

## Gli elementi innovativi nell'ambito della cartografia geologica del Quaternario (Progetto CARG)

*Innovative elements in the geological mapping of the Quaternary (CARG Project)*

---

D'OREFICE M. (\*)

ABSTRACT – One of the most qualified and innovative points of the CARG Project is the right importance given to the geological survey and to the mapping of the Quaternary deposits. Among the major innovative elements are: 1) the use of new criteria and methods of survey; 2) the use of stratigraphic units more suitable to the survey and to the geological mapping of Quaternary deposits (UBSU); 3) the mapping, in the plain areas, even of the lithologies and depositional systems; 4) the realisation of a subsoil sheet in some areas of the plains; 5) the survey even of the marine portion of the geological sheet and of the lakes's bottom; 6) the creation of a database which could be updated; 7) the realisation of Notes with a higher applicative content.

The adoption of these innovative criteria generated a real “cultural revolution” in Quaternary geology. This revolution has profoundly changed both methods and the criteria for data collection, organization and preparation. It also allowed to make maps with a substantial informative content, which led to important scientific and applicative results. Finally, it helped to train a generation of specialists in this discipline and created a point of take-off for future research.

PAROLE CHIAVE: cartografia geologica, depositi quaternari, Italia, Progetto CARG, metodologie, unità stratigrafiche

KEY WORDS: geological mapping, Quaternary deposits, Italy, CARG Project.

### 1. - INTRODUZIONE

I sedimenti quaternari, e in particolare quelli depositi in ambiente continentale e costiero, nella tradizione geologica italiana solitamente sono stati considerati come “coperture”, che impedivano o rendevano problematica l'osservazione delle rocce sottostanti.

Un'inversione di tendenza si ha con il Progetto CARG, dove uno dei punti più qualificanti ed innovativi è la giusta rilevanza data ai depositi quaternari nel rilevamento e nella loro rappresentazione cartografica.

### 2. - PRINCIPALI ELEMENTI INNOVATIVI

Il crescente interesse scientifico, ma soprattutto applicativo, nei riguardi dei depositi quaternari, ha portato a introdurre numerosi elementi di novità all'interno della nuova Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Progetto CARG). Tra i principali temi innovativi possiamo annoverare:

---

(\*) ISPRA - Servizio Geologico d'Italia / Servizio CARG, Geologia e Geomorfologia

- 1) l'utilizzo di nuovi criteri e metodologie di rilevamento;
- 2) l'impiego di unità stratigrafiche più idonee al rilevamento e alla cartografia dei depositi quaternari;
- 3) la rappresentazione, nelle aree pianeggianti, anche delle litologie e degli ambienti deposizionali;
- 4) la realizzazione, in alcune aree di pianura, di un foglio integrativo di sottosuolo;
- 5) il rilevamento anche della porzione marina del foglio geologico e del fondale delle aree lacustri;
- 6) la creazione di una banca-dati aggiornabile;
- 7) la realizzazione di Note illustrative con un maggior contenuto applicativo.

Nei paragrafi successivi vengono sinteticamente esaminati i singoli punti sopra elencati.

#### 2.1. - NUOVI CRITERI E METODOLOGIE DI RILEVAMENTO

Le caratteristiche dei depositi recenti rendono inapplicabili i criteri normalmente utilizzati nel rilevamento delle rocce sedimentarie marine. Pertanto, il rilevamento di tali depositi richiede l'applicazione di metodologie particolari e un'attitudine specifica.

Le nuove metodologie di rilevamento possono essere così sintetizzate:

- a) rilevamento accurato e il più possibile integrale di tutto il territorio ricadente nel foglio alla scala 1:50.000;
- b) individuazione di tutti gli affioramenti presenti;
- c) ricerca di sezioni stratigrafiche significative per studi di dettaglio;
- d) ampio utilizzo di dati geognostici già esistenti, integrati da dati di nuova acquisizione.

In merito a quest'ultimo punto, fondamentale è la raccolta delle stratigrafie dei sondaggi (o altri dati di sottosuolo) già effettuati, da privati o da enti pubblici, nell'area in studio.

Riguardo ai dati di nuova acquisizione, l'indagine dei primi metri di sottosuolo è realizzata mediante trincee scavate a mano e sondaggi superficiali con trivella manuale o a motore.

Per ottenere dati da una maggiore profondità si ricorre, invece, all'esecuzione di trincee con escavatore meccanico, di sondaggi a carotaggio continuo, di prospezioni geofisiche di vario tipo e di prove penetrometriche.

Particolare attenzione viene dedicata alle ricerche di carattere archeologico e allo studio dei suoli affioranti e sepolti, in quanto questi possono fornire importanti indicazioni ambientali, climatiche e cronologiche.

All'analisi in situ è comunemente affiancato il telerilevamento, l'analisi geomorfologica e, nelle

aree di pianura, quella del microrilievo.

Una certa rilevanza è riservata, inoltre, alle ricerche storiche.

I campioni prelevati in superficie e nel sottosuolo generalmente sono sottoposti a una serie di analisi specialistiche di laboratorio, (paleontologiche, mineralogiche, petrografiche, sedimentologiche, geocronologiche, geochimiche, polliniche, dendrocronologiche, paleomagnetiche, geotecniche, ecc.), necessarie per caratterizzare in maniera appropriata i litotipi esaminati.

#### 2.2. - UNITÀ STRATIGRAFICHE DI RIFERIMENTO

Un'importante novità nell'ambito della cartografia geologica del Quaternario, e in particolare di quella relativa ai depositi continentali e vulcanici, è stata l'introduzione di unità stratigrafiche più adatte al rilevamento e alla rappresentazione di tali depositi, quali, appunto, le Unità a limiti inconformi (UBSU).

Queste sono state definite come "corpi rocciosi delimitati alla base e alla sommità da superfici di discontinuità specificatamente designate, significative e dimostrabili, aventi preferibilmente estensione regionale o interregionale" (ISSC, 1987; SALVADOR, 1994).

L'esperienza ventennale maturata nell'ambito delle attività di coordinamento del Progetto CARG ha consentito di evidenziare le potenzialità e gli aspetti problematici associati all'utilizzo delle UBSU (CHIARINI *et alii*, 2008; D'AMBROGI, 2008; LA POSTA *et alii*, 2008).

Tra le principali potenzialità possiamo certamente considerare le seguenti:

- 1) favoriscono l'identificazione d'importanti eventi geologici, come episodi orogenetici, variazioni eustatiche, cambiamenti climatici, eventi tettonici o vulcano-tettonici, eventi sedimentari ciclici, stasi nella sedimentazione, fasi erosive, ecc.;

- 2) consentono un'adeguata interpretazione dell'evoluzione dei bacini sedimentari e degli apparati vulcanici;

- 3) permettono, attraverso la gerarchizzazione dei limiti inconformi, di distinguere episodi d'interesse locale da eventi di carattere regionale e interregionale;

- 4) agevolano la correlazione tra unità appartenenti ad ambienti sedimentari contigui o tra successioni vulcaniche e sedimentarie attigue ai centri vulcanici;

- 5) possono essere applicate a qualunque tipo di roccia del substrato.

Un positivo esempio di applicazione delle UBSU è fornito dai Fogli 451 "Melfi" (in allestimento per la stampa) e 452 "Rionero in Vulture"

(in elaborazione), ove affiorano successioni vulcaniche e sedimentarie.

Il rilevamento di dettaglio di questi fogli ha consentito di verificare come le superfici di discontinuità superino i limiti tra vulcanico e sedimentario, rendendo possibile la correlazione di depositi su una vasta area. Tali superfici sono ben identificabili a livello di supersintema e sintema (PRINCIPE & GIANNANDREA, 2008).

Tra gli aspetti problematici, connessi all'impiego delle UBSU, possiamo citare i seguenti:

- 1) non sono applicabili quando si passa da superfici limite d'inconformità a superfici di continuità stratigrafica;
- 2) costituiscono un efficace strumento di sintesi regionale solo nei riguardi di bacini sedimentari sufficientemente estesi;
- 3) sono unità definite in modo generico e i criteri riguardanti la loro applicazione spesso sono poco chiari.

### 2.3. - LITOLOGIE E AMBIENTI DEPOSIZIONALI

In molti casi i corpi sedimentari, oltre ad essere distinti in carta con colori di fondo relativi alle unità stratigrafiche di appartenenza, sono stati differenziati con appositi sovrassegni in base al sistema deposizionale di cui fanno parte.

Un'ulteriore differenziazione è stata poi effettuata in base agli elementi deposizionali, alle associazioni di facies e alle litofacies.

In pratica è stato applicato un duplice criterio stratigrafico e ambientale; quest'ultimo si è rivelato molto utile soprattutto a fini applicativi.

### 2.4. - CARTA DI SOTTOSUOLO

In alcuni fogli di pianura, al foglio geologico tradizionale è stato allegato anche un foglio integrativo relativo ai soli dati di sottosuolo.

Tra i fogli di sottosuolo, molto interessante è quello allegato al Foglio 256 "Rimini". Esso è costituito da una carta, da 4 sezioni geologiche superficiali e 2 profonde. Nella carta del sottosuolo è stata data grande enfasi ai corpi più grossolani, in gran parte appartenenti al lobo del conoide sepolto del F. Marecchia, di circa 130 km<sup>2</sup> di estensione, considerando anche la parte a mare (fig. 1). È stata così realizzata la carta del "Tetto delle ghiaie – subsintemi di Ravenna e di Villa Verucchio", che descrive la geometria della superficie sommitale dei principali depositi ghiaiosi dell'immediato sottosuolo della pianura romagnola. La scelta di rappresentare in pianta questi corpi ghiaiosi è dettata soprattutto dal grande interesse applicativo che essi rivestono ai fini della salva-

guardia e dello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee. Questi depositi costituiscono, infatti, un importante serbatoio idrico, ampiamente sfruttato per fini idropotabili, agricoli, industriali e zootecnici.

### 2.5. - GEOLOGIA MARINA

Nelle precedenti edizioni della carta geologica le aree occupate dal mare o da specchi lacustri non erano oggetto di cartografia geologica. Questo non accade più nella nuova carta geologica, dove tali aree sono considerate alla stessa stregua di quelle emerse.

### 2.6. - CONTENUTO APPLICATIVO DELLE NOTE ILLUSTRATIVE

Un sensibile salto di qualità è stato altresì compiuto nei riguardi delle Note illustrative, che spesso presentano un forte connotato applicativo. Al loro interno vengono generalmente trattati numerosi argomenti, che sovente riguardano i depositi quaternari. Molto utile è, inoltre, la raccolta delle stratigrafie dei sondaggi eseguiti per il Progetto CARG.

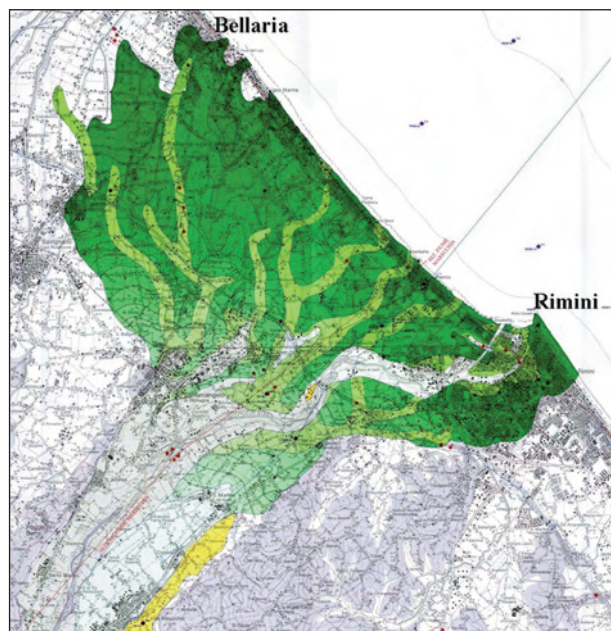


Fig. 1 - Stralcio della carta del "Tetto delle ghiaie - subsintemi di Ravenna e di Villa Verucchio" (Foglio allegato al F° 256 "Rimini", 2005). Essa descrive la geometria sommitale dei depositi ghiaiosi appartenenti al lobo del conoide sepolto del F. Marecchia. In verde scuro è rappresentato il tetto delle ghiaie dell'ultimo massimo glaciale, mentre in verde chiaro sono cartografate le ghiaie post-glaciali.

- Excerpt from the Map of the "Top of the gravels - Ravenna and Villa Verucchio subsynthems" (subsurface geology of the Map Sheet 256 "Rimini", 2005). It describes the summit geometry of gravels deposits belonging to the lobe of the F. Marecchia buried fan. In dark green is the top of gravels of the LGM, while in light green the post-glacial gravels are mapped.



Oltretutto, ai fini della pianificazione territoriale, nelle Note illustrative è stato dato un grande risalto alla geologia delle aree urbane. Infatti, il Progetto CARG ha attivato circa 65 fogli, in cui ricadono aree urbane più o meno grandi.

### 3. - ALCUNI RISULTATI SCIENTIFICI

Le novità introdotte nei riguardi dei depositi quaternari hanno portato a importanti risultati scientifici, con conseguenti ricadute nel campo applicativo. Molteplici possono essere gli esempi, con tutto ciò, in questa nota, per necessità di sintesi, ne vengono di seguito proposti solo alcuni.

Un significativo risultato scientifico è emerso durante il rilevamento dei fogli geologici dell'area torinese, che ha consentito di ricostruire con estremo dettaglio la successione stratigrafica del settore attualmente drenato dal F. Po e dai suoi affluenti. In base a ciò è stato possibile riconoscere delle antiche direttrici di drenaggio, rispettivamente verso est (paleoPo) e verso SE (affluenti del paleoPo), che contrastano con il deflusso attuale verso ovest del T. Banna e verso SSO del sistema affluente. Questa riorganizzazione del reticolo idrografico è da mettere in relazione alla deformazione recente della struttura anticlinale della Collina di Torino (FORNO & BOANO, 2006; Foglio "Torino Est", in elaborazione).

Passando alla pianura veneto-friulana, un altro elemento degno di nota, che scaturisce anche grazie ai rilevamenti CARG, è l'individuazione di numerosi *megafan*. Si tratta di "megaconoidi" caratterizzati da notevole estensione, da modesti gradienti topografici nella bassa pianura e da sedimenti passanti da grossolani a fini, procedendo da

monte verso valle. Questi corpi sedimentari hanno subito le maggiori fasi di progradazione nei periodi glaciali. Il momento di più recente progradazione è da ascrivere all'ultimo massimo glaciale (BONDESAN & MENEGHEL, 2004).

Rimanendo in ambito friulano, un altro elemento di novità è l'individuazione nel sottosuolo della pianura udinese di un sistema di sovrascorrimenti ciechi sepolti sotto ai depositi quaternari. In particolare il sovrascorrimimento di Pozzuolo, nel F° 266 "Udine", deforma debolmente i depositi sin-LGM in una fascia compresa tra Mereto di Tomba e Basiliano, nel settore SO del Foglio.

Nella pianura emiliano-romagnola, uno dei dati di maggior rilievo, emerso dal rilevamento di superficie e di sottosuolo dei fogli geologici, è l'evidenza di una stretta relazione fra ciclicità dei depositi alluvionali della pianura e la ciclicità climatico-eustatica quaternaria. Tale relazione è messa in evidenza nella sezione geologica profonda, tratta dal Foglio di sottosuolo 222 "Lugo" (fig. 2). Questa sezione, che va dal margine appenninico al Mar Adriatico, mostra, infatti, la regolarità con cui i depositi marini litorali s'intercalano nei depositi alluvionali, dando luogo, per il sistema più recente (Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore - AES) a 5 cicli trasgressivo-regressivi. Tale ciclicità, unita alla presenza di superfici di discontinuità tracciabili dal Mare Adriatico alle aree intravallive, ha portato a individuare in maniera ottimale, all'interno di AES, 5 subsintemi, caratterizzati da un intervallo temporale dell'ordine dei 100.000 anni. In base a tali caratteristiche questi subsintemi possono essere considerati il prodotto della ciclicità elementare climatico-eustatica di quart'ordine.

Anche nel caso del F° 328 "La Spezia", l'accu-

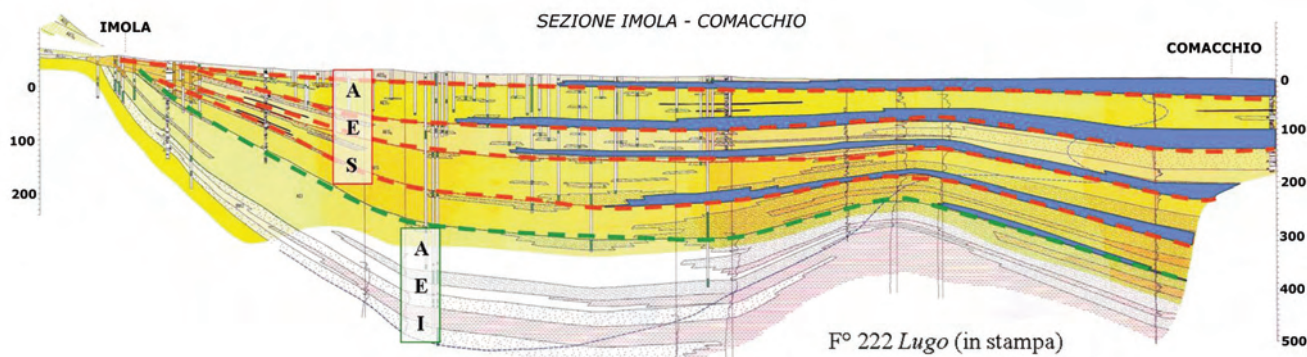


Fig. 2 - Sezione geologica profonda tratta dal Foglio allegato al F° 222 "Lugo" (in stampa). Essa mostra la regolarità con cui i sedimenti marini litorali (in colore blu) s'intercalano nei depositi alluvionali (nelle varie sfumature del giallo) del sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES), dando luogo a 5 cicli trasgressivo-regressivi. Questi cicli, separati da superfici di discontinuità (linee tratteggiate) tracciabili dal Mar Adriatico alle aree appenniniche intravallive, corrispondono ad altrettanti subsintemi.

- Geological section taken from subsurface geology of the Map Sheet 222 "Lugo" (in print). This section shows the regularity with which the littoral marine sediments (in blue) are interbedded in alluvial deposits (in various shades of yellow) of Upper Emilia-Romagna Synthem (AES), giving rise to 5-transgressive-regressive cycles. These cycles, separated by discontinuity surfaces (dotted lines), that are traceable from the Adriatic Sea to the Apennines intravallive areas, correspond to five subsintems.

rata analisi stratigrafica e sedimentologica, condotta nel corso del rilevamento dei depositi plio-quadernari affioranti nella bassa Val di Magra, ha consentito di cogliere alcuni elementi di novità. Nei riguardi di questo bacino sedimentario è stata, infatti, ipotizzata una complessa dinamica di subsidenza, il sollevamento del suo margine orientale e un'alimentazione prevalente dal versante pedepauno, mettendo in discussione le ipotesi precedenti.

#### 4. - CONCLUSIONI

Se nell'ambito della geologia del substrato sono subentrati molti elementi innovativi, in quello della geologia del Quaternario è avvenuta una vera e propria "rivoluzione culturale", che ha:

- 1) profondamente modificato le metodologie e i criteri di raccolta, organizzazione ed elaborazione del dato;
- 2) consentito di sperimentare moderne metodologie stratigrafiche a fini cartografici;
- 3) permesso di realizzare carte con un notevole contenuto informativo;
- 4) consentito la realizzazione di una banca dati aggiornabile;
- 5) portato a importanti risultati sia in campo scientifico, sia applicativo;
- 6) consentito di formare una generazione di specialisti in questa disciplina;
- 7) creato un volano per le ricerche future.

#### Ringraziamenti

Si ringrazia E. Chiarini, I. Cibir, E. La Posta, R. Graciotti, M. Pantaloni e F. Pappasodaro per gli utili contributi forniti.

#### BIBLIOGRAFIA

- APAT-SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2005) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e relative Note illustrative. Fogli 248 "La Spezia" e 256 "Rimini"*.
- APAT-SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2007) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e relative Note illustrative. Foglio 128 "Venezia"*.
- APAT-SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in stampa o in elaborazione). *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e relative Note illustrative. Fogli 066 "Udine", 086 "S. Vito al Tagliamento", 156 "Torino Est", 222 "Lugo", 451 "Melfi", 452 "Rionero in Vulture"*. Disponibili sul sito web [www.isprambiente.it](http://www.isprambiente.it).
- BONDESAN A. & MENEGHEL M. (a cura di) (2004) - *Geomorfologia della provincia di Venezia*. Esedra Editrice, Padova: pp. 516.
- CHIARINI E., D'OREFICE M. & GRACIOTTI R. (2008) - *Le unità stratigrafiche di riferimento nella rappresentazione cartografica dei depositi plio-quadernari continentali nel Progetto C.ARG - Esempi: arco alpino, Pianura Padana e Sardegna*. Il Quaternario, **21** (1A): 51-56.
- D'AMBROGI C. (2008) - *Problemi e potenzialità dell'utilizzo delle UBSU per l'interpretazione e la rappresentazione cartografica dei depositi marini*. Il Quaternario, **21** (1A): 47-50.
- FORNO M.G. & BOANO (2006) - *Riorganizzazione del reticolo idrografico nella Collina di Torino in relazione alla deformazione quadernaria*. Il Quaternario, **19** (2): 215-222.
- ISSC (1987) - *Unconformity-bounded stratigraphic units*. Geol. Soc. America Bull., **98**: 232-237.
- LA POSTA E., NISIO S. & PAPPASODARO F. (2008) - *Le unità stratigrafiche di riferimento nella rappresentazione cartografica dei depositi plio-quadernari continentali nel Progetto C.ARG - Esempi: relativi all'Italia centro-meridionale*. Il Quaternario, **21** (1A): 57-60.
- PRINCIPE C. & GIANNANDREA P. (2008) - *UBSU e cartografia geologica: problemi e potenzialità di utilizzo delle Unità a Limiti Inconformi (UBSU) nell'interpretazione e nella rappresentazione cartografica dei depositi vulcanici quadernari - L'esempio dei Fogli n.ro 451 "Melfi" e n.ro 452 "Rionero in Vulture"*. Il Quaternario, **21** (1A): 61-68.
- 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.): pp. 214.