questo approccio dipende sia dal contesto geologico che, soprattutto, dalla possibilità di disporre di un set più o meno ampio di dati a larga scala. Nel secondo caso, le UBSU rappresentano specifiche di singoli bacini (conche intermontane, bacini idrografici, singole aste fluviali, *etc.*) portando all'individuazione, all'interno di un singolo foglio geologico e/o in riferimento ad un intervallo cronologico relativamente ristretto, di un elevato numero di unità con differente rango. Ciò è inoltre legato alla presenza di contesti con evoluzione differenziale, alla frammentarietà degli affioramenti a disposizione ed alla carenza o mancanza di elementi di correlazione a larga scala.

5.5. - Unità stratigrafiche informali

L'*International Stratigraphic Guide* (Salvador, 1994) e la *Guida Italiana alla Classificazione e alla Nomenclatura Stratigrafica* (Germani & Angiolini, 2003) enfatizzano l'utilizzo di unità formali al fine di definire e classificare i corpi rocciosi in maniera precisa ed univoca. Tuttavia, nel Progetto CARG la nomenclatura informale è largamente utilizzata. Premesso che lo scopo principale della cartografia geologica è quello di rappresentare tutte le rocce e i depositi affioranti sul territorio, numerosi sono i casi in cui la definizione delle unità informali è stata di pratico utilizzo. Ciò è riconducibile a molteplici motivazioni, spesso concomitanti: a) una "libera" interpretazione delle guide stratigrafiche e delle *Linee Guida CARG*; b) variabilità degli approcci di studio e delle interpretazioni, spesso legati alla complessità ed eterogeneità geologica; c) oggettive difficoltà di applicazione delle regole stratigrafiche per alcuni tipi di rocce e depositi (ad esempio per rocce ignee e metamorfiche, per le successioni vulcaniche e i depositi continentali quaternari). I fattori pratici che hanno promosso l'uso di unità informali, generalmente, sono: i) la mancanza della sezione tipo; ii) la non preservazione dei contatti stratigrafici inferiore e/o superiore; iii) discontinuità degli affioramenti e/o loro valore locale e/o estensione limitata; iv) difficoltà di attribuzione del rango gerarchico; v) necessità di effettuare raggruppamenti di unità per motivi legati alla scala di rappresentazione (1:50.000); vi) mancanza di dati uniformemente distribuiti a scala del bacino (sia in affioramento che nel sottosuolo) utili a definire la reale estensione verticale e laterale di un'unità, la totalità delle sue caratteristiche litologiche e/o i rapporti con le unità adiacenti. Quest'ultimo fattore, in particolare, ha promosso l'utilizzo di numerose unità informali definite a sé stanti, seppur correlabili tra loro, invece di unità formali, eventualmente caratterizzate da variazioni locali di facies (tra le altre caratteristiche).

La nomenclatura di un'unità informale di qualsiasi rango o genere avviene sempre attraverso l'utilizzo della iniziale minuscola, con esclusione dei nomi propri dei toponimi, *etc.* Alla stessa stregua, è

inoltre ammesso riportare tra virgolette il nome completo di un'unità informale.

È infine importante ricordare che **le scelte del tipo di unità e la relativa rappresentazione hanno spesso valore cartografico** e servono a garantire la rappresentazione di qualsiasi tipologia di deposito/roccia, pur in mancanza di alcuni dei requisiti suggeriti dalle guide stratigrafiche. Tale pratica è efficace al fine di garantire uniformità tra fogli CARG limitrofi.

5.5.1. - *Tipi di unità stratigrafiche informali utilizzate nel Progetto CARG*

Le unità informali maggiormente utilizzate nel Progetto CARG sono le seguenti: *litofacies*, *associazione di facies*, "*unità", unità non distinte in base al bacino di appartenenza e unità ubiquitarie* (quaternarie), *unità intrusiva* e *litosoma*. Tali unità sono spesso state utilizzate in modo molto eterogeneo a seconda delle scuole di pensiero e dei diversi contesti geologici. Si riporta di seguito per ogni tipologia una descrizione generale, con esempi e consigli per l'utilizzo. L'uso di unità stratigrafiche informali deve **effettuarsi esclusivamente nei casi in cui non possano essere utilizzate le unità stratigrafiche formali**, che sono *in primis* da preferirsi.

Si raccomanda di definire e descrivere le unità informali nel modo più appropriato e approfondito possibile, seguendo comunque i criteri indicati per le unità formali (paragrafi 5.3.1.1.1 "Standard per la definizione e descrizione di un'unità litostratigrafica" e 5.4.1.2. "Procedure per l'istituzione di una nuova UBSU"), con particolare riferimento all'effettiva cartografabilità e alla presenza di caratteristiche tali da permettere una distinzione oggettiva con le unità adiacenti. Si raccomanda di non introdurre nuove unità informali se corrispondenti e/o correlabili ad altre unità stratigrafiche (formali, informali e/o sufficientemente ben definite) già utilizzate e riconosciute nei fogli adiacenti, e/o già presenti in ambito CARG.

Altre unità informali sono la *lingua* e la *lente*, la prima è una parte di un'unità litostratigrafica che si protende al di fuori del corpo principale dell'unità stessa, mentre la seconda è un corpo lenticolare distinto litologicamente dall'unità litostratigrafica che lo include. Si raccomanda l'abbandono di questi due tipi di unità, dei quali se ne sconsigliava l'uso in Italia già nella *Guida Italiana alla Classificazione e alla Nomenclatura Stratigrafica* (Germani & Angiolini, 2003).

Litofacies: è un'unità costituita da strati simili, o alternativamente simili, che si differenzia dalle facies che la delimitano lateralmente e verticalmente per composizione, tessitura, geometria e spessore degli strati, strutture deposizionali, strutture erosive, tracce fossili, contenuto fossilifero, caratteri accessori, associazione mineralogica (ad esempio indicanti stesso grado o stesse condizioni di metamorfismo), *etc.*

La litofacies è un'unità litostratigrafica informale che può essere utilizzata anche in ambito UBSU (vedi § 5.4) ed in quello delle "unità" informali. Il suo utilizzo ha lo scopo di poter suddividere un'unità di rango gerarchico superiore, formale (formazione o sintema, membro o subsintema, *etc.*) o informale, in base a caratteristiche o gruppi di caratteristiche diagnostiche che la differenziano dalle facies circostanti (ad esempio per differenziare diversi ambienti o sub-ambienti sedimentari, facies metamorfiche, *etc.*). Nella geologia del sedimentario, la stessa litofacies può essere rinvenuta a più altezze stratigrafiche. Essa non ha quindi una precisa posizione stratigrafica, mentre la sua estensione temporale può discostarsi sensibilmente da quella della formazione o del membro.

Proprio in virtù delle sue caratteristiche, la litofacies è un tipo di unità che è stata ampiamente utilizzata nel Progetto CARG in modo diffuso su tutto il territorio nazionale e per tutti i tipi di rocce (sedimentarie, ignee e metamorfiche).

Per quanto riguarda la nomenclatura delle litofacies, data l'assenza di regole ben definite, c'è stata una certa eterogeneità di assegnazione dei nomi. Ci sono casi in cui un nome vero e proprio è assente ma rimpiazzato con la sola descrizione litologica; altri in cui l'utilizzo del termine litofacies è seguito da un termine litologico (*litofacies calcarenitica*, *litofacies pelitico-arenacea*, *etc.*). Ulteriori casi in-

cludono l'utilizzo del termine litofacies seguito da un termine geografico (*litofacies di Campo*); litofacies seguito sia dal termine litologico che geografico (*litofacies pelitica di Tombina*); termine litologico seguito dal termine geografico (*scorie di Rotondella* del Foglio 446-447 "Napoli" (Servizio Geologico d'Italia, 2015b). Esistono ulteriori casi in cui i risultati di revisione stratigrafica hanno prodotto modifiche del rango di alcune unità, che sono passate dal rango di formazione a quello di litofacies della formazione e/o dei suoi membri, pur mantenendo il nome originario. Si citano ad esempio le litofacies della *scaglia toscana* (STO): *calcari di Puglianella* (STOb), litofacies per la quale è stato interamente mantenuto il nome originario (litologia + toponimo); *litofacies di Poggioni* (STO4b) e *litofacies di Montanare* (STO4a) per le quali è stato mantenuto soltanto il toponimo.

Per l'utilizzo della litofacies in ambito UBSU si veda il § 5.4.1.

Al fine di garantire una nomenclatura il più possibile omogenea si consiglia l'utilizzo del termine litofacies seguito da un termine litologico (ad es. *litofacies pelitica*) o dal termine litofacies seguito da un nome geografico (ad es. *litofacies di Campo*), scelto dove l'unità è meglio osservabile e/o ben rappresentata (località-tipo). L'utilizzo del nome geografico è consigliato solo nei casi in cui la litofacies abbia una significativa distribuzione areale e che il toponimo non sia stato già utilizzato per la nominazione di un'unità formale. Si consiglia di conservare il nome storico/originario nei casi in cui la *litofacies* possedeva, in passato, un rango differente (*e.g., formazione di Campo -> litofacies di Campo*) ed in cui tale nome non sia già utilizzato per la denominazione di un'unità formale o ratificata.

Si raccomanda di utilizzare solo iniziali minuscole, in quanto trattasi di unità informali.

Per la rappresentazione cartografica e la codifica in BDG delle litofacies si usa: i) una lettera a pedice del membro XXX_{nx} o della formazione XXX_{x} nel caso delle unità litostratigrafiche e ii) una lettera a pedice del sintema XXX_{x} o del subsintema XXX_{nx} nel caso la litofacies sia inclusa nelle UBSU (ad es. *litofacies conglomeratico-sabbiosa* del *sintema di Ruvo del Monte* = RVM_{a}).

Associazione di facies: è un'unità litostratigrafica informale rappresentata dall'associazione lateroverticale di due o più facies tra loro molto probabilmente deposte in continuità stratigrafica. Nei sedimenti marini le associazioni di facies sono comunemente riferite ad ambienti deposizionali specifici (e.g., associazione di facies di spiaggia, di piana tidale, di barra di foce, lobo, *etc.*). Nel Progetto CARG l'associazione di facies è equiparabile alla litofacies e può essere distinta nell'ambito della formazione e del membro e di sintemi e subsintemi.

L'associazione di facies è stata, ad esempio, ampiamente utilizzata per la classificazione e la rappresentazione cartografica delle successioni silicoclastiche di avanfossa dei fogli CARG dell'Italia centrale, per le quali la distinzione in membri e/o litofacies/associazioni di facies è solitamente legata: a) al rapporto arenaria/pelite o arenaria/marna, b) alle caratteristiche composizionali, petrografiche e tessiturali; c) alle caratteristiche sedimentologiche degli strati (strutture sedimentarie, impronte di fondo, *etc.*). Nella *formazione di Mutignano* dei fogli della Regione Abruzzo, ad esempio, si distinguono l'*associazione pelitica* FMT_{a}, l'*associazione conglomeratico-sabbiosa* FMT_{b}, *etc.* Secondo lo stesso criterio si può menzionare come esempio il *membro del Lago di Campotosto* della *formazione della Laga* dei fogli delle Regioni Lazio e Abruzzo, in cui si distinguono: l'*associazione arenacea* (LAG_{4c}), l'*associazione arenaceo-pelitica II* (LAG_{4d}), l'*associazione arenaceo-pelitica I* (LAG_{4b}), l'*associazione pelitico-arenacea* (LAG_{4e}). Per l'utilizzo delle associazioni di facies in ambito UBSU si veda il § 5.4.1.

Per la nomenclatura e codifica si veda quanto riportato per la litofacies.

"Unità"*:* è un termine generico usato nella cartografia geologica del Progetto CARG principalmente per fornire la connotazione di unità stratigrafica informale, più frequentemente per cartografare litotipi cui mal si applicano le definizioni delle unità litostratigrafiche e delle UBSU (vedi paragrafi 4.3 e 4.4)

o per raggruppare depositi e/o rocce formati nello stesso contesto geologico (ciclo sedimentario, apparato vulcanico, fase intrusiva, facies metamorfica, *etc.*). Il termine è stato però utilizzato in modo estremamente variabile, con diverso significato e diverso rango, soprattutto per i depositi continentali quaternari e le successioni vulcaniche, ma anche per rocce sedimentarie, intrusive e metamorfiche.

Per la rappresentazione cartografica dei *depositi continentali quaternari* l'utilizzo del termine "unità" ha una casistica molto variabile:

a) "*unità*" intesa come raggruppamento di unità ubiquitarie senza una connotazione geografica, che si sono formate in una stessa fase/ciclo sedimentario, indicate con nomi e sigle differenti a tre lettere maiuscole, quindi col rango della formazione o/e del sintema, all'interno delle quale i differenti depositi vengono differenziati utilizzando le "unità quaternarie" (vedi Allegato 3). Si riportano come esempio alcune delle unità utilizzate nei fogli dell'Italia settentrionale: *unità in formazione* UID, *unità ubiquitarie* (in formazione) UID, *unità completamente formate* UIN, *unità ubiquitarie* (completamente formate) UIN, *unità superiori dei bacini secondari* BTR, *etc.* **Questo utilizzo è fortemente sconsigliato**; per i nuovi fogli, limitrofi a quelli già realizzati, si raccomanda di utilizzare altre unità correttamente definite e nominate e si scriverà a fianco al nuovo nome tra parentesi cfr. unità ubiquitarie. Le diciture *unità ubiquitarie* e/o *unità completamente formate* e/o *unità in formazione* potranno essere utilizzate come titolo (raggruppamento) di legenda.

b) "*unità*" intesa come raggruppamento di depositi di varia origine e natura, indicato con "unità di…." seguito da un nome geografico, che ne definisce un bacino idrografico di appartenenza o un'area, ad esempio l'*unità di Bulgarograsso* BXE appartenente al *supersintema di Besnate* del Foglio 96 "Seregno" (Servizio Geologico d'Italia, 2014b) che comprende depositi di origini diverse, ad esempio, sia glaciali che fluvioglaciali. **Questo utilizzo è ammesso**.

c) "*unità*" intesa come unità stratigrafica informale, inclusa all'interno di una UBSU, che non presenta elementi per una sua descrizione formale come unità litostratigrafica o UBSU, come ad esempio l'*unità Piano delle Selve* PNV del *subsintema dell'Agro Nocerino Sarnese* VEF2 (Foglio 448 "Ercolano", Servizio Geologico d'Italia, 2011d). In questi casi, seguendo le indicazioni del volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii,* 1992), la descrizione litologica dell'unità stratigrafica è talora accompagnata dalla descrizione delle superfici di base e di tetto dei depositi, seguendo quindi un criterio misto. **Questo uso è ammesso**, in quanto legato all'oggettiva mancanza degli attributi necessari alla definizione di un'unità stratigrafica formale, ed è una scelta che va argomentata esplicitamente nelle NI.

d) nel caso di utilizzo delle UBSU (si veda il § 5.4) l'"unità" è stata utilizzata come un'unità stratigrafica con il rango del subsintema, si citano ad esempio l'*unità di Malamocco* POI_9 e l'*unità di Torcello* POI_{10} del Foglio 148 "Venezia" (Servizio Geologico d'Italia, 2007a). Tale scelta crea confusione di classificazione e nomenclatura tra UBSU e unità litostratigrafiche, pertanto **questo utilizzo è fortemente sconsigliato**. Per i nuovi fogli, limitrofi a quelli già realizzati, si raccomanda di utilizzare altre unità stratigrafiche correttamente definite e nominate e si scriverà a fianco al nuovo nome tra parentesi cfr. nome della precedente unità.

e) "unità" utilizzata come suddivisione "di rango inferiore" al subsintema (ad esempio *unità di Modena* AES_{8a} dei fogli della Regione Emilia-Romagna). **Questo utilizzo**, seppur legato al passaggio dalle allounità, con quattro gradi gerarchici, alle UBSU, con tre gradi gerarchici, **non è più consentito** per unità di nuova istituzione (si veda § 4.4). Se ne ammette l'uso solo per pochi fogli della Regione Emilia-Romagna al fine di garantire l'omogeneità della rappresentazione cartografica in ambito regionale.

Per la rappresentazione cartografica delle *successioni vulcaniche* nel volume 12(III) dei *Quaderni* (Galluzzo *et alii,* 2009) si invitava a limitare il più possibile l'uso del termine informale "unità di … ", seppur riconoscendo che tale pratica fosse da attribuirsi alle *"difficoltà riscontrate sul terreno dai geologi del vulcanico nella caratterizzazione formale di alcune unità litostratigrafiche"*. Ciò nonostante, nei fogli geologici del Progetto CARG, come ad esempio per le regioni Lazio e Campania,

l'uso di questo tipo di unità è molto diffuso e riconducibile a differenti motivazioni, spesso legate a esigenze cartografiche, di seguito elencate.

a) Impossibilità di applicare i criteri per il riconoscimento di unità litostratigrafiche formali data la variabilità degli appoggi stratigrafici, a parità di litologia e chimismo, con conseguente difficoltà di correlazione di depositi a limitata distribuzione areale ed eventuale attribuzione ad una unità formale.

b) Difficoltà di ricostruzione dei caratteri deposizionali, degli spessori e della stratigrafia interna delle unità, anche dovuta alla frammentarietà degli affioramenti e il diffuso rimaneggiamento, come ad esempio per le numerose unità utilizzate nel Foglio 402 "Ceccano" (Servizio Geologico d'Italia, 2011c).

c) Presenza di depositi compositi, di diversa origine (vulcanica e sedimentaria), spesso variabili lateralmente e verticalmente, talora contenenti prodotti epiclastici in misura più o meno consistente e variabile, come ad esempio l'*unità del Torrente Vezza* del Foglio 345 "Viterbo" (Servizio Geologico d'Italia, 2022a) o per i quali non si ha connotazione stratigrafica ben precisa, come ad esempio l'*unità di Roccarespampani* del Foglio 354 "Tarquinia" (Servizio Geologico d'Italia, 2020a). Tale utilizzo è sconsigliato e ammesso solo nei casi in cui sia effettivamente difficoltosa la distinzione in diverse unità.

d) Definizione di "unità eruttive" che hanno pertanto una connotazione prettamente genetica, come ad esempio l'*unità di Quarto Laghetto* del Foglio 387 "Albano Laziale" (Servizio Geologico d'Italia, 2009c). **Questo utilizzo è sconsigliato**.

e) Raggruppamento di litotipi non cartografabili/cartografati singolarmente riferibili a differenti eventi dello stesso apparato vulcanico, di incerta attribuzione e/o riferibili a più centri eruttivi locali (ad es. *unità di Monte Cardone* del foglio 344 "Tuscania" (Servizio Geologico d'Italia, 2020b). L'utilizzo del concetto di unità come "contenitore" è ammesso solo nei casi in cui sia effettivamente difficoltosa la distinzione in diverse unità o non sia stato possibile effettuare analisi di dettaglio.

Per la rappresentazione cartografica delle *successioni sedimentarie* del substrato, il termine "unità" seguito da un'indicazione litologica è stato spesso utilizzato di fatto col rango di formazione, anche nel caso di unità litostratigrafiche con estensione a carattere regionale. Ad esempio, l'*unità argilloso-marnosa* e l'*unità spongolitica* (appartenenti sia alla successione di Piattaforma carbonatica Laziale-Abruzzese che a quella bacinale Umbro-Marchigiano-Sabina) posseggono caratteristiche litologiche peculiari e notevole distribuzione areale tali da poter essere definite col rango di formazione. In casi simili **si sconsiglia** l'utilizzo del termine informale "unità" e si raccomanda l'utilizzo di unità formali.

In altri casi, invece, il termine è stato utilizzato per rappresentare successioni sedimentarie molto deformate che hanno perso parte delle caratteristiche necessarie per l'istituzione di unità formali. Ad esempio, l'*unità argilloso calcarea* AVC di età Albiano-Eocene? dei Fogli 236 "Pavullo nel Frignano" (Servizio Geologico d'Italia, 2002c), 252 "Barberino del Mugello" (Servizio Geologico d'Italia, 2002d), 253 "Marradi"(Servizio Geologico d'Italia, 2014c) che rappresenta una successione pelagica di argilliti e torbiditi contenente al suo interno brecce mono- e poligeniche con clasti di rocce ofiolitiche, calcilutiti e radiolariti, con contatti stratigrafici inferiore e superiore non preservati, che ha subito un'intensa deformazione tettonica. In questi casi, l'uso della terminologia informale è ammesso, in quanto legato alla mancanza oggettiva degli attributi necessari alla definizione di un'unità litostratigrafica formale.

Per la rappresentazione cartografica delle *rocce metamorfiche* la dicitura "unità di…" seguita da un termine geografico è stata utilizzata soltanto in pochi casi, come (ad esempio l'*unità di Plereur* PEU nel Foglio 70 "Monte Cervino" (Servizio Geologico d'Italia, 2015a), l'*unità della Sila* UMG nel Foglio 561 "San Giovanni in Fiore" (Servizio Geologico d'Italia, 2010a) , l'*unità di Madonna di Polsi* UPO nel Foglio 603 "Bovalino", per raggruppamenti di rocce riconducibili alla stessa facies metamorfica o alla stessa associazione strutturale. **Tale utilizzo è sconsigliato** poiché fuorviante in

quanto potrebbe generare confusione con unità gerarchicamente superiori, come ad esempio le unità tettono-metamorfiche (vedi capitolo 7).

Per la nomenclatura delle "unità" litostratigrafiche informali si utilizza il nome dell'unità seguito da un nome geografico scelto dove l'unità è meglio osservabile e rappresentativa, usando rigorosamente l'iniziale **minuscola**, in quanto trattasi di unità informali. Si raccomanda di non utilizzare un toponimo già utilizzato, o che potrebbe essere utilizzato in futuro, per un'unità formale. Per la rappresentazione cartografica e la codifica in Banca Dati CARG delle unità si usano tre lettere maiuscole XXX (ad es. *unità di Mandria Polidori* PLD).

Unità non distinte in base al bacino di appartenenza e unità ubiquitarie (con riferimento alle unità quaternarie): sono unità informali definite in mancanza di elementi utili per la loro classificazione in unità stratigrafiche *standard*, senza una precisa attribuzione cronologica e/o a specifici bacini di sedimentazione. Tali unità forniscono informazioni sulla natura del deposito e sull'ambiente deposizionale. L'elenco completo è riportato nell'Allegato 3, che costituisce l'aggiornamento della Tab. 1 "Dizionario delle Unità Quaternarie" del volume 12(I) dei *Quaderni* (Battaglini *et alii,* 2009a). L'utilizzo di tali unità può risultare necessario ai fini della rappresentazione cartografica dei depositi quaternari, soprattutto quelli olocenici, in quanto essi risultano caratterizzati da: i) notevole variabilità di facies verticale e laterale, ii) frequenti discontinuità stratigrafiche, spesso corrispondenti a fenomeni erosivi, iii) complessi rapporti stratigrafici, nella maggior parte dei casi riconducibili a rapporti di "incastro" e di accostamento laterale, iv) spessore frequentemente modesto e v) distribuzione areale limitata o frammentaria.

Unità intrusiva*:* nel Progetto CARG, rappresenta un volume roccioso delimitato da contatti non conformi che si differenzia da quelli adiacenti per caratteristiche petrografiche e/o geometriche e/o strutturali interne ben definite, oppure perché ha rapporti di intrusione rispetto ad esse (capitolo 7). A sua volta l'*unità intrusiva* può essere suddivisa in *subunità* sulla base di peculiari caratteristiche petrografiche e/o strutturali interne che contraddistinguono l'unità principale e/o rapporti geometrici di intrusione che ha con essa.

Per quanto riguarda la nomenclatura, a differenza di quanto previsto nelle guide stratigrafiche (Salvador, 1994; Germani & Angioni, 2003), si consiglia l'uso del "nome località tipo" solo nel caso in cui si indicano corpi geologici con caratteristiche estremamente peculiari. Nel caso in cui il litotipo non abbia caratteristiche peculiari e sia diffuso regionalmente, si consiglia di utilizzare nel nome dell'unità litologica solo il litotipo senza assegnare un toponimo e/o "nome località tipo", di modo che allo stesso litotipo della stessa unità litologica possa essere assegnato un nome differente in aree limitrofe.

La Regione Sardegna ha utilizzato la terminologia "unità intrusiva di…" seguito da un nome geografico, si citano ad esempio l'*unità intrusiva di Tempio Pausania* TPS del Foglio 443 "Tempio Pausania" (Servizio Geologico d'Italia, 2014a) e l'*unità intrusiva di Villacidro* VLD dei fogli 547 "Villacidro" (Servizio Geologico d'Italia, 2011e), 555 "Iglesias" (Servizio Geologico d'Italia, 2015c) 556 "Assemini" Servizio Geologico d'Italia, 2009h), 565 "Capoterra" (Servizio Geologico d'Italia, 2009g) e 566 "Pula" (Servizio Geologico d'Italia, 2017c), equiparando, per le finalità della BDG del Progetto CARG, il rango dell'unità intrusiva al rango della formazione, la subunità intrusiva a quello del membro e le differenti facies al rango di *litofacies* (ad esempio l'*unità intrusiva di La Maddalena* MDN del Foglio 412 "La Maddalena" (Servizio Geologico d'Italia, 2015d) è suddivisa in tre subunità: *subunità di Giardinelli* MDN_3, costituita dalla *facies Garibaldi* MDN_{3b} e *facies Moneta* MDN_{3a}; *subunità di Punta La gatta - Telaione* MDN_2, suddivisa in sette facies; *subunità di Guardia Vecchia,* MDN_1, suddivisa in cinque facies). In linea generale questo approccio può essere adottato nella misura in cui i litotipi siano gerachizzabili e, se indicati con nome geografico, posseggano caratteristiche estremamente peculiari.

***Litosoma**:* unità stratigrafica informale definita dalla combinazione di elementi litologici e morfologici che nell'insieme individuano un corpo geneticamente omogeneo e cartografabile (pag. 168, volume 1 dei *Quaderni,* Pasquarè *et alii,* 1992).

Rispetto alla definizione originale "*il litosoma è una unità informale fuori rango, generalmente riferita all'ambito sedimentario, che può essere definita come un corpo litologicamente distinto dal circostante, costituito da depositi geneticamente relazionati*" (Moore, 1957), nel volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii,* 1992) ne è stato esteso l'uso a "centri vulcanici stratigraficamente e morfologicamente distinguibili". L'utilizzo del *litosoma* come unità informale (non cartografata) è, infatti, raccomandato per la strutturazione della Legenda e degli schemi a cornice del foglio al fine di rappresentare il centro vulcanico di appartenenza/provenienza di prodotti vulcanici distinti in carta come singole unità litostratigrafiche formali o informali. I litosomi possono essere utilizzati anche contestualmente alle unità litostratigrafiche e/o alle UBSU (cfr. Galluzzo *et alii*, 2009, cap. 7; Bonomo *et alii*, 2011). In quest'ultimo caso le unità UBSU possono essere contenute all'interno di un litosoma (es. Foglio 374 "Roma" - Servizio Geologico d'Italia, 2008) oppure i litosomi possono essere individuati all'interno di unità a limiti inconformi. Tali impieghi risultano molto utili per la cartografia di aree con più apparati vulcanici.

Nella pratica del Progetto CARG il *litosoma* è stato di fatto utilizzato solo per le successioni vulcaniche sia come titolo/raggruppamento di Legenda e degli schemi a cornice del foglio geologico che come unità effettivamente cartografata. Quando cartografato, il *litosoma*, è stato definito ed utilizzato come: a) unità informale cartografata in alternativa ad altri tipi di unità stratigrafiche e inclusa in unità a limiti inconformi (ad es. *litosoma di Pigna San Nicola* del Foglio 446-447 "Napoli" - Servizio Geologico d'Italia, 2015b); b) come unità rappresentativa di prodotti vulcanici di singoli centri eruttivi morfologicamente distinguibili all'interno di una formazione, *e.g.,* il *litosoma Miliscola* nel Foglio 465 "Isola di Procida" (Servizio Geologico d'Italia, 2017a). Tali usi costituiscono un arricchimento in linea con quanto proposto in Pasquarè *et alii* (1992) e sono ammessi nella pratica CARG.

Nella prima fase del Progetto CARG i basamenti cristallini sono stati categorizzati esclusivamente attraverso l'uso di unità informali. Ciò è in particolare legato alla difficile applicazione delle regole di nomenclatura stratigrafica su tali corpi rocciosi e dall' assenza di precise indicazioni, per la cui trattazione si rimanda al capitolo 7.

5.6. - Biostratigrafia

La pratica biostratigrafica svolge un fondamentale supporto nell'ambito del Progetto CARG, spesso determinante per la caratterizzazione delle unità litostratigrafiche. In particolare, il contenuto fossilifero, combinato con la caratteristica intrinseca di non ripetibilità ed unicità dei bioeventi nel registro geologico, risulta utile nella risoluzione di problemi legati al posizionamento cronostratigrafico dei pacchi rocciosi, ai loro rapporti con le unità contigue, così come nelle ricostruzioni tettoniche, strutturali e paleogeografiche, tra le altre. Assieme ad altre tecniche in stratigrafia, la biostratigrafia ed il contenuto fossilifero rappresentano inoltre un pratico strumento durante le attività sul terreno. Correlazioni con le altre unità stratigrafiche (*e.g.,* della cronostratigrafia, magnetostratigrafia, stratigrafia isotopica, UBSU, tra le altre) possono essere inoltre di fondamentale utilità per fornire ancoraggi a scala locale o globale. Nonostante il valore relativo al posizionamento cronostratigrafico, le indicazioni fornite dai fossili permettono inoltre di caratterizzare, con un determinato e variabile grado di dettaglio, il contesto paleoambientale e deposizionale delle rocce o dei depositi che li inglobano.

Come citato nel capitolo 6 del volume 9 dei *Quaderni* (Germani & Angiolini, 2003), la biostratigrafia fa in primo luogo riferimento alla campionatura di successioni stratigrafiche, all'individuazione di bioorizzonti e alla definizione di biozone e relativi *marker* biozonali o fossili guida. Nella pratica CARG le unità biostratigrafiche e biozone possono inoltre essere determinate anche a partire da dati

di letteratura raccolti durante le fasi preparatorie al rilevamento. Il posizionamento di un determinato campione all'interno di una biozona può essere quindi individuato, con un certo o variabile grado di accuratezza, anche in assenza di una campionatura dettagliata. In questo caso è ribadita la necessità di individuare un quadro bio-cronostratigrafico di riferimento con le seguenti caratteristiche: i) preferibilmente con risoluzione a scala regionale o sovraregionale, ii) che sia possibilmente basato su più gruppi di organismi, iii) che sia ancorato a sezioni stratigrafiche, preferibilmente caratterizzate con altri metodi della stratigrafia, iv) istituito secondo le raccomandazioni CIS e ISG e v) che sia applicabile all'interno del contesto paleogeografico e/o paleoambientale nel quale la successione sotto indagine ricade.

Le zone biostratigrafiche possono essere formalizzate, quindi validate (standard) seguendo le Linee Guida ISG e/o CIS. L'uso di biozone informali, ossia categorizzate in mancanza di uno o più dei parametri richiesti nelle Linee Guida ISG e/o CIS, è ammesso. Per quest'ultimo caso è preferibile altresì fornire, nelle note illustrative, eventuali integrazioni dove necessario o dove possibile. Si ricordano brevemente quali sono le caratteristiche raccomandate per l'istituzione di biozone standard:

"*Oltre ai normali requisiti richiesti per stabilire un'unità stratigrafica* (capitoli 3 e 4 del volume 9 dei *Quaderni,* Germani & Angiolini (2003))*, cui si accordano anche le unità biostratigrafiche,* queste ultime *devono essere istituite:*

i. **specificando** *il tipo di unità biostratigrafica che si vuole stabilire, i suoi limiti ed il suo contenuto;*

ii. **fornendo** *la raffigurazione o le indicazioni bibliografiche idonee a riconoscere chiaramente il/ i fossile/i indice/i;*

iii. **tenendo** *ben presente che le biozone sono degli strumenti operativi, e quindi devono essere fondate su forme (taxa) riconoscibili, correlabili e comuni;*

iv. **indicando** *sempre una o più sezioni di riferimento, soprattutto al fine di verificare l'adeguatezza della terminologia, per avere chiari riferimenti sulla distribuzione reale dei fossili e permetterne il riconoscimento altrove".*

In generale, le unità biostratigrafiche più comunemente usate nella pratica CARG ai fini operativi sono:

Zona biostratigrafica o Biozona*:* "*corpo roccioso definito o caratterizzato sulla base del suo contenuto fossilifero*".

Sottozona o Subbiozona*:* "*suddivisione di una biozona. É utilizzata per esprimere dettagli biostratigrafici*".

Bioorizzonte*:* "*limite stratigrafico, una superficie o un'interfaccia attraverso la quale si manifesta un cambiamento significativo e riconoscibile nei caratteri biostratigrafici*".

Intervallo sterile*:* "*Intervallo stratigrafico privo di fossili o del gruppo fossile oggetto di una particolare indagine biostratigrafica*".

Fra le zone biostratigrafiche o biozone, quelle più comunemente usate ai fini operativi nella pratica CARG sono:

Biozona di distribuzione*:* "*successione di strati che rappresenta la distribuzione conosciuta per uno o più elementi scelti nell'ambito dell'associazione fossile presente in un certo intervallo stratigrafico*".

Biozona di distribuzione totale*:* "*successione di strati che rappresenta la distribuzione conosciuta (stratigrafica e geografica) di un* taxon".

Biozona di distribuzione concomitante*:* "*successione di strati che comprende la parte concomitante, coincidente o sovrapponibile delle distribuzioni conosciute di due taxa scelti tra quelli che costituiscono la documentazione paleontologica presente in un certo intervallo stratigrafico*".

Biozona di intervallo*:* "*successione di strati fossiliferi compreso tra due bioorizzonti*".

Biozona di associazione*:* "*successione di strati caratterizzata da un'associazione tipica di tre o più fossili, i quali, considerati congiuntamente, permettono di distinguerla dagli strati adiacenti*".

Biozona di abbondanza*:* "*corpo roccioso nel quale l'abbondanza di un determinato taxon o di un gruppo di taxa è significativamente maggiore rispetto agli strati adiacenti*".

A seconda degli ambienti deposizionali rappresentati dalle successioni indagate e dai gruppi fossili studiati, alcune zone biostratigrafiche risultano operativamente più funzionali di altre. La disponibilità e facilità di osservazione del contenuto fossilifero, inclusi i più importanti fossili guida, è un ulteriore fattore da prendere in considerazione. Per citare alcuni esempi a carattere non esaustivo: la maggior parte delle biozone sopra citate, tra cui le biozone di intervallo e di abbondanza, appaiono particolarmente funzionali alla biostratigrafia di successioni di ambiente marino pelagico o emipelagico, dove il registro stratigrafico può essere considerato approssimativamente continuo. Le biozone di distribuzione, distribuzione concomitante e/o di associazione sono facilmente applicabili a successioni pelagiche ma anche a quelle caratterizzate da marcate discontinuità nel record deposizionale (piattaforma o rampa carbonatica; *e.g.*, Shallow Benthic Zones; Serra-Kiel *et alii,* 1998), così come a successioni di ambiente continentale (*e.g.*, Unità faunistiche). In alcuni casi, il riconoscimento di queste biozone può essere raggiunto anche attraverso lo studio di un set di campioni limitato ma con contenuto fossilifero significativo. Il capitolo 1.2, parte II del volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii*, 1992) fornisce una serie di utili indicazioni pratiche su come affrontare l'analisi successioni caratterizzate da diversi litotipi, nonché alcune linee guida di massima su come affrontare il campionamento dei gruppi fossili di importante valore biostratigrafico. Nelle NI è obbligatorio indicare per ogni unità litostratigrafica il relativo collegamento con una determinata zona biostratigrafica, o con multiple zone biostratigrafiche, o con gli schemi bio-cronostratigrafici di riferimento. Nelle NI è inoltre possibile discutere ogni aspetto ritenuto utile alla caratterizzazione delle unità rappresentate in carta mediante biostratigrafia, distinguendo i dati provenienti dalle analisi effettuate *ex-novo* e quelli provenienti dallo studio di letteratura. Questi includono, ma non sono limitati a: i) dettagli sulle zone o unità biostratigrafiche utilizzate; ii) effettivo potenziale di correlazione a scala bacinale/regionale/sovraregionale, con indicazione di massima di eventuali altri fogli CARG inclusi; iii) ancoraggi alle scale standard globali mediante altre tecniche stratigrafiche; iv) revisioni, aggiunte e/o modifiche apportate alle scale o unità/zone biostratigrafiche scaturite a fronte dei campionamenti CARG; v) eventuali sinonimie con altre unità/zone biostratigrafiche; vi) eventuali note tassonomiche, paleontologiche e/o paleoecologiche. Per le note tassonomiche e la corretta nomenclatura dei taxa trattati si rimanda ai codici internazionali di nomenclatura zoologica e botanica (ICZN: https://www.iczn.org/; ICNP: https://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php), nonché alle raccomandazioni ripotate nel capitolo 3 "Indicazioni sull'uso dei codici di nomenclatura".

Per approfondimenti aggiornati su biostratigrafia e gruppi fossili significativi si consiglia la lettura del capitolo 3, Volume 1, della *Geological Time Scale* versione 2020 (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128243602000036).

5.7. - Altre unità e tecniche stratigrafiche

Teoria, nomenclatura e definizioni delle ulteriori unità stratigrafiche e tecniche stratigrafiche sono state trattate nei capitoli 7, 10, 11, 12 e 13 del volume 9 dei *Quaderni* (Germani & Angiolini, 2003). Negli ultimi decenni si è assisitito ad un notevole sviluppo di queste tematiche; per una trattazione aggiornata si rimanda al Volume 1 della *Geological Time Scale* versione 2020 (https://shorturl.at/fpHN9). Nelle sezioni di seguito verranno trattate brevemente le caratteristiche principali di alcune di esse, così come suggerimenti applicativi per il loro utilizzo in ambito CARG.

5.7.1. - *Unità magnetostratigrafiche*

Le unità magnetostratigrafiche ricoprono un ruolo di particolare rilevanza in stratigrafia, con particolare riguardo al potenziale di correlazione con le altre unità stratigrafiche. Basate su oggettive caratteristiche ottenute tramite lo studio della magnetizzazione residua naturale presente nelle rocce in

relazione al campo magnetico terrestre, le unità magnetostratigrafiche spesso offrono ancoraggi a scala globale. All'atto pratico, le unità magnetostratigrafiche risultano di grande utilità per la calibrazione cronostratigrafica delle biozone. Le unità magnetostratigrafiche sono utilizzate per le correlazioni delle successioni di mare profondo (*e.g., Ocean Drilling Program*) con successioni in affioramento, e per la risoluzione di problemi relativi alla correlazione tra successioni sedimentarie di ambiente diverso; *e.g*., marine, marginali e continentali. Gli eventi di polarità sono tuttavia spesso non univoci, creando conseguenti limitazioni al loro utilizzo in assenza di altri metodi di calibrazione, come la biostratigrafia o la geocronologia. L'integrazione della magnetostratigrafia con la biostratigrafia ha comunque prodotto notevoli sviluppi negli studi stratigrafici, permettendo di proporre correlazioni a livello globale, *e.g.*, verificando il grado di sincronismo dei bioeventi o permettendo di ricavare una valutazione cronologica per gli eventi biostratigrafici o le biozone. Per una lettura aggiornata su concetti e metodologie si rimanda al capitolo 5, Volume 1, della *Geological Time Scale* versione 2020 (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012824360200005X) e alle indicazioni prodotte dal gruppo di lavoro della International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC/ICS) e pubblicate in Newsletter on Stratigraphy nel 2010 (https://issc.uni-graz.at/Publications/Langereis_et_al_2010-magneto.pdf).

In linea operativa per il Progetto CARG, eventuali studi magnetostratigrafici possono essere effettuati lungo successioni il più possibile rappresentative delle unità stratigrafiche ricadenti nell'area del foglio. Il dettaglio di campionamento deve essere valutato per ogni caso in relazione ai litotipi sotto indagine e rispetto al grado di buona riuscita delle analisi. I relativi risultati, o sintesi da letteratura, possono essere presentati graficamente negli elementi a cornice in affiancamento alle colonne stratigrafiche, mentre eventuali dettagli di correlazione con zone magnetostratigrafiche possono essere inserite nelle NI nella descrizione di ogni unità litostratigrafica. In caso di dati di letteratura, le correlazioni con zone magnetostratigrafiche possono essere discusse nelle NI, mentre un eventuale *log* magnetico di sintesi può essere esposto al lato delle colonne litostratigrafiche di riferimento, come elemento a cornice del foglio. Nelle NI si potranno inoltre discutere le eventuali ricadute sulle correlazioni a scala globale, così come l'eventuale applicazione a supporto del potenziale di risoluzione della biostratigrafia o della cronostratigrafia.

5.7.2. - *Stratigrafia sequenziale*

La stratigrafia sequenziale è una disciplina di sintesi dell'analisi di bacino in quanto riassume, in uno schema comprensivo, l'interazione tra i fattori ed i processi che guidano l'architettura deposizionale dei sedimenti, tenendo in conto gli apporti sedimentari, le variazioni relative del livello del mare e l'evoluzione tettonica. Il contesto di applicazione della stratigrafia sequenziale, iniziato con lo studio dei sistemi terrigeni in ambiente di margine passivo, può essere esteso a tutti i sistemi deposizionali. La stratigrafia sequenziale è trattata nel volume 9 dei *Quaderni* (Germani & Angiolini, 2003). Per una versione aggiornata e, in linea generale condivisa da buona parte della comunità scientifia, si consiglia di attenersi alle indicazioni del gruppo di lavoro sulla Stratigrafia Sequenziale della International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC/ICS) e pubblicate in Newsletter on Stratigraphy nel 2011 (https://issc.uni-graz.at/Publications/Catuneanu_et_al_2011-sequence.pdf) e la lettura del capitolo 13, Volume 1 della Geological Time Scale versione 2020 (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128243602000139). Il presente paragrafo ha l'obiettivo di riportare, con estrema sintesi, alcune indicazioni sull'utilizzo delle sequenze deposizionali nel CARG.

Qualsiasi successione caratterizzata da una relativa continuità deposizionale può, potenzialmente, essere descritta sotto il punto di vista stratigrafico sequenziale. Altresì, la stratigrafia sequenziale può essere utilizzata in svariati contesti deposizionali, nella condizione in cui esista: i) la possibilità di individuare nell'area del foglio (o in aree limitrofe ma rappresentative) una successione relativamente

continua composta di strati geneticamente legati fra di loro, ii) la possibilità riconoscere dei *trend* nell'organizzazione dei sistemi deposizionali (*stratal stacking pattern*) iii), la possibilità di individuare e caratterizzare superfici significative per l'interpretazione in chiave stratigrafico-sequenziale. Si raccomanda inoltre di specificare il significato che viene attribuito per ogni superficie.

Per la geologia delle aree emerse, la sequenza deposizionale è l'unità base che, anche se comparabile come rango a quello della formazione, è da considerarsi i) del tutto informale e ii) non equiparabile in chiave cartografica alle unità litostratigrafiche. Questo carattere implica che la sequenza può, con ogni probabilità, contenere al proprio interno più di una unità litostratigrafica, siano esse di carattere formale, informale, o di rango differente. La sequenza non segue quindi le regole *standard* introdotte dalla ISC; ha però la potenzialità di fornire informazioni a supporto dell'analisi di bacino. Come già ribadito, nel CARG si dà esclusiva priorità alle unità stratigrafiche (unità lito- e UBSU) riconoscibili sul terreno e cartografabili; tali potranno eventualmente essere raggruppate a comporre una sequenza deposizionale. Ne consegue che il ruolo della stratigrafia sequenziale è, per sua natura, a supporto di interpretazioni in chiave dinamica delle interazioni tra le unità stratigrafiche definite in carta. Inoltre, un ulteriore punto di forza dello studio stratigrafico-sequenziale è quello di fornire osservazioni a varie scale temporali. La relazione genetica tra gruppi di facies segue la regola di Walther; i) individuando unità litostratigrafiche deposte contemporaneamente in ambienti deposizionali contigui nello spazio, ii) riconoscendo organizzazioni interne, tridimensionali delle sequenze come *systems tracts*.

La possibilità di riconoscere, per le aree a terra, affioramenti di superfici utili all'individuazione di sequenze deposizionali è auspicabile, ma non sempre attuabile. A seconda dei contesti in studio e della buona esposizione in affioramento, è più o meno possibile osservare in maniera univoca strati geneticamente legati fra loro e categorizzabili come sequenze deposizionali, così come le relative superfici che le separano. Sequenze deposizionali limitate da superfici di discontinuità erosive, assimilabili a *sequence boundaries*, potrebbero anche essere classificabili come UBSU. La differenza concettuale sta nel riconoscimento - o meno - di una stretta relazione genetico/evolutiva tra strati contigui. Tale caratteristica, infatti, non è contemplabile per una UBSU, la quale può o meno essere composta da qualsiasi tipo di rocce e/o sedimenti non necessariamente legati tra loro attraverso una relazione genetica. Schemi stratigrafico-sequenziali possono essere trattati nelle NI, dove si forniranno eventuali correlazioni con altre unità stratigrafiche ricadenti nel foglio, unità bio-, crono-, magneto-, *etc.*, si vedano ad esempio le NI del Foglio 223 "Ravenna" (Servizio Geologico d'Italia, 2002a).

La stratigrafia sequenziale è utilizzata per la geologia delle aree sommerse dei fogli CARG, per approfondimenti si rimanda alle "*Linee guida per il Rilevamento geologico, la cartografia e l'informatizzazione dei dati delle aree marine*" nel volume 12(II) dei *Quaderni* https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/i-quaderni-serie-iii-del-sgi/Carta-Geologica-dItalia-alla-scala-1-50-000.000-1). Si applica alle successioni plio-oloceniche che vengono raggruppate, dove possibile, in sequenze deposizionali o *systems tracts*. Le sequenze deposizionali individuate nel foglio geologico vengono rappresentate negli schemi a cornice dedicati, con sezioni sismiche interpretate, schemi interpretativi, composizione litologica per ogni sequenza deposizionale. In tali schemi vengono, inoltre, sempre indicate e definite le relative superfici scelte per delimitare ogni sequenza, si vedano ad esempio il Foglio 282 "Ancona" (Servizio Geologico d'Italia, 2010d) o il Foglio 259 "Imperia" (Servizio Geologico d'Italia, 2016). Una trattazione estesa in chiave stratigrafico-sequenziale delle successioni in studio deve invece essere fornita nelle NI, con particolare riferimento alla scelta delle superfici e del significato che viene loro attribuito, citando le fonti bibliografiche di riferimento.

5.7.3. - *Stratigrafia chimica*

La stratigrafia chimica ha avuto negli ultimi anni un notevole sviluppo per lo studio delle variazioni

nel tempo della composizione chimica o isotopica di alcuni elementi presenti nelle successioni sedimentarie, ed in particolare per il riconoscimento di eventi a scala globale. La stratigrafia chimica spazia dalle correlazioni con le scale geocronologiche fino alla paleoecologia poiché basata sullo studio delle variazioni fisico-chimiche dell'idrosfera, o ai cicli di ricarica/migrazione di determinati elementi tra i vari serbatoi geochimici nel corso del tempo geologico. In particolare, gli *shift* isotopici registrati nelle successioni rocciose sono stati largamente discussi ed interpretati in relazione ad eventi globali, climatici e/o paleoceanografia, con ricadute sulle correlazioni ad ampia scala. La stratigrafia chimica è inoltre applicata a supporto delle correlazioni tra unità biostratigrafiche, magnetostratigrafiche e cronostratigrafiche, ma anche per la risoluzione di alcuni dei problemi legati alla diagenesi (con ricadute nella preservazione del segnale magnetico o isotopico), rimaneggiamento, controllo ambientale/climatico discriminando fattori locali da quelli globali, tra gli altri.

La stratigrafia isotopica è trattata nel volume 9 dei *Quaderni* (Germani & Angiolini, 2003). Per una versione aggiornata e, in linea generale condivisa da buona parte della comunità scientifica, si consiglia di attenersi alle indicazioni del gruppo di lavoro sulla Chemostratigraphy della International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC/ICS) e pubblicate in Newsletter on Stratigraphy nel 2008 (https://issc.uni-graz.at/Publications/Weissert_et_al_2008.pdf) e la lettura del Volume 1 della *Geological Time Scale* versione 2020, capitoli:

6 - *Radioisotope Geochronology* - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128243602000061

7 - *Strontium Isotope Stratigraphy* - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128243602000073

8 - *Osmium Isotope Stratigraphy* - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128243602000085

9 - *Sulfur Isotope Stratigraphy* - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128243602000097

10 - *Oxygen Isotope Stratigraphy* - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128243602000103

11 - *Carbon Isotope Stratigraphy* - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128243602000115

Nell'ambito del Progetto CARG, la stratigrafia isotopica può essere applicata a supporto della caratterizzazione delle unità litostratigrafiche. La stratigrafia isotopica, inoltre, può essere considerata un valido strumento di correlazione con le altre unità stratigrafiche, in particolare nel caso in cui sussista la necessità di raccogliere informazioni integrate. Altri scopi conoscitivi importanti riguardano la caratterizzazioni delle superfici di riferimento che limitano alla base e al tetto le UBSU. Per le successioni delle aree sommerse, gli studi isotopici possono essere applicati a supporto dell'analisi stratigrafico-sequenziale, fornendo informazioni integrate sulle fasi climatiche ed eustatiche che hanno condizionato, per esempio, l'impostazione di un determinato *systems tract*. Le informazioni fornite da studi di stratigrafia isotopica possono essere fornite brevemente in Legenda, e discusse per esteso nelle NI, nonché riportate negli schemi a cornice dei fogli CARG. Le curve di variazione isotopica elaborate e/o utilizzate, a seconda se si tratti di dati acquisiti *ex-novo* o da letteratura, possono essere presentate e discusse in maniera esaustiva nelle NI.

INDICAZIONI PER LA RESTITUZIONE DEI DATI LITOLOGICI

6. - COMPILAZIONE DELLA TABELLA T0180805000 "CARATTERI LITOLOGICI" DELLA BANCA DATI GEOLOGICA

(a cura di Muraro C., Vita L., Battaglini L., Carta R., Martarelli L., Papasodaro F., Pieruccioni D.)

Negli ultimi anni il Servizio Geologico d'Italia ha intrapreso una sperimentazione per la realizzazione della Carta Litologica d'Italia alla scala 1:50.000, tramite l'utilizzo di una Banca Dati Litologica alla scala 1:25.000, derivata dalla Banca Dati Geologica (BDG) del Progetto CARG, ed elaborata a partire dai fogli già realizzati delle Regioni Sardegna, Marche e Valle d'Aosta (http://portalesgi.isprambiente.it/it/elenco-base-dati/12). Lo scopo di tale lavoro è stato quello di rendere disponibile un'informazione di interesse spiccatamente applicativo, riguardante i caratteri litologici, tessiturali, di assetto, *etc.* delle unità stratigrafiche cartografate nella carta geologica alla scala 1:50.000.

A seguito del rifinanziamento del Progetto CARG (L. 160/2019, L. 178/2020 e L. 234/2021), tenendo conto di tale sperimentazione effettuata, il Gruppo di Lavoro per la Banca Dati ha implementato la BDG con la Tabella *Caratteri litologici* (T0180805000) relazionata allo strato ST018.PAT (fig. 2). Ciò consente di approfondire un importante aspetto tematico e quindi di introdurre nel Progetto CARG tutte le informazioni relative alla litologia che non erano state precedentemente prese in considerazione nel modello della BDG, rendendola adesso più completa ed esaustiva.

Per la compilazione della Tabella *Caratteri litologici* (T0180805000) è stato innanzitutto necessario elaborare una "Legenda delle litologie" di riferimento per il Progetto CARG (Allegato 4 - Codici delle Litologie del Progetto CARG) che tenesse conto delle differenti classificazioni adottate a livello nazionale e internazionale (classificazioni utilizzate nella Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000; *CGI Simple Lithology Categories*, 2014; *BGS Rock Classification Scheme*: Volume 1 *Classification of igneous rock*, Volume 2 *Classification of metamorphic rock*, Volume 3 *Classification of sediments and sedimentary rock*; http://inspire.ec.europa.eu/glossary; Streckeisen, 1976; Innocenti *et alii*, 1999; Le Maitre *et alii*, 2002; Passchier & Trouw, 2005; Fettes & Desmons, 2007; Sawyer, 2008; Pirajno, 2009). In particolare, la strutturazione della "Legenda delle litologie", così come le definizioni adottate per alcune litologie e per parte degli attributi, sono state fortemente influenzate dai contenuti e dalle classificazioni presenti nei fogli realizzati durante la prima fase del Progetto CARG, ciò al fine di garantire l'uniformità e l'omogeneità tra i fogli geologici realizzati in passato e quelli in fase di realizzazione.

Per rappresentare l'estrema variabilità litologica delle unità geologiche cartografate la "Legenda delle litologie" presenta quattro livelli di informazione dal più elevato e generale (ad es. Rocce ignee) a quello di maggior dettaglio (ad. es. Melasieniti), con un grado di gerarchizzazione necessariamente

differente a seconda delle tipologie di rocce e materiali sciolti considerati. La prima fondamentale suddivisione è stata fatta nel rango gerarchico più elevato (cfr. LIVELLO 1 nella tabella *Codici delle Litologie* in Allegato 4), con la distinzione tra materiali antropici, materiali sedimentari incoerenti, vulcanoclastiti incoerenti e i vari tipi di rocce: rocce sedimentarie, rocce ignee, rocce vulcanoclastiche, rocce metamorfiche e rocce di faglia.

Tutti i termini relativi alla "Legenda delle litologie" (Allegato 4), così come quelli relativi ai diversi attributi (cfr. § 6.1.), sono stati opportunamente definiti nel Glossario 3.0 (vedi capitolo 17); quest'ultimo deve costituire il riferimento per la determinazione e la comprensione degli attributi specifici utili per la compilazione della tabella stessa, al fine di utilizzare definizioni univoche in ambito CARG.

Durante l'attività di rilevamento geologico (sia per le aree emerse che sommerse) si raccomanda di raccogliere tutti i dati necessari per la compilazione della Tabella "Caratteri litologici" della BDG (T0180805000) e di quelle collegate, tenendo conto dei criteri con i quali sono state realizzate, riportati al § 6.1., in modo da poter fornire adeguatamente le informazioni relative alla litologia.

In tal modo i rilevatori CARG avranno l'opportunità di differenziare in BDG le aree cartografabili alla scala 1:10.000 che presentino differenti caratteristiche litologiche nell'ambito della stessa unità litostratigrafica e/o sintemica (o altra unità prevista al capitolo 5). Si coglie qui l'occasione per ribadire ciò che era stato già chiaramente espresso sull'argomento nel volume 1 dei *Quaderni* (Pasquaré *et alii*, 1992) al § 5.3.2: "*Caratteristiche molto importanti, oltre a quelle, ovvie, come litologia, tessitura, stratificazione e rapporti giaciturali, sono la descrizione dello stato di fratturazione, di cementazione e di alterazione della roccia (...)"*. "*Nella legenda della Carta Geologica sarà evidenziato lo stato fisico e morfologico complessivo di fratturazione e lo stato di alterazione delle formazioni affioranti, mentre nella Carta di campagna e nelle Note illustrative saranno riferiti dati sull'orientazione delle famiglie di diaclasi, il tipo di eventuali materiali di riempimento, i possibili indicatori cinematici e, infine, la tipologia, consistenza e spessore della roccia alterata. Qualora le caratteristiche geotecniche di una data unità differiscano da luogo a luogo, si potranno specificare, specie nel rilevamento di campagna al 10.000 e nelle Note illustrative*", e aggiungiamo, in Banca Dati, "*aree di "omogeneità geotecnica" definite su parametri come la plasticità delle argille, il grado di cementazione, il rapporto tra argille ed inclusi lapidei (per terreni caotici)*", come già è consuetudine fare per le formazioni torbiditiche, in cui si differenziano sub-unità sulla base dello spessore degli strati e del rapporto pelite/arenaria. "*È possibile che all'interno dell'area del foglio vi siano zone in cui le condizioni fisiche delle rocce affioranti differiscano in modo sostanziale dalla descrizione generale datane nelle Note illustrative; nel caso di alterazione dovuta agli agenti endogeni (come zone particolarmente fratturate o addirittura cataclastiche), o esogeni (...) questi casi vanno segnalati in quanto influiscono sul comportamento del versante nei riguardi della stabilità, della permeabilità e della risposta a sollecitazioni sismiche*".

6.1. - Contenuti della tabella e indicazioni per la compilazione

Ogni unità geologica (e/o suo poligono in carta) deve essere caratterizzata dal punto di vista litologico mediante la Tabella *Caratteri litologici* (T0180805000) della BDG compilando i campi relativi alla litologia e agli altri attributi previsti.

6.1.1. - *Litologia (campi LITO1, LITO2, LITO3 della tabella T0180805000)*

Tramite la Tabella *Caratteri litologici* (T0180805000; vedi figura 2) ad ogni unità stratigrafica cartografata (formazione, membro, litofacies, sintema, subsintema, olistolite, filone, orizzonte, deposito continentale plio-quaternario, *etc.*) si possono associare una o più litologie fino ad un massimo di tre (indicate nei campi della tabella denominati LITO1, LITO2 e LITO3) per ogni affioramento corrispondente ad un poligono riportato in carta. Per cui la stessa unità, identificata in BDG con un codice

Strato 18 (continua)
Unità cartografabili geologiche

Nome: T0180805000 (*Caratteri litologici*)
Tabella di dati descrittivi

CAMPO	LUNG	TIPO	NOTE
FoglioGeologico	15	C	Numero del foglio IGM alla scala 1:50.000
ID_LITO	5	I	Progressivo all'interno del foglio
UC_LEGE	5	I	Chiave esterna alla tabella T0180802000
LITO1	8	I	Vedi Tab. 8 - Codici delle Litologie (in APPENDICE al documento)
PART1	2	I	1 = prevalente 2 = frequente 3 = alternanza 4 = variabile tra LITO1 e LITO2 7 = base 8 = tetto 10 = filoni 12= non applicabile
STRATIF1	3	I	Vedi Tab. 9 - Stratificazione
ASSETTO1	2	C	Vedi Tab. 10 - Assetto
STRUTTURA1	100	C	Vedi Tab. 11 - Struttura/Tessitura
CARATTER1	50	C	Vedi Tab. 12 - Caratteristiche
COMPOSIZIO1	100	C	Descrizione della Composizione
LITO2	8	I	Vedi Tab. 8 - Codici delle Litologie (in APPENDICE al documento)
PART2	2	I	3 = alternanza 4 = variabile tra LITO1 e LITO2 5 = subordinata 6 = intercalazioni 7 = base 8 = tetto 9 = sporadico/scarso 10 = filoni 11= olistoliti 12= non applicabile
STRATIF2	3	I	Vedi Tab. 9 - Stratificazione
ASSETTO2	2	C	Vedi Tab. 10 - Assetto
STRUTTURA2	100	C	Vedi Tab. 11 - Struttura/Tessitura
CARATTER2	50	C	Vedi Tab. 12 - Caratteristiche
COMPOSIZIO2	100	C	Descrizione della Composizione
LITO3	8	I	Vedi Tab. 8 - Codici delle Litologie (in APPENDICE al documento)
PART3	2	I	3 = alternanza 5 = subordinata 6 = intercalazioni 7 = base 8 = tetto 9 = sporadico/scarso 10 = filoni 11= olistoliti 12= non applicabile
STRATIF3	3	I	Vedi Tab. 9 - Stratificazione
ASSETTO3	2	C	Vedi Tab. 10 - Assetto
STRUTTURA3	100	C	Vedi Tab. 11 - Struttura/Tessitura
CARATTER3	50	C	Vedi Tab. 12 - Caratteristiche
COMPOSIZIO3	100	C	Descrizione della Composizione
SPESSORE	12	C	Spessore totale dell'Unità espresso in metri
NOTE	200	C	Ulteriori informazioni non previste nei campi precedenti

Fig. 2 - Schema della Tabella T0180805000 "Caratteri litologici" (da BATTAGLINI & CARTA, 2022).

UC_LEGE nella Tabella T0180802000, deve avere il corrispondente ID_LITO nella T0180805000. Tuttavia si possono verificare situazioni in cui una unità presenti più litologie variabili nell'ambito del foglio (ad esempio quando sia possibile distinguere le litologie della porzione prossimale da quelle della porzione distale di una unità stratigrafica) che possono essere distinte nella BDG attribuendo ai poligoni corrispondenti diversi ID_LITO a parità di UC_LEGE.

Per la compilazione dei campi LITO1, LITO2 e LITO3 occorre fare esclusivo riferimento alla "Legenda delle litologie" (Allegato 4 - Codici delle Litologie del Progetto CARG). I campi sono provvisti di menù a tendina che consentono di scorrere e selezionare le litologie riportate nel dominio di riferimento.

6.1.2. - *Quota parte (campi PART1, PART2, PART3 della tabella T0180805000)*

Rappresenta il ruolo che una componente litologica svolge rispetto all'unità geologica nel suo insieme. È necessario fornire, pertanto, per ogni litologia attribuita all'unità stratigrafica (e/o a un suo poligono in carta) e indicata nei campi LITO1, LITO2 e LITO3, l'informazione relativa alla sua quota parte all'interno dell'unità, ad esempio per indicare se ne costituisca la base o il tetto.

Questi *item* corrispondono alla *codelist*: "*composition part role value*" in *INSPIRE registry* (https://inspire.ec.europa.eu/codelist).

PART1 indica la quota parte della LITO1. Si tratta di un campo obbligato per il quale è possibile scegliere le seguenti caratteristiche: prevalente; frequente; alternanza; variabile tra LITO1 e LITO2; base; tetto; filoni (sia sedimentari che ignei); non applicabile.

PART2 indica la quota parte della LITO2: alternanza; variabile tra LITO1 e LITO2; subordinata; intercalazioni; base; tetto; sporadico/scarso; olistoliti; filoni (sia sedimentari che ignei); non applicabile.

PART3 indica la quota parte della LITO3: alternanza; subordinata; intercalazioni; base; tetto; sporadico/scarso; filoni (sia sedimentari che ignei); olistoliti; non applicabile.

6.1.3. - *Stratificazione (campi STRATIF1, STRATIF2, STRATIF3 della T0180805000)*

L'attributo relativo alla stratificazione, pur facendo parte dell'assetto (§ 6.1.4.), viene trattato in un campo a sé stante, per consentire di specificare altre caratteristiche rilevate, nei successivi e specifici campi della tabella. Tale attributo si può associare ad ogni litologia (LITO1, LITO2 e LITO3), utilizzando le opzioni della *Tab. 9 - Stratificazione* associata a T0180805000 (fig. 3).

Codice	Descrizione
01	strati sottili (3÷10cm)
02	strati sottili - medi
03	strati sottili - medi - spessi e molto spessi
04	strati sottili / indistinti
05	strati sottili - medi - spessi e molto spessi / indistinti
06	strati medi (10÷30cm)
07	strati medi - spessi e molto spessi
08	strati medi / indistinti
09	strati medi - spessi e molto spessi / indistinti
10	strati spessi (30÷100cm)
11	strati da molto spessi a estremamente spessi-banchi (100÷300cm; >300cm)
12	strati spessi e molto spessi
13	strati spessi e molto spessi / indistinti
14	massiva

Fig. 3 - Tabella 9 "Stratificazione", associata alla T0180805000 dello strato 18 della BDG.

Nelle descrizioni contenute nella tabella, il trattino "-" indica la coesistenza di due o tre distinte tipologie di spessore degli strati, lo *slash "/*" indica da… a…, cioè la variabilità da uno spessore ad un altro. Il termine "massiva" può essere riferito sia ai processi di formazione delle rocce che a processi successivi (sedimentologici, diagenetici, biogenici, tettonici) che determinano l'amalgamazione degli strati.

6.1.4. - *Assetto (campi ASSETTO1, ASSETTO2 e ASSETTO3 della T0180805000)*

L'assetto è riferito alle litologie espresse nei campi LITO1, LITO2 e LITO3 per indicare le caratteristiche geometriche e/o strutturali del corpo geologico osservabili alla scala dell'affioramento. La compilazione di questi campi può essere effettuata tramite menù a tendina da cui poter scegliere i tipi di assetto e relativi codici riportati nella *Tab. 10 - Assetto* associata a T0180805000 (fig. 4).

Codice	Descrizione
am	ammasso
an	anello
au	autobrecciato o autoclastico
ba	bastione
ca	caotico
cl	colata
cn	cono
cu	a cuscino
di	dicco
do	domo
fi	filone
la	laccolite
le	lenticolare
lv	livello
ne	neck
or	orizzonte
ta	tabulare
ve	vena

Fig. 4 - Tabella 10 "Assetto" associata alla T0180805000 dello strato 18 della BDG.

6.1.5. - *Struttura/Tessitura (campi STRUTTURA1, STRUTTURA2 e STRUTTURA3 della T0180805000)*

I due termini sono stati accorpati poiché, avendo nella letteratura geologica significato differente ma non univoco, si è preferito mettere insieme le differenti classificazioni e significati per poterli utilizzare per i vari tipi di rocce e sedimenti sciolti. I campi sono a scelta multipla, per cui si potranno inserire nel campo da uno a più attributi, separati da virgole, fino ad un massimo di tre, avendo cura di usare esattamente i termini codificati, descritti della *Tab. 11 - Struttura/Tessitura* associata a T0180805000 (fig. 5).

6.1.6. - *Caratteristiche (campi CARATTER1, CARATTER2 e CARATTER3 della T0180805000)*

Si tratta di un campo comprensivo di più caratteristiche visibili direttamente sul terreno alla scala dell'affioramento, come ad esempio la fratturazione, l'alterazione, *etc.*, e/o il grado di cementazione

Codice
a feltro
a grana fine
a grana grossa
a grana media
a setaccio
adcumulitica
afanitica
afirica
allotriomorfa (granulare anedrale, xenomorfa)
amigdaloide
anisotropa
antirapakivi
augen (occhiadina)
cataclastica
chelifitica
clastosostenuta
clastosostenuta/matricesostenuta
consertale
coronitica
crescumulitica
decussata (diablastica, a covoni)
disequigranulare
epitassiale (mimetica)
equigranulare
eteradcumulitica
eteroblastica (eterogranulare)
eutassitica (pseudofluidale, a fiamme)
fissile/foliata
glomerofirica
gneissica
gradata
grafica
granoblastica (cristalloblastica)
granofirica
ialopilitica
idioblastica
idiomorfa (granulare euedrale)
intergranulare
intersertale
ipidioblastica (subidioblastica)
ipidiomorfa (granulare subeuedrale)
ipocristallina (ialocristallina)

Codice
isotropa
lamellare (a lacinie)
laminata
lepidoblastica
listata
matricesostenuta
mesocumulitica
miarolitica
milonitica
mirmechitica
nematoblastica
nodulare
ofitica (doleritica)
olocristallina
oloialina (vetrosa, ialina)
omeoblastica (omogranulare)
open-work (aperta)
ortocumulitica
palagonite
partially open-work (parzialmente aperta)
pecilitica
peciloblastica
perlitica
petroselciosa
pilotassitica
poligonale (foam)
porfirica
porfirica iatale
porfirica seriata
porfiroblastica
porfiroclastica (flaser)
pseudomorfica
rapakivi
scistosa
sferulitica
simplectitica
stratificazione flaser
subafirica
trachitica
variolitica
vescicolare
vitrofirica
xenoblastica (allotrioblastica)

Fig. 5 - Tabella 11 "Struttura/Tessitura", associata alla T0180805000 dello strato 18 della BDG.

	Codice
	fratturata
	alterata
	cataclasata
	zeolitizzata
	fratturazione concoide
	fessurazione prismatica
GRADO DI CLASSAZIONE DEI TERRENI GRANULARI	non classato
	poco classato
	moderatamente classato
	ben classato
GRADO DI CONSISTENZA DEI TERRENI COESIVI	molto consistente
	consistente
	moderatamente consistente
	privo di consistenza
GRADO DI ADDENSAMENTO DEI TERRENI GRANULARI	molto addensato
	moderatamente addensato
	poco addensato
	non addensato
GRADO DI CEMENTAZIONE DELLE ROCCE CLASTICHE	poco cementato
	moderatamente cementato
	cementato
	variamente cementato
GRADO DI SALDATURA DELLE ROCCE PIROCLASTICHE	poco saldato
	moderatamente saldato
	saldato
	variamente saldato

Fig. 6 - Tabella 12 "Caratteristiche" associata alla T0180805000 dello strato 18 della BDG.

delle rocce clastiche, il grado di saldatura delle rocce piroclastiche, il grado di classazione dei terreni granulari ed il grado di consistenza dei terreni coesivi. I campi sono a scelta multipla, per cui si potranno inserire in ciascuno di essi da uno a più attributi, separati da virgole, fino ad un massimo di tre, avendo cura di usare esattamente i termini codificati, descritti nella colonna Codice della *Tab. 12 - Caratteristiche* associata a T0180805000 (fig. 6).

6.1.7. - *Composizione (campi COMPOSIZIO1, COMPOSIZIO2 e COMPOSIZIO3 della T0180805000)*

I campi, riferiti rispettivamente alla LITO1, LITO2 e LITO3, si utilizzano per fornire indicazioni aggiuntive sulla composizione, ad esempio la composizione chimico/mineralogica per i tipi di sedimenti e rocce la cui classificazione si basa sulla granulometria, come i sedimenti clastici incoerenti, le vulcanoclastiti incoerenti, le rocce sedimentarie clastiche (ad es. LITO1 CONGLOMERATI, COMPOSIZIO1 carbonatica e silicoclastica) e le rocce vulcanoclastiche. Il campo è libero, ma quando è possibile si suggerisce di utilizzare prioritariamente i termini della "Legenda delle litolo-

gie" (Allegato 4 - Codici delle Litologie del Progetto CARG). È, inoltre, possibile esprimere la variabilità composizionale o di serie magmatica utilizzando "da… a…" (ad es. da TRACHITI a LATITI).

6.1.8. - *Spessore (campo SPESSORE della T0180805000)*

Il campo si riferisce allo **spessore totale** dell'unità geologica espresso in metri (ad es. 200), **non** è quindi riferito alle singole litologie (LITO1, LITO2, LITO3) in cui questa può essere stata distinta. Nei casi in cui lo spessore sia variabile bisogna riportare il *range* di variazione usando il trattino, ad esempio: 20-70. Quando non è possibile stimarlo con precisione, occorre trasformarlo in un numero prestabilito secondo un criterio univoco (ad es.: se lo spessore è mediamente 15 m occorre scrivere ~15, se è di pochi metri occorre scrivere <10; spessore fino a 100 m scrivere ≤100).

6.1.9. - *Note aggiuntive (campo NOTE della T0180805000)*

Ulteriori informazioni, utili a caratterizzare litologicamente l'unità e non previste nei campi precedenti, possono essere inserite nel campo libero NOTE. È il caso, ad esempio, di un'unità costituita da più litologie che presenti livelli peculiari (come paleosuoli non particolarmente spessi, livelli ferromanganesiferi, *etc.*) che non possano essere adeguatamente indicati nei tre campi LITO previsti.

GEOLOGIA DEL CRISTALLINO

7. - INDICAZIONI PER IL RILEVAMENTO E LA RAPPRESENTAZIONE DEL BASAMENTO CRISTALLINO

(a cura di Simonetti M. & Pieruccioni D., con contributi di
Iaccarino S.*, Carosi R.*, Montomoli C.*)

7.1. - Premessa

Questa integrazione alle *Linee Guida CARG* rappresentate dal volume 1 dei *Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III* (di seguito, *Quaderni* - Pasquarè *et alii*, 1992) nasce dalla necessità di fornire un indirizzo metodologico più definito in merito alla cartografia geologica dei basamenti cristallini. Infatti, l'attività di revisione, da parte del Servizio Geologico d'Italia, dei fogli geologici di nuova realizzazione, che dall'avvio del Progetto CARG, ha ormai interessato diverse aree in cui affiorano i basamenti cristallini, ha messo in luce una certa confusione nell'interpretazione e nell'applicazione delle suddette linee guida. Inoltre, l'avanzamento delle conoscenze geologiche sia in campo cartografico che analitico rende necessaria un'integrazione di queste nuove metodologie all'interno delle presenti linee guida.

7.2. - Introduzione

I basamenti cristallini sono formati da un insieme di rocce metamorfiche e intrusive (*e.g.*, Burwash, 1987; Petford & McCaffrey, 2003; Bally & Roberts, 2012; Monkhouse, 2017; Di Pietro, 2018). Come tutti i contesti geologici, presentano delle problematiche e delle difficoltà peculiari che vanno conosciute e tenute in conto dal geologo rilevatore che si trova a dover cartografare aree di questo tipo. In particolare, i processi deformativi (che spesso hanno anche un carattere traspositivo) sono spesso abbinati a metamorfismo, la deformazione è solitamente polifasica e registrata in maniera selettiva da rocce di diversa composizione e reologia. Questo significa che la deformazione non è registrata in maniera omogenea in tutti i litotipi, ma è ripartita in modo differente in funzione del litotipo, e non in tutti i litotipi presenti nell'area di studio sarà possibile riconoscere l'intera storia deformativa che ha interessato l'area. Questo si verifica a tutte le scale di osservazione e rende difficili le correlazioni delle fasi deformative tra i diversi affioramenti, uno dei maggiori problemi nella geologia dei basamenti cristallini (e non solo). Per questo motivo è fondamentale cercare di ricostruire il più possibile delle associazioni strutturali in cui vengano raggruppate le varie strutture tra loro compatibili dal punto di vista della cinematica, dello *strain* finito, delle condizioni metamorfiche e del tempo in

* Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Torino, Via Valperga Caluso, 35 - 10125 Torino.

cui si sono sviluppate, su ampie porzioni di territorio senza limitarsi a piccoli settori. L'obiettivo è quello di evitare un'eccessiva proliferazione di fasi deformative che risultano spesso difficili da correlare con settori adiacenti all'area cartografata e da spiegare a scala regionale, poiché magari ben riconoscibili solamente a scala locale (Passchier & Trouw, 2005; Fossen *et alii*, 2019), e vincolare meglio quali sono gli eventi deformativi che i litotipi coinvolti riescono a registrare.

Altra problematica che complica il lavoro del rilevatore è che, nei basamenti cristallini, non è sempre rispettato il principio di sovrapposizione. Per questo motivo è estremamente complesso sia riconoscere una precisa e ben definita stratigrafia, sia effettuare correlazioni (lito-)stratigrafiche tra litotipi simili in diversi settori dell'area rilevata.

Per quanto riguarda i corpi intrusivi, questi hanno spesso delle forme irregolari e di conseguenza l'andamento del contatto con l'incassante non è sempre ben definito da principi geometrici e dall'assetto strutturale dell'area. Come per i contatti di altra natura (stratigrafici, tettonici), a maggior ragione per i corpi intrusivi, per tracciare il contatto in carta è fondamentale che il geologo rilevatore ne segua l'andamento passo passo direttamente sul terreno poiché, data la sua irregolarità, spesso non è possibile prevedere facilmente l'andamento geometrico di tale tipologia di contatti. In aree prive di vegetazione o con scarsa copertura, per il rilevamento geologico può venire in aiuto al rilevatore l'uso di immagini digitali telerilevate (es., immagini satellitari, foto aeree, NIR-*Near Infra Red images*) e modelli digitali del terreno (es., DEM, DTM) che possono aiutare a tracciare con precisione i vari elementi geologici (*e.g.*, Gomez *et alii*, 2005; Nesbit *et alii*, 2018; Martelet *et alii*, 2021).

La messa in posto di grandi corpi intrusivi è spesso abbinata sia a processi metamorfici nelle rocce incassanti, che possono indurre la blastesi di varie fasi mineralogiche nell'aureola termometamorfica, sia a processi deformativi che possono ulteriormente complicare l'assetto strutturale dell'intrusione (*e.g.*, Paterson & Tobisch, 1988) e del suo intorno. Inoltre, i corpi intrusivi, anche se spesso appaiono indeformati ed "omogenei" alla mesoscala possono presentare una certa complessità interna evidenziata da analisi dell'anisotropia della suscettività magnetica (AMS; Bouchez, 1997; Mamtani *et alii*, 2013) che può essere concordante con foliazioni e pieghe nell'incassante, complicando ulteriormente le relazioni di sovrapposizione, legate a dinamiche interne alla messa in posto intrusiva (*e.g.*, di flusso, differenziazione).

A causa delle complicazioni sopra elencate il rilevatore si troverà a dover gestire correttamente situazioni in cui, a causa delle stesse condizioni metamorfiche a cui sono state sottoposte e del medesimo stile deformativo che preservano, rocce originariamente diverse per protolite o per significato paleogeografico possono risultare poco distinguibili sul terreno (fig. 7A). Al contrario potrebbe anche capitare che rocce analoghe appaiano molto diverse sul terreno, a causa di diverse condizioni metamorfiche a cui sono state sottoposte e a causa della diversa deformazione registrata (fig. 7B).

Un problema fondamentale in questo tipo di contesti è sicuramente legato al riconoscimento dell'età del protolite, del metamorfismo, del magmatismo e della deformazione. Le rocce del basamento cristallino sono infatti generalmente prive di fossili e spesso è possibile soltanto riconoscere una cronologia relativa degli eventi tettono-metamorfici basandosi sui rapporti di sovrapposizione delle strutture e sui rapporti blastesi/deformazione. Generalmente questi ultimi non sono chiaramente visibili sul terreno ma necessitano di analisi più approfondite alla microscala. Per ottenere informazioni riguardo all'età assoluta dei vari eventi registrati nelle rocce dell'area rilevata è quindi necessario se possibile, laddove non presenti in letteratura, effettuare analisi geocronologiche che richiedono un attento e spesso complesso studio della problematica e del fenomeno da datare.

Ulteriore complicazione è data dal fatto che, anche in rocce del tutto simili e con protolite della stessa età, non sempre il metamorfismo, la deformazione e le possibili manifestazioni magmatiche, hanno la stessa età a causa di complicazioni nell'evoluzione geodinamica dell'area rilevata. Questo potrebbe ad esempio verificarsi nel caso di un settore di catena che registra una collisione obliqua (fig. 8A) o a causa della collisione di margini irregolari (fig. 8B). Questa problematica può essere

molto rilevante non solo durante la realizzazione del singolo Foglio geologico, ma anche nel momento della realizzazione in modo uniforme di diversi fogli contigui che coprono vaste aree di basamento cristallino.

In conclusione, a causa delle complicazioni appena esposte, nelle aree dove affiora il basamento cristallino è talvolta difficile i) riconoscere i protoliti delle rocce, ii) ricostruirne l'assetto strutturale, e iii) stabilire un significato paleogeografico "certo" delle unità riconosciute. È altresì complicato, talvolta, ricostruire una cronologia assoluta degli eventi tettono-metamorfici. Per questo motivo in un moderno lavoro di rilevamento geologico in un contesto di basamento cristallino il solo approccio litostratigrafico, così come raccomandato nella "Guida al rilevamento" del Servizio Geologico d'Italia (Pasquarè *et alii*, 1992) e dall'*International Stratigraphic Guide* (Salvador, 1994), non è sufficiente a dare una completa descrizione delle rocce e delle unità coinvolte ed è per questo che è raccomandabile l'integrazione dei dati litostratigrafici con quelli strutturali, petrologici, geocronologici e geochimici (*e.g.*, Carosi *et alii*, 2018, 2022). È inoltre fondamentale che tutti questi dati vengano raccolti a diverse scale di osservazione senza limitarsi a ciò che è visibile sul terreno alla mesoscala. Tutto questo risulta particolarmente valido per le unità metamorfiche di alto grado, ma è efficace anche in quelle unità di basso o bassissimo grado. In passato per cartografare e studiare unità metamorfiche di basso o bassissimo grado, dove è possibile che elementi primari come fossili e stratificazione siano preservati, spesso è stato utilizzato un approccio stratigrafico e/o biostratigrafico. Questa tipologia di approccio, da sola, può causare numerosi problemi poiché un'importante parte dell'evoluzione tettono-metamorfica di questi volumi rocciosi non viene considerata nella ricostruzione dell'assetto geologico-strutturale dell'area di studio.

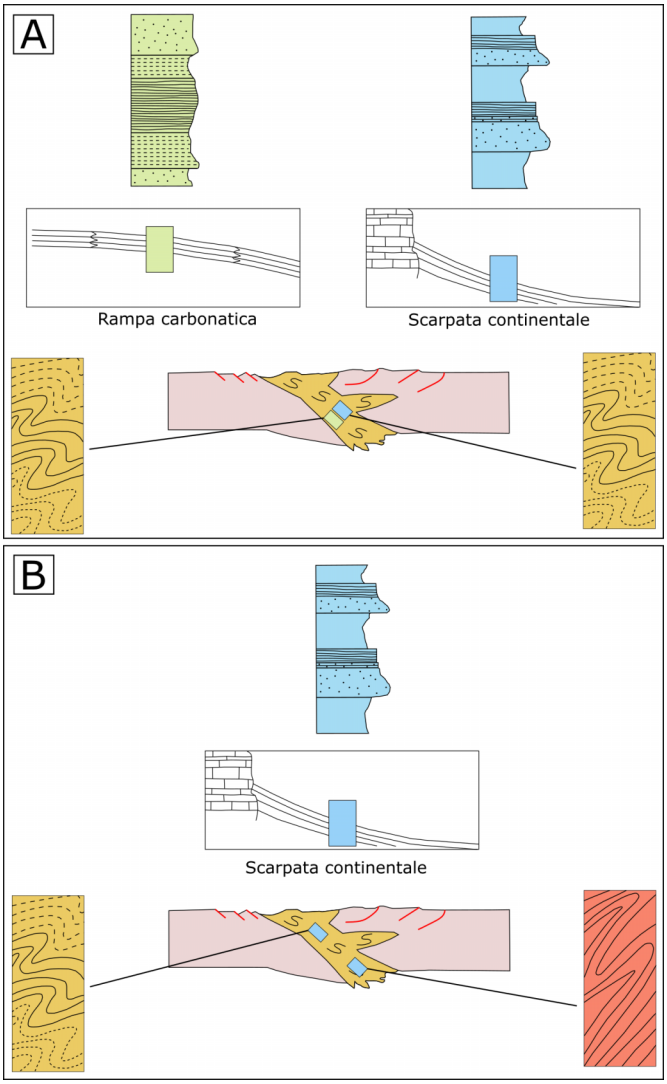


Fig. 7 - A) Esempio schematico di rocce originariamente diverse per protolite o per significato paleogeografico che risultano poco distinguibili sul terreno a causa delle stesse condizioni metamorfiche e stile deformativo a cui sono state sottoposte; B) esempio schematico di rocce originariamente simili per protolite o per significato paleogeografico che risultano differenti sul terreno a causa delle diverse condizioni metamorfiche e stile deformativo a cui sono state sottoposte. (modificato da Dela Pierre *et alii*, 1997).

7.3. - Norme generali

Come per tutti i contesti geologici, al fine di realizzare un prodotto cartografico di un'area di basamento cristallino è fondamentale iniziare con una dettagliata raccolta e analisi di tutto il materiale

biblio-cartografico disponibile in letteratura. Vanno raccolti dati sia per l'area da rilevare che per le aree adiacenti. Lo scopo di questa fase preliminare è quello di ottenere le informazioni necessarie riguardo alle caratteristiche fondamentali dei litotipi presenti, le età dei protoliti, gli eventi metamorfici registrati, le fasi deformative e la loro cronologia assoluta o relativa. Queste informazioni sono indispensabili per produrre una legenda preliminare da utilizzare nelle prime fasi di lavoro sul terreno, in modo da poter considerare e affrontare le principali problematiche geologiche dell'area di studio. Tale legenda andrà successivamente modificata e migliorata nelle fasi avanzate del rilevamento utilizzando i diversi dati raccolti.

Il momento della stesura della legenda è fondamentale e per la gestione delle rocce cristalline sono stati sperimentati in passato numerosi approcci anche molto diversi fra loro. La diversità dei vari tipi di rocce cristalline, il fatto che spesso non obbediscano al principio di sovrapposizione stratigrafica e la complessità dei processi tettono-metamorfici a cui sono soggette queste rocce, rendono difficile la scelta del tipo di unità più opportuna per caratterizzare gli oggetti da cartografare.

Nei diversi fogli realizzati (*e.g.*, Servizio Geologico d'Italia, 2011a; Gosso *et alii*, 2011) e in diverse pubblicazioni in cui viene discusso quale tipo di unità utilizzare per rilevare i basamenti cristallini (*e.g.*, Spalla *et alii*, 1998, 2002, 2005), ci si è resi conto che l'utilizzo delle Unità Litostratigrafiche (UL), così come raccomandato nella "Guida al rilevamento" del Servizio Geologico d'Italia (Pasquarè *et alii*, 1992) e dall'*International Stratigraphic Guide* (Salvador, 1994), è spesso limitante e non efficace per rappresentare cartograficamente le rocce cristalline. Questo perché la distinzione dei litotipi sulla base dei soli caratteri litologici e stratigrafici è spesso impossibile o estremamente riduttiva, poiché molte rocce cristalline sono, da questi punti di vista, poco differenziabili. Il rischio nell'applicazione delle UL è quello di rappresentare allo stesso modo volumi di roccia all'apparenza simili ma che registrano una evoluzione tettono-metamorfica anche molto diversa.

Per superare questo problema nel corso degli anni sono stati tentati due nuovi approcci che si sono rivelati più efficaci. Il primo è quello di utilizzare l'Unità Tettono-Stratigrafica (UTS; *e.g.*, Bates & Jackson, 1987; Dela Pierre *et alii*, 1997) definita come "…*volume roccioso delimitato da contatti tettonici e contraddistinto da una successione stratigrafica e/o una sovra impronta metamorfica e/o*

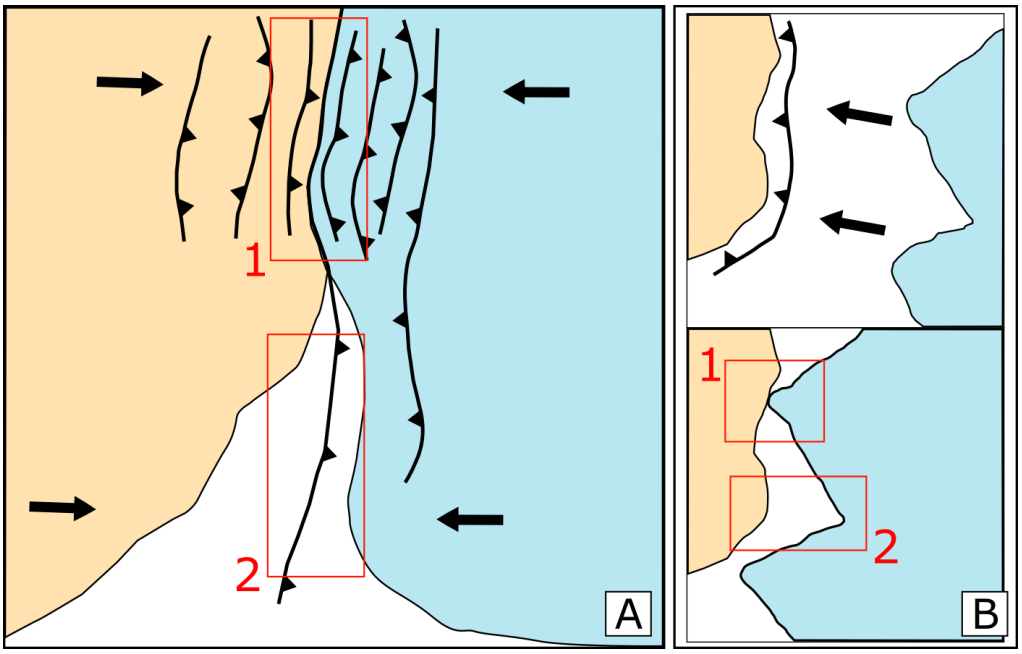


Fig. 8 - A) Schema rappresentativo di una collisione obliqua in cui nel settore 1 la collisione avviene prima del settore 2; B) schema rappresentativo di una collisione tra placche con margini irregolari in cui nel settore 1 la collisione avviene prima del settore 2.

un assetto strutturale interno significativamente differenti da quelli dei volumi adiacenti…". Questa definizione lascia un certo margine di interpretazione, pertanto i criteri per il riconoscimento di una UTS vengono approfonditi nel § 7.4. Al suo interno una UTS deve avere una organizzazione stratigrafica ben definita e riconoscibile nei vari settori dell'area rilevata, nel caso contrario si parla di "complesso tettono-sedimentario" (di diverso significato rispetto all'unità litostratigrafica "complesso", definita nel capitolo 5). Questo significa che i diversi litotipi all'interno di una UTS sono separati da contatti di natura prevalentemente litologica, occupano una posizione ben definita e hanno dei rapporti chiari e definiti con i litotipi al di sopra e al di sotto. Localmente possono essere presenti complicazioni tettoniche minori (es. faglie) che però non obliterano gli originari rapporti della successione. La principale differenza tra una UTS e una UL è che i limiti della prima sono di origine tettonica e non stratigrafica. L'utilizzo di questo tipo di unità potrebbe rivelarsi efficace, ad esempio, in contesti di basso grado metamorfico.

Il secondo approccio è quello di utilizzare l'Unità Tettono-Metamorfica (UTM; *e.g.*, Spalla *et alii*, 1998, 2005) definita come "*...volume roccioso delimitato da contatti tettonici e che si differenzia da quelli adiacenti per caratteristiche metamorfiche e/o posizione strutturale e/o assetto strutturale interno ben definito*...". Per utilizzare questo tipo di unità è quindi chiaro che è necessario approfondire e riconoscere, mediante diverse tecniche analitiche, l'evoluzione tettonica e metamorfica dei volumi rocciosi cartografati. Al suo interno una UTM deve avere caratteristiche metamorfiche e/o assetto strutturale interno ben definito e ben riconoscibile nei vari settori dell'area rilevata, nel caso contrario si parla di "complesso tettono-metamorfico" (di diverso significato rispetto all'unità litostratigrafica "complesso", definita nel capitolo 5). L'uso delle UTM è consigliato soprattutto in contesti di medio-alto grado metamorfico.

Va posta attenzione a non confondere il termine unità tettono-metamorfica qui introdotto con il termine di "unità tettono-metamorfica" usato, con il rango di classe, nella classificazione gerarchica delle unità litodemiche (*e.g.*, Leslie *et alii*, 2012), classificazione non ammessa nell'*International Stratigraphic Guide* (Salvador, 1994).

Inoltre, per un utilizzo efficace delle UTS e/o UTM è necessario riconoscere quali contatti tettonici separano effettivamente volumi di rocce con differenze dal punto di vista stratigrafico/strutturale/metamorfico. Va quindi posta molta attenzione nel riconoscere quando una zona di taglio duttile o una faglia sono strutture intra-unità e non hanno quindi un'importanza primaria. Il rischio durante questo processo è quello di realizzare un numero eccessivo di UTS e/o UTM prive di reale significato (*e.g.*, Servizio Geologico d'Italia, 1999).

In casi particolari in cui nell'area del Foglio ricadano volumi rocciosi sia di medio-alto che basso grado metamorfico, sempre delimitati da importanti contatti tettonici, è possibile utilizzare un approccio misto basato sia su UTM che UTS. Le UTM andranno usate per i contesti di medio-alto grado metamorfico, mentre l'approccio a UTS andrà usato in contesti di basso e bassissimo grado metamorfico in cui è possibile riconoscere l'originario assetto stratigrafico. Questo approccio misto non è giustificato in altri casi dove l'utilizzo della sola UTM o UTS è sufficiente a trattare le rocce di basamento cristallino rilevate (*e.g.*, Servizio Geologico d'Italia, 2002e).

Così come nei contesti metamorfici, anche in quelli intrusivi ci si è resi conto che l'utilizzo delle unità litostratigrafiche (UL), così come raccomandato in precedenza nella "Guida al rilevamento" del Servizio Geologico d'Italia (Pasquarè *et alii*, 1992) e dall'*International Stratigraphic Guide* (Salvador, 1994), è spesso limitante e non efficace per rappresentare cartograficamente questa tipologia di rocce. Questo aspetto è emerso chiaramente nei diversi fogli realizzati (*e.g.*, Servizio Geologico d'Italia, 2005a, 2014; Oggiano *et alii*, 2005, 2014) e in diverse pubblicazioni in cui questo aspetto viene discusso (*e.g.*, Rossi & Chevremont, 1987; Cobbing, 2000). La distinzione dei litotipi intrusivi sulla base dei soli caratteri litologici/petrografici è spesso molto difficile e/o estremamente riduttiva, poiché molte rocce intrusive sono del tutto simili da questi punti di vista. Il rischio nell'applicazione

delle UL è quello di rappresentare allo stesso modo volumi di roccia all'apparenza simili, ma che registrano un'evoluzione strutturale, legata alla loro messa in posto, anche profondamente diversa (es. intrusioni sin-tettoniche e post-tettoniche). Per superare questo problema nel corso degli anni è stato tentato un nuovo approccio che ha portato alla definizione dell'Unità Intrusiva (UI). Questo termine, introdotto per la prima volta nel Progetto CARG all'interno del Foglio 428 - Arzachena (Servizio Geologico d'Italia, 2005a; Oggiano *et alii*, 2005), è stato già ampiamente utilizzato dal servizio geologico francese (BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières) per il rilevamento dei complessi plutonici (Rossi & Chevremont, 1987). La definizione di questa tipologia di unità è particolarmente utile per distinguere le intrusioni sia su base petrografica che strutturale, permettendo così di distinguere intrusioni sin-tettoniche da quelle post-tettoniche. Va posta attenzione a non confondere il termine unità intrusiva qui introdotto con il termine di "unità intrusiva" usato, con il rango di classe, nella classificazione gerarchica delle unità litodemiche (Gillespie *et alii*, 2008), classificazione non ammessa nell'*International Stratigraphic Guide* (Salvador, 1994).

L'unità intrusiva adottata dal Progetto CARG è definita come volume roccioso, delimitato da contatti non conformi, che si differenzia da quelli adiacenti per caratteristiche petrografiche, geochimiche e/o geometriche e/o strutturali interne ben definite, oppure perché ha rapporti di intrusione rispetto ad esse. A sua volta l'unità intrusiva può essere suddivisa in sub-unità sulla base di peculiari caratteristiche petrografiche, geochimiche e/o strutturali interne che contraddistinguono l'unità principale e/o rapporti geometrici di intrusione che ha con essa. In carta vanno rappresentati i limiti del corpo intrusivo rispetto alle rocce circostanti e in legenda va anche descritta la morfologia e l'assetto del corpo (es. plutone, *sill*, dicco, laccolite), il contatto con l'incassante, le caratteristiche petrografiche e l'assetto strutturale interno (se isotropo o sono presenti foliazioni magmatiche primarie, magari evidenziate dalla metodologia AMS, o secondarie, *etc.*.) del corpo intrusivo e la distribuzione dei litotipi ignei. In aggiunta, nel Foglio e/o nelle NI, deve essere rappresentata una sezione geologica ideale del corpo magmatico (verticale o orizzontale a seconda del significato).

7.3.1. - *Dati strutturali*

Nel contesto dei basamenti cristallini l'analisi strutturale è di fondamentale importanza per la ricostruzione dell'assetto geologico dell'area esaminata. Il rilevatore deve avere cura di riconoscere, descrivere e successivamente rappresentare in carta sia elementi strutturali di origine primaria (sedimentari e/o magmatici) ancora preservati, sia elementi strutturali di origine secondaria (tettonici). La denominazione, classificazione e descrizione di questi elementi vanno effettuate riferendosi con precisione al Glossario 3.0 del progetto CARG aggiornato (vedi capitolo 17; https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/progetto-carg-cartografia-geologica-e-geotematica/glossario-3-0-per-la-carta-geologica-d2019italia-alla-scala-1-50-000-progetto-carg) e alla relativa bibliografia suggerita.

L'analisi strutturale deve tenere conto della scala di osservazione soprattutto per quanto riguarda la definizione dei meccanismi deformativi e per definire se la deformazione è omogenea oppure no. Va infatti tenuto conto della possibile contemporaneità di deformazione fragile e duttile o della presenza di cicli di alternanza tra questi due regimi deformativi (*e.g.*, Pennacchioni & Mancktelow, 2007, 2018; Leydier *et alii*, 2019; Mancktelow & Pennacchioni, 2020).

Nella descrizione delle strutture è necessario riferirsi a tutte le scale di osservazione, da quella cartografica alla microscala, e integrare tutti i dati raccolti.

I dati raccolti sul terreno vanno rappresentati mediante proiezioni stereografiche che permettano di comprendere l'andamento delle strutture a grande scala.

Durante il rilevamento andrà posta particolare attenzione al riconoscimento delle diverse fasi deformative e alla loro cronologia relativa. Come definito da Passchier & Trouw (2005) con fase de-

formativa si intende "…*un periodo distinto di deformazione attiva che sia riconoscibile a una scala che supera quella del singolo affioramento, e possibilmente compresa in intervalli di tempo con deformazione scarsa o assente durante i quali l'orientazione del campo di stress e delle condizioni metamorfiche possono cambiare*...". Tali fasi andranno denominate con la lettera "D" abbinata a un numero a pedice di grandezza progressiva che aumenta via via che le fasi riconosciute sono relativamente più giovani (es. D_1, D_2, D_3, *etc.*). Allo stesso modo gli elementi strutturali andranno etichettati, per ogni unità tettonica, tramite una lettera e un pedice che si riferisce alla fase in cui si sviluppano e all'unità in cui sono stati osservati. Per le foliazioni si utilizzerà la lettera "S", S_0 la superficie primaria (es. stratificazione) e S_1, S_2, S_3, … per le superfici secondarie (es. scistosità), per le lineazioni mineralogiche si utilizzerà la lettera "L" (es. L_1, L_2, L_3, …) e per gli assi di piega si utilizzerà la lettera "A" (es. A_1, A_2, A_3, …) (Ramsay, 1967; Turner & Weiss, 1963; Hobbs *et alii*, 1976). Un ulteriore elemento strutturale che potrà essere riconosciuto sul terreno è la lineazione di intersezione tra due foliazioni che generalmente materializza l'asse della piega, pertanto si consiglia, in fase di analisi strutturale, di confrontare l'orientazione di tali elementi con l'andamento degli assi di piega. Solo in casi particolari (es. pieghe transettate; Johnson, 1991; Fossen, 2010; Nabavi & Fossen, 2021) tali lineazioni non materializzano gli assi delle pieghe ma hanno un andamento obliquo rispetto ad essi. Per la loro rappresentazione in carta non è previsto un simbolo specifico, ma tale informazione può essere mantenuta solo a livello di BDG (volume 12(III) dei *Quaderni*). Per indicare l'unità tettonica il numero a pedice dovrà essere accompagnato da due lettere che indicano l'unità di riferimento (es. S_{1TN}, A_{2AP}, L_{3UM}, *etc.*).

Nonostante sia importante riconoscere le fasi deformative, si sottolinea che è fondamentale cercare di ricostruire il più possibile delle associazioni strutturali in cui vengano raggruppate le varie strutture tra loro compatibili dal punto di vista della cinematica, dello *strain* finito e delle condizioni metamorfiche e possibilmente del tempo in cui si sono sviluppate (Simonetti *et alii*, 2018) poiché volumi rocciosi distinti possono avere avuto un evoluzione tettono-metamorfica del tutto simile tra loro, ma avvenuta in età differente a causa, ad esempio, della presenza di zone di taglio di importanza regionale che li separano (*e.g.*, Montomoli *et alii*, 2013, 2015). L'obiettivo deve essere quello di evitare una eccessiva proliferazione di fasi deformative che risultano spesso difficili da spiegare a scala regionale e da correlare, anche con settori adiacenti all'area cartografata poiché magari ben riconoscibili solamente a scala locale (Fossen *et alii*, 2019).

Poiché diverse unità possono aver seguito un loro specifico percorso pressione-temperatura-tempo-deformazione (P-T-t-D) prima di essere accoppiate, ci saranno delle fasi deformative che saranno indipendenti e specifiche delle singole unità e delle fasi deformative che invece saranno in comune poiché avvenute dopo l'accoppiamento. Il corretto processo da seguire è quindi quello di considerare in modo distinto le unità durante la fase di rilevamento e di analisi strutturale, e successivamente, utilizzando i vari dati ottenuti come supporto, si può procedere, se possibile, ad effettuare correlazioni specie per le fasi che hanno deformato le unità già accoppiate. Infatti, nella letteratura geologica esistono molti lavori su metodi di correlazione e sulla loro applicabilità in aree polideformate (*e.g.*, Turner & Weiss, 1963; Park, 1969; Hobbs *et alii*, 1976; Williams, 1985; Passchier *et alii*, 1990; Spalla *et alii*, 1998, 2005; Passchier & Trouw, 2005; Fossen *et alii*, 2019). Questi evidenziano come il metodo più efficace per ottenere un'accurata interpretazione dei terreni polimetamorfici e polideformati è la contemporanea correlazione areale di strutture, microstrutture e paragenesi metamorfiche ad esse associate e la verifica della consistenza interna dei prodotti con una dettagliata analisi petrografico-strutturale a differenti scale.

Una volta distinte le fasi deformative, dopo aver compreso come queste vengono registrate nei vari litotipi e dopo eventuali correlazioni tra varie fasi deformative nelle diverse unità, è necessario che i vari elementi strutturali siano distinti in carta con diverse simbologie (sempre riferendosi alla simbologia CARG aggiornata riportata nel § 11.1). Si raccomanda di riportare in carta solo quegli elementi

che permettono di comprendere l'assetto geologico-strutturale dell'area rilevata, evitando di riportare simboli di strutture minori che potrebbero rendere difficile la lettura del Foglio. Tali elementi invece dovranno essere descritti in maniera estesa all'interno delle Note Illustrative (NI).

Inoltre, va sempre tenuto conto che la deformazione si sviluppa in maniera selettiva in conseguenza della diversa reologia dei volumi di roccia deformati dai processi tettonici. Per questo motivo alcuni litotipi anche all'interno della stessa unità tettonica, a una data scala di osservazione, potrebbero non mostrare evidenze chiare legate ad una data fase deformativa che sarà invece molto ben evidente in altri litotipi associati. Non tenere in conto di questo aspetto può portare a gravi errori nella ricostruzione della storia deformativa dell'area e renderà difficile, se non impossibile, effettuare correlazioni.

Inoltre, per quanto riguarda lo sviluppo di foliazioni secondarie è obbligatorio che vengano denominate secondo la classificazione morfologica di Passchier & Trouw (2005) (fig. 9) e siano chiaramente numerate anche nelle descrizioni della legenda e che venga specificato, in caso di blastesi sin-metamorfica, sia nella legenda del Foglio che nelle NI quali minerali le materializzano (*e.g.*, Servizio Geologico d'Italia, 2011a; Gosso *et alii*, 2011).

Per quanto riguarda la deformazione fragile si raccomanda di riportare nella versione finale della carta solamente quelle strutture che hanno una grande estensione e/o un rigetto sufficientemente grande da poter essere rappresentato alla scala del Foglio, mentre tutti gli altri dati inerenti alla deformazione fragile dovranno essere riportati all'interno delle NI. Inoltre, sempre all'interno delle NI, dovranno essere descritte le tipologie di rocce di faglia basandosi sulla classificazione del rapporto clasti/matrice (Sibson, 1977; Woodcock & Mort, 2008; Passchier & Trouw, 2005; Fossen, 2010) e quando possibile gli indicatori cinematici. Infine, basandosi sulla loro orientazione e cinematica, le varie strutture

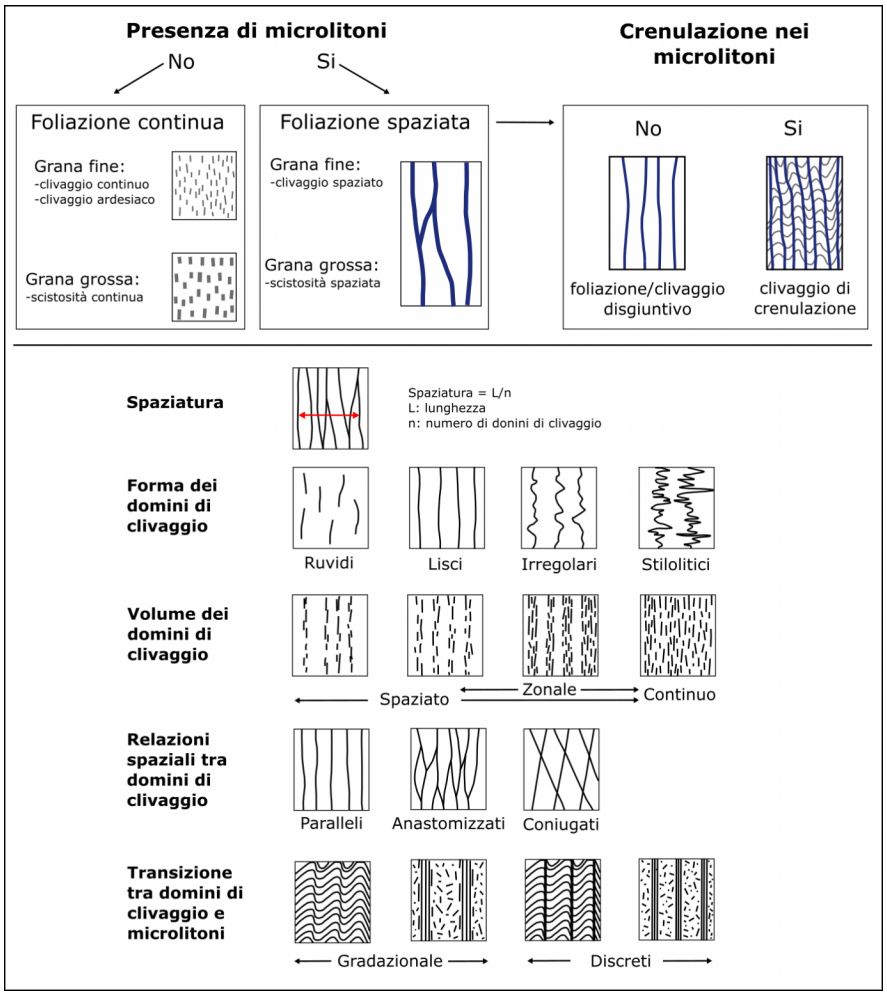


Fig. 9 - Schema di classificazione morfologica delle foliazioni (modificato da Passchier & Trouw, 2005).

fragili potranno essere raggruppate in sistemi, ed in base all'ordine di sovrapposizione stabilire la loro cronologia relativa.

Nelle NI dovrà essere presente una dettagliata descrizione di tutte le strutture riconosciute, delle fasi deformative e del loro significato, nonostante questo aspetto, la carta geologica deve essere autoesplicativa e contenere tutte le informazioni per permettere al lettore di comprendere la storia geologica dell'area. Per questo motivo è fondamentale operare scelte ragionate su quali dati rappresentare e quali no, e questo deve essere svolto soprattutto nelle fasi di salti di scala tra il prodotto cartografico del rilevamento e il prodotto finale alla scala 1:50.000

.

7.3.2. - *Dati microstrutturali e petrografici*

Le osservazioni alla microscala vanno effettuate, partendo possibilmente da campioni orientati sul terreno, su sezioni sottili rappresentative dei piani principali dell'ellissoide della deformazione finita (*e.g.*, Passchier *et alii*, 1990; Passchier & Trouw, 2005; Coe, 2010). In particolare, per le analisi microstrutturali, è fondamentale osservare la sezione XZ dell'ellissoide della deformazione finita, realizzata parallela alla lineazione mineralogica ed ortogonale alla foliazione, dove si può osservare il massimo allungamento (asse X) e il massimo raccorciamento (asse Z). A causa di questo aspetto quando il rilevatore si troverà in campagna e raccoglierà dei campioni, basandosi sull'osservazione degli elementi strutturali disponibili, dovrà avere l'idea più chiara possibile sull'orientazione delle superfici principali dell'ellissoide della deformazione finita nei campioni raccolti. Tutti gli elementi strutturali, come foliazioni (fig. 9), lineazioni (fig. 10), pieghe e indicatori cinematici, dovranno essere denominati, descritti e classificati secondo le classificazioni più utilizzate nella letteratura scientifica recente (*e.g.*, Passchier & Trouw, 2005; Fossen, 2010), e riportate all'interno del Glossario 3.0 CARG aggiornato https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/progetto-carg-cartografia-geologica-e-geotematica/glossario-3-0-per-la-carta-geologica-d2019italia-alla-scala-1-50-000-progetto-carg).

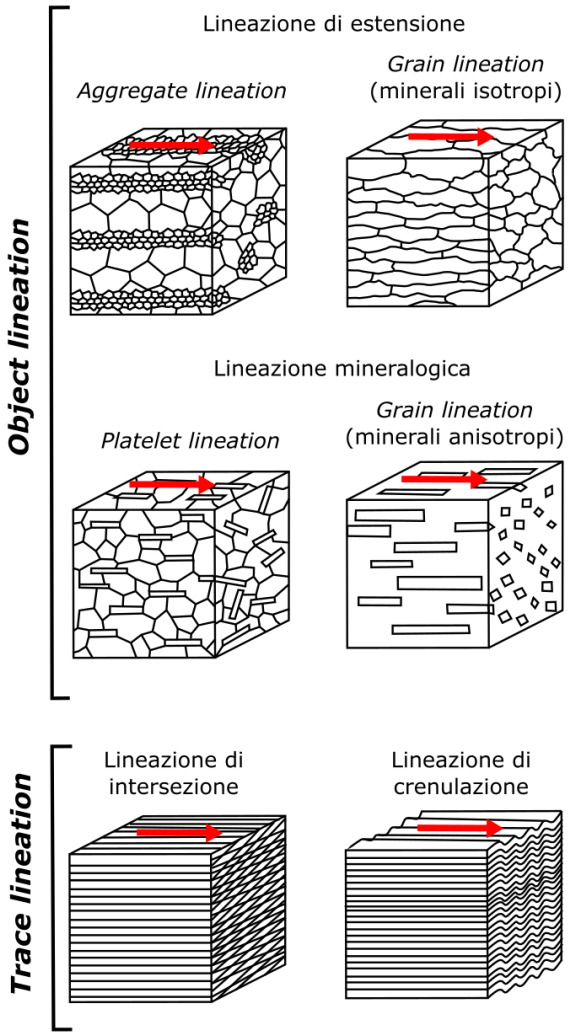


Fig. 10 - Schema di classificazione delle lineazioni (modificato da Passchier & Trouw, 2005).

Inoltre, lo studio di campioni rappresentativi permette di definire, almeno in via preliminare, i minerali costituenti delle rocce presenti, sia principali che accessori, e le loro microstrutture. I rapporti blastesi/deformazione andranno riconosciuti e descritti, in maniera estesa all'interno delle NI e in maniera sintetica nella legenda del Foglio, esplicitando quali fasi mineralogiche hanno una crescita pre-, sin- o post-tettonica. Per ragioni di spazio, nella Legenda del Foglio e all'interno delle NI, potranno essere usate le sigle dei minerali costituenti riportate in Whitney & Evans (2010) e seguite, tra parentesi, da un numero romano che ne indica lo stadio di crescita (es., Grt(II)+Bt+St±Chl). Inol-

tre, sempre all'interno delle NI, dovranno essere descritti i meccanismi deformativi e di ricristallizzazione, facendo riferimento alle classificazioni più utilizzate nella letteratura scientifica recente (*e.g.*, Stipp *et alii*, 2002; Passchier & Trouw, 2005; Fossen, 2010).

7.4. - Procedura per l'identificazione di unità tettono-stratigrafiche

La suddivisione del basamento cristallino in unità tettono-stratigrafiche richiede l'individuazione di volumi rocciosi con una coerente evoluzione tettono-sedimentaria e/o sovraimpronta metamorfica (*e.g.*, Bates & Jackson, 1987; Dela Pierre *et alii*, 1997). Per questo scopo serve utilizzare in modo congiunto diversi strumenti quali: i) l'analisi stratigrafica e l'accurata descrizione delle unità litostratigrafiche finalizzata al riconoscimento del protolite e alla ricostruzione della successione stratigrafica; ii) riconoscimento e correlazione in vari litotipi di *fabric* (definito come "*...configurazione spaziale e geometrica delle componenti contenute in una roccia, e che sono penetrativamente e ripetutamente sviluppati nella roccia in considerazione…*"; Passchier & Trouw, 2005) sovrapposti; iii) analisi microstrutturale per riconoscere le associazioni mineralogiche sin-tettoniche associate a tali *fabric*.

La correlazione regionale dei *fabric* sulla sola e classica base geometrica non è sufficiente poiché possono esserci diverse variazioni nello stile deformativo dei diversi volumi rocciosi. Pertanto, si raccomanda di effettuare tali correlazioni con cautela e solo considerando l'assetto strutturale di tutta l'area rilevata senza limitarsi a delle porzioni o specifiche associazioni litologiche.

L'approccio che i rilevatori dovranno seguire, per l'identificazione delle unità tettono-stratigrafiche, è il seguente:

1) analisi stratigrafica e accurata descrizione delle unità litostratigrafiche. Si raccomanda di utilizzare, nella denominazione dei litotipi metamorfici, i criteri e la terminologia adottata all'interno del nuovo Glossario 3.0 del Progetto CARG (https://progetto-carg.isprambiente.it/glossario/index.html) basato sulla recente e accreditata letteratura scientifica;
2) individuazione delle zone di taglio (fragili, fragili-duttili o duttili) che delimitano volumi rocciosi caratterizzati da una successione stratigrafica propria;
3) analisi della storia post-deposizionale (analisi dei *fabric* metamorfici e delle associazioni mineralogiche sin-tettoniche) dei volumi rocciosi delimitati dalle zone di taglio precedentemente riconosciute e ricostruzione della loro evoluzione tettono-metamorfica. A tal proposito si raccomanda di utilizzare, nella descrizione e classificazione degli elementi (micro-)strutturali, i criteri e la terminologia adottata nei moderni lavori di geologia strutturale (*e.g.*, Passchier & Trouw, 2005; Fossen, 2010);
4) raggruppare i volumi rocciosi delimitati dalle zone di taglio precedentemente riconosciute in volumi rocciosi coerenti delimitati da superfici tettoniche (UTS).

7.5. - Procedura per l'identificazione di unità tettono-metamorfiche

La suddivisione del basamento cristallino in unità tettono-metamorfiche richiede l'individuazione di volumi rocciosi con una coerente evoluzione tettonica e impronta metamorfica (*e.g.*, Spalla *et alii*, 1998, 2005). Per questo scopo serve utilizzare in modo congiunto diversi strumenti quali: i) il riconoscimento e correlazione in vari litotipi di *fabric* sovrapposti; ii) analisi microstrutturale per riconoscere le associazioni mineralogiche sin-tettoniche associate a tali *fabric*; iii) datazioni assolute.

La correlazione regionale dei *fabric* sulla sola e classica base geometrica non è sufficiente poiché possono esserci diverse variazioni nello stile deformativo dei diversi volumi rocciosi. Pertanto, si raccomanda di effettuare tali correlazioni con cautela e solo considerando l'assetto strutturale di tutta l'area rilevata senza limitarsi a delle porzioni o specifiche associazioni litologiche e considerando inoltre l'impronta metamorfica associata allo sviluppo di tali *fabric*.

L'approccio che i rilevatori dovranno seguire, per l'identificazione delle unità tettono-metamorfiche,

è il seguente:

1) costruzione di una carta in cui sia riportata la litostratigrafia e tutti gli elementi strutturali associati ai *fabric* riconosciuti. Si raccomanda di utilizzare, nella denominazione dei litotipi metamorfici, i criteri e la terminologia adottata all'interno del nuovo Glossario 3.0 del Progetto CARG (https://progetto-carg.isprambiente.it/glossario/index.html) basato sulla recente e accreditata letteratura scientifica;
2) testare la compatibilità cinematica tra tutte le strutture e riconoscere la loro successiva sovrapposizione. A tal proposito si raccomanda di utilizzare, nella descrizione e classificazione degli elementi (micro-)strutturali, i criteri e la terminologia adottata nei moderni lavori di geologia strutturale (*e.g.*, Passchier & Trouw, 2005; Fossen, 2010);
3) riconoscere la compatibilità delle associazioni mineralogiche associate ai diversi elementi strutturali (foliazioni e lineazioni);
4) effettuare un controllo incrociato per verificare che le successive sovraimpronte metamorfiche riconosciute corrispondano effettivamente alla progressiva sovraimpronta dei vari *fabric*;
5) individuazione delle zone di taglio (fragili, fragili-duttili o duttili) che delimitano volumi rocciosi caratterizzati dalla stessa evoluzione strutturale e/o metamorfica;
6) raggruppare i volumi rocciosi coerenti delimitati da superfici tettoniche (UTM).

7.6. - Procedura per l'identificazione di unità intrusive

La suddivisione del basamento cristallino in unità intrusive richiede l'individuazione di volumi rocciosi con le medesime caratteristiche petrografiche, geochimiche e/o strutturali che hanno rapporti di intrusione con le rocce incassanti (*e.g.*, Oggiano *et alii*, 2005, 2014; Principi *et alii*, 2015). Per questo scopo serve utilizzare in modo congiunto diversi strumenti quali: i) analisi petrografica (e geochimica) e accurata descrizione delle unità intrusive; ii) riconoscimento dei rapporti di intrusione; iii) analisi strutturale di eventuali *fabric* magmatici (*e.g.*, Paterson *et alii*, 1989, 1998); iv) datazioni assolute.

L'approccio che i rilevatori dovranno seguire, per l'identificazione delle Unità Intrusive (UI), è il seguente:

1) analisi petrografica (e geochimica) e accurata descrizione delle unità intrusive. Si raccomanda di utilizzare, nella denominazione dei litotipi ignei intrusivi, i criteri e la terminologia adottata dallo IUGS (Le Maitre *et alii*, 2002) e dal nuovo Glossario 3.0 del Progetto CARG (https://progetto-carg.isprambiente.it/glossario/index.html);
2) riconoscimento dei rapporti di intrusione, con eventuale descrizione dell'aureola termometamorfica e degli effetti dei fenomeni idrotermali, e descrizione della morfologia e dell'assetto del corpo intrusivo (es. plutone, *sill*, dicco);
3) analisi strutturale di eventuali *fabric* magmatici (e.g, Paterson *et alii*, 1989, 1998) anche eventualmente tramite l'uso di analisi di AMS (Bouchez, 1997; Mamtani *et alii*, 2013), come foliazioni e/o lineazioni acquisite in condizioni di *magmatic flow*, *sub-magmatic flow*, o *solid state flow* e la loro comparazione con la strutturazione generale della catena, permettendo in questo modo di caratterizzare l'intrusione, definendo se questa è sin-tettonica o post-tettonica;
4) analisi geocronologiche per la definizione dell'età assoluta;
5) raggruppamento delle unità litologiche in volumi rocciosi coerenti (stessa composizione petrografica, geochimica e/o assetto strutturale interno, stessa età assoluta) delimitati da superfici non conformi (UI).

7.7. - Strutturazione della legenda delle unità di basamento cristallino

Con il progredire della realizzazione dei fogli geologici in scala 1:50.000 del Progetto CARG, si è

reso necessario trovare un criterio comune per uniformare le legende dei vari fogli in modo tale da evitare che ogni singolo Foglio realizzasse una legenda completamente indipendente e slegata da quella dei fogli limitrofi. Per questo motivo è stato necessario un coordinamento generale tra il comitato d'area per le Alpi centrali, orientali e occidentali, ed i comitati d'area del basamento cristallino sardo e dell'arco calabro-peloritano, che ha portato alla formalizzazione di uno schema comune per la realizzazione della legenda dei fogli geologici (Martarelli *et alii*, 2017). Uno dei nodi da risolvere riguardava la difficoltà di una diretta applicabilità delle risoluzioni adottate dalla Commissione Italiana di Stratigrafia (CIS) per le unità di basamento cristallino, anche per questioni legate allo specifico tipo di meccanismi di deposizione, alla conseguente geometria dei corpi, deformazione, *etc.*, e la problematica dell'inadeguatezza, fino ad oggi, delle linee guida disponibili per il rilevamento del basamento cristallino. Deve essere inoltre considerato che le norme concernenti il criterio puramente stratigrafico

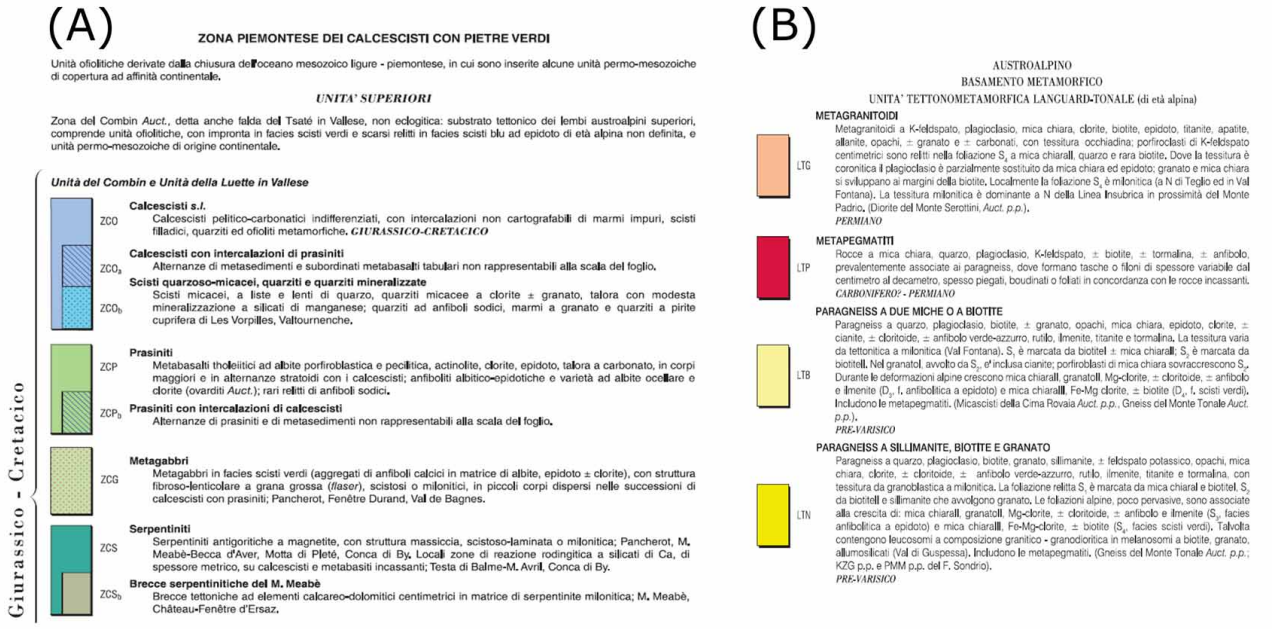


Fig. 11 - A) Esempio di legenda del Foglio 70 "Monte Cervino" (Servizio Geologico d'Italia, 2015a); B) esempio di legenda del Foglio 57 "Malonno" (Servizio Geologico d'Italia, 2011a).

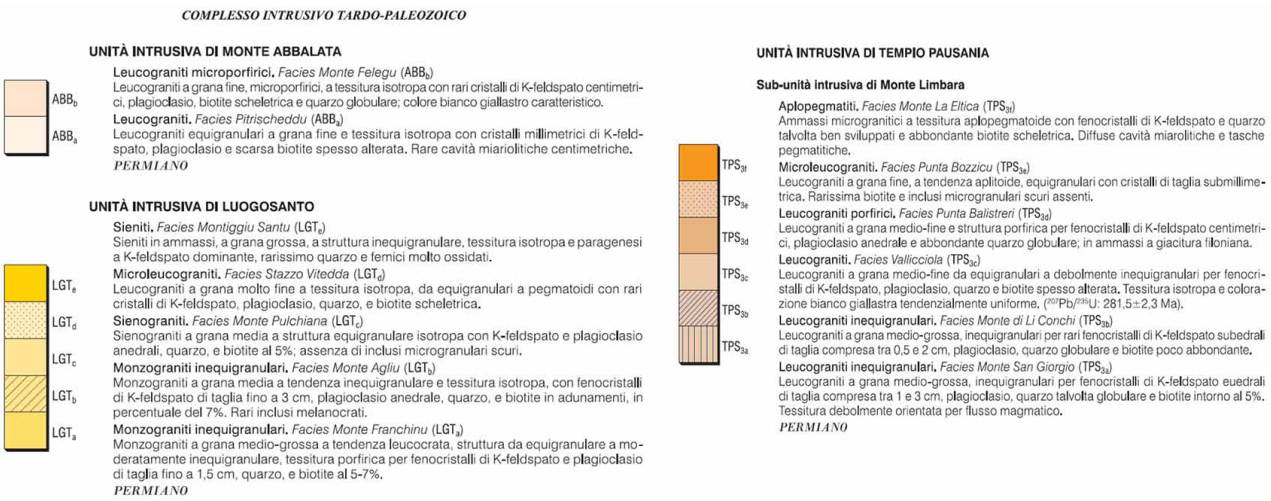


Fig. 12 - Esempio di legenda del Foglio 443 "Tempio Pausania" (Servizio Geologico d'Italia, 2014a).

possono essere applicate integralmente solo nelle aree dove il metamorfismo è di bassissimo o di basso grado e non ha modificato molto le litologie e i rapporti geometrici originari (*e.g.*, Servizio Geologico d'Italia, 2019b; Conti *et alii*, 2019). A tal proposito, la definizione di tipologie di unità formali quali formazione e membro difficilmente si applicano in ambito metamorfico e intrusivo. Infatti, le unità del basamento cristallino sono in genere distinte in base alle caratteristiche litologiche derivanti da elementi minero-petrografici e/o geologico-strutturali, che inducono a prendere in considerazione una prima classificazione in unità tettoniche, tettono-stratigrafiche, tettono-metamorfiche o intrusive. Inoltre, le unità metamorfiche e intrusive difficilmente potranno essere riferite ad una sezione tipo e saranno pertanto inquadrate, laddove possibile, rispetto ad un'area o ad una località tipo, come previsto dalle guide (Pasquarè *et alii*, 1992; Germani & Angiolini, 2003). Quindi, nell'impostazione della legenda dei fogli per le sequenze metamorfiche e intrusive si è scelto di adottare le indicazioni generali riportate nei seguenti schema 1 (fig. 11; *e.g.*, Servizio Geologico d'Italia, 2011a, 2015a; Gosso *et alii*, 2011; Dal Piaz *et alii*, 2016) e schema 2 (fig. 12; *e.g.*, Servizio Geologico d'Italia, 2005a, 2014; Oggiano *et alii*, 2005, 2014; Principi *et alii*, 2015), così come proposto da Martarelli *et alii* (2017), con distinzione delle unità dal generale al particolare, dove, ovviamente, il problema chiave è l'individuazione della litologia principale cartografabile (equiparabile, per la codifica nella BDG, al rango della formazione). Le unità gerarchicamente superiori potranno essere o meno distinte in Legenda e/o negli schemi a cornice, mentre le unità gerarchicamente inferiori avranno rango equiparabile (sempre esclusivamente ai fini della codifica nella BDG) a quello del membro e/o quello della litofacies/petrofacies.

Schema 1 - Sequenze metamorfiche

1. Sistema tettonico (es. Australpino) o dominio paleogeografico di pertinenza (es. Dominio Ligure);
2. falda (se definibile; es. falda del Mont Fort);
3. UTM/UTS (es. "unità tettono-metamorfica/tettono-stratigrafica di…" seguito dal "nome località tipo"; es. unità tettono-metamorfica dell'Aprica);
4. litologia principale rappresentativa/caratterizzante, equiparabile, per la codifica nella BDG, al rango della formazione (sigla con tre lettere maiuscole; "nome litotipo" di "nome località tipo"; es. quarziti di Etache - QET; paragneiss a biotite e granato - LLB);
5. litotipi peculiari come litofacies o piccole intercalazioni (sigla a tre lettere maiuscole e lettera minuscola a pedice; "nome litofacies di…" seguito da "nome località tipo"; es. brecce serpentinitiche del M. Meabè - ZCS_b).

Schema 2 - Sequenze intrusive

1. Complesso intrusivo (es. complesso intrusivo tardo-Paleozoico), ciclo magmatico (es. magmatismo terziario alpino) o batolite (es. batolite terziario dell'Adamello);
2. UI (es. unità intrusiva di Tempio Pausania) o corpo plutonico (es. plutone della Presanella), e descrizione della litologia principale rappresentativa/caratterizzante, equiparabile, per la codifica nella BDG, al rango della formazione (sigla con tre lettere maiuscole; "nome litotipo di…" seguito da "nome località tipo"; es. unità intrusiva di Palau - PAU);
3. sub-unità intrusiva (se definibile; sigla a tre lettere maiuscole e numero a pedice; "nome sub-unità di…" seguito da "nome località tipo"; es. sub-unità intrusiva di Monte Limbara - TPS_3);
4. litotipi peculiari come litofacies (sigla tre lettere maiuscole dell'unità o della sub-unità e lettera minuscola a pedice; "nome litofacies di…" "nome località tipo"; es. facies di Monte la Eltica - TPS_{3f}).

In accordo con quanto riportato da Germani & Angiolini (2003), i nomi delle unità litostratigrafiche rilevate in contesti di basamento cristallino devono essere scritti con l'iniziale minuscola, sia nella le-

genda del Foglio che nelle NI, poiché rappresentano unità non formalizzate (si veda il capitolo 5). A differenza di quanto previsto nelle guide stratigrafiche (Salvador, 1994; Germani & Angiolini, 2003) per la nomenclatura di tali unità, si consiglia di usare il "nome località tipo" solo nel caso in cui ci si riferisca a corpi geologici con caratteristiche estremamente peculiari. Nel caso in cui il litotipo non abbia caratteristiche peculiari e sia diffuso regionalmente, si consiglia di utilizzare nel nome dell'unità litologica solo il litotipo non assegnando un toponimo e/o "nome località tipo", per evitare che allo stesso litotipo della stessa unità litologica possa essere assegnato un nome differente in aree limitrofe. Questa pratica evita un'eccessiva proliferazione di nomi locali che rendono estremamente difficile una loro possibile correlazione a livello regionale. A tal proposito è fondamentale chiarire eventuali sinonimie all'interno delle NI, indicando tutti i nomi, ed i rispettivi riferimenti bibliografici, con la quale quell'unità/litotipo/litofacies/petrofacies è stata indicata.

7.8. - Possibili approfondimenti

Il processo analitico che può approfondire il lavoro di studio di unità di basamento cristallino è molto complesso e vario. Per questo motivo nell'eventualità che i rilevatori ritengano necessario uno studio di dettaglio per meglio comprendere l'evoluzione tettono-metamorfica di alcune aree rilevate all'interno del Foglio, dovranno necessariamente affidarsi alle competenze di specialisti di altre discipline (es. analisti microstrutturali, geocronologi, petrologi). È tuttavia importante che ci sia scambio e collaborazione tra la figura dell'analista e del rilevatore in modo da non perdere mai di vista il significato geologico dei dati prodotti.

Un lavoro di questo dettaglio, se esteso a un intero Foglio Geologico, è un impegno molto elevato in termini sia di risorse che di tempo; pertanto, non si pretende che in ogni unità di un Foglio Geologico vengano svolte tutti i tipi di analisi specialistiche sotto riportate, ma è importante che i rilevatori siano almeno a conoscenza dell'esistenza dei numerosi strumenti analitici che, in collaborazione con specialisti del settore, possono aiutarli a risolvere problematiche chiave. In questa fase il compito principale dei rilevatori è quindi quello di valutare quali sono i problemi specifici e le situazioni che meritano un approfondimento di grande dettaglio, integrando i nuovi dati con quelli già presenti in letteratura.

7.8.1. - *Dati petrologici e metamorfici*

Il lavoro in aree di basamento cristallino può beneficiare di una dettagliata analisi dal punto di vista petrologico dei litotipi rilevati.

Dopo l'analisi petrografica preliminare, le varie fasi mineralogiche andranno caratterizzate dal punto di vista chimico utilizzando le tecniche analitiche più opportune come, per esempio, analisi SEM-EDS (*Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy*) e/o analisi alla microsonda elettronica (EMPA-EDS/WDS - *Electron microprobe analysis-Energy Dispersive Spectroscopy/Wavelength Dispersive Spectroscopy*).

Nel caso in cui si abbia a che fare con rocce metamorfiche bisogna cercare di ricostruire in modo più chiaro e completo possibile il percorso P-T (pressione-temperatura) delle rocce dell'area rilevata partendo dall'informazione qualitativa data dal riconoscimento delle paragenesi mineralogiche stabili pre-, sin- e post-tettoniche e dalla descrizione di microstrutture caratteristiche di certi minerali (come ad esempio quarzo e feldspati) che in prima approssimazione sono indicative di vari intervalli di temperature in cui è avvenuta la deformazione (*e.g.*, Passchier & Trouw, 2005). Mediante l'utilizzo della termobarometria classica (*e.g.*, Wu & Cheng, 2006; Wu & Zhao, 2006; Powell & Holland, 2008; Wu, 2019) o l'utilizzo di pseudosezioni (*e.g.*, Groppo *et a alii*, 2009; Cruciani *et alii*, 2013; Iaccarino *et alii*, 2015; Manzotti *et alii*, 2015) potranno essere ricostruiti possibili percorsi P-T.

I dati relativi alla chimica delle fasi mineralogiche e alla storia P-T delle rocce dell'area di studio,

laddove prodotti, devono essere descritti e riportati chiaramente nelle NI e vanno discussi in modo congiunto con i dati strutturali e geocronologici.

7.8.2. - *Altri dati analitici*

A seconda del contesto e delle problematiche incontrate, esistono numerosi strumenti analitici che possono essere utilizzati. Data la vastità degli strumenti e delle tecniche esistenti al giorno d'oggi, non è possibile descrivere approfonditamente ognuno di essi e in questo paragrafo ci si limiterà ad accennare ad alcune delle tecniche analitiche che possono essere più comunemente utilizzate e che possono fornire informazioni che i rilevatori, in collaborazione con specialisti del settore, possono utilizzare per interpretare il dato cartografico e per completare la sua descrizione nelle NI.

Lo studio delle orientazioni cristallografiche preferenziali può essere effettuato mediante varie tecniche (CIP - *Computer-Integrated Polarisation microscopy*; EBSD - *Electron Backscatter Diffraction*; goniometro tessiturale o addirittura il classico tavolino universale montato sul microscopio ottico) e potrà essere molto utile per definire ad esempio il senso di movimento di zone di taglio duttili in cui non è stato possibile riconoscere indicatori cinematici di altro tipo (*e.g.*, Heilbronner-Panozzo & Pauli, 1993; Heilbronner, 2000; Passchier & Trouw, 2005; Peternell *et alii*, 2010; Park & Jung, 2020).

Lo studio della deformazione finita (*e.g.*, metodo centro-a-centro - Erslev, 1988; metodo di Fry - Fry, 1979; metodo Rf/ø - *e.g.*, Ramsay & Huber, 1983; Meere & Mulchrone, 2003) e di quella progressiva è utile per ricostruire la cinematica dei piegamenti, per studiare la deformazione prodotta dalla messa in posto di rocce intrusive o per ricostruire la geometria pre-tettonica del corpo roccioso o di intere porzioni di catena. L'evoluzione di zone di taglio duttili può essere ulteriormente approfondita mediante uno studio del regime deformativo utilizzando le varie tecniche per determinare la vorticità cinematica che permette di ricavare la percentuale di taglio puro che agisce contemporaneamente al taglio semplice (*e.g.*, Passchier & Trouw, 2005; Xypolias, 2010; Fossen & Cavalcante, 2017). Un approfondimento di questo tipo non è indispensabile per l'effettiva ricostruzione cartografica delle zone di taglio ma è invece particolarmente indicato nel caso si volesse effettuare una caratterizzazione di grande dettaglio di una o più zone di taglio nell'area rilevata.

Al fine di datare in maniera assoluta, eventi metamorfici, magmatici e deformativi, può essere necessario un approfondito studio geocronologico valutando quali tecniche e sistematiche (es. U-Th-Pb, ^{40}Ar-^{39}Ar) meglio si applicano alle rocce presenti nell'area (*e.g.*, Kylander-Clark *et alii*, 2013; Villa, 2015; Airaghi *et alii*, 2018; Oriolo *et alii*, 2018). Andranno datati minerali che si sviluppano durante la deformazione (ad esempio miche cresciute effettivamente lungo la foliazione o su piani di taglio duttile; *e.g.* Montemagni *et alii*, 2019; Montemagni & Villa, 2021) ed è quindi fondamentale avere chiare le relazioni blastesi/deformazione prima di questa fase di studio. Nel caso di minerali metamorfici indice sarà più facile collegare età ottenuta, deformazione e condizioni P-T, mentre grosse difficoltà si potranno avere quando si utilizzano fasi che sono presenti in un ampio spettro di condizioni P-T (es. zirconi, monaziti, titaniti). Nonostante questo, un approccio petrocronologico (che combina l'informazione geocronologica con quella petrologica) permette di vincolare meglio il significato geologico delle età ottenute (*e.g.*, Kohn *et alii*, 2017; Schulz, 2021; Carosi *et alii*, 2022).

Un'ulteriore tecnica analitica che possiede un forte potenziale per la comprensione di un vasto range di processi è la termocronologia (es., tracce di fissione e (U-Th)/He su titaniti, zirconi e apatiti; Reiners *et alii*, 2005). Questa tecnica è stata spesso utilizzata per lo studio dell'evoluzione termica nel tempo di rocce in vari contesti geologici/tettonici fornendo importanti dati riguardo alla dinamica dei processi esumativi (Thomson *et alii*, 2010; Balestrieri *et alii*, 2011; Wolff *et alii*, 2012) innescati dall'azione simultanea di diversi fattori, come tettonica, erosione, clima.

INDICAZIONI PER IL RILEVAMENTO E LA RAPPRESENTAZIONE DEI FOGLI DI SOTTOSUOLO E MODELLI 3D

8. - FOGLIO GEOLOGICO DI SOTTOSUOLO

(a cura di D'Orefice M., con contributi di Severi P.)

8.1. - Premessa

La prima cartografia di sottosuolo, realizzata nell'ambito del Progetto CARG, è quella allegata al Foglio 223 "Ravenna" pubblicato nel 2002 (Servizio Geologico d'Italia, 2002a). Si tratta di un prodotto cartografico integrativo, nato su iniziativa della Regione Emilia-Romagna e approvato dal Servizio Geologico d'Italia, che prende spunto dall'esperienza cartografica internazionale in aree di pianura, come ad esempio la Carta Geologica d'Olanda alla scala 1:50.000, oppure la Carta Geologica della Danimarca in scala 1:200.000. L'evidente contributo apportato alle conoscenze geologiche del sottosuolo delle aree di pianura da parte di questo nuovo elaborato cartografico, con importanti ricadute sia in campo scientifico sia applicativo, ha incentivato la produzione di altri fogli di sottosuolo. Nell'arco temporale che va dal 2002 al 2016 sono stati, infatti, pubblicati altri 23 fogli di sottosuolo (tabella 3), che hanno visto in primis il coinvolgimento della Regione Emilia-Romagna, seguita da Veneto, Friuli Venezia Giulia e Lombardia. Inoltre, con la recente ripartenza del Progetto CARG (L.160/2019, L.178/2020 e L. 234/2021) sono stati finanziati o ammessi al finanziamento altri fogli di sottosuolo.

La necessità di ricorrere a questo ulteriore strumento cartografico nasce dalla peculiare conformazione delle aree di pianura, la cui piatta morfologia bidimensionale ostacola l'osservazione tridimensionale dei corpi geologici, limitando fortemente la tradizionale rappresentazione cartografica delle unità stratigrafiche, storicamente sviluppata nei rilievi montuosi (Cibin & Stefani, 2009). Pertanto, la ricostruzione dell'evoluzione ambientale e dell'architettura stratigrafica di una determinata area di pianura, l'indagine geologica a fini applicativi e la stessa comprensione dei corpi affioranti richiede inevitabilmente l'analisi dei dati sottosuolo. Queste informazioni aggiuntive, non potendo, comunque, sovrapporsi a quelle della carta di superficie, dove andrebbero ad appesantire la sua leggibilità, a discapito della sua comprensione e fruibilità, trovano il giusto spazio in un foglio di sottosuolo allegato alla carta geologica di superficie.

A tutt'oggi, se si escludono le proposte metodologiche informali fornite dalle Linee guida per il rilevamento e la cartografia delle aree di pianura in scala 1:50.000 (di seguito denominate Linee guida), redatte dal Comitato Geologico delle aree di pianura (1999), non esistono normative e criteri standard per la realizzazione di tale prodotto cartografico. Ciò è in parte giustificato dal fatto che le informazioni in esso contenute sono spesso funzione delle specifiche esigenze regionali, della complessità

Tab. 3 - *Cartografia di sottosuolo alla scala 1:50.000 finora realizzata nell'ambito del Progetto CARG e allegata al corrispondente foglio di superficie. Tra parentesi è indicato l'anno di pubblicazione.*

FOGLI CON CARTOGRAFIA	ENTE REALIZZATORE
F. 223 Ravenna (2002a)	Regione Emilia-Romagna
F. 199 Parma Sud (2005)	"
F. 219 Sassuolo (2005)	"
F. 240-241 Forlì-Cervia (2005)	"
F. 256 Rimini (2005)	"
F. 148-149 Chioggia-Malamocco (2007)	Regione Veneto
F. 128 Venezia (2007)	Regione Veneto
F. 204 Portomaggiore (2008)	Regione Emilia-Romagna
F. 181 Parma Nord (2009)	"
F. 202 S. Giovanni in Persiceto (2009)	"
F. 201 Modena (2009)	"
F. 203 Poggio Renatico (2009)	"
F. 205 Comacchio (2009)	"
F. 220 Casalecchio di Reno (2009)	"
F. 221 Bologna (2009)	"
F. 222 Lugo (2009)	"
F. 239 Faenza (2009)	"
F. 255 Cesena (2009)	"
F. 180 Salsomaggiore (2009)	"
F. 187 Codigoro (2009)	"
F. 200 Reggio nell'Emilia (2010)	"
F. 182 Guastalla (2010)	"
F. 107 Portogruaro (2011)	Regione Friuli Venezia Giulia
F. 118 Milano (2016)	Regione Lombardia

geologica propria dei corpi sedimentari sepolti e soprattutto della disponibilità, profondità, quantità e qualità dei dati di sottosuolo.

8.2. - La cartografia di sottosuolo

Le sopraccitate Linee guida (Comitato Geologico Aree di Pianura, 1999 - https:/shorturl.at/ahuC6) nascono con lo scopo di integrare il capitolo sulla "Cartografia geologica del Quaternario continentale" del volume 1 dei *Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III* (di seguito, *Quaderni* - Pasquarè *et alii*, 1992), con particolare riferimento al rilevamento e alla rappresentazione cartografica del sottosuolo delle aree di pianura. Difatti, come prima accennato, la peculiare configurazione di queste aree rende di norma molto difficoltoso lo studio tridimensionale delle unità stratigrafiche. Ne consegue che i criteri di rilevamento devono in gran parte differire da quelli impiegati nelle aree montuose e, pertanto, prendere in considerazione, oltre alla superficie, anche le porzioni non affioranti, mediante l'acquisizione di dati provenienti da una determinata profondità. Il prodotto finale prevederà, quindi, oltre una carta di superficie, anche un sistema di rappresentazione dei dati di sottosuolo, che potranno essere descritti tramite carte litologiche o di litofacies, isopache, isobate, sezioni geologiche e schemi vari.

Facendo ampio riferimento a tali Linee guida ed alle successive esperienze cartografiche scaturite a seguito della produzione di fogli geologici in aree di pianura, di seguito vengono sinteticamente indicati i criteri e le principali fasi necessarie per giungere alla realizzazione di una cartografia di sottosuolo.

8.2.1. - *Reperimento dati geognostici esistenti e loro archiviazione in banca dati*

La prima fase consiste nell'acquisizione di tutti i dati geognostici esistenti realizzati da enti pubblici, società o soggetti privati (principalmente stratigrafie di pozzi per acqua e per l'esplorazione d'idrocarburi, stratigrafie

di sondaggi geognostici, di prove penetrometriche e trincee esplorative, risultati di indagini geofisiche, *etc.*), loro ubicazione nelle rispettive Carte Tecniche Regionali (CTR) in scala 1:10.000, oppure IGMI in scala 1:25.000 e successiva digitalizzazione, georeferenziazione e immissione in una banca dati informatizzata in ambiente GIS, secondo gli standard previsti dalla legge n. 464/84. Ogni singolo dato archiviato va logicamente connesso ad un insieme di tabelle di database relazionale, in cui sono immagazzinate tutte le informazioni geologiche e descrittive della prova geognostica considerata.

È opportuno che il dato, spesso caratterizzato da un grado di affidabilità estremamente variabile, sia immesso nel database con il minor grado d'interpretazione; la sua validazione avverrà, pertanto, a posteriori (eventualmente introducendo delle codifiche relative ai termini non corretti), confrontando tutte le stratigrafie raccolte con i nuovi dati acquisiti.

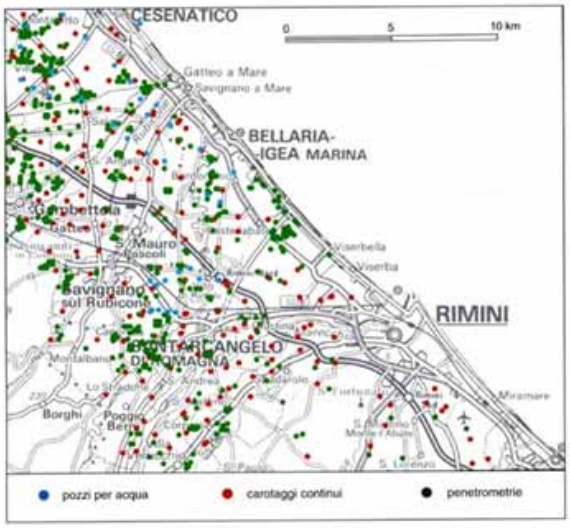


Fig. 13 - Distribuzione in pianta delle indagini geognostiche raccolte nella banca dati del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna ed utilizzate per la carta geologica di sottosuolo del Foglio n. 256 "Rimini".

La densità di dati ottenibile attraverso una raccolta sistematica in zone abbastanza ricche di informazioni (ad esempio nella pianura emiliano-romagnola) varia da circa 10 dati a km^2 in zone urbane a circa 1 dato per km^2 in zone agricole. Ad esempio nel Foglio n. 256 "Rimini" (Servizio Geologico d'Italia, 2005b), la densità dei dati geognostici arriva a circa 13 dati per km^2 (fig. 13).

È inoltre auspicabile visionare i dati pubblici accessibili, si ricordano in particolare:

- i dati messi a disposizione dal progetto ViDEPI - Visibilità dei dati afferenti all'attività di esplorazione petrolifera in Italia (https://www.videpi.com/videpi/videpi.asp)
- ove disponibili e previa autorizzazione, i sondaggi di proprietà dell'ENI o di altre compagnie petrolifere (Il Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia di ISPRA ha stipulato uno specifico accordo con ENI per garantire la possibilità di visionare i dati presenti nelle aree dei fogli e non pubblicamente disponibili)
- i dati di sondaggi di profondità superiore ai 30 metri che, come da L. 464/84 sono consultabili sul Portale del Servizio Geologico d'Italia (link di istruzioni per consultazione dati: https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicita-legale/adempimenti-di-legge/trasmissione-informazioni-legge-464-84/legge46484istruzioniconsultazionedati.pdf).

Al fine di consentire l'aggiornamento della cartografia di superficie e di sottosuolo è auspicabile che la raccolta dei dati geognostici non si esaurisca con la realizzazione del foglio geologico, ma venga periodicamente implementata mediante l'acquisizione di nuove informazioni.

Tra i prodotti attesi rientrano i file con i dati informatizzati, le carte con le ubicazioni dei dati geognostici e le copie cartacee, o le scansioni, del materiale recuperato.

8.2.2. - *Consultazione bibliografica*

Elenco informatizzato della documentazione consultata (pubblicazioni scientifiche, relazioni, rapporti tecnici, *etc.*) con note, commenti e parole-chiave.

8.2.3. - *Analisi dei dati geognostici*

L'analisi di tutti i dati geognostici disponibili nel database consentirà di definire la geometria dei principali corpi sedimentari e l'eventuale profondità del substrato delle unità superficiali, e fornirà gli strumenti per una caratterizzazione preliminare dell'architettura stratigrafica del sottosuolo.

Tale analisi potrà sfruttare le correlazioni, basate su criteri geometrici e genetici, e guidate da significativi marker stratigrafici, quali corpi tabulari argillosi di spessore rilevante, intervalli torbosi caratterizzati da una notevole continuità laterale, paleosuoli, livelli di sabbie fossilifere, orizzonti di origine vulcanica, *etc.*

Fanno parte dei prodotti attesi in questa fase sia lo schema geologico preliminare dell'area e sia le sezioni stratigrafiche interpretate.

8.2.4. - *Esecuzione di nuove indagini di sottosuolo*

Il modello geologico preliminare, elaborato dal database, consentirà di programmare nuove indagini, tenendo ben presente i seguenti obiettivi:

- verificare ed integrare il modello stratigrafico preliminare di sottosuolo;
- caratterizzare i corpi, gli orizzonti e le superfici individuabili nel sottosuolo dal punto di vista litologico, geometrico, sedimentologico, petrografico, mineralogico, pedologico, *etc.*;
- consentire la campionatura per analisi di laboratorio (per esempio torbe o orizzonti organici per le datazioni al ^{14}C, livelli vulcanici per le datazioni $^{40}Ar/^{39}Ar$, materiale per analisi paleontologiche, petrografiche, palinologiche, *etc.*);
- reperire informazioni in aree ove la quantità dei dati è minore al fine di rendere possibile la mappatura delle unità che si intende cartografare;
- acquisire eventuali dati a fini applicativi (ad esempio la permeabilità degli orizzonti sia grossolani sia fini).

Per il conseguimento degli obiettivi anzidetti è indispensabile l'esecuzione delle indagini dirette e indirette di seguito riportate. Il loro numero, profondità e tipologia dipendono dalla natura dei depositi investigati, dalla complessità del quadro stratigrafico, dalla quantità e qualità delle informazioni pregresse e dalle risorse finanziarie a disposizione. A tal riguardo si consideri che le risorse finanziarie impiegate per le nuove indagini nei fogli della pianura emiliano-romagnola cui si fa cenno nel prosieguo del testo, hanno costituito il 30 - 40 % del costo totale del foglio.

8.2.4.1. - Indagini dirette

8.2.4.1.1. - *Sondaggi a carotaggio continuo*

In caso di pianure molto estese, sarà opportuno che il numero dei sondaggi più profondi permetta di caratterizzare i depositi laddove ci si aspettano le principali variazioni di spessore o di facies. A questi sondaggi dovranno essere aggiunti ulteriori carotaggi continui, spinti a minor profondità, allo scopo di caratterizzare in dettaglio i corpi sedimentari di sottosuolo che si intendono cartografare.

Tutte le carote andranno fotografate, descritte dettagliatamente (granulometria, classazione, tessitura, addensamento, cementazione, litologia, grado di alterazione e morfologia dei clasti, strutture sedimentarie, colore) e campionate per analisi fisiche, quali ad esempio petrografiche, mineralogiche, micropaleontologiche, palinologiche, vegetazionali, geocronologiche, geochimiche, di suscettività magnetica e così via. Inoltre, particolare attenzione andrà riposta allo studio di eventuali paleosuoli presenti.

A titolo di esempio, per la realizzazione della carta geologica di pianura della Regione Emilia-Ro-

magna sono stati eseguiti mediamente per ogni foglio 15 sondaggi di circa 50 m di profondità e 3 sondaggi di circa 150 m di profondità.

Considerato l'alto costo e l'importanza di questo tipo di indagini, che rappresentano l'unico strumento di osservazione diretta delle diverse facies sedimentarie preservate nel sottosuolo, è fondamentale conservare le cassette catalogatrici contenenti le carote in idonei magazzini.

Se lo si ritiene utile da un punto di vista applicativo, nel corso del sondaggio potranno anche essere acquisiti dati di tipo idrogeologico (prove di permeabilità, prove di pompaggio, *etc.*) o geotecnico (prove SPT, prelievo di campioni per specifiche analisi di laboratorio, *etc.*).

Si ricorda che per i sondaggi di profondità superiore ai 30 metri devono essere rispettati gli obblighi previsti dalla legge n. 464/84 (https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicita-legale/adempimenti-di-legge/trasmissione-informazioni-legge-464-84) compilando la modulistica reperibile sul sito ISPRA (https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicita-legale/adempimenti-di-legge/trasmissione-informazioni-legge-464-84/istruzioni-per-linvio).

8.2.4.1.2. - *Sondaggi a distruzione di nucleo*

Sono consigliabili solo nel caso di attraversamento di corpi sedimentari difficilmente carotabili, quali ad esempio corpi di elevato spessore costituiti esclusivamente da ghiaie prive di matrice.

8.2.4.2. - Indagini indirette

Questo tipo di indagini possono fornire informazioni di tipo indiretto sulla stratigrafia del sottosuolo, che viene dedotta attraverso l'interpretazione di alcuni parametri misurati (elasticità, resistività elettrica, densità, *etc.*). Ai fini di un'interpretazione stratigrafica affidabile è, comunque, indispensabile tarare ogni indagine indiretta con una diretta.

L'utilizzo di queste indagini va valutato di volta in volta, in relazione alle caratteristiche fisiche delle unità di sottosuolo che si intende analizzare.

8.2.4.2.1. - *Prove penetrometriche statiche*

Sono particolarmente indicate nei casi in cui i corpi di sottosuolo siano caratterizzati da elevati contrasti granulometrici (ad esempio limite sabbia - argilla), ma non consentono l'attraversamento di orizzonti ghiaiosi. Pertanto possono essere utilizzate per caratterizzare i terreni sabbioso-argillosi e per rilevare il tetto delle ghiaie, o di un substrato litoide.

Dato il grado di dettaglio decisamente superiore e il costo non molto differente, è preferibile utilizzare penetrometri dotati di punta elettrica e, ove possibile, anche di piezocono.

A titolo di esempio, per la realizzazione del Foglio 223 "Ravenna" (Servizio Geologico d'Italia, 2002a) sono state eseguite più di 200 prove penetrometriche con punta elettrica e piezocono, che hanno raggiunto una profondità media di circa 35 m. Considerato il costo decisamente inferiore a quello dei carotaggi continui, le penetrometrie possono essere ampiamente utilizzate per aumentare la densità delle informazioni geognostiche nelle zone più carenti di dati. Naturalmente anche queste prove necessitano di opportune procedure di taratura con i sondaggi a carotaggio continuo ad esse adiacenti.

8.2.4.2.2. - *Profili sismici a riflessione*

A differenza di tutti gli altri tipi d'indagine, l'analisi sismostratigrafica permette una rappresentazione bidimensionale del sottosuolo. Ciò consente di analizzare direttamente le geometrie di sottosuolo,

altrimenti deducibili solo tramite correlazioni di dati di sondaggio. Dati gli alti costi di realizzazione, il loro utilizzo deve avere motivazioni particolari. Come anticipato, è auspicabile visionare i dati pubblici accessibili tramite il progetto ViDEPI - Visibilità dei dati afferenti all'attività di esplorazione petrolifera in Italia (https://www.videpi.com/videpi/videpi.asp) e, ove disponibili e previa autorizzazione, (Il Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia di ISPRA ha stipulato uno specifico accordo con ENI per garantire la possibilità di visionare i dati presenti nelle aree dei fogli e non pubblicamente disponibili) le linee sismiche di proprietà dell'ENI o di altre compagnie petrolifere.

8.2.4.2.3. - *Sondaggi geoelettrici*

Se il sottosuolo è costituito da corpi di spessore decametrico ad elevato contrasto di resistività, le indagini geoelettriche possono dare buoni risultati. In alcuni casi possono anche essere utilizzate per mappare il tetto del substrato, qualora questo abbia una resistività marcatamente diversa da quella dei depositi soprastanti.

Per studi di maggior dettaglio, finalizzati a definire con migliore accuratezza la geometria di corpi geologici sepolti, si può ricorrere al metodo della tomografia elettrica (ERT - *Electrical Resistivity Tomography*), purché il contrasto di resistività con i corpi circostanti non sia troppo basso.

8.2.4.2.4. - *Prove o indagini geofisiche in pozzo*

Tra le indagini geofisiche che possono essere eseguite in pozzo, particolarmente utili sono i *gamma ray log*, che si basano sulla misura in pozzo della radioattività naturale dei terreni. Questo tipo d'indagine può essere efficacemente utilizzata per ottenere informazioni a carattere litologico su pozzi per acqua già esistenti dei quali non si conosce la stratigrafia, o per verificarla, in caso di informazioni ritenute poco attendibili. A titolo di esempio, alcune prove di questo tipo sono state eseguite, con esito positivo, in pozzi terebrati in corrispondenza del conoide del Marecchia (Foglio 256 "Rimini" - Servizio Geologico D'Italia, 2005b) e nell'area veneziana (Fogli 128 "Venezia", Servizio Geologico D'Italia, 2007a e n. 148-149 "Chioggia-Malamocco", Servizio Geologico D'Italia, 2007b).

Un altro tipo di indagini geofisiche utilizzabili ai fini della cartografia di sottosuolo sono le indagini sismiche *down-hole*. Queste prove, eseguite nei fori di sondaggio per il rilevamento della velocità delle onde sismiche nei terreni attraversati, sono fondamentali per la calibrazione dell'interpretazione delle linee sismiche passanti per il punto interessato dall'indagine *down-hole*.

8.2.5. - *Realizzazione del Foglio geologico di sottosuolo*

L'insieme dei dati acquisiti nelle fasi precedenti, che rappresentano gli "affioramenti" di cui si dispone, consente di realizzare, attraverso l'interpolazione stratigrafica tridimensionale dei dati puntuali (pozzi, sondaggi, penetrometrie) e lineari (linee sismiche, profili di resistività, *etc.*), la cartografia geologica di sottosuolo. In questa fase, inoltre, sarà possibile affinare e validare concretamente il modello geologico di sottosuolo elaborato in via preliminare dalla banca dati geognostici e inserire nel database stesso l'informazione relativa all'affidabilità del dato.

Le numerose informazioni relative alla geologia di sottosuolo trovano spazio in un Foglio allegato alla carta geologica di superficie che, oltre ad una o più carte di sottosuolo (cfr. § 8.1.7.1) con relativa legenda, ospita sezioni geologiche superficiali e/o profonde e generalmente diversi elaborati, quali *master log*, sezioni sismiche interpretate e non (cfr. fogli 148-149 "Chioggia-Malamocco" e 128 "Venezia") (fig. 14), schemi e diagrammi (ad esempio diagrammi a recinto che sintetizzano le geometrie tridimensionali dei corpi deposizionali; cfr. Foglio 223 "Ravenna", Servizio Geologico d'Italia, 2002a).

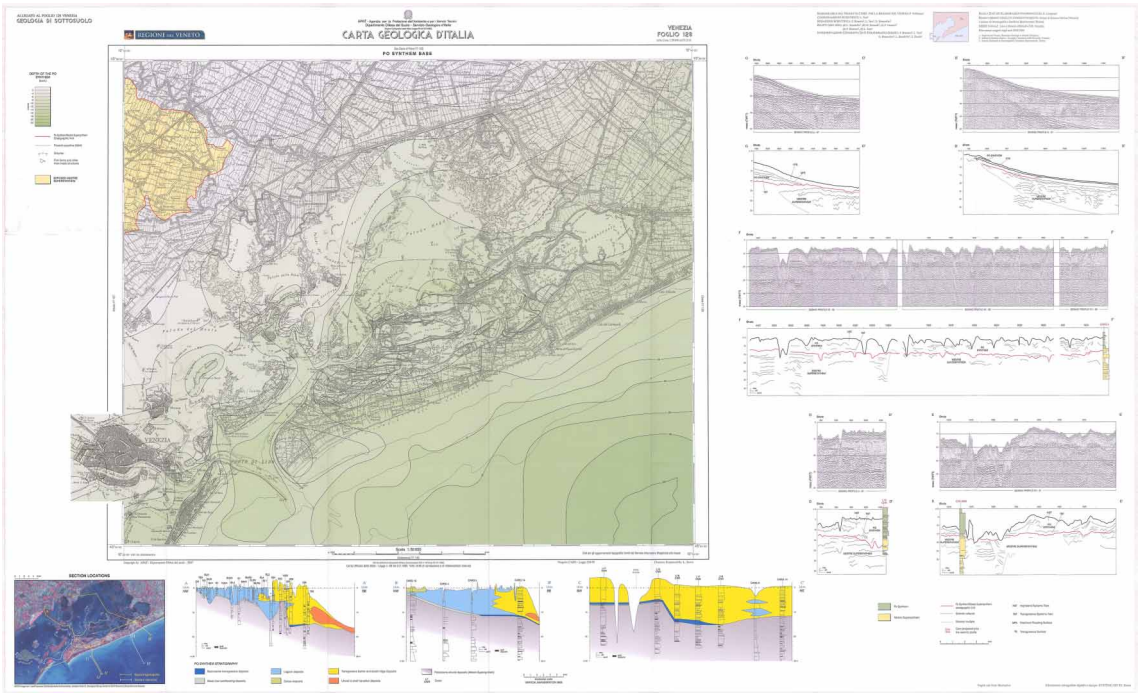


Fig. 14 - Foglio Allegato al Foglio geologico di superficie n. 128 "Venezia" (Servizio Geologico d'Italia, 2007a). A lato della carta geologica di sottosuolo sono riportate tre sezioni sismiche ad alta risoluzione, acquisite nell'area lagunare.

Le dimensioni massime del Foglio allegato e il campo riguardante la testata editoriale devono essere conformi agli standard previsti nel volume 2 dei *Quaderni* (Cosci *et alii*, 1996).

8.2.5.1. - Carte di sottosuolo

La carta o le carte di sottosuolo riguardano la mappatura di corpi di sottosuolo sufficientemente documentati, che rivestono una determinata importanza dal punto di vista stratigrafico e/o applicativo. La loro scala di rappresentazione, solitamente 1:50:000 nel caso di una sola carta, non è stata mai, comunque, stabilita da normative ufficiali. Ad esempio, nel Foglio 223 "Ravenna" le carte geologiche di sottosuolo allegate sono due: "carta del tetto delle sabbie litorali del subsintema di Ravenna" alla scala 1:50.000 e "carta della base del subsintema di Ravenna" alla scala 1:200.000 (fig. 15). Nel Foglio 187 "Codigoro" (Servizio Geologico d'Italia, 2009a) le carte di sottosuolo sono sempre due, ma entrambe in scala 1:100.000. Pertanto, si auspica che nei futuri fogli geologici, la scala della carta di sottosuolo sia la stessa di quella della corrispondente carta di superficie. Nel caso in cui un ampio settore della carta di sottosuolo sia interessato da corpi geologici affioranti appartenenti alla stessa o ad altre unità di sottosuolo, si ritiene utile limitare l'estensione del campo carta ai soli corpi sepolti, guadagnando spazio a vantaggio di altri elaborati cartografici a scale minori, sezioni geologiche, schemi a margine, *etc.* (fig. 16).

Per ogni corpo dovranno essere necessariamente tracciate le isobate del tetto e/o della base dell'unità mappata, espresse in quote assolute in m s.l.m., ed eventualmente le isopache. In particolari casi, purché le informazioni lo consentano, potranno essere anche disegnate le isolite o le isofacies. Dovranno essere inoltre riportate le localizzazioni puntuali dei dati utilizzati per la stesura della carta stessa (indagini geognostiche preesistenti, sondaggi e CPTU del Progetto CARG, pozzi per ricerca idrocarburi, *etc.*), le tracce delle sezioni geologiche e di eventuali sezioni sismiche.

Qualora siano stati identificati elementi strutturali, quali faglie e assi di pieghe, questi andranno cartografati avendo cura di indicare se si tratti di elementi rappresentati all'intersezione con la super-

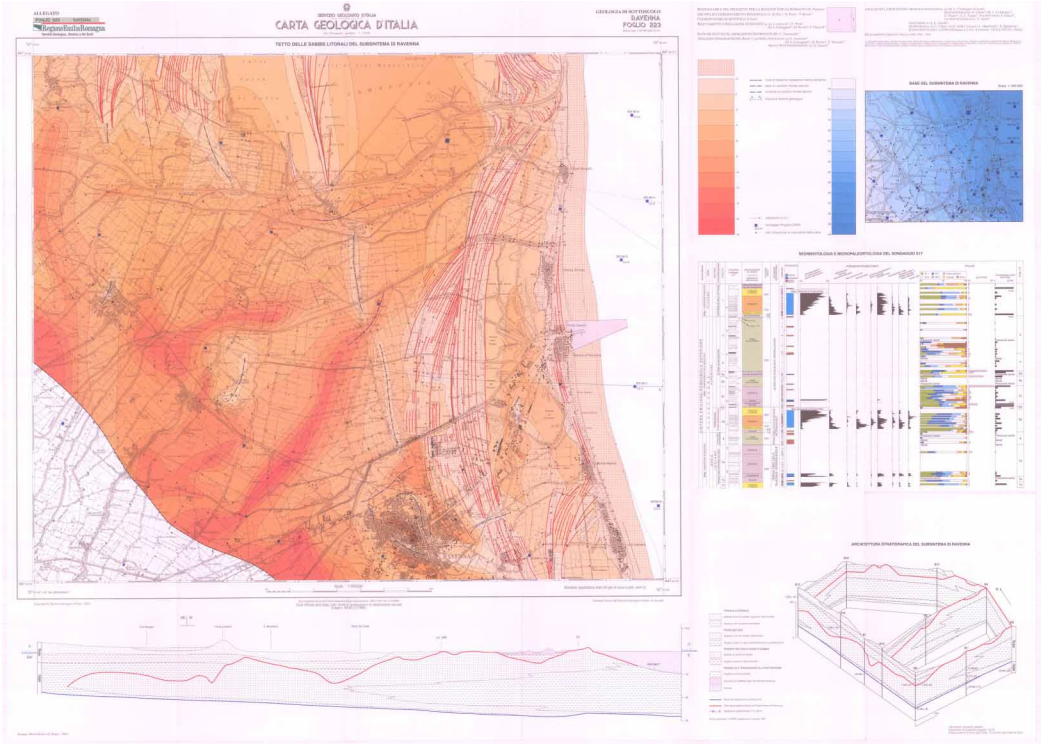


Fig. 15 - Foglio Allegato al Foglio geologico di superficie 223 "Ravenna". Nella carta di maggiori dimensioni, alla scala 1:50.000, è rappresentato il tetto delle sabbie litorali del subsintema di Ravenna (le profondità crescenti sono indicate da tonalità che sfumano dall'arancione al rosso). La carta alla scala 1:200.000 (in alto a destra del Foglio) rappresenta, invece, la base del subsintema di Ravenna (le profondità crescenti sono indicate da tonalità che sfumano dal celeste chiaro all'azzurro scuro).

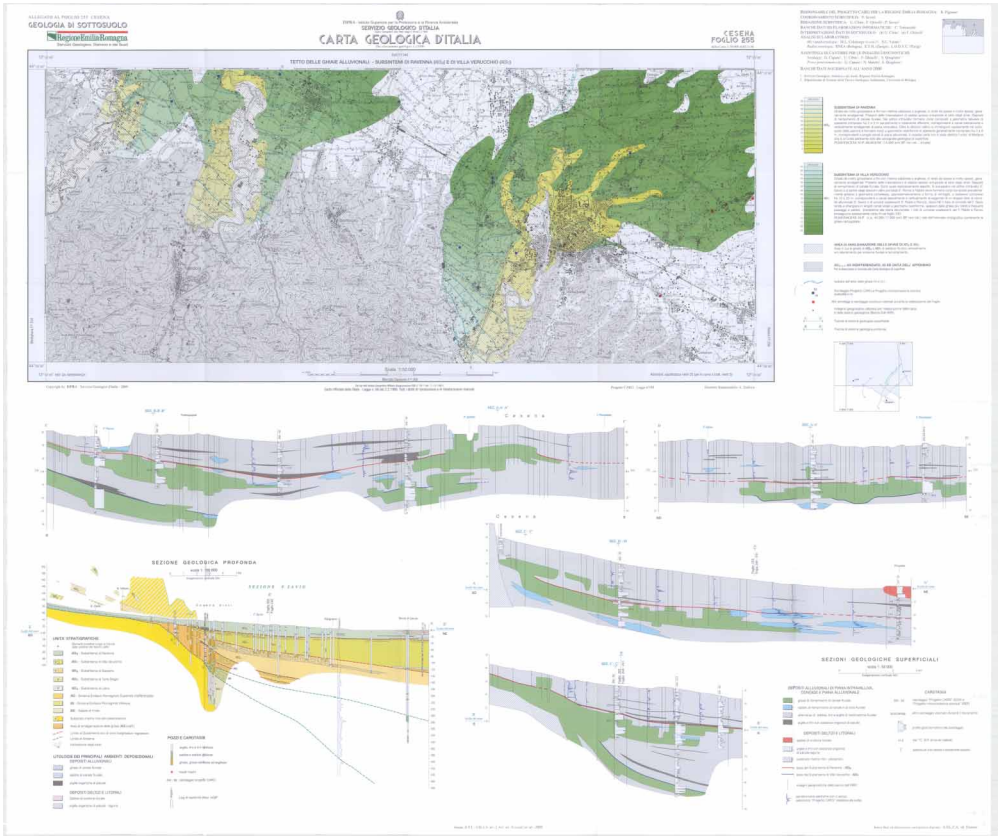


Fig.16 - Stralcio del Foglio Allegato al Foglio geologico di superficie 255 "Cesena" (Servizio Geologico d'Italia, 2009d).

ficie mappata o se si tratti del loro margine superiore sottostante tale superficie. In quest'ultimo caso tali elementi strutturali andranno rappresentati con una linea tratteggiata.

Gli oggetti mappati sul foglio geologico di sottosuolo vengono informatizzati in banca dati CARG nei nuovi strati 31 e 32.

L'inquadratura marginale delle carte geologiche di sottosuolo (cornice e bordo del campo carta), anche se a scale diverse, dovrà rispettare le indicazioni fornite dal citato volume 2 dei *Quaderni* (Cosci *et alii*, 1996). Inoltre la carta, corredata di base topografica IGMI, dovrà essere affiancata da una legenda descrittiva dei corpi geologici di sottosuolo rappresentati, compresa la loro unità stratigrafica di appartenenza, e da segni convenzionali.

Vale la pena sottolineare che le carte geologiche di sottosuolo non vanno considerate come prodotti statici, ma suscettibili di modifiche, soprattutto in aree povere di informazioni, qualora nuovi dati vadano ad integrare l'insieme di dati pregressi.

8.2.5.2 - Sezioni geologiche

L'illustrazione del sottosuolo sarà resa anche attraverso la realizzazione di numerose sezioni geologiche, superficiali e/o profonde (fig. 17), parallele e perpendicolari agli assi deposizionali del bacino. Per queste sezioni si raccomanda di utilizzare un'esagerazione verticale sufficiente per evidenziare i rapporti tra le diverse unità; la scala orizzontale, invece, dovrà essere uguale a quella della carta di sottosuolo, a meno di situazioni che richiedano una scala di rappresentazione differente.

Analogamente alle sezioni della carta geologica di superficie, nelle sezioni rappresentate nel Foglio allegato vanno specificati: l'orientamento, la scala orizzontale e verticale, le quote rispetto al livello

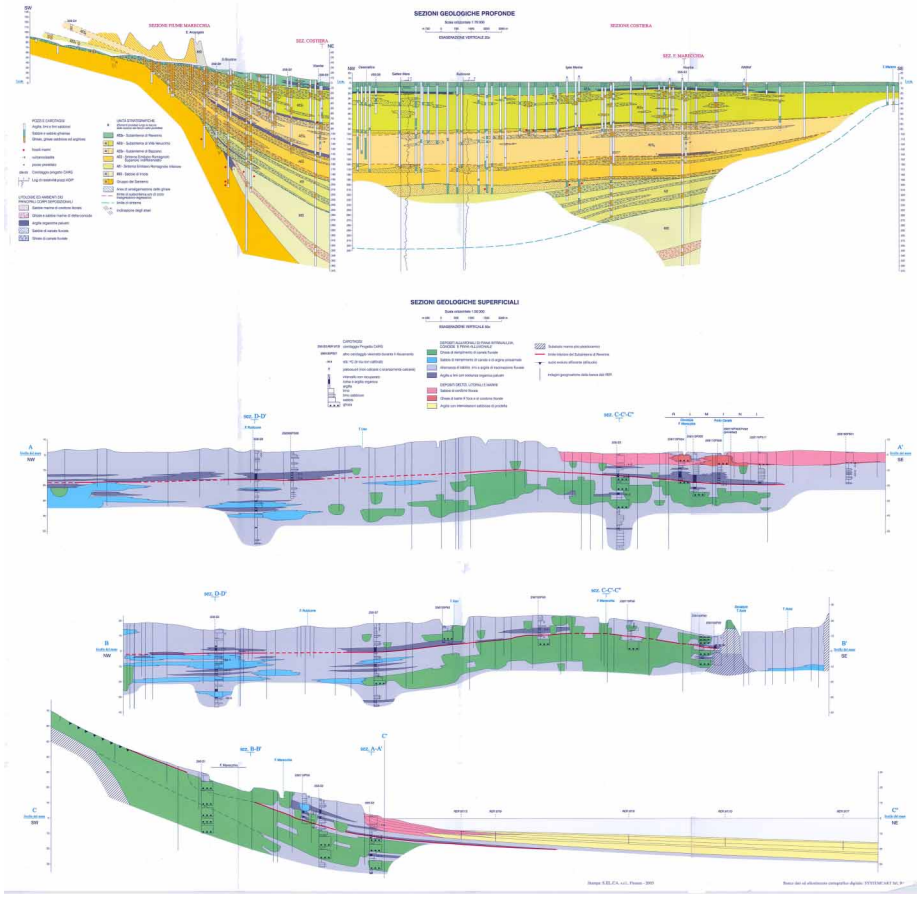


Fig. 17 - Sezioni geologica profonda (in alto) e sezioni geologiche superficiali a completamento della carta geologica di sottosuolo del Foglio 256 "Rimini".

del mare. Su di esse andranno, inoltre, riportati i principali riferimenti toponomastici, l'ubicazione dei sondaggi (con eventuale profilo granulometrico), delle prove penetrometriche (con eventuale profilo di punta delle prove penetrometriche), *etc.* Infine, ciascuna sezione geologica, o gruppo di sezioni, dovrà essere corredata da una legenda specifica.

8.2.5.3. - *Master log*

Si tratta di un elaborato riassuntivo che consente di illustrare le caratteristiche litologiche, sedimentologiche, macro- e micropaleontologiche (foraminiferi, ostracodi, pollini, resti vegetali, *etc.*) e cronostratigrafiche dei sondaggi più significativi appositamente realizzati nell'ambito del foglio (sondaggi del Progetto CARG) (fig. 18).

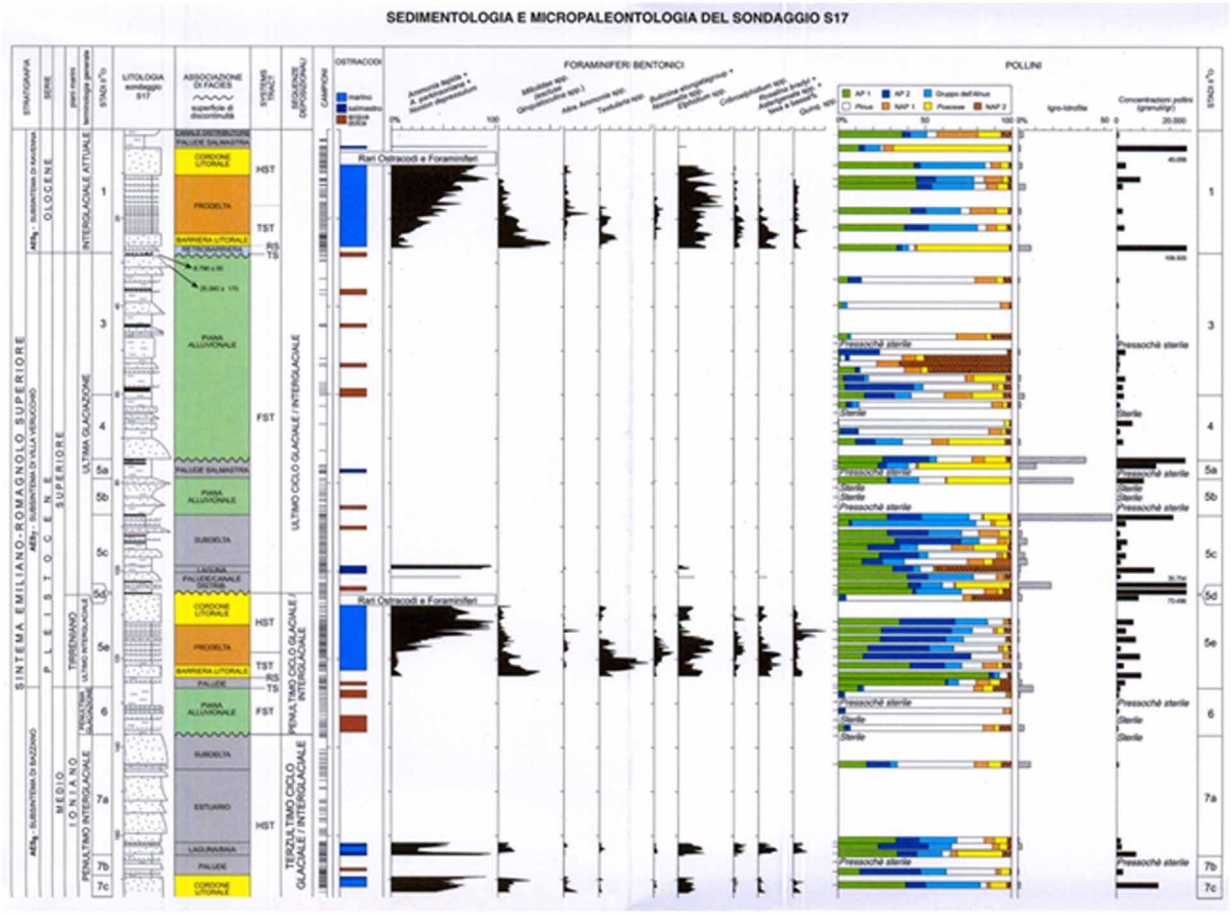


Fig. 18 - *Master log* del sondaggio a carotaggio continuo S17, realizzato nell'ambito del Foglio geologico 223 "Ravenna".

9. - MODELLO GEOLOGICO 3D

(a cura di D'Ambrogi C.)

9.1. - Premessa

La realizzazione di modelli geologici tridimensionali di aree corrispondenti a fogli del Progetto CARG alla scala 1:50.000 segna un significativo avanzamento nella possibilità di comunicare, nel modo più completo possibile, l'assetto geologico di un'area, fornendo anche uno strumento ad alto impatto applicativo.

Una sperimentazione sulla possibilità di affiancare un foglio geologico tradizionale, ed eventualmente un foglio geologico di sottosuolo, con un modello geologico 3D è stata realizzata, per la prima volta, con il Foglio 280 "Fossombrone" (Servizio Geologico d'Italia, 2017b) nel quale i dati acquisiti durante il rilevamento geologico, e immagazzinati in Banca Dati CARG, opportunamente integrati con dati derivanti dall'interpretazione di alcune linee sismiche tarate su due sondaggi profondi (Borraccini *et alii*, 2004; D'Ambrogi *et alii*, 2004), sono stati utilizzati come vincoli geometrici per la costruzione del modello geologico 3D (fig. 19).

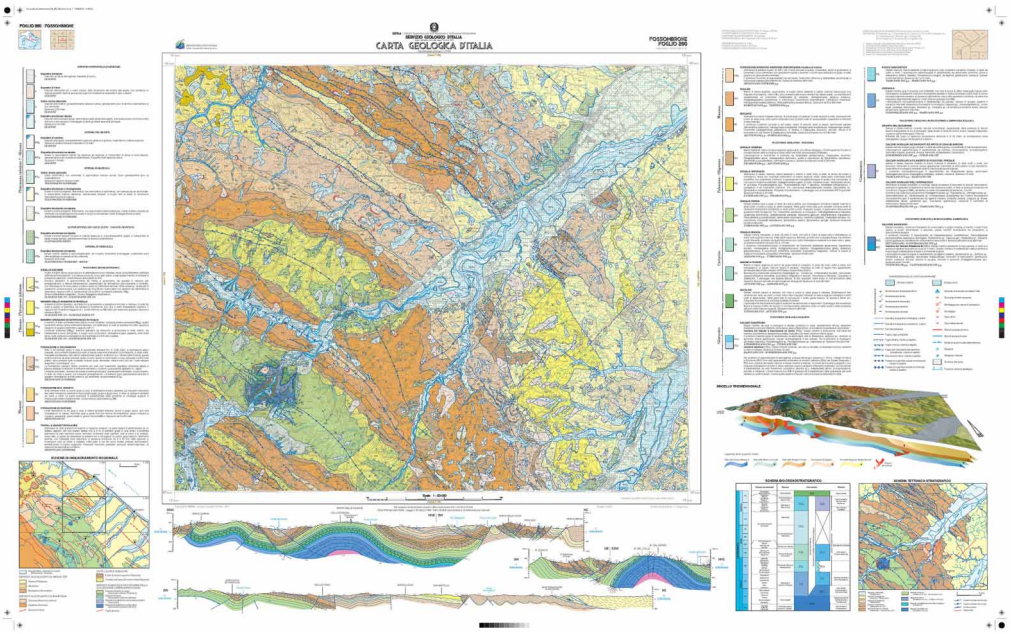


Fig. 19 - Foglio 280 "Fossombrone" con rappresentazione statica del relativo modello geologico 3D.

9.2. - Fasi di lavoro

Nonostante l'elaborazione di un modello geologico 3D rappresenti un unico, in funzione del contesto geologico, delle caratteristiche geometriche, della profondità degli elementi investigati, nonché della disponibilità di dati in relazione all'applicazione che si intende servire, si descrivono di seguito: le principali fasi di lavoro (fig. 20), i requisiti minimi per l'acquisizione, interpretazione e integrazione dei dati e per la realizzazione di modelli geologici tridimensionali nell'ambito del Progetto CARG.

9.3. - Definizione dell'obiettivo e del modello concettuale

Prima di avviare la fase di elaborazione di un modello tridimensionale, occorre definire quale sia l'obiettivo che s'intende raggiungere e che si ritiene di maggiore interesse per il foglio che si sta realizzando. La definizione dell'obiettivo non potrà essere disgiunta da una verifica della disponibilità di dati geologici e geofisici utili e sufficienti, per livello di dettaglio, parametri numerici, e profondità da investigare, per elaborare un modello geologico consistente con l'obiettivo identificato.

Tale fase di definizione dell'obiettivo deve procedere in parallelo con la definizione del modello concettuale che individui le unità geologiche, il tipo di superfici limite, e le strutture tettoniche che sono utili alla descrizione dell'assetto dei corpi nel sottosuolo e che possono garantire le successive applicazioni del modello.

La definizione del modello concettuale si dovrà basare sia sulle conoscenze derivanti dalla cartografia esistente, con particolare attenzione ai Fogli geologici limitrofi se disponibili, sia sulla letteratura. Dovrà inoltre utilizzare, per quanto possibile, la medesima nomenclatura delle unità geologiche presenti in superficie a livello regionale e nella legenda del foglio geologico corrispondente, per garantire una più immediata lettura e comprensione del modello stesso. Sarà altresì fondamentale fare ricorso ai termini litologici previsti dalla Banca dati CARG - Tabella T0180805000.

In generale è opportuno ricordare che, come già evidenziato a pag. 32 del volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii*, 1992), per quanto riguarda il sottosuolo, seguendo quanto previsto dall'*International Stratigraphic Guide* (Salvador, 1994), "*se una unità denominata nel sottosuolo può essere correlata con una unità dello stesso tipo denominata in superficie ed è così simile alla prima che due nomi non siano necessari, come tipo dovrebbe essere preferita l'unità di superficie*". Inoltre è possibile istituire stratotipi nel sottosuolo solo se mancano sezioni adeguate dell'unità in superficie e comunque seguendo le regole e procedure generali previste per le unità affioranti (si veda Special requirements for establishing subsurface units).

9.4. - Raccolta e organizzazione dei dati

In termini generali, i dati di input per la costruzione di un modello geologico 3D si possono raggruppare in:

9.4.1. - *Modello digitale del terreno*

Particolare attenzione dovrà essere posta alla scelta del DTM di riferimento che dovrà sempre accompagnare il modello geologico 3D realizzato, per conoscere le quote topografiche di riferimento. In generale, i valori di z nel modello geologico andranno espressi in quote assolute (rispetto al livello del mare, in metri).

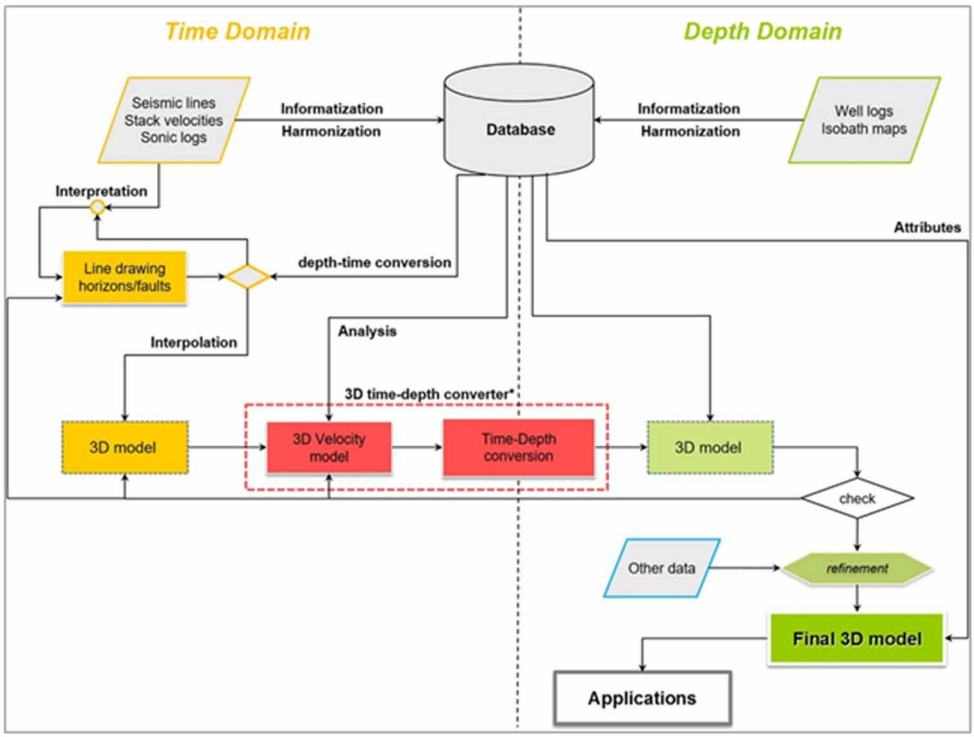


Fig. 20 - Fasi di lavoro per la costruzione di un modello geologico 3D con dati sia nel dominio dei tempi che in quello delle profondità; * indica le fasi di lavoro che possono essere realizzate attraverso il tool Vel-IO 3D (da Maesano & D'Ambrogi, 2017).

9.4.2. - *Dati derivanti dal rilevamento geologico di terreno*

Giaciture e andamento dei limiti, stratigrafici o strutturali, dove disponibili, unitamente a sezioni geologiche opportunamente orientate. Essi forniscono vincoli geometrici essenziali per la costruzione del modello.

9.4.3. - *Dati di sottosuolo*

Sondaggi superficiali (L. 464/84), prove geognostiche, sondaggi profondi e linee sismiche a riflessione, sia pubblici che soggetti a riservatezza, dati gravimetrici, dati da altre indagini geofisiche (per i dettagli si vedano i paragrafi 8.1.6.1. e 8.1.6.2.).

I dati acquisiti dovranno essere organizzati e armonizzati in accordo con il modello concettuale (superfici limite e unità) precedentemente definito, utilizzando codici e attributi già previsti dalla Banca Dati CARG, al fine di favorire la massima integrazione e interoperabilità tra diversi set di dati.

Nel caso di modelli geologici del primo sottosuolo (profondità < 500-600 metri), particolarmente utili per fini applicativi (risorse idriche, microzonazione sismica, subsidenza, opere infrastrutturali), la caratterizzazione e classificazione delle unità dovrà essere basata sulla classificazione prevista dalla Banca Dati Litologica.

Nei casi in cui si disponga di linee sismiche e/o della loro interpretazione (in TWT), sarà fondamentale porre particolare cura alla raccolta, organizzazione e analisi dei dati di velocità, o di quei dati che consentono di ricavare valori di velocità. La conoscenza delle variazioni, laterali e verticali, dei valori di velocità e dei relativi parametri determina, infatti, la scelta della migliore strategia di conversione in profondità dei dati.

9.5. - Elaborazione del modello 3D

Indipendentemente dal software utilizzato per la sua costruzione, se i dati di input non richiedono processi di conversione tempi-profondità (es. le linee sismiche) o di inversione dei dati geofisici, il modello geologico 3D potrà essere realizzato direttamente nel dominio delle profondità attraverso un'integrazione di tutti i dati disponibili, opportunamente e preventivamente organizzati e codificati, ivi inclusi quelli definiti nel foglio geologico corrispondente.

Nei casi in cui si disponga di linee sismiche, in cui i valori delle z sono espressi in tempi (TWT), sarà necessario realizzare un modello di velocità che consenta la conversione dei valori di z in profondità. La scelta del modello di velocità da adottare deve tenere conto della disponibilità di dati (tabelle Tempi-Profondità, *Vertical Seismic Profile, Stacking velocity*, dati dalla letteratura) e delle caratteristiche dell'area.

Qualunque sia il modello di velocità adottato (es. 2D o 3D, a velocità media, intervallare, o istantanea) esso andrà dettagliatamente descritto nelle NI e i dati relativi dovranno accompagnare il modello geologico 3D.

Il modello geologico 3D realizzato in tempi e convertito in profondità andrà successivamente sottoposto a verifica, integrato con i dati in profondità disponibili e con i vincoli di superficie (se applicabile) e sottoposto a operazioni di raffinamento.

Per consentire questa fase di verifica, è opportuno identificare un certo numero di dati di controllo, da non includere come dati di input, e da utilizzare per testare la capacità predittiva e l'accuratezza del modello; tali dati potranno essere poi utilizzati per il raffinamento del modello stesso.

In aree in cui si disponga anche di dati gravimetrici o derivanti da altre indagini geofisiche, questi potranno essere utilizzati, a seguito di inversione e modellazione, per la verifica e integrazione del modello geologico elaborato (ISPRA, 2015).

9.6. - Predisposizione dei dati di *OUTPUT*

A differenza del foglio geologico e del foglio geologico di sottosuolo, il modello geologico 3D esiste solo nella sua forma digitale; gli standard per la sua restituzione sono quindi esclusivamente legati all'organizzazione dei dati, alla definizione degli attributi, alla compilazione del metadato per consentire un efficace utilizzo delle informazioni.

Sono in fase di implementazione: la definizione della struttura della banca dati dei modelli geologici 3D, il visualizzatore con il quale sarà possibile navigare e interrogare gli oggetti modellati, un metadato (standard ISO) in grado di contenere tutte le informazioni necessarie a descrivere il modello.

LEGENDA

10. - INTEGRAZIONI ALLE INDICAZIONI PER LA COMPILAZIONE DELLA LEGENDA

(a cura di Fiorentino A. & Vita L.)

Indicazioni di massima per la compilazione delle Legende dei fogli geologici alla scala 1:50.000 del Progetto CARG sono fornite in Galluzzo *et alii* (2009), nel capitolo 2.

Il testo citato è tuttavia superato per le istruzioni relative ad alcune sigle e nomi delle unità stratigrafiche, per i quali si rimanda invece al recente aggiornamento della Banca Dati Geologica del Progetto CARG (Battaglini & Carta, 2022) e al capitolo 5 di questo volume.

L'esperienza acquisita con la pubblicazione di 281 fogli alla scala 1:50.000 della prima fase del Progetto CARG (finanziamenti 1988-2004) suggerisce gli approfondimenti che seguono relativi a specifici aspetti.

10.1. - Aree vulcaniche

Per le indicazioni generali sulla Legenda dei fogli ricadenti in tali aree si rimanda a Galluzzo *et alii* (2009), capitolo 5. Qui vale tuttavia la pena di rimarcare ancora una volta come l'adozione di unità UBSU di qualsiasi rango, largamente sperimentata nei fogli ricadenti in aree vulcaniche, preveda che siano caratterizzate e descritte sempre le superfici di inconformità e/o le discontinuità necessarie alla loro individuazione (cfr. capitolo 5), sia che si tratti di unità direttamente rappresentate in carta con propria sigla e colore e quindi relativo tassello in Legenda, sia che esse non siano direttamente cartografate ma contengano al loro interno le unità stratigrafiche presenti in carta e in Legenda con propria sigla e colore.

Pertanto si raccomanda l'inserimento in Legenda della descrizione delle superfici che delimitano le unità UBSU, che dovrà prevedere, compatibilmente con lo spazio a disposizione ed in forma sintetica, prioritariamente l'indicazione del tipo discontinuità di base e di tetto (es. superficie erosiva, livello epiclastico, *etc.*) e della eventuale variabilità laterale (es. superficie erosiva passante lateralmente a paleosuolo), quindi la località di migliore esposizione nell'area del foglio, i rapporti con unità stratigrafiche incluse o adiacenti ed eventualmente il significato genetico delle *unconformity* (es. *sintema Fiume Fiora* del Foglio 345 Viterbo - Servizio Geologico d'Italia, 2022a). Completeranno la descrizione i caratteri litologici, e le relative *facies* caratteristiche, dei depositi contenuti tra le discontinuità, particolarmente nei casi in cui la UBSU sia presente in Legenda con uno specifico tassello. Una descrizione di maggiore dettaglio sarà riservata al capitolo delle Note Illustrative relativo alla Stratigrafia.

Per ciò che riguarda il testo descrittivo delle unità litostratigrafiche vulcaniche da affiancare al tassello di Legenda, che dovrà essere sintetico ma completo degli elementi essenziali riconoscibili alla

scala del campione e dell'affioramento, si suggerisce di seguire il seguente ordine di elementi:

- prioritariamente la caratterizzazione litologica con le principali litofacies e strutture (es. "lave porfiriche a …., ricche in xenoliti …, di colore ….."
- l'assetto alla scala dell'affioramento (es. "in colate, localmente autobrecciate")
- la composizione su base chimica (e/o mineralogica nei casi in cui questa non risulti soddisfacente) delle lave o dei componenti juvenili
- il meccanismo di deposizione riconosciuto
- il centro vulcanico di provenienza (se conosciuto) e/o il distretto se diverso da quello di appartenenza del tassello
- i rapporti stratigrafici con le altre unità (se non desumibili dalla posizione del tassello)
- lo spessore
- l'età numerica (se disponibile) accompagnata dal metodo di datazione utilizzato (es. "età ^{40}Ar-^{39}Ar 246±2,9 ka") e dal riferimento bibliografico nel caso in cui non si tratti di un dato originale prodotto per il foglio CARG, si vedano ad esempio il Foglio 345 Viterbo (Servizio Geologico d'Italia, 2022a) e il Foglio 387 Albano Laziale (Servizio Geologico d'Italia, 2009c)

gli eventuali riferimenti a unità stratigrafiche di letteratura.

Seguirà sempre anche una attribuzione cronostratigrafica (es. PLEISTOCENE MEDIO *p.p.*) come per ogni altra unità di Legenda.

Nella caratterizzazione litologica delle unità piroclastiche dovrà prioritariamente essere indicato se si tratti di depositi incoerenti o coerenti (cfr. capitolo 6) e non dovrà mancare la granulometria e una sintetica descrizione dei componenti. Per le lave sarà opportuna una descrizione alla sola scala del campione, gli aspetti di mineralogica microscopica non andranno invece riportati in Legenda ma potranno trovare adeguato spazio nel capitolo delle Note Illustrative dedicato alla descrizione delle unità e/o in quello sulla petrografia .

Per l'attribuzione del tipo composizionale il Progetto CARG fa riferimento prioritariamente al diagramma TAS e agli altri schemi proposti da Innocenti *et alii* (1999) che hanno guidato la classificazione adottata nella Tabella *Caratteri litologici* T0180805000 della Banca Dati Geologica del Progetto CARG (cfr. capitolo 6 di questo documento) .

Si precisa che lo spessore da riportare è solitamente il massimo visibile in affioramento e andrebbe riferito alla formazione/unità nel suo complesso, lo spessore delle singole colate o delle subunità potrà essere indicato nelle Note Illustrative.

L'età numerica da indicare in Legenda è solitamente quella ritenuta più attendibile dagli Autori del foglio, le altre età di letteratura significative vanno riportate nelle NI; deroghe sono possibili in relazione alle necessità degli Autori, spazio editoriale di Legenda permettendo. I riferimenti bibliografici delle età e del chimismo possono essere inseriti in fondo alla Legenda citandoli un'unica volta tramite richiami con nelle descrizioni accanto al tassello (es. Foglio 388 "Velletri" - Servizio Geologico d'Italia, 2021a).

Non è accettabile descrivere l'unità tramite il solo meccanismo deposizionale (es. "deposito da flusso piroclastico") privo di una specifica caratterizzazione litologica e/o granulometrica. Nella carta geologica trovano infatti spazio di rappresentazione le unità stratigrafiche cartografabili e litologicamente caratterizzate e non gli eventi eruttivi che le hanno prodotte.

A tal proposito si raccomanda nelle descrizioni di riferirsi per quanto possibile ai contenuti della Tabella *Caratteri litologici* T0180805000 dello strato 18 della BDG, che, come meglio descritto nel capitolo 6 di questo documento, dovrà essere sempre compilata per ogni unità di Legenda.

10.2. - Aree sommerse

I depositi delle aree sommerse sono caratterizzati anzitutto dall'età (rappresentata dal colore), dall'ambiente e dal sistema deposizionale (rappresentati da tonalità del colore), dal tipo di deposito (indicato dalla sigla) e dalla facies (rappresentata dai soprassegni relativi alle tessiture).

I tasselli di Legenda relativi ai depositi delle aree sommerse devono essere rappresentati a partire da quelli degli ambienti più prossimi alla linea di costa progredendo via via verso gli ambienti più profondi e devono essere suddivisi in sezioni proprio sulla base degli ambienti ai quali sono attribuiti. Essi sono caratterizzati prevalentemente dal solo colore (ad eccezione di casi particolari come *beach rock*), mentre i soprassegni relativi alle tessiture e altre caratteristiche (come dune di sabbia o presenza di fanerogame) sono elencati alla fine della Legenda tra i simboli delle aree sommerse. I colori devono rientrare nell'ambito di quelli previsti dal Manuale Cromatico (Tacchia, 2007) per i depositi quaternari, considerato che i depositi superficiali nelle aree sommerse sono generalmente attuali o recenti.

Sarebbe opportuno armonizzare la rappresentazione dei depositi tra Fogli limitrofi, anche se questo non sempre è possibile laddove siano state riconosciute molte unità da differenziare e sia pertanto necessaria una maggiore variazione di tonalità per permettere di evidenziare i limiti tra una e l'altra.

REALIZZAZIONE EDITORIALE DELLA CARTA GEOLOGICA

11. AGGIORNAMENTO E INTEGRAZIONI ALLE INDICAZIONI PER LA PRODUZIONE EDITORIALE CARTOGRAFICA

(a cura di FALCETTI S. & RADEFF G.)

Le indicazioni e gli strumenti forniti nei capitoli di questa Sezione intendono agevolare la pubblicazione *on-line* di versioni definitive o semi definitive dei fogli geologici nell'ambito del Progetto CARG affinché la pubblicazione in rete dei dati non risulti eccessivamente difforme alla successiva stampa cartacea; si intende inoltre chiarire e aggiornare le procedure da seguire nel processo di realizzazione grafica del Foglio Geologico.

Questo capitolo dedica ampio spazio alla simbologia e alla rappresentazione del dato nel Foglio: si illustra l'organizzazione e il contenuto della "Libreria dei Simboli" e ne viene introdotta una versione utilizzabile con il *software* QGIS. Si forniscono informazioni per la realizzazione dei colori del "Manuale Cromatico di riferimento per la stampa delle carte geologiche del Progetto CARG" in formato digitale e vengono ribadite alcune indicazioni per la stesura dell'impianto colori di un foglio. Viene fornito, per la prima volta, l'impianto colori delle Unità Tradizionali.

Per la stesura finale su supporto cartaceo in stampa *offset* rimangono attuali le indicazioni date nei *Quaderni* precedenti (COSCI *et alii*, 1996; BATTAGLINI *et alii*, 2009a) ricordate nel capitolo 12.

Si fornisce anche un "*Vademecum* per l'allestimento cartografico digitale", che illustra le specifiche tecniche da seguire per la realizzazione dei file di stampa (capitolo 13).

Infine, vengono fornite indicazioni per la richiesta di nuovi simboli e codici della Banca Dati Geologica, allegando il modulo predisposto.

11.1. - SIMBOLOGIA

Viene fornita una versione corretta, aggiornata e integrata della "Libreria dei Simboli" (Allegato 5) organizzata in funzione degli strati informativi della Banca Dati Geologica (BDG) aggiornata. Elemento di novità è la versione in formato .xml utilizzabile con il *software open source* QGIS.

11.1.1. - *La "Libreria dei Simboli"*

La "Libreria dei Simboli" è organizzata in schede che riportano, nell'intestazione, lo strato di BDG cui fanno riferimento (es. "strato 10"), la geometria (es. "punti") e la denominazione (es. "*elementi geomorfologici ed antropici in forma simbolica*"). Le schede sono organizzate in sette colonne (fig. 21) ad esclusione di quelle dedicate ai poligoni dello "strato 18 - unità cartografabili geologiche". Per

una più accurata descrizione delle schede relative ai "*Caratteri tessiturali*" si rimanda al § 11.1.3.

Nella prima colonna è indicato il "codice BDG" generalmente riferito al campo "TIPO"; nella seconda è esplicitata la "denominazione" così come riportata nello schema della BDG, seguita da eventuali annotazioni riferite a particolarità del simbolo. La terza colonna contiene la rappresentazione del "simbolo alla scala della carta" nel relativo colore (Pantone). Nella quarta colonna sono riportati due ingrandimenti del simbolo: nell'immagine a sinistra vengono fornite le specifiche dimensionali (es. grandezza del simbolo, spessore del tratto), mentre nell'immagine a destra è indicato, con una croce nera, il punto di ancoraggio sull'entità primitiva di BDG (punto, linea o poligono). Nel caso in cui l'orientazione del simbolo sia dovuta a valori riportati in BDG, nell'immagine a destra viene riportata una freccia grigia che indica la convenzione da utilizzare per la rotazione del simbolo. A titolo di esempio si ricorda che la convenzione CARG per l'acquisizione e il successivo inserimento in BDG delle giaciture per la stratificazione diritta (Codice BDG: TIPO=3100 in ST019.pat) prevede che sia indicata la direzione dell'immersione (*dip direction*) ossia l'angolo misurato in senso orario dal N alla proiezione orizzontale del vettore immersione (campo "IMMERSIO"). Si raccomanda dunque, qualora l'operatore che inserisce i dati non sia il rilevatore che li ha prodotti, una stretta collaborazione tra le due figure in fase di digitalizzazione del dato, in modo tale che le informazioni prese in campagna siano corrispondenti a quanto riportato in carta. La colonna denominata "proprietà" indica quali siano i simboli da orientare in carta e specifica se questi siano da orientare secondo uno dei campi della BDG ("DIREZIO" o "IMMERSIO"), se l'orientamento del simbolo sia legato a caratteristiche morfologiche ("orientato variabile") o se l'orientamento del simbolo sia legato a caratteristiche specifiche, generalmente cinematiche, dell'elemento ("orientato"). I criteri di applicazione dei simboli variano in base alla geometria del simbolo cui si applicano (volume 12(I) dei *Quaderni* - Battaglini *et alii*, 2009a): i punti saranno da orientare ruotando il simbolo nel punto di ancoraggio, l'orientazione delle linee sarà evidenziata dalla disposizione asimmetrica delle icone presenti sul tracciato e nei poligoni saranno le trame che ruoteranno in funzione del campo relativo all'orientazione. Nelle ultime due colonne della scheda vengono indicati i colori primari da utilizzare,

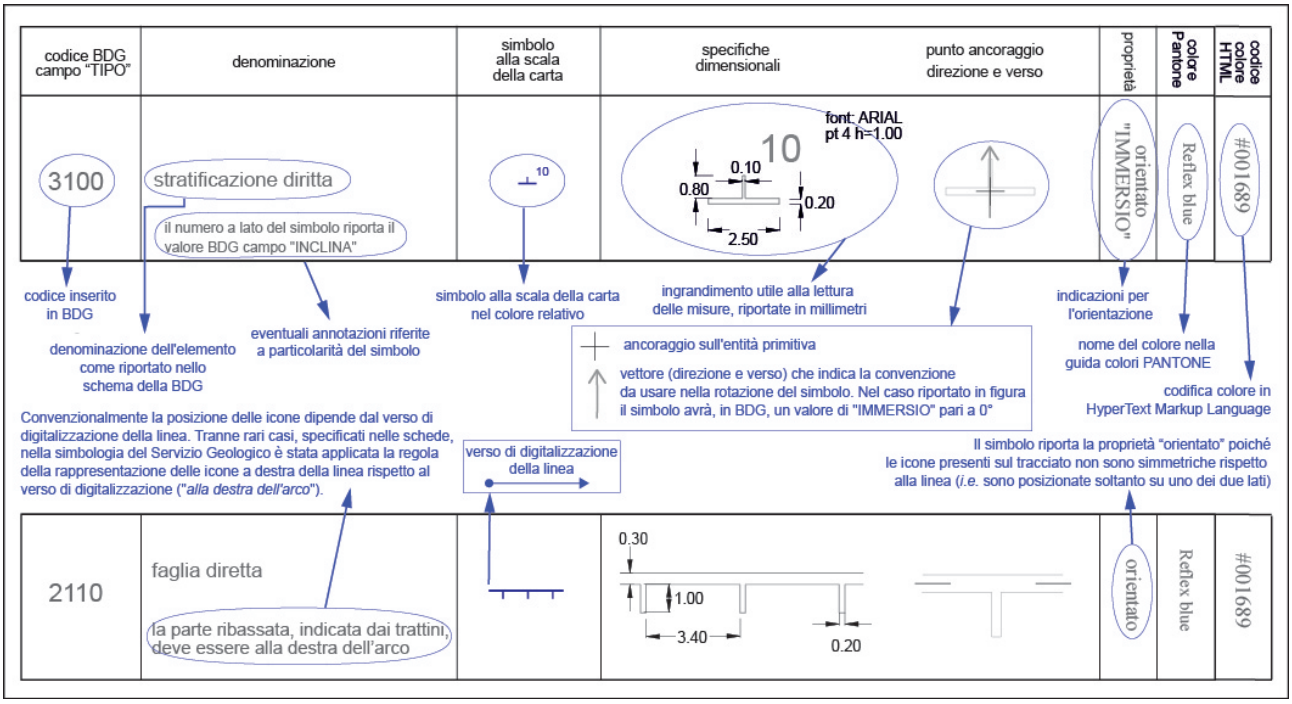


Fig. 21 - Schema illustrativo delle schede dei simboli: in alto, un esempio di simbolo puntuale orientato con l'intestazione della scheda; in basso, un esempio di simbolo lineare orientato.

così come presenti sul Manuale Cromatico (Tacchia, 2007), e i codici colore HTML per la realizzazione del simbolo in formato digitale.

Nella libreria vengono riuniti:

- la "Libreria dei Simboli" pubblicata sul volume 12(I) dei *Quaderni* (Battaglini *et alii*, 2009a) con rettifiche di alcuni simboli per una migliore lettura della carta in formato digitale;
- gli aggiornamenti e le integrazioni successivi alla pubblicazione del Quaderno sopra citato e già pubblicate sul sito dell'ISPRA alla pagina; https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/i-quaderni-serie-iii-del-sgi/Carta-Geologica-dItalia-alla-scala-1-50-000.000;
- simboli di nuova introduzione relativi sia a richieste pervenute al Servizio Geologico d'Italia, sia a nuove voci della BDG. Le definizioni di tali voci sono presenti all'interno del "Glossario 3.0 per la Carta Geologica d'Italia" (vedi capitolo 17);
- uno strato di nuova introduzione in BDG - "strato 32 - linee - *elementi tettonici e plicativi del sottosuolo*" - che raccoglie simbologie già presenti in altri strati.

Le voci e i simboli di nuova introduzione sono:

- i simboli per lo "sprofondamento" (Codice BDG.: TIPO=3011 in ST010.pat), per l'"inghiottitoio" (Codice BDG: TIPO=3020 in ST010.pat) e per la "dolina" (Codice BDG: TIPO=3030 in ST010.pat), aggiunti nello "strato 10 - punti - *elementi geomorfologici e antropici*";
- il simbolo per l'"orlo di diatrema" (Codice BDG: TIPO=5070 in ST012.aat) aggiunto nello "strato 12 - linee - *elementi geomorfologici ed antropici lineari"*;
- il simbolo per il "contatto eteropico" (Codice BDG: TIPO=1010 in ST018.aat), aggiunto nello "strato 18 - linee - *unità cartografabili geologiche*";
- simboli relativi a numerosi elementi strutturali utili a rappresentare su un Foglio Geologico la complessa evoluzione di alcune zone di faglia. Questi elementi, ora all'interno dello "strato 18 - linee - *unità cartografabili geologiche"*, sono paleofaglie, sovrascorrimenti e faglie inverse soggette a diverse fasi cinematiche. Questi elementi sono stati provvisoriamente realizzati con forme e colori adatti all'attuale processo di stampa *offset*, in coerenza con la precedente impostazione cromatica dei simboli. In futuro potrebbero variare con accorgimenti grafici e/o cromatici che aiutino ad una migliore identificazione delle diverse fasi deformative;
- il simbolo per la "matte morta" (Codice BDG: TIPO=4020 in ST022.pat) aggiunto nello "strato 22 - poligoni - *processi geologici particolari"*;
- il simbolo per la "traccia di sezione geologica (Foglio di sottosuolo)" (Codice BDG: TIPO=2100 in ST027.aat) aggiunto nello "strato 27 - linee - *tracciati geologici e geofisici"*;
- i simboli per "contatto stratigrafico di tetto", "contatto stratigrafico di letto", "contatto litologico di tetto", "contatto litologico di letto" e "isobata" (Codici BDG: TIPO_CONTATTO, rispettivamente, 1001, 1002, 1051, 1052, 1200 in ST030.aat).

11.1.2. - *La versione QGIS della "Libreria dei Simboli"*

La versione QGIS della "Libreria dei Simboli" (https://progetto-carg.isprambiente.it/quaderno15&oggettidigitali/Simboli%20CARG.zip) contiene tutti i simboli organizzati, secondo gli strati della BDG, in "Etichette" visualizzabili all'interno del Gestore di Stile di QGIS. La libreria è accompagnata da un "readme" e da un video: entrambi illustrano la procedura per caricare i simboli nel *software open source*. Vengono, inoltre, forniti gli "stili" in formato .qml, utili a vestire automaticamente i layer relativi agli strati della BDG. Anche questi ultimi sono accompagnati da un testo informativo e da un video che mostrano come applicare gli "stili" ai layer. **Si ricorda che il prodotto realizzato con questa libreria è utile esclusivamente per un *preview* a video del campo carta dei Fogli geologici.**

11.1.3. - *Lo "Strato 18 - unità cartografabili geologiche - Caratteri tessiturali"*

Nella "Libreria dei Simboli" i "*Caratteri tessiturali*" dello strato 18 (Tabella T0180803000 di BDG) sono suddivisi in due gruppi: "*simbologie elementari*" e "*esempi di combinazione tra simbologie elementari*". Tutte le *s*imbologie elementari e gli esempi di combinazioni utili alla rappresentazione delle aree emerse sono rappresentati in nero poiché il loro colore varia in base alla genesi. I colori relativi a ciascun tipo di genesi (fluviale, fluvioglaciale; lacustre, palustre; eolico; marino; marino sommerso) sono indicati nelle ultime colonne delle schede.

Il gruppo delle "*simbologie elementari*" comprende le principali classi granulometriche: (blocchi; ghiaia; sabbia; limo o silt; argilla) e la torba. Il gruppo degli "*esempi di combinazione tra simbologie elementari*" contiene le principali combinazioni delle prime. Così come specificato nello Schema della Banca Dati Geologica aggiornato (Battaglini & Carta, 2022), per la rappresentazione cartografica delle tessiture dei depositi quaternari, in aree emerse, le distribuzioni granulometriche polimodali devono essere rappresentate attraverso la combinazione di non più di due simbologie elementari: la densità di informazioni nelle carte alla scala 1:50.000 per tali aree non permette rappresentazioni più complesse. Per la *vestizione* (cfr. § 13.1) a stampa della tessitura dei depositi quaternari sono stati realizzati esclusivamente simboli che restituiscono distribuzioni granulometriche bimodali caratterizzate dalla medesima frequenza. Ad ogni simbolo è stato attribuito un acronimo che indica le due principali classi granulometriche rappresentate.

In BDG, invece, il campo TESSITURA può contenere sino a tre caratteri, corrispondenti ad altrettante granulometrie e consiste in un'associazione gerarchica dei codici elencati ordinati da sinistra a destra in ordine di importanza. Si fornisce un elenco (fig. 22) che indica, per ogni acronimo del simbolo, le possibili denominazioni e i relativi codici di BDG. L'elenco di figura 22 potrà essere implementato laddove necessario, così come sarà possibile implementare la libreria dei simboli, concordando con i Geologi e i Cartografi del Servizio Geologico l'eventuale introduzione di nuove tessiture. A titolo di esempio, per gli acronimi del simbolo che in figura 22 riportano un asterisco (*) non sono ancora stati realizzati i simboli. È importante sottolineare che uno stesso simbolo può essere usato per diversi codici presenti in BDG: ad esempio, il simbolo utilizzato per gli acronimi "GS" e "SG" illustrato a pag. 237 può essere utilizzato per vestire anche le tessiture di BDG con codice "GSA", "GSB", "GSL", "SGA", "SGB", "SGL" riportati nella colonna "Codice Dominio campo "TESSITURA" Tabella T0180803000" di figura 22 . Nella legenda delle tessiture del foglio sarà possibile scrivere la denominazione della tessitura per esteso (es. "Sabbia ghiaioso argillosa"). Si ricorda inoltre che la posizione dei caratteri, nei codici da inserire in BDG per caratterizzare le granulometrie (campo "ID_TESS" - "TESSITURA" Tabella T0180803000), fornisce un'indicazione circa la frequenza relativa delle singole tessiture.

Per le aree marine sommerse, dove la densità di informazioni nelle carte geologiche alla scala 1:50.000 è minore, sono stati realizzati simboli per tessiture bimodali a diversa frequenza e simboli plurimodali.

Si ricorda infine che per la *vestizione* in fase di preparazione alla stampa è possibile, per le aree di estensione >2 cm^2 alla scala della carta, aumentare la distanza fra i singoli elementi grafici della tessitura per mantenere un'adeguata leggibilità della base topografica sottostante.

11.2. - La rappresentazione cromatica delle formazioni: il manuale cromatico

Il "Manuale Cromatico di riferimento per la stampa delle carte geologiche del Progetto CARG" (volume 11 dei *Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III*, di seguito *Quaderni* - TACCHIA, 2007) viene fornito in formato .pdf (**A** e **B**) ad alta risoluzione e in formato QGIS .xml. Nel Manuale Cromatico sono presenti 14

Acronimo del Simbolo	Denominazione	Codice Dominio campo "TESSITURA" Tabella T0180803000
AB	argilla e blocchi	AB
AG	argilla e ghiaia	AG
	argilla ghiaiosa	
	argilla ghiaia e blocchi	AGB
	argilla ghiaia e limo	AGL
	argilla ghiaioso-limosa	
	argilla ghiaia e sabbia	AGS
	argilla ghiaioso-sabbiosa	
AL	argilla e limo	AL
	argilla limosa	
	argilla limo e blocchi	ALB
	argilla limo e ghiaia	ALG
	argilla limoso-ghiaiosa	
	argilla limo e sabbia	ALS
	argilla limoso-sabbiosa	
	argilla limo e torba	ALT
AS	argilla e sabbia	AS
	argilla sabbiosa	
	argilla sabbia e blocchi	ASB
	argilla sabbia e ghiaia	ASG
	argilla sabbioso-ghiaiosa	
	argilla sabbia e limo	ASL
	argilla sabbioso-limosa	
AT	argilla e torba	AT
B	blocchi	B
BA	blocchi e argilla	BA
BG	blocchi e ghiaia	BG
	blocchi ghiaia e argilla	BGA
	blocchi ghiaia e limo	BGL
	blocchi ghiaia e sabbia	BGS
BL (*)	blocchi e limo	BL
	blocchi limo e argilla	BLA
	blocchi limo e ghiaia	BLG
	blocchi limo e sabbia	BLS
BS (*)	blocchi e sabbia	BS
	blocchi sabbia e ghiaia	BSG
	blocchi sabbia e limo	BSL
GA	ghiaia e argilla	GA
	ghiaia argillosa	
	ghiaia argilla e limo	GAL
	ghiaia argilloso-limosa	
	ghiaia argilla e sabbia	GAS
	ghiaia argilloso-sabbiosa	

Acronimo del Simbolo	Denominazione	Codice Dominio campo "TESSITURA" Tabella T0180803000
G	ghiaia	G
GB	ghiaia e blocchi	GB
	ghiaia blocchi e argilla	GBA
	ghiaia blocchi e limo	GBL
	ghiaia blocchi e sabbia	GBS
GL	ghiaia e limo	GL
	ghiaia limoso-siltosa	
	ghiaia limo e argilla	GLA
	ghiaia limoso-argillosa	
	ghiaia limo e blocchi	GLB
	ghiaia limo e sabbia	GLS
	ghiaia limoso-sabbiosa	
GS	ghiaia e sabbia	GS
	ghiaia sabbiosa	
	ghiaia sabbia e argilla	GSA
	ghiaia sabbioso-argillosa	
	ghiaia sabbia e blocchi	GSB
	ghiaia sabbia e limo	GSL
	ghiaia sabbioso-limosa	
L	limo, silt	L
LA	limo e argilla	LA
	limo argilloso	
	limo argilla e blocchi	LAB
	limo argilla e ghiaia	LAG
	limo argilloso-ghiaioso	
	limo argilla e sabbia	LAS
	limo argilloso-sabbioso	
	limo argilla e torba	LAT
LB (*)	limo e blocchi	LB
	limo blocchi e ghiaia	LBG
	limo blocchi e sabbia	LBS
LG	limo e ghiaia	LG
	limo ghiaioso	
	limo ghiaia e argilla	LGA
	limo ghiaioso-argilloso	
	limo ghiaia e blocchi	LGB
	limo ghiaia e sabbia	LGS
	limo ghiaioso-sabbioso	

Acronimo del Simbolo	Denominazione	Codice Dominio campo "TESSITURA" Tabella T0180803000
LS	limo e sabbia	LS
	limo sabbioso	
	limo sabbia e argilla	LSA
	limo sabbioso-argilloso	
	limo sabbia e blocchi	LSB
	limo sabbia e ghiaia	LSG
	limo sabbioso-ghiaioso	
LT	limo e torba	LT
S	sabbia	S
SA	sabbia e argilla	SA
	sabbia argillosa	
	sabbia argilla e ghiaia	SAG
	sabbia argilloso-ghiaiosa	
	sabbia argilla e limo	SAL
	sabbia argilloso-limosa	
SB (*)	sabbia e blocchi	SB
	sabbia blocchi e ghiaia	SBG
	sabbia blocchi e limo	SBL
SG	sabbia e ghiaia	SG
	sabbia ghiaiosa	
	sabbia ghiaia e argilla	SGA
	sabbia ghiaioso-argillosa	
	sabbia ghiaia e blocchi	SGB
	sabbia ghiaia e limo	SGL
	sabbia ghiaioso-limosa	
SL	sabbia e limo	SL
	sabbia limosa	
	sabbia limo e argilla	SLA
	sabbia limoso-argillosa	
	sabbia limo e blocchi	SLB
	sabbia limo e ghiaia	SLG
	sabbia limoso-ghiaiosa	
	sabbia limo e torba	SLT
T	torba	T
TA	torba e argilla	TA
TG	torba e ghiaia	TG
TL	torba e limo	TL
	torba limo e sabbia	TLS
TS (*)	torba e sabbia	TS

Fig. 22 - Elenco degli acronimi dei simboli realizzati per le combinazioni di tessiture elementari dal Servizio Geologico d'Italia. Per gli acronimi che riportano un asterisco (*) i simboli non sono ancora stati realizzati.

Colori Primari che corrispondono, ognuno, ad una singola lastra di stampa e 96 timbri colore base con l'indicazione delle percentuali di colore presente nelle lastre di stampa CMYK. I 96 timbri colore sono suddivisi, ognuno, in 56 tasselli cromatici. I primi 6 sono dedicati ai "figurati", rappresentazioni particolari del timbro (es.: rigati o pallini. I successivi 5 tasselli cromatici sono dedicati a diverse tonalità dello stesso timbro colore:tonalità di colore al 10%, 30%, 50%, 70%, 100% del

Tab. 4 - *I colori primari del Manuale Cromatico*

Colori primari	Lastra di stampa	HTML
I	Cool Gray	636569
II	Process Blue	0082CA
III	1395	9B5F17
IV	Cyan (C)	009FE3
V	Magenta (M)	E6007E
VI	Yellow (Y)	FFDD00
VII	Nero (K)	000000
VIII	Reflex Blue	001689
IX	Process Blue	0082CA
X	Red 032	F5333F
XI	Orange	FF5100
XII	470	A65A2A
XIII	Green	00A887
XIV	253	B11CAB

timbro base. Gli ultimi 45 tasselli cromatici sono dedicati a 9 tipi di "ribattiture" (*i.e.* linee o pallini nei colori primari) sovrapposte alle 5 tonalità del timbro colore. In attesa di rilasciare una libreria completa e *open-source* del Manuale Cromatico, si forniscono due tabelle (Tabella 4 e Tabella 5) che riportano, rispettivamente, i codici colore HTML (HEX) dei 14 Colori Primari e dei 96 timbri colore base.

Il Manuale Cromatico è da utilizzarsi esclusivamente nella lavorazione per la stampa *offset* del foglio, poiché vi sono esplicitate le composizioni del colore per la quadricromia, mentre per qualsiasi elaborato digitale è necessario utilizzare i codici colore HTML.

11.2.1. - *Indicazioni per l'impianto colori del foglio geologico*

Nell'ambito dell'attribuzione dei tasselli cromatici per la creazione dell'impianto colori della Carta Geologica d'Italia rimangono valide le indicazioni

Tab. 5 - *I Timbri colore base del Manuale Cromatico*

Timbro colore base	Codice Colore HTML	Timbro colore base	Codice Colore HTML	Timbro colore base	Codice Colore HTML	Timbro colore base	Codice Colore HTML
1	EBF5F4	25	E48F00	49	DEE2F3	73	F2E9E6
2	DAEEED	26	D48C00	50	DAB0D3	74	FEE9D6
3	C6E5E8	27	D07500	51	F29DC3	75	F8BDB1
4	C7E3D2	28	B27C2F	52	DD5C9D	76	F8AE4C
5	EAF1D4	29	9B6527	53	9B338A	77	F0903E
6	EBF0C6	30	CC8E00	54	AB99C9	78	EE7335
7	C2DDB0	31	C89F00	55	8577B6	79	E9511D
8	FFFACE	32	AB945F	56	674997	80	E40520
9	FFEBC7	33	D7C400	57	FFE5AF	81	D7532D
10	FFE8A6	34	BEB600	58	F39000	82	C60060
11	FFEB8A	35	AC9E00	59	CF6E00	83	E2E1B8
12	F7F2AB	36	A3A456	60	C3A54D	84	C3CF8D
13	EFE975	37	8BA612	61	D1D2BC	85	F2EC82
14	DCE169	38	83BB26	62	A6A77E	86	EECC00
15	E5DD48	39	74B95B	63	B16510	87	F4E600
16	FFF374	40	329C32	64	7E4900	88	F2E297
17	FFED00	41	00904A	65	A0D3C8	89	D9B57E
18	FFE200	42	6DBE97	66	008A78	90	D39900
19	FFD300	43	87CAC0	67	5D882D	91	FCBF00
20	FAC290	44	9BD5E4	68	8B9100	92	F49800
21	F1B700	45	4ABED3	69	7FA99C	93	EF7D00
22	FBBE60	46	00ABC5	70	007A4E	94	9FA5D3
23	DAB58A	47	009DCC	71	8677	95	5291CE
24	DDA133	48	0072BB	72	97C451	96	0062AE

fornite nel cap. 4 del volume 11 dei *Quaderni* (TACCHIA, 2007). Per mantenere l'omogeneità e la continuità di lettura tra i Fogli limitrofi è importante rispettare i tasselli cromatici già utilizzati per le unità dei fogli a confine. Si possono incontrare però casi in cui sia necessaria una deroga, per esempio:

- nel caso in cui l'unità sia rappresentata da poligoni con un'estensione più piccola di 1 cm^2 alla scala della carta, o di forma anomala (p.es. un poligono allungato e di spessore ridotto), necessitando quindi di una maggiore visibilità;
- nel caso in cui l'unità abbia un'estensione che comprenda quasi tutta l'area del foglio, rendendosi necessaria una scelta cromatica non eccessivamente invasiva.

In questi casi si consiglia di ricorrere all'inserimento di ribattiture/sovrassegni sul colore di base originale; in caso di inderogabile necessità di variazione cromatica è importante effettuare scelte di colori non eccessivamente difformi dal timbro assegnato. Si ricorda infine che "*In merito poi all'intensità cromatica massima possibile… la base topografica dovrà risultare sempre leggibile nei suoi elementi costituenti: planimetria, altimetria ed idrografia*" (TACCHIA, 2007, pag. 35).

Per la realizzazione dei tasselli cromatici si raccomanda l'attenta lettura del "CRITERIO DI LETTURA DEI TASSELLI CROMATICI" (fig. 23; cfr. anche TACCHIA, 2007, pag. 31). Si sottolinea inoltre

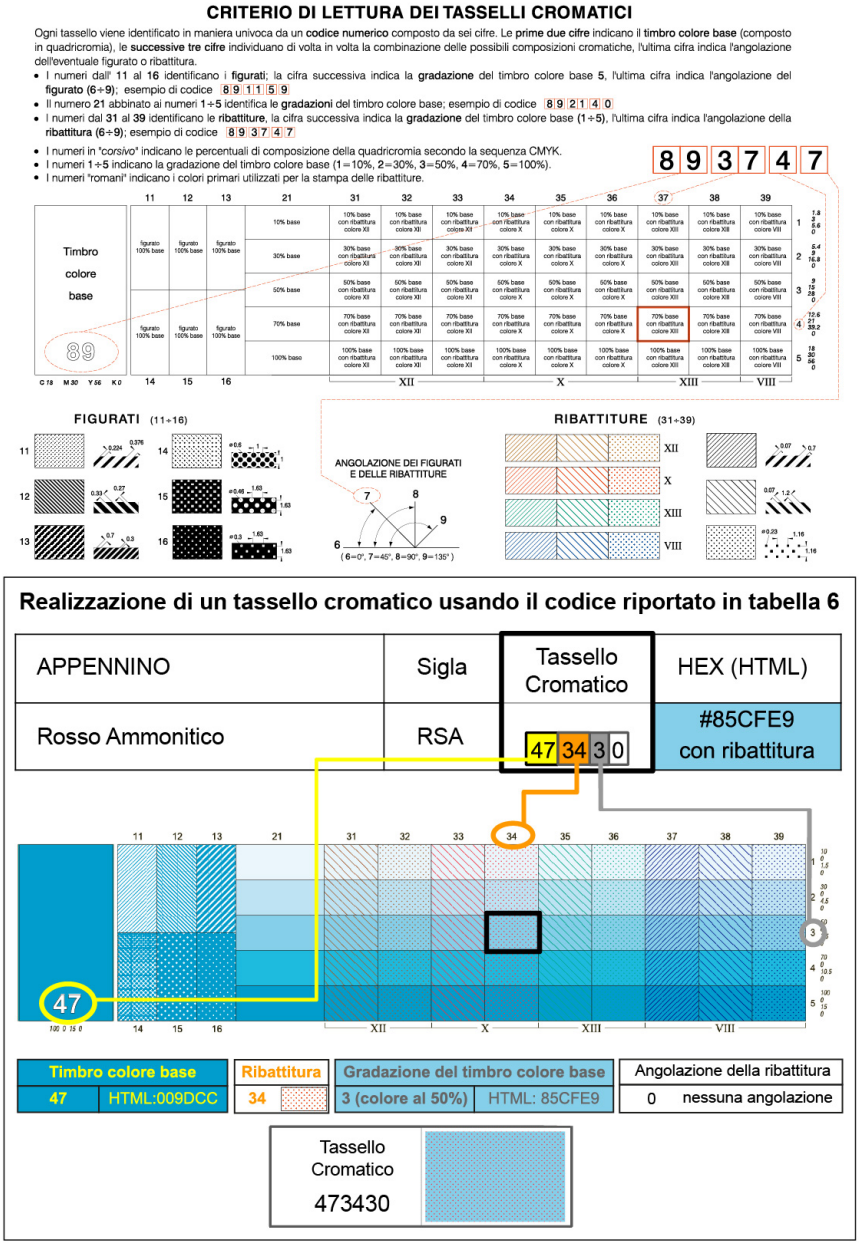


Fig. 23 - Schema illustrativo per la lettura (cfr. volume 11 dei Quaderni - TACCHIA, 2007) e la realizzazione dei tasselli cromatici.

che i colori realizzati potrebbero non essere conformi a quelli del Servizio Geologico d'Italia e potrebbero dunque rendersi necessarie delle modifiche da parte dei revisori del progetto e dei cartografi del Servizio Geologico d'Italia in fase di allestimento per la stampa.

11.2.2. - *Impianto colori per le unità litostratigrafiche tradizionali e utility per QGIS*

Nella rappresentazione cromatica delle formazioni l'attribuzione del colore è legata all'età della formazione (cfr. *International Chronostratigraphic Chart-International Commission on Stratigraphy* - *https://stratigraphy.org/chart*). Con l'intento di rendere coerente a tale principio la rappresentazione cromatica delle unità tradizionali, il cui elenco è contenuto nel volume 7(VI-VII) dei *Quaderni* (Cita *et alii*, 2007a,b) e nel Catalogo online delle Formazioni Geologiche Italiane (Tradizionali I e Tradizionali II), è stato assegnato ad ognuna di queste un tassello cromatico univoco che può essere utilizzato per il *preview* a video dei nuovi fogli. L'intento è quello di avviare un processo di standardizzazione di tutte le unità geologiche regionali accettando che codificare cromaticamente un'unità significa attribuirle un valore geologico formale.

Il lavoro di scelta e attribuzione dei tasselli cromatici è stato preceduto da un'analisi dei colori e dei figurati, o ribattiture, attribuiti ad ogni unità nei fogli geologici alla scala 1:50.000 già pubblicati: è stata verificata la frequenza dei tasselli cromatici usati per ogni formazione e si è provveduto ad esaminare la congruità con i colori indicati dall'*International Commission on Stratigraphy* e consultabili al link "*Colour Chart (Excel)*" nella pagina https://stratigraphy.org/chart. A questo riguardo è utile ricordare che, sebbene alcuni dei colori storicamente usati per le unità CARG appaiano discostarsi da quanto indicato dalla Commissione Internazionale, questo avviene principalmente per i valori "K" (percentuali di nero) del sistema CMYK: la scelta operata dai cartografi del Servizio Geologico d'Italia è stata quella di evitare, per quanto possibile, quei colori che, in gergo, vengono definiti "sporchi" al fine di attenuare le interferenze con la base topografica e preferire "*una qualità cromatica in genere più brillante*" (volume 11 dei *Quaderni* - Tacchia, 2007). Per completare il lavoro di analisi si è infine provveduto a testare i tasselli cromatici scelti applicandoli alle successioni stratigrafiche tradizionali, onde evitare che tasselli tra loro troppo simili risultassero contigui nei fogli.

Per le unità appenniniche del dominio umbro-marchigiano si è invece scelto di utilizzare prioritariamente i tasselli cromatici visibili nei Fogli geologici al 50.000 di recente pubblicazione sul web, 337 "Norcia" (Servizio Geologico d'Italia, 2021b) e 348 "Antrodoco" (Servizio Geologico d'Italia, 2022b), perché frutto di una recente cooperazione tra geologi e cartografi del Servizio Geologico d'Italia.

I tasselli cromatici attribuiti ad ogni unità vengono forniti agli operatori CARG e a chi ne faccia richiesta attraverso un file .xml che può essere utilizzato con il *software open source* QGIS; per caricare il file .xml in QGIS è possibile seguire le medesime indicazioni date per i simboli (vedi § 11.1 "Simbologia"). Viene inoltre fornita una tabella (Tabella 6) che riporta l'elenco delle Unità Tradizionali, la sigla di ognuna di queste, il codice del tassello del Manuale Cromatico attribuito e il relativo codice HTML. Nella tabella non vengono date indicazioni esplicite circa gli eventuali figurati e le ribattiture. Qualora fosse necessario realizzare una simbologia digitale delle unità tradizionali in un *software* diverso da QGIS si ricorda di far riferimento ai codici della colonna "Tassello Cromatico" contenente le informazioni specifiche necessarie. Per la decodifica dei tasselli cromatici si ricorda di consultare il "CRITERIO DI LETTURA DEI TASSELLI CROMATICI" presente in una sezione del Manuale Cromatico (parte B), e riportato in figura 23, dove viene illustrato un esempio grafico per la realizzazione di un tassello cromatico (https://progetto-carg.isprambiente.it/quaderno15&oggettidigitali/Manuale_Parte_B.pdf).

Tab. 6 - *Impianto colori delle unità tradizionali.*

ALPI	Sigla	Tassello Cromatico	HEX (HTML)
Rosso Ammonitico Veronese	ARV	442130	#D2EBF3
Formazione dell' Auerning	AUR	612130	#E8E9DD
Formazione a Bellerophon	BEL	592130	#E9B582
Buchenstein	BUC	543359	#AB99C9 con ribattitura
Formazione di Collio	COL	582130	#FCCA8D
Corna	COR	492150	#DEE2F3
Dolomia Cassiana	DCS	502130	#ECD9EB
Formazione del Dimon	DIM	612150	#D1D2BC
Dolomia Principale	DPR	512120	#FCE5F0
Arenaria di Val Gardena	GAR	602140	#D7BE82
Formazione dell' Hochwipfel	HOC	622150	#A6A77E
Oolite di San Vigilio	OSV	461450	#00ABC5 con figurato
Rosso ad Aptici	RAP	443447	#BDE3ED con ribattitura
Conglomerato di Richtofen	RIC	561550	#674997 con figurato
Radiolariti del Selcifero Lombardo	RSL	442140	#BDE3ED
Formazione di San Cassiano	SCS	503630	#ECD9EB con ribattitura
Sass de la Luna	SDL	393720	#DCEBD2 con ribattitura
Servino	SRV	562130	#AFA0CE
Verrucano Lombardo	VER	572140	#FFEDC9
Formazione di Wengen	WEN	542140	#C4B7DB
Formazione di Werfen	WER	552150	#8577B6

APPENNINO	Sigla	Tassello Cromatico	HEX (HTML)
Bisciaro	BIS	253340	#EEB059 con ribattitura
Anidriti di Burano	BUR	512150	#F29DC3
Calcare Cavernoso	CCA	522140	#E795BF
Calcari Diasprigni	CDU	442130	#D2EBF3
Corniola	COI	482130	#8AB2E0
Calcari a Palaeodasycladus	CPL	483920	#BCD0ED con ribattitura
Argille Azzurre	FAA	162130	#FFF09A
Formazione di Monte Facito	FAC	552130	#C1BADD
Formazione a Colombacci	FCO	232120	#F6E2C4
Marne a Fucoidi	FUC	372140	#AEBE5F
Flysch Galestrino	FYG	422130	#C0E0CD
Flysch Rosso	FYR	382120	#DFEBC5
Grezzoni	GRE	532120	#DEC5E0
Macigno	MAC	302140	#DDAE55
Maiolica	MAI	392150	#74B95B
Calcare Massiccio	MAS	482150	#0072BB
Calcari e Marne a Posidonia	POD	462130	#9FD7E4
Portoro	PRT	502150	#DAB0D3
Pseudomacigno	PSM	312150	#C89F00
Pietraforte	PTF	381158	#83BB26 con figurato
Rosso Ammonitico	RSA	473430	#85CFE9 con ribattitura
Scaglia Rossa	SAA	382130	#C8DD9B
Scaglia Bianca	SBI	362140	#BEBE87
Scaglia Cinerea	SCC	282120	#E9D5BB
Schlier	SCH	252150	#E48F00
Calcari con Selce	SLC	542130	#D4CBE6
Scisti Silicei	STS	482110	#E9F0FA
Tufiti di Tusa	TUT	302120	#F2DBB6

ISOLE	Sigla	Tassello Cromatico	HEX (HTML)
Sardegna			
Buntsandstein	BUN	562150	#674997
Calcari a Clymenie	CYM	622130	#D3D3BC
Keuper	KEU	502140	#E5C9E2
Lignitifero	LGN	333149	#E5D55B con ribattitura
Miliolitico	MLI	352130	#D9CE85
Muschelkalk	MUK	512140	#F6BED8
Scisti a Graptoliti	SGA	182140	#FFEA64
Sicilia			
Formazione Inici	INI	482120	#BCD0ED
Lattimusa	LTM	432150	#87CAC0
Formazione Hybla	HYB	412140	#44AD79
Tripoli	TPL	232150	#DAB58A
Trubi	TRB	192150	#FFD300

12. - ALLESTIMENTO E PREPARAZIONE PER LA STAMPA DEI FOGLI GEOLOGICI

(a cura di FALCETTI S., con i contributi di VITA L. & SCHVARCZ T.)

Per quanto riguarda l'allestimento e la preparazione dei fogli per la stampa, rimangono a tutt'oggi ancora valide le indicazioni del volume 2 dei *Quaderni* (COSCI *et alii*, 1996).

Di seguito sono sinteticamente illustrati aggiornamenti/revisioni degli elementi, alcuni fondamentali altri opzionali, che caratterizzano i fogli della collana alla scala 1:50.000 del Servizio Geologico. Tra gli elementi strettamente necessari troviamo il "campo carta", la legenda, le sezioni, lo schema tettonico, lo schema dei rapporti stratigrafici e tutte le indicazioni giuridiche, e non, che identificano gli autori/realizzatori del foglio.

Il Foglio è completato dalle Note Illustrative (NI), entrambi riuniti in un cofanetto la cui veste editoriale rimane immutata. Per l'impostazione editoriale delle NI si continua a fare riferimento alle indicazioni del volume 2 dei *Quaderni* (COSCI *et alii*, 1996; capitolo 3). Queste risultano tuttavia superate per gli aspetti legati all'evoluzione delle tecnologie di restituzione delle immagini e dei documenti, ad esempio per ciò che riguarda la produzione a colori delle immagini, che è ovviamente consentita, oppure la consegna di copie cartacee, non più necessaria. Anche il numero massimo di pagine consentite, precedentemente fissato a 128, è ormai solo un'indicazione di massima cui nel corso del Progetto si è spesso derogato, rimanendo tuttavia il suggerimento di produrre un documento sintetico pur se esaustivo. Si **sconsiglia** invece vivamente l'uso di tavole fuori testo (figure con piega), operazione che richiede un intervento manuale in fase di rilegatura.

12.1. - ELEMENTI INDISPENSABILI

Tra questi il più rilevante è il campo carta che posizionato al centro degli elementi di corredo funge da centroide all'inquadratura generale. Ai lati di esso sarà posizionata la legenda suddivisa in colonne. Ricordiamo che le dimensioni del foglio sono vincolate alle dimensioni delle note e al loro cofanetto riconducibile al formato ISO A5 (21x14,8 cm). Avremo quindi un'altezza di cm 63 (tre pieghe orizzontali) ed una larghezza determinata dall'ampiezza della legenda composta in colonne con larghezza massima di cm 14,8 (solitamente 1 colonna per lato). Completano la stesura della legenda delle unità geologiche le legende specifiche delle simbologie (caratteri tessiturali e simbologia) riportate sul campo carta (fig. 24).

Fondamentale ricordare che graficismi e colori usati nel campo carta e negli schemi a contorno dovranno essere tra di loro univoci, anche nei casi in cui gli schemi abbiano una loro legenda dedicata con unità di sintesi (come per gli schemi tettonici e regionali) che riporteranno lo stesso timbro

colore o molto simile, della legenda del campo carta.

Ci preme ricordare che schemi non strettamente indispensabili, quando non possono essere riportati in carta per mancanza di spazio sono sempre pubblicabili sulle note illustrative a corredo del foglio.

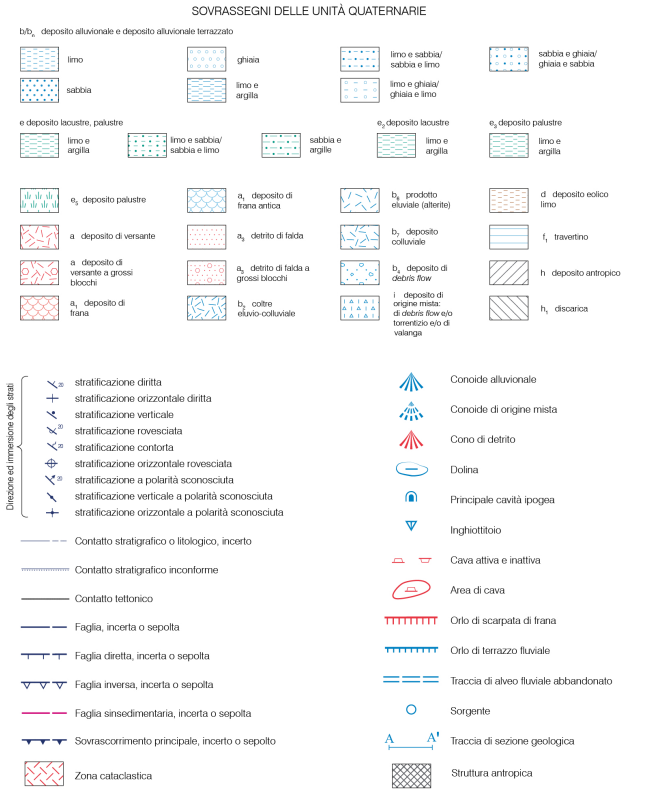


Fig. 24 - Legende specifiche delle simbologie: caratteri tessiturali e simbologia (esempio tratto dal Foglio 337 - Norcia - Servizio Geologico d'Italia, 2021b).

12.1.1. - *Sezioni geologiche*

Le sezioni geologiche sono un elemento indispensabile a corredo del foglio geologico. Indicazioni sulla loro costruzione grafica/editoriale sono fornite nei paragrafi 1.3.5. e 1.6.l volume 2 dei *Quaderni* (Cosci *et alii*, 1996), , cui si rimanda.

Qui vale la pena di richiamare quanto riportato in merito alla scala delle sezioni: "*Il rapporto tra la scala verticale e quella orizzontale è fissato in 1/1 (lunghezze uguali ad altezze) a meno di particolari problemi di rappresentazione che debbono essere esplicitamente approvati dal Servizio Geologico Nazionale. In presenza di pozzi profondi, dei quali si vuole descrivere la stratigrafia in sezione, può essere ammessa la scala pari a metà di quella utilizzata nella sezione*".

Si sottolinea che, nel corso della realizzazione dei fogli del Progetto CARG, alcune situazioni geologiche hanno richiesto una inevitabile deroga al rapporto lunghezze/altezze pari a 1/1 sopra ricordato, in particolare per i fogli in aree vulcaniche o in aree sommerse (cfr. ad esempio fogli 446-447 "Napoli" e 465 "Isola di Procida" - Servizio Geologico d'Italia, 2015b, 2017a) per i quali è stato necessario ricorrere ad una esagerazione verticale anche di tre volte o più per mettere in evidenza strutture altrimenti non leggibili alla scala 1:50.000.

I toponimi riportati saranno quelli che la traccia della sezione attraversa in campo carta, saranno restituiti posizionati da una linea di spessore 0,1 mm; nel caso in cui il toponimo sarà nei dintorni della traccia sarà collocato senza la linea. Il font utilizzato, simile a quello della base topografica, è Helvetica con la caratterizzazione relativa (per esempio il corsivo per l'idrografia).

Relativamente ai graficismi utilizzati in sezione per rappresentare e caratterizzare la campitura della litologia delle unità stratigrafiche (es. calcare = "mattonato") si può fare riferimento alla figura 25 di uso consolidato nella tradizione del Servizio Geologico d'Italia o anche ad altre convenzioni internazionali di uso consolidato. Ricordiamo che il colore utilizzato per tali graficismi è il Pantone cool grey 10.

12.1.2. - *Sezione sismica interpretata (fogli parte a mare)*

Un elemento di aggiornamento sono le sezioni sismiche. Solitamente un formato *raster* a cui andranno aggiunte graficamente le informazioni simili alle sezioni geologiche (estremi, orientamento geografico, scala delle altezze con relativo livello del mare, *etc.*), corredato da interpretazioni tramite linee o poligoni, con relativa legenda delle unità riconosciute.

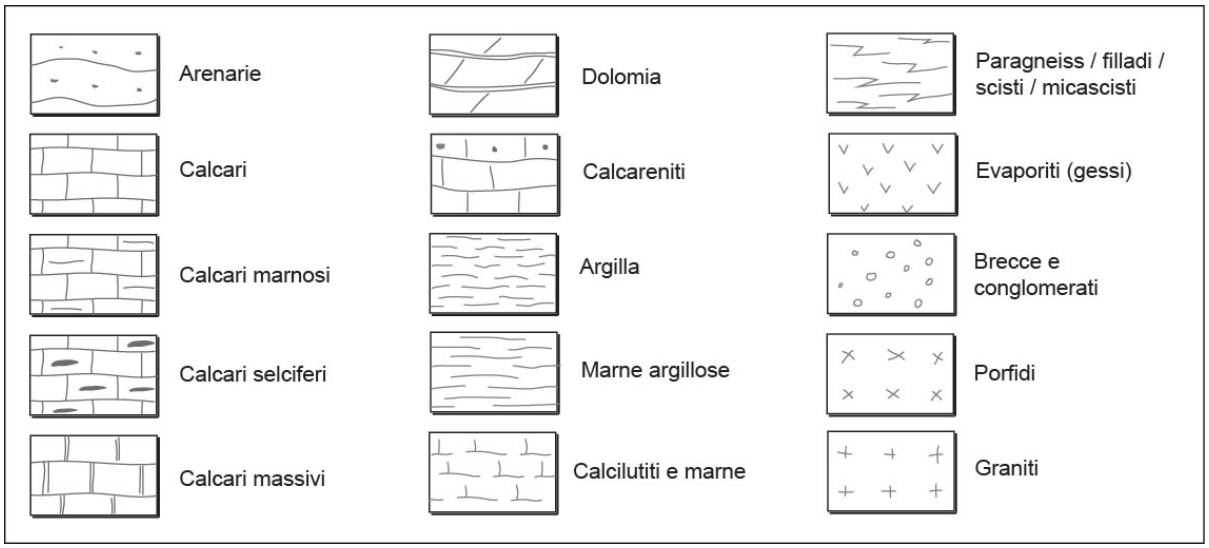


Fig. 25 - Esempi di rappresentazioni litologiche convenzionali.

12.2. - Standard in uso per il *layout*

12.2.1. - Indicazioni Giuridiche

Rimangono invariate le indicazioni e le autorizzazioni, come da volume 2 dei *Quaderni* (Cosci *et alii*, 1996) con la loro relativa posizione, si ricorda che l'anno del copyright sarà quello della stampa effettiva del foglio; nella collocazione del "blocco" autori in alto a destra si riporterà il periodo di effettuazione dei rilevamenti del foglio ("Rilevamenti eseguiti negli anni ……").

Come elemento di novità, per i fogli che contengono dati batimetrici e nell'esigenza di disporre di detti dati aggiornati e adeguati alla rappresentazione su carta nel rispetto dei requisiti previsti dal Progetto CARG, nel quadro del Protocollo d'Intesa tra M.M. e ISPRA, sottoscritto il 13 Gennaio 2020 che prevede " lo scambio di informazioni e l'aggiornamento delle rispettive banche dati per la realizzazione di cartografia digitale nautica e tematica, alla scala più opportuna, nonché l'elaborazione di dati analitici per gli scopi dell'ISPRA e della M.M." è stato raggiunto un accordo in virtù del quale andrà posta al di sotto del campo carta nello spazio dedicato alle indicazioni giuridiche la dicitura: "Dati batimetrici forniti dall'Istituto Idrografico della Marina (Autorizzazione n.....del.....) - Carta non valida per la navigazione".

12.2.2. - Caratteri tipografici

La "Testata Editoriale" che si trova nella parte superiore centrata al campo cartografico è quella storica a cui è stato aggiunto nel 2022 il nuovo logo dell'ente ISPRA (fig. 26), e sarà cura degli operatori del servizio fornire al contraente gli eventuali aggiornamenti.

Fig. 26 - Testata editoriale con nuovo logo ISPRA.

Per quanto riguarda il carattere del nome e numero del foglio al 50.000, essendo stato disegnato espressamente allo scopo e non essendoci un file font da utilizzare, si fornisce il pdf dei caratteri alfanumerici per la sua composizione manuale (fig. 27).

A B C D E F G H I L M
N O P Q R S T U V Z Y
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Fig. 27 - Caratteri per la compilazione del nome foglio.

Il *font* da utilizzare per la compilazione del testo delle formazioni della legenda è l'Helvetica light o il Swiss721 light mentre per i titoli dei depositi, unità o successioni e per le età delle formazioni il Bodoni. I titoli vanno centrati alla colonna di legenda. La dicitura dell'età di ogni singola formazione è in Times New Roman corsivo maiuscolo; l'abbreviazione "pro parte" (*p.p.*) và riportata in carattere minuscolo.

I titoli degli schemi presenti vanno formattati con un Helvetica Bold corpo 8 centrato, mentre per le legende degli schemi si utilizza il carattere ed il corpo impiegato per la legenda del foglio.

Con l'istituzione di un logo proprio dell'ente sono state aggiornate anche i frontespizi del cofanetto, la copertina la relativa prima pagina, dove il nuovo logo viene inserito nello spazio in alto a sinistra accoppiato allo "stellone" della Repubblica Italiana, tranne che per la prima pagina delle note dove lo "stellone" viene allineato a sinistra della scritta sottostante (fig. 28).

Fig. 28 - Aggiornamento frontespizi con il nuovo logo ISPRA; per i Layout su richiesta si fornisce il PDF.

13. - *VADEMECUM* PER L'ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO DIGITALE

(a cura di Lo Faro S.)

Il presente *vademecum* è volto a fornire ai realizzatori dei Fogli geologici e geotematici del Progetto CARG una breve sintesi dei criteri da seguire per la corretta produzione dei file di stampa.

13.1. - Allestimento cartografico per la stampa: concetti generali

L'allestimento cartografico per la stampa dei Fogli geologici e geotematici consiste nella graficizzazione (comunemente chiamata *vestizione*) degli elementi derivanti dal rilevamento geologico di campagna ed informatizzati per l'archiviazione nella Banca Dati Geologica, secondo le indicazioni descritte nelle *Linee Guida CARG.*

La cartografia alla scala 1:50.000 è dunque il prodotto visuale del lavoro di rilevamento e informatizzazione dei dati geologici.

Secondo questo principio nessuna modifica o alterazione dei dati rilevati ed inseriti nella banca dati deve essere effettuata al momento della restituzione cartografica dei medesimi.

L'unico intervento che è ammesso in fase di allestimento cartografico di un foglio geologico e/o geotematico è quello della cosiddetta "generalizzazione" dei dati rilevati alla scala 1:25.000. Infatti nei casi in cui il rilievo alla scala 1:25.000 presenti elementi con un dettaglio troppo elevato per essere rappresentato alla scala di stampa (1:50.000), il responsabile scientifico del Foglio dovrà valutare l'opportunità di effettuare alcuni accorpamenti e semplificazioni di tali dettagli in modo da renderli leggibili sul foglio stampato. Su questo argomento si veda anche Artioli *et alii* (1997, § 5.2.1).

È anche possibile che, nella trasposizione da banca dati al 25.000 alla stampa al 50.000, alcune informazioni risultino essere poco leggibili ma tuttavia importanti dal punto di vista geologico. Sarà cura del cartografo evidenziare e discutere con il coordinatore/responsabile scientifico del Foglio la più appropriata risoluzione del problema, che potrà essere una enfatizzazione del fenomeno o la sua eliminazione; si tratta chiaramente di accorgimenti necessari solo per la stampa cartacea.

Si sottolinea per maggiore chiarezza, che tutte le operazioni di generalizzazione e di alterazione del dato finalizzate esclusivamente alla stampa del Foglio alla Scala 1:50.000 non devono essere riportate nella BDG in scala 1:25.000 che manterrà pertanto tutti gli elementi inalterati.

Qualora durante la fase di allestimento si presenti l'inderogabile necessità di modificare il dato geologico e/o la sua rappresentazione (es. codici impianto colori) è obbligatorio darne tempestiva comunicazione al Coordinatore ISPRA che provvederà ad informare i referenti del foglio geologico e della Banca Dati Geologica.

13.2. - Attribuzione delle specifiche grafiche agli elementi tematici della Carta

La "vestizione" degli elementi tematici della Carta deve essere effettuata graficizzando direttamente gli oggetti vettoriali informatizzati e contenuti nella BDG.

Questa operazione può essere fatta utilizzando specifici *software* che consentano di leggere direttamente sia l'informazione geografica georeferenziata che il dato tabellare associato nel Database, in modo da graficizzarlo secondo gli stili espressi nelle *Linee Guida CARG*.

L'utilizzo di questi criteri generali di traduzione grafica delle *feature* della BDG è l'unico modo per garantire una perfetta coerenza tra il dato e la sua rappresentazione grafica.

13.3. - Criteri di sovrapposizione degli elementi grafici

Gli elementi grafici di un Foglio geologico possono essere raggruppati in 4 categorie principali: Poligoni, Linee, Punti e *Label*.

Tali elementi sono normalmente organizzati in *layer* in tutti i più comuni *software* di grafica.

Il criterio di sovrapposizione degli oggetti grafici, o dei *layer* che li contengono, deve seguire il seguente criterio di successione: il livello più basso deve contenere gli oggetti poligonali, al di sopra di questo vanno collocati gli oggetti lineari che a loro volta avranno al di sopra gli oggetti puntuali ed infine il livello più alto dovrà essere quello delle *label*.

Questo criterio di sovrapposizione consente di ottenere la corretta visibilità di tutti gli oggetti da rappresentare ed evita che ci possano essere alterazioni cromatiche degli oggetti stessi.

13.4. - La quadricromia ed i colori primari

Le Linee Guida per la rappresentazione cartografica per la stampa dei Fogli geologici e geotematici (Cosci *et alii*, 1996 e capitolo 11 del presente documento) prevedono per i cromatismi delle diverse *feature* da rappresentare, sia l'utilizzo dei colori ottenuti in quadricromia che l'utilizzo dei colori primari Pantone.

In particolare il criterio generale è quello di rappresentare le campiture degli elementi poligonali attraverso l'uso dei colori di quadricromia (si veda il § 11.2 "Manuale Cromatico CARG" del presente documento) mentre invece per gli elementi lineari, puntuali e le *label* è indicato l'uso di colori primari Pantone.

Un caso a parte riguarda gli elementi di colore nero 100% di quadricromia che può essere usato sia per elementi lineari che puntuali che *label* (ad es. le *label* dei poligoni geologici cioè le sigle delle unità rappresentate, il contatto tettonico, *etc.*).

13.5. - La sovrastampa

Nella stampa di tipo tipografico *offset*, come quella dei Fogli geologici e geotematici del Progetto CARG, va posta particolare attenzione alla sovrapposizione dei colori dei vari oggetti che si vogliono rappresentare.

Oltre al criterio di sovrapposizione delle *feature* di cui abbiamo già dato indicazione, bisogna anche porre attenzione agli effetti della sovrapposizione dei colori dei diversi oggetti da rappresentare. Un oggetto lineare, un oggetto puntuale oppure anche una *label* che si trovino sovrapposti ad un poligono colorato non devono eliminare il colore del poligono sottostante bensì il loro colore deve "fondersi" con quello del poligono secondo il principio della sovrastampa.

Questa funzione di "sovrapposizione dei colori" evita che vi siano zone bianche nelle campiture di colore al di sotto degli elementi lineari e puntuali scongiurando il rischio in fase di stampa di avere

aloni bianchi attorno agli elementi lineari e puntuali dovuti ad un non perfetto allineamento delle lastre di stampa dei diversi colori, in particolare per oggetti molto piccoli o molto sottili.

La funzione della "sovrastampa", talvolta indicata con nome diverso, è una funzione implementata e presente in tutti i principali *software* di grafica. Tale funzione ha tuttavia lo svantaggio di poter alterare la resa cromatica finale di alcuni elementi sovrapposti. Pertanto il Servizio Geologico d'Italia ha in fase di sperimentazioni soluzioni grafiche alternative che possano ovviare a questo problema.

13.6. - La Base topografica IGM alla scala 1:50.000

Come già indicato nel capitolo 2 delle presenti *linee guida*, la base topografica da utilizzare per l'allestimento cartografico per la stampa del Foglio geologico è il corrispondente foglio topografico IGM Serie 50 in formato Raster a risoluzione non inferiore a 1016 dpi, suddiviso nei tre strati Planimetria (da rappresentare in Pantone Cool Gray 10), Idrografia (da rappresentare in Pantone Process Blue 1) e Altimetria (da rappresentare in Pantone 1395).

I tre strati della Base topografica del Foglio IGM Serie 50 (che possono essere richiesti direttamente all'Istituto Geografico Militare seguendo le modalità indicate al § 2.1 delle presenti *Linee Guida*) devono essere georeferenziati in coordinate piane (metriche) TM-ETRS2000 in modo da avere una perfetta sovrapposizione con i dati geologici.

13.7. - Raddrizzamento del Campo Cartografico

L'intero campo cartografico del Foglio geologico e/o geotematico, inclinato per effetto della georeferenziazione, deve essere "raddrizzato" riportandolo con il lato inferiore orizzontale e parallelo rispetto all'inquadramento generale dell'intero Foglio.

Tutti gli elementi contenuti nel campo carta dovranno ruotare in solido con il foglio stesso.

Le sigle delle unità geologiche nonché i numeri delle misure di strato (giaciture) e più in generale tutte le *label* dovranno invece mantenere orientamento orizzontale.

13.8. - Elementi a cornice

Tutti gli elementi a cornice del campo carta (legende, sezioni geologiche, schemi, tabelle, immagini *etc.*) devono essere composte secondo i criteri grafici generali descritti nello schema di inquadratura marginale del foglio, pubblicato nel volume 2 dei *Quaderni* (Cosci *et alii*, 1996) e secondo quanto illustrato nel § 7.3 di questo documento.

Il file grafico definitivo di allestimento per la stampa dovrà contenere sia il campo carta che tutti gli elementi a cornice già disposti nel formato di stampa e secondo lo spartito di piegatura.

13.9. - Specifiche del file grafico da fornire per la stampa

Il *file* da fornire al Servizio Geologico quale prodotto finale di allestimento cartografico per la stampa *offset* dovrà essere in formato PDF con spazio cromatico CMYK+colori Pantone, non compresso. Particolare cura dovrà essere posta nell'assicurarsi che nel file in formato PDF siano incorporate tutte le immagini utilizzate, così come i *font*, e che tutti gli elementi vettoriali non vengano trasformati in formato *raster*.

Il file di consegna sarà quindi processato dal sistema di produzione delle lastre per stampa *offset* il cui numero dovrà corrispondere a quello dei colori CMYK + Pantone previsti per il Foglio.

14. - RICHIESTA DI NUOVI CODICI BDG E/O SIMBOLI

(a cura di Battaglini L. & Carta R.)

Si danno nel seguito indicazioni per la richiesta di nuovi simboli e/o nuovi codici della Banca Dati Geologica (BDG) da utilizzarsi nel caso in cui gli operatori CARG manifestino la necessità di nuove occorrenze per soddisfare la rappresentazione dei dati geologici rilevati nei fogli.

Il Gruppo di Lavoro per l'informatizzazione e la simbologia (GLInt), che svolge le attività necessarie per la manutenzione e aggiornamento della Banca Dati Geologica (BDG) e della Libreria dei Simboli del Progetto CARG, si occupa anche della valutazione delle proposte di integrazione e modifica richieste dai Contraenti. Le richieste di integrazione della BDG e dei simboli per l'allestimento cartografico devono essere inoltrate al Servizio Geologico d'Italia tramite un apposito modulo editabile, scaricabile al seguente indirizzo web dell'ISPRA:
https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/progetto-carg-cartografia-geologica-e-geotematica/carg-modulo-modifica-bd.pdf

Le proposte contenute nel modulo, debitamente compilato secondo i suggerimenti indicati nel prototipo che segue, ed inviato a: segreteriacarg@isprambiente.it, saranno sottoposte al relativo GdL che ne valuterà i contenuti e, se approvate, implementeranno la BDG e/o la Libreria dei Simboli.

ISPRA - Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia
Servizio GEO-CAR
Via Brancati, 60
00144 ROMA
segreteriacarg@isprambiente.it

MODULO PER LA RICHIESTA DI NUOVI CODICI E/O SIMBOLI

Motivazione geologica della richiesta			
Banca dati	**Tabella** (Indicare la tabella della BDG da implementare)	**Attributo** (Indicare il campo della tabella della BDG in cui inserire l'elemento proposto)	**Nuovi valori** (Indicare eventualmente una codifica dell'elemento proposto)
Motivazione della richiesta grafica			
Simbolo 1:50.000	**Indicazione grafica** (Inserire la proposta del nuovo simbolo grafico o richiederne la progettazione al GdL)		**Colore** (Indicare eventualmente il colore del simbolo proposto, coerentemente con i codici del Manuale Cromatico e con i codici rappresentati nel volume 12(I) dei *Quaderni* e successivi aggiornamenti)
Definizione per il glossario	In questa sezione è richiesto l'inserimento di una definizione dell'elemento oggetto della richiesta, aggiungendo, ove possibile, anche la definizione INSPIRE e/o CGI ControlledVocabulary (https://cgi.vocabs.ga.gov.au/vocab/) e i riferimenti bibliografici		

NOTE ILLUSTRATIVE

15. - AGGIORNAMENTO DELLE INDICAZIONI PER LA REDAZIONE DELLE NOTE ILLUSTRATIVE

(a cura di Fiorentino A., Fiorenza D., Martarelli L., Troccoli A. & Vita L.)

15.1. - Aspetti generali

Indicazioni sui contenuti delle Note Illustrative a corredo dei fogli geologici del Progetto CARG sono riportate nel volume 1 dei *Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III* (di seguito, *Quaderni* - Pasquarè *et alii*, 1992) solo per alcuni aspetti settoriali (§ 4.6. - geologia del cristallino, § 5.4. - geologia applicata e § 6.5 - aree marine). Una più generale trattazione sull'impostazione da dare al documento e sugli argomenti indispensabili da trattare è contenuta nel volume 12(III) dei *Quaderni* (Galluzzo *et alii*, 2009) e, per gli aspetti settoriali delle aree vulcaniche, anche al § 7.8 dello stesso volume.

Nel seguito sono riportati alcuni approfondimenti ed integrazioni specifiche ai *Quaderni* sopra citati. Tali integrazioni originano dalla esperienza acquisita dal Servizio Geologico d'Italia nella attività di validazione, revisione e produzione dei fogli geologici svolta nelle precedenti fasi del Progetto CARG.

In linea generale, nella redazione dei testi si suggerisce di non utilizzare l'espressione "Come è noto" o similari. Se non se ne può fare a meno è sempre opportuno integrarla con dei riferimenti bibliografici, meglio se di lavori di inquadramento dell'argomento. Si ricorda anche che nei testi, per le parole in lingue diverse dall'italiano e dal latino, è buona prassi non utilizzare la forma plurale: quindi ad esempio *gully* (non *gullies*), *unconformity* (non *unconformities*), *klippe* (non *klippen*) e così via.

Per l'impostazione editoriale dei testi si può fare riferimento alle indicazioni del volume 2 dei *Quaderni* (Cosci *et alii*, 1996; capitolo 3) e al capitolo 12 di questo documento.

Per la redazione dell'elenco bibliografico, oltre a far riferimento a quanto indicato in Cosci *et alii* (1996 - capitolo 3), si raccomanda di seguire l'ordine alfabetico del primo autore, poi del secondo, del terzo e così via, indipendentemente dal numero complessivo degli Autori. Solo successivamente, a parità di Autori, si adotterà l'ordine cronologico dell'anno di pubblicazione, dal più antico al più recente. Se gli Autori sono più di due e sono citate più pubblicazioni dello stesso anno, è necessario inserire la lettera minuscola dopo l'anno di pubblicazione, per evitare che nel corpo del testo delle Note Illustrative la citazione risulti indistintamente "Autore *et alii*, anno". Si ricorda anche che per i nomi degli autori va utilizzato lo stile Maiuscoletto, la locuzione latina *et alii* va scritta sempre in corsivo e per esteso, va inserita la & prima dell'ultimo autore. Si raccomanda, infine, di utilizzare una punteggiatura e una grafia omogenea per tutte le citazioni (cfr. Cosci *et alii*, 1996), ad esempio mettendo

l'anno di pubblicazione tra parentesi seguito da un trattino, uniformando le abbreviazioni per i nomi delle riviste in tutte le citazioni.

Le Note Illustrative devono essere integrate da un *abstract* esteso e dal testo della legenda in lingua inglese, al fine di rendere per quanto possibile fruibile il documento ad una utenza non solo italiana, come già suggerito nel volume 12(III) dei *Quaderni* (Galluzzo *et alii*, 2009). L'*abstract* deve illustrare in modo schematico almeno i dati stratigrafici, paleogeografici e strutturali più importanti emersi dal rilevamento del foglio. *Abstract* esteso e legenda in inglese dovranno essere inseriti nelle Note illustrative alla fine del testo in italiano e prima della bibliografia, e non dovranno superare le 10 pagine. Resta invariato il numero complessivo di pagine delle Note Illustrative già indicato nel volume 2 dei *Quaderni* (cfr. Cosci *et alii*, 1996).

15.2. - Cave e miniere

Su questo argomento si osserva una trattazione disomogenea nei Fogli CARG già pubblicati. Si sottolinea qui l'importanza di effettuare un censimento completo delle cave e delle miniere che ricadono all'interno del Foglio in oggetto, sia attive che inattive, di inserire il simbolo in carta e l'occorrenza in BD (cfr. Pasquarè *et alii*, 1992) e una trattazione estesa dell'argomento nelle Note Illustrative, possibilmente con alcuni esempi caratteristici.

La struttura della trattazione sulle cave e miniere nelle N.I. dovrebbe comprendere, in forma sintetica, il seguente elenco indicativo di contenuti, secondo le informazioni disponibili in letteratura scientifica:

- Nome e localizzazione della cava o miniera.
- Tipo di roccia o minerale estratto.
- Composizione mineralogica e geochimica della mineralizzazione.
- Formazione/i che ospita/no la roccia o il minerale.
- Stato: attiva (in produzione/non in produzione), inattiva (attività sospesa, chiusa, eventuale recupero ambientale in atto o realizzato).
- Volumi estratti o potenzialmente estraibili.
- Origine e modalità di formazione della mineralizzazione.
- Disponibilità di dati relativi a sondaggi o pozzi per ricerca mineraria che interessano l'area estrattiva.

Se sono presenti nell'area del Foglio aree di cava o di miniera di particolare importanza estrattiva o storica, magari attualmente riconvertite in aree museali geo-minerarie, si raccomanda di riportare nelle Note Illustrative uno schema della distribuzione delle risorse estrattive (scala circa 1:200.000) e di inserire delle figure per illustrare l'assetto geo-minerario delle mineralizzazioni di particolare interesse.

15.3. - Acque sotterranee

Questo argomento nei Fogli CARG già pubblicati è stato trattato talvolta in modo disomogeneo e a volte un po' troppo generico. Si comincia quindi con il raccomandare l'applicazione delle Linee Guida contenute nel capitolo 5 del volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii*, 1992), in particolare di riportare nelle Note Illustrative di tutti i Fogli in corso di realizzazione, "*dati e schemi sull'assetto idrogeologico dell'area*" (si propone una scala di circa 1:200.000 per lo schema), "*sulle sue potenzialità e sui problemi relativi (vulnerabilità, etc.)*". Si suggerisce inoltre di arricchire la descrizione delle principali unità stratigrafiche con una sintetica nota sulle generali caratteristiche di permeabilità. Si ricorda che, oltre l'indubbia importanza di queste informazioni a fini applicativi e di pianificazione territoriale, gli schemi idrogeologici rappresentano un banco di prova per "validare" il modello geologico-strutturale del Foglio in oggetto.

Si raccomanda di riportare sulla carta "*le più importanti sorgenti*", comprese "*le principali sorgenti sottomarine conosciute*", mentre si suggerisce di inserire nello Strato 13 della BDG il maggior numero possibile di sorgenti, note da letteratura o rilevate in campagna.

Anche i più importanti pozzi e campi pozzi noti da letteratura o rilevati in campagna possono essere opportunamente riportati sulla carta e/o inseriti nello Strato 13 della BDG.

La struttura della trattazione sulle acque sotterranee nelle N.I. dovrebbe comprendere, in forma sintetica, il seguente elenco indicativo di argomenti, secondo le informazioni disponibili in letteratura scientifica:

- Principali studi idrogeologici di riferimento.
- Informazioni di carattere termo-pluviometrico.
- Cenni sull'idrologia di superficie.
- Descrizione dei complessi idrogeologici.
- Inquadramento idrogeologico e descrizione delle unità idrogeologiche a scala regionale.
- Inquadramento idrogeologico e principali strutture idrogeologiche e acquiferi alla scala del Foglio.
- Caratteristiche delle sorgenti e idrogeochimica delle acque.
- Opere idrauliche.

15.4. - Alcune considerazioni riguardo la pericolosità idraulica

La pressione antropica non ha risparmiato settori di pertinenza fluviale trasformando le inondazioni da semplice fenomeno naturale in eventi che, sempre più spesso, si accompagnano a danni non solo di natura economica, ma anche e soprattutto di vite umane. L'aumento della pressione antropica emerge anche da studi recenti sul "consumo di suolo" che, in misura maggiore e/o minore, interessa l'intero territorio nazionale (Munafò, 2022).

Come già scritto nel paragrafo 5.4 del volume 1 dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii*, 1992) e ribadito, nella stessa collana editoriale, nel paragrafo 6.2 del volume 12(III) (Galluzzo *et alii*, 2009), lo studio dei "*processi potenzialmente pericolosi legati alla dinamica fluviale*" è un aspetto che è stato spesso trascurato nei Fogli già realizzati e che invece deve essere opportunamente trattato nelle Note Illustrative. Infatti come per altre pericolosità geologiche, anche il processo di esondazione dei corsi d'acqua può generare condizioni di pericolosità e quindi di rischio là dove interferisce con opere realizzate dall'uomo.

A tal proposito, si sottolinea come una corretta e accurata individuazione e rappresentazione cartografica dei depositi fluviali olocenici può contribuire a migliorare le conoscenze relative alla dinamica fluviale, pertanto favorire la loro chiave di lettura per giungere a una migliore definizione degli ambiti a differente pericolosità. Richiamando un semplice principio, è noto che la deposizione delle particelle trasportate dai corsi d'acqua avviene secondo un meccanismo nel quale vi è un legame diretto tra energia del mezzo, dimensioni delle stesse e strutture sedimentarie, il riconoscimento e la distribuzione sia di queste ultime che delle granulometrie ("tessiture" nel Progetto CARG), permettono di ricostruire all'interno di una piana, con buona approssimazione, le zone a diversa energia, informazione fondamentale nello studio delle inondazioni. Se a ciò aggiungiamo che le condizioni morfoclimatiche, nelle quali si trovano a operare i fiumi attualmente, si sono instaurate pressappoco a partire dall'Olocene, l'individuazione del limite più esterno di tali depositi rappresenta la massima distanza che il corso d'acqua ha raggiunto nel corso della sua storia recente e/o comunque in condizioni comparabili con quelle attuali. Pertanto, negli ambienti fluviali, il riconoscimento di tale limite assume una importanza particolare. Tale aspetto è stato il principio ispiratore in un importante studio riguardante i criteri per la localizzazione di un impianto di smaltimento superficiale di rifiuti radioattivi a bassa e media attività, nel quale, tra i criteri che risultano vincolanti e comportano esclusione, vi è

anche quello rappresentato da zone "*contraddistinte dalla presenza di depositi alluvionali di età olocenica in quanto l'esclusione di tali aree è un ulteriore elemento precauzionale per la minimizzazione del rischio idraulico*" (ISPRA, 2014).

La ricostruzione del "contesto geomorfologico", tra cui l'individuazione del deposito olocenico nell'ambiente fluviale, rappresenta un elemento importante per studiare le dinamiche evolutive in tale ambito. A tale proposito si può citare lo studio "*IDRAIM*", coordinato da ISPRA – Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine, che permette una ricostruzione delle condizioni idrodinamiche quanto più corrispondenti a quelle reali (Rinaldi *et alii*, 2016). Mediante la collaborazione di diversi Enti (ISPRA, Università, CNR) e il lavoro sinergico di ingegneri e geologi si è realizzato uno strumento di particolare efficacia e importanza nel campo della modellazione idraulica che ha permesso una ricostruzione delle condizioni idrodinamiche quanto più corrispondenti a quelle reali. Questo studio dimostra come ambiti così complessi come quelli fluviali vadano affrontati in maniera multidisciplinare, dove ogni figura professionale con le proprie esperienze e bagaglio di conoscenze può concorrere a migliorare la comprensione del fenomeno.

Lo studio approfondito della dinamica fluviale deve necessariamente passare attraverso rilievi di campagna specifici, atti a individuare, analizzare e rappresentare con accuratezza forme e depositi presenti. Pertanto i rilievi di campagna legati al Progetto CARG, attraverso il riconoscimento e la rappresentazione dei depositi fluviali olocenici, possono rappresentare momenti importanti per descrivere, in maniera accurata, natura e caratteristiche dei depositi presenti all'interno della pianura alluvionale, per fornire gli elementi utili ai fini di una ricostruzione accurata e puntuale delle dinamiche in ambiente fluviale, condizione necessaria per una corretta valutazione della relativa pericolosità.

A tale proposito si raccomanda anche l'attenta compilazione delle Tabelle T0180803000, T0180804000 e T0180805000 della Banca Dati Geologica (cfr. capitolo 6 di questo documento) e di riportare le differenti tessiture sul campo carta (cfr. Libreria dei simboli, strato 18, tabella T0180803000), ove sia permesso dalla scala 1:50.000, in modo da mettere in evidenza le diverse facies e quindi gli ambiti a diversa energia della piana di esondazione olocenica. Inoltre, data la loro importanza applicativa, sarebbe utile fornire stralci cartografici e sezioni a scala di dettaglio, possibilmente da rappresentare negli schemi a margine.

15.5. - Aree sommerse

La descrizione delle caratteristiche che riguardano le aree sommerse deve essere considerata come parte integrante dei diversi capitoli delle Note Illustrative. Pertanto, le informazioni relative alle aree sommerse devono essere integrate nelle diverse sezioni dall'inquadramento geologico agli studi precedenti e alla tettonica, anche se i paragrafi dedicati alle aree sommerse possono essere separati da quelli delle aree emerse, nel caso in cui le particolarità di ognuno e della letteratura collegata inducano a differenziarli.

In particolare, è molto importante che i depositi delle aree sommerse siano descritti nel capitolo di stratigrafia, di solito dopo i depositi continentali quaternari. Analogamente ai depositi delle aree emerse, la descrizione nelle Note Illustrative deve procedere dalle unità più antiche (eventuali substrati rocciosi, FST, LST, TST) alle più recenti; i depositi dell'HST attuale devono essere descritti a partire da quelli degli ambienti più prossimi alla linea di costa progredendo via via verso gli ambienti più profondi; infine, si riportano le caratteristiche delle eventuali biocenosi individuate.

Si ritiene opportuno inserire un capitolo intitolato Geologia marina, dopo quello di stratigrafia, per descrivere le metodologie di acquisizione dei dati nelle aree sommerse, le sezioni sismiche e la loro interpretazione, le ricostruzioni delle geometrie dei corpi sepolti, le analisi delle associazioni bentoniche e qualsiasi altra informazione considerata rilevante ai fini della caratterizzazione dei depositi identificati nelle aree sommerse.

CONSEGNA DEI DATI

16. INDICAZIONI PER LA CONSEGNA DEI DATI ACQUISITI

(a cura di Fiorentino A.)

Tutti i dati acquisiti specificamente per la realizzazione di un Foglio con qualsiasi strumentazione e/o metodologia devono essere consegnati al Servizio Geologico d'Italia - ISPRA, compresi i dati grezzi ed i dati ancillari necessari per la loro elaborazione, come per gli esempi seguenti.

Sondaggi geognostici, con prove di permeabilità effettuati con apposite specifiche tecniche: i dati dei sondaggi eseguiti *ad hoc* per la realizzazione del Foglio dovranno essere forniti al Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia secondo quanto previsto dallo schema banca dati L. 464, anche se di profondità inferiore ai 30 m. Qualora le perforazioni si spingano oltre i 30 m dal piano di campagna, il Committente (in solido con l'impresa esecutrice dei lavori) è obbligato all'osservanza della legge n. 464/84 e quindi, utilizzando esclusivamente gli appositi moduli (scaricabili in formato .pdf dal sito ISPRA al link: https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicita-legale/adempimenti-di-legge/trasmissione-informazioni-legge-464-84/istruzioni-per-linvio), a trasmettere all'ISPRA – Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia, comunicazione preventiva di inizio (Mod. 1), eventuali sospensioni (Mod. 2), riprese (Mod. 3) e fine indagine (Mod. 4 con stratigrafia ed ubicazione). L'inosservanza degli obblighi di comunicazione sarà punita con sanzione amministrativa ai sensi dell'art. 3 della sopracitata legge n. 464/84.

Elementi di geofisica, intesi come quei dati ottenibili mediante l'applicazione *in situ* e/o in laboratorio di metodologie geofisiche per la caratterizzazione delle proprietà fisiche e delle geometrie delle rocce, acquisiti specificamente per la realizzazione del foglio devono essere consegnati al Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia secondo i formati previsti dalla Banca Dati Geofisici e dalla Banca Dati Geologica.

Nel caso in cui le elaborazioni per la restituzione cartografica delle aree sommerse siano basate su rilievi geofisici pregressi, non è obbligatorio (anche se auspicabile) che essi siano consegnati a ISPRA. In ogni caso, devono essere resi disponibili, su richiesta, al Responsabile ISPRA nella forma interpretata, per poterne garantire la necessaria validazione.

GLOSSARIO

17. - GLOSSARIO 3.0 PER LA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

(a cura di Muraro C., Cipriani A., Consorti L., Vita L., Battaglini L., Fiorentino A., Fiorenza D., Martarelli L., Orefice S., Pieruccioni D., Silvestri S., Troccoli A., con il contributo informatico di Clemente F.)

L'esperienza acquisita nella prima fase di realizzazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Progetto CARG, unita al recente rifinanziamento del Progetto (L. 160/2019 e L. 178/2020), ha messo in luce la necessità di elaborare un nuovo Glossario di termini geologici e geotematici per la realizzazione della Carta Geologica d'Italia, aggiornato e ampliato. Il Glossario ha lo scopo di garantire un linguaggio comune ed univoco per tutti i prodotti CARG (Foglio Geologico, Note illustrative, Banca Dati) ed è strettamente correlato alla Banca Dati Geologica del Progetto.

Il Glossario 3.0, sostituisce le precedenti versioni contenute nelle *Linee Guida CARG* pubblicate sui volumi 1 e 12(I, III) dei *Quaderni* (Pasquarè *et alii*, 1992; Battaglini *et alii,* 2009a; Galluzzo *et alii*, 2009). La revisione dei termini già presenti nei Quaderni è stata condotta utilizzando la letteratura più recente e/o consolidata, spesso richiamata all'interno delle descrizioni.

Il Glossario 3.0 contiene tutti i termini presenti nella Banca Dati Geologica recentemente aggiornata (2022) e termini generali funzionali alla descrizione dei termini più specifici in essa contenuti. *Link* ipertestuali consentono collegamenti ai sinonimi e alle voci di approfondimento, creando un set di termini geologici interoperabile e semanticamente armonizzato. Alcuni termini sono descritti con i differenti significati in uso nei diversi campi delle Geoscienze, enfatizzando il loro specifico significato nel contesto della Banca Dati Geologica. Alla descrizione dei termini presenti nella Banca Dati Geologica è sempre associata l'indicazione dei nomi e dei codici dei campi e delle tabelle in cui il termine può essere utilizzato.

Per numerosi termini, in accordo alla direttiva europea 2007/2/EC (INSPIRE), è stata riportata anche la definizione del Glossario INSPIRE nonché il relativo *link* che consente l'aggancio al significato e alle informazioni contenute nella scheda INSPIRE; in altri casi si è riportata la definizione del vocabolario IUGS controllato semanticamente (*e.g.*, GeoSciML), fonte primaria di INSPIRE.

Tale scelta ha lo scopo di rendere evidente il confronto con il vocabolario di riferimento europeo comparandolo con la terminologia adottata per il CARG, che spesso si discosta o differisce per la complessità del contesto geologico italiano che esige il dettaglio e la specificità dei termini inseriti in questo Glossario.

Il Glossario è fruibile *on-line* e potrà essere periodicamente aggiornato. È stato pensato come strumento dinamico, utile e versatile per un ampio pubblico (ricercatori, studenti, insegnanti, *etc.*) ma soprattutto per quanti operano nell'ambito del Progetto CARG. Dovrà infatti essere utilizzato come

unico vocabolario di riferimento per la stesura della Legenda e degli elementi a cornice dei fogli geologici, delle Note Illustrative e per l'inserimento delle informazioni nella Banca Dati Geologica.

Per la consultazione del Glossario e delle relative fonti bibliografiche: https://progetto-carg.isprambiente.it/glossario/index.html

BIBLIOGRAFIA

Airaghi L., Warren C.J., de Sigoyer J., Lanari P. & Magnin V. (2018) - *Influence of dissolution/reprecipitation reactions on metamorphic greenschist to amphibolite-facies mica $^{40}Ar/^{39}Ar$ ages in the Longmen Shan (eastern Tibet)*. J. Metamorph. Geol., **36**(7): 933-958. https://doi.org/10.1111/jmg.12420

Amanti M., Casagli N., Catani F., D'Orefice M. & Motteran G. (1996) - *Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione*. Miscellanea del Servizio Geologico Nazionale, VII, SGN, Roma, 109 pp.

APAT (2007) - *Rapporto sulle frane in Italia, Il Progetto IFFI - Metodologia, risultati e rapporti regionali*. Rapporti **78**/2007.

Artioli G.P., Bonansea E., Cara P., Cavallin A., Fantozzi P.L., Forlati F., Garberi M.L., Guzzetti F., Mandrile L., Righini G., Spaziani A., Tommasi G., Ventura F.A., Visicchio F., Angelelli A., Tacchia D. & Omenigradi A. (1997) - *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Banca dati geologici - Linee guida per l'informatizzazione e per l'allestimento per la stampa dalla banca dati*. Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III, **6**, 142 pp.

Azzaroli A. & Cita M.B. (1968) - *Codice Italiano di Nomenclatura Stratigrafica.* Boll. Serv. Geol. It., **89**: 1-22.

Balestrieri M.L., Pandeli E., Bigazzi G., Carosi R. & Montomoli C. (2011) - *Age and temperature constraints on metamorphism and exhumation of the syn-orogenic metamorphic complexes of Northern Apennines, Italy*. Tectonophysics, **509**(3-4): 254-271. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2011.06.015

Bally A.W. & Roberts D.G. (2012) - *Regional geology and tectonics.* Elsevier Science, 986 pp.

Bates R.L & Jackson J.A. (1987) - *Glossary of geology*. American Geological Institute. Alexandria, Virginia, United States, 788 pp.

Battaglini L. & Carta R. (2022) - *Modifiche ed integrazioni alla Banca Dati Geologica del Progetto CARG (Quaderni N.12/2009).* Prossima pubblicazione on-line su: https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/progetto-carg-cartografia-geologica-e-geotematica/banca-dati-geologica

Battaglini L., Carta R., D'Angelo S., Delogu D., Falcetti s., Pantaloni M., Papasodaro F. & Tacchia D. (2009a) - *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Progetto CARG: modifiche ed integrazioni ai Quaderni n. 2/1996 e n. 6/1997.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **12**(I), 166 pp.

Battaglini L., D'Angelo S. & Ferri F. (2009b) - *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Progetto CARG: linee guida per il rilevamento geologico, la cartografia e l'informatizzazione dei dati delle aree marine.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **12**(II), 28 pp.

Borraccini F., De Donatis M., D'Ambrogi C. & Pantaloni M. (2004) - *Il Foglio 280-Fossombrone 3D: un progetto pilota per la cartografia geologica nazionale alla scala 1:50.000 in tre dimensioni.* Boll. Soc. Geol. Ital., **123**: 319-331.

Brancaccio L., Castiglioni G.B., Chiarini E., Cortemiglia G., D'Orefice M., Dramis F., Graciotti R., La Posta E., Lupia Palmieri E., Onorati G., Panizza M., Pannuzzi L., Papasodaro F. & Pellegrini G.B. (1994) - *Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento.* Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III, **4**, 42 pp.

Bonomo R., Ricci V. & Vita L. (2011) - *I vulcani nella Carta Geologica d'Italia: i risultati della sperimentazione basata sull'uso di UBSU e di altre unità stratigrafiche*. Rend. Online Soc. Geol. Ital., **14**: 62-74.

Bonomo R., Ricci V. & Vita L. (2017) - *Applicazione sperimentale della stratigrafia a limiti inconformi per le aree vulcaniche.* Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **100**: 160-163.

Bouchez J.L. (1997) - *Granite is Never Isotropic: An Introduction to AMS Studies of Granitic Rocks.* In: Bouchez J.L., Hutton D.H.W., Stephens W.E. (Eds.), *Granite: From Segregation of Melt to Emplacement Fabrics*. Petr. Stru. G., vol **8**. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1717-5_6

Burnett J.A. (1998) - *Upper Cretaceous.* In: Bown P.R. (Ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Br. Micropal., 132-199.

Burwash R.A. (1987) - *Basement.* In: Seyfert C.K. (Ed.), *Structural Geology and Tectonics.* Encyclopedia of Earth Science. Springer, Berlin, Heidelberg, 876 pp. https://doi.org/10.1007/3-540-31080-0_6

Campobasso C., Carton A., Chelli A., D'Orefice M., Dramis F., Graciotti R., Guida D., Pambianchi G., Peduto F. & Pellegrin L. (2018) - *Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000 - Progetto CARG: Modifiche ed Integrazioni al Quaderno N. 4/1994.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **13**(I), 153 pp.

Cara P., Giovagnoli M.C., Spaziani A., Ventura F.A., Visicchio F., Bonfatti F. & Monari P.D. (1995) - *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Guida all'informatizzazione.* Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III, **3**, 130 pp.

Carosi R., Montomoli C. & Iaccarino S. (2018) - *20 years of geological mapping of the metamorphic core across Central and Eastern Himalayas*. Earth Sci. Rev., **177**: 124-138. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.11.006

Carosi R., Montomoli C., Iaccarino S., Benetti B., Petroccia A. & Simonetti M. (2022) - *Constraining the timing of evolution of shear zones in two collisional orogens: Fusing structural geology and geochronology*. Geosciences, **12**: 231. https://doi.org/10.3390/geosciences12060231

Centamore E. & Dramis F. (2015) - *Note illustrative del Foglio n. 402 "Ceccano" della Carta Geologica d'Italia 1:50.000.* ISPRA - Servizio Geologico d'Italia.

Cibin U. & Stefani M. (2009) - *Note illustrative del Foglio n. 187 "Codigoro" della Carta Geologica d'Italia 1:50.000.*

ISPRA - Servizio Geologico d'Italia.

Cita M.B., Abbate E., Aldighieri B., Balini M., Conti M.A., Falorni P., Germani D., Groppelli G., Manetti P. & Petti F.M. (2007a) - *Carta geologica d'Italia 1:50.000. Catalogo delle formazioni - Fascicolo VI - Unità tradizionali.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **7**(VI), 318 pp.

Cita M.B., Abbate E., Aldighieri B., Balini M., Conti M.A., Falorni P., Germani D., Groppelli G., Manetti P. & Petti F.M. (2007b) - *Carta geologica d'Italia 1:50.000. Catalogo delle formazioni - Fascicolo VII - Unità tradizionali.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **7**(VII), 381 pp.

Cobbing J. (2000) - *The geology and mapping of granite batholiths*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 147 pp.

Coe A.L. (2010) - *Geological field techniques.* John Wiley & Sons Ltd. Publication. Walton Hall, Milton Keynes, United Kingdom, 323 pp.

Comitato Geologico Aree di Pianura (1999) - *La carta geologica di pianura in scala 1:50.000 - Linee guida per il rilevamento e la cartografia*. Prestampa a cura della Regione Emilia-Romagna - Ufficio geologico. https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/progetto-carg-cartografia-geologica-e-geotematica/linee-guida-per-il-rilevamento-e-la-cartografia_1999.pdf

Commissione tecnica per la microzonazione sismica (2015) - *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), versione 1.0*. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome - Dipartimento della Protezione Civile, Roma. http://governancerischio.protezionecivile.gov.it/documents/20182/206005/MS+Linee+Guida+Faglie+Attive+e+Capaci/48b6a905-df3b-4212-a618-651c4771d5c9

Conti P., Carmignani L., Massa G., Meccheri M., Patacca E., Scandone P. & Pieruccioni D. (2019) - *Note Illustrative del Foglio n. 249 "Massa-Carrara" della Carta Geologica d'Italia 1:50.000.* ISPRA - Servizio Geologico d'Italia, Roma, 290 pp.

Cosci M., Falcetti S. & Tacchia D. (1996) - *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Guida alla rappresentazione cartografica.* Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III, **2**, 97 pp.

Cosci M., Masella G., Pannuti V. & Tacchia D. (2007) - *Carta Geomorfologica d'Italia - 1: 50.000 - Guida alla rappresentazione cartografica.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **10**, 34 pp.

Cruciani G., Franceschelli M., Massonne H.J., Carosi R. & Montomoli C. (2013) - *Pressure-temperature and deformational evolution of high-pressure metapelites from Variscan NE Sardinia, Italy.* Lithos, **175-176**: 272-284. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2013.05.001

Dal Piaz G.V., Bistacchi A., Gianotti F., Monopoli B., Passeri L. & Schiavo A. (20167) - *Note illustrative del Foglio n. 070 "Monte Cervino" della Carta Geologica d'Italia 1:50.000.* Mem. Desc. Carta Geol. d'It., **101**, 272 pp. ISPRA - Servizio Geologico d'Italia.

D'Ambrogi C., Pantaloni M., Borraccini F. & De Donatis M. (2004) - *3D geological model of the sheet 280 Fossombrone (Northern Apennines) - Geological Map of Italy 1:50,000*. In: G. Pasquarè, C. Venturini & G. Groppelli (Eds.), *Mapping geology in Italy*: 193-198. APAT.

Delfrati L., Falorni P., Groppelli G. & Pampaloni R. (2000) - *Carta geologica d'Italia 1:50.000. Catalogo delle formazioni - Fascicolo I - Unità validate*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **7**(I), 228 pp.

Delfrati L., Falorni P., Groppelli G., Pampaloni R. & Petti F.M. (2002a) - *Carta geologica d'Italia 1:50.000. Catalogo delle formazioni - Fascicolo II - Unità non validate.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **7**(II), 281 pp.

Delfrati L., Falorni P., Groppelli G. & Petti F.M. (2002b) - *Carta geologica d'Italia 1:50.000. Catalogo delle formazioni - Fascicolo III - Unità validate.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **7**(III), 207 pp.

Delfrati L., Falorni P., Izzo P. & Petti F.M. (2003a) - *Carta geologica d'Italia 1:50.000. Catalogo delle formazioni - Fascicolo IV - Unità non validate.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **7**(IV), 222 pp.

Delfrati L., Falorni P., Izzo P. & Petti F.M. (2003b) - *Carta geologica d'Italia 1:50.000. Catalogo delle formazioni - Fascicolo V - Unità validate.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **7**(V), 210 pp.

Dela Pierre F., Lozar F. & Polino R. (1997) - *L'utilizzo della tettonostratigrafia per la rappresentazione cartografica delle successioni metasedimentarie nelle aree di catena.* Mem. Sci. Geol., **49**: 195-206.

Di Pietro J.A. (2018) - *Geology and landscape evolution. General principles applied to the United States.* Elsevier Science, 624 pp. https://doi.org/10.1016/C2016-0-00800-8

Erslev E.A. (1988) - *Normalized center-to-center strain analysis of packed aggregates.* J. Struct. Geol., **10**(2): 201-210. https://doi.org/10.1016/0191-8141(88)90117-4

Fabbri A., Argnani A., Bortoluzzi G., Correggiari A., Gamberi F., Ligi M., Marani M., Penitenti D., Roveri M. & Trincardi F. (2002) - *Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 - Guida al rilevamento.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **8**, 98 pp.

Fettes D. & Desmons J. (2007) - *Metamorphic rocks: a classification and glossary terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences subcommission on the systematic of metamorphic rocks*. Cambridge University Press, 244 pp.

Fossen H. (2010) - *Structural geology.* Cambridge University Press, New York, 360 pp.

Fossen H. & Cavalcante G.C.G. (2017) - *Shear zones - A review.* Earth Sci. Rev., **171**: 434-455. http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.05.002

Fossen H., Cavalcante G.C.G., Pinheiro V.R.L. & Archanjo C.J. (2019) - *Deformation - Progressive or multiphase?* J. Struct. Geol., **125**: 82-99. https://doi.org/10.1016/j.jsg.2018.05.006

Fry N. (1979) - *Density distribution techniques and strained length methods for determination of finite strains.* J. Struct. Geol., **1**(3): 221-230. https://doi.org/10.1016/0191-8141(79)90041-5

Galluzzo F., Cacciuni A., Chiarini E., D'Orefice M., Falcetti S., Graciotti R., La Posta E., Papasodaro F., Ricci V. & Vita L. (2009) - *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Progetto CARG: modifiche ed integrazioni al Quaderno n.1/1992.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **12**(III), 54 pp.

Germani D. & Angiolini L. (2003) - *Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, Serie III, **9**, 155 pp.

Gillespie M.R., Stephenson D. & Millward D. (2008) - *BGS classification of lithodemic units: Proposals for classifying units of intrusive rock.* British Geological Survey Research Report, RR/08/05, 31pp.

Gomez C., Delacourt C., Allemand P., Ledru P. & Wackerle R. (2005) - *Using ASTER remote sensing data set for geological mapping, in Namibia.* Phys. Chem. Earth, Parts A/B/C, **30**(1-3): 97-108. https://doi.org/10.1016/j.pce.2004.08.042

Gosso G., Spalla M.I., Siletto G.B., Berra F., Bini A. & Forcella F. (2011) - *Note Illustrative del Foglio n. 057 "Malonno" della Carta Geologica d'Italia 1:50.000.* ISPRA - Servizio Geologico d'Italia, Roma, 220 pp.

Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D. & Ogg G.M. (2020) -. Geologic Time Scale 2020.

Groppo C., Beltrando M. & Compagnoni R. (2009) - *The P-T path of the ultra-high pressure Lago Di Cignana and adjoining high-pressure meta-ophiolitic units: insights into the evolution of the subducting Tethyan slab.* J. Metamorph. Geol., **27**: 2017-231. https://doi.org/10.1111/j.1525-1314.2009.00814.x

Hedberg H.D. (Ed.) (1976) - *International Stratigraphic Guide.* Wiley & Sons, 200 pp.

Heilbronner R. (2000) - *Optical orientation imaging.* In: Jessell M.W. & Urai J.L. (Eds.), *Stress, strain and structure, a volume in honour of W.D. Means*. J. Virt. Explorer, **2**.

Heilbronner-Panozzo R. & Pauli C. (1993) - *Integrated spatial and orientation analysis of quartz c-axes by computer-aided microscopy.* J. Struct. Geol., **15**(3-5): 369-382. https://doi.org/10.1016/0191-8141(93)90133-U

Hobbs B.E., Means W.D. & Williams P.F. (1976) - *An Outline of Structural Geology.* John Wiley & Sons, New York, 512 pp.

Iaccarino S., Montomoli C., Carosi R., Massonne H.J., Langone A. & Visonà D. (2015) - *Pressure-temperature-time-deformation path of kyanite-bearing migmatitic paragneiss in the Kali Gandaki valley (Central Nepal): Investigation of Late Eocene-Early Oligocene melting processes.* Lithos, **231**: 103-121. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2015.06.005

ICZN (1999) *International Commission on Zoological Nomenclature*, 4th edition. xxix, 306 pp. The International Trust for Zoological Nomenclature, London.

International Subcommission on Stratigraphic Classification (1987) - *Unconformity-bounded stratigraphic units*. Geol. Soc. Am. Bull., **98**(2): 232-237.

IGM (2022) - *Nota per il corretto utilizzo dei sistemi geodetici di riferimento all'interno dei software GIS aggiornata a gennaio 2022.* https://www.igmi.org/++theme++igm/pdf/nuova_nota_EPSG.pdf

Innocenti F., Rocchi S. & Trigila R. (1999) - *La classificazione delle rocce vulcaniche e subvulcaniche: schema operativo per il Progetto CARG.* Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem. ser. A, **106**: 113-124.

ISPRA (2014) - *Criteri per la localizzazione di un impianto di smaltimento superficiale di rifiuti radioattivi a bassa e media attività.* Guida tecnica ISPRA, **29**, 12 pp. https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/documenti-tecnici/GuidaTecnica29.pdf

ISPRA (2015) - *Modello geologico 3D e geopotenziali della Pianura Padana centrale (Progetto GeoMol).* Rapporti ISPRA, **234**/2015, 104 pp. e Appendice. ISBN 978-88-448-0753-5. https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/R_234_15.pdf, https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/R_234_15_Appendice2_GeoMol.pdf

Jacobacci A., Centamore E., Chiocchini M., Malferrari N., Martelli G., & Micarelli A. (1974) - *Note illustrative del Foglio n. 290 "Cagli" della Carta Geologica d'Italia 1:50.000.*

Johnson T.E. (1991) - *Nomenclature and geometric classification of cleavage-transected folds*. J. Struct. Geol., **13**: 261-274. https://doi.org/10.1016/0191-8141(91)90127-5

Kohn M.J., Engi M. & Lanari P. (2017) - *Petrochronology: Methods and applications.* Rev. Mineral. Geochem., **83**, 575 pp. Mineralogical Society of America.

Kylander-Clark A.R.C., Hacker B.R. & Cottle J.M. (2013) - *Laser-ablation split-stream ICP petrochronology.* Chem. Geol., **345**: 99-112. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2013.02.019

La Posta E., Nisio S. & Papasodaro F. (2008) - *Le unità stratigrafiche di riferimento nella rappresentazione cartografica dei depositi Plio-Quaternari continentali nel Progetto CARG - Esempi relativi all'Italia centro-meridionale.* Il Quaternario - Italian Journal of Quaternary Sciences, **21**(1A): 57-60.

Le Maitre R.W., Streckeisen A., Zanettin B., Le Bas M.J., Bonin B., Bateman P. & Lameyre J. (2002) - *Igneous*

rocks. A classification and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences subcommission on the systematics of igneous rocks. 2nd Edition. Cambridge University Press, 256 pp.

Leslie A.G, Krabbendam M. & Gillespie M.R. (2012) - *BGS classification of lithodemic units: proposals for classifying tectonometamorphic units and mixed-class units.* British Geological Survey Research Report, RR/12/02. 35 pp.

Leydier T., Goncalves P., Lanari P. & Oliot E. (2019) - *On the petrology of brittle precursors ofshear zones - An expression of concomitant brittle deformation and fluid-rock interactions in the "ductile" continental crust?* J. Metamorph. Geol., **37**: 1129-1149. https://doi.org/10.1111/jmg.12504

Maesano F.E. & D'Ambrogi C. (2017) - *Vel-IO 3D: a tool for 3D velocity model construction, optimization and time-depth conversion in 3D geological modeling workflow*. Computers & Geosciences, **99**: 171-182. https://doi:10.1016/j.cageo.2016.11.013

Mamtani M.A., Pal T. & Greiling R.O. (2013) - *Kinematic analysis using AMS data from a deformed granitoid.* J. Struct. Geol., **50**: 119-132. https://doi.org/10.1016/j.jsg.2012.03.002

Mancktelow N.S. & Pennacchioni G. (2020) - *Intermittent fracturing in the middle continental crust as evidence for transient switching of principal stress axes associated with the subduction zone earthquake cycle.* Geology, **48**(11): 1072-1076. https://doi.org/10.1130/G47625.1

Manzotti P., Pitra P., Langlade J. & Ballèvre M. (2015) - *Constraining P-T conditions during thrusting of a higher pressure unit over a lower pressure one (Gran Paradiso, Western Alps).* J. Metamorph. Geol., **33**: 981-1002. https://doi.org/10.1111/jmg.12156

Mari G.M., Motteran G., Scalise A.R., Terribili D. & Zattini N. (1995) - *Carta Idrogeologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento e alla rappresentazione*. Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III, **5**, 33 pp.

Martarelli L. & Scalise (2018) - *Carta Idrogeologica d'Italia - 1:50.000. Modifiche ed Integrazioni al Quaderno N. 5/1995*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **14**, 73 pp. https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/i-quaderni-serie-iii-del-sgi/carta-idrogeologica-ditalia-alla-scala-1-50.000

Martarelli L., Pantaloni M. & Marino M. (2017) - *La legenda delle unità di basamento metamorfico-cristallino.* In: Console F., Pantaloni M. & Tacchia D. (Eds.), *La cartografia del Servizio Geologico d'Italia*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **100**: 173-174.

Martelet G., Gloaguen E., Døssing A., Lima Simoes da Silva E., Linde J. & Rasmussen T.M. (2021) - *Airborne/UAV multisensor surveys enhance the geological mapping and 3D model of a pseudo-skarn deposit in Ploumanac'h, French Brittany*. Minerals, **11**(11): 1259. https://doi.org/10.3390/min11111259

Meere P.A. & Mulchrone K.F. (2003) - *The effect of sample size on geological strain estimation from passively deformed clastic sedimentary rocks.* J. Struct. Geol., **25**(10): 1587-1595. https://doi.org/10.1016/S0191-8141(03)00007-5

Monkhouse F.J. (2017) - *A dictionary of geography.* Taylor & Francis, 383 pp.

Montemagni C. & Villa I.M. (2021) - *Geochronology of Himalayan shear zones: unravelling the timing of thrusting from structurally complex fault rocks.* J. Geol. Soc. London, **178**. https://doi.org/10.1144/jgs2020-235

Montemagni C., Montomoli C., Iaccarino S., Carosi R., Jain A.K., Massonne H.J. & Villa I.M. (2019) - *Dating protracted fault activities: microstructures, microchemistry and geochronology of the Vaikrita Thrust, Main Central Thrust zone, Garhwal Himalaya, NW India.* Geol. Soc. London, Spec. Publ., **48**: 127-146.

Montomoli C., Carosi R. & Iaccarino S. (2015) - *Tectonometamorphic discontinuities in the Greater Himalayan Sequence: a local or a regional feature?* In: Mukherjee S., Carosi R., van der Beek P.A., Mukherjee B.K. & Robinson D.M. (Eds.), *Tectonics of the Himalaya*, Geol. Soc. London, Spec. Publ., **412**: 25-41.

Montomoli C., Iaccarino S., Carosi R., Langone A. & Visonà D. (2013) - *Tectonometamorphic discontinuities within the Greater Himalayan Sequence in Western Nepal (Central Himalaya): insights on the exhumation of crystalline rocks*. Tectonophysics, **608**: 1349-1370.

Moore R. C. (1957) - *Modern methods of paleoecology.* Am. Assoc. Petr. Geol. B., **41**: 1775 - 1801.

Munafò M., a cura di (2022) - *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici.* Edizione 2022, Report SNPA **32**/22. ISBN 978-88-448-1124-2.

Nabavi S.T. & Fossen H. (2021) - *Fold geometry and folding - a review.* Earth Sci. Rev., **222**: 103812. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103812

NASC North American Commission on Stratigraphic Nomenclature (1983) - *North American Stratigraphic Code (NASC)*. AAPG Bull., **67**(5): 841-875.

Nesbit P.R., Durkin P.R., Hugenholtz C.H., Hubbard S.H. & Kucharczyk M. (2018) - *3-D stratigraphic mapping using a digital outcrop model derived from UAV images and structure-from-motion photogrammetry.* Geosphere, **14**(6): 1-18. https://doi.org/10.1130/GES01688.1

Oggiano G., Cherchi G.P., Aversano A., Di Pisa A., Ulzega A., Orrù P. & Pintus C. (2005) - *Note illustrative del Foglio n. 428 "Arzachena" della Carta Geologica d'Italia 1:50.000.* ISPRA - Servizio Geologico d'Italia, Roma, 144 pp.

Oggiano G., Cherchi G.P., Pisanu G., Murtas A., Patta E.D. & Prochilo F. (2014) - *Note illustrative del Foglio n. 443 "Tempio Pausania" della Carta Geologica d'Italia 1:50.000.* ISPRA - Servizio Geologico d'Italia, Roma, 208 pp.

Oriolo S., Wemmer K., Oyhantçabal P., Fossen H., Schulz B. & Siegesmund S. (2018) - *Geochronology of shear*

zones - A review. Earth Sci. Rev., **185**: 665-683. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.07.007

Park R.G. (1969) - *Structural correlation in metamorphic belts.* Tectonophysics, **7**(4): 323-338. https://doi.org/10.1016/0040-1951(69)90077-8

Park M. & Jung H. (2020) - *Analysis of electron backscattered diffraction (EBSD) mapping of geological materials: precautions for reliably collecting and interpreting data on petro-fabric and seismic anisotropy.* Geosci. J., **24**: 679-687. https://doi.org/10.1007/s12303-020-0002-2

Pasquarè G., Abate e., Bosi C., Castiglioni G.B., Merenda L., Mutti E., Orombelli G., Ortolani F., Parotto M., Pignone R., Premoli Silva I. & Sassi F.P. (1992) - *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Guida al rilevamento.* Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III, **1**, 203 pp.

Passchier C.W., Myers J.S. & Kroner A. (1990) - *Field geology of high-grade gneiss terrains.* Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 160 pp.

Passchier C.W. & Trouw R.A. (2005) - *Microtectonics.* Heidelberg, Berlin: Springer Science & Business Media, 366 pp.

Paterson S.R. & Tobisch O.T. (1988) - *Using pluton ages to date regional deformations: Problems with commonly used criteria.* Geology, **16**(12): 1108-1111. https://doi.org/10.1130/0091-7613(1988)016%3C1108:UPATDR%3E2.3.CO;2

Paterson S.R., Vernon R.H. & Tobisch O.T. (1989) - *A review of criteria for the identification of magmatic and tectonic foliations in granitoids*. J. Struct. Geol., **11**(3): 349-363. https://doi.org/10.1016/0191-8141(89)90074-6

Paterson S.R., Kenneth Fowler Jr. T., Schmidt K.L., Yoshinobu A.S., Semele Yuan E. & Miller R.B. (1998) - *Interpreting magmatic fabric patterns in plutons.* Lithos, **44**(1-2): 53-82. https://doi.org/10.1016/S0024-4937(98)00022-X

Pennacchioni G. & Mancktelow N.S. (2007) - *Nucleation and initial growth of a shear zone network within compositionally and structurally heterogeneous granitoids under amphibolite facies conditions.* J. Struct. Geol., **29**: 1757-1780. https://doi.org/10.1016/j.jsg.2007.06.002

Pennacchioni G. & Mancktelow N.S. (2018) - *Small-scale ductile shear zones: Neither extending, nor thickening, nor narrowing.* Earth Sci. Rev., **184**: 1-12. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.06.004

Peternell M., Hasalová P., Wilson C.J.L., Piazolo S. & Schulmann K. (2010) - *Evaluating quartz crystallographic preferred orientations and the role of deformation partitioning using EBSD and fabric analyser techniques*. J. Struct. Geol., **32**(6): 803-817. https://doi.org/10.1016/j.jsg.2010.05.007

Petford N. & McCaffrey K.J.W. (2003) - *Hydrocarbons in crystalline rocks.* Geol. Soc. London, Spec. Publ., **214**: 1-5. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2003.214.01.01

Pirajno F. (2009) - *Hydrothermal processes and mineral systems.* Springer, 1250 pp. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8613-7

Powell R. & Holland T.J.B. (2008) - *On thermobarometry.* J. Metamorph. Geol., **26**(2): 155-179. https://doi.org/10.1111/j.1525-1314.2007.00756.x

Principi G., Bortolotti V., Pandeli E., Fanucci F., Benvenuti M., Chiari M., Dini A., Fazzuoli M., Menna F., Morelli D., Moretti S., Nirta G. & Reale V. (2015) - *Note illustrative del Foglio n. 316, 317, 328, 329 "Isola d'Elba" della Carta Geologica d'Italia 1:50.000.* ISPRA - Servizio Geologico d'Italia, Roma, 265 pp.

Ramsay J.G. (1967) - *Folding and Fracturing of Rocks.* McGraw-Hill Book Company, New York, 568 pp.

Ramsay J.G. & Huber M.I. (1983) - *The techniques of modern structural geology, Vol.1: Strain analysis.* Academic Press, London, 307 pp.

Reiners P.W., Ehlers T.A. & Zeitler P.K. (2005) - *Past, present, and future of thermochronology*. Rev. Mineral. Geochem., **58**: 1-18. https://doi.org/10.2138/rmg.2005.58.1

Rinaldi M., Surian N., Comiti F. & Bussettini M. (2016) - *IDRAIM - Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua* - Versione aggiornata 2016. Manuali e Linee Guida ISPRA, **131**/2016, 400 pp. https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/MLG_131_2016.pdf

Rossi P. & Chevremont P. (1987) - *Classification des association magmatiques granitoieds. Application à la cartographie des granitoieds dans la cadre de la carte géologique 1/50.000 de la France*. Geochronique, **21**: 14-18.

Salvador A. (1994) - *International Stratigraphic Guide. A guide to stratigraphic classification, terminology, and procedure.* The International Union of Geological Sciences and the Geological Society of America (Eds.): 214 pp.

Sawyer E.W. (2008) - *Atlas of migmatites.* Canadian Science Publishing, 387 pp. https://doi.org/10.1139/9780660197876

Schulz B. (2021) - *Petrochronology of monazite-bearing garnet micaschists as a tool to decipher the metamorphic evolution of the Alpine basement.* Minerals, **11**: 981. https://doi.org/10.3390/min11090981

Serra-Kiel J., Hottinger L., Caus E., Drobne K., Ferrandez C., Jauhri A.K., Less G., Pavlovec R., Pignatti J., Samsò J.M., Schaub H., Sirel E., Strougo A., Tambareau Y., Tosquella J. & Zakrebskaya E. (1998) - *Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene.* B. Soc. Geol. Fr., **169**: 281-299.

Servizio Geologico d'Italia (1999) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 132-152-153 "Bardonecchia".* Presidenza del Consiglio dei Ministri, Roma.

Servizio Geologico d'Italia (2002a) - *Carta Geologica d'Italia 1:50.000, F. 223 "Ravenna".* Presidenza del Consiglio dei Ministri, Roma.

Servizio Geologico d'Italia (2002b) - *Carta Geologica d'Italia 1:50.000, F. 217 "Neviano degli Arduini"*. Presidenza del Consiglio dei Ministri, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2002c) - *Carta Geologica d'Italia 1:50.000, F. 236 "Pavullo nel Frignano"*. Presidenza del Consiglio dei Ministri, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2002d) - *Carta Geologica d'Italia 1:50.000, F. 252 "Barberino del Mugello"*. Presidenza del Consiglio dei Ministri, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2002e) - *Carta Geologica d'Italia 1:50.000, F. 154 "Susa"*. Presidenza del Consiglio dei Ministri, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2005a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 428 "Arzachena"*. APAT, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2005b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 256 "Rimini"*. APAT, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2005c) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 248 "La Spezia"*. APAT, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2005d) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 367 "Tagliacozzo"*. APAT, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2005e) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 503 "Vallo della Lucania"*. APAT, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2007a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 128 "Venezia"*. APAT, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2007b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 148-149 "Chioggia-Malamocco"*. APAT, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2008) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 374 "Roma"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2009a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 187 "Codigoro"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2009b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 181 "Parma Nord"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2009c) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 387 "Albano Laziale"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2009d) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 255 "Cesena"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2009e) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 625 "Acireale"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2009f) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 634 "Catania"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2009g) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 565 "Capoterra"*. APAT, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2009h) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 556 "Assemini"*. APAT, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2010a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 633 "Paternò"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2010b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 358 "Pescorocchiano"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2010c) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 260 "Viareggio"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2010d) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 282 "Ancona"* ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2011a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 57 "Malonno"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2011b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 484 "Isola di Capri"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2011c) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 402 "Ceccano"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2011d) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 448 "Ercolano"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2011e) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 547 "Villacidro"*. ISPRA, Roma. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/547_VILLACIDRO/Foglio.html
Servizio Geologico d'Italia (2012) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 624 "Monte Etna"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2014a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. F. 443 "Tempio Pausania"*. ISPRA, Roma. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/443_TEMPIO_PAUSANIA/Foglio.html
Servizio Geologico d'Italia (2014b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. F. 96 "Seregno"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2014c) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. F. 253 "Marradi"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2015a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. F. 70 "Monte Cervino"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2015b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. F. 446-447 "Napoli"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2015c) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. F. 555 "Iglesias"*. ISPRA, Roma. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/555_IGLESIAS/Foglio.html
Servizio Geologico D'Italia (2015d) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 412 "La Maddalena"*. ISPRA, Roma. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/412_LA_MADDALENA/Foglio.html
Servizio Geologico d'Italia (2015e) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 233 "Pontremoli"*. ISPRA, Roma
Servizio Geologico d'Italia (2015f) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 234 "Fivizzano"*. ISPRA, Roma
Servizio Geologico d'Italia (2016) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 259* "*Imperia"*. ISPRA, Roma.
Servizio Geologico d'Italia (2017a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. F. 465 "Isola di Procida"*. ISPRA, Roma.

Servizio Geologico d'Italia (2017b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. F. 280 "Fossombrone",* con Note Illustrative. ISPRA, Roma. ISBN 978-88-9311-058-7.

Servizio Geologico d'Italia (2017c) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. F. 566 "Pula".* ISPRA, Roma. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/566_PULA/Foglio.html

Servizio Geologico d'Italia (2019a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 464" Isola d'Ischia".* ISPRA, Roma.

Servizio Geologico d'Italia (2019b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 249 "Massa-Carrara".* ISPRA, Roma. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/249_MASSA_CARRARA/Foglio.html

Servizio Geologico d'Italia (2020a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 354 "Tarquinia".* ISPRA, Roma. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/354_TARQUINIA/Foglio.html

Servizio Geologico d'Italia (2020b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 344 "Tuscania".* ISPRA, Roma. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/344_TUSCANIA/Foglio.html

Servizio Geologico d'Italia (2021a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 388 "Velletri".* ISPRA, Roma. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/388_VELLETRI/Foglio.html

Servizio Geologico d'Italia (2021b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 337 "Norcia".* ISPRA, Roma. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/337_NORCIA/Foglio.html

Servizio Geologico d'Italia (2022a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 345 "Viterbo".* ISPRA, Roma. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/345_VITERBO/Foglio.html

Servizio Geologico d'Italia (2022b) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 348 "Antrodoco".* ISPRA, Roma. https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/348_ANTRODOCO/Foglio.html

Servizio Geologico Nazionale (2001) - *Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale*. Circolare CARG: SGN/2155/U1CARG - 11 maggio 2001.

Sibson R.H. (1977) - *Fault rocks and fault mechanisms*. Geol. Soc. London, **133**: 191-213. https://doi.org/10.1144/gsjgs.133.3.0191

Simonetti M., Carosi R., Montomoli C., Langone A., D'Addario E. & Mammoliti E. (2018) - *Kinematic and geochronological constraints on shear deformation in the Ferriere-Mollières shear zone (Argentera-Mercantour Massif, Western Alps): implications for the evolution of the Southern European Variscan Belt.* Int. J. Earth Sci., **107**: 2163-2189. https://doi.org/10.1007/s00531-018-1593-y

Sissingh W. (1977) - *Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton*. Geol. Mijnbouw, **56**: 37-65.

Spalla M.I., Gosso G., Siletto G.B., Di Paola S. & Magistroni C. (1998) - *Strumenti per individuare unità tettono-metamorfiche nel rilevamento geologico del basamento cristallino*. Mem. Sci. Geol., **50**: 155-164.

Spalla M.I., Di Paola S., Gosso G., Siletto G.B., Bistacchi A. (2002) - *Mapping tectono-metamorphic histories in the Lake Como basement (Southern Alps, Italy)*. Mem. Sci. Geol., **54**: 101-134.

Spalla M.I., Zucali M., Di Paola S. & Gosso G. (2005) - *A critical assessment of the tectono-thermal memory of rocks and definition of tectono-metamorphic units evidence from fabric and degree of metamorphic transformations.* In: Gapais D., Brun J.P. & Cobbold P.R. (Eds.), *Deformation mechanisms, rheology, and tectonics: from minerals to the lithosphere*. Geol. Soc. London, Spec. Publ., **243**: 227-247. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2005.243.01.16

Stipp M., Stünitz H., Heilbronner R., Schmid S.M. (2002) - *The eastern Tonale fault zone: a "natural laboratory" for crystal plastic deformation of quartz over a temperature range from 250 to 700 °C*. J. Struct. Geol., **24**(12): 1861-1884. https://doi.org/10.1016/S0191-8141(02)00035-4

Streckeisen A. (1976) - *To each plutonic rock its proper name.* Earth Sci. Rev., **12**(1): 1-33. https://doi.org/10.1016/0012-8252(76)90052-0

Tacchia D. (2007) - *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Guida all'uso del manuale cromatico di riferimento per la stampa delle carte geologiche.* Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, **11**, 111 pp.

Thomson S.N, Brandon M.T., Reiners P.W., Zattin M, Isaacson P.J. & Balestrieri M.L. (2010) - *Thermochronologic evidence for orogen-parallel variability in wedge kinematics during extending convergent orogenesis of the northern Apennines, Italy*. GSA Bull., **122**(7/8): 1160-1179. https://doi.org/10.1130/B26573.1

Turland N. J., Wiersema J. H., Barrie F. R., Greuter W., Hawksworth D. L., Herendeen P. S., Knapp S., Kusber W.-H., Li D.-Z., Marhold K., May T. W., McNeill J., Monro A. M., Prado J., Price M.J. & Smith G.F. (Eds.) (2018) - *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017*. Regnum Vegetabile 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. https://doi.org/10.12705/Code.2018

Turner F.J., Weiss L.E. (1963) - *Structural analysis of metamorphic tectonites*. McGraw-Hill, New York, 545pp.

Villa I.M. (2015) - *^{39}Ar-^{40}Ar geochronology of mono- and polymetamorphic basement rocks*. Period. Mineral., **84**(3B): 615-632. http://dx.doi.org/10.2451/2015PM0454

Whitney D.L. & Evans B.W. (2010) - *Abbreviations for names of rock-forming minerals*. Am. Mineral., **95**: 185-187. https://doi.org/10.2138/am.2010.3371

Williams P.F. (1985) - *Multiply deformed terrains - problems of correlation*. J. Struct. Geol., **7**(3-4): 269-280.

https://doi.org/10.1016/0191-8141(85)90035-5

Wolff R., Dunkl I., Kiesselbach G., Wemmer K. & Siegesmund S. (2012) - *Thermochronological constraints on the multiphase exhumation history of the Ivrea-Verbano Zone of the Southern Alps*. Tectonophysics, **579**: 104-117. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.03.019

Woodcock N.H. & Mort K. (2008) - *Classification of fault breccias and related fault rocks*. Geol. Mag., **145**(3): 435-440. https://doi.org/10.1017/s0016756808004883

Wu C.M. (2019) - *Original calibration of a garnet geobarometer in metapelite*. Minerals, **9**(9): 540. https://doi.org/10.3390/min9090540

Wu C.M. & Cheng B.H (2006) - *Valid garnet-biotite (GB) geothermometry and garnet-aluminum silicate-plagioclase-quartz (GASP) geobarometry in metapelitic rocks*. Lithos, **89**: 1-23. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2005.09.002

Wu C.M. & Zhao G. (2006) - *Recalibration of the garnet-muscovite (GM) geothermometer and the garnet-muscovite-plagioclase-quartz (GMPQ) geobarometer for metapelitic assemblages*. J. Petrol., **47**(12): 2357-2368. https://doi.org/10.1093/petrology/egl047

Xypolias P. (2010) - *Vorticity analysis in shear zones: a review of methods and applications*. J. Struct. Geol., **32**: 2072-2092. http://dx.doi.org/10.1016/j.jsg.2010.08.009

ALLEGATO 1

"RICHIESTA BASI TOPOGRAFICHE IGM PER PROGETTO CARG" REDATTO DAL DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA

FAC SIMILE RICHIESTA BASI TOPOGRAFICHE IGM PER PROGETTO CARG

Facendo riferimento alla lettera Prot. n. 60927 del 17/11/2021 inviata da ISPRA a codesto spett.le Istituto, in merito alla collaborazione tra ISPRA e IGM per il Progetto CARG - Carta Geologica d'Italia, siamo con la presente a formulare la richiesta delle basi cartografiche necessarie alla stampa del **Foglio XXX-xyzyzx** della Carta Geologica d'Italia e del preventivo dei relativi oneri a nostro carico.

Specifiche tecniche della richiesta

Per il Foglio XXX xyzyzx- Scala 1:50.000 - Serie 50

Formato file: Raster Tiff 1 bit (bianco/nero)
Strati separati: Planimetria; Idrografia; Orografia
Risoluzione: non inferiore a 1016 dpi
Ritaglio: ai fini del Progetto CARG è sufficiente il solo campo cartografico comprensivo di cornice
Georeferenziazione: TM-ETRF2000 Fuso **XX** con produzione del file TFW o Geotiff

Per le sezioni/tavolette XXX xyzyzx - Scala 1:25.000/Serie 25V/25

Formato file: Raster Tiff colori senza sfumo orografico
Risoluzione: non inferiore a 254 dpi
Ritaglio: ai fini del Progetto CARG è sufficiente il solo campo cartografico comprensivo di cornice
Georeferenziazione: TM-ETRF2000 Fuso **XX** con produzione del file TFW o Geotiff

N.B.
Per tutti i files Serie 25 e Serie 50 si richiede la versione più aggiornata e recente disponibile.

ALLEGATO 2

"COLLABORAZIONE TRA IGM E ISPRA PER IL PROGETTO CARG" DEL 17 NOVEMBRE 2021 (PROT. ISPRA N. 2021/60927)

2 - Protocollo ISPRA: 2021/60927 del 17/11/2021

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE
UFFICIO OPERAZIONI GEOSPAZIALI
c.a al Capo Ufficio
Col. Ing. EI Maurizio Sperti
PEC: istituto_geografico@postacert.difesa.it.

Oggetto: Collaborazione tra IGM e ISPRA per il Progetto CARG.

Gent.mo Colonnello,

in relazione al cordiale rapporto di collaborazione che intercorre tra le nostre Amministrazioni Pubbliche, entrambe Organi Cartografici dello Stato ai sensi della Legge 2 febbraio 1960, n. 68 e, considerando che ISPRA, attraverso il Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia ha in corso la realizzazione della Carta geologica ufficiale d'Italia alla scala 1:50.000 (Progetto CARG), in collaborazione con le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano, con istituti e dipartimenti universitari e con il Consiglio nazionale delle ricerche (CNR), mediante la stipula di convenzioni, si conferma la necessità di tale collaborazione per garantire ai contraenti CARG di ISPRA la disponibilità delle basi topografiche utili alla realizzazione della carta geologica.

In particolare si tratta delle basi cartografiche inerenti agli strati tematici dell'orografia, dell'idrografia e della toponomastica che costituiscono la cartografia IGM in scala 1.50.000 (Serie M792) e in scala 1:25.000 (Serie 25 e 25DB), in formato "RASTER e VETTORIALE" georeferenziato, per la realizzazione e l'informatizzazione dei Fogli geologici.

Allegato alla presente si trasmette l'elenco dei Fogli geologici che sono stati avviati in seguito alla ripresa del Progetto CARG, avvenuta in seguito alla Legge n.160, del 27 dicembre 2019; tra i Fogli in elenco sono indicati anche quelli che verranno realizzati direttamente dai geologi del Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA e, per i quali, si richiede oltre che la disponibilità delle basi topografiche altresì le autorizzazioni.

Al proposito si fa riferimento all'autorizzazione relativa al Foglio geologico n. 337 Norcia, realizzato da questo Servizio e in attesa di stampa. La suddetta autorizzazione (numero 7073) è stata cordialmente anticipata in via eccezionale e, al fine di provvedere alla necessaria formalizzazione è stata richiesta la compilazione di un modulo. Si chiede di poter sostituire il richiesto modulo con la presente nota nella quale si inseriscono le dichiarazioni presenti nel modulo medesimo.

2 - Protocollo ISPRA: 2021/60927 del 17/11/2021

Pertanto si dichiara:

-di aver piena cognizione delle norme contenute nella legge n. 633 del 22 aprile 1941 e nella legge 2 febbraio 1960 n. 68 - nonché del Decreto legislativo del 29-12-1992 n. 518 - di attuazione della direttiva n. 91/25O/CEE relativa alla tutela giuridica dei diritti di proprietà intellettuale che sono propri dell'I.G.M. ad astenersi da atti e condotte che potrebbero limitare l'esercizio di tali diritti;

-di impegnarsi ad utilizzare il materiale per i soli scopi indicati nella richiesta e per il periodo massimo concesso;

-di non cedere il materiale a terzi, sia nella forma originaria che opportunamente elaborato senza la preventiva autorizzazione dell'I.G.M.

-di apporre su tutte le copie degli elaborati ricavati dal materiale oggetto della autorizzazione in modo visibile e per esteso la dicitura: - dai tipi dell'ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE - *Autorizzazione n.* _____ *del* _____;

-di impegnarsi a non superare il numero massimo di copie, ottenute con qualsiasi mezzo di riproduzione, che si intende ricavare dal materiale stesso secondo quanto dichiarato nella richiesta;

-di impegnarsi a non memorizzare il materiale con qualsiasi mezzo per la formazione di archivi o banche dati senza la preventiva autorizzazione dell'I.G.M.;

-di impegnarsi ad inviare copia dei prodotti ottenuti da destinare agli archivi di questo I.G.M.;

-di essere a conoscenza che l'I.G.M. mantiene comunque la proprietà dei tipi cartografici; in caso di cessione a terzi, questi acquisiscono soltanto il diritto all'uso non esclusivo degli stessi per gli scopi dichiarati.

Inoltre, in ragione dei tempi di realizzazione stabiliti nelle convenzioni stipulate con le Regioni, province autonome e con le Università, si chiede la cortesia di ricevere un trattamento "velocizzato" di tutte le richieste di forniture di cartografia rientranti nell'ambito del Progetto CARG, sia che si riferiscano all'ISPRA sia che provengano dagli altri Enti partner del Progetto.

Certe di una cordiale accettazione di tale proposta e di una proficua collaborazione è favorevole l'occasione per porgere i più cordiali saluti.

La Dirigente del
Servizio per la geologia strutturale
e marina, per il rilevamento e
la cartografia geologica - GEO-CAR
Dott.ssa Maria Lettieri

Il Direttore del Dipartimento per il
Servizio Geologico d'Italia
Dott.ssa Maria Siclari

ALLEGATO 3

SCHEMA GENERALE DEGLI AMBIENTI DEPOSIZIONALI E DEI DEPOSITI QUATERNARI

(a cura di Troccoli A., Fiorenza D., Muraro C., Orefice S. & Fiorentino A.)

Lo schema proposto di seguito ha lo scopo di definire in modo univoco gli "Ambienti deposizionali" quaternari e i "Depositi" ad essi collegati, rappresentativi di facies e associazioni di facies, utilizzati e utilizzabili nel Progetto CARG (cartografie e Banca Dati Geologica). Lo schema ha anche lo scopo di mettere in evidenza i "Sistemi deposizionali" da rappresentare in carta, obbligatori per le aree sommerse ma facoltativi per le aree emerse, sebbene **consigliati** nei Fogli in cui siano presenti ampie aree di pianura con due o più sistemi deposizionali.

Esso rappresenta un aggiornamento dello *SCHEMA AMBIENTI* del volume 12(I) dei *Quaderni* (capitolo 4, pag. 79) e al tempo stesso una sua evoluzione.

Si ricorda che lo *SCHEMA AMBIENTI* pubblicato sul volume 12(I) dei *Quaderni* era finalizzato all'individuazione dei sistemi deposizionali da rappresentare in carta e all'allineamento con la tabella T0180804000 *Ambienti Deposizionali* della Banca Dati Geologica (BDG), dove si inseriscono gli *Ambienti*/*sistemi deposizionali* e i *Depositi* della geologia delle aree sommerse, ma è anche possibile inserire *sistemi deposizionali* di aree emerse di pianura (di ambiente *fluviale*, *deltizio* o *litorale*) e *depositi* correlati, rappresentativi di facies o associazioni di facies di maggior dettaglio rispetto alle voci presenti nella T0180801000 e nel *Dizionario delle Unità Quaternarie* (capitolo 5 del volume 12(I) dei *Quaderni*, pp. 96 e 98).

Per prima cosa è stato necessario riallineare lo schema del volume 12(I) dei *Quaderni* alla banca dati che dopo il 2009 era stata interessata da alcune (poche) modifiche e integrazioni conseguenti all'evoluzione del Progetto CARG. Bisognava infatti integrare lo schema con alcune voci già utilizzate negli ultimi anni soprattutto nella geologia delle aree sommerse (es. *deposito relitto*), adeguarlo alla prassi CARG rispetto all'interpretazione di alcune voci (es. la *beach rock* viene associata solamente alla *spiaggia sommersa*), aggiornarlo alle più recenti modifiche introdotte nella attuale fase di revisione del Quaderno stesso (es. *deposito di piana bacinale*).

Rimanevano però alcuni elementi controversi nello schema concettuale del volume 12(I) dei *Quaderni*: ambienti e sistemi deposizionali che esulavano dal contesto di pianura (es. *sistema proglaciale*) o che non dovevano essere rappresentati in carta come sistemi deposizionali (es. *ambiente palustre* o *ambiente eolico*), la presenza di depositi inseriti nella BDG solamente nella T0180801000 (es. *deposito lacustre*), presenti sia in T0180801000 che in T0180804000 (es. *deposito lagunare*) o presenti solo in T0180804000 (es. depositi correlati a singole facies di ambiente fluviale).

Si è pensato quindi di fornire uno schema generale, qui di seguito rappresentato, dove sono riuniti tutti i tipi di deposito quaternario utilizzati nelle cartografie CARG, sia che abbiano una loro sigla (vedi "Sigle della Tab. 1 - **Dizionario delle Unità Quaternarie**" aggiornamento in questo Allegato) in carta sia che non la abbiano, presenti sia in T0180801000 che in T0180804000 della BDG.

Riprendendo l'impostazione generale dello schema ambienti del volume 12(I) dei *Quaderni*, in questa nuova versione dello schema è evidenziata la correlazione diretta tra tutti i sistemi deposizionali e le relative facies/associazioni di facies e tra queste ultime e i depositi che ne sono espressione (almeno per gli affioramenti rilevati sulle aree emerse). In alcuni casi sono stati esplicitati i rapporti gerarchici, non sempre chiari dai nomi, tra tipi di deposito con diversi gradi di approfondimento, dal generale al particolare, da associazione di varie facies alla singola facies (es. *Deposito alluvionale* / *Deposito di tracimazioni fluviali indifferenziate* / *Deposito di area interfluviale* / *Deposito di piana inondabile*).

L'unico deposito non presente nello schema è il *Deposito marino* di T0180801000. Si ricorda che questa voce è utilizzata nel Progetto CARG per qualsiasi deposito di origine marina **attualmente affiorante sopra il livello del mare**, terrazzato o meno (**g**, **g_n**). La descrizione relativa alla facies e al sistema deposizionale viene riportata solamente in legenda e nelle note illustrative.

Gli Ambienti o i Sistemi deposizionali, rappresentati nel seguente schema su fondo colorato, sono quelli che, se specificati in T0180804000, vengono distinti in carta con tonalità diverse del colore dell'unità stratigrafica a cui appartengono.

Non tutte le voci riportate nello schema sono attualmente presenti nella Banca Dati Geologica del Progetto CARG (BDG). Qualora i contraenti avessero bisogno di nuove occorrenze per la BDG, in grado di soddisfare la rappresentazione dei dati geologici rilevati nei fogli, possono fare richiesta di nuovo codice in Tabella T0180804000 al Servizio Geologico d'Italia (cfr. capitolo 15 di questo documento).

AMBIENTI DEPOSIZIONALI	*SISTEMI DEPOSIZIONALI*	FACIES E ASSOCIAZIONI DI FACIES	
GLACIALE	***GLACIALE s.s.***	*Till indifferenziato* (c_1)	*Till* di alloggiamento (c_4)
			Till di ablazione (c_5)
			Morenico scheletrico sparso (c_3)
	PERIGLACIALE		Deposito crionivale (c_7)
	PROGLACIALE		Deposito di contatto glaciale (b_5)
			Deposito fluvio-glaciale (b)
			Deposito glacio-lacustre (c_6)
			Deposito eolico (d)
			Deposito di frana con trasporto glaciale (a_5)
VERSANTE			Deposito di frana (a_1)
			Detrito di falda (a_3)
			Deposito di versante (a)
			Deposito di *glacis* (b_8)
		Coltre eluvio-colluviale (b_2)	Deposito colluviale (b_7)
			Prodotto eluviale (alterite) (b_6)
CARSICO			Prodotto eluviale (alterite) (b_6)
			Travertino (f_1)
LACUSTRE			Deposito lacustre (e_2)
			Deposito lacustre, palustre (e)
PALUSTRE			Deposito palustre (e_3)
			Deposito palustre (paludi attuali e subattuali eventualmente drenate) (e_5)

AMBIENTI DEPOSIZIONALI	*SISTEMI DEPOSIZIONALI*		FACIES E ASSOCIAZIONI DI FACIES			
FLUVIALE	***PIANA ALLUVIONALE INTRAVALLIVA***		*Deposito di origine mista* (i)			Deposito torrentizio
						Deposito di *debris flow* (b_4)
						Deposito di valanga
			Deposito alluvionale e fluvio-glaciale (b)			
	CONOIDE ALLUVIONALE		*Deposito di origine mista* (i)			Deposito torrentizio
						Deposito di *debris flow* (b_4)
						Deposito di valanga
			Deposito alluvionale e fluvio-glaciale (b)			
	PIANA ALLUVIONALE		*Deposito alluvionale e fluvio-glaciale* (b)			
		PIANA BRAIDED		*Deposito di canale e argine*	*Deposito di canale fluviale e argine prossimale*	Deposito di canale fluviale
						Deposito di barra
			Deposito di tracimazioni fluviali indifferenziate			Deposito di argine prossimale
					Deposito di canale fluviale e argine prossimale	Deposito di argine
						Deposito di argine distale
				Deposito di area interfluviale		Deposito di piana inondabile
						Deposito di canale abbandonato
		PIANA A MEANDRI		*Deposito di canale, argine e rotta fluviale*	*Deposito di canale fluviale e argine prossimale*	Deposito di canale fluviale
						Deposito di barra di meandro
			Deposito di tracimazioni fluviali indifferenziate			Deposito di argine prossimale
					Deposito di canale fluviale e argine prossimale	Deposito di argine
						Deposito di argine distale
						Deposito di rotta
				Deposito di area interfluviale		Deposito di piana inondabile
						Deposito di meandro abbandonato
						Deposito di palude (o palustre)

AMBIENTI DEPOSIZIONALI	*SISTEMI DEPOSIZIONALI*	FACIES E ASSOCIAZIONI DI FACIES			
DELTIZIO	***PIANA DELTIZIA***	*Deposito deltizio (g_1)*	*Deposito di canale distributore, argine e rotta*		Deposito di canale distributore
					Deposito di argine
					Deposito di ventaglio di rotta
			Deposito di area interdistributrice		Deposito di intercanale
					Deposito di delta minore
					Deposito di palude (o palustre)
				Deposito lagunare	Deposito di palude salmastra e laguna
					Deposito di laguna
					Deposito di *washover*
	FRONTE DEL DELTA	*Deposito di fronte del delta (g_6)*			Deposito di barra di foce
					Deposito di fronte del delta *s.s.*
	SCARPATA DI PRODELTA	Deposito di scarpata di prodelta (g_7)			
DELTIZIO + LITORALE	***PIANA COSTIERA, FRONTE DELTIZIA E PIANA DI SABBIA***	*Deposito lagunare (e_1)*			Deposito di palude salmastra e laguna
					Deposito di laguna
					Deposito di *washover*
		Deposito di cordone litorale e barra di foce			Deposito di barra di foce
					Deposito eolico (d)
					Deposito di palude salmastra e laguna
					Deposito di spiaggia (g_2)
					Deposito di spiaggia sommersa (g_8)
		Deposito di fronte del delta (g_6)			Deposito di barra di foce
					Deposito di fronte del delta *s.s.*
	SCARPATA DI PRODELTA E TRANSIZIONE ALLA PIATTAFORMA CONTINENTALE				Deposito di scarpata di prodelta (g_7)
					Deposito di transizione alla piattaforma continentale, prisma litorale (g_{11})

AMBIENTI DEPOSIZIONALI	*SISTEMI DEPOSIZIONALI*		FACIES E ASSOCIAZIONI DI FACIES	
LITORALE	**PIANA TIDALE**		*Deposito di piana tidale (g_3)*	Deposito di canale di marea
				Deposito di delta di marea
				Deposito di piana tidale *s.s.*
	LAGUNA		*Deposito lagunare (e_1)*	Deposito di palude salmastra e laguna
				Deposito di laguna
				Deposito di *washover*
	SPIAGGIA	***SPIAGGIA EMERSA***	*Deposito di cordone litorale*	Deposito eolico (d)
				Deposito di palude salmastra e laguna
				Deposito di spiaggia (g_2)
		SPIAGGIA SOMMERSA		Deposito di spiaggia sommersa (g_8)
				Beach rock (g_{10})
				Deposito bioclastico (g_{12})
				Corpi litoidi organogeni, bioherma (g_{13})
				Deposito bioclastico da smantellamento di bioherma (g_{14})
				Prateria a *Posidonia oceanica*
				Prateria a *Cymodocea nodosa*
				Prateria a fanerogame marine (g_4)
				Deposito di piede di falesia (g_{15})
	SISTEMA COSTIERO DI BASSA ENERGIA, GOLFO			Deposito costiero di bassa energia, golfo (g_9)
				Deposito relitto (m_{10})
				Deposito palinsesto (m_9)
	SISTEMA DI TRANSIZIONE ALLA PIATTAFORMA CONTINENTALE, PRISMA LITORALE			Deposito di transizione alla piattaforma, prisma litorale (g_{11})
				Deposito rielaborato da correnti (g_{16})
				Deposito relitto (m_{10})
				Deposito palinsesto (m_9)
				Deposito di frana sottomarina (g_{17})

AMBIENTI DEPOSIZIONALI	*SISTEMI DEPOSIZIONALI*	FACIES E ASSOCIAZIONI DI FACIES	
PIATTAFORMA CONTINENTALE	*Deposito di piattaforma continentale (g_{18})*		
	PIATTAFORMA CONTINENTALE INTERNA	*Deposito di piattaforma continentale interna (g_{19})*	Prateria a *Posidonia oceanica*
			Prateria a *Cymodocea nodosa*
			Prateria a fanerogame marine (g_4)
			Deposito di transizione alla piattaforma, prisma litorale (g_{11})
			Deposito bioclastico (g_{12})
			Corpi litoidi organogeni, bioherma (g_{13})
			Deposito bioclastico da smantellamento di bioherma (g_{14})
			Deposito rielaborato da correnti (g_{16})
			Deposito relitto (m_{10})
			Deposito palinsesto (m_9)
			Deposito di frana sottomarina (g_{17})
	PIATTAFORMA CONTINENTALE ESTERNA	*Deposito di piattaforma continentale esterna (g_{21})*	Deposito bioclastico (g_{12})
			Deposito bioclastico da smantellamento di bioherma (g_{14})
			Deposito rielaborato da correnti (g_{16})
			Deposito relitto (m_{10})
			Deposito di frana sottomarina (g_{17})
			Deposito palinsesto (m_9)

AMBIENTI DEPOSIZIONALI	*SISTEMI DEPOSIZIONALI*	FACIES E ASSOCIAZIONI DI FACIES	
SCARPATA CONTINENTALE	*Deposito di scarpata continentale (m_2)*		
	SCARPATA CONTINENTALE PROSSIMALE	*Deposito torbiditico* (m_3)	Deposito torbiditico di argine (m_4)
			Deposito torbiditico di canale (m_5)
			Deposito da flussi gravitativi non canalizzati (m_1)
			Deposito di frana sottomarina (g_{17})
	SCARPATA CONTINENTALE DISTALE	*Deposito torbiditico* (m_3)	Deposito torbiditico di argine (m_4)
			Deposito torbiditico di canale (m_5)
			Deposito torbiditico di lobo (m_6)
			Deposito di riempimento di *canyon* (m_7)
			Deposito da trasporto in massa (m_8)
			Deposito da flussi gravitativi non canalizzati (m_1)
			Deposito di frana sottomarina (g_{17})
			Contouriti (m_{13})
PIANA BACINALE			Contouriti (m_{13})
			Deposito di piana bacinale (m_{11})

ANTROPICO	Deposito antropico (h)
	Discarica (h_1)
	Salina (h_2)
	Deposito vulcanoclastico (l)

Sigle della Tab. 1 - **Dizionario delle Unità Quaternarie**
(aggiornamento del capitolo 5 del volume 12(I) dei Quaderni, pag. 98).

Descrizione	**Sigla**	**Descrizione**	**Sigla**
Deposito di versante	a	Deposito di fronte del delta	g_6
Deposito di frana	a_1	Deposito di scarpata di prodelta	g_7
Detrito di falda	a_3	Deposito di spiaggia sommersa	g_8
Deposito di frana con trasporto glaciale	a_5	Deposito costiero di bassa energia, golfo	g_9
Deposito alluvionale e fluvioglaciale(1)	b	*Beach rock*	g_{10}
Coltre eluvio-colluviale	b_2	Deposito di transizione alla piattaforma continentale, prisma litorale	g_{11}
Deposito di *debris-flow*	b_4	Deposito bioclastico	g_{12}
Deposito di contatto glaciale	b_5	Corpo litoide organogeno, bioherma	g_{13}
Prodotto eluviale (alterite)	b_6	Deposito bioclastico da smantellamento di bioherma	g_{14}
Deposito colluviale	b_7	Deposito di piede di falesia	g_{15}
Deposito di *glacis*	b_8	Deposito rielaborato da correnti	g_{16}
Deposito alluvionale terrazzato	bn	Deposito di frana sottomarina	g_{17}
Till indifferenziato	c_1	Deposito di piattaforma continentale	g_{18}
Morenico scheletrico sparso	c_3	Deposito di piattaforma continentale interna	g_{19}
Till di alloggiamento	c_4	Deposito di piattaforma intermedia (codice in abbandono, rimane solo per il pregresso)	g_{20}
Till di ablazione	c_5	Deposito di piattaforma continentale esterna	g_{21}
Deposito glacio-lacustre	c_6	Deposito da flussi gravitativi non canalizzati	m_1
Deposito crionivale	c_7	Deposito di scarpata continentale	m_2
Deposito eolico	d	Deposito torbiditico	m_3
Deposito lacustre, palustre	e	Deposito torbiditico di argine	m_4
Deposito lagunare	e_1	Deposito torbiditico di canale	m_5
Deposito lacustre	e_2	Deposito torbiditico di lobo	m_6
Deposito palustre	e_3	Deposito di riempimento di*canyon*	m_7
Deposito palustre (paludi attuali e subattuali eventualmente drenate)	e_5	Deposito da trasporto in massa	m_8
Travertino	f_1	Deposito palinsesto	m_9
Deposito di origine mista: di *debris flow* e/o torrentizio e/o di valanga	i	Deposito relitto	m_{10}
Deposito vulcanoclastico	l	Deposito di piana bacinale	m_{11}
Deposito marino(2)	g	Deposito pelitico (codice in abbandono, rimane solo per il pregresso)	m_{12}
Deposito marino terrazzato	gn	Contouriti	m_{13}
Deposito deltizio	g_1		
Deposito di spiaggia(3)	g_2	Deposito antropico	h
Deposito di piana tidale	g_3	Discarica	h_1
Praterie a fanerogame marine	g_4	Salina	h_2
Deposito biogenico marino (codice in abbandono, rimane solo per il pregresso)	g_5	Area non rilevabile/non classificabile	99

Note
(1) La Sigla "**b**" include deposito alluvionale, deposito alluvionale e fluvio-glaciale e deposito fluvio-glaciale. Il tipo di deposito effettivamente cartografato si può indicare nel campo NOME (per SIGLA1= "b") della Tabella T0180802000.
(2) La Sigla "**g**" si riferisce esclusivamente ai depositi marini attualmente emersi.
(3) La Sigla "**g_2**" si riferisce esclusivamente ai depositi di spiaggia in aree emerse.

ALLEGATO 4

CODICI DELLE LITOLOGIE DEL PROGETTO CARG (TAB. 8 ALLEGATA ALLA TABELLA T0180805000 DELLO STRATO 18 DELLA BANCA DATI GEOLOGICA)

(Battaglini L. & Carta R. per la Banca Dati Geologica;
Muraro C., Bonomo R., Martarelli L., Papasodaro F., Pieruccioni D.,
Ricci V., Vita L. per la "Legenda delle Litologie")

LIVELLO 1 - MATERIALI ANTROPICI	Cod1 = MA-000000

LIVELLO 2	LIVELLO 3	Cod3	LIVELLO 4	Cod4
Materiali antropici **Cod2 = MA-AN0000**	Deposito antropico	MA-AN0100	Deposito antropico	MA-AN0100
	Discarica	MA-AN0200	Discarica	MA-AN0200
	Salina	MA-AN0300	Saline	MA-AN0300

LIVELLO 1 - MATERIALI SEDIMENTARI INCOERENTI	Cod1 = SI-000000

LIVELLO 2	LIVELLO 3	Cod3	LIVELLO 4	Cod4
Sedimenti clastici incoerenti **Cod2 = SI-CL0000**	Argille	SI-CL0100	Argille/Limi-Silt	SI-CL0101
			Argille/Sabbie	SI-CL0102
	Limi-Silt	SI-CL0200	Limi-Silt/Argille	SI-CL0201
			Limi-Silt/Sabbie	SI-CL0202
			Limi-Silt/Ghiaie	SI-CL0203
	Sabbie	SI-CL0300	Sabbie fini	SI-CL0301
			Sabbie da fini amedie	SI-CL0302
			Sabbie medie	SI-CL0303
			Sabbie da medie agrossolane	SI-CL0304
			Sabbie grossolane	SI-CL0305
			Sabbie/Argille	SI-CL0306
			Sabbie/Limi-Silt	SI-CL0307
			Sabbie/Ghiaie	SI-CL0308
	Ghiaie	SI-CL0400	Ghiaie fini-medie	SI-CL0401
			Ghiaie medie-grossolane	SI-CL0402
			Ghiaie/Limi	SI-CL0402
			Ghiaie/Sabbie	SI-CL0404
			Ghiaie/Blocchi	SI-CL0405
	Blocchi	SI-CL0500	Blocchi	SI-CL0500
	Sedimenti incoerenti a varia granulometria	SI-CL0600	Argille/Limi-Silt/Sabbie	SI-CL0601
			Blocchi/Sabbie/Limi-Silt	SI-CL0602
	Diamicton	SI-CL0700	Diamicton amatrice argilloso-limosa	SI-CL0701
			Diamicton amatrice sabbioso-limosa	SI-CL0702
			Diamicton amatrice sabbioso-ghiaiosa	SI-CL0703
			Diamicton amatrice mista	SI-CL0704
	Detriti	SI-CL0800	Detriti a grossi blocchi	SI-CL0801
			Detriti a matrice sabbiosa-limosa-argillosa	SI-CL0802
	Deposito di frana	SI-CL0900	Deposito di frana	SI-CL0900
	Paleosuoli	SI-CL1000	Paleosuoli	SI-CL1000
Sedimenti misti	Sedimenti misti	SI-MI0100	Sedimenti bioclastici	SI-MI0101

(carbonatico-silicoclastici) incoerenti **Cod2=SI-MI0000**	incoerenti			
Sedimenti silicei **Cod2=SI-SI0000**	Sedimenti silicei	SI-SI0100	Fanghi diatomitici	SI-SI0101
Depositi organici incoerenti **Cod2=SI-OR0000**	Torbe miste ad altri sedimenti	SI-OR0100	Torbe miste ad altri sedimenti	SI-OR0100
	Torbe	SI-OR0200	Torbe	SI-OR0200

LIVELLO 1 - ROCCE SEDIMENTARIE	**Cod1 = RS-000000**

LIVELLO 2	**LIVELLO 3**	**Cod3**	**LIVELLO 4**	**Cod4**
Rocce sedimentarie clastiche **Cod2=RS-CL0000**	Peliti	RS-CL0100	Argilliti	RS-CL0101
			Siltiti	RS-CL0102
	Areniti	RS-CL0200	Areniti fini	RS-CL0201
			Areniti da fini a medie	RS-CL0202
			Areniti medie	RS-CL0203
			Areniti da medie a grossolane	RS-CL0204
			Areniti grossolane	RS-CL0205
			Areniti grossolane-conglomeratiche	RS-CL0206
	Ruditi	RS-CL0300	Conglomerati	RS-CL0301
			Conglomerati a matrice pelitica	RS-CL0302
			Conglomerati a matrice arenitica/sabbiosa	RS-CL0303
			Conglomerati a matrice mista	RS-CL0304
			Brecce	RS-CL0305
			Brecce a matrice pelitica	RS-CL0306
			Brecce a matrice arenitica/sabbiosa	RS-CL0307
			Brecce a matrice/cemento carbonatico	RS-CL0308
			Brecce a matrice mista	RS-CL0309
	Rocce sedimentarie clastiche a varie granulometrie	RS-CL0400	Peliti/Areniti	RS-CL0401
			Areniti/Peliti	RS-CL0402
			Areniti/Ruditi	RS-CL0403
			Ruditi/Areniti	RS-CL0404
			Peliti/Ruditi	RS-CL0405
			Ruditi/Peliti	RS-CL0406
			Peliti/Areniti/Ruditi	RS-CL0407
	Epiclastiti	RS-CL0500	Epiclastiti fini	RS-CL0501
			Epiclastiti medie	RS-CL0502
			Epiclastiti grossolane	RS-CL0503

			Epiclastiti varie granulometrie	RS-CL0504
	Diamictiti	RS-CL0600	Diamictiti	RS-CL0600
	Detriti cementati	RS-CL0700	Detriti cementati	RS-CL0700
	Deposito di frana litoide	RS-CL0800	Deposito di frana litoide	RS-CL0800
	Olistostroma	RS-CL0900	Olistostroma	SI-CL0900
Rocce sedimentarie a composizione mista **Cod2=RS-MI0000**	Marne	RS-MI0100	Marne argillose	RS-MI0101
			Marne calcaree	RS-MI0102
			Marne dolomitiche	RS-MI0103
	Rocce sedimentarie a composizione mista e a varie granulometrie	RS-MI0200	Peliti/Marne	RS-MI0201
			Areniti/Marne	RS-MI0202
Rocce carbonatiche **Cod2=RS-CA0000**	Calcari	RS-CA0100	Calcari micritici	RS-CA0101
			Calcareniti	RS-CA0102
			Calciruditi	RS-CA0103
			Calcari organogeni	RS-CA0104
			Calcari bioclastici	RS-CA0105
			Calcari dolomitici	RS-CA0106
			Calcari selciferi	RS-CA0107
			Calcari marnosi	RS-CA0108
			Calcari bauxitici	RS-CA0109
			Calcari bituminosi	RS-CA0110
			Calcari con componente terrigena/silicoclastica	RS-CA0111
	Dolomie	RS-CA0200	Dolomicriti	RS-CA0201
			Doloareniti	RS-CA0202
			Dolomie selcifere	RS-CA0203
			Dolomie calcaree	RS-CA0204
			Dolomie bauxifere	RS-CA0205
	Calcari organogeni in formazione	RS-CA0300	Calcari organogeni in formazione	RS-CA0300
	Travertini	RS-CA0400	Travertini misti ad altri sedimenti	RS-CA0401
Rocce silicee **Cod2=RS-SI0000**	Diaspri/Radiolariti	RS-SI0100	Diaspri/Radiolariti	RS-SI0100
	Diatomiti	RS-SI0200	Diatomiti	RS-SI0200
Rocce evaporitiche **Cod2=RS-EV0000**	Gessi/Anidriti	RS-EV0100	Gessi	RS-EV0101
			Anidriti	RS-EV0102
	Salgemma	RS-EV0200	Salgemma	RS-EV0200
Rocce residuali **Cod2 = RS-RE0000**	Bauxiti	RS-RE0100	Bauxiti	RS-RE0100
	Lateriti	RS-RE0200	Lateriti	RS-RE0200
Rocce organiche **Cod2=RS-OR0000**	Rocce carboniose	RS-OR0100	Rocce carboniose/carbone	RS-OR0101
	Rocce carboniose miste ad altri sedimenti o rocce	RS-OR0200	Rocce carboniose miste ad altri sedimenti o rocce	RS-OR0200
	Ligniti	RS-OR0300	Ligniti	RS-OR0300

LIVELLO 1 - ROCCE IGNEE	Cod1 = RI-000000

LIVELLO 2	LIVELLO 3	Cod3	LIVELLO 4	Cod4
Rocce intrusive **Cod2=RI-IN0000**	Quarzoliti	RI-IN0100	Quarzoliti	RI-IN0100
	Granitoidi ricchi in quarzo	RI-IN0200	Granitoidi ricchi in quarzo	RI-IN0200
	Graniti afeldspati alcalini	RI-IN0300	Leucograniti a feldspati alcalini	RI-IN0301
			Melagraniti a feldspati alcalini	RI-IN0302
	Graniti	RI-IN0400	Leucograniti	RI-IN0401
			Melagraniti	RI-IN0402
			Sienograniti	RI-IN0403
			Monzograniti	RI-IN0404
	Granodioriti	RI-IN0500	Leucogranodioriti	RI-IN0501
			Melagranodioriti	RI-IN0502
	Tonaliti	RI-IN0600	Leucotonaliti	RI-IN0601
			Melatonaliti	RI-IN0602
	Sieniti quarzifere afeldspati alcalini	RI-IN0700	Leucosieniti quarzifere afeldspati alcalini	RI-IN0701
			Melasieniti quarzifere afeldspati alcalini	RI-IN0702
	Sieniti quarzifere	RI-IN0800	Leucosieniti quarzifere	RI-IN0801
			Melasieniti quarzifere	RI-IN0802
	Monzoniti quarzifere	RI-IN0900	Leucomonzoniti quarzifere	RI-IN0901
			Melamonzoniti quarzifere	RI-IN0902
	Monzodioriti quarzifere	RI-IN1000	Leucomonzodioriti quarzifere	RI-IN1001
			Melamonzodioriti quarzifere	RI-IN1002
	Monzogabbri quarziferi	RI-IN1100	Leucomonzogabbri quarziferi	RI-IN1101
			Melamonzogabbri quarziferi	RI-IN1102
	Dioriti quarzifere	RI-IN1200	Leucodioriti quarzifere	RI-IN1201
			Meladioriti quarzifere	RI-IN1202
	Gabbri quarziferi	RI-IN1300	Leucogabbri quarziferi	RI-IN1301
			Melagabbri quarziferi	RI-IN1302
	Anortositi quarzifere	RI-IN1400	Anortositi quarzifere	RI-IN1400
	Sieniti a feldspati alcalini	RI-IN1500	Leucosieniti a feldspati alcalini	RI-IN1501
			Melasieniti a feldspati alcalini	RI-IN1502
	Sieniti	RI-IN1600	Leucosieniti	RI-IN1601
			Melasieniti	RI-IN1602
	Monzoniti	RI-IN1700	Leucomonzoniti	RI-IN1701
			Melamonzoniti	RI-IN1702
	Monzodioriti	RI-IN1800	Leucomonzodioriti	RI-IN1801
			Melamonzodioriti	RI-IN1802
	Monzogabbri	RI-IN1900	Leucomonzogabbri	RI-IN1901
			Melamonzogabbri	RI-IN1902

	Dioriti	RI-IN2000	Leucodioriti	RI-IN2001
			Meladioriti	RI-IN2002
	Rocce gabbroidi	RI-IN2100	Gabbri	RI-IN2101
			Gabbri a ortopirosseno	RI-IN2102
			Gabbri a orneblenda	RI-IN2103
			Gabbri a olivina	RI-IN2104
			Gabbri a pirosseno e orneblenda	RI-IN2105
			Gabbronoriti	RI-IN2106
			Gabbronoriti a olivina	RI-IN2107
			Gabbronoriti a pirosseno e orneblenda	RI-IN2108
			Noriti	RI-IN2109
			Noriti a clinopirosseno	RI-IN2110
			Noriti a olivina	RI-IN2111
			Noriti a pirosseno e orneblenda	RI-IN2112
			Troctoliti	RI-IN2113
	Anortositi	RI-IN2200	Anortositi	RI-IN2200
	Sieniti a feldspati alcalini e foidi	RI-IN2300	Leucosieniti a feldspati alcalini e foidi	RI-IN2301
			Melasieniti a feldspati alcalini e foidi	RI-IN2302
	Sieniti a foidi	RI-IN2400	Leucosieniti a foidi	RI-IN2401
			Melasieniti a foidi	RI-IN2402
	Monzoniti a foidi	RI-IN2500	Leucomonzoniti a foidi	RI-IN2501
			Melamonzoniti a foidi	RI-IN2502
	Monzodioriti a foidi	RI-IN2600	Leucomonzodioriti a foidi	RI-IN2601
			Melamonzodioriti a foidi	RI-IN2602
	Monzogabbri a foidi	RI-IN2700	Leucomonzogabbri a foidi	RI-IN2701
			Melamonzogabbri a foidi	RI-IN2702
	Dioriti a foidi	RI-IN2800	Leucodioriti a foidi	RI-IN2801
			Meladioriti a foidi	RI-IN2802
	Gabbri a foidi	RI-IN2900	Leucogabbri a foidi	RI-IN2901
			Melagabbri a foidi	RI-IN2902
	Anortositi a foidi	RI-IN3000	Anortositi a foidi	RI-IN3000
	Foidosieniti	RI-IN3100	Leucofoidosieniti	RI-IN3101
			Melafoidosieniti	RI-IN3102
	Foidomonzosieniti	RI-IN3200	Leucofoidomonzosieniti	RI-IN3201
			Melafoidomonzosieniti	RI-IN3202
	Foidomonzodioriti	RI-IN3300	Leucofoidomonzodioriti	RI-IN3301
			Melafoidomonzodioriti	RI-IN3302
	Foidomonzogabbri	RI-IN3400	Leucofoidomonzogabbri	RI-IN3401
			Melafoidomonzogabbri	RI-IN3402
	Foidodioriti	RI-IN3500	Leucofoidodioriti	RI-IN3501
			Melafoidodioriti	RI-IN3502
	Foidogabbri	RI-IN3600	Leucofoidogabbri	RI-IN3601
			Melafoidogabbri	RI-IN3602
	Foidoliti	RI-IN3700	Foidoliti	RI-IN3700
	Rocce intrusive ultramafiche	RI-IN3800	Peridotiti	RI-IN3801
			Peridotiti a orneblenda	RI-IN3802

			Peridotiti a pirosseno e orneblenda	RI-IN3803
			Peridotiti a pirosseno	RI-IN3804
			Duniti	RI-IN3805
			Harzburgiti	RI-IN3806
			Wehrliti	RI-IN3807
			Lherzoliti	RI-IN3808
			Pirosseniti	RI-IN3809
			Pirosseniti a olivina	RI-IN3810
			Pirosseniti a orneblenda e olivina	RI-IN3811
			Pirosseniti a plagioclasio	RI-IN3812
			Pirosseniti a plagioclasio e orneblenda	RI-IN3813
			Ortopirosseniti	RI-IN3814
			Ortopirosseniti a olivina	RI-IN3815
			Clinopirosseniti	RI-IN3816
			Clinopirosseniti a olivina	RI-IN3817
			Websteriti	RI-IN3818
			Websteriti a olivina	RI-IN3819
			Orneblenditi	RI-IN3820
			Orneblenditi a olivina	RI-IN3821
			Orneblenditi a pirosseno e olivina	RI-IN3822
			Orneblenditi a plagioclasio	RI-IN3823
			Orneblenditi a plagioclasio e pirosseno	RI-IN3824
			Biotititi	RI-IN3825
	Brecce intrusive	RI-IN3900	Brecce intrusive	RI-IN3900
Rocce subvulcaniche **Cod2=RI-SV0000**	Pegmatiti	RI-SV0100	Pegmatiti granitiche	RI-SV0101
			Pegmatiti granodioritiche	RI-SV0102
			Pegmatiti tonalitiche	RI-SV0103
			Pegmatiti sienitiche	RI-SV0104
	Porfiriti	RI-SV0200	Porfidi granitici	RI-SV0201
			Porfidi granodioritici	RI-SV0202
	Apliti	RI-SV0300	Apliti granitiche	RI-SV0301
			Aapliti granodioritiche	RI-SV0302
			Apliti tonalitiche	RI-SV0303
Rocce laviche **Cod2=RI-LA0000**	Rocce riolitiche	RI-LA0100	Rioliti	RI-LA0101
			Rioliti alcaline	RI-LA0102
			Rioliti peralluminose	RI-LA0103
			Rioliti peralcaline	RI-LA0104
			Pantelleriti	RI-LA0105
			Comenditi	RI-LA0106
	Riodaciti	RI-LA0200	Riodaciti	RI-LA0200
	Daciti	RI-LA0300	Daciti	RI-LA0300
	Trachiti-trachidaciti	RI-LA0400	Quarzo trachiti	RI-LA0401
			Trachiti	RI-LA0402
			Trachiti a foidi	RI-LA0403
			Quarzo alcalitrachiti	RI-LA0404
			Alcalitrachiti	RI-LA0405

			Alcalitrachiti a foidi	RI-LA0406
			Trachidaciti	RI-LA0407
	Trachiandesiti	RI-LA0500	Latiti	RI-LA0501
			Benmoreiti	RI-LA0502
	Trachiandesiti basaltiche	RI-LA0600	Shoshoniti	RI-LA0601
			Mugeariti	RI-LA0602
	Trachibasalti	RI-LA0700	Trachibasalti potassici	RI-LA0701
			Hawaiiti	RI-LA0702
	Andesiti	RI-LA0800	Andesiti	RI-LA0800
	Andesiti basaltiche	RI-LA0900	Andesiti basaltiche	RI-LA0900
	Basalti	RI-LA1000	Basalti tholeiitici	RI-LA1001
			Olivin-tholeiiti	RI-LA1002
			Basalti calcalcalini	RI-LA1003
			Basalti alcalini	RI-LA1004
	Rocce fonolitiche	RI-LA1100	Fonoliti	RI-LA1101
			Fonoliti a leucite	RI-LA1102
	Fonoliti tefritiche	RI-LA1200	Fonoliti tefritiche	RI-LA1200
	Tefriti fonolitiche	RI-LA1300	Tefriti fonolitiche	RI-LA1300
	Basaniti-tefriti	RI-LA1400	Basaniti	RI-LA1401
			Tefriti	RI-LA1402
			Tefriti a leucite	RI-LA1403
	Foiditi	RI-LA1500	Leucititi	RI-LA1501
			Leucititi fonolitiche	RI-LA1502
			Leucititi tefritiche	RI-LA1503
			Nefeliniti	RI-LA1504
			Foiditi ad hauyna	RI-LA1505
	Basalti picritici	RI-LA1600	Basalti picritici	RI-LA1600
	Lave picritiche	RI-LA1700	Picriti	RI-LA1701
			Komatiiti	RI-LA1702
			Meimechiti	RI-LA1703
	Lave di associazione o serie fortemente/per-alcalina	RI-LA1800	Lave di associazione o serie fortemente/per-alcalina	RI-LA1800
	Lave di associazione o serie alcalina	RI-LA1900	Lave di associazione o serie shoshonitica	RI-LA1901
			Lave di associazione o serie alcalina potassica	RI-LA1902
			Lave di associazione o serie alcalina sodica	RI-LA1903
	Lave di associazione o serie subalcalina	RI-LA2000	Lave di associazione o serie calco-alcalina	RI-LA2001
			Lave di associazione o serie tholeiitica	RI-LA2002
	Lave a composizione acida	RI-LA2100	Lave a composizione acida	RI-LA2100
	Lave a composizione intermedia	RI-LA2200	Lave a composizione intermedia	RI-LA2200
	Lave a composizione basica	RI-LA2300	Lave a composizione basica	RI-LA2300
	Lave a composizione ultrabasica	RI-LA2400	Lave a composizione ultrabasica	RI-LA2400
Rocce laviche speciali	Melilititi	RI-LS0100	Melilititi	RI-LS0100

o a composizione esotica **Cod2=RI-LS0000**	Kamafugiti	RI-LS0200	Kamafugiti	RI-LS0200
	Lamprofiri	RI-LS0300	Lamprofiri calcalcalini	RI-LS0301
			Lamprofiri aleucite	RI-LS0302
			Lamprofiri alcalini	RI-LS0303
			Lamprofiri amelilite	RI-LS0304
	Lamproiti	RI-LS0400	Lamproiti	RI-LS0400
	Carbonatiti	RI-LS0500	Carbonatiti	RI-LS0500

LIVELLO 1 - VULCANOCLASTITI INCOERENTI	**Cod1 = VI-000000**

LIVELLO 2	**LIVELLO 3**	**Cod3**	**LIVELLO 4**	**Cod4**
Piroclastiti incoerenti **Cod2 = VI-PI0000**	Ceneri	VI-PI0100	Ceneri fini	VI-PI0101
			Ceneri grossolane	VI-PI0102
	Ceneri e lapilli	VI-PI0200	Lapilli scoriacei e ceneri	VI-PI0201
			Lapilli pomicei e ceneri	VI-PI0202
			Lapilli litici e ceneri	VI-PI0203
	Lapilli	VI-PI0300	Lapilli scoriacei	VI-PI0301
			Lapilli pomicei	VI-PI0302
			Lapilli litici	VI-PI0303
	Blocchi/bombe	VI-PI0400	Blocchi/bombe scoriacei	VI-PI0401
			Blocchi/bombe pomicee	VI-PI0402
			Blocchi/bombe litici	VI-PI0403
	Piroclastiti incoerenti a varie granulometrie	VI-PI0500	Piroclastiti incoerenti a varie granulometrie	VI-PI0500
Vulcanoclastiti non consolidate **Cod2 =VI-VU0000**	Vulcanoclastiti incoerenti fini	VI-VU0100	Vulcanoclastiti incoerenti fini	VI-VU0100
	Vulcanoclastiti incoerenti medie	VI-VU0200	Vulcanoclastiti incoerenti medie	VI-VU0200
	Vulcanoclastiti incoerenti grossolane	VI-VU0300	Vulcanoclastiti incoerenti grossolane	VI-VU0300
	Vulcanoclastiti incoerenti a varie granulometrie	VI-VU0400	Vulcanoclastiti incoerenti a varie granulometrie	VI-VU0400

LIVELLO 1 - ROCCE VULCANOCLASTICHE	**Cod1 = RV-000000**

LIVELLO 2	**LIVELLO 3**	**Cod3**	**LIVELLO 4**	**Cod4**
Piroclastiti consolidate/tufi **Cod2 = RV-PI0000**	Cineriti/tufi cineritici	RV-PI0100	Cineriti/tufi cineritici fini	RV-PI0101
			Cineriti/tufi cineritici grossolani	RV-PI0102
	Tufi a ceneri e lapilli	RV-PI0200	Tufi a lapilli scoriacei e ceneri	RV-PI0201
			Tufi a lapilli pomicei e ceneri	RV-PI0202

			Tufi a lapilli litici e ceneri	RV-PI0203
	Tufi a lapilli (*lapillistone*)	RV-PI0300	Tufi a lapilli scoriacei	RV-PI0301
			Tufi a lapilli pomicei	RV-PI0302
			Tufi a lapilli litici	RV-PI0303
	Brecce piroclastichee agglomerati	RV-PI0400	Brecce piroclastiche/agglomerati scoriacei	RV-PI0401
			Brecce piroclastiche/agglomerati pomicei	RV-PI0402
			Brecce piroclastiche litiche e brecce laviche autoclastiche	RV-PI0403
	Tufi a varie granulometrie	RV-PI0500	Tufi a varie granulometrie	RV-PI0500
Vulcanoclastiti consolidate miste **Cod2=RV-VU0000**	Vulcanoclastiti consolidate fini	RV-VU0100	Vulcanoclastiti consolidate fini	RV-VU0100
	Vulcanoclastiti consolidate medie	RV-VU0200	Vulcanoclastiti consolidate medie	RV-VU0200
	Vulcanoclastiti consolidate grossolane	RV-VU0300	Vulcanoclastiti consolidate grossolane	RV-VU0300
	Vulcanoclastiti consolidate a varie granulometrie	RV-VU0400	Vulcanoclastiti consolidate a varie granulometrie	RV-VU0400

LIVELLO 1 - ROCCE METAMORFICHE	**Cod1 = RM-000000**

LIVELLO 2	**LIVELLO 3**	**Cod3**	**LIVELLO 4**	**Cod4**
Rocce metamorfiche a protolite sedimentario (basato sul nome del protolite) **Cod2=RM-SP0000**	Metapeliti	RM-SP0100	Meta-argilliti	RM-SP0101
			Metasiltiti	RM-SP0102
	Metareniti	RM-SP0200	Metareniti	RM-SP0200
	Metaruditi	RM-SP0300	Metaconglomerati	RM-SP0301
			Metabrecce	RM-SP0302
	Metaepiclastiti	RM-SP0400	Metaepiclastiti	RM-SP0400
Rocce metamorfiche a protolite sedimentario (con nome basato sulla composizione modale) **Cod2=RM-SM0000**	Metacarbonati	RM-SM0100	Marmi e metacalcari puri	RM-SM0101
			Marmi emetacalcari impuri	RM-SM0102
			Marmi dolomitici	RM-SM0103
			Calcescisti	RM-SM0104
			Metadolomie	RM-SM0105
	Rocce calcsilicatiche	RM-SM0200	Rocce calcsilicatiche	RM-SM0200
	Para-anfiboliti	RM-SM0300	Para-anfiboliti	RM-SM0300
	Quarziti	RM-SM0400	Quarziti	RM-SM0400
	Metaradiolariti	RM-SM0500	Metaradiolariti	RM-SM0500
Rocce metamorfiche a protolite sedimentario (con nome basato sugli attributi tessiturali)	Parascisti	RM-ST0100	Parascisti adue miche	RM-ST0101
			Parascisti asillimanite	RM-ST0102
			Parascisti agranato ecianite	RM-ST0103
			Parascisti acianite	RM-ST0104

Cod2=RM-ST0000			estaurolite	
			Parascisti abiotite, granato esillimanite	RM-ST0105
	Paragneiss	RM-ST0200	Paragneissadue miche	RM-ST0201
			Paragneissasillimanite	RM-ST0202
			Paragneissagranato ecianite	RM-ST0203
			Paragneissacianite estaurolite	RM-ST0204
			Paragneissabiotite, granato esillimanite	RM-ST0205
	Paragranofels	RM-ST0300	Paragranofels	RM-ST0300
Rocce metamorfiche a protolite vulcanoclastico **Cod2=RM-VU0000**	Metapiroclastiti	RM-VU0100	Metapiroclastiti	RM-VU0100
	Metavulcanoclastiti	RM-VU0200	Metavulcanoclastiti fini	RM-VU0201
			Metavulcanoclastiti medie	RM-VU0202
			Metavulcanoclastiti grossolane	RM-VU0203
			Metavulcanoclastiti a varie granulometrie	RM-VU0204
Rocce metamorfiche a protolite igneo (basato sul nome del protolite) **Cod2=RM-IP0000**	Metagraniti	RM-IP0100	Metagraniti	RM-IP0100
	Metagranodioriti	RM-IP0200	Metagranodioriti	RM-IP0200
	Metatonaliti	RM-IP0300	Metatonaliti	RM-IP0300
	Metasieniti	RM-IP0400	Metasieniti	RM-IP0400
	Metamonzoniti	RM-IP0500	Metamonzoniti	RM-IP0500
	Metamonzodioriti	RM-IP0600	Metamonzodioriti	RM-IP0600
	Metamonzogabbri	RM-IP0700	Metamonzogabbri	RM-IP0700
	Metarioliti	RM-IP0800	Metarioliti	RM-IP0800
	Metariodaciti	RM-IP0900	Metariodaciti	RM-IP0900
	Metadaciti	RM-IP1000	Metadaciti	RM-IP1000
	Metatrachiti	RM-IP1100	Metatrachiti	RM-IP1100
	Metalatiti	RM-IP1200	Metalatiti	RM-IP1200
	Metandesiti	RM-IP1300	Metandesiti	RM-IP1300
	Metatefriti	RM-IP1400	Metatefriti	RM-IP1400
	Metabasiti	RM-IP1500	Metadioriti	RM-IP1501
			Metagabbri	RM-IP1502
			Metabasalti	RM-IP1503
	Metavulcaniti	RM-IP1600	Metavulcaniti acide	RM-IP1601
			Metavulcaniti basiche	RM-IP1602
	Rocce metamorfiche ultramafiche	RM-IP1700	Metaperidotiti	RM-IP1701
			Metapirosseniti	RM-IP1702
			Metaorneblenditi	RM-IP1703
Rocce metamorfiche a protolite igneo (con nome basato sulla composizione modale) **Cod2=RM-IM0000**	Ortoanfiboliti	RM-IM0100	Ortoanfiboliti	RM-IM0100
Rocce metamorfiche a protolite igneo (con nome basato sugli attributi tessiturali) **Cod2=RM-IT0000**	Ortoscisti	RM-IT0100	Ortoscisti granitoidi	RM-IT0101
			Ortoscisti granodioritici	RM-IT0102
			Ortoscisti leucocratici	RM-IT0103
	Ortogneiss	RM-IT0200	Ortogneiss granitoidi	RM-IT0201

			Ortogneiss granodioritici	RM-IT0202
			Ortogneiss leucocratici	RM-IT0203
	Ortogranofels	RM-IT0300	Ortogranofels	RM-IT0300
	Meta-apliti	RM-IT0400	Meta-apliti granitiche	RM-IT0401
			Meta-apliti granodioritiche	RM-IT0402
			Meta-apliti tonalitiche	RM-IT0403
	Metapegmatiti	RM-IT0500	Metapegmatiti granitiche	RM-IT0501
			Metapegmatiti granodioritiche	RM-IT0502
			Metapegmatiti tonalitiche	RM-IT0503
			Metapegmatiti sienitiche	RM-IT0504
	Metaporfiriti	RM-IT0600	Metaporfidi granitici	RM-IT0601
			Metaporfidi granodioritici	RM-IT0602
	Metalamprofiri	RM-IT0700	Metalamprofiri calcalcalini	RM-IT0701
			Metalamprofiri aleucite	RM-IT0702
			Metalamprofiri alcalini	RM-IT0703
			Metalamprofiri amelilite	RM-IT0704
Rocce metamorfiche a protolite sconosciuto o non definibile (con nome basato sulla composizione modale) **Cod2=RM-NM0000**	Filladi	RM-NM0100	Filladi	RM-NM0100
	Scisti	RM-NM0200	Scisti sericitici	RM-NM0201
			Scisti cloritici	RM-NM0202
			Talcoscisti	RM-NM0203
			Serpentinoscisti	RM-NM0204
			Scisti a clorite e sericite	RM-NM0205
			Scisti a granato e staurolite	RM-NM0206
			Scisti a granato, staurolite e cianite	RM-NM0207
			Scisti a sillimanite	RM-NM0208
	Micascisti	RM-NM0300	Micascisti sericitici	RM-NM0301
			Micascisti a clorite	RM-NM0302
			Micascisti a clorite e sericite	RM-NM0303
			Micascisti a granato e staurolite	RM-NM0304
			Micascisti a granato, staurolite e cianite	RM-NM0305
			Micascisti a sillimanite	RM-NM0306
	Gneiss	RM-NM0400	Gneiss a due miche	RM-NM0401
			Gneiss quarzosi	RM-NM0402
	Migmatiti	RM-NM0500	Metatessiti	RM-NM0501
			Diatessiti	RM-NM0502

			Arteriti	RM-NM0503
			Veniti	RM-NM0504
			Nebuliti	RM-NM0505
			Flebiti	RM-NM0506
			Dictyoniti	RM-NM0507
			Stromatiti	RM-NM0508
	Hornfels	RM-NM0600	Scisti macchiettati	RM-NM0601
			Hornfels mafici	RM-NM0602
			Hornfels ultramafici	RM-NM0603
			Buchiti	RM-NM0604
			Hornfels carbonatici	RM-NM0605
	Granuliti	RM-NM0700	Granuliti acide	RM-NM0701
			Granuliti mafiche	RM-NM0702
Rocce metamorfiche a protolite sconosciuto o non definibile (con nome basato sugli attributi tessiturali) **Cod2=RM-NT0000**	Anfiboliti	RM-NT0100	Glaucofaniti	RM-NT0101
	Eclogiti	RM-NT0200	Eclogiti	RM-NT0200
	Granofels	RM-NT0300	Granofels	RM-NT0300
Rocce metasomatiche ed "idrotermali" **Cod2=RM-MI0000**	Serpentiniti	RM-MI0100	Serpentiniti	RM-MI0100
	Oficarbonati	RM-MI0200	Oficalciti	RM-MI0201
	Quarziti secondarie	RM-MI0300	Quarziti secondarie di bassa temperatura	RM-MI0301
			Quarziti secondarie di media temperatura	RM-MI0302
			Quarziti secondarie di alta temperatura	RM-MI0303
	Rodingiti	RM-MI0400	Rodingiti	RM-MI0400
	Feniti	RM-MI0500	Feniti	RM-MI0500
	Skarn	RM-MI0600	Endoskarn	RM-MI0601
			Esoskarn	RM-MI0602
	Argillisiti	RM-MI0700	Argillisiti	RM-MI0700
	Aceiti	RM-MI0800	Aceiti	RM-MI0800
	Gumbeiti	RM-MI0900	Gumbeiti	RM-MI0900
	Propiliti	RM-MI1000	Propiliti	RM-MI1000
	Beresiti	RM-MI1100	Beresiti	RM-MI1100
	Greisen	RM-MI1200	Endogreisen	RM-MI1201
			Esogreisen	RM-MI1202

LIVELLO 1 - ROCCE DI FAGLIA	**Cod1 = TE-000000**

LIVELLO 2	**LIVELLO 3**	**Cod3**	**LIVELLO 4**	**Cod4**
Rocce di faglia senza coesione primaria **Cod2 = TE-SC0000**	Breccia di faglia	TE-SC0100	Breccia di faglia	TE-SC0100
	Gouge di faglia	TE-SC0200	Gouge di faglia	TE-SC0200
Rocce di faglia con coesione primaria (con debole o assente foliazione) **Cod2 =TE-CC0000**	Protocataclasiti	TE-CC0100	Protocataclasiti	TE-CC0100
	Cataclasiti	TE-CC0200	Cataclasiti	TE-CC0200
	Ultracataclasiti	TE-CC0300	Ultracataclasiti	TE-CC0300
	Pseudotachiliti	TE-CC0400	Pseudotachiliti	TE-CC0400

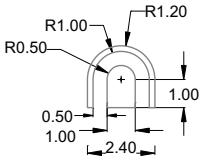
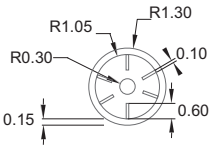
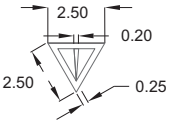
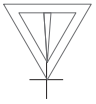
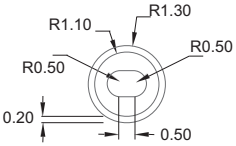
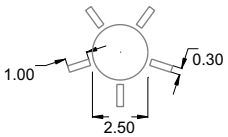
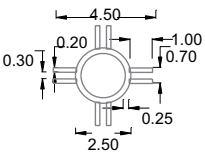
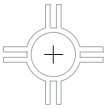
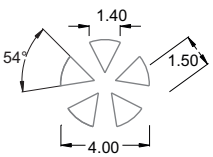
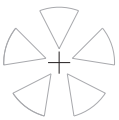
Rocce di faglia con coesione primaria (con scistosità pervasiva) **Cod2 = TE-CS0000**	Miloniti	TE-CS0100	Protomiloniti	TE-CS0101
			Ultramiloniti	TE-CS0102
			Filloniti	TE-CS0103
			Blastomiloniti	TE-CS0104
Melange tettonico **Cod2 = TE-MT0000**	Melange tettonico	TE-MT0000	Melange tettonico	TE-MT0000

LIVELLO 1 - SUBSTRATO ROCCIOSO INDIFFERENZIATO	**Cod1 = RO-000000**

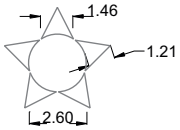
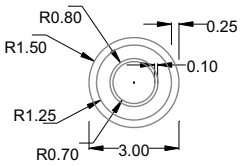
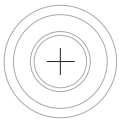
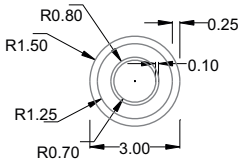
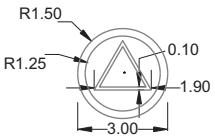
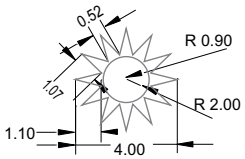
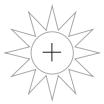
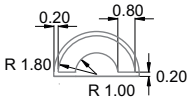
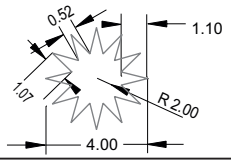
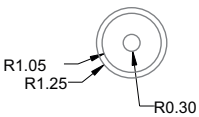
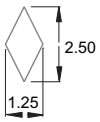
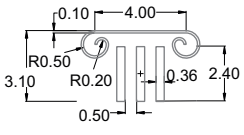
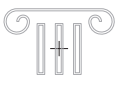
ALLEGATO 5

LIBRERIA DEI SIMBOLI

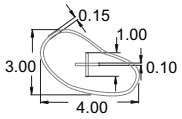
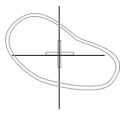
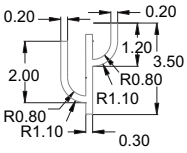
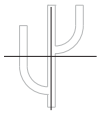
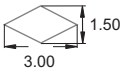
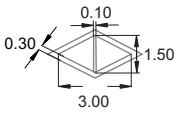
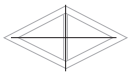
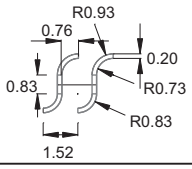
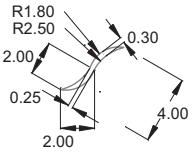
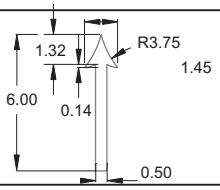
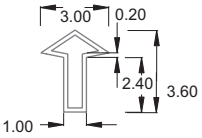
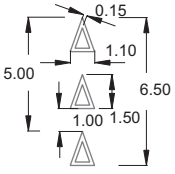
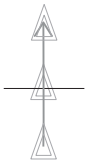
strato10 - punti - *elementi geomorfologici ed antropici in forma simbolica*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
3010	grotta, principale cavità ipogea					Process blue	#0082CA
3011	sprofondamento					Red032	#F5333F
3020	inghiottitoio					Process blue	#0082CA
3030	dolina					Process blue	#0082CA
4010	masso erratico significativo					253	#B11CAB
4030	morenico scheletrico sparso	**solo BDG**					
5030	maar					470	#A65A2A
5040	duomo					470	#A65A2A
5050	centro vulcanico sepolto e/o indiziato					470	#A65A2A
5060	*neck*					470	#A65A2A

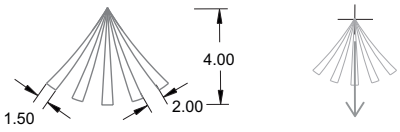
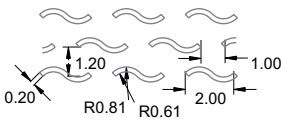
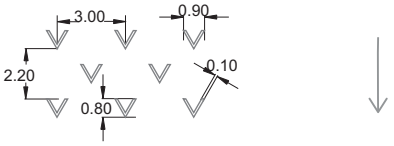
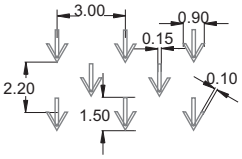
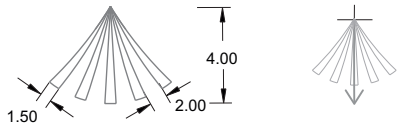
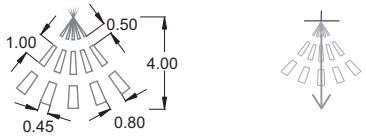
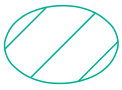
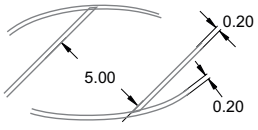
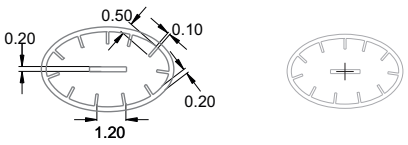
strato10 - punti - *elementi geomorfologici ed antropici in forma simbolica*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
5070	diatrema					470	#A65A2A
5080	cono di tufo					470	#A65A2A
5081	cono di cenere					470	#A65A2A
5090	cono di scorie					470	#A65A2A
5095	cono di pomici					470	#A65A2A
5110	emergenza di tunnel lavico					470	#A65A2A
5130	tumulo di lava					470	#A65A2A
5140	vulcanelli di fango					Process blue	#0082CA
8020	discarica, accumulo di origine antropica					Process blue	#0082CA
8100	area di interesse archeologico					Cool Gray 10	#636569

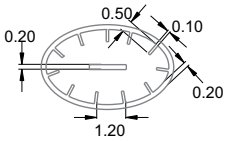
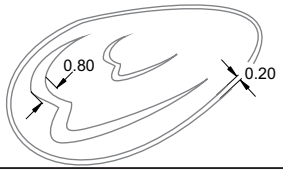
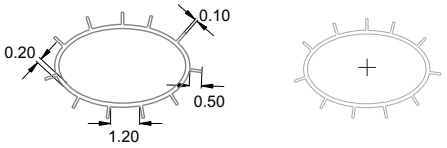
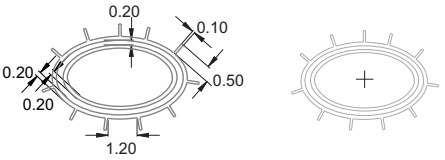
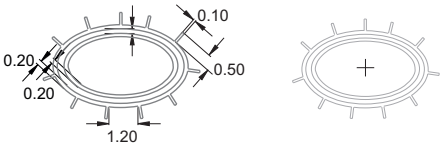
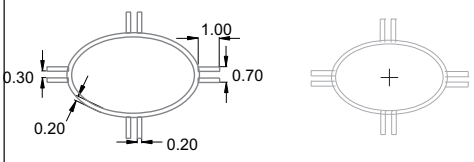
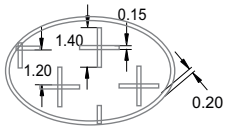
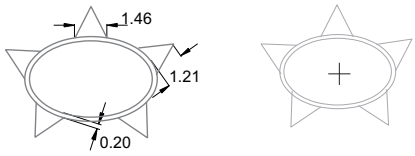
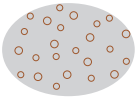
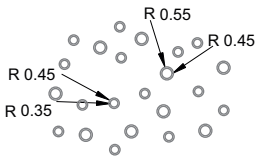
strato10 - punti - *elementi geomorfologici ed antropici in forma simbolica*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
9010	rilievo isolato					Process blue 70%	#01A6DA
9100	corpo litoide organogeno, bioherma					Process blue 70%	#01A6DA
9200	frana sottomarina, *slump*	**solo BDG**					
9310	bocca lagunare					Process blue 70%	#01A6DA
9311	traccia di antica bocca lagunare					Process blue 70%	#01A6DA
9410	increspature di fondo, *ripple marks*				orientato "DIREZIO"	Process blue 70%	#01A6DA
9420	*megaripple*				orientato "DIREZIO"	Process blue 70%	#01A6DA
9510	vento dominante				orientato "DIREZIO"	Process blue 70%	#01A6DA
9520	deriva litorale				orientato "DIREZIO"	Process blue 70%	#01A6DA
9530	impronte longitudinali da corrente				orientato "DIREZIO"	Process blue 70%	#01A6DA

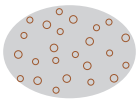
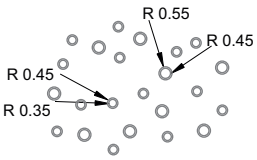
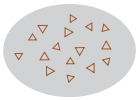
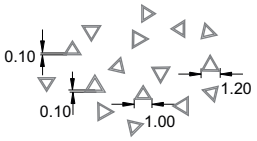
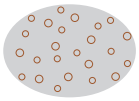
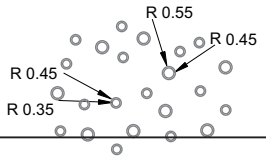
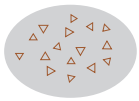
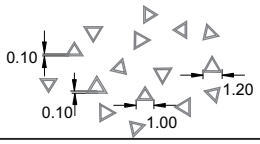
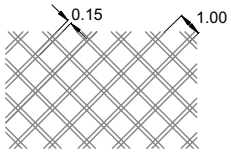
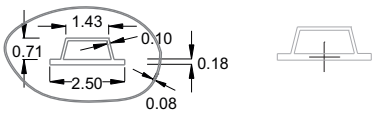
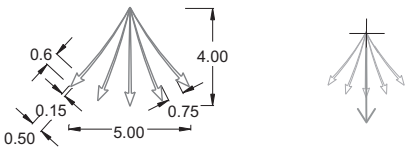
strato11 - poligoni - *elementi geomorfologici ed antropici cartografabili*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
1010	cono detritico la forma si allarga verso valle e si adatta all'andamento topografico			orientato "DIREZIO"	Red032	#F5333F
1050	deformazione gravitativa profonda				Red032	#F5333F
1051	deformazione gravitativa profonda con verso di movimento riconosciuto, spostamento in blocco il verso è perpendicolare alle isoipse			orientato "DIREZIO"	Red032	#F5333F
1052	settore di versante caratterizzato da presunta instabilità generale per scivolamento il verso è perpendicolare alle isoipse			orientato "DIREZIO"	Red032	#F5333F
1060	depressione chiusa di origine gravitativa	**solo BDG**				
2010	conoide alluvionale e da *debris flow* la forma si allarga verso valle e si adatta all'andamento topografico			orientato "DIREZIO"	Process blue	#0082CA
2080	conoide di origine mista: di *debris flow* e/o torrentizio e/o di valanga la forma si allarga verso valle e si adatta all'andamento topografico			orientato "DIREZIO"	Process blue	#0082CA
2090	dosso fluviale				Green	#00A887
3020	sprofondamento il perimetro segue il bordo della depressione			orientato variabile	Red032	#F5333F
3030	dolina il perimetro segue il bordo della depressione			orientato variabile	Process blue	#0082CA

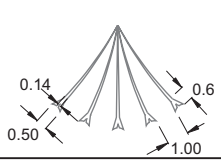
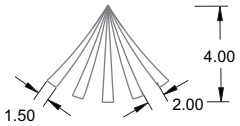
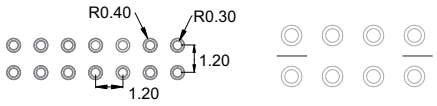
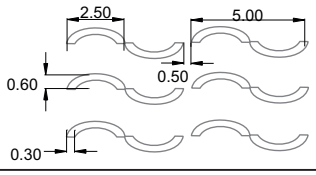
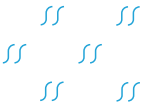
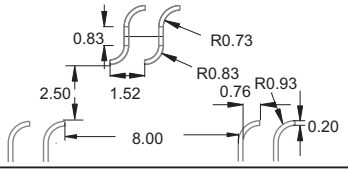
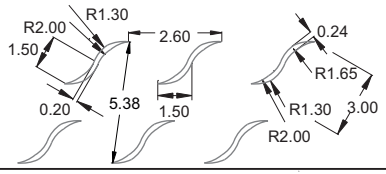
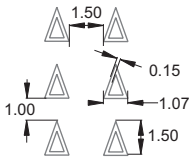
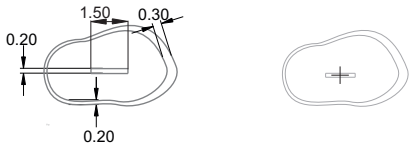
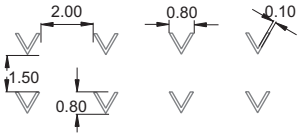
strato11 - poligoni - *elementi geomorfologici ed antropici cartografabili*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
3040	depressione da sfondamento di dune il perimetro segue il bordo della depressione			orientato variabile	Green	#00A887
4040	*rock glacier* la convessità è rivolta verso valle			orientato variabile	253	#B11CAB
5030	maar il perimetro segue il bordo della depressione			orientato variabile	470	#A65A2A
5035	anello di tufo il perimetro segue il bordo della depressione			orientato variabile	470	#A65A2A
5036	anello di cenere il perimetro segue il bordo della depressione			orientato variabile	470	#A65A2A
5040	duomo il perimetro segue il bordo della prominenza			orientato variabile	470	#A65A2A
5050	centro vulcanico	**solo BDG**				
5060	*neck* il perimetro segue il bordo del corpo vulcanico			orientato variabile	470	#A65A2A
5070	diatrema il perimetro segue il bordo della depressione			orientato variabile	470	#A65A2A
5080	cono di tufo *(su colore dell'unità)*				470	#A65A2A

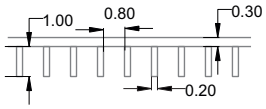
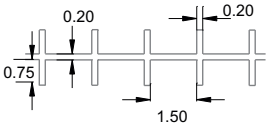
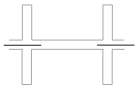
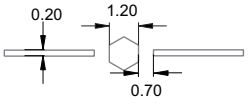
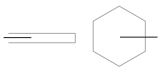
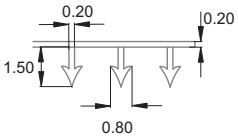
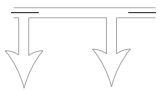
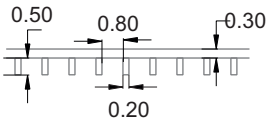
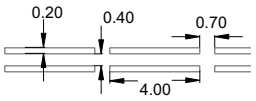
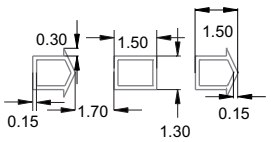
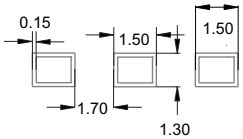
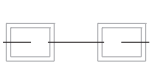
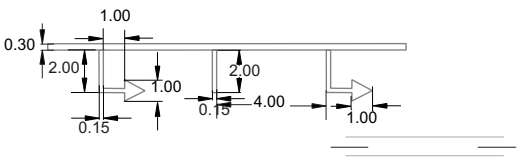
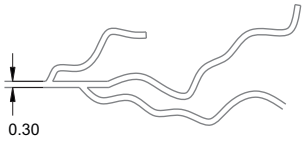
strato11 - poligoni - *elementi geomorfologici ed antropici cartografabili*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
5081	cono di cenere *(su colore dell'unità)*				470	#A65A2A
5090	cono di scorie *(su colore dell'unità)*				470	#A65A2A
5095	cono di pomici *(su colore dell'unità)*				470	#A65A2A
5120	bastione di scorie *(su colore dell'unità)*				470	#A65A2A
5130	tumulo di lava	**solo BDG**				
8020	struttura antropica				Cool Gray 10	#636569
8021	lago o invaso artificiale	**solo BDG**				
8030	area di cava (il graficismo interno cambierà, secondo le specifiche del puntuale, se attiva o inattiva)			orientato variabile	Red 032	#F5333F
8110	superficie di sbancamento				Cool Gray 10	#636569
9010	delta sommerso la forma si allarga verso valle e si adatta all'andamento topografico			orientato "DIREZIO"	Process blue 70%	#01A6DA

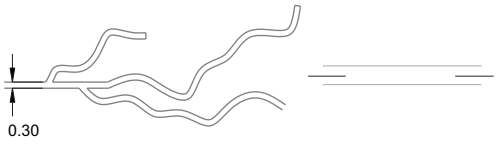
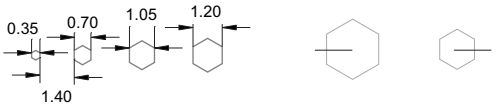
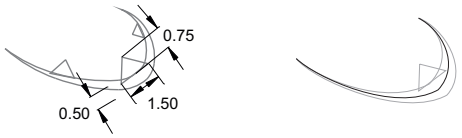
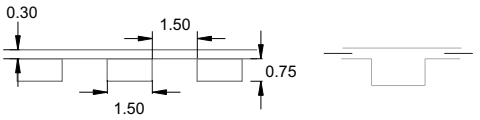
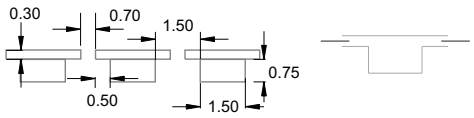
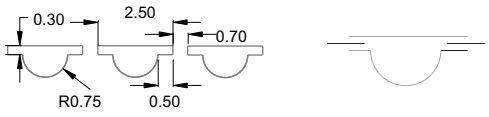
strato11 - poligoni - *elementi geomorfologici ed antropici cartografabili*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
9011	delta sommerso in erosione la forma si allarga verso valle e si adatta all'andamento topografico			orientato "DIREZIO"	Process blue 70%	#01A6DA
9012	conoide sottomarino la forma si allarga verso valle e si adatta all'andamento topografico			orientato "DIREZIO"	Process blue 70%	#01A6DA
9320	traccia di antico canale lagunare				Process blue 70%	#01A6DA
9410	area a dune sottomarine, *sand waves*				Process blue 70%	#01A6DA
9420	area a increspature di fondo, *ripple marks*				Process blue 70%	#01A6DA
9430	area a *megaripple*				Process blue 70%	#01A6DA
9440	area ad impronte longitudinali da corrente				Process blue 70%	#01A6DA
9610	*thalweg* di *canyon*	**solo BDG**				
9620	depressione chiusa isolata il perimetro segue il bordo della depressione			orientato variabile	Process blue 70%	#01A6DA
9810	zona di instabilità gravitativa sottomarina				Process blue 50%	#73BEE4

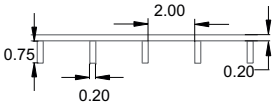
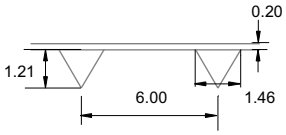
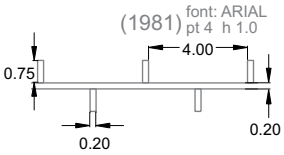
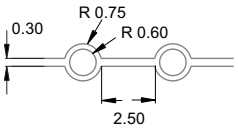
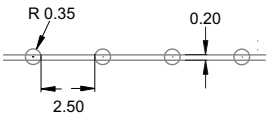
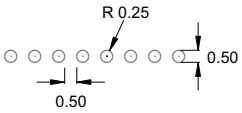
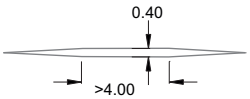
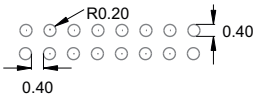
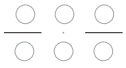
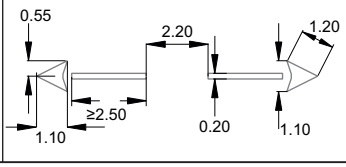
strato12 - linee - *elementi geomorfologici ed antropici lineari*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
1030	orlo di scarpata di frana i trattini vanno orientati verso il lato topograficamente più basso				orientato variabile	Red 032	#F5333F
1040	trincea di deformazione gravitativa profonda di versante (sinonimo di *trench)*					Red 032	#F5333F
1070	traccia di superficie di distacco gravitativo					Red 032	#F5333F
1080	gradino di scivolamento i trattini vanno orientati verso il lato topograficamente più basso				orientato variabile	Red 032	#F5333F
2050	orlo di terrazzo fluviale				orientato variabile	Process blue	#0082CA
2060	traccia di alveo fluviale abbandonato					Process blue	#0082CA
2061	traccia di alveo fluviale abbandonato con verso di scorrimento le frecce indicano l'antico verso di scorrimento del corso d'acqua				orientato variabile	Process blue	#0082CA
2062	traccia di alveo fluviale abbandonato con verso di scorrimento poco evidente					Process blue	#0082CA
2063	bordo di alveo fluviale abbandonato i trattini indicano il lato topograficamentele più basso e le frecce indicano l'antico verso di scorrimento				orientato variabile	Process blue	#0082CA
2070	ventaglio di esondazione le linee seguono la forma o la traccia dei depositi				orientato variabile	Process blue	#0082CA

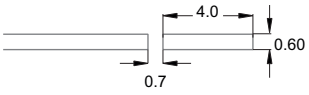
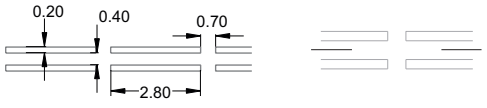
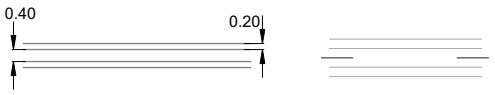
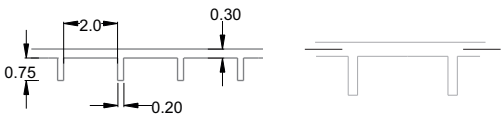
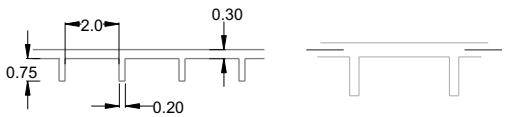
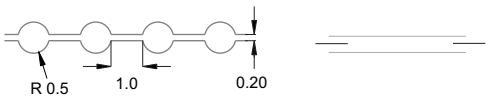
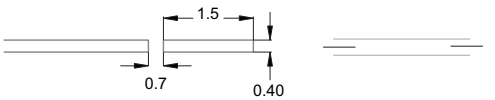
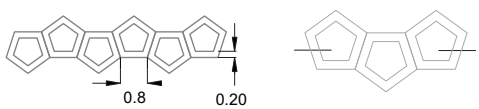
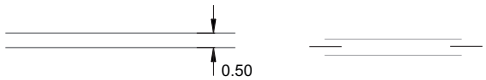
strato12 - linee - *elementi geomorfologici ed antropici lineari*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2120	ventaglio di sfondamento di dune le linee seguono la forma o la traccia dei depositi			orientato variabile	Green	#00A887
2140	linea delle risorgive				Process blue	#0082CA
4020	cordone morenico terminale o laterale la linea segue la cresta del cordone			orientato variabile	253	#B11CAB
4021	argine detritico di nevaio (*protalus rampart*) la linea segue la cresta dell'argine			orientato variabile	253	#B11CAB
4050	circo glaciale la linea segue l'orlo del circo e i triangoli vanno orientato con l'apice verso valle			orientato variabile	253	#B11CAB
5010	orlo di cratere la linea segue l'orlo del cratere e i simboli indicano il lato topograficamente più basso			orientato variabile	470	#A65A2A
5011	orlo di cratere incerto la linea segue l'orlo del cratere e i simboli indicano il lato topograficamente più basso			orientato variabile	470	#A65A2A
5020	orlo morfologico di caldera la linea segue l'orlo della caldera e i simboli indicano il lato topograficamente più basso			orientato variabile	470	#A65A2A
5021	orlo morfologico di caldera incerto la linea segue l'orlo della caldera e i simboli indicano il lato topograficamente più basso			orientato variabile	470	#A65A2A
5022	orlo di caldera sepolto la linea segue l'orlo della caldera e i simboli indicano il lato topograficamente più basso			orientato variabile	470	#A65A2A

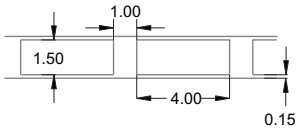
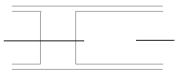
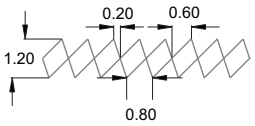
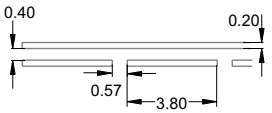
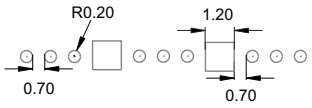
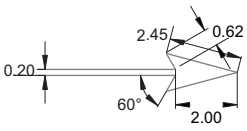
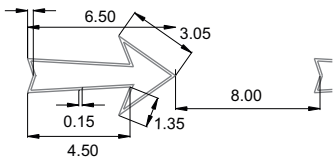
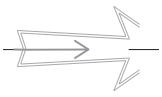
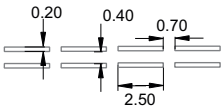
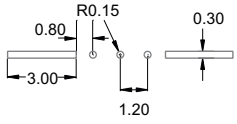
strato12 - linee - *elementi geomorfologici ed antropici lineari*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
5023	orlo di scarpata di collasso vulcanico i trattini vanno orientati verso il lato topograficamente più basso				orientato variabile	470	#A65A2A
5070	orlo di diatrema i triangoli vanno orientati verso il lato topograficamente più basso				orientato variabile	470	#A65A2A
5100	frattura eruttiva la data a lato del simbolo riporta il codice BD campo "LABEL"					470	#A65A2A
5140	tunnel di lava collassato					470	#A65A2A
5150	argine di colata					470	#A65A2A
6010	evidenza morfologica di antica linea di costa					Process blue	#0082CA
6020	linea di riva alla data del rilevamento					Nero	#000000
6030	cordone litorale					Process blue	#0082CA
6040	traccia di antico canale lagunare					Process blue	#0082CA
6050	traccia di antica bocca lagunare *(il tratto varia a seconda della grandezza topografica)*					Process blue	#0082CA

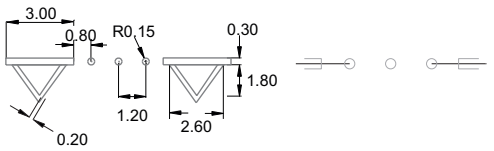
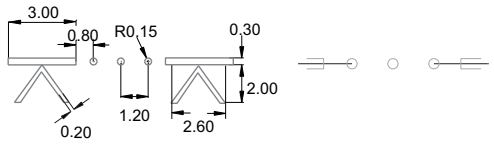
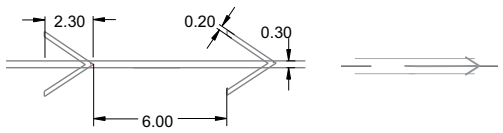
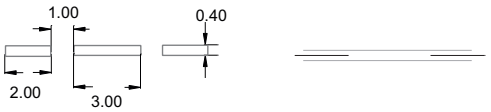
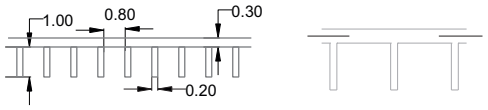
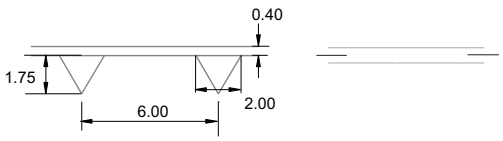
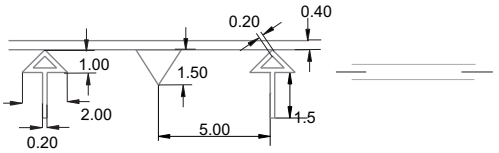
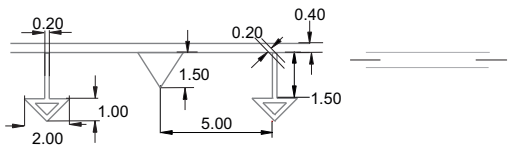
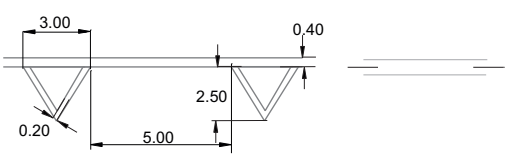
strato12 - linee - *elementi geomorfologici ed antropici lineari*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
6060	traccia di canale di area interdistributrice				Process blue	#0082CA
6070	traccia di canale lagunare				Process blue	#0082CA
7010	allineamento di dune				1395	#9B5F17
8010	orlo di scarpata di cava i trattini vanno orientati verso il lato topograficamente più basso			orientato variabile	Red032	#F5333F
8011	orlo di scarpata antropica i trattini vanno orientati verso il lato topograficamente più basso			orientato variabile	Cool gray 10	#636569
8012	orlo di scarpata di discarica i simboli vanno orientati verso il lato topograficamente più basso			orientato variabile	Cool gray 10	#636569
8020	argine artificiale				Cool gray 10	#636569
8030	traccia di canale di bonifica				Cool gray 10	#636569
8040	opera di difesa longitudinale emergente distaccata				Cool gray 10	#636569
8050	molo foraneo				Cool gray 10	#636569

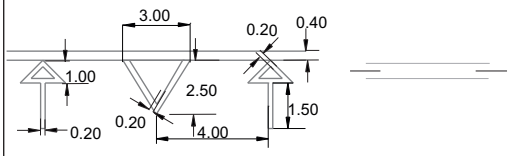
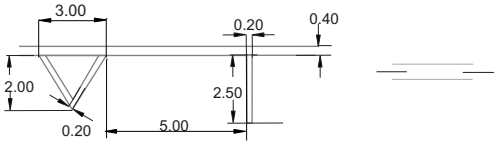
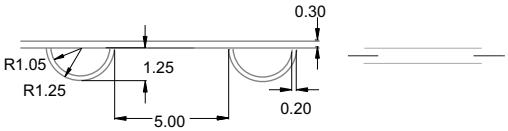
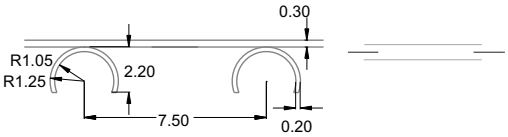
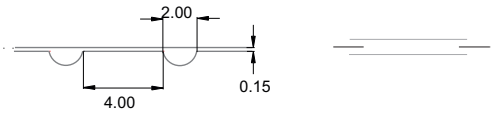
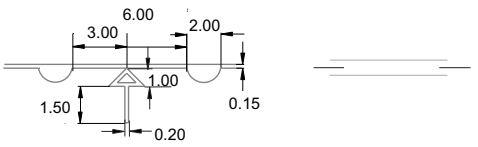
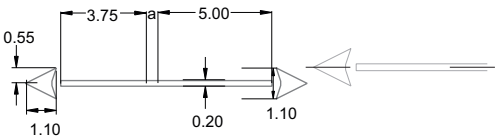
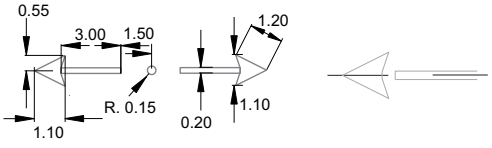
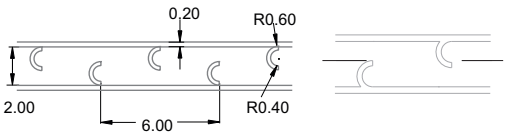
strato12 - linee - *elementi geomorfologici ed antropici lineari*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
8060	opera di difesa trasversale emergente					Cool gray 10	#636569
8070	opera di difesa longitudinale aderente					Cool gray 10	#636569
8080	opera di difesa soffolta					Cool gray 10	#636569
8090	cavi o condotte sottomarini					Process blue	#0082CA
9010	linea di drenaggio sommersa le frecce indicano il verso di drenaggio				orientato variabile	Process blue	#0082CA
9011	asse di *canyon* sottomarino le frecce sono rivolte verso la maggiore profondità				orientato variabile	Process blue	#0082CA
9012	paleoalveo sepolto					Process blue	#0082CA
9013	bordo di paleoalveo sepolto					Process blue	#0082CA
9014	orlo di falesia	**solo BDG**					
9015	fronte del delta sommerso					Process blue	#0082CA

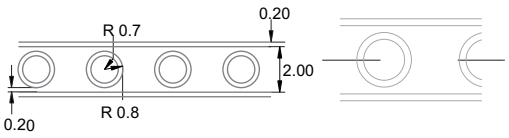
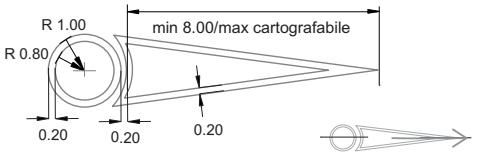
strato12 - linee - *elementi geomorfologici ed antropici lineari*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
9016	fronte del delta sommerso progradante i triangoli indicano il verso di progradazione			orientato variabile	Process blue	#0082CA
9017	fronte del delta sommerso in erosione i simboli indicano il verso di retrogradazione			orientato variabile	Process blue	#0082CA
9018	*gully* le frecce sono rivolte verso la maggiore profondità			orientato variabile	Process blue	#0082CA
9019	limite morfologico di corpo sepolto				Process blue	#0082CA
9020	barra sommersa				Process blue	#0082CA
9030	orlo di terrazzo marino i trattini vanno orientati verso il lato topograficamente più basso			orientato variabile	Cyan	#009FE3
9110	ciglio della piattaforma continentale i triangoli sono rivolti verso la maggiore profondità			orientato variabile	Process blue	#0082CA
9111	ciglio della piattaforma continentale in arretramento le frecce indicano il verso di arretramento			orientato variabile	Process blue	#0082CA
9112	ciglio della piattaforma continentale in progradazione le frecce indicano il verso di progradazione			orientato variabile	Process blue	#0082CA
9120	testata di *canyon* i triangoli sono rivolti verso la maggiore profondità			orientato variabile	Process blue	#0082CA

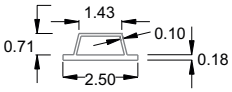
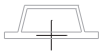
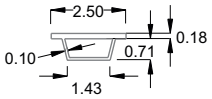
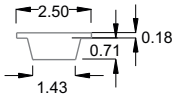
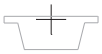
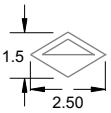
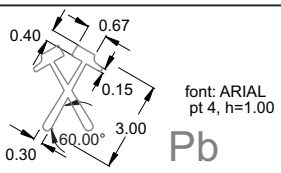
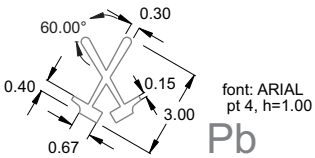
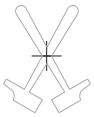
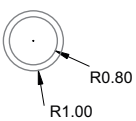
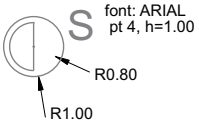
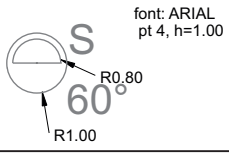
strato12 - linee - *elementi geomorfologici ed antropici lineari*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
9121	testata di *canyon* in arretramento le frecce indicano il verso di arretramento			orientato variabile	Process blue	#0082CA
9122	orlo di *canyon* i simboli indicano la maggiore profondità			orientato variabile	Process blue	#0082CA
9130	rottura di pendio i simboli indicano la maggiore profondità			orientato variabile	Process blue	#0082CA
9131	rottura di pendio concava i simboli indicano la maggiore profondità			orientato variabile	Process blue	#0082CA
9141	ciglio di terrazzo deposizionale sommerso i simboli indicano la maggiore profondità			orientato variabile	Process blue	#0082CA
9142	ciglio di terrazzo deposizionale sommerso in arretramento le frecce indicano il verso di arretramento			orientato variabile	Process blue	#0082CA
9210	solco di battente	**solo BDG**				
9310	bocca lagunare				Process blue	#0082CA
9610	lineazione erosiva da corrente *l'omissione di una freccia può indicare un'eventuale verso di scorrimento*				Process blue	#0082CA
9620	elemento deposizionale da corrente la convessità indica il verso della corrente			orientato variabile	Process blue	#0082CA

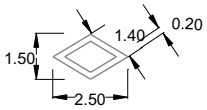
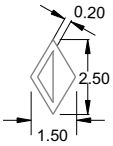
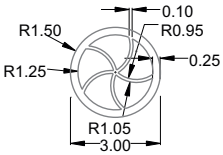
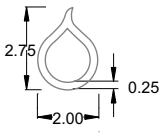
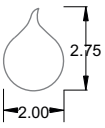
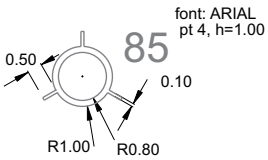
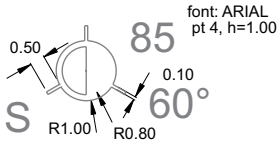
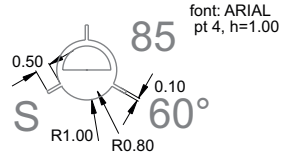
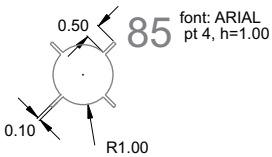
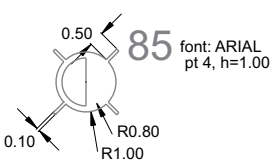
strato12 - linee - *elementi geomorfologici ed antropici lineari*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
9630	*beach rock*				Process blue	#0082CA
9640	*comet mark* il triangolo indica il verso della corrente; la lunghezza del triangolo la dimensione variabile della scia			orientato variabile	Process blue	#0082CA

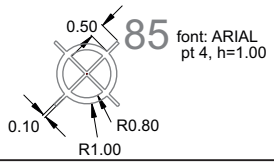
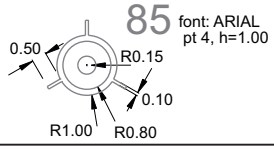
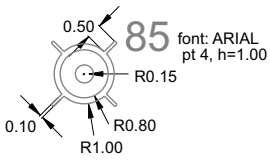
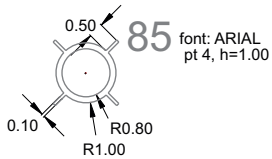
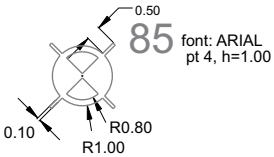
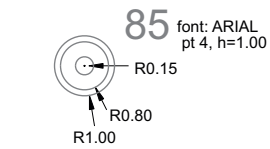
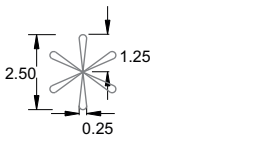
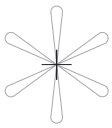
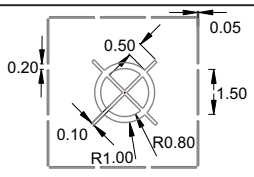
strato13 - punti - *risorse e prospezioni*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
1110	cava attiva					Red032	#F5333F
1120	cava inattiva					Red032	#F5333F
1130	cava adibita a discarica					Red032	#F5333F
1131	cava riempita					Red032	#F5333F
1150	saggio di cava	**solo BDG**					
1210	miniera attiva le lettere a lato del simbolo riportano il codice BDG campo "LABEL1"					Red032	#F5333F
1220	miniera inattiva le lettere a lato del simbolo riportano il codice BDG campo "LABEL1"					Red032	#F5333F
2100	sorgente					Process blue	#0082CA
2110	sorgente minerale le lettere a lato del simbolo riportano il codice BDG campo "LABEL1"					Process blue	#0082CA
2120	sorgente termominerale le lettere a lato del simbolo riportano il codice BDG campo "LABEL1" e "LABEL2"					Process blue	#0082CA

strato13 - punti - *risorse e prospezioni*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2210	manifestazione di vapore					470	#A65A2A
2220	manifestazioni di idrocarburi					Process blue	#0082CA
2300	emanazione gassosa (mofete)					470	#A65A2A
2410	emanazione gassosa fredda					Process blue	#0082CA
2420	emanazione gassosa ad alta temperatura (fumarole)					470	#A65A2A
3100	pozzo per acqua *(segnalazione della profondità in metri)*					Process blue	#0082CA
3110	pozzo per acqua minerale le lettere a lato del simbolo riportano il codice BDG campo "LABEL1" e "LABEL2" *(segnalazione della profondità in metri)*					Process blue	#0082CA
3120	pozzo per acqua termominerale le lettere a lato del simbolo riportano il codice BDG campo "LABEL1" e "LABEL2" *(segnalazione della profondità in metri)*					Process blue	#0082CA
3210	pozzo per idrocarburi liquidi *(segnalazione della profondità in metri)*					Red 032	#F5333F
3220	pozzo per idrocarburi gassosi *(segnalazione della profondità in metri)*					Red 032	#F5333F

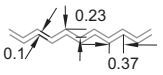
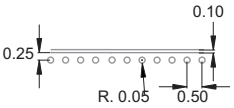
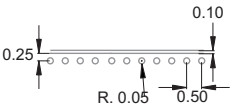
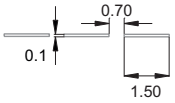
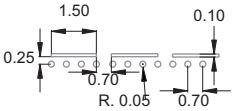
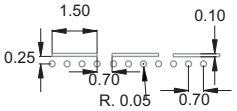
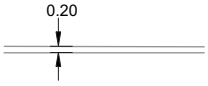
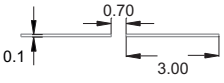
strato13 - punti - *risorse e prospezioni*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
3310	pozzo per ricerca mineraria *(segnalazione della profondità in metri)*					Red 032	#F5333F
3400	sondaggio esplorativo *(segnalazione della profondità in metri)*					Red 032	#F5333F
3401	sondaggio geognostico CARG *(segnalazione della profondità in metri)*					Red 032	#F5333F
3410	sondaggio per ricerca di idrocarburi *(segnalazione della profondità in metri)*					Red 032	#F5333F
3420	sondaggio per ricerca geotermica *(segnalazione della profondità in metri)*					Red 032	#F5333F
3430	sondaggio per ricerca mineraria *(segnalazione della profondità in metri)*					Red 032	#F5333F
3440	manifestazione di interesse minerario					Process blue	#0082CA
3450	area interessata da sondaggi per ricerca mineraria					Red 032	#F5333F
3500	prove penetrometriche	**solo BDG**					
3510	prove penetrometriche dinamiche	**solo BDG**					
3520	prove penetrometriche statiche	**solo BDG**					

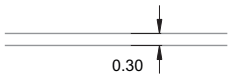
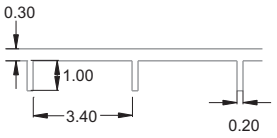
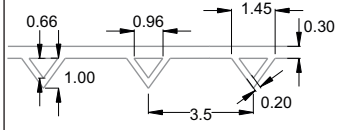
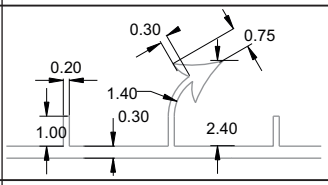
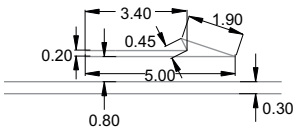
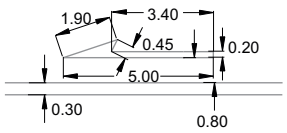
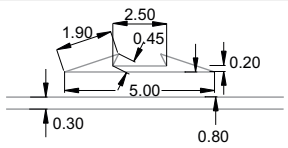
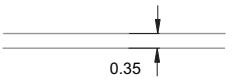
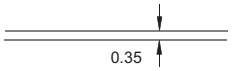
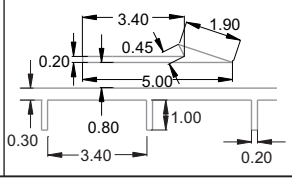
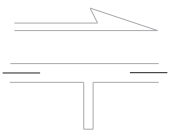
strato13 - punti - *risorse e prospezioni*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
3530	trivellazione manuale	**solo BDG**					
3600	carotaggio	**solo BDG**					
3610	carotaggio a gravità	**solo BDG**					
3620	vibrocarotaggio	**solo BDG**					
3630	dragaggio	**solo BDG**					
3640	bennata	**solo BDG**					
3650	*box-core*	**solo BDG**					
4010	immersione con telecamera filoguidata	**solo BDG**					
4020	immersione con operatore subacqueo	**solo BDG**					

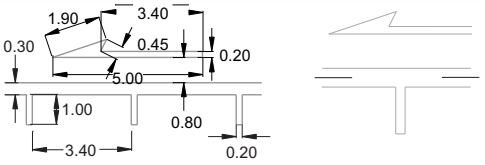
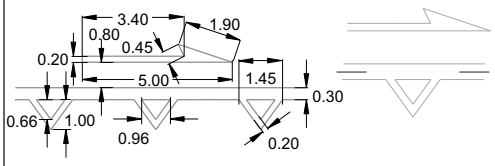
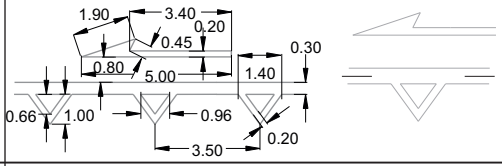
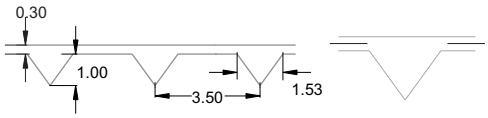
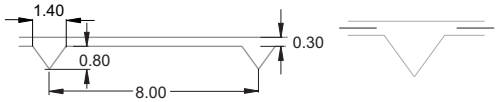
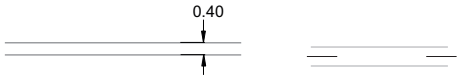
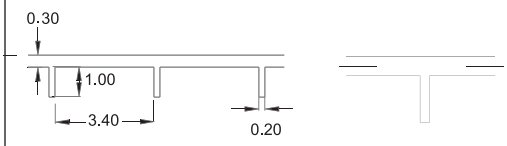
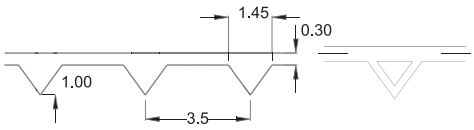
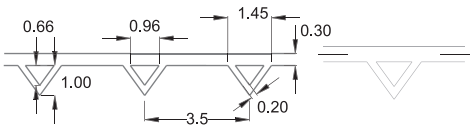
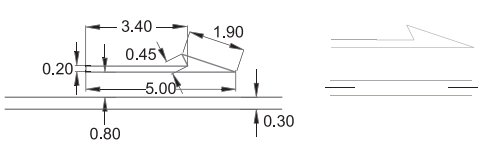
strato18 - linee - *unità cartografabili geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
999	bordo di acquisizione	**solo BDG**					
1000	contatto stratigrafico o litologico					Reflex blue	#001689
1010	contatto eteropico					Reflex blue	#001689
1100	contatto stratigrafico inconforme				orientato	Reflex blue	#001689
1200	traccia di superficie di discontinuità				orientato	Process blue	#0082CA
1500	contatto stratigrafico o litologico incerto					Reflex blue	#001689
1600	contatto stratigrafico inconforme incerto				orientato	Reflex blue	#001689
1700	traccia di superficie di discontinuità incerta				orientato	Process blue2	#0082CA
2000	contatto tettonico					Black	#000000
2010	contatto tettonico sinmetamorfico					Black	#000000

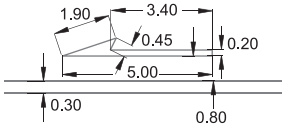
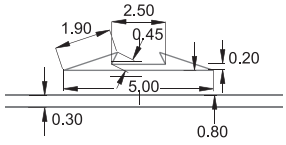
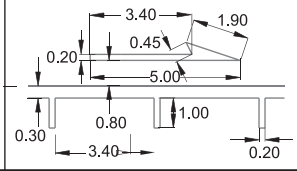
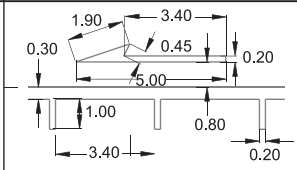
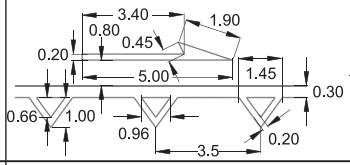
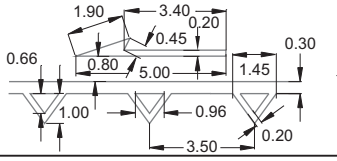
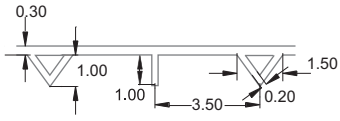
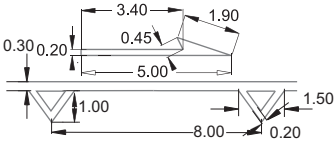
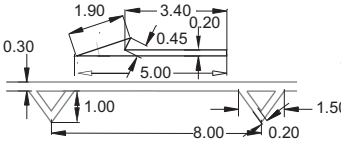
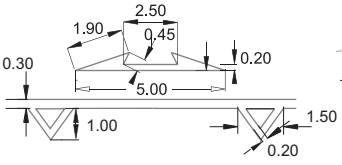
strato18 - linee - *unità cartografabili geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2100	faglia					Reflex blue	#001689
2110	faglia diretta la parte ribassata, indicata dai trattini, deve essere alla destra dell'arco				orientato	Reflex blue	#001689
2120	faglia inversa la parte rialzata, indicata dai triangoli, deve essere alla destra dell'arco				orientato	Reflex blue	#001689
2130	faglia di crescita e rotazionale l'indicazione del verso di crescita e rotazione, indicata dalla freccia, deve essere alla sinistra dell'arco				orientato	Reflex blue	#001689
2141	faglia con prevalente componente trascorrente destra				orientato	Reflex blue	#001689
2142	faglia con prevalente componente trascorrente sinistra				orientato	Reflex blue	#001689
2143	faglia con prevalente componente trascorrente (con senso di movimento non determinabile)				orientato	Reflex blue	#001689
2150	faglia sinsedimentaria					Magenta	#E6007E
2155	paleofaglia					253	#B11CAB
2160	faglia transtensiva (diretta trascorrente) destra				orientato	Reflex blue	#001689

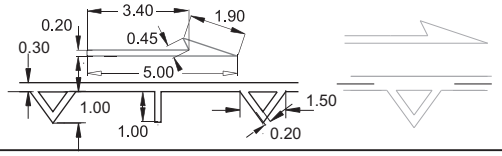
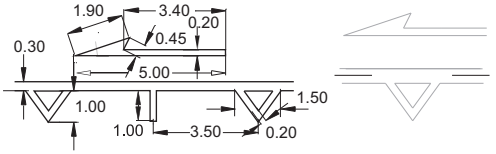
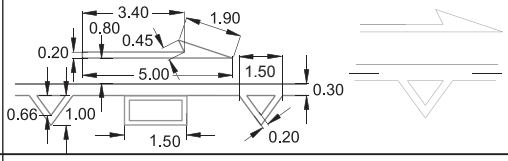
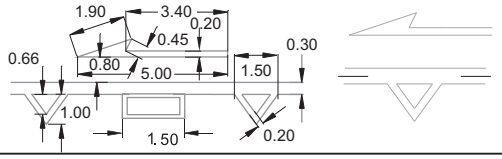
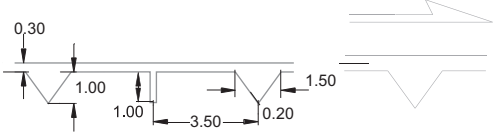
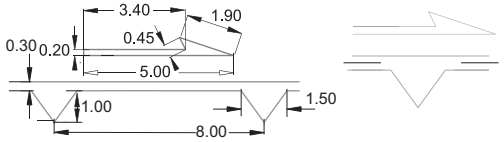
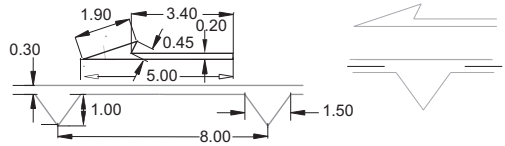
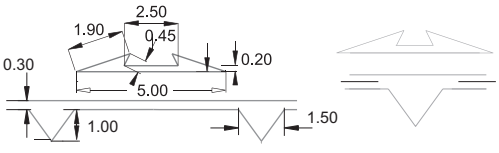
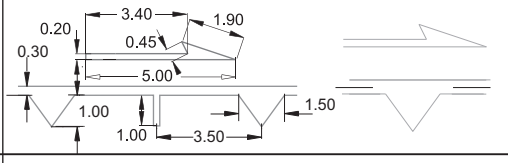
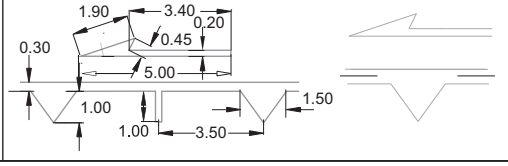
strato18 - linee - *unità cartografabili geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2170	faglia transtensiva (diretta trascorrente) sinistra			orientato	Reflex blue	#001588
2180	faglia transpressiva (inversa trascorrente) destra			orientato	Reflex blue	#001588
2190	faglia transpressiva (inversa trascorrente) sinistra			orientato	Reflex blue	#001588
2200	sovrascorrimento principale (la parte sovrascorsa, indicata dai triangoli, deve essere alla destra dell'arco)			orientato	Reflex blue	#001588
2210	sovrascorrimento di importanza minore (la parte sovrascorsa, indicata dai triangoli, deve essere alla destra dell'arco)			orientato	Reflex blue	#001588
2300	giunti (*master-joints*)				Reflex blue	#001588
2410	paleofaglia riattivata in faglia diretta			orientato	253	#B11CAB
2411	paleofaglia riattivata in sovrascorrimento			orientato	253	#B11CAB
2412	paleofaglia riattivata in faglia inversa			orientato	253	#B11CAB
2413	paleofaglia riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente destra			orientato	253	#B11CAB

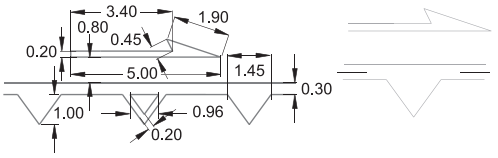
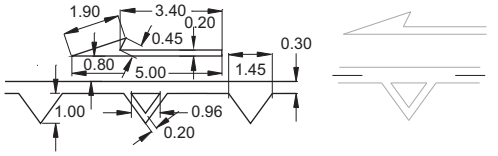
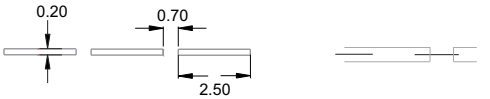
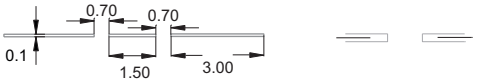
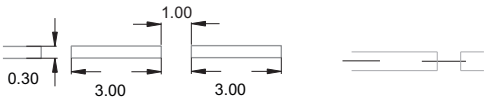
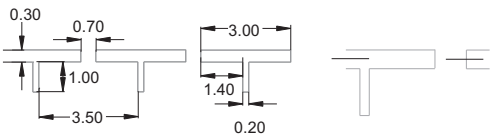
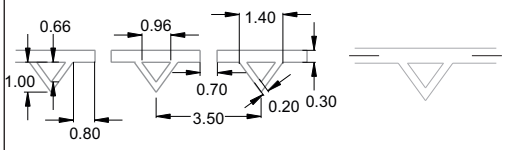
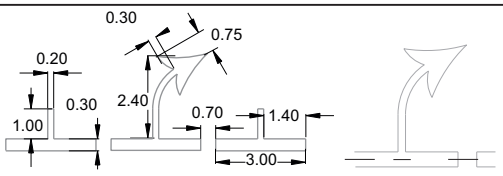
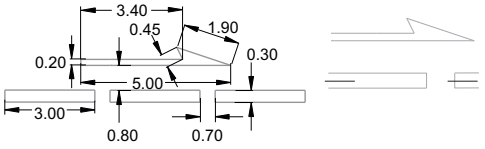
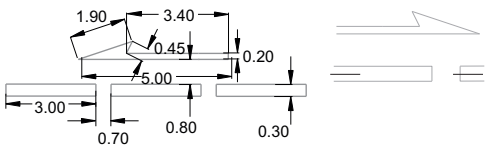
strato18 - linee - *unità cartografabili geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2414	paleofaglia riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente sinistra			orientato	253	#B11CAB
2415	paleofaglia riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente (con senso di movimento non determinabile)			orientato	253	#B11CAB
2416	paleofaglia riattivata in faglia transtensiva destra			orientato	253	#B11CAB
2417	paleofaglia riattivata in faglia transtensiva sinistra			orientato	253	#B11CAB
2418	paleofaglia riattivata in faglia transpressiva destra			orientato	253	#B11CAB
2419	paleofaglia riattivata in faglia transpressiva sinistra			orientato	253	#B11CAB
2420	faglia inversa riattivata in faglia diretta			orientato	Reflex blue	#001689
2421	faglia inversa riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente destra			orientato	Reflex blue	#001689
2422	faglia inversa riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente sinistra			orientato	Reflex blue	#001689
2423	faglia inversa riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente con senso di movimento non determinabile			orientato	Reflex blue	#001689

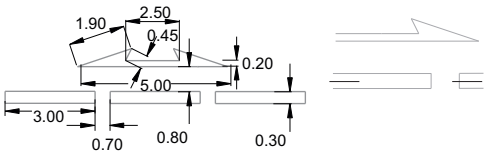
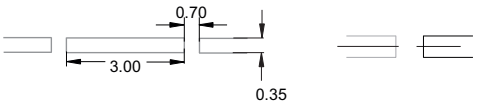
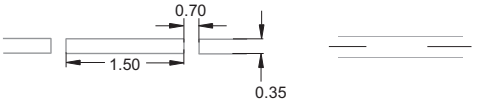
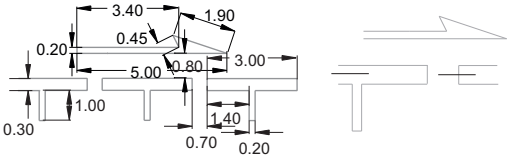
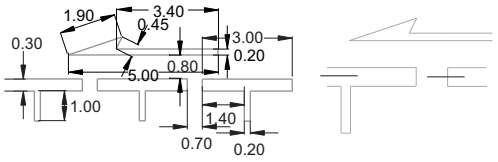
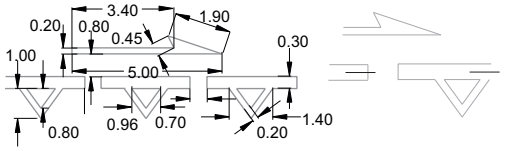
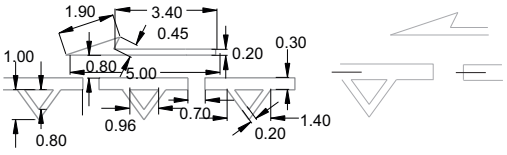
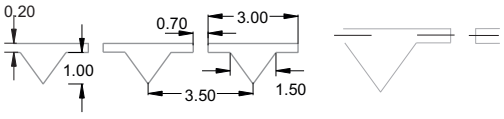
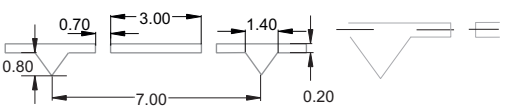
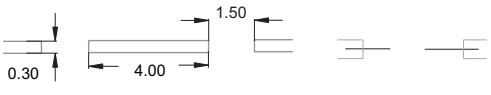
strato18 - linee - *unità cartografabili geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2424	faglia inversa riattivata in faglia transtensiva destra			orientato	Reflex blue	#001689
2425	faglia inversa riattivata in faglia transtensiva sinistra			orientato	Reflex blue	#001689
2426	faglia inversa riattivata in faglia transpressiva destra			orientato	Reflex blue	#001689
2427	faglia inversa riattivata in faglia transpressiva sinistra			orientato	Reflex blue	#001689
2430	sovrascorrimento riattivato in faglia diretta			orientato	Reflex blue	#001689
2431	sovrascorrimento riattivato in faglia con prevalente componente trascorrente destra			orientato	Reflex blue	#001689
2432	sovrascorrimento riattivato in faglia con prevalente componente trascorrente sinistra			orientato	Reflex blue	#001689
2433	sovrascorrimento riattivato in faglia con prevalente componente trascorrente (con senso di movimento non determinabile)			orientato	Reflex blue	#001689
2434	sovrascorrimento riattivato in faglia transtensiva destra			orientato	Reflex blue	#001689
2435	sovrascorrimento riattivato in faglia transtensiva sinistra			orientato	Reflex blue	#001689

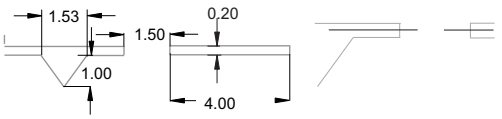
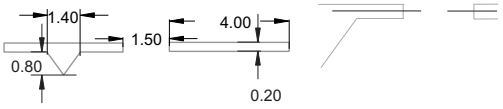
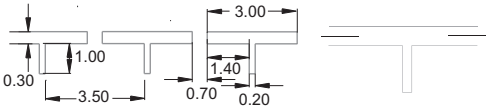
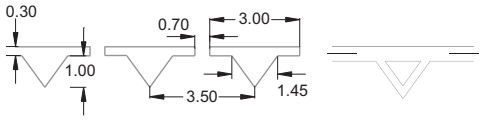
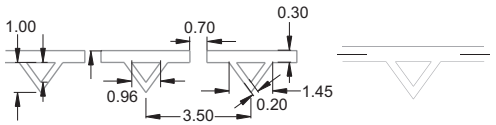
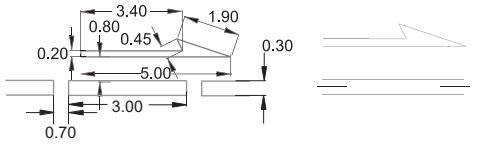
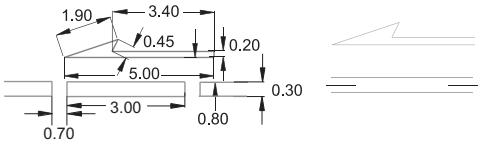
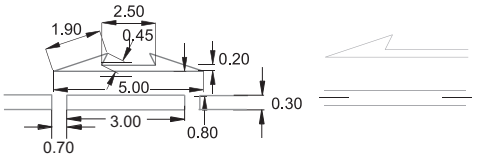
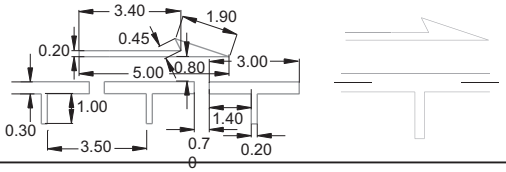
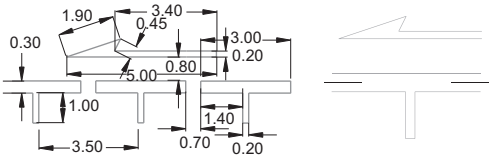
strato18 - linee - *unità cartografabili geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2436	sovrascorrimento riattivato in faglia transpressiva destra			orientato	Reflex blue	#001689
2437	sovrascorrimento riattivato in faglia transpressiva sinistra			orientato	Reflex blue	#001689
2500	contatto tettonico incerto o sepolto				Black	#000000
2510	contatto tettonico sinmetamorfico incerto o sepolto				Black	#000000
2600	faglia incerta o sepolta				Reflex blue	#001689
2610	faglia diretta incerta o sepolta (la parte ribassata, indicata dai triangoli, deve essere alla destra dell'arco)			orientato	Reflex blue	#001689
2620	faglia inversa incerta o sepolta (la parte rialzata, indicata dai triangoli, deve essere alla destra dell'arco)			orientato	Reflex blue	#001689
2630	faglia di crescita e rotazionale incerta o sepolta (l'indicazione del verso di crescita e rotazione, indicata dalla freccia, deve essere alla sinistra dell'arco)			orientato	Reflex blue	#001689
2641	faglia con prevalente componente trascorrente *destra* incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
2642	faglia con prevalente componente trascorrente sinistra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689

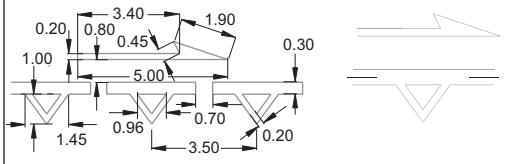
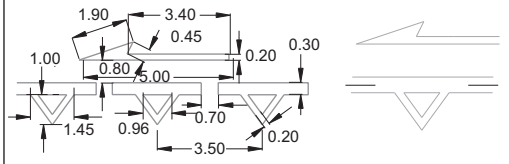
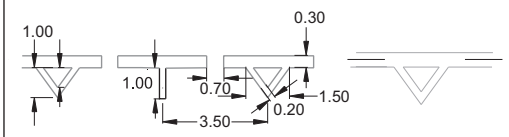
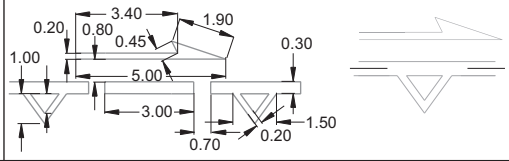
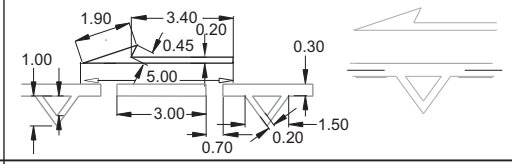
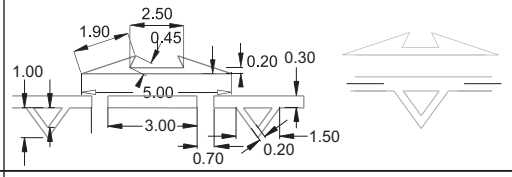
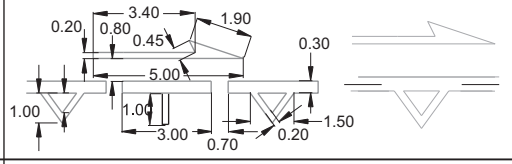
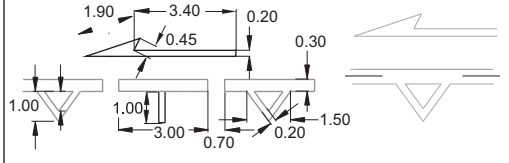
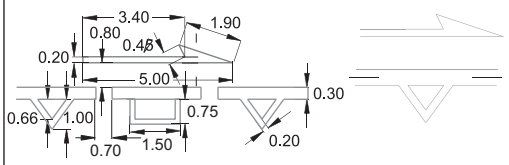
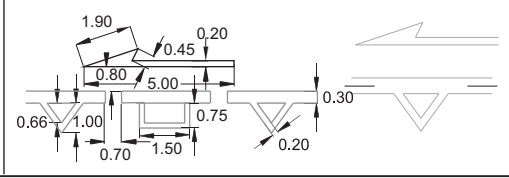
strato18 - linee - *unità cartografabili geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2643	faglia con prevalente componente trascorrente (con senso di movimento non determinabile) incerta o sepolta				Reflex blue	#001689
2650	faglia sinsedimentaria incerta o sepolta				Magenta	#E6007E
2655	paleofaglia incerta o sepolta				253	#B11CAB
2660	faglia transtensiva destra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
2670	faglia transtensiva sinistra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
2680	faglia transpressiva destra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
2690	faglia transpressiva sinistra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
2700	sovrascorrimento principale incerto o sepolto (la parte ribassata, indicata dai triangoli, deve essere alla destra dell'arco)			orientato	Reflex blue	#001689
2710	sovrascorrimento di importanza minore incerto o sepolto (la parte ribassata, indicata dai triangoli, deve essere alla destra dell'arco)			orientato	Reflex blue	#001689
2800	faglia cieca				Magenta	#E6007E

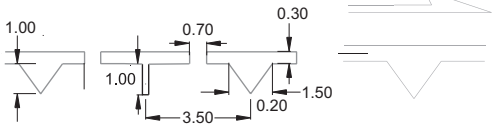
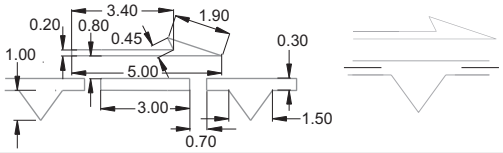
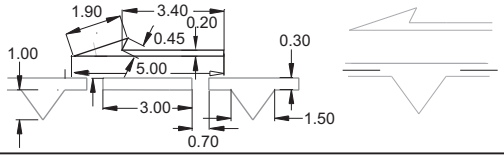
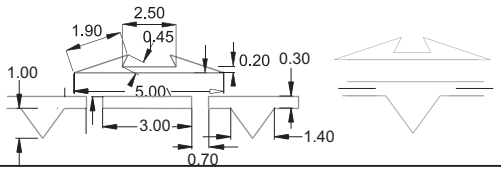
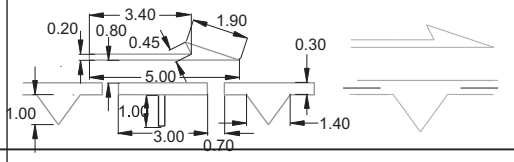
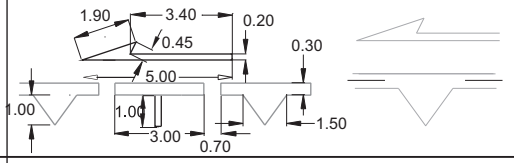
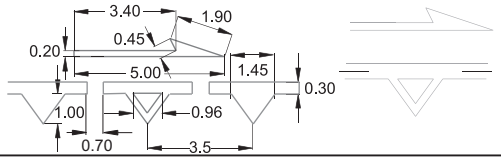
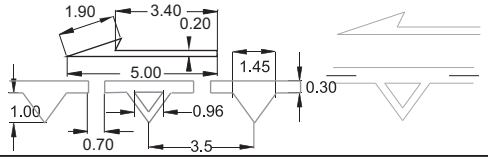
strato18 - linee - *unità cartografabili geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2900	sovrascorrimento principale cieco			orientato	Magenta	#E6007E
2910	sovrascorrimento cieco di importanza minore			orientato	Magenta	#E6007E
3010	paleofaglia riattivata in faglia diretta incerta o sepolta			orientato	253	#B11CAB
3011	paleofaglia riattivata in sovrascorrimento incerta o sepolta			orientato	253	#B11CAB
3012	paleofaglia riattivata in faglia inversa incerta o sepolta			orientato	253	#B11CAB
3013	paleofaglia riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente destra incerta o sepolta			orientato	253	#B11CAB
3014	paleofaglia riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente sinistra incerta o sepolta			orientato	253	#B11CAB
3015	paleofaglia riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente (con senso di movimento non determinabile) incerta o sepolta			orientato	253	#B11CAB
3016	paleofaglia riattivata in faglia transtensiva destra incerta o sepolta			orientato	253	#B11CAB
3017	paleofaglia riattivata in faglia transtensiva sinistra incerta o sepolta			orientato	253	#B11CAB

strato18 - linee - *unità cartografabili geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
3018	paleofaglia riattivata in faglia transpressiva destra incerta o sepolta			orientato	253	#B11CAB
3019	paleofaglia riattivata in faglia transpressiva sinistra incerta o sepolta			orientato	253	#B11CAB
3020	faglia inversa riattivata in faglia diretta incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3021	faglia inversa riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente destra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3022	faglia inversa riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente sinistra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3023	faglia inversa riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente (con senso di movimento non determinabile) incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3024	faglia inversa riattivata in faglia transtensiva destra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3025	faglia inversa riattivata in faglia transtensiva sinistra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3026	faglia inversa riattivata in faglia transpressiva destra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3027	faglia inversa riattivata in faglia transpressiva sinistra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689

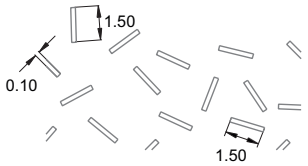
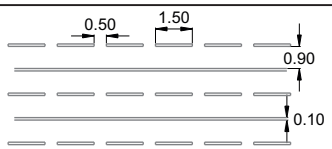
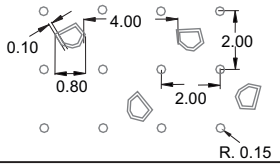
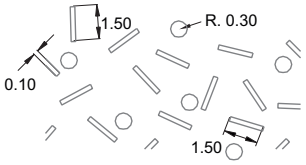
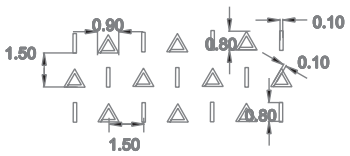
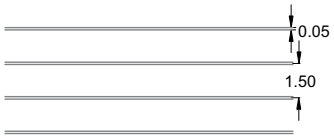
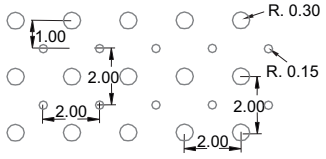
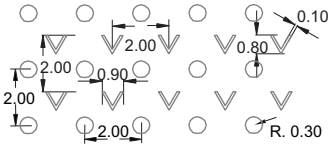
strato18 - linee - *unità cartografabili geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
3030	sovrascorrimento riattivato in faglia diretta incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3031	sovrascorrimento riattivato in faglia con prevalente componente trascorrente destra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3032	sovrascorrimento riattivato in faglia con prevalente componente trascorrente sinistra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3033	sovrascorrimento riattivato in faglia con prevalente componente trascorrente (con senso di movimento non determinabile) incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3034	sovrascorrimento riattivato in faglia transtensiva destra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3035	sovrascorrimento riattivato in faglia transtensiva sinistra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3036	sovrascorrimento riattivato in faglia transpressiva destra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3037	sovrascorrimento riattivato in faglia transpressiva sinistra incerta o sepolta			orientato	Reflex blue	#001689
3100	limite tra aree rilevate emerse/sommerse	**solo BDG**				
3200	contatto con area non rilevabile (mare, lago, ghiacciaio, strutture antropiche, ecc.)				Black	#000000

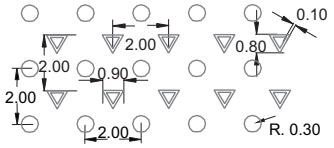
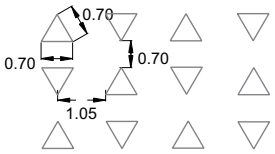
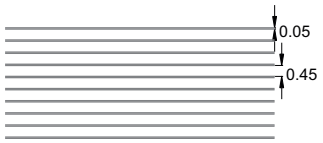
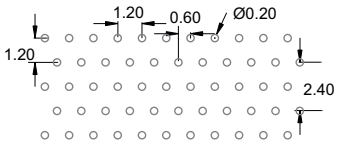
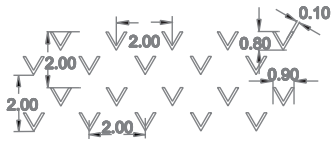
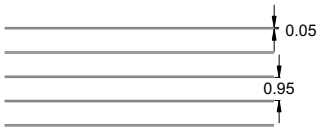
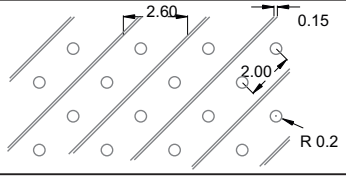
strato18 - poligoni - *unità cartografabili geologiche (caratteri dei depositi quaternari)*

codice BDG campo t0180801000 "TIPO"	codice BDG campo tab.1 dizionario Unità Quaternarie "SIGLA"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
1020	a	deposito di versante		1.50, 0.10, 1.50		Red 032	#F5333F
1020	a	deposito di versante a grossi blocchi		1.50, 0.10, 0.20, 2.40, 1.50		Red 032	#F5333F
1022	a_3	detrito di falda		1.20, Ø 0.20, 1.20		Red 032	#F5333F
1022	a_3	detrito di falda a grossi blocchi		1.20, Ø 0.20, 1.20, 0.20, 2.40		Red 032	#F5333F
1060	a_1	deposito di frana		0.10, RO 1.10	orientato "DIREZIO"	Red 032 50%	#FFA499
1060	a_1	deposito di frana antica		0.10, RO 1.10	orientato "DIREZIO"	Cyan 50%	#81D0F5
1060	a_1	deposito di frana a grossi blocchi *(il colore dipende dall'età)*		0.10, RO 1.10, Ø0.35	orientato "DIREZIO"	Red 032 50% Cyan 50%	#FFA499 #81D0F5
1070	a_5	deposito di frana con trasporto glaciale		0.10, RI 0.30, RE 0.40, R 0.20, 1.60, 0.70		Red 032	#F5333F
2020	b_2	coltre eluvio-colluviale		1.50, 0.10, 1.50		Process blue	#0082CA
2021	b_6	prodotto eluviale (alterite)		1.50, 0.10, 1.50		Process blue	#0082CA

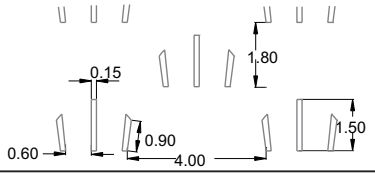
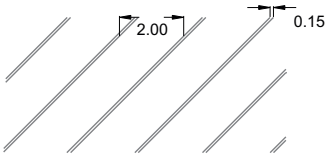
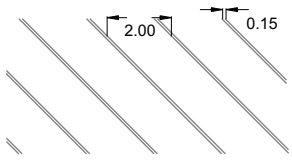
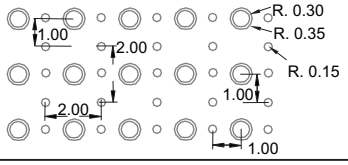
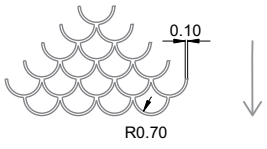
strato18 - poligoni - *unità cartografabili geologiche (caratteri dei depositi quaternari)*

codice BDG campo t0180801000 "TIPO"	codice BDG campo tab.1 dizionario Unità Quaternarie "SIGLA"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2022	b_7	deposito colluviale				Process blue	#0082CA
2030	b	deposito alluvionale e fluvio-glaciale	tipologia di tessitura			Process blue	#0082CA
2030	b_n	deposito alluvionale terrazzato	tipologia di tessitura			Process blue	#0082CA
2040	b_5	deposito di contatto glaciale				253	#B11CAB
2050	b_4	deposito di *debris flow*				Process blue	#0082CA
2060	b_8	deposito di glacis				Process blue	#0082CA
2090	i	deposito di origine mista: di *debris flow* e/o torrentizio e/o di valanga				Process blue	#0082CA
3040	f_1	travertino				Process blue	#0082CA
4030	c_1	*till* indifferenziato				253	#B11CAB
4031	c_4	*till* di alloggiamento				253	#B11CAB

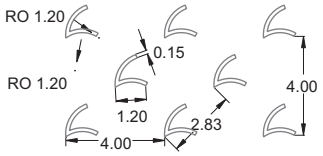
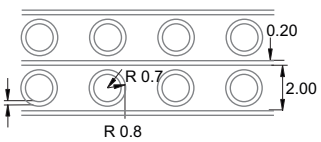
strato18 - poligoni - *unità cartografabili geologiche (caratteri dei depositi quaternari)*

codice BDG campo t0180801000 "TIPO"	codice BDG campo tab.1 dizionario Unità Quaternarie "SIGLA"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
4032	c_5	*till* di ablazione				253	#B11CAB
4050	c_3	morenico scheletrico sparso				253	#B11CAB
4060	c_6	deposito glacio-lacustre				253	#B11CAB
4070	c_7	deposito crionivale				253	#B11CAB
5010	l	deposito vulcanoclastico				470	#A65A2A
6010	e	deposito lacustre, palustre				Green	#00A887
6010	e	deposito lacustre, palustre	tipologia di tessitura			Green	#00A887
6040	e_3	deposito palustre	tipologia di tessitura			Green	#00A887
6050	g_1	deposito deltizio				Cyan 50%	#81D0F5
6050	g_1	deposito deltizio	tipologia di tessitura			Cyan	#009FE3

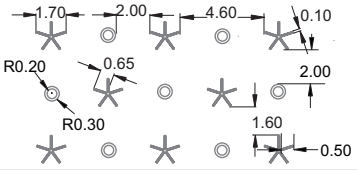
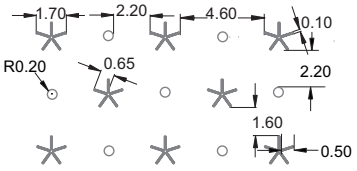
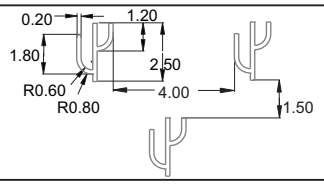
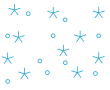
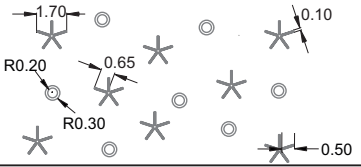
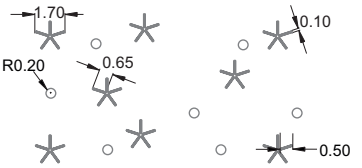
strato18 - poligoni - *unità cartografabili geologiche (caratteri dei depositi quaternari)*

codice BDG campo t0180801000 "TIPO"	codice BDG campo tab.1 dizionario Unità Quaternarie "SIGLA"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
6060	e_2	deposito lacustre	tipologia di tessitura			Green	#00A887
6070	e_5	deposito palustre *(paludi attuali e subattuali eventualmente drenate)*				Green	#00A887
6080	e_1	deposito lagunare	tipologia di tessitura			Cyan 50%	#81D0F5
7020	d	deposito eolico	tipologia di tessitura			1395	#9B5F17
8010	h	deposito antropico				Cool Gray 10	#636569
8010	h_1	discarica				Cool Gray 10	#636569
8010	h_2	salina				Cool Gray10	#636569
9000	g	deposito marino	tipologia di tessitura			Cyan	#009FE3
9010	g_2	deposito di spiaggia	tipologia di tessitura			Cyan	#009FE3
9050	g_{17}	deposito di frana sottomarina			orientato "DIREZIO"	Red032 50%	#FFA499

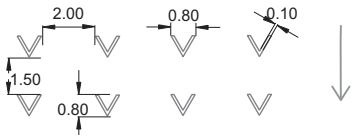
strato18 - poligoni - *unità cartografabili geologiche (caratteri dei depositi quaternari)*

codice BDG campo t0180801000 "TIPO"	codice BDG campo tab.1 dizionario Unità Quaternarie "SIGLA"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
	g_n	deposito marino terrazzato	tipologia di tessitura			Cyan	#009FE3
	g_3	deposito di piana tidale	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	g_4	praterie a fanerogame marine				Process blue 70%	#01A6DA
	g_5	deposito biogenico marino *(codice in abbandono, rimane solo per il pregresso)*	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	g_6	deposito di fronte del delta	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	g_7	deposito di scarpata di prodelta	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	g_8	deposito di spiaggia sommersa	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	g_9	deposito costiero di bassa energia, golfo	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	g_{10}	*beach rock*				Process blue 70%	#01A6DA
	g_{11}	deposito di transizione alla piattaforma, prisma litorale	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA

strato18 - poligoni - *unità cartografabili geologiche (caratteri dei depositi quaternari)*

codice BDG campo		denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
t0180801000 "TIPO"	tab.1 dizionario Unità Quaternarie "SIGLA"						
	g_{12}	deposito bioclastico (ghiaia)				Process blue 70%	#01A6DA
	g_{12}	deposito bioclastico (sabbia)				Process blue 70%	#01A6DA
	g_{13}	corpi litoidi organogeni, bioherma				Process blue 70%	#01A6DA
	g_{14}	deposito bioclastico da smantellamento di bioherma (ghiaia)				Process blue 70%	#01A6DA
	g_{14}	deposito bioclastico da smantellamento di bioherma (sabbia)				Process blue 70%	#01A6DA
	g_{15}	deposito di piede di falesia	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	g_{16}	deposito rielaborato da correnti	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	g_{18}	deposito di piattaforma continentale	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	g_{19}	deposito di piattaforma interna	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	g_{20}	deposito di piattaforma intermedia	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA

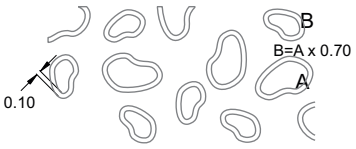
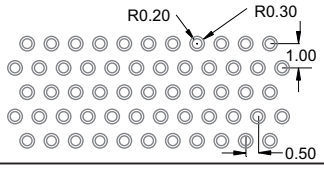
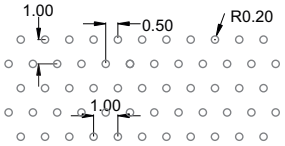
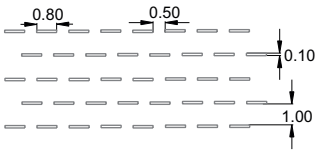
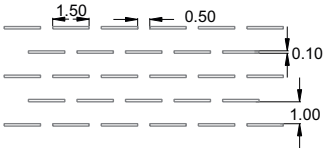
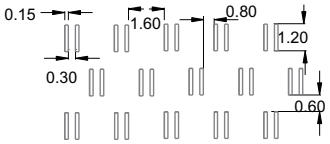
strato18 - poligoni - *unità cartografabili geologiche (caratteri dei depositi quaternari)*

codice BDG campo		denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
t0180801000 "TIPO"	tab.1 dizionario Unità Quaternarie "SIGLA"						
	g_{21}	deposito di piattaforma esterna	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	m_1	deposito da flussi gravitativi non canalizzati			orientato "DIREZIO"	Process blue 70%	#01A6DA
	m_2	deposito di scarpata continentale	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	m_3	deposito torbiditico	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	m_4	deposito torbiditico di argine	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	m_5	deposito torbiditico di canale	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	m_6	deposito torbiditico di lobo	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	m_7	deposito torbiditico di riempimento di *canyon*	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	m_8	deposito di torbiditico da trasporto in massa	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	m_9	deposito palinsesto	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA

strato18 - poligoni - *unità cartografabili geologiche (caratteri dei depositi quaternari)*

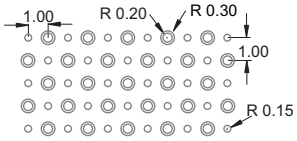
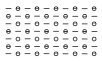
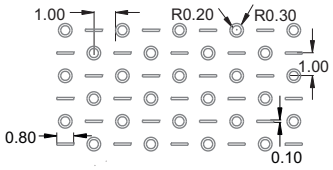
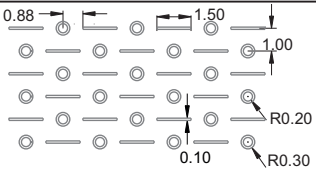
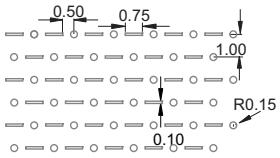
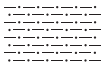
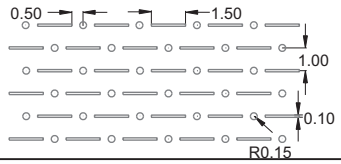
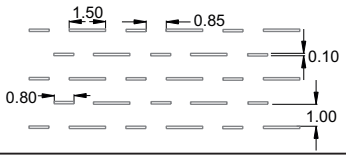
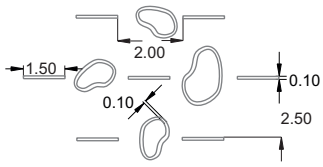
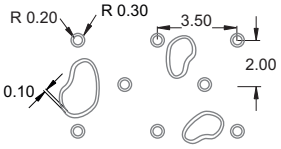
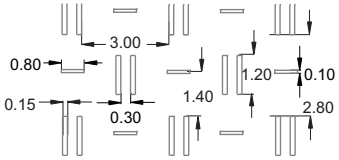
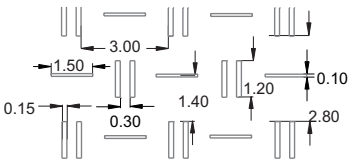
codice BDG campo		denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
t0180801000 "TIPO"	tab.1 dizionario Unità Quaternarie "SIGLA"						
	m_{10}	deposito relitto	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	m_{11}	deposito di piana bacinale	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	m_{12}	deposito pelitico	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA
	m_{13}	contouriti	tipologia di tessitura			Process blue 70%	#01A6DA

strato18 - poligoni - *unità cartografabili geologiche - T0180803000 (caratteri tessiturali)* - simbologie elementari

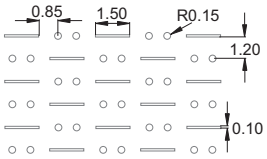
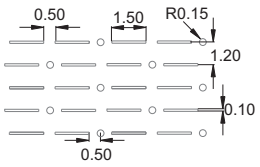
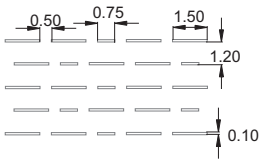
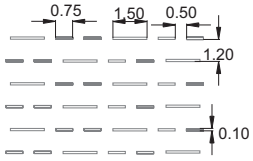
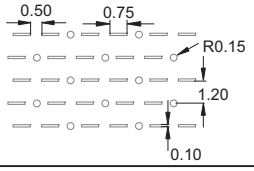
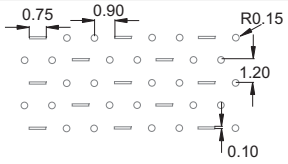
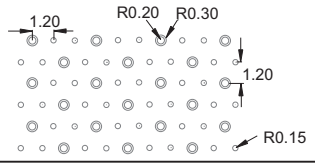
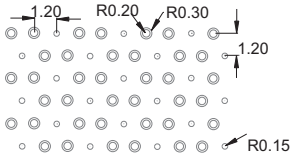
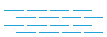
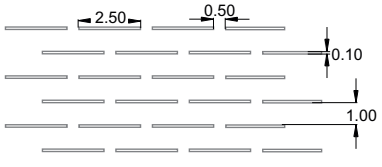
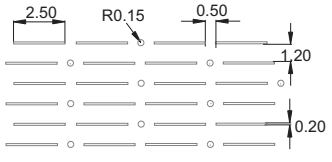
codice BDG	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	colore genesi				
				fluviale, fluvio-glaciale	lacustre, palustre	eolico	marino	marino sommerso
B mB	blocchi			■	■		■	
								■
G mG	ghiaia			■	■	■	■	
								■
S mS	sabbia			■	■	■	■	
								■
L mL	limo, silt			■	■	■	■	
								■
A mA	argilla			■	■		■	
								■
T	torba				■			
				Pantone Process blue HTML#0082CA	Pantone Green HTML#00A887	Pantone 1395 HTML#9B5F17	Pantone Cyan HTML#009FE3	Pantone Process blue 70% HTML#01A6DA

Nota
In fase di preparazione per la stampa, nei poligoni particolarmente estesi (al di sopra dei 2 cm^2 alla scala della carta), si può applicare al carattere tessiturale una spaziatura doppia tra singoli graficismi.

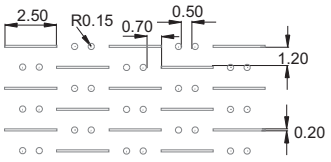
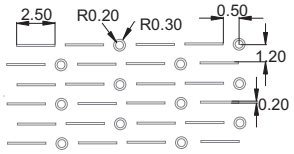
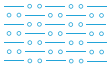
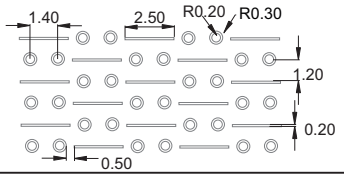
strato18 - poligoni - *unità cartografabili geologiche - T0180803000*
(caratteri tessiturali) - esempi di combinazione tra simbologie elementari

acronimo del simbolo	denominazione del simbolo	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	colore genesi: fluviale, fluvio-glaciale	colore genesi: lacustre, palustre	colore genesi: eolico	colore genesi: marino
GS	ghiaia e sabbia			Pantone Process blue HTML#0082CA	Pantone Green HTML#00A887	Pantone 1395 HTML#9B5F17	Pantone Cyan HTML#009FE3
SG	sabbia e ghiaia						
GL	ghiaia e limo						
LG	limo e ghiaia						
GA	ghiaia e argilla						
AG	argilla e ghiaia						
SL	sabbia e limo						
LS	limo e sabbia						
SA	sabbia e argilla						
AS	argilla e sabbia						
LA	limo e argilla						
AL	argilla e limo						
AB	argilla e blocchi						
BA	blocchi e argilla						
BG	blocchi e ghiaia						
GB	ghiaia e blocchi						
LT	limo e torba						
TL	torba e limo						
AT	argilla e torba						
TA	torba e argilla						

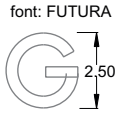
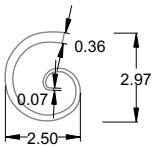
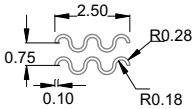
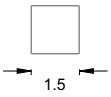
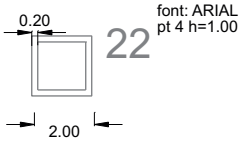
strato18 - poligoni - *unità cartografabili geologiche - T0180803000* *(caratteri tessiturali)* - esempi di combinazione tra simbologie elementari

codice BDG	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	colore genesi				
				fluviale, fluvio-glaciale	lacustre, palustre	eolico	marino	marino sommerso
mSA	sabbia argillosa							Pantone Process blue 70% HTML#01A6DA
mAS	argilla sabbiosa							
mAL	argilla limosa							
mLA	limo argilloso							
mLS	limo sabbioso							
mSL	sabbia limosa							
mSG	sabbia ghiaiosa							
mGS	ghiaia sabbiosa							
mA-L già mP	argilla-limo già pelite							
mA-LS già mPS	argilla-limo sabbiosi già pelite sabbiosa							

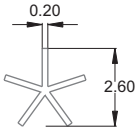
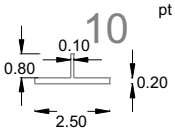
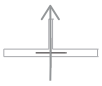
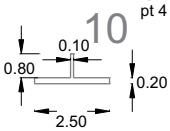
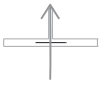
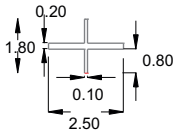
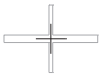
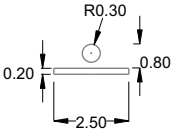
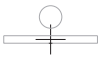
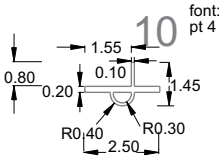
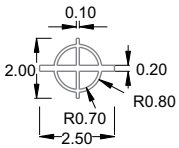
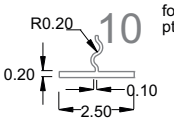
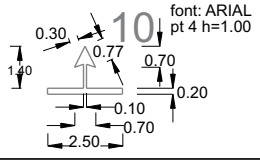
strato18 - poligoni - *unità cartografabili geologiche - T0180803000* *(caratteri tessiturali)* - esempi di combinazione tra simbologie elementari

codice BDG	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	colore genesi				
				fluviale, fluvio-glaciale	lacustre, palustre	eolico	marino	marino sommerso
mSA-L già mSP	sabbia argilloso-limosa già sabbia pelitica							Pantone Process blue 70% HTML#01A6DA
mA-LG già mPG	argilla-limo ghiaiosa già pelite ghiaiosa							
mGA-L già mGP	ghiaia argillosa-limosa già ghiaia pelitica							

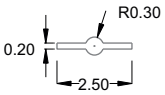
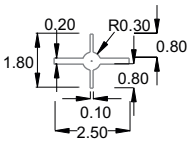
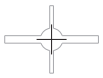
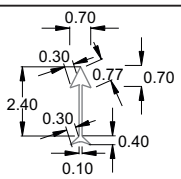
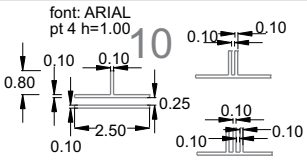
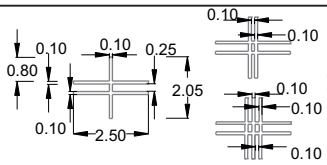
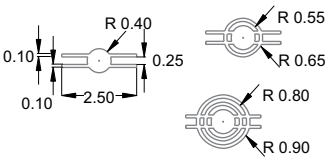
strato19 - punti - *punti di osservazioni geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
1000	affioramento geologico o elemento geomorfologico di particolare interesse					Process blue	#0082CA
1100	affioramento di interesse stratigrafico					Process blue	#0082CA
1110	località fossilifera					Process blue	#0082CA
1111	località fossilifera a vertebrati	**solo BDG**					
1112	località fossilifera ad invertebrati	**solo BDG**					
1113	località fossilifera a vegetali	**solo BDG**					
1200	affioramento di interesse sedimentologico	★				Process blue	#0082CA
1220	*slump* intraformazionale non cartografabile					Red 032	#F5333F
1300	affioramento di interesse strutturale	■				Process blue	#0082CA
1310	stazione strutturale (numerata)	□[22]				Process blue	#0082CA

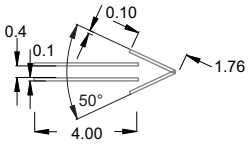
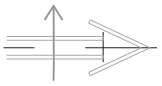
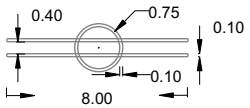
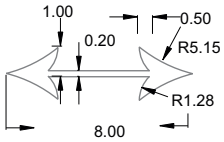
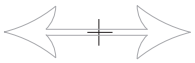
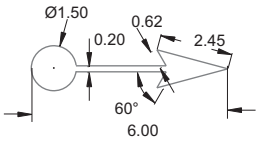
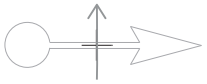
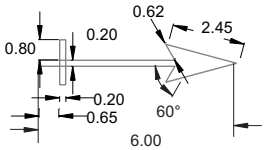
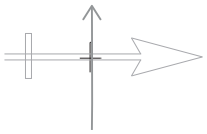
strato19 - punti - *punti di osservazioni geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
1400	affioramento/località di interesse mineralogico petrografico	M	font: FUTURA			Process blue	#0082CA
1500	profilo pedogenetico					Process blue	#0082CA
3100	stratificazione diritta il numero a lato del simbolo riporta il codice BDG campo "INCLINA"		font: ARIAL pt 4 h=1.00 		orientato "IMMERSIO"	Reflex blue	#001689
3101	clinostratificazione il numero a lato del simbolo riporta il codice BDG campo "INCLINA"		font: ARIAL pt 4 h=1.00 		orientato "IMMERSIO"	253	#B11CAB
3110	stratificazione orizzontale diritta					Reflex blue	#001689
3120	stratificazione verticale con indicazione della polarità				orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3130	stratificazione rovesciata il numero a lato del simbolo riporta il codice BDG campo "INCLINA"		font: ARIAL pt 4 h=1.00 		orientato "IMMERSIO"	Reflex blue	#001689
3131	stratificazione orizzontale rovesciata					Reflex blue	#001689
3140	stratificazione contorta con valori medi di immersione ed inclinazione il numero a lato del simbolo riporta il codice BDG campo "INCLINA"		font: ARIAL pt 4 h=1.00 		orientato "IMMERSIO"	Reflex blue	#001689
3150	stratificazione a polarità sconosciuta il numero a lato del simbolo riporta il codice BDG campo "INCLINA"		font: ARIAL pt 4 h=1.00 		orientato "IMMERSIO"	Reflex blue	#001689

strato19 - punti - *punti di osservazioni geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
3151	stratificazione verticale a polarità sconosciuta			orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3152	stratificazione orizzontale a polarità sconosciuta		 	orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3160	direzione di *younging*			orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3210	superficie di clivaggio o scistosità inclinata il numero di linee verticali nel simbolo indicano la fase deformativa codice BDG campo "FASE"			orientato "IMMERSIO"	Reflex blue	#001689
3220	superficie di clivaggio o scistosità orizzontale il numero di linee verticali nel simbolo indicano la fase deformativa codice BDG campo "FASE"			orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3230	superficie di clivaggio o scistosità verticale il numero di cerchi nel simbolo indicano la fase deformativa codice BDG campo "FASE"			orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3240	*fabric* composito	**solo BDG**				
3301	stria e/o fibra di faglia (*slickenline*)	**solo BDG**				
3302	stria e/o fibra di faglia verticale	**solo BDG**				
3303	stria e/o fibra di faglia orizzontale	**solo BDG**				

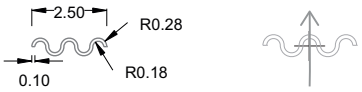
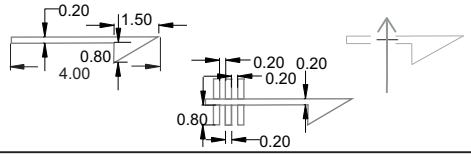
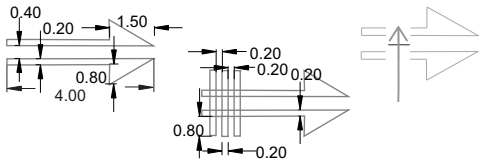
strato19 - punti - *punti di osservazioni geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
3310	elemento lineare primario (lineazione di origine sedimentaria, direzione di flusso in rocce ignee)				orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3312	elemento lineare primario verticale				orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3313	elemento lineare primario orizzontale				orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3320	lineazione di estensione (orientazione preferenziale di forma)				orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3321	lineazione minerale				orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3322	lineazione d'intersezione	**solo BDG**					
3323	lineazione di estensione *(orientazione preferenziale di forma)* orizzontale	**solo BDG**					
3324	lineazione minerale orizzontale	**solo BDG**					
3325	lineazione d'intersezione orizzontale	**solo BDG**					
3326	lineazione di estensione *(orientazione preferenziale di forma)* verticale	**solo BDG**					

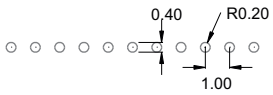
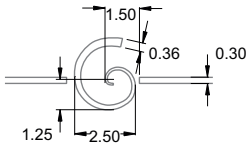
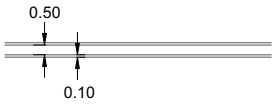
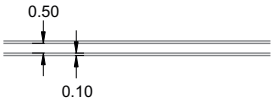
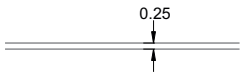
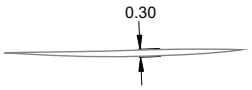
strato19 - punti - *punti di osservazioni geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
3327	lineazione minerale verticale	**solo BDG**					
3328	lineazione d'intersezione verticale	**solo BDG**					
3330	specchio di faglia inclinato	**solo BDG**					
3331	specchio di faglia verticale	**solo BDG**					
3332	specchio di faglia orizzontale	**solo BDG**					
3333	fratture e giunti	**solo BDG**					
3410	asse di piega simmetrica (vergenza neutra) con indicazione dell' inclinazione	**solo BDG**					
3411	asse di piega simmetrica (vergenza neutra) orizzontale	**solo BDG**					
3412	asse di piega simmetrica (vergenza neutra) verticale	**solo BDG**					
3420	asse di piega asimmetrica	**solo BDG**					

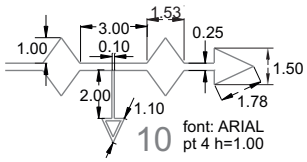
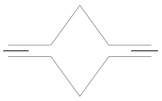
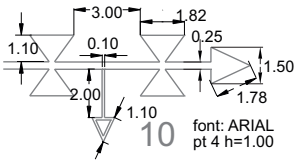
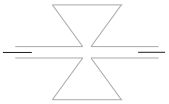
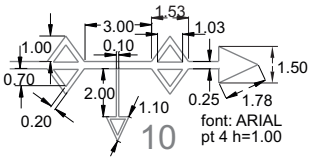
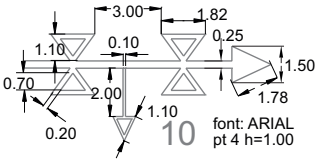
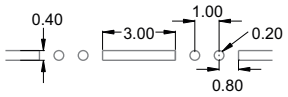
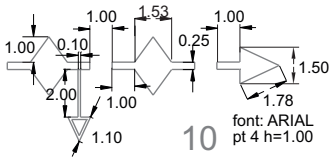
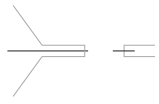
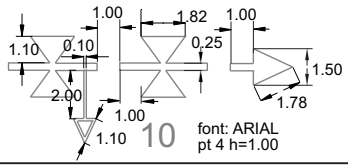
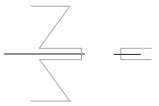
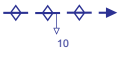
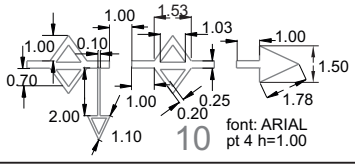
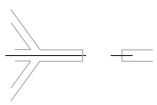
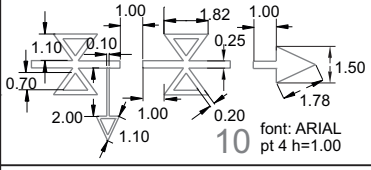
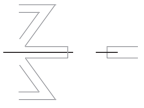
strato19 - punti - *punti di osservazioni geologiche*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
3421	asse di piega asimmetrica orizzontale	**solo BDG**				
3422	asse di piega asimmetrica verticale	**solo BDG**				
3430	inclinazione del piano assiale riferita alla traccia della superficie assiale	**solo BDG**				
3440	associazione di pieghe minori			orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3450	asse di piega il numero di linee verticali nel simbolo indicano la fase deformativa codice BDG campo "FASE"			orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3451	asse di piega orizzontale il numero di linee verticali nel simbolo indicano la fase deformativa codice BDG campo "FASE"			orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3452	asse di piega verticale le fasi deformative sono indicate in senso antiorario dalla campitura all'interno del cerchio codice BDG campo "FASE"			orientato "DIREZIO"	Reflex blue	#001689
3460	strutture reomorfiche	**solo BDG**				

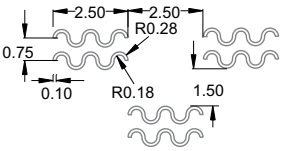
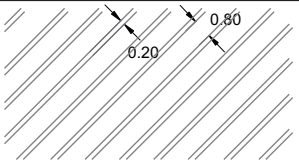
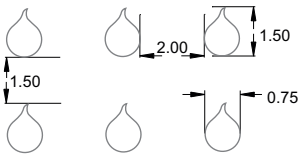
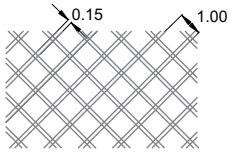
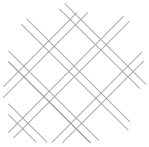
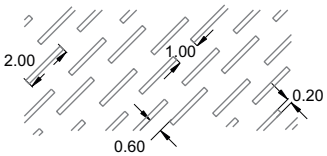
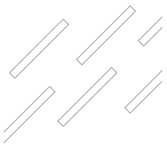
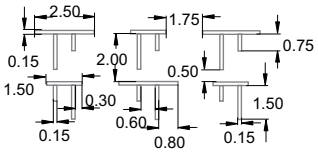
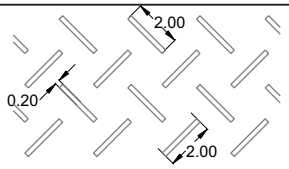
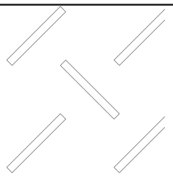
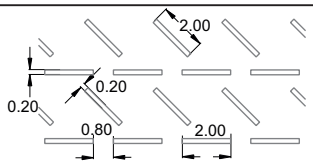
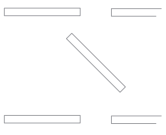
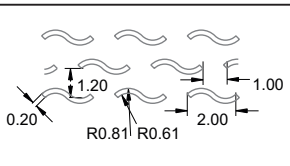
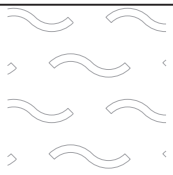
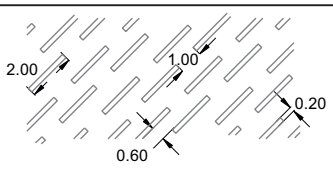
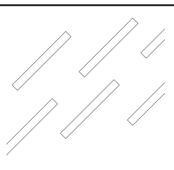
strato20 - linee - *unità cartografabili geologiche in forma simbolica*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
1000	livello guida					Reflex blue	#001689
1100	livello guida fossilifero					Reflex blue	#001689
2000	dicco					470	#A65A2A
2100	sill					470	#A65A2A
3000	filone metallifero					Reflex blue	#001689
3100	filone sedimentario					253	#B11CAB

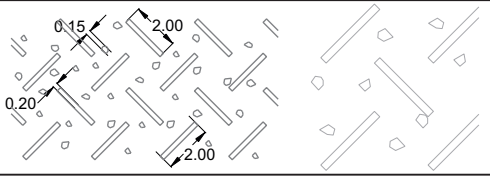
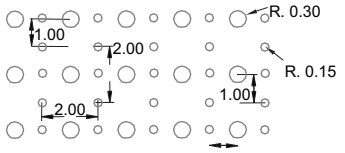
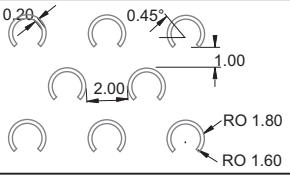
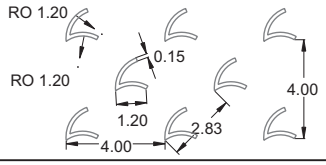
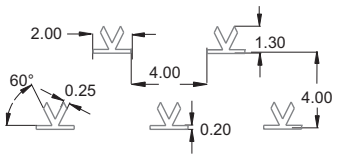
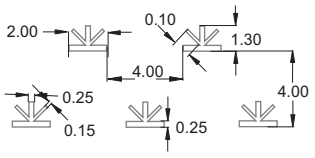
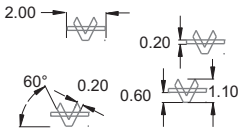
strato21 - linee - *strutture plicative ed elementi strutturali*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
1010	traccia di superficie assiale di anticlinale				orientato	Reflex blue	#001689
1020	traccia di superficie assiale di sinclinale				orientato	Reflex blue	#001689
1030	traccia di superficie assiale antiforme				orientato	Reflex blue	#001689
1040	traccia di superficie assiale sinforme				orientato	Reflex blue	#001689
1100	elemento strutturale significativo (per es. elementi penetrativi del *fabric* mesoscopico come la traiettoria della foliazione regionale)					Reflex blue	#001689
1510	traccia di superficie assiale di anticlinale, incerta o sepolta				orientato	Reflex blue	#001689
1520	traccia di superficie assiale di sinclinale, incerta o sepolta				orientato	Reflex blue	#001689
1530	traccia di superficie assiale antiforme, incerta o sepolta				orientato	Reflex blue	#001689
1540	traccia di superficie assiale sinforme, incerta o sepolta				orientato	Reflex blue	#001689

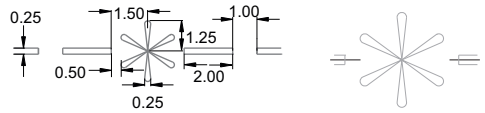
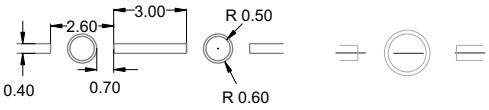
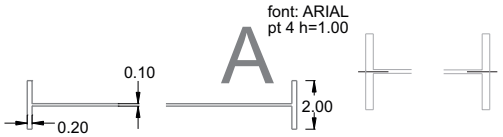
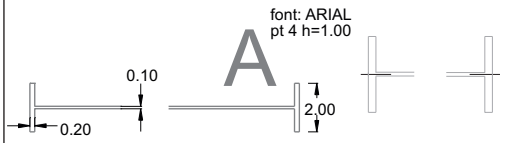
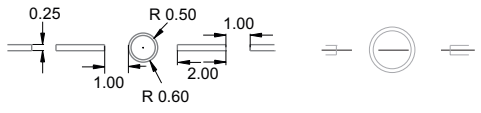
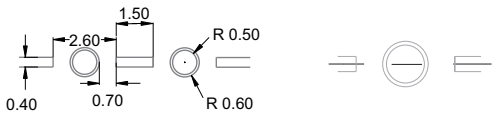
strato22 - poligoni - *processi geologici e biologici particolari*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	particolari della trama	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
1220	*slump* intraformazionale cartografabile					Red032	#F5333F
2010	area di alterazione idrotermale					470	#A65A2A
2020	campo di fumarole					470	#A65A2A
2040	zona di ossidazione					Red032	#F5333F
2050	zona interessata da mineralizzazione					Magenta	#E6007E
2060	calcrete					Process blue	#0082CA
3010	zona cataclastica					Red032	#F5333F
3011	zona cataclastico-milonitica					Red032	#F5333F
3020	zona di taglio duttile o milonitica					Red032	#F5333F
3030	sistema di fratture e *tension gashes* ripetitivi alla mesoscala					Red032	#F5333F

strato22 - poligoni - *processi geologici e biologici particolari*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / particolari della trama	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
3040	zona interessata da metamorfismo di contatto				Red032	#F5333F
3050	zona cataclastica interessata da metamorfismo di contatto				Red032	#F5333F
3060	zona interessata da manifestazioni gassose sottomarine				Process blue 70%	#01A6DA
3070	zona interessata da espulsione di fluidi/ vulcanelli di fango				Process blue 70%	#01A6DA
4010	praterie a fanerogame marine				Process blue 70%	#01A6DA
4011	prateria a *Posidonia oceanica*				Process blue 70%	#01A6DA
4012	prateria a *Cymodocea nodosa*				Process blue 70%	#01A6DA
4020	matte morta				Process blue 70%	#01A6DA

strato27 - linee - *tracciati geologici e geofisici*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
1000	traccia di successione campionata	**solo BDG**				
1100	traccia di *log* stratigrafico	**solo BDG**				
1200	sezione tipo				Process blue	#0082CA
1300	sezione di riferimento				Process blue	#0082CA
2000	traccia di sezione geologica	A A'			Process blue	#0082CA
2100	traccia di sezione geologica (Foglio di sottosuolo)	A A'			Green	#00A887
3000	tracciato di galleria mineraria	**solo BDG**				
4000	traccia di linea sismica significativa (prospezioni a mare)				Process blue	#0082CA
4010	traccia di linea sismica	**solo BDG**				
5000	traccia di linea acustica				Process blue	#0082CA

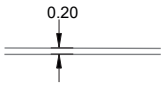
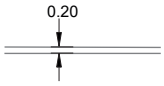
strato27 - linee - *tracciati geologici e geofisici*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
6000	traccia di linea geoelettrica	**solo BDG**					
7000	traccia di linea georadar	**solo BDG**					

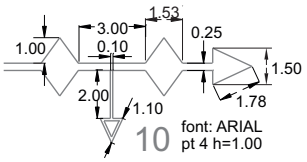
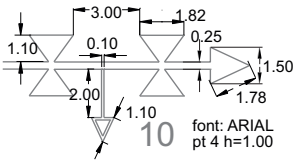
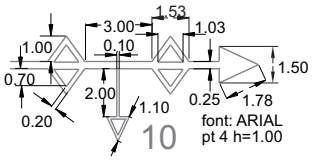
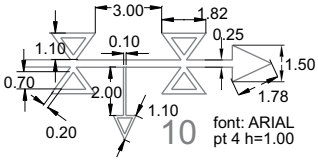
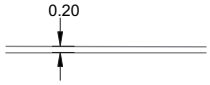
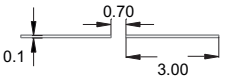
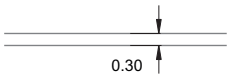
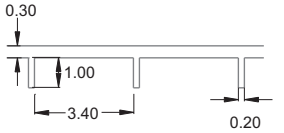
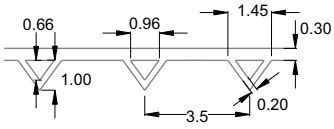
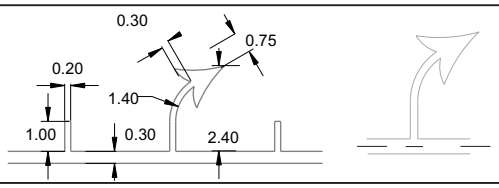
strato30 - linee - *descrizione del sottosuolo tramite isolinee*

codice BDG campo "TIPO"	codice BDG campo "TIPO_CONTATTO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
	1001	contatto stratigrafico di tetto		0.10			Black	#000000
	1002	contatto stratigrafico di letto		0.10			Black	#000000
1010		isobate di unità sepolte il colore potrà variare per necessità di contrasto con le campiture		0.20			1395	#9B5F17
1011		isobate del tetto del Pliocene il colore potrà variare per necessità di contrasto con le campiture		0.20			1395	#9B5F17
1012		isobate della base dei depositi quaternari il colore potrà variare per necessità di contrasto con le campiture		0.20			1395	#9B5F17
1020		isobate di discontinuità sepolte il colore potrà variare per necessità di contrasto con le campiture		0.20			1395	#9B5F17
	1051	contatto litologico di tetto		0.10			Black	#000000
	1052	contatto litologico di letto		0.10			Black	#000000
	1101	contatto stratigrafico inconforme di tetto	**solo BDG**					
	1102	contatto stratigrafico inconforme di letto	**solo BDG**					

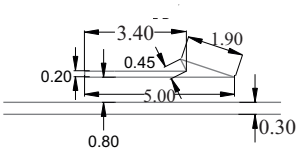
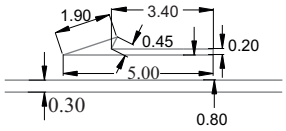
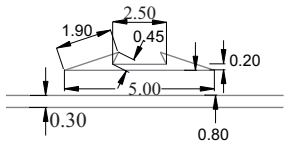
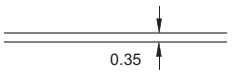
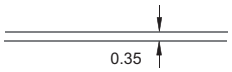
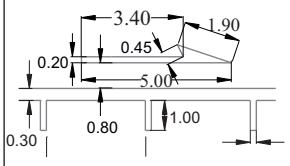
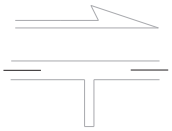
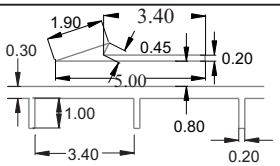
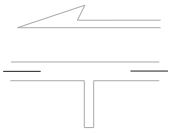
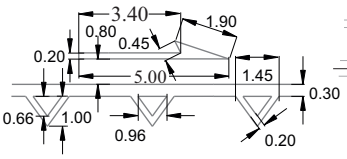
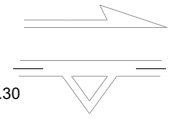
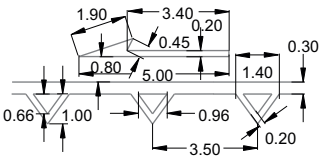
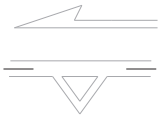
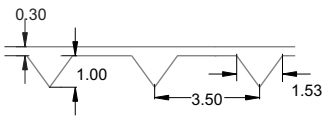
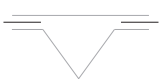
strato30 - linee - *descrizione del sottosuolo tramite isolinee*

codice BDG campo "TIPO"	codice BDG campo "TIPO_CONTATTO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
1200		isobata					Process blue	#0082CA
1300		isocrona	**solo BDG**					
2100		isopaca	**solo BDG**					
2300		isocronopaca					1395	#9B5F17

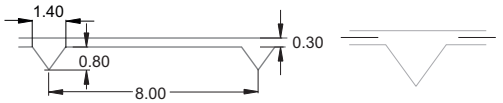
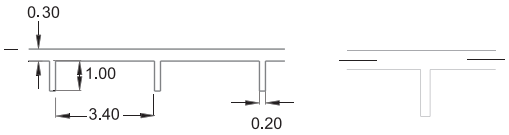
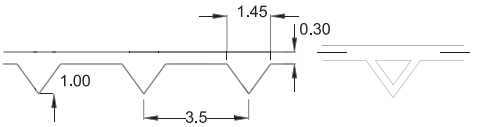
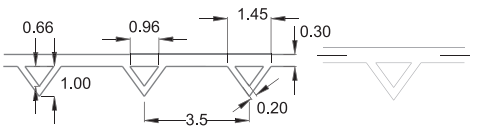
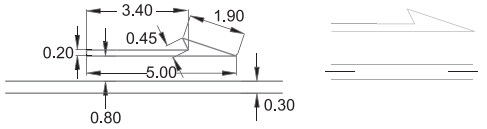
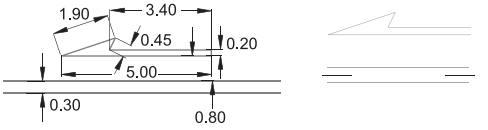
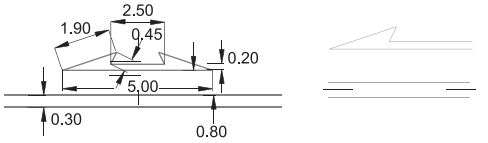
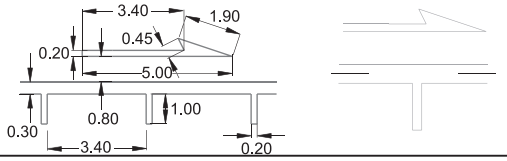
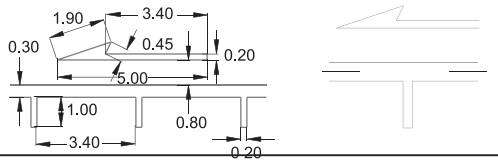
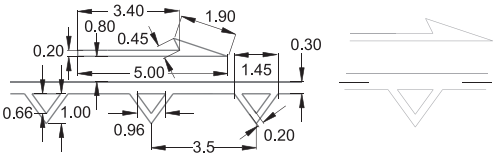
strato32 - linee - *elementi tettonici e plicativi del sottosuolo*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
1010	traccia di superficie assiale di anticlinale			orientato	Reflex blue	#001689
1020	traccia di superficie assiale di sinclinale			orientato	Reflex blue	#001689
1030	traccia di superficie assiale antiforme			orientato	Reflex blue	#001689
1040	traccia di superficie assiale sinforme			orientato	Reflex blue	#001689
2000	contatto tettonico				Black	#000000
2010	contatto tettonico sinmetamorfico				Black	#000000
2100	faglia				Reflex blue	#001689
2110	faglia diretta *(la parte ribassata, indicata dai trattini, deve essere alla destra dell'arco)*				Reflex blue	#001689
2120	faglia inversa (la parte rialzata, indicata dai triangoli, deve essere alla destra dell'arco)			orientato	Reflex blue	#001689
2130	faglia di crescita e rotazionale (l'indicazione del verso di crescita e rotazione, indicata dalla freccia, deve essere alla sinistra dell'arco)			orientato	Reflex blue	#001689

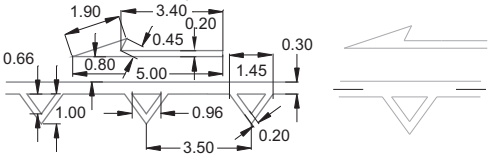
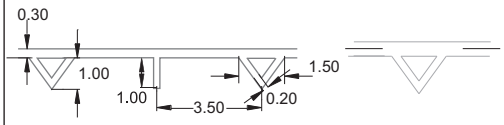
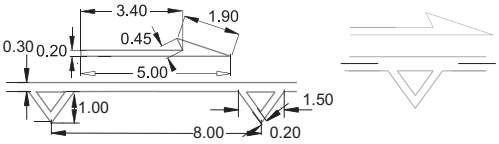
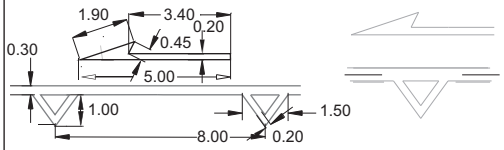
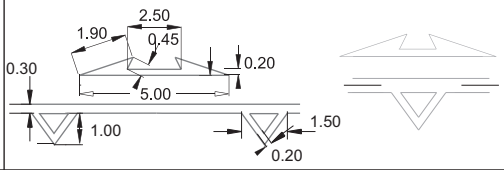
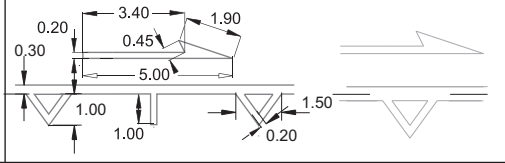
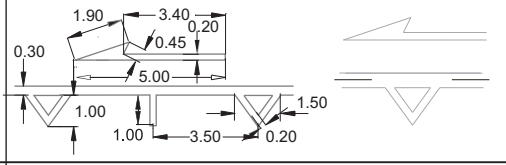
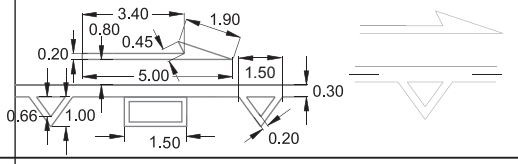
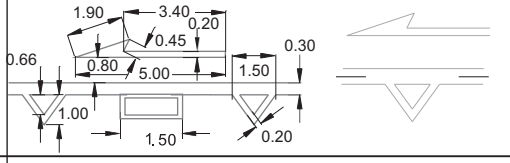
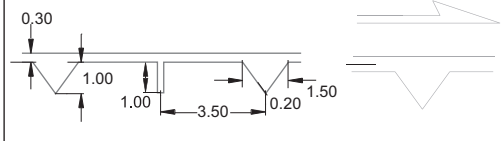
strato32 - linee - *elementi tettonici e plicativi del sottosuolo*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali	punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2141	faglia con prevalente componente trascorrente destra				orientato	Reflex blue	#001689
2142	faglia con prevalente componente trascorrente sinistra				orientato	Reflex blue	#001689
2143	faglia con prevalente componente trascorrente (con senso di movimento non determinabile)				orientato	Reflex blue	#001689
2150	faglia sinsedimentaria				orientato	Magenta	#E6007E
2155	paleofaglia					253	#B11CAB
2160	faglia transtensiva (diretta trascorrente) destra				orientato	Reflex blue	#001689
2170	faglia transtensiva (diretta trascorrente) sinistra				orientato	Reflex blue	#001588
2180	faglia transpressiva (inversa trascorrente) destra				orientato	Reflex blue	#001588
2190	faglia transpressiva (inversa trascorrente) sinistra				orientato	Reflex blue	#001588
2200	sovrascorrimento principale *(la parte sovrascorsa, indicata dai triangoli, deve essere alla destra dell'arco)*				orientato	Reflex blue	#001588

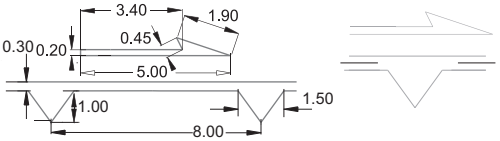
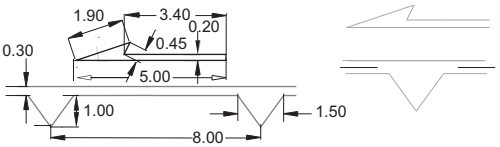
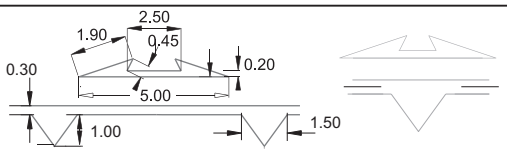
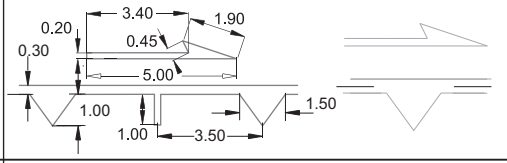
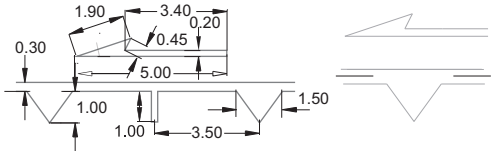
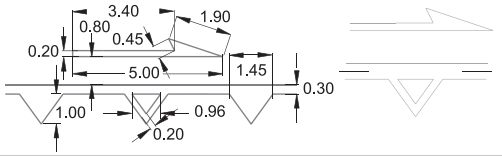
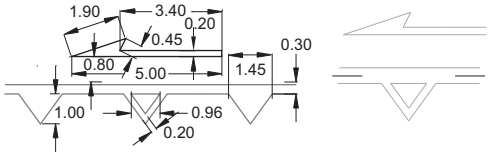
strato32 - linee - *elementi tettonici e plicativi del sottosuolo*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2210	sovrascorrimento di importanza minore *(la parte sovrascorsa, indicata dai triangoli, deve essere alla destra dell'arco)*			orientato	Reflex blue	#001588
2410	paleofaglia riattivata in faglia diretta			orientato	253	#B11CAB
2411	paleofaglia riattivata in sovrascorrimento			orientato	253	#B11CAB
2412	paleofaglia riattivata in faglia inversa			orientato	253	#B11CAB
2413	paleofaglia riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente destra			orientato	253	#B11CAB
2414	paleofaglia riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente sinistra			orientato	253	#B11CAB
2415	paleofaglia riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente (con senso di movimento non determinabile)			orientato	253	#B11CAB
2416	paleofaglia riattivata in faglia transtensiva destra			orientato	253	#B11CAB
2417	paleofaglia riattivata in faglia transtensiva sinistra			orientato	253	#B11CAB
2418	paleofaglia riattivata in faglia transpressiva destra			orientato	253	#B11CAB

strato32 - linee - *elementi tettonici e plicativi del sottosuolo*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2419	paleofaglia riattivata			orientato	253	#B11CAB
2420	faglia inversa riattivata in faglia diretta			orientato	Reflex blue	#001689
2421	faglia inversa riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente destra			orientato	Reflex blue	#001689
2422	faglia inversa riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente sinistra			orientato	Reflex blue	#001689
2423	faglia inversa riattivata in faglia con prevalente componente trascorrente (con senso di movimento non determinabile)			orientato	Reflex blue	#001689
2424	faglia inversa riattivata in faglia transtensiva destra			orientato	Reflex blue	#001689
2425	faglia inversa riattivata in faglia transtensiva sinistra			orientato	Reflex blue	#001689
2426	faglia inversa riattivata in faglia transpressiva destra			orientato	Reflex blue	#001689
2427	faglia inversa riattivata in faglia transpressiva sinistra			orientato	Reflex blue	#001689
2430	sovrascorrimento riattivato in faglia diretta			orientato	Reflex blue	#001689

strato32 - linee - *elementi tettonici e plicativi del sottosuolo*

codice BDG campo "TIPO"	denominazione	simbolo alla scala della carta	specifiche dimensionali / punto ancoraggio direzione e verso	proprietà	colore Pantone	codice colore HTML
2431	sovrascorrimento riattivato in faglia con prevalente componente trascorrente destra			orientato	Reflex blue	#001689
2432	sovrascorrimento riattivato in faglia con prevalente componente trascorrente sinistra			orientato	Reflex blue	#001689
2433	sovrascorrimento riattivato in faglia con prevalente componente trascorrente (con senso di movimento non determinabile)			orientato	Reflex blue	#001689
2434	sovrascorrimento riattivato in faglia transtensiva destra			orientato	Reflex blue	#001689
2435	sovrascorrimento riattivato in faglia transtensiva sinistra			orientato	Reflex blue	#001689
2436	sovrascorrimento riattivato in faglia transpressiva destra			orientato	Reflex blue	#001689
2437	sovrascorrimento riattivato in faglia transpressiva sinistra			orientato	Reflex blue	#001689

PROGETTO CARG

Quaderni
del Servizio Geologico d'Italia