



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)

MEMORIE

DESCRITTIVE DELLA

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

VOLUME 100

La cartografia del Servizio Geologico d'Italia
The Geological Survey of Italy mapping





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)

MEMORIE

DESCRITTIVE DELLA

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

VOLUME 100

La cartografia del Servizio Geologico d'Italia

The Geological Survey of Italy mapping

di

PANTALONI M., CONSOLE F., PETTI F.M., ERCOLANI G., SEVERINO F., MOSCA P., FIORASO G., COMPAGNONI B., CESI C., EULILLI V., FERRI F., D'ANDREA M., TACCHIA D., GALLUZZO F., MARINO M., AMANTI M., LETTIERI M., FIORENTINO A., PAMPALONI M.L., PICHEZZI R.M., ROSSI M., BONOMO R., RICCI V., VITA L., D'ANGELO S., CHIARINI E., LA POSTA E., MARTARELLI L., PERINI P., CAPOTORTI F., MURARO C., CAMPOBASSO C., D'AMBROGI C., D'OREFICE M., GRACIOTTI R., CHIESSI V., BATTAGLINI L., CARTA R., GIOVAGNOLI C., ROMA M., FALCETTI S., VATOVEC M.L., VENTURINI C., ZUCCARI A., DELOGU D., CAMPO V., CONGI M.P., VENTURA R., PORFIDIA B., CIPOLLONI C., CAVAZZA W., CIARAPICA G., CONTICELLI S., DOGLIONI C., ERBA E., PESCI G.

Editors

Fabiana CONSOLE, Marco PANTALONI, Domenico TACCHIA

Con gli auspici di

Associazione Italiana
di Cartografia



Società Geologica Italiana



Grafica di copertina: Silvana FALCETTI & Maria Luisa VATOVEC

La citazione consigliata del volume è la seguente:

CONSOLE F., PANTALONI M. & TACCHIA D. (Eds.) (2016) - *La cartografia del Servizio Geologico d'Italia*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **100**, ISPRA-Servizio Geologico d'Italia, Roma, 300 pp.

Direttore responsabile: Claudio CAMPOBASSO

REDAZIONE a cura del Servizio Cartografico, coordinamento base dati e tavoli europei

Responsabile della Produzione Cartografica - Editoriale: Domenico TACCHIA

Coordinamento Editoriale e allestimento digitale: Maria Luisa VATOVEC

Stampa:

*In ricordo dei colleghi del Servizio Geologico d'Italia
Rinalda Di Stefano e Giovanni Conte geologi rilevatori
e di Enrico Cirese cartografo*

L'idea di racchiudere in un unico volume la storia, i risultati e gli sviluppi della lunga produzione cartografica del Servizio Geologico d'Italia potrebbe apparire un'impresa ardua, dovuta anche al lungo arco temporale che intercorre dalla fondazione del Servizio, nel 1873, ai giorni nostri.

Lo spirito che ci ha spinto a raccogliere contributi specifici su questo tema è stata la volontà di avere finalmente un volume che racchiudesse gli aspetti storici e i contenuti tecnico-scientifici della cartografia geologica e geotematica prodotta dal Servizio Geologico d'Italia oltre a quella raccolta nel tempo, conservata e resa fruibile al pubblico dalla Biblioteca dell'ISPRA.

L'organizzazione attuale del Servizio Geologico d'Italia, all'interno di un complesso Istituto di ricerca quale è l'ISPRA, vede tutto il personale coinvolto in numerose e diverse attività; abbiamo ritenuto, tuttavia, che la cartografia geologica e geotematica rappresentasse il minimo comune denominatore di tutti i settori tematici nei quali è strutturato il Servizio.

La realizzazione di questo volume ha visto un'ampia partecipazione da parte di tutti i colleghi del Servizio Geologico d'Italia; questo dimostra un profondo legame dei geologi e dei cartografi alla loro quotidiana attività professionale e alla stessa istituzione. Si è voluto, però, dare spazio anche a contributi esterni, a dimostrazione di un radicato spirito di collaborazione con altri Enti ed Istituti sulle tematiche comuni.

L'analisi del materiale documentale storico, lo studio delle biografie delle persone che hanno lavorato presso l'Ufficio e del materiale tecnico-scientifico prodotto da questi scienziati, ci ha permesso di scoprire anche un lato umano che sottolinea l'attaccamento e la passione dei tecnici e dei geologi verso il proprio lavoro e verso le Scienze della Terra.

Il nostro auspicio è che questo spirito di collaborazione e il senso di appartenenza che ne deriva rimangano come esempio per le future generazioni di geologi, cartografi, storici e bibliotecari che si occuperanno di proseguire la cartografia geologica negli anni a venire.

Fabiana CONSOLE, Marco PANTALONI, Domenico TACCHIA

PRESENTAZIONE

L'evoluzione delle Scienze geologiche in Italia è strettamente legata alle vicende che hanno portato alla fondazione e allo sviluppo del Servizio Geologico d'Italia, una delle più antiche strutture tecniche dello Stato, nata con lo scopo principale di produrre e aggiornare la Carta geologica d'Italia.

La storia del Servizio Geologico d'Italia viaggia parallelamente a quella del nostro Paese, dalla sua unificazione sino ai nostri giorni, ed il comune denominatore che lega costantemente il Servizio alle vicende storiche che hanno attraversato l'Italia dal 1873 anno della sua fondazione ad oggi, è la continua e consistente produzione di cartografia geologica e geotematica a scale diverse, che ha permesso di far conoscere con sempre maggior dettaglio il territorio italiano e le sue risorse in questo lungo arco temporale.

L'austriaca Marianne Klemun, storica della scienza, ha scritto: *Field work as a constitutive element in the establishment of geology*; partendo da questa asserzione, si può quindi affermare che negli uffici e nei laboratori del Servizio Geologico d'Italia hanno operato geologi e tecnici che hanno dato il loro contributo allo sviluppo delle scienze geologiche e che hanno forgiato diverse generazioni di rilevatori.

I benefici dei loro insegnamenti sono, tutt'oggi, il volano per la prosecuzione degli studi specialistici ad opera degli attuali tecnologi e ricercatori dell'ISPRA.

Questo numero giubilare delle Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia raccoglie parte della memoria storica del nostro Servizio, mettendo in luce la vasta produzione cartografica ed editoriale, analizzando in dettaglio gli sviluppi tecnico-scientifici delle procedure di realizzazione della cartografia geologica, e gettando le basi per un nuovo proficuo rilancio di questo settore di attività.

La cartografia geologica rappresenta la base di ogni studio territoriale, sia esso di tipo ambientale che tecnico-ingegneristico; il completamento del progetto di cartografia geologica del territorio italiano costituisce quindi un elemento primario e imprescindibile per lo sviluppo economico e sociale del nostro Paese.

Claudio CAMPOBASSO
Direttore del *Servizio Geologico d'Italia*, ISPRA

La necessità di istituire una Biblioteca “speciale valutabilissima con arredi e librerie fatte su misura” arricchita da “una raccolta di carte che continuamente si accresce” è stata la missione che ha accompagnato il percorso scientifico e culturale del Regio Comitato Geologico d’Italia a partire dal 1867 a supporto della realizzazione della “Carta Geologica del Regno”.

Sono passati da allora quasi 150 anni e la Biblioteca, nonostante i cambiamenti istituzionali, gli accorpamenti con le biblioteche di altri Enti e i relativi trasferimenti di sede, ha sempre tenuto fede all’impegno preso ed ha accresciuto il proprio patrimonio divenendo un punto di riferimento imprescindibile per studiosi nei vari settori delle geoscienze. È stato principalmente grazie ad un’attenta e costante politica di acquisto e di scambio con Enti ed Istituzioni se il patrimonio della Biblioteca ISPRA consta attualmente di oltre 50.000 carte geologiche e geotematiche, 60.000 monografie e oltre 3.000 testate di periodici. Parallelamente al consistente patrimonio biblio-cartografico, la Biblioteca rende fruibile, attraverso il suo catalogo in linea, anche una ricca base dati di oltre 56.000 articoli di particolare interesse geologico, tratti dalle più importanti riviste italiane di Scienze della Terra. Tale base di dati è il frutto del lavoro congiunto di bibliotecari e geologi che si avvalgono per l’identificazione di descrittori semantici del ThIST – Thesaurus Italiano di Scienze della Terra, realizzato dalla Biblioteca dieci anni fa e che rappresenta un’altra testimonianza della stretta collaborazione fruttuosa tra bibliotecari e geologi dell’Ente.

Questo volume giubilare dedicato interamente alla Cartografia prodotta dal Servizio Geologico d’Italia, e accuratamente conservata, catalogata e resa disponibile all’utenza attraverso la Biblioteca ISPRA, racconta uno spaccato importante della storia della geologia in Italia che si è arricchita di particolari inediti tratti anche dall’Archivio storico del Servizio, disegnando nuove trame e mettendo in luce il ruolo dei suoi protagonisti geologi, cartografi e bibliotecari che hanno lavorato fianco a fianco con passione ed impegno.

Emi MORRONI

Direttore del
*Dipartimento per le attività bibliotecarie,
documentali e per l’informazione, ISPRA*

Comuni sulla Geologia dell'Italia

1867: notizie geologiche dalle Province del Regno d'Italia

1867: geological knowledge from the Italian Provinces

*... Maestri
1° Vol. Della
sua Italia Economica nel 1867*

*La costituzione geologica del
l'Italia) abbenchè uniforme per certi caratteri*

RIASSUNTO - Nel luglio 1861 venne emanato un Regio Decreto per la creazione di un Consiglio consultivo per la realizzazione della carta geologica, con l'obiettivo di definire, al pari degli altri paesi europei, la conoscenza geologica del paese. Questo atto normativo, fortemente voluto dal Ministero dell'Agricoltura, Industria e Commercio (MAIC) del neonato Regno d'Italia fu anche sostenuto da Igino Cocchi, geologo toscano e Presidente della sezione geologica del R. Corpo delle Miniere. Cocchi era convinto che solo una struttura istituzionale centralizzata avrebbe potuto rilanciare la grande tradizione degli studi geologici italiani, fino ad allora condotti solo a carattere locale.

La prima opportunità per concretizzare queste aspettative fu rappresentata dall'Esposizione Universale di Parigi del 1867, nella quale il governo italiano, a nome del MAIC, presentò lo stato delle conoscenze geologiche del paese realizzando una Carta geologica d'Italia a scala di sintesi. Per redigere questa carta, venne avviata una capillare raccolta di informazioni geologiche effettuata attraverso il coinvolgimento delle Prefetture che, a loro volta, inoltrarono tale richiesta ai Licei o Scuole tecniche delle Province, o a noti scienziati locali. Per regioni come la Sardegna, la Liguria e lo Stato Pontificio, furono utilizzati studi scientifici o carte geologiche già esistenti. La raccolta e l'elaborazione di tali informazioni permise a Cocchi di realizzare una Carta geologica del Centro e del Nord Italia alla scala 1:600.000.

Nell'Archivio del Servizio Geologico d'Italia, conservato presso la Biblioteca ISPRA, sono mantenuti gran parte dei manoscritti originali, così come le carte geologiche pubblicate o inedite dei più importanti Autori, utilizzate per tale finalità. Questo materiale, catalogato, trascritto, studiato e in parte digitalizzato, ha permesso di ricostruire lo stato delle conoscenze geologiche d'Italia pochi anni dopo la sua unificazione. Lo studio mette in evidenza le profonde differenze di conoscenze scientifiche tra le varie province italiane, spaziando da un approccio accademico a uno meramente tecnico-applicativo finalizzato all'individuazione e caratterizzazione di risorse e materie prime (miniere, cave, materiali lapidei), fino a un approccio esclusivamente naturalistico.

PAROLE CHIAVE: storia della geologia, cartografia geologica, Esposizione Universale

ABSTRACT - Immediately after the unification of Italy, in March 1861, due to the initiative of Quintino Sella, a project started with the aim of deepening the geological knowledge of the country through geological mapping. The Ministry of Agriculture, Industry and Trade (MAIC) issued in July 1861 a Royal Decree setting up an Advisory Council for the re-creation of the geological map. Igino Cocchi, chairman of the geological section of the R. Corps of Mines, strongly believed that an institutional structure could revive the great tradition of the Italian geological studies.

At the 1867 Universal Exhibition held in Paris, such expectations were totally reached; in this occasion the Italian government, on behalf of the MAIC, presented the state of geological knowledge of the country synthesized in a Geologic map of Central and Northern Italy at 1:600,000 scale.

To reach this objective, a collection of geological information started through the involvement of the Prefectures; the latter, in turn, requested scientific report to the different Technical Lyceum, or to the well-known local scientists. Differently, for regions as Sardinia, Liguria and the Papal State, were used already existing geological maps or scientific papers.

The Archive of the Geological Survey of Italy, stored and preserved in the ISPRA Library, maintains all these original manuscripts, as well as geological published or unpublished maps of the most influent authors.

This material, cataloged, transcribed, studied and in part digitized, allowed the reconstruction of the state of geological knowledge of Italy a few years after its unification. Such a studies, highlights dramatic differences among the various Italian provinces, with principal interest varying from pure academic study to the applied knowledge for geological resources (e.g. mines, quarry, etc.).

Thus, as a whole, the analysis properly stress the enormous cultural and economic interests related to the development of geosciences in Italy at the end of XIX century.

KEY WORDS: history of geology, geological mapping, Universal Exposition

*numerose varietà, di cui una parte eruppe
dall'interno scorrendo od'atterando le pri-
me, sono tutte bruscamente rappresentate nel*

1. - 1867: NOTIZIE GEOLOGICHE DALLE PROVINCE DEL REGNO D'ITALIA

PANTALONI M. (*), CONSOLE F. (**),
PETTI F.M. (***)(****)

Il Secondo Congresso Internazionale di Geologia di Bologna del 1881 è ritenuto l'evento catalizzatore della comunità geologica italiana (VAI, 2004; 2007), durante il quale fu possibile aggregare le istituzioni ufficiali, le accademie e gli scienziati attivi nel campo geologico, per definire una azione comune finalizzata alla definizione di procedure e terminologie condivise e il più possibile univoche.

In realtà già molti anni prima, immediatamente dopo l'unificazione del Paese, alcuni scienziati svilupparono progetti mirati alla sintesi a scala nazionale delle conoscenze geologiche, fino a quel momento portate avanti in modo "parcellizzato" a causa della suddivisione politica del territorio nazionale (PANTALONI, 2012).

Nel 1867 Igino Cocchi, membro della Sezione geologica del Consiglio delle Miniere (organismo precursore del R. Comitato Geologico), fu incaricato di occuparsi della realizzazione di una "Carta geologica d'Italia sulla più grande scala possibile" per l'Esposizione Universale di Parigi a rappresentare lo stato delle conoscenze geologiche del Paese.

Il primo gennaio 1867 venne quindi avviato un faticoso e urgente processo di raccolta delle informazioni scientifiche da tutte le provincie del territorio italiano finalizzato, alla realizzazione di una carta geologica in scala 1:600.000. L'opera venne esposta nel mese di agosto dello stesso anno nel Padiglione italiano dell'Esposizione (R. COMMISSIONE ITALIANA, 1867). Nonostante questa carta sia andata smarrita, presso l'Archivio storico del Servizio Geologico d'Italia, conservato presso la Biblioteca ISPRA, è stato rinvenuto un fascicolo contenente le relazioni che furono inviate a Cocchi. Il 'faldone' è accompagnato da un'ampia collezione di carte geologiche rappresentative di diverse porzioni del territorio nazionale raccolte proprio per lo scopo previsto dall'Esposizione. Nell'Archivio è presente, inoltre, una nota spese di Cocchi per il Ministro Cordova relativa al rimborso di materiale acquistato privatamente per l'allestimento della Carta all'Esposizione (fig. 1).

1.1. - LA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALL'ESPOSIZIONE DI PARIGI DEL 1867

Nel mese di novembre 1866 la Commissione Reale per l'Esposizione Universale di Parigi, che si sarebbe tenuta l'anno successivo, esortava l'on. Filippo Cordova, Ministro dell'Agricoltura, Industria e Commercio (MAIC),

alla realizzazione di una "Carta geologica d'Italia sulla più grande scala possibile [...] da poter essere esposta in quella grande Mostra mondiale" (COCCHI, 1871; CORSI, 1982).

L'incarico fu affidato da Filippo Cordova a Igino Cocchi, membro, insieme a Giuseppe Meneghini e Giuseppe Scarabelli, della Sezione geologica del Consiglio delle Miniere⁽¹⁾ alla condizione che lo stesso Consiglio ne stabilisse preventivamente le norme per la realizzazione.

In una lettera manoscritta del 18 dicembre 1866 Cocchi indicò al Ministro i punti che ritiene essenziali per la realizzazione della carta, tra cui l'acquisto da parte del Consiglio delle Miniere di un "certo numero di copie della Carta d'Italia, rilevata dallo Stato Maggiore alla scala di 1:600.000 per l'Italia superiore e centrale e alla scala di 1:640.000 per l'Italia inferiore". Cocchi ritiene urgente per tali scopi la disponibilità di un locale "necessario per disegno e coloritura della carta [...] nonché della gelosa custodia dei materiali che possono servire al Comitato".

Proseguì poi indicando la necessità "dell'acquisto di tutti i materiali già editi intorno alla geologia dell'Italia [...] presso i maggiori editori italiani". Conclude la sua lettera sollecitando un invito da parte del Ministero affinché "i possessori di materiali inediti vogliano metterlo a disposizione del Comitato, il quale ne curerà la custodia e il riinvio dopo l'uso"⁽²⁾.

A seguito di questa richiesta, Cocchi convocò una riunione della Sezione Geologica che definì i criteri per la realizzazione della carta, aggiungendo la necessità di individuare "la serie de' terreni che crederà potersi rappresentare nelle proporzioni di questa Carta provvisoria, e dei colori co' quali intendono rappresentarli" evidenziando, già da allora, la necessità di uniformare i criteri geologici e i metodi cartografici. Il Comitato stabilì infatti che nella Carta "non possono essere convenientemente rappresentate se non che le divisioni principali, dimodoché con nove colori si rappresenterebbero i principali gruppi de' terreni stratificati e con tre quelli delle rocce eruttive, oltre i segni ordinarii de' filoni e de' minerali. [...] Per le regioni per le quali non possano essere raccolti sufficienti materiali editi o inediti, la carta abbia da lasciarsi in bianco, trattandosi di un lavoro di sola compilazione" (COCCHI, 1871).

Il giorno 16 dicembre dello stesso anno la Sezione Geologica, che vide la sostituzione di Scarabelli con l'Ispettore delle Miniere⁽³⁾, deliberò la realizzazione della Carta geologica in piccola scala. Il materiale necessario al progetto sarebbe stato ottenuto tramite acquisto, "venendo così a costituire un principio di archivio geologico presso il Comitato", e venne deciso che "per cura della Ispezione delle Miniere siano diramate istruzioni intese a raccogliere nel più breve tempo possibile tutte le carte, profili, piante, ecc., delle lavorazioni minerarie del Regno da valersene per il lavoro in discorso e da restare presso l'Archivio del Comitato" (COCCHI, 1871).

In una minuta, Cocchi riporta un elenco di carte geologiche a media e piccola scala che ritiene indispensabili

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

(**) Biblioteca, ISPRA

(***) Società Geologica Italiana

(****) MUSE, Museo delle Scienze di Trento

⁽¹⁾ Istituita il 18 aprile 1866 dal Ministro dell'Agricoltura, Industria e Commercio.

⁽²⁾ Lettera di Cocchi a Cordova, 18 dicembre 1866; Biblioteca ISPRA - Archivio del Servizio Geologico d'Italia, F. 1867-1872.

⁽³⁾ Lettera di Cocchi a Cordova, 13 dicembre 1866; Biblioteca ISPRA - Archivio del Servizio Geologico d'Italia, F. 1863-1866.

⁽⁴⁾ In quegli anni Baretta, Gastaldi, Gerlach e i fratelli Bruno lavoravano nella realizzazione della "Carta geologica delle Alpi occidentali" in 29 fogli in corso di rilevamento in scala 1:50.000, mai pubblicata e presentata all'Esposizione di Vienna nel 1873.

⁽⁵⁾ Sebastiano Mottura, ing. del Corpo delle Miniere, in quegli anni lavorava sulla formazione solfifera terziaria della Sicilia.

Nota di spese anticipate per il R. Comitato Geologico.

N° del documento	Data	Cognome del provveditore	Specificazione degli oggetti provveduti e dei lavori eseguiti.	Somma spesa	
				L.	C.
1	4 Aprile 1867	E. Prevost	1 ^m .60 tela larga 1 ^m .80	10	90
2	2 Maggio id	id	1 ^m .50 id id	10	20
3	4 luglio id	S. Ponzani	5 ^m .50 nastro seta	2	75
4	7 id id	G. Pirozzini	Un tubo di latta allungato	1	20
5	8 id id	F. Giacelli	Carta per involtare	0	80
6	15 id id	E. Prevost	1 ^m .50 tela larga 1 ^m .80	10	20
7	31 agosto id	M. Bonelli	Colori, pennelli etc etc	12	74
8	31 Dicembre id	id	id id	13	30
9	1 Marzo 1868	G. Garatti	opie diverse	4	00
10	6 id id	O. Maguelli	Umbri a tinta ed a ceratona	24	00
11	7 id id	Birich	1 regola parallela	18	00
12		Giannini	Un tirante	7	00
13	13 Aprile 1867	A. Menici	Montatura della carta geologica	6	00
14	Marzo 1868	S. Biondi	Orlegatura di 12 volumi	30	00
Totale				151	09

Il Presidente del Comitato Geologico
[Signature]

Fig. 1 – Nota delle spese personali sostenute da Igino Cocchi per l'allestimento della "Carta geologica dell'Italia Superiore e Media" presentata all'Esposizione di Parigi.
– Cocchi's original expense report for the realization of the "Carta geologica dell'Italia Superiore e Media" displayed at the Universal Exposition of Paris.

per la realizzazione della nuova Carta. Tra queste indica: "le Alpi Pennine di Gerlach (fig. 2), le Alpi Graie di Gastaldi, la carta del Biellese dell'ing. Baretta⁽⁴⁾; le Alpi Apuane e la provincia di Lucca del prof. Cocchi; le provincie di Girgenti e Catania dell'ing. Mottura⁽⁵⁾; la Terra di Lavoro dell'ing. Tenore".

Il Ministro Cordova recepì le indicazioni del Comitato: il 1 gennaio 1867 diramò una circolare ai Prefetti del Regno (fig. 3) e "un'altra circolare nel 4 dello stesso mese a' privati cultori delle scienze geologiche, invitando i primi a raccogliere notizie e documenti riguardanti le rispettive provincie, e i secondi a volere offrire o affidare i propri lavori anco inediti". Nell'Archivio del Servizio è conservata copia della lettera che il Ministro Cordova invia ai Prefetti da Firenze, capitale del Regno d'Italia:

Firenze, addì 1 gennaio 1867

La Commissione Reale per l'Esposizione di Parigi ha manifestato il desiderio di esporre una carta geologica d'Italia; la

quale proposta è di evidente convenienza avuto riguardo ai rapporti intimi e diretti che vi sono tra la costituzione geologica del suolo e le industrie che vi fioriscono. Il Ministero trova nell'attuazione di questo desiderio della Commissione Reale altri vantaggi per i quali non può non tenersi in molto conto il disegno di riunire e compendiar sopra una sola carta i risultati dei lavori sin ora fatti sulla costituzione geologica del nostro paese dagli uomini della scienza così italiani [illeggibile].

E dapprima questo lavoro di semplice compilazione avrà il pregio di fornire a tutti la rappresentazione grafica di quel tanto che si conosce della natura dei nostri terreni, senza che gli amministratori, gli industriali e i cittadini di ogni classe abbiano a cercare le informazioni di cui bisognano in monografie sparse, in archivi non frequentati, in voluminose collezioni di atti accademici, la qual cosa non può agevolmente farsi, che dai cultori della scienza. Inoltre il lavoro di cui si tratta segnerà lo stato delle conoscenze attuali intorno alla geologia italiana e per così dire il punto di partenza da cui innoveranno le ricerche ulteriori da farsi sui luoghi per la formazione della grande carta geologica che

Cocchi suggerisce che un'analisi attenta delle risposte e dei dinieghi ricevuti “*possono servire a mostrare qual fosse a quella epoca lo stato de' lavori geologici in Italia, e quello della relativa cultura scientifica nelle diverse provincie del Regno*”.

Con il materiale raccolto e con quello posseduto o acquistato, Cocchi compilò due copie della “*Carta geologica dell'Italia Superiore e Media*” (BALDACCI, 1911; CARUSONE *et alii*, 1996) su fogli della Carta Topografica dello Stato Maggiore Italiano, secondo la scala e le norme stabilite. La Carta venne inviata a Parigi nel luglio 1867, “*insieme con una succinta descrizione destinata ad essere tradotta in francese e stampata secondo le prescrizioni del signor Ministro, ma che non si vide mai, forse per esservi giunta alquanto tardi cioè finito il periodo delle pubblicazioni della Commissione reale*”. Questo ritardo nella consegna del materiale trova conferma in una lettera di Giordano a Cocchi, datata 4 agosto 1867. Nella missiva Giordano afferma che in data della sua partenza da Parigi, “*la carta non era stata ancora collocata perché il R. Commissario non avea potuto accordarne il permesso essendo giunta tardi. [...] L'Italia meridionale non vi fu rappresentata perché, sebbene non mancassero sulla costituzione del suo suolo note e memorie, queste erano per numero insufficienti e non vi erano poi Carte geologiche edite o inedite neppure di massima da servire di base alla compilazione della Carta di quella vasta contrada, ad eccezione di Napoli e Terra di Lavoro che si rappresentò*”.

1.2. – LE CARTE E LE RELAZIONI

In risposta alla lettera di Cordova sono pervenute alla Reale Commissione a Firenze numerose relazioni, alcune delle quali contenenti schemi stratigrafici o carte geologiche. Queste relazioni sono state in gran parte trasmesse dalle Prefetture del Regno, altre provenivano direttamente dagli Istituti Tecnici, altre ancora sono state inviate da scienziati esperti della geologia di varie parti del territorio italiano, spesso con opuscoli già pubblicati in precedenza.

1.3. - PIEMONTE - VALLE D'AOSTA

1.3.1. - Prefettura di Cuneo: “*Indicazioni geologiche e Minereologiche intorno alla Valle del Po ed ai monti sovrastanti.*”

La relazione relativa alle “*Indicazioni geologiche e Minereologiche intorno alla Valle del Po ed ai monti sovrastanti*” è stata spedita il 30 maggio 1867. L'Autore della relazione è il canonico Giuseppe Allisio, professore di filosofia e direttore della Scuola normale di Saluzzo (fig. 4).

In una prima parte, la relazione descrive in modo generico, la natura dei terreni che costituiscono la piana alluvionale del Po; prosegue poi con una descrizione “*degli elevamenti*”, analizzando quindi l'assetto morfologico del terreno. In questa sezione Allisio afferma che “*il delta del Fiume Po [...] molto si estende verso il mare, ed è calcolato che avanzi 70 metri circa ogni anno*”. A supporto di questa tesi, l'Autore mostra due diversi esempi: la città di Ravenna che “*nei tempi antichi era porto di mare, ora ne sia distante 7 chilometri*” e la città di Adria che “*una volta trovavasi sul lido dell'Adriatico ora ne dista 25 chilometri*”.

Allisio affronta poi gli aspetti geologico-litologici,

descrivendo in modo molto semplificato i caratteri delle rocce affioranti, sia di origine sedimentaria che metamorfica: “*Vi abbondano la calce, le arenarie e le marmorine. [...] Le ardesie si trovano in grande quantità a Martirana, Sanfront e Crissolo, le marmorine sono abbondantissime sul Monte Bracco, dove già da anni se ne coltiva una cava ricchissima [...] da spedirne per varie parti del Piemonte per pavimenti di chiese e di gallerie [poiché] sono più dure del marmo e resistono alle intemperie e a tutti gli agenti dell'atmosfera*”; prosegue illustrando due cave inattive “*di marmo color bigio*”.

Per quanto riguarda l'aspetto minerario, illustra una miniera di “*ferro con qualche vena d'argento che diede ottimi risultati, ma che ora è pure abbandonata per mancanza di legna [...] a cagione dell'incuria degli alpigiani e dell'avarizia dei fonditori del ferro che schiantarono tutte le piante senza impiantarne altre, il che è causa di frequenti tempeste a cui sono quei siti sottoposti*”. Individua poi una probabile miniera di rame, o altro metallo, nel monte che separa Oncino da Crissolo “*poiché gettandovi dei sassi dopo qualche secondo si ode un suono come se i sassi cadessero sopra metalli*”.

Allisio continua affermando che: “*Alle falde del Vezzolo [...] trovarono molti tronchi di alberi impietriti allo stato fossile, in mezzo alle rocce e pietre staccatesi dal monte che continuamente si scosce quando dighiaccia, il quale scoscendimento è dovuto all'azione dell'acqua che penetra nelle fessure del monte e congelandosi acquista un volume maggiore e fa le veci di un cuneo [...]. I pezzi sopraccennati dei legni impietriti dei quali molti superano in lunghezza metri 4 e in grossezza metri 0,5, i quali provano che in epoca molto remota il Monviso era coperto di piante d'alto fusto e precisamente di pini, i quali a cagione delle frane successive [...] furono schiacciati, travolti e sepolti sotto le macerie e poscia disotterrati dopo una lunga serie d'anni [...]. Questa particolare vicenda è esemplificativa di ciò che dice Virgilio nel libro settimo dell'Eneide in cui descrive il Monviso come pinifero ed abitato dai cinghiali*”.

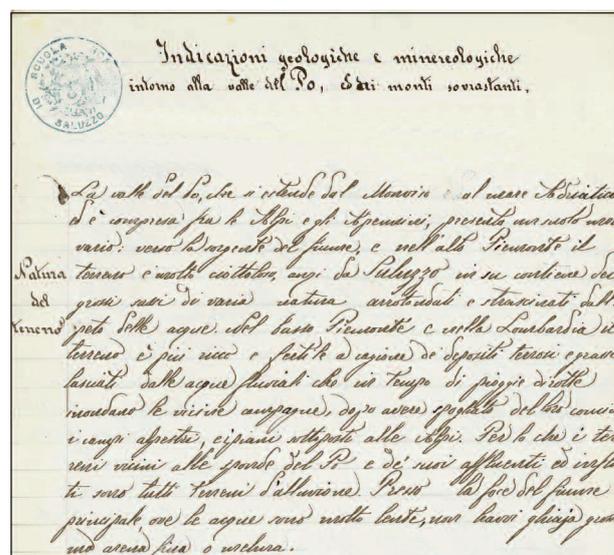


Fig. 4 – Stralcio delle “*Indicazioni geologiche e minereologiche intorno alla Valle del Po, ed ai monti sovrastanti*” di Giuseppe Allisio.

– Detail of the “*Indicazioni geologiche e minereologiche intorno alla Valle del Po, ed ai monti sovrastanti*” by Giuseppe Allisio.

Chiude la relazione con una curiosa affermazione: *“I più vecchi attestarono che essi vedevano la punta del Monviso alla distanza d’un chilometro circa dal monte Bracco posto tra Revello ed il Vezzalo, e che ora alla stessa distanza più non lo veggano; d’alché si dee appunto inferire che la visuale che parte dall’occhio dell’osservatore per arrivare alla sommità del Monviso, viene intercettata dal monte Bracco, e che perciò il Monviso si è abbassato, non essendovi d’altronde alcun dato per provare l’elevamento del monte Bracco”*.

1.3.2. – Prefettura di Cuneo: “Supplemento all’idrografia della Città di Bra”

La relazione è stata inviata dalla Prefettura di Cuneo allegata a una lettera datata 30 maggio 1867; a firma di Federico Craveri (1815-1890), chimico, meteorologo, geologo e naturalista torinese, contiene un “*Supplemento all’idrografia della Città di Bra*” stampato nel 1863. L’Autore allega inoltre una serie di misure idrogeologiche e meteorologiche, effettuate dall’ottobre del 1863 al febbraio del 1867, a integrazione dei dati già pubblicati. Oltre alla descrizione minuziosa della metodologia usata per la determinazione dei parametri chimico-fisici delle acque estratte da un pozzo (usato per l’alimentazione dell’acquedotto cittadino), Craveri descrive anche alcuni affioramenti di “*filliti proprie dell’epoca pliocenica superiore*” rinvenute durante i lavori per la ferrovia Bra - Alba. Questa unità contiene “*un prodigioso numero di echinoidi dei generi spatango e clipeastro, alcune specie di ostriche, pinne, pettini e cancri, ossa di sepià, [...], pesci d’acqua dolce come pure una testuggine, nonché abbondanti e minuti cristalli di gesso è evidente che questo sito segna il limite tra il terreno pliocenico ed il miocenico*”.

1.3.3. – “Carta geologica di Savoia, Piemonte e Liguria”

Il promotore della conoscenza geologica di ‘stampo moderno’ del territorio piemontese e ligure fu Angelo Sismonda (1807-1878), uno dei più affermati geologi dell’epoca. La fama di Sismonda derivava dall’incarico avuto dal Re Carlo Alberto, circa 20 anni prima, per l’individuazione degli elementi tecnici preparatori per la realizzazione del Traforo del Frejus; grazie alla esatta rispondenza delle sezioni geologiche elaborate dal geologo piemontese con quanto poi effettivamente intercettato durante l’esecuzione del traforo, Sismonda venne ricordato come colui che “*rese trasparente la montagna*”.

Nel 1857 Sismonda pubblicò, per cura del governo di S. M. Vittorio Emanuele II, la sua opera cartografica più importante: la “*Carta geologica di Savoia, Piemonte e Liguria*” in scala 1:500.000. La legenda di questa carta individua 20 diverse unità litostratigrafiche che vanno dal basamento, che include unità intrusive e metamorfiche, fino alle unità plioceniche e post-plioceniche. In questa carta Sismonda riportò, inoltre, una legenda dei minerali utili.

L’opera rappresenta, senza dubbio, la sintesi ragionata di studi geologici preliminari che l’Autore pubblicò in precedenza: la “*Memoria sui terreni stratificati delle Alpi*” (SISMONDA, 1839) (fig. 5) e la “*Classificazione dei terreni stratificati delle Alpi tra il Monte Bianco e la contea di Nizza*” (SISMONDA, 1852) che include una “*Carta geologica dell’area compresa tra il Monte Bianco e la Valle della Stura*”.

1.3.4. – “Carta geologica delle Alpi piemontesi”

Per la zona delle Alpi piemontesi, nel periodo intercorso fra il 1860 e il 1870, Martino Baretta, Bartolomeo Gastaldi e Heinrich Gerlach rilevano ampie zone della catena e restituiscono il loro lavoro alla scala 1:50.000 su base topografica del Corpo Reale di Stato Maggiore del 1852. Queste carte, completate poi con ulteriori rilevamenti negli anni successivi da parte di Giovanni Michelotti e dei fratelli Luigi e Carlo Bruno, non vennero mai pubblicate, ma vennero presentate in varie occasioni scientifiche, tra le quali l’Esposizione Universale di Vienna del 1873 e di Parigi del 1878 (CONSOLE & PANTALONI, 2014). Presso l’archivio cartografico del Servizio Geologico d’Italia sono conservate oltre 70 copie manoscritte dei diversi elaborati cartografici (fig. 6) utilizzati, nel tempo, anche per l’allestimento della Carta geologica ufficiale al 100.000. Queste carte rappresentano il primo esempio di cartografia geologica al 50.000 delle Alpi occidentali; anticipate dalla “*Carta geologica di Savoia, Piemonte e Liguria*” di Angelo Sismonda, queste carte furono poi il fondamento per la stesura della “*Carta geologica delle Alpi occidentali*” in scala 1:400.000 del 1908 (MOSCA & FIORASO, questo volume).

1.4. – LOMBARDIA

1.4.1. – “Quadro delle stratificazioni nelle diverse formazioni sedimentarie nella Lombardia”

I fratelli Villa, Antonio (1806-1885) e Giovanni Battista (1810-1887), di origine brianzola, naturalisti e soci fondatori della Società Italiana di Scienze Naturali, si occuparono di entomologia, mineralogia, malacologia, paleontologia pubblicando numerosi lavori anche in ambito geologico *sensu lato*. Sul finire degli anni ’40 dell’800, i fratelli Villa instaurarono rapporti scientifici con l’Abate Stoppani (1824-1891) fornendogli opere di altrimenti difficile reperimento. Inoltre indirizzano il giovane Stoppani verso località nell’ambito delle quali i due avevano già compiuto studi specifici (ZANONI, 2014). Importante sottolineare che fu proprio Antonio Villa nel 1855 a presentare Stoppani come socio alla Società geologica residente in Milano.

Il materiale originale fornito dai fratelli Antonio e Giovanni Battista, consiste in un “*Quadro delle stratificazioni nelle diverse formazioni sedimentarie della Lombardia*”, redatto a Milano in data 12 febbraio 1867.

Lo schema è stato realizzato descrivendo, per ogni singola unità stratigrafica, la litologia, l’età, i fossili caratteristici e alcune località lombarde presso le quali l’unità è visibile in affioramento. Lo schema illustra le unità lombarde a partire dalle rocce metamorfiche stratificate del Paleozoico inferiore fino alle unità conglomeratiche alluvionali (Ceppo) e moreniche attuali, suddivise in gruppi e in serie. Questo schema è stato redatto utilizzando i numerosi lavori stratigrafici e cartografici pubblicati dai fratelli Villa. Nella Biblioteca ISPRA sono conservati alcuni dei loro lavori pubblicati negli anni precedenti, tra i quali il pregevole “*Sulla costituzione geologica della Brianza*”, del 1844, accompagnato

Accad. R.^{le} delle Sc. di Torino. Classe di Sc. Mat. e Fis. 2.^a Ser. Tom. IX.

Tav. I.

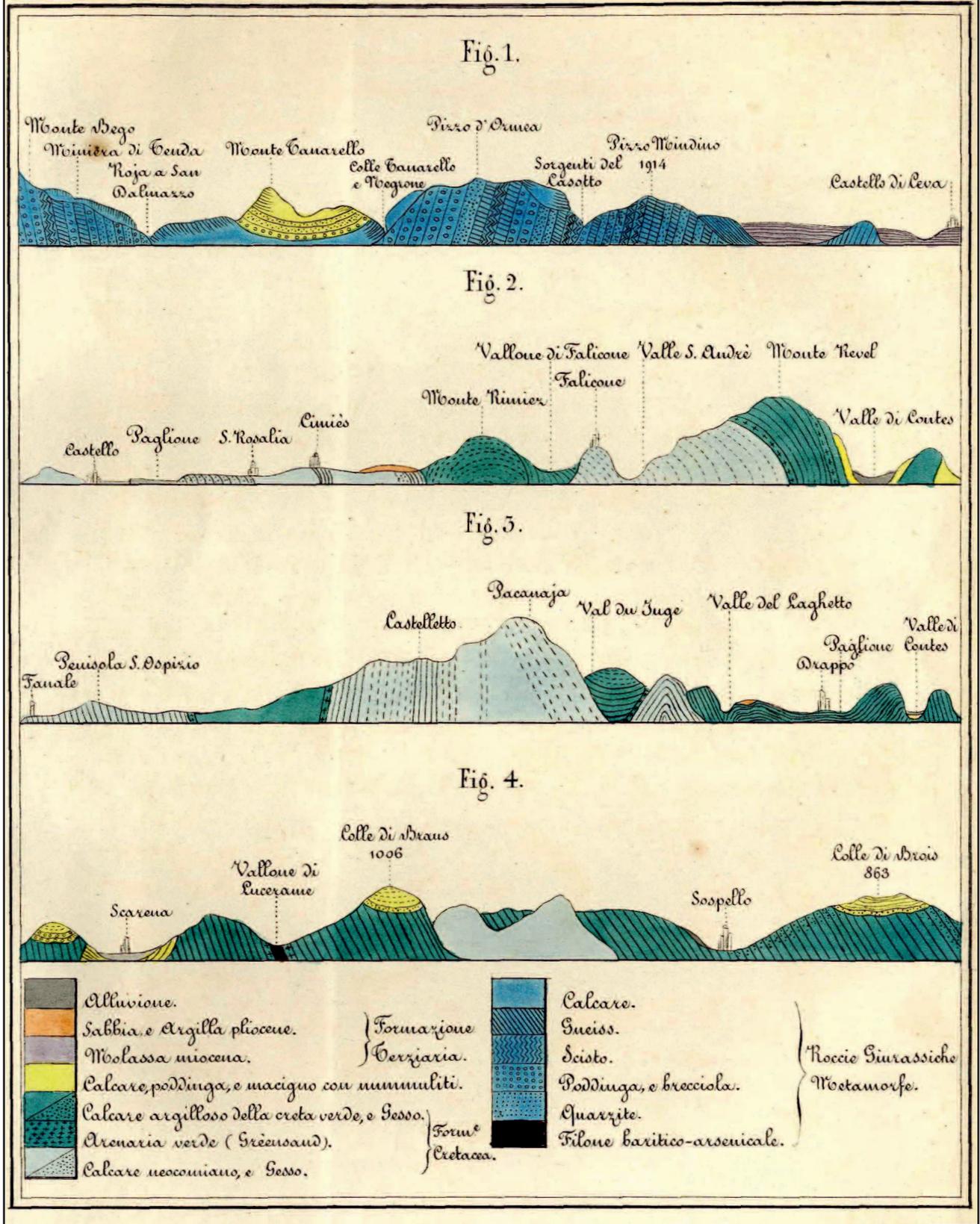


Fig. 5 – Sezioni geologiche attraverso l'area compresa tra Ivrea e il Lago D'Orta, tratte da "Memoria sui terreni stratificati delle Alpi" di Angelo Sismonda, 1839. Geological sections through the area between Ivrea and the Orta Lake, from "Memoria sui terreni stratificati delle Alpi" by Angelo Sismonda, 1839.

che in studi geologici”; afferma inoltre che “forse la Commissione questo già lo sa e spera che i suoi studi rappresentino un altro punto di vista”.

La Valtellina in effetti, zona di pertinenza di Zanelli, era stata studiata a fondo e i suoi terreni “diligentemente classificati” da “distinti geologi” quali Escher nel 1853, Curioni nel 1855, Omboni nel 1856, i fratelli Villa nel 1857 e sempre nello stesso anno dall’Abate Stoppani (fig. 8). È di costoro che la Commissione dovrebbe “prevalersi allo scopo di ottenere geologicamente questa regione Lombarda”; suggerisce infatti come “non mancano nelle opere di questi [...] spaccati di terreni longitudinali [...] che possono fornire un prezioso materiale per gli studi da farsi nella compilazione della Carta geologica”.

Inizia poi la sua introduzione osservando che la “Provincia di Valtellina colle sue due valli occuperebbe [...] l'estremo membro della Grande scala geologica, l'epoca Paleozoica e non ne fornirebbe nell'intera sua estensione che due membri, i meno interessanti per un geologo: i terreni cristallini stratificati o rocce metamorfiche ed i terreni prettamente eruttivi”.

Zanelli asserisce che i terreni del primo tipo risultano “di poco interesse” per la mancanza di fossili “lume e guida suprema nella determinazione dei terreni geologici” nonché impraticabili e inaccessibili; ritiene inoltre che gli stessi terreni avrebbero richiesto uno studio più approfondito ma avvisa che nemmeno “il diligentissimo Stoppani” ha affrontato questi luoghi essendo giunto solo al “limite di questi terreni”.

Zanelli continua affermando che “L'estremo membro della serie geologica che sormonta a questi terreni è il cosiddetto Verrucano [...] si arresta quasi con precisione geografica alla fine della Valle dalla parte sud e segue questa linea da Libeccio a Greco [...]. Si apre così una diatriba sulla italica possibilità, già asserita dallo Stoppani, che la linea topografica di confine si sposi meglio con la parte amministrativa del Regno”. Enumera poi una serie di autorevoli geologi che in generale hanno prodotto scritti di alto valore riguardo la geologia delle catene alpine: Crivelli (1836, 1852), Borgomaschi (1836), Breislak (1824), tutte le opere del Brocchi, De Buch (1843, 1855), Collegno, e innumerevoli opere di

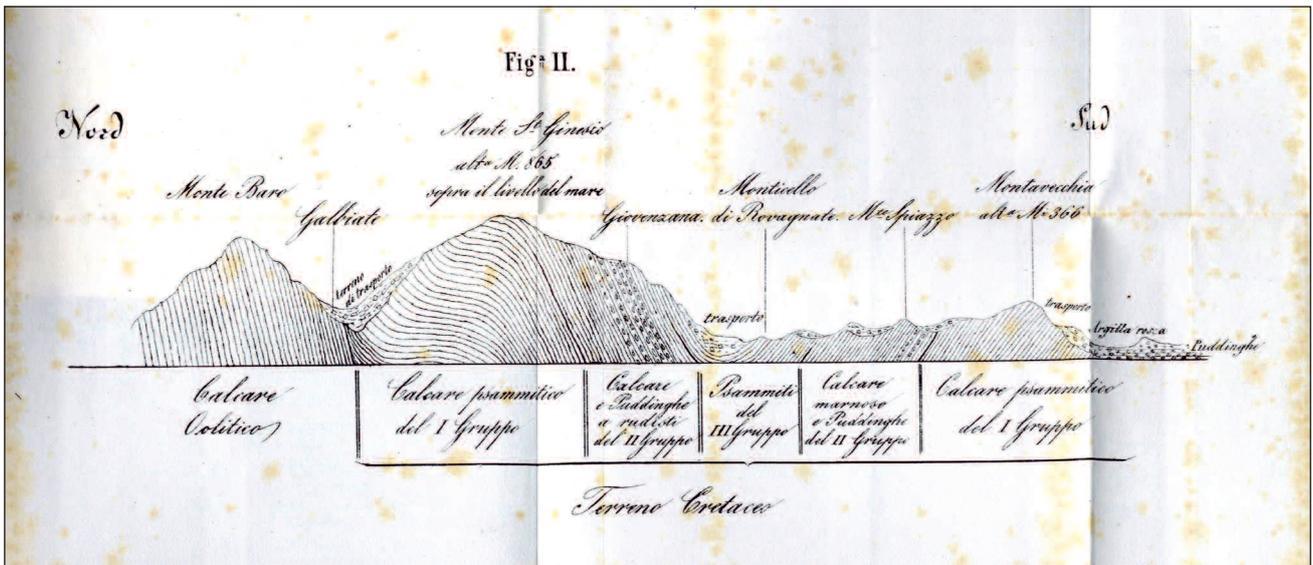


Fig. 7 – Spaccato dimostrativo attraverso la “Carta geologica della Brianza” (da VILLA, 1844).
 – Geological section from the “Carta geologica della Brianza”, Lombardy (from VILLA, 1844).

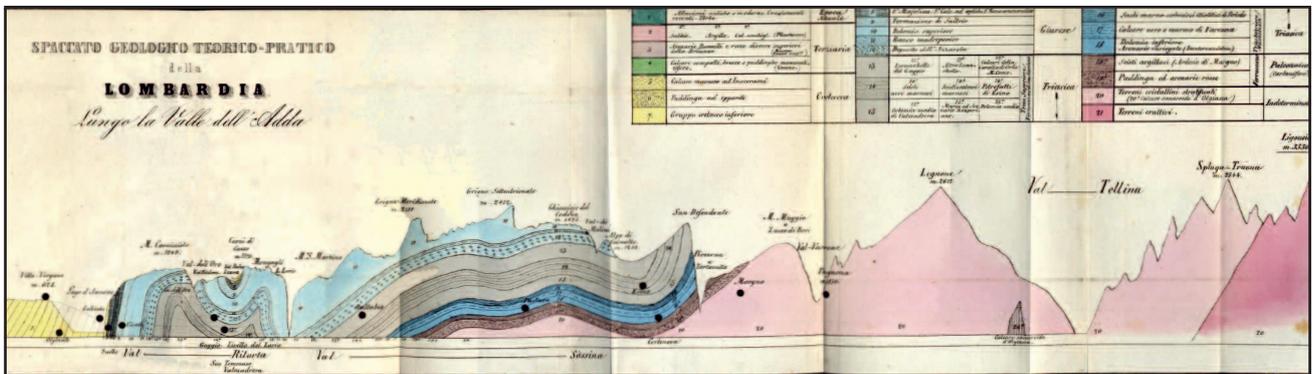


Fig. 8 – Parte della sezione geologica della Lombardia attraverso la Valle dell’Adda, tratto da “Studi geologici e paleontologici sulla Lombardia”, di Antonio Stoppani, 1857.
 Detail of the geological section of the Lombardy through the Adda Valley, from “Studi geologici e paleontologici sulla Lombardia”, by Antonio Stoppani, 1857.

Curioni, Omboni, ecc. Afferma che in queste opere è riassunto tutto il sapere geologico su queste valli per cui non se la sente di “aggiungere niente né di merito né di poco conto” se non “pochi pochissimi cenni sull’argomento frutto di mie annotazioni fatte”.

Inizia così quindi la sua prima parte indicata come Cenzo Geognostico della Provincia di Sondrio suddivisa in 10 paragrafi, differenziati in zone geografiche:

“Valle minore del Liro, [...] abbondano i gneis, li schisti talcosi e silicei e una specie particolare di granito [...];

Lungo il lago di Mezzola vicino Novate si hanno invece i migliori e noti graniti lavorati anche come cava [...] e schisti micacei e silicei;

Dalla Valle del Masino alla Valle del Mallero o Valmalenco i graniti occupano la parte centrale;

La Valle Malenco si distingue dalle altre per una grande varietà di rocce magnesiache utilizzate per fare tegole poiché sono “fissili”; inoltre in zona c’è una cava di pietra ollare che “viene lavorata al tornio per farne stoviglie”;

Presso Sondrio verso nord esistono rocce eruttive granitiche, sienitiche e dioritiche, ma alcune frane dei monti constano di schisti nerastri e ferruginosi tipici dei terreni antracitici”;

Tra la Madonna di Tirano ed il lago di Poschiavo attualmente territorio svizzero predomina una eruzione granitica;

Oltre la Valle principale dell’Adda affiorano schisti micacei mentre più a nord formazioni dolomitiche nelle vicinanze di Livigno, sopra i Bagni di Bormio fino ai Ghiacciai del Zembrù e del Monte Cristallo;

Sulla strada dello Stelvio si vedono rocce sedimentarie che sostengono la detta dolomia in banchi verticali;

Nella Valle del Frodolfo dominano gli schisti micacei e le quarziti micacee.”

Nei pressi di Prese si trovano ovunque addossati alle rocce certamente eruttive li schisti micacei e le quarziti micacee.

Conclude affermando che “Queste sconesse indicazioni non fanno però che dare un’idea ben povera e affatto indeterminata della disposizione particolare dei rari materiali [...] nella Provincia”.

Zanelli allega poi un “Quadro indicante alcune specie mineralogiche rinvenute nella provincia di Sondrio”, composta da minerali esistenti con ubicazione e utilizzazione; un “Quadro delle sorgenti minerali esistenti”, con indicazioni sulla natura delle sorgenti e loro utilizzo; un “Quadro su cave e torbieri” e uno sulle miniere, con le condizioni di coltivazione.

1.4.3. – Prefettura di Cremona: “Cenni sulla costituzione geologica del circondario di Casalmaggiore”

La relazione dal titolo “Cenni sulla costituzione geologica del circondario di Casalmaggiore” datata 20 gennaio, è stata redatta da Giulio Cesare Padova, ingegnere civile, e trasmessa dalla Prefettura provinciale di Cremona il 31 gennaio 1867.

La relazione inizia con una descrizione sulla natura alluvionale dei depositi della pianura, costituiti “dalle spoglie dei dilavamenti delle Alpi lontane e dei prossimi Appennini”. Continua affermando che fra il Po e l’Oglio “il terreno sedimentare venne coperto dai pietriti prodotti dalle piogge, dai disseli e dalle altre cause che abbassano le eminenze montane e colmano le depressioni vallive; formasi di ciottoli di ghiaia, di sabbie e di bellette. Gli elementi originari sono precipuamente la silice, l’allumina, la calce, la magnesia, alcuni

perossidi di ferro e nel letto dei fiumi abbondanti foglie di mica e rare pagliuzze d’argento”.

La relazione dell’ingegner Padova prosegue sviluppando, in particolar modo, gli aspetti agricoli dei terreni di copertura, con una classificazione in base alla loro natura e composizione.

Si concentra poi a descrivere l’origine dei terreni torbosi, ricordando che durante le epoche trascorse (“Celtiche, Etrusche, Galliche, Romane e persino nel medio Evo”), la Lombardia era ricoperta di selve e di boschi, “che separavano le estese fiumane in acque magre e in moltissimi scoli e rivi”. Accenna al recente rinvenimento di “tracce di torbe porose” nel territorio a non molta profondità nel suolo “ma di assai magra potenza”. Conclude affermando che lo studio e lo sfruttamento di questa risorsa potrebbe portare “un buon ramo di ricchezza territoriale”.

1.4.4. – Prefettura di Como: “Cenni geologici di Como”

La Relazione, datata 28 gennaio 1867 e trasmessa dalla Prefettura di Como il 7 febbraio, è un breve riassunto di quattro pagine firmato dal Sindaco Giuseppe Siro, compilato grazie alle informazioni geologiche suggeritegli da un “egregio concittadino competente nella materia” del quale non ne scrive il nome. L’Autore potrebbe essere Guglielmo Calderoni (1836–1908), professore aggiunto al Liceo di Como, esule in Italia da Rovereto, che ottenne la cittadinanza italiana soltanto il 22 settembre 1867, quando divenne professore a Caltanissetta.

La relazione, dal titolo “Cenni geologici di Como”, descrive i caratteri geologici del territorio, affermando l’origine alluvionale dei terreni di fondazione della città che, però, sembrano non presentare “residuo alcuno di quegli esseri organici animali o vegetabili che sotto il nome di fossili formano le vere medaglie della natura ed illustrano la storia del globo, per cui sono con tanto amore ricercati e studiati dai geologi”, in contrasto con “i terreni della provincia che con la loro ricchezza di curiosità naturalistiche, paleontologiche si acquistarono l’appellativo di Paradiso dei geologi”.

1.4.5. – Prefettura di Mantova: “Bibliografia geologica della provincia di Mantova”

A firma di Antonio Mainardi (1801-1885), R. bibliotecario della Biblioteca di Mantova, viene inviata in data 21 giugno 1867 una relazione nella quale l’Autore afferma che i caratteri geologici del territorio “non presentano nella loro stratificazione particolarità da interessare le studiose ricerche dei geologi”. Elenca quindi i “pochissimi lavori [...] già di pubblico diritto alla stampa dai loro Autori”; nell’elenco figurano il “Saggio di storia naturale dei contorni di Mantova” di Paolo Lanfossi del 1825; i “Cenni di Topografia medico-igienica della città di Mantova” di Giambattista Soresina del 1857, nel quale sono riportati gli aspetti geologici del territorio (Soresina, 1857 p. 30); la dissertazione “Sopra il quesito di rinvenire il fondamento per cui siasi in addietro creduta insalubre l’aria di Mantova ...” di Anton Mario Lorgna pubblicato nel 1771.

Allega poi un manoscritto di Luigi D’Arco che riepiloga alcuni brevi scritti pubblicati, in 6 parti, su “La Lucciola, Gazzettino del Contado” negli anni 1855-56.

1.4.6. – Prefettura di Mantova: “Cenni geologici del territorio mantovano”

La relazione dal titolo “Cenni geologici del territorio mantovano” della Prefettura di Mantova, spedita il giorno 11 luglio 1867, acclude un allegato a firma di Luigi D’Arco (1829-1893), membro della Reale Accademia di Mantova, naturalista, dal titolo “Cenni sulle condizioni geologiche del Mantovano”.

Nella relazione D’Arco inizia evidenziando i caratteri recenti dei depositi del territorio mantovano; attribuisce al “periodo post-Diluviano” la parte inferiore del territorio e al “Diluviano” quella superiore, alla quale “appartengono i nostri colli che fanno argine al Benaco e che sono disposti in larghi circoli sovente rotti per l’opera posteriore delle correnti. Questi nostri colli si ritengono morene frontali”; continua consigliando che, “per un giusto concetto della disposizione di questi colli si consiglia la memoria del prof. Paglia sulle colline del Terreno Erratico intorno all’estremità meridionale del Lago di Garda” (PAGLIA, 1860). Illustrando la tavola allegata al lavoro del Paglia sostiene che partendo dal profilo dei colli (a triangolo troncato) si può asserire che si tratta di morene, composte di “sabbie e ghiaie; abbondano poi di massi erratici ancora angolari e di gran volume di porfido, arenaria rossa, di calce carbonata”. Continua ricordando che il Paglia sostenne che “i ciottoli di serpentina scarseggiano” e credette importante l’avvertire che il granito con nodi silicei di particolare struttura, osservata dal Curioni nei colli mantovani, forse non è che un gneis di stratificazione poco apparente. Confermò poi l’asserto del Curioni dove dice “esservi in Lombardia unicamente sui colli mantovani il basalto, roccia che incognita lungo il Chiese abbonda invece in Lombardia a Cavriana che trovasi al posto al di là del lago, emerse probabilmente all’epoca stessa dei basalti del varesino, durante il deposito del terreno Cretaceo inferiore”.

D’Arco descrive la gradazione dei terreni alluvionali e ammette di non poter individuare lo spessore di questi depositi perché ignora “la profondità del suolo primitivo su cui poggiano”. Continua ammettendo di non poter definire il limite tra i sedimenti “Diluviani” e “post-Diluviani”. Afferma poi che nei depositi “si trovano degli avanzi di grandi quadrupedi, né mi fu posto mai scoprire né ossa né avanzi dell’industria dell’uomo”.

Continua descrivendo i caratteri morfologici del fiume Mincio, i cui argini “si allontanarono uno dall’altro per otto chilometri” finché le acque “poterono depositare le sabbie e ghiaie che formarono l’isola su cui ora è Mantova”, la cui altezza è posta alla quota di “34 metri sul livello del mare mentre il fronte del lago inferiore raggiunge appena i 14”. Identifica lungo il corso del Mincio dei “filoni di sabbie e argilla tenacissima rossa”. Continuando nell’analisi geomorfologica del territorio mantovano, espone le difficoltà di rinvenire aree adeguate a stabilire degli insediamenti urbani, per via della costante presenza di fiumi, torrenti e stagni, che lui chiama “bagni”.

Passa poi a descrivere “la variabilissima natura dei suoli” paragonando alcune rocce al “tufo, per cui viene usato per materiale da fabbrica. È un carbonato calcareo giallastro in una stratificazione la più decisa ed è tuberculare”, descrivendo in questo modo i travertini affioranti tra Ceresara e Birbesi, nel mantovano.

Parla poi delle torbe estratte a Marcaria nelle quali “trovasi pure spoglie animali fra le quali certa è importante la scoperta fatta di corna unite con alcune ossa di cranio del Cervus alces trovato nelle nostre sabbie del Po” (fig. 9). Elenca alcuni ritrovamenti di carattere archeologico, come ossa umane, una punta di freccia di selce, uno spillone di bronzo e vasi di terracotta. Attualmente il materiale è conservato presso il Museo di Palazzo d’Arco a Mantova.



Fig. 9 – Palco di *Alces alces*, conservato presso il Museo di Palazzo d’Arco di Mantova, gentile concessione Museo d’Arco.
– Antler of *Alces alces* preserved at the Museo di Palazzo d’Arco of Mantova. Kindly permission Museo d’Arco.

1.5. – VENETO

1.5.1. – Prefettura di Treviso

La risposta proveniente dalla Prefettura di Treviso, ha in allegato due relazioni intestate dall’Ateneo di Treviso: la prima firmata da Achille de Zigno (1813-1892) nella quale il famoso paleontologo afferma di aver già inviato al MAIC il materiale edito ed inedito “necessario al prof. Igino Cocchi [...] per ciò che concerne il Veneto alla compilazione della Carta geologica d’Italia” (fig. 10).

Una seconda relazione inviata nel giugno 1867 a firma di Adolfo de Berenger (1815-1895), filosofo, naturalista e forestale francese, riporta un elenco bibliografico di lavori scientifici relativi all’area trevigiana redatti da De Zigno e Catullo. Per ogni lavoro è riportata una breve sintesi e vengono ricordate le discussioni scientifiche avvenute nell’ambito delle Riunioni degli Scienziati Italiani del 1841 e del 1847.

Continua affermando che “i rapporti geologici del Trevigiano sono semplicissimi non essendo [...] che cinque formazioni compresa la più recente del terreno alluvionale. La più antica è quella del calcare del Jura [...] che è di grana così compatta, che potrebbe servire acconcia alla litografia”.

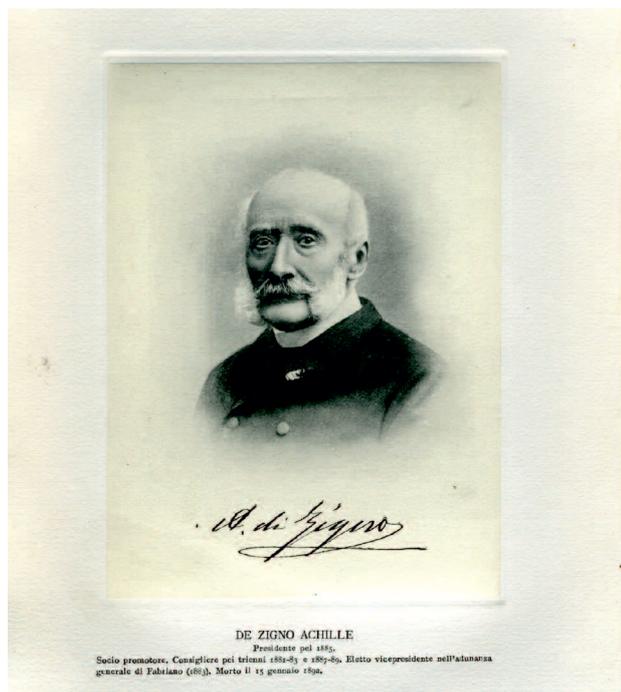


Fig. 10 – Ritratto di Achille De Zigno, gentile concessione Società Geologica Italiana.
– Portrait of Achille De Zigno (kindly permission of Società Geologica Italiana).

La seconda unità descritta da de Berenger è la “*formazione del calcare della Creta*”, suddivisa dall’Autore in diverse unità: “*la scaglia, ossia calcare rosso; il calcare cretaceo; il calcare magnesifero che arriva fino alla successiva formazione delle molasse terziarie*”. Quest’ultima formazione è costituita da “*arenarie grigie, puddinga diluviana [...] contenente avanzzi di mastodont*”. A questa formazione associa “*l’arenaria grigia coperta dalle marne [...] e l’arenaria bituminosa con banchi di lignite*”.

Descrive poi, con dovizia di particolari, il cosiddetto Caranto⁽⁶⁾, come una “*specie di crosta arenacea o di composto cementato dell’argilla palustre, che copre il calcare della Creta della pianura e gli scogli sottomarini ed è ricoperto dall’argilla alluviale*”. Continua con la “*formazione alluviale*” formata da “*ghiaie dei torrenti, dalle puddinghe post-diluviane [...] occupanti enorme estensione del territorio*”.

Chiude affermando che ritiene necessario individuare dove “*queste rocce vengono a giorno*”, dichiarando però che per far ciò sono necessari maggiori approfondimenti.

1.5.2. – Prefettura di Venezia

1.5.2.1. – “Relazione relativa alla produzione scientifica e cartografica del R. Istituto Veneto di Lettere Scienze ed Arti”

Il segretario dell’Istituto, Giacinto Namias (1810-1874), dichiara di allegare alla lettera una copia di un volume sulle acque minerali della sua regione (ISTITUTO VENETO DI SCIENZE, LETTERE E ARTI, 1862) che contiene 4 tavole che “*possono riuscir utili nella elaborazione*

della *Carta geologica d’Italia*”. Le sezioni riportate nel testo descrivono l’assetto geologico e stratigrafico dei terreni circostanti e le più importanti emergenze idriche della regione lungo la Valle dell’Agno (fig. 11).

Namias prosegue dichiarando che anche De Zigno e Papini hanno ricevuto la richiesta della Prefettura e che il primo dei due ha già inviato i suoi lavori, anche questi conservati nel fondo della Biblioteca ISPRA. Afferma che qualora perverranno ulteriori lavori l’Istituto “*non mancherà di inviarli senza indugio*”. Ricorda poi che la collezione completa degli Atti e Memorie dell’Istituto Veneto “*in cui furono pubblicati molti e gravi lavori geologici sono stati già inviati al Consiglio delle Miniere*”.

Il segretario consegna anche la “*Carta geognostica del paese di Recoaro e territorio circostante del celebre geologo e paleontologo Abramo Massalongo*” (1824-1860), con la preghiera che venisse “*gelosamente custodita e prontamente restituita*” poiché lo scrivente “*non ne ha richiesto il permesso al corpo scientifico [...] ed è registrata al n. 35 della sua [di Massalongo] collezione*” (fig. 12).

La carta, riprodotta su un rilievo topografico non ufficiale del 1858, rappresenta l’unico esemplare cartografico conosciuto prodotto da Massalongo; l’Autore, importante paleobotanico dell’epoca, riporta su questa carta le conoscenze geologiche al confine tra il Regno Lombardo-Veneto e il Tirolo. Le informazioni, raccolte durante le sue lunghe escursioni, descrivono gli aspetti geologici e paleontologici del recoarese, con realizzazione di numerose tavole che non furono mai pubblicate (ROGHI, 2011). La legenda della carta include 15 unità che riportano assai schematicamente le unità geologiche dell’area di Recoaro, a differenza del dettaglio stratigrafico riportato in altri suoi lavori (MASSALONGO, 1857).

1.5.2.2. – “Carta geologica del comune di Recoaro”

Sempre dalla Prefettura di Venezia proviene la “*Carta geologica del Comune di Recoaro*” che PELLATI (1904) attribuisce ad Arturo Rossi (1859-1891), geologo di Possagno (TV) (fig. 13), della quale però non è stata inviata la relazione di accompagnamento. Tuttavia il confronto tra la data di nascita del presunto Autore (1859) e la data della relazione (1867) non risulta congruente con l’attribuzione della carta a Rossi.

La carta, redatta alla scala 1:25.000, è priva di base topografica ed è costituita da un semplice schizzo, ancora in bozza, nel quale l’Autore distingue inizialmente 3 diverse unità litologiche: gli “*Schisti*” del pre-Permiano, “*Arenarie, marne, argille e calcari*” e “*Dolomie*”. In seguito aggiunge, con semplici tratti a china nera, le “*Rocce filoniche*”, le “*Rocce metamorfiche, breccie e marmi saccaroidi*” e l’“*Alluvio*”.

1.5.2.3. – “Carta geologica della provincia di Vicenza”, di Francesco Molon

Datata 7 febbraio 1867, e anch’essa priva di lettera di accompagnamento, risulta la “*Carta geologica della provincia di Vicenza*” di Francesco Molon (1821-1885), geologo, paleontologo e patriota vicentino.

⁽⁶⁾Denominazione locale di un paleosuolo pleistocenico costituito da argilla limoso-sabbiosa sovraconsolidata per essiccamento in ambiente subaereo; presente nella laguna di Venezia e nella bassa pianura veneto-friulana.

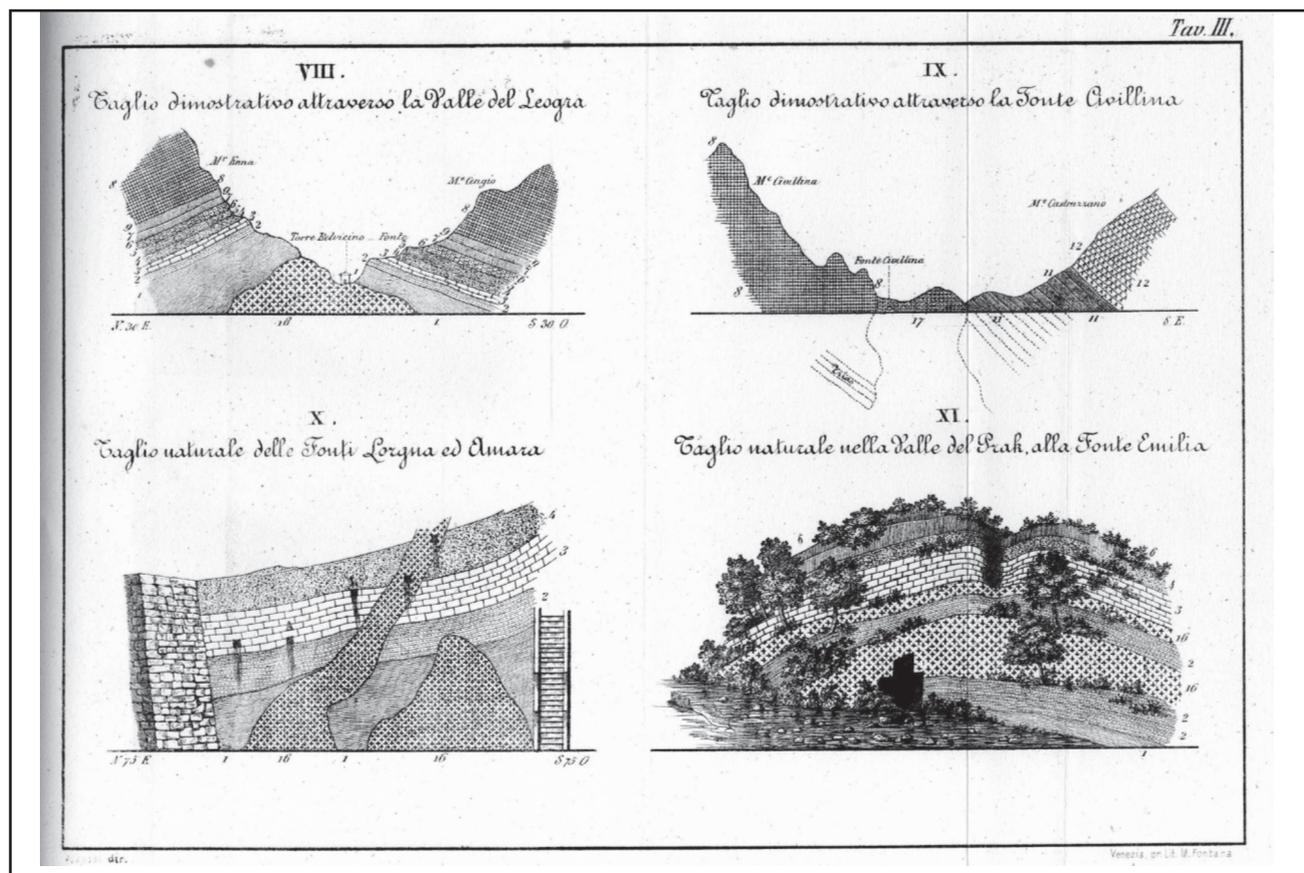


Fig. 11 – Sezioni geologico-stratigrafiche della Valle dell'Agno (da ISTITUTO VENETO DI SCIENZE, LETTERE E ARTI, 1862).
 – Geographical and stratigraphical sections of the Agno Valley, Veneto (from ISTITUTO VENETO DI SCIENZE, LETTERE E ARTI, 1862).

La carta, in scala 1:288.000, è un originale cartografico colorato a mano e rimasto inedito; il rilievo geologico è sovrimposto alla Carta topografica pubblicata dall'Istituto Geografico Militare in Milano nel 1838. Molon differenzia le rocce sedimentarie da quelle eruttive, rappresentando 10 diverse unità (fig. 14). Per le vulcaniche distingue “*Basalte, Spilite e Dolerite*”, mentre le sedimentarie sono differenziate, oltre che per età, anche per tipo litologico, in qualche caso rappresentativo di due o tre diverse formazioni.

1.6. – FRIULI – VENEZIA GIULIA

1.6.1. – “*Cenni geologici sul Friuli*”, di Torquato Taramelli

La relazione viene inviata da Torquato Taramelli (1845-1922), uno dei più importanti geologi italiani del periodo a cavallo tra '800 e '900, al Direttore del R. Istituto Tecnico di Udine in data 24 gennaio.

La relazione inizia con una lista di studi e pubblicazioni geologiche relative alla regione friulana, redatti da: Dionýs Štúr, Andrea Pirona, Franz Von Hauer, Achille De Zigno, Giuseppe Meneghini, Luigi Castelli e Tomaso Antonio Catullo.

Dopo aver ricordato che nella regione friulana “*mancono assolutamente rocce cristalline e anche stratificate*” espone i caratteri stratigrafici delle formazioni affioranti

nella regione e lo fa con una dovizia di particolari così intensa da far immaginare al lettore quasi di avere sotto gli occhi una carta geologica. Suddivide il Carbonifero in due “*gruppi marcatissimi: l'Inferiore di scisti neri o violetti [...] e il Superiore costituito da calcari a vari colori*” già individuati da ŠTÚR (1856), e ne descrive la distribuzione geografica all'interno del territorio friulano. Dimostrando una profonda conoscenza del territorio friulano, dà seguito alla descrizione minuziosa delle unità triassiche già “*ripartite dagli Autori tedeschi nelle tre grandi epoche del Buntersandstein, Muschelkalk e Arenarie Keuperiane*”. Sottolinea come Štúr e Pirona non avessero risolto il problema del limite Triassico - Giurassico “*referendo agli strati inferiori del Lias il Dachsteinkalk a giganteschi bivalvi ed a Delfinule*”. Taramelli mostra di avere anche una conoscenza approfondita in ambito paleontologico non solo con fini didascalici, in senso classico, ma con un moderno approccio biostratigrafico.

Taramelli ascrive “*alla formazione triassica le rocce accessorie diabasiche (Grünstaine - Diabase - Diabaseporphyr - Pietra Verde) a pacchi feldspatici con amfibolo e diallagio [...]*”. Passa poi alla descrizione della “*Formazione della Grande Oolite*” (Oolite inferiore - Bajociano e Bathoniano), “*un calcare a granelli ora minuti, ora della grandezza di un pisello di colore bianco sporco*” e della “*Formazione dell'Oolite media (Oxfordiano e Coralien D'Orb.)*”. La parte terminale del Giurassico è riferita al “*Coralien D'Orb., costituito*



Fig. 13 – “Carta geologica del Comune di Recoaro”, erroneamente attribuita ad Arturo Rossi.
- Geological map of the Recoaro district, erroneously attributed to Arturo Rossi.



Fig. 14 – “Carta geologica della provincia di Vicenza”; esemplare unico manoscritto, redatto da Francesco Molon (1867).
- Geological map of the Vicenza province, Veneto. Rare manuscript drawn by Francesco Molon (1867).

Corsi afferma di aver redatto il documento sintetizzando gli scritti del geologo Lorenzo Pareto (1800-1865) e dell'ingegnere francese Gilbert Chabrol de Volvic (1773-1843), funzionario napoleonico, “che hanno scritto diffusamente il primo sulla descrizione di Genova e del genovesato, il secondo nella statistica del Dipartimento di Montenotte”.

Nella sintesi redatta da Corsi, vengono descritti i caratteri geologici e geomorfologici del territorio savonese, mettendo in evidenza oltre le diverse litologie affioranti nel comprensorio, anche alcuni dettagli di carattere minerario.

Di particolare interesse è la seguente parte: “I monti a Levante di Savona constano di rocce micacee che si presentano sotto forma di gneiss giallastro, a banchi assai mischiati, fra cui appare un granito amorfo, composto di mica di quarzo e di feldspato; [...] questi banchi di granito amorfo furono spinti alla superficie della Terra dalla eruzione della serpentina che da territorio Vado, ove se ne mostra un masso di poca importanza con direzione da Sud a Sud Ovest a Nord a Nord Est si estende sino a Voltri e compenetra e in qualche punto sormonta le rocce che formano quella catena di che ha prodotto l'alzamento”.

L'Autore inizia la caratterizzazione geomineraria del territorio con la seguente affermazione: “Le rocce, che formano la costituzione geologica del nostro comune così sconvolto e modificato dalla serpentina mostrano indizi di racchiudere molti minerali, che un giorno quando verranno migliorate le condizioni economiche del nostro paese verranno utilizzati”. Elenca quindi i materiali utili e le località di estrazione: piombo argentifero, piriti di rame, ferro oligisto, lignite, argilla, calcare idraulico.

1.7.2. - Prefettura di Genova: “Carta geologica dei dintorni del Golfo della Spezia e Val di Magra inferiore”

Dalla Prefettura di Genova, in data 7 febbraio, viene inviata la “Carta geologica dei dintorni del Golfo della Spezia e Val di Magra inferiore” di Giovanni Capellini (1833-1922), “dono del Municipio”.

La famosa carta, edita nel 1863 in scala 1:50.000, è dedicata alla Sua Altezza Reale Umberto di Savoia ed è accompagnata da una monografia di 152 pagine dal titolo “Descrizione geologica dei dintorni del Golfo della Spezia e Val di Magra inferiore” edita nel 1864.

La carta, molto conosciuta e diffusa, riporta 10 unità definite su basi litologiche, partendo dalle “Rocce serpentinosi” che l'Autore ribadisce essere di origine metamorfica, in contrasto con le idee di Autori americani che le attribuivano a un ambito sedimentario. Capellini le posiziona sotto la successione paleozoica senza specificarne l'attribuzione cronologica, perché “certe questioni restano tuttavia da risolversi”. Le altre unità vengono descritte per caratteri litologici e a ciascuna unità viene attribuita una età specifica. È interessante come nel catalogo di una collezione geognostica dei dintorni del golfo di la Spezia utilizzi ancora il termine arcaico “Dyas” per indicare gli scisti, i calcari e le anageniti del Permiano.

Nelle sezioni allegate al volume illustrativo sono rappresentati aspetti strutturali dell'area in esame, come pieghe e “contatti anomali” quali “Trias con Eocene” oppure

“Cretaceo su Eocene”; “perciò basterà ricordare [...] come i diversi strati che la compongono, all'epoca del loro sollevamento, fossero spinti inegualmente e si foggiasse in elicoidi, mantenendosi ogni cosa al relativo suo posto nella porzione settentrionale, rovesciandosi il più antico sul più recente e dando luogo a curiosi contorcimenti e ripiegamenti nella seconda metà meridionale” (fig. 17). Interessante anche l'interpretazione come rocce intrusive per le serpentiniti, chiave di lettura assai diffusa in quel periodo. La carta riporta anche indicazioni di carattere minerario.

1.8. – EMILIA-ROMAGNA

1.8.1. - Prefettura di Forlì: “Cenni geologici della provincia di Forlì”

La relazione, anonima e senza data di invio, riporta soltanto le indicazioni della data di ricevimento da parte della Prefettura di Forlì, il 10 gennaio 1867. L'Autore potrebbe essere Giuseppe Ricca Rosellini (1834 –1914), agronomo e insegnante al R. Istituto tecnico di Forlì dal 1863.

La relazione, priva di introduzione, inizia con una spiegazione sulla stratificazione dei “terreni di cui si compone quella parte del versante NE dell'Appennino che interessa la provincia di Forlì” elencando le rocce che compongono la successione “riferite, in ordine stratigrafico discendente, al terreno Pliocene, al Miocene, all'Eocene ed al Cretaceo”.

Al Pliocene attribuisce sabbie giallastre con banchi conglomeratici e marne turchine sovrastanti “banchi di tufo calcareo”; tutte queste unità geologiche risultano nelle parole dell'Autore “abbondantemente caratterizzate da fossili marini”.

Il Miocene, estesamente affiorante nella provincia, è costituito da marne sabbiose, con ligniti, conglomerati e “più o meno potenti deposizioni gessose e scistose accompagnate da zolfi”. Tra i fossili di questo periodo ricorda quelli che accompagnano le ligniti di Sogliano, gli Ittioliti di Mondaino e di Perticara.

Descrive poi l'unità costituita da arenarie e marne interposte (Macigno) e il “calcare frammentario o gresiforme bianco gialliccio qualche volta ripieno di Nummuliti, Polipaj, Pettini e qualche dente di pesce” dell'Eocene. Infine descrive le unità cretache composte da “argille verdognole o rosse, scisti galestrini, Pietraforte con Inocerami, calcari bianchi o giallognoli a fucoidi e gorgonie” che formano una potente successione.

L'Autore cerca di dare una spiegazione all'assetto strutturale generale dell'Appennino emiliano. Nota delle anomalie nella disposizione geometrica della successione esaminata e le attribuisce a spinte trasversali contemporanee ai sollevamenti longitudinali della Catena Appenninica. Sostiene che il sollevamento “dell'ellissoide del Catria e del Nerone [...] ha messo allo scoperto i loro terreni eocenici e cretacei. Di fatto le anormali sporgenze di San Marino, Verucchio e Scorticata, formate dal calcare frammentario Eocene, s'innalzano repentine in vicinanza di umili colli plioceni, e formano colle altre simili di Biforca, San Leo, Petrella, Pennabilli e Sasso di Simone, un rivestimento più o meno continuato affianco del grande rilievo trasversale Cretaceo del Monte Carpegna, sorto appunto per gli effetti combinati del sollevamento longitudinale e delle laterali pressioni”. Attribuisce

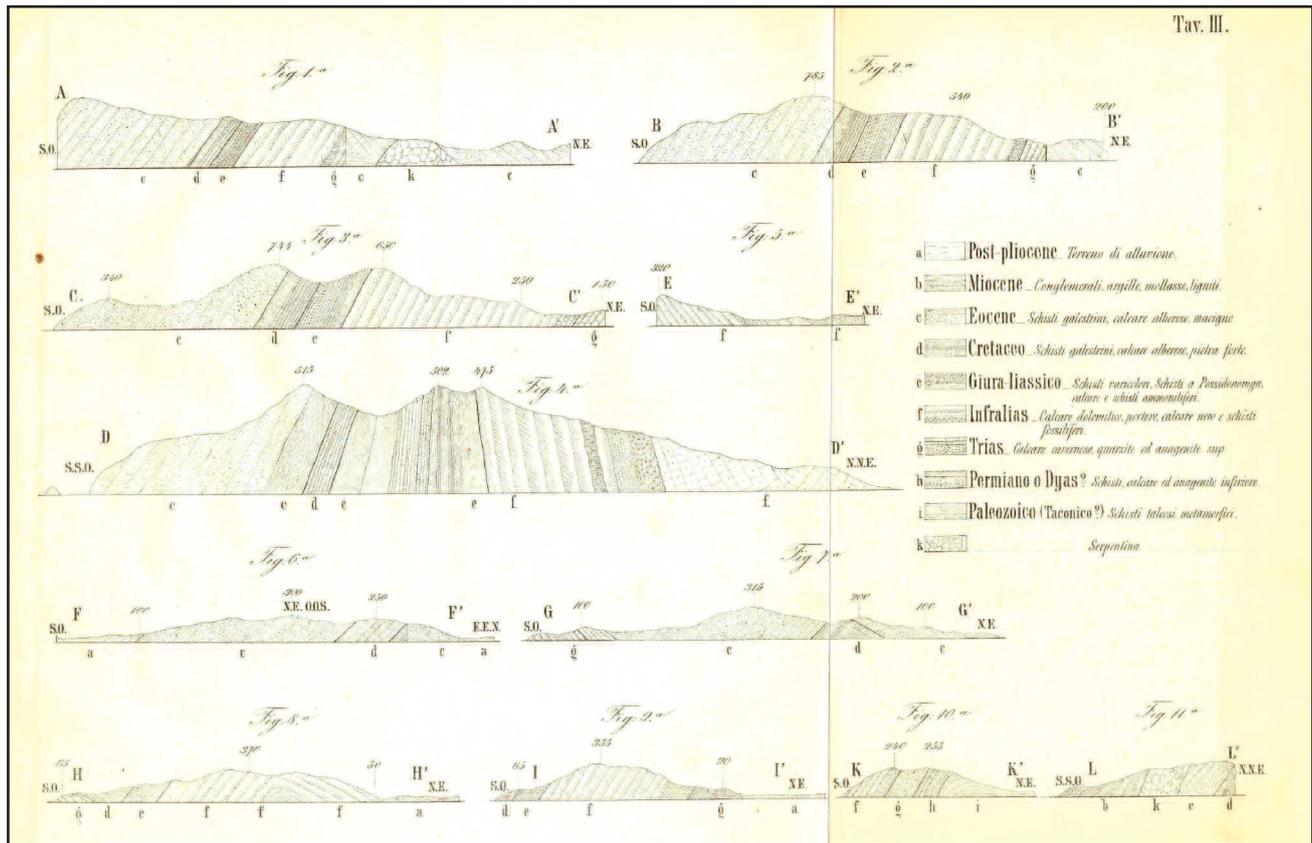


Fig. 17 – Sezioni geologiche relative alla “Carta geologica dei dintorni del Golfo della Spezia e Val di Magra inferiore”, di Giovanni Capellini (1864).
- Geological sections related to the “Carta geologica dei dintorni del Golfo della Spezia e Val di Magra inferiore”, drawn by Giovanni Capellini (1864).

sempre al sollevamento del Carpegna sia “che la formazione gessosa-solfifera, inclusa nel Miocene, [...] rimane interrotta [...] e riprende il suo andamento [...] nei monti di Macerata Feltria, nell’urbinate”, sia che “lo stesso terreno Pliocene è obbligato a seguirne tutte le inflessioni e fratture ed è pure costretto a disporsi in curva attorno alla parte inferiore della grande intumescenza della Carpegna”.

Conclude la sua breve relazione descrivendo in sintesi i terreni dei circondari di Cesena, Forlì e Rimini.

1.8.2. - Prefettura di Reggio Emilia: “Cenni geologici della Provincia di Reggio Emilia”

Il materiale inviato in data 20 marzo 1867 dalla Prefettura di Reggio Emilia, è stato redatto da Gaetano Mantovani (1844-1925), archeologo e storico, conservatore del Museo Spallanzani.

Mantovani inizia la relazione (fig. 18) enumerando gli Autori che nel passato si sono occupati dello studio del territorio emiliano senza però aver mai condotto studi approfonditi sulla costituzione geologica del territorio, tra cui Spallanzani e Vallisneri. Mantovani espone le sue osservazioni secondo un itinerario ideale che va dall’Appennino sino all’“agro reggiano” affermando di averle raccolte insieme a un suo amico “amatore di queste specialità di studi” Don Ignazio Natalini. Attribuisce i terreni della provincia reggiana alle “due formazioni terziaria e post terziaria, nel senso attribuito a queste dall’illustre geologo Ch. Lyell”. Secondo Mantovani i depositi più

antichi “si mostrano sotto l’aspetto di calcari schistosi di color bianco-giallo, raddrizzati formano il dorso della vetta del Monte Cusna” e dai calcari nummulitici. Al di sopra di questi calcari “riposano strati, ora più ora meno potenti, di arenaria macigno”. Continua descrivendo calcari scistosi che localmente passano ad ardesie e a “calcari friabili a frattura concoide” che egli confronta con depositi analoghi dell’Appennino toscano descritti da Meneghini, Savi e Murchison e che quindi attribuisce all’Eocene. Prosegue descrivendo un sedimento marnoso “turchino rossoastro” contenente ciottoli calcarei che “non dubita di affermare Post-Pliocenico” poiché contiene resti fossili vegetali di faggio. Ai piedi del versante montano, lungo il “profondissimo letto” del Fiume Secchia, rinviene “depositi di gessi e marne gessose”, che con acute osservazioni di natura stratigrafica, attribuisce al Miocene. Passa poi a descrivere “il Sasso di Bismantova che tanto pe’ suoi caratteri litologici quanto per le spoglie di animali marini che in esso riscontrandosi si deve riferire a depositi terziari antichi”. Descrive quindi i terreni contenenti minutissime sabbie gialle che ritiene plioceniche o mioceniche superiori; riscontra poi “qualche affioramento di terreno secondario (Cretaceo) come lo addimostrano alcuni Nautili, del gruppo dei radiati colà rinvenuti?” e terreni “con indizi di metalli, acqua termale, emanazioni gassose e depositi di ligniti”. Individua poi numerose località caratterizzate dalla presenza di rame nativo, bariti solfate, minerali di manganese, zolfo, ligniti e sorgenti petrolifere le quali “non formano che una parte integrante della grande zona dei petrolii dell’Emilia, minutamente studiata e descritta

dall'illustre geologo prof. Stoppani”.

I terreni della fascia pedemontana, partendo dal fiume Enza e procedendo verso est fino al fiume Secchia, sono “*esclusivamente formati di depositi pliocenici*” costituiti prevalentemente da gessi, conglomerati grossolani o minuti, breccia conchigliifera, marne turchine e sabbie gialle; nella bassa pianura individua depositi formati dalle alluvioni recenti.

Conclude lamentandosi della modesta attività scientifica degli studiosi locali e della mancanza di coordinamento dei vari scienziati auspicando un impulso allo sviluppo delle Scienze Naturali “*che non sono un mero trastullo di mente speculativa ma che sono [...] le solide basi all'agricoltura e all'industria*”.

1.9. - TOSCANA

1.9.1. – “Saggio sulla costituzione geologica della Provincia di Pisa”, di Gaspare Amidei

Dall'elenco delle relazioni inviate alla Sezione geologica risulta anche un manoscritto (disperso) di Gaspare Amidei, medico condotto del Mandamento di Volterra, che presumibilmente ha riassunto il contenuto del Saggio sulla costituzione geologica della Provincia di Pisa allegato al volume statistico (PROVINCIA DI PISA, 1863). In questo volume, il prefetto Torelli, “*giustamente apprezzando il bel lavoro dei dotti geologi [Savi e Meneghini] volle che a corredo del medesimo fossero riprodotte le due carte geologiche dei Monti Pisani e del Volterrano pubblicate dal Cav. Savi*”. A chiusura del volume risulta una breve esposizione di Meneghini sulle cave e miniere della Provincia Pisana (fig. 19).

1.9.2. – “Cenni geologici sul Campigliese”, di Tito Nardi

In archivio è presente la carta “*Cenni geologici sul Campigliese*” a firma di Tito Nardi; l'Autore risulta un addetto sovrintendente ai lavori delle miniere che frequentava il Gabinetto del Regio Istituto di Studi Superiori a Firenze, allora diretto da Igino Cocchi. La carta, tutto considerato piuttosto semplice, è riprodotta senza base topografica e si estende tra Castagneto e Campiglia; riporta sette unità di legenda e due indicazioni di tipo minerario, tra cui le “*Cave di Ferro*” di San Silvestro. La carta, la cui scala è indeterminabile, include gli “*Spaccati geologici delle rocce che compongono i monti del Campigliese marittimo*” (fig. 20).

1.9.3. – “Carta geologica della Versilia”, di Emilio Simi

Emilio Simi (1820-1875), naturalista di Stazzema (LU), in data 8 febbraio 1867, invia da Seravezza una “*Carta geologica della Versilia*” inquadrata sulla “*Pianta del Capitanato di Pietrasanta*”; si tratta di una carta disegnata a mano su una scala calcolata di 1:110.000 comprendente anche un “*Panorama geologico dell'Alpe della Versilia*”. La carta, oltre l'unità del basamento costituita dagli Scisti cristallini, è suddivisa in nove ulteriori litologie su basi cronostatigrafiche; in legenda riporta anche indicazioni per i materiali utili: “*Cave di marmo statuario; ordinario; Bardiglio Fiorito*” e miniere di cinabro e argento. Il panorama

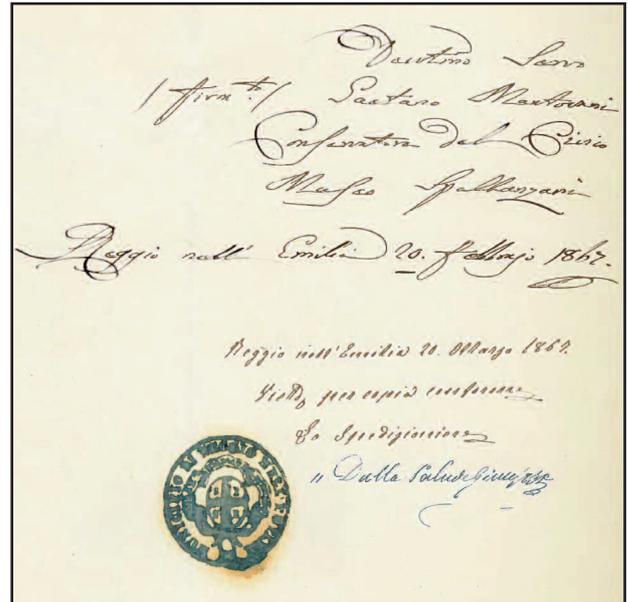


Fig. 18 – Stralcio della relazione geologica di Gaetano Mantovani, conservatore del Civico Museo Spallanzani di Reggio Emilia.
- Detail of the geological report written by Gaetano Mantovani, conservator of the Civico Museo Spallanzani in Reggio Emilia.

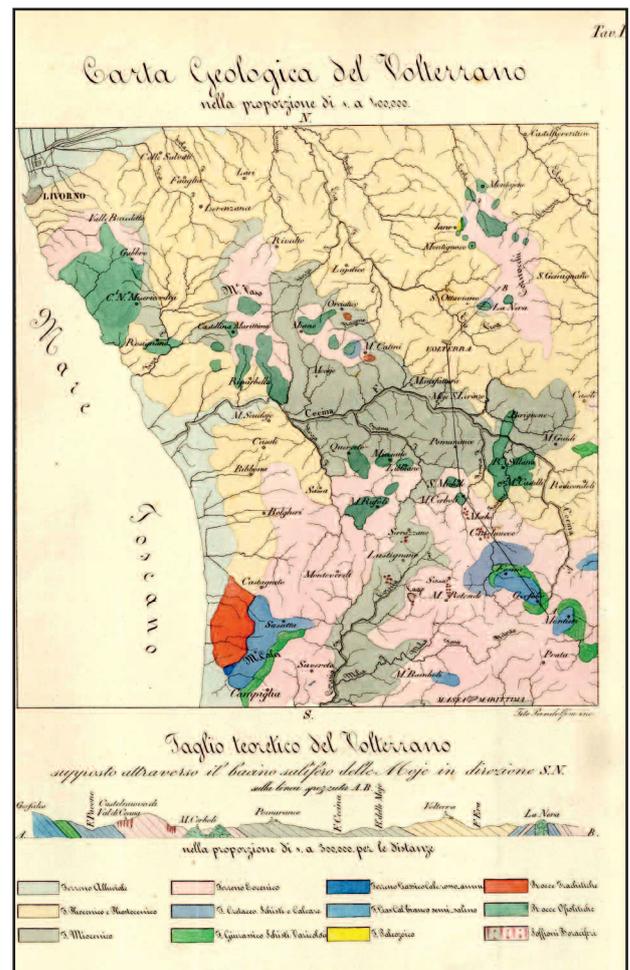


Fig. 19 – “Carta Geologica del Volterrano”, di Paolo Savi (1863).
- Geological map of the Volterra area, Paolo Savi (1863).

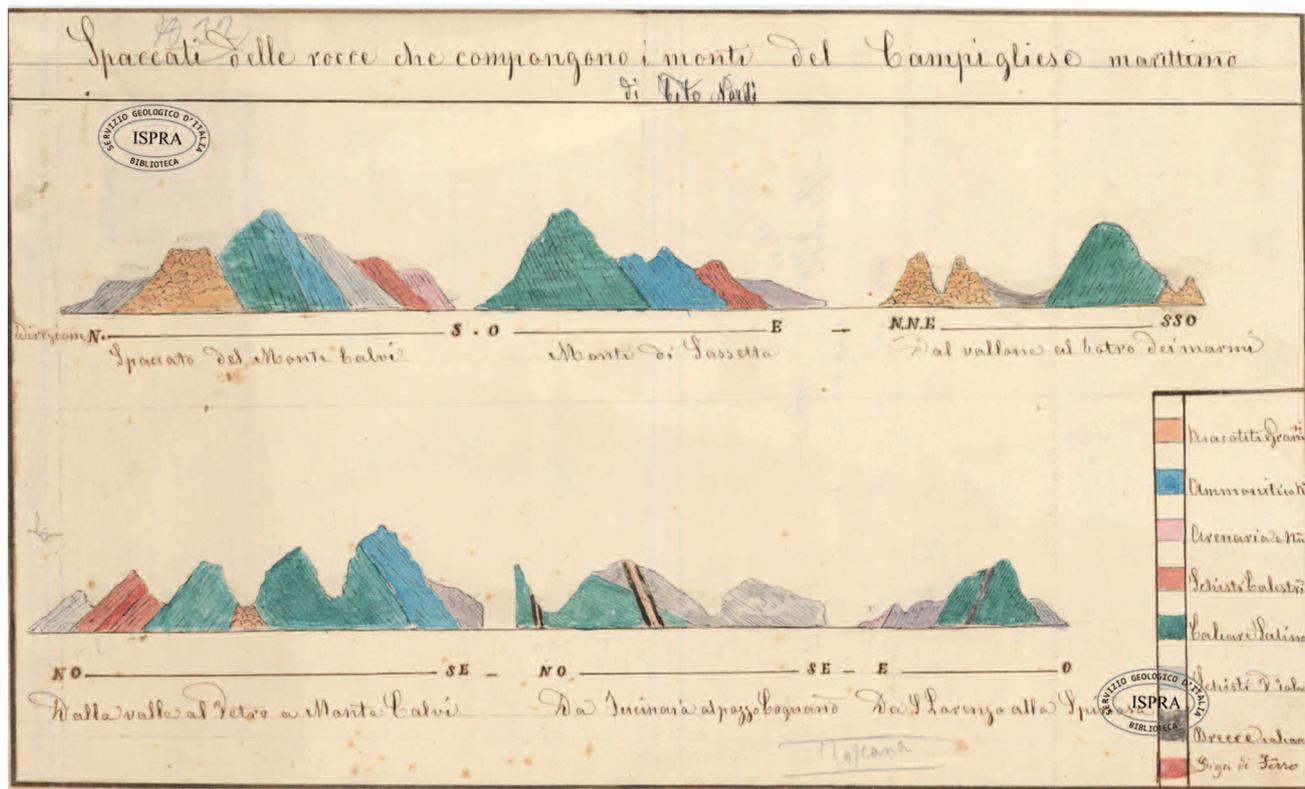


Fig. 20 - "Spaccati geologici delle rocce che compongono i monti del Campigliese marittimo", redatta da Tito Nardi nel 1867.
- Geological cross sections through the Campiglia Mountains (Tuscany); Tito Nardi, 1867.

geologico rappresenta, in forma prospettica, i caratteri geologici delle Alpi Apuane, da Monte Altissimo, Monte Corchia, Monte Pania fino a Monte Gabberi, utilizzando le stesse unità stratigrafiche della carta (fig. 21).

Simi invia, insieme alla carta, un saggio corografico dove illustra le risorse minerarie della Versilia, con note sulla geologia delle Alpi Apuane redatte da Paolo Savi (SIMI, 1855).

1.9.4. - Cartografia manoscritta della Toscana, di Igino Cocchi

Dal Rapporto della Giuria Internazionale dell'Esposizione, relativo al Gruppo II, classe 13, sezione III, Carte geologiche (JURY INTERNATIONAL, 1868), dove venivano elencati gli elaborati cartografici presentati a Parigi, risulta che Igino Cocchi espone, oltre alla carta in scala 1:600.000, anche i fogli geologici "Lucca" e "Massa Carrara" (fig. 22) in scala 1:50.000; questi ultimi ottenuti dall'ingrandimento della carta dell'Istituto Geografico di Vienna al 1:86.400. La suddivisione dei terreni segue le indicazioni suggerite da Cocchi nelle sue "Lezioni orali di geologia" (1864) per l'Italia centrale. Le parti lasciate bianche corrispondono a zone non ancora rilevate dall'Autore, in particolare la zona orientale del foglio Lucca. Le carte furono completate in seguito con i fogli "Castelnuovo di Garfagnana" e "Pietrasanta", presentati all'Expo di Vienna nel 1873. Cocchi aveva già realizzato la "Carta geologica dei dintorni di Firenze", in quattro fogli, sempre in scala 1:50.000, rimasta però inedita.

1.10. - MARCHE

1.10.1. - Prefettura di Ancona: "Notizie geologiche sul territorio anconetano"

Il materiale inviato dalla Deputazione provinciale di Ancona al è piuttosto corposo; nella lettera di accompagnamento si elenca con dettaglio l'intera spedizione: la prima indicazione riguarda l'opuscolo realizzato dai famosi naturalisti-geologi Alessandro Spada-Lavini (1800-1876) in collaborazione con Antonio Orsini (1788-1870), il famoso "Quelques observations géologiques sur les Apennins de l'Italie centrale" che, essendo pubblicato sul Bollettino della Società Geologica francese, non venne allegato (SPADA LAVINI & ORSINI, 1855).

Degli stessi Autori è anche una tavola, inviata dal Preside del R. Istituto di Agronomia e Agrimensura di Jesi e disegnata dall'allievo Pio Chiodi, contenente "Osservazioni geologiche" e "Spaccati geologici della parte di versante Adriatico compresa tra il Monte Conero e l'Esino" (fig. 23). La tavola riporta quattro sezioni geologiche tracciate in senso longitudinale dall'Appennino verso la costa adriatica, e una sezione sintetica della successione sedimentaria ricostruita nei transetti eseguiti in senso ovest-est. La successione inizia dalle unità giurassiche inferiori proseguendo fino ai termini pliocenici e post-pliocenici riassumendo le formazioni caratteristiche della successione umbro-marchigiana. Di particolare interesse risulta l'ipotesi che gli Autori fanno sugli olistoliti calcarei trasportati sulle unità argillose liguri



Fig. 21 – “Carta Geologica della Versilia”; esemplare unico manoscritto, redatto da Emilio Simi, 1867.
- Geological Map of the Versilia area, Tuscany. Rare manuscript drawn by Emilio Simi, 1867.

che, interpretati correttamente nel settore più interno (Sasso Simone e Monte Monaco), vengono rappresentati in successione stratigrafica sulle unità sottostanti nella parte più esterna. Un'intuizione interessante, che anticipa di molti anni l'interpretazione strutturale della catena dei Monti Sibillini, è rappresentata nella sezione “Monte Vettore - Grottamare” dove il fronte della catena poggia con un netto contatto tettonico sui prospicienti depositi cretaceo-miocenici.

Una seconda parte, più consistente, è rappresentata da materiale fornito da Francesco De Bosis (1832-1883), ingegnere, meteorologo, geologo e insegnante di scienze naturali, chimica e fisica presso il Regio Istituto Tecnico di Ancona.

De Bosis invia “*lavori editi ed inediti, che finora si conoscono, intorno le condizioni geologiche del territorio anconetano*” insieme a “*una raccolta di pesci fossili delle giogaje Senigalliesi*”, con preghiera che “*esaurito il motivo per cui è inviata al Ministero, passi al Museo di Storia naturale di Firenze, [...] secondo il desiderio del Naturalista Cocchi*”. Invia anche quattro opuscoli intitolati “*Il Montagnolo; Ancona e dintorni; I Minerali utili delle Marche; Collezione Baroni dei minerali*”; questi opuscoli costituiscono pubblicazioni redatte da De Bosis negli anni compresi fra il 1859 e il

1861. Invia, inoltre, la monografia “*La Grotta degli Schiavi presso Ancona*” del 1861 nella quale illustra i rinvenimenti effettuati negli scavi e due schemi con la pianta della cavità.

De Bosis allega il manoscritto “*Notizie geologiche del territorio anconetano*” in due parti, rimasto poi inedito. Nella prima parte descrive le “*condizioni stratigrafiche*”, affermando che “*i naturalisti poco sanno finora del nostro suolo, non essendo stati molti gli scritti in proposito pubblicati [...] perché come spesso è avvenuto nella nostra Italia divisa da politiche barriere, non incoraggiata in tal genere di esplorazioni, mal si conobbero nei luoghi puranco che erano stati illustrati*”. Continua descrivendo alcuni ritrovamenti paleontologici effettuati da Saracini sul territorio anconetano (balena, piante fossili, pesci, etc.).

La relazione prosegue con una descrizione del fondale del Mar Adriatico, limitato al tratto settentrionale, a nord della linea tra Ancona e Zara, identificando i depositi sabbioso-argilosi come “*derivanti dalla ricorrenza dei fiumi e dall'andamento della corrente propria del nostro mare, non è se non una sovrapposizione posteriore ed accidentale al vero fondo calcareo*”. La seconda parte della relazione è dedicata all'analisi delle litologie e del loro contenuto fossilifero, ponendo particolare attenzione alla classifi-



Fig. 22 – Carta geologica di Massa Carrara, scala 1:30.000 (Igino Cocchi, 1873).
- Geological map of Massa Carrara, Tuscany; 1:30.000 scale (Igino Cocchi, 1873).

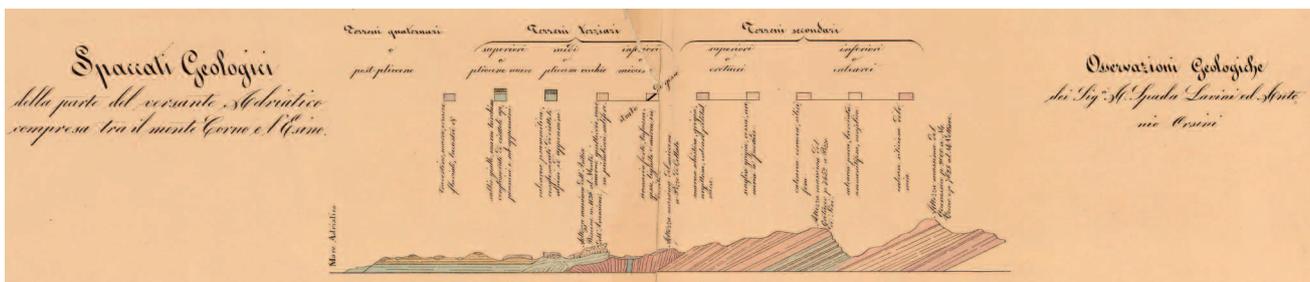


Fig. 23 – “Spaccati geologici della parte del versante Adriatico compresa tra Monte Corno e l’Esino” (tratti da SPADA LAVINI & ORSINI, 1867). Esemplare unico manoscritto.
- Geological section of the area between the M. Corno and Esino river (from SPADA LAVINI & ORSINI, 1867), Marche. Rare manuscript drawn by Pio Chiodi.

cazione sistematica e alla posizione stratigrafica degli esemplari fossili.

Acclude alla consegna un originalissimo “Specchio generale delle principali rocce dei Dintorni di Ancona, facendo conoscere la stratificazione del Monte Conero e degli altri nostri colli” (fig. 24). Lo schema riporta, in senso stratigrafico, le rocce del circondario anconetano: per il Giurassico indica il “Calcere a lastre (simile alla pietra d’Istria) e il Calcere bianco (pietra da fabbrica e da calce)”; prosegue per il Cretacico descrivendo il “Calcere bigio, bianco, carnicino (pietra a soletti e travertino) e con gli Schisti marnosi (gengone)”. Attribuisce all’Eocene il “Calcere impuro bigio (gengone), e

il Calcere tenero argilloso bianco-giallastro (gengone)”.

Il Miocene è caratterizzato dalla “Calce solfata (gesso), dalla Marna indurita (genga) e dall’Arenaria o macigno miocenico detto volgarmente pietra selce”. Del Pliocene, invece, sono la “Marna argillosa o sabbia gialla, l’Arenaria gialla (tufo) e l’Arena silico-calcarea con ghiaie e piccoli strati di arenaria”. La tavola, decorata artisticamente con caratteri antropomorfi, risulta disegnata dall’incisore Lucci.

De Bosis consegna, inoltre, un “Quadro dei terreni miocenici perforati nella trivellazione Modenese della Valle di Pennacchiara in Ancona dal 22 agosto 1853 al 9 gennaio 1857”. In questo schema riporta la stratigrafia studiata

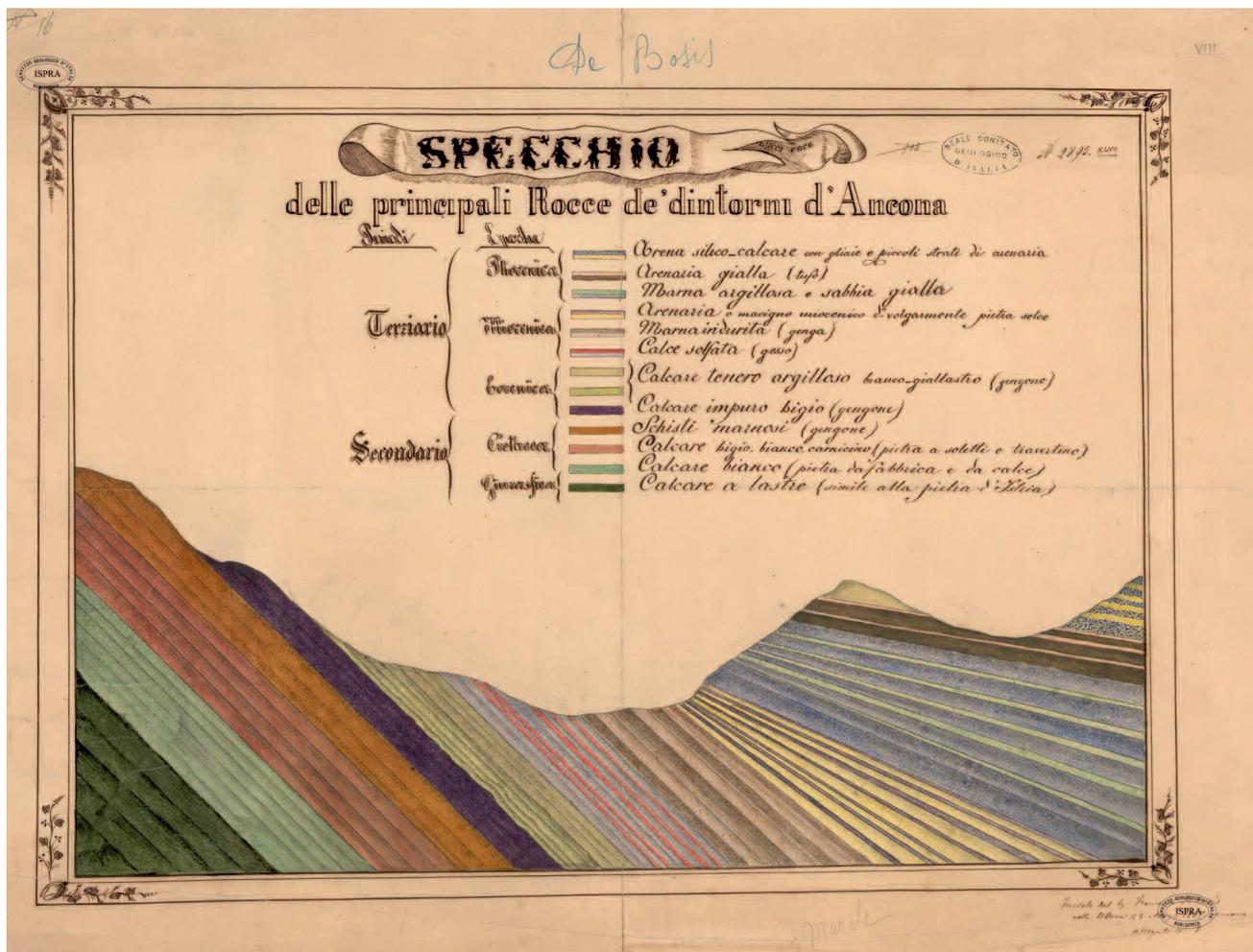


Fig. 24 – L'originale "Specchio generale delle principali rocce dei Dintorni di Ancona, facendo conoscere la stratificazione del Monte Conero e degli altri nostri colli", redatto da Francesco De Bosis.

- The stratigraphic sketch of the surroundings of Ancona and Monte Conero, drawn by Francesco De Bosis.

durante la perforazione effettuata nella Valle di Panocchiera, al centro della città di Ancona, in quella che oggi è Piazza Cavour.

Il Preside dell'Istituto Tecnico di Fabriano invia alla Prefettura un opuscolo di Giosafat Rossi Castellano su "Il clima di Fabriano" e "Fossili del Monte Catria e Monti adiacenti" scoperti dall'abate Albertino Bellenghi da Forlì.

1.10.2. – Prefettura di Ascoli Piceno: "Descrizione della Carta geologica della Provincia d'Ascoli Piceno"

Il manoscritto dal titolo "Descrizione della Carta geologica della Provincia d'Ascoli-Piceno" consta di 5 pagine redatte dal prof. Antonio Orsini; probabilmente la stesura del testo è stata eseguita da uno scrivano, per lo stile calligrafico preciso e lineare, ben diverso dalla firma dell'Autore, incerta e tremolante, di un uomo di ormai 79 anni. La relazione è stata redatta ad Ascoli-Piceno il 28 febbraio 1867 e ricevuta dal Prefetto della stessa città.

Nella relazione, Orsini descrive la "Carta geologica della provincia d'Ascoli-Piceno" allegata all'invio della documentazione (fig. 25); si rammarica del fatto che la

carta, iniziata molto tempo prima, non abbia potuto comprendere la Provincia napoletana per colpa di "un ordine improvviso della polizia Borbonica".

Prosegue ricordando che la carta era redatta con colori diversi da quelli utilizzati nella redazione della "Memoria geologica sull'Appennino Italiano" pubblicata nel 1855 insieme ad Alessandro Spada Lavini (SPADA LAVINI & ORSINI, 1855) facendo aggiungere da un "Ingegnere" la rete stradale e ferroviaria, sebbene non richiesta. Prosegue poi descrivendo le unità cartografate, iniziando da quelle quaternarie. Indica la presenza di una "casella" nel "Pliocene", marcata con la lettera "a" ed evidenziata con puntinato, con la quale cartografa "l'Arragonita, che forma un banco esteso della potenza di 10, 12 m sull'Acquasanta, impiantato sul Travertino che forma la principale ricchezza di questa Provincia dal lato artistico". Lo stesso banco riveste interesse scientifico "perché presenta una Flora ricca di Filliti, Carpoliti, con qualche rara Antholite: una più ricca è la Fauna di Molluschi terrestri, Fluviatili, Lacustri e Palustri, non mancano però anche qualche quadrupede, come il Bove, dei Cervi e dei Cinghiali?"; fossili che Orsini raccolse e con diligenza ordinò nel suo Gabinetto di Scienze naturali.

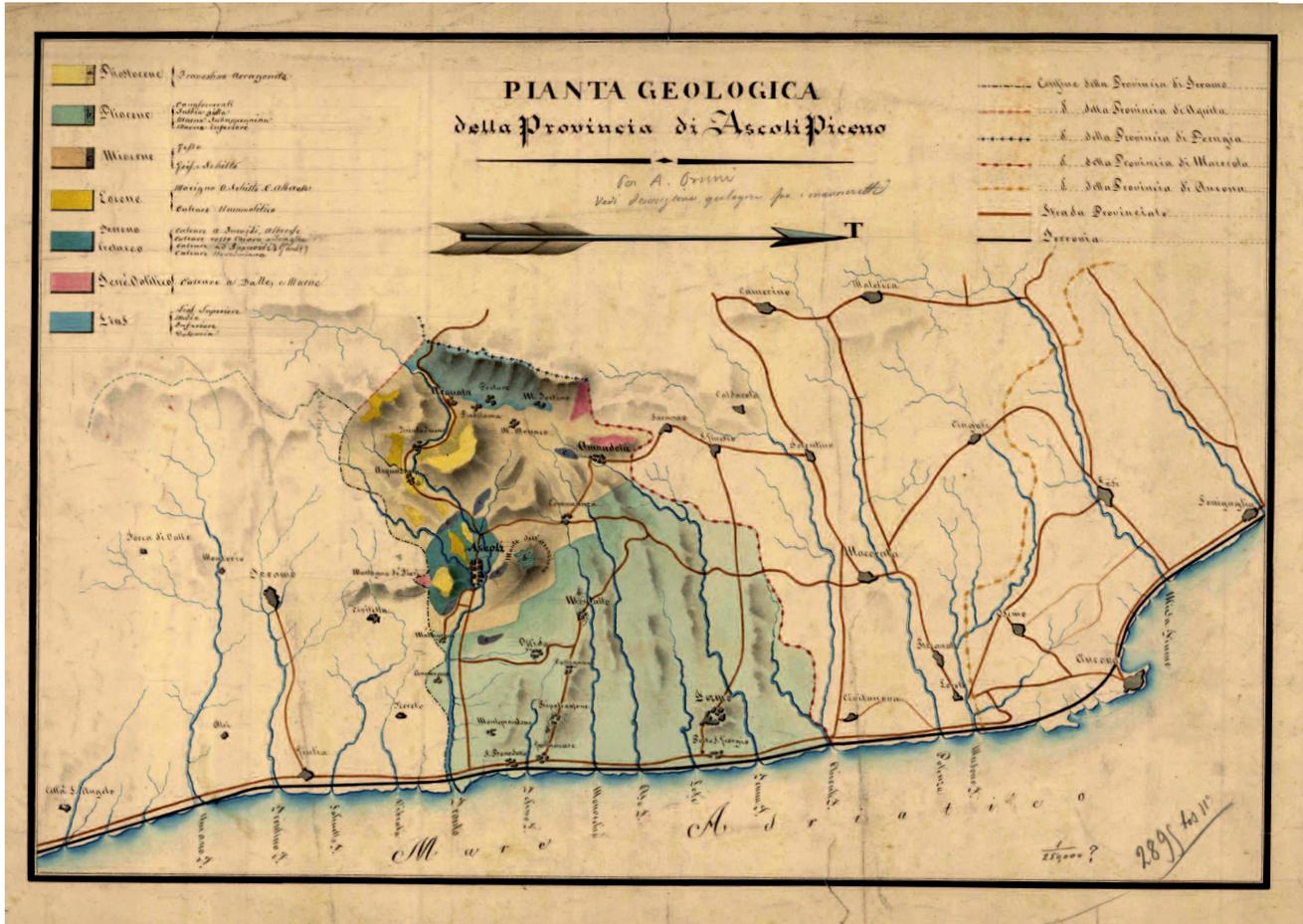


Fig. 25 - "Carta geologica della provincia d'Ascoli-Piceno". Esemplare unico manoscritto, redatto da Antonio Orsini, 1867.
- Geological Map of Ascoli Piceno, Marche. Rare manuscript drawn by Antonio Orsini, 1867.

La seconda casella, verde chiaro, è differenziata anch'essa con un puntinato marcato dalla lettera "b", che distingue i depositi conglomeratici "or sciolti ed ora saldati insieme da un cemento calcareo" come sul Monte dell'Ascensione; negli stessi depositi, presso Ripatransone, Orsini rinviene "avanzi di animali giganteschi come Elefanti, Ippopotami, Iene, Leonⁱ", i cui resti sono conservati nel suo Gabinetto.

Prosegue poi descrivendo la casella "Miocene", anch'essa caratterizzata con soprassegno più scuro marcato con lettera "c" che "denota il Gesso di quella formazione, incomparabile per la sua qualità plastica e pel buon prezzo, circola non solo nella Provincia ma anche fuori: questa roccia manifestasi quasi sempre stratificata, e ben spesso la superficie è rivestita di limpidissimi cristallini di zolfo, queste lastre rappresentano magnifiche venature variopinte a modo di belli marmi".

Chiude la relazione vantando le lodi geologiche del suo territorio, dicendo che "Ascoli presentasi al Geologo in un modo interessante per la sua situazione nel bacino di un gran centro a pochi chilometri dall'Adriatico e dall'Appennino".

La sua carta, in realtà, rappresenta altre unità: da quelle dell'"Eocene" (Macigno o Schisto e Alberese; Calcare Nummulitico), a quelle del "Terreno Cretaceo" (Calcare a Fucoidi, Alberese; Calcare rosso Chiaro o Scaglia; Calcare ad Ippuriti, Calcare Neocomiano), al "Terreno Oolitico" (Calcare a Dalle, e Marne), al "Lias"

(Lias Superiore; Medio; Inferiore; Dolomia).

Orsini, quindi preferisce mettere in evidenza prevalentemente i caratteri lito-mineralogici del suo territorio piuttosto che gli aspetti geologici generali, appena accennati nella sua relazione.

Ad Ascoli Piceno, città natale di Orsini, presso il Museo Naturalistico a lui dedicato, sono conservate le raccolte dello scienziato che comprendono collezioni di oritognostica, geognostica, paleontologia, conchiglie marine, terrestri e d'acqua dolce.

1.10.3. - "Cenni geologici Monte Catria (Gubbio)", di Raffaele Piccinini

La relazione di Artemio (don Raffaele) Piccinini (1826-1884), naturalista, socio corrispondente dell'Accademia dei Lincei e docente di Scienze naturali nell'Istituto Tecnico di Pergola, illustra con dovizia di particolari la geologia e la paleontologia del Monte Catria, descrivendone quasi ogni singolo affioramento, intitolandola "Monografia del Lias Medio". Negli anni 1869-70, Piccinini amplia questo scritto estendendo i suoi studi geologici all'intero Appennino centrale (PICCININI, 1869-70). Questa sua profonda conoscenza del territorio lo spinge a essere, nell'incipit del suo scritto, estremamente critico verso Orsini e Spada

Lavini; dopo averli accompagnati in escursione nel settembre 1852 proprio sul Monte Catria, i due scienziati marchigiani avevano descritto, nel loro lavoro sul Bollettino della Società Geologica Francese (SPADA LAVINI & ORSINI, 1855), anche aspetti caratteristici di questo settore dell'Appennino marchigiano. Nella sua relazione Piccinini afferma infatti che “questa immensa formazione, che costituisce il nucleo centrale della nostra montagna, dai geologi anteriori era stata confusa con il Calcarea ippuritica e scambiata sempre con roccia di data più recente. È fin dal 1852 quando ebbi l'onore di accompagnare nella peregrinazione scientifica che fecero al Catria e al M.te Cucco i ch. Orsini e Spada, che io concepì dei sospetti per la natura di questa roccia, e provavo una certa ripugnanza nel doverla riferire al Calcarea ippuritica per la ragione che sempre e comunque la si trova subordinata ai terreni che dai suddetti avevo appreso a riguardare come i più antichi delle nostre formazioni liassiche, senza che vi si apparisse mai la minima traccia di discordanza o di dislocazione che avrebbe potuto invertire o mascherare l'ordine successivo delle rocce; ma in ossequio al senno di uomini così autorevoli nella scienza io non osava così esporre i miei sospetti e mio malgrado mi rassegnava all'altrui modo di vedere fintantochè mi venne fatto di trovare nei strati superiori e più recenti del calcarea in discorso ad un'altezza di più di 1000 metri sul mare; nell'ottobre del 1865 un fossile che dal prof. Meneghini fu inappellabilmente sentenziato essere l'*Avicula Janus*, ed egli la dava come specie caratteristica del Lias inferiore; allora i miei dubbi intorno all'antichità della problematica roccia divennero matematica certezza, in quanto perfettissimo ordine di sovrapposizione si ravvisava nelle attigue zone. Tutte disposte con la maggiore desiderabile concordanza di stratificazione, tutte effettivamente eccezionalmente parallele tra loro: fu allora che chiesi a me stesso “tutta quella immensa mole di calcarea di centinaia e centinaia di metri di potenza, che osto sta in perfetta concordanza ai strati ove si rinviene l'*Avicula Janus*, a che sorta di terreno potrà riferirsi?”. Il dubbio di Piccinini si risolse l'anno successivo, nel marzo 1866, dopo lo scioglimento delle nevi invernali, effettuando una nuova spedizione in montagna con la raccolta di campioni di rocce e fossili analizzati, in seguito, dal prof. Meneghini.

I risultati di quest'ultimo confermarono le ipotesi di Piccinini in virtù del ritrovamento “di una roccia calcarea cristallina brecciforme, dolomitica: forma litologica differente da quelle che finora conosco nel Lias apenninico”, ipotizzando addirittura una datazione al Triassico, per analogia con il Calcarea di Esino e per la presenza di *Chemnitzia*; “questa potrebbe essere una nuova scoperta, giacché nessuno ha finora trovato nell'Appennino il Trias”.

Piccinini continua la sua descrizione ricordando i suoi ritrovamenti “nel deposito oolitico del Grottone, il più ricco e più importante ammasso fossilifero che sia nel Monte Catria, da me scoperto nell'ottobre del 1865. In questo deposito che in modo mirabile e strano si mescolano e si confondono insieme fossili caratteristici e propri di diversi piani secondo le dottrine del D'Orbigny; quindi l'uso del martello rivela un immenso mondo nuovo al geologo prevenuto dalle scolastiche teorie; e si rimane sorpresi nel trovare, non dico nello stesso gruppo ma nel medesimo strato o in un masso di pochi piedi cubici di volume a lato dell'*Ammonites bispinosus* Ziet. fossile del piano Oxfordiano, l'*Ammonite compsus* Oppel e l'*Ammonite coronatus* Brug. entrambi confinati dalla scuola francese nel

piano Calloviano: e misti coi precedenti, caratteristico del piano Bajociano, l'*Amm. eudesianus* D'Orb. e proprio dell'etage Batonien l'*Amm. kudernabski* Hauer e lo stesso dicasi di altri molti” (fig. 26).

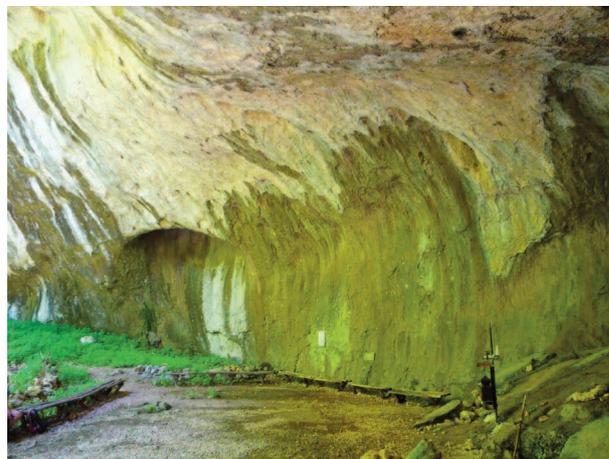


Fig. 26 – Il Grottone, alle pendici meridionali del monte Roma nel gruppo del Catria, in prossimità del monastero di Fonte Avellana (foto Simone Fabbri). – The Grottone, at southern side of Mount Roma in the Catria group, near Fonte Avellana monastery.

1.10.4. – “Carta geologica di San Marino”, di Giuseppe Scarabelli Gommi Flamini

Tra gli invii pervenuti alla Commissione da parte dei singoli scienziati, risultano i due lavori realizzati dal geologo romagnolo Giuseppe Scarabelli Gommi Flamini (1820-1905).

La “Carta geologica di San Marino”, allegata al lavoro “*Studi geologici sul territorio della Repubblica S. Marino*”, venne pubblicata nel 1851.

La carta descrive la geologia dell'area circostante la Repubblica di San Marino mettendo in evidenza i rapporti stratigrafici fra le unità mioceniche e plioceniche. È interessante notare, nelle sezioni allegate alla carta, la spiegazione che Scarabelli dà alle rocche costituite da “arenaria calcarea con denti di pesce (t. Miocene)”: “dall'unita carta geologica, e dai tagli quivi apparenti, si vedrà il Titano ed il Faltogno, continuazione del masso di San Leo essere i più elevati monti formati dall'arenaria, ed aventi una uniforme inclinazione; mentre il Cerreto, il Monte Cucco, ed il Monte Maggio, quantunque parte di un tutto medesimo, geologicamente riguardati, sono in posizioni differenti; in quelle cioè, in cui vennero spinti dal vario modo di pronunciarsi delle forze sollevatrici” (fig. 27).

Il secondo invio è rappresentato dalla “Carta geologica del Senigalliese e dell'Anconitano”, del 1857, allegata al lavoro del 1859 “*Studi sulla flora fossile e geologia stratigrafica del Senigalliese*” suddiviso in due diverse parti: una prima di carattere geologico-stratigrafico redatta da Scarabelli e una seconda, di carattere paleontologico, di Abramo Massalongo.

Questa carta riproduce, con elementi anticipatori di una moderna cartografia, il territorio compreso fra il fronte della catena appenninica e il Mar Adriatico,

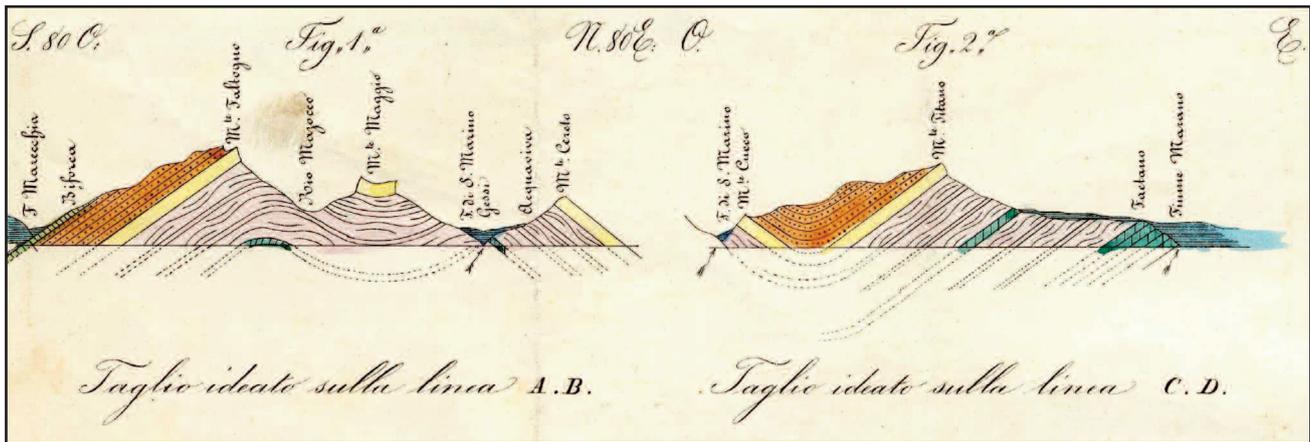


Fig. 27 – “Carta geologica di San Marino” (Giuseppe Scarabelli Gommi Flamini, 1851).
- Geological sections enclosed in the geological map of San Marino Republic (Giuseppe Scarabelli Gommi Flamini, 1851).

tra i Fiumi Metauro e Musone. Gran parte del territorio è interessato dai terreni terziari, per i quali individua l'assetto anticlinale; di estremo interesse è la rappresentazione, evidenziata nella sezione C-D, del contatto, che Scarabelli chiama “*spostamento (faillies)*”, tra i terreni cretaci “*Calcari impuri bigi, bianchi e carnicini*” e le “*Molasse e argille scistose*” mioceniche. Un altro elemento di modernità è rappresentato dall'uso del termine “*Antropico*” associato al Quaternario nell'unità “*Attuale e Diluviana*”. La carta riproduce anche la struttura del “*Monte Conaro*” che, nel testo illustrativo, descrive con dovizia di particolari; per rappresentare al meglio il Conero, che Scarabelli disegna come un'anticlinale bordata a NW da uno “*spostamento*”, viene usata una scala doppia rispetto alle altre sezioni (fig. 28).

Per evidenziare la “*ripetizione*” della successione dei “*gessi miocenici*”, Scarabelli disegna una specifica sezione (la traccia E-F) nella quale ipotizza uno “*spostamento*” che decorre, in direzione SW-NE, nell'alveo del fiume Misa.

1.11. - LAZIO

1.11.1. – “Cartografia del Lazio”, di Giuseppe Ponzi

Per il Lazio, Giuseppe Ponzi (1805-1955) presenta in maniera autonoma all'Esposizione di Parigi una

serie di carte manoscritte frutto dei suoi studi, tra cui la famosa “*Carta corografica dello Stato Pontificio*” in scala 1:256.000 (inedita, completata nel 1849), pietra miliare nella rappresentazione territoriale dell'Italia centrale. Negli anni immediatamente precedenti, Ponzi aveva redatto una serie di carte che, probabilmente, furono utilizzate da Cocchi per la redazione della Carta al 600.000, tutte riferite al territorio pontificio (Monti della Tolfa, Bacino del Tevere, Vulcani laziali, ecc.).

In quel periodo Ponzi era il massimo esponente della scuola geologica romana, avendo ottenuto nel 1854 l'insegnamento di Mineralogia alla Sapienza e nel 1864 la prima cattedra di Geologia presso l'Archiginnasio romano, voluta da Pio IX.

1.11.2. – “Sezioni geologiche annesse alla Carta geologica del Bacino del Melfa”, di Gaetano Tenore

Gaetano Tenore (1826-1903), professore di mineralogia e geologia nella Scuola d'Ingegneria di Napoli, ingegnere del Genio Civile, invia da Caserta, nel marzo 1867, una tavola manoscritta con “*Sezioni geologiche annesse alla Carta geologica del Bacino del Melfa*”. Questa tavola è stata rinvenuta inclusa nel volume “*Ragguaglio sulle miniere di ferro nel distretto di Sora e sui lavori della commissione destinata a ricercarle durante gli anni 1853-54-55*” (TENORE, 1863). Questo lavoro, e le sezioni allegate, fanno riferimento a una “*Carta geologica del Bacino del Melfa*” che, però, non è

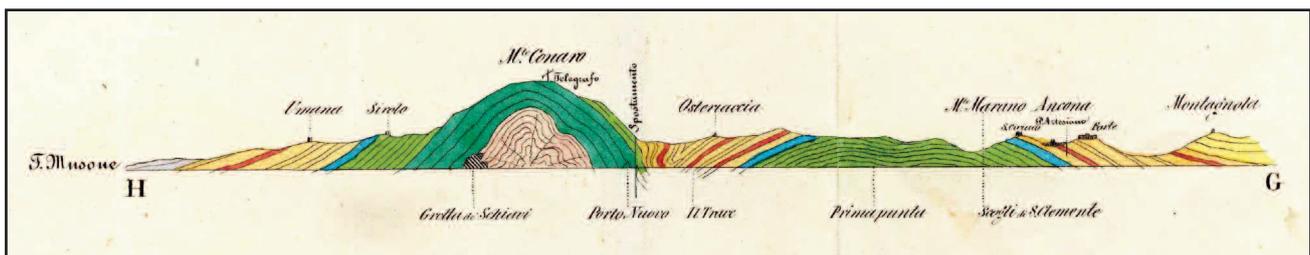


Fig. 28 – “Sezioni geologiche tratte da “Carta geologica del Senigalliese e dell’Anconitano”, Giuseppe Scarabelli Gommi Flamini, 1857.
- Geological sections enclosed in the geological map of Senigallia and Ancona, Marche, Giuseppe Scarabelli Gommi Flamini, 1857.

stata rinvenuta. L'Autore pubblicò poi a Napoli, nel 1872, il "Saggio di carta geologica della Terra di Lavoro" in scala 1:280.000, nella quale figurano le stesse sezioni riprodotte nella tavola originale.

Tenore riporta due sezioni: una spezzata che, partendo dalla Valle di Canneto passa per Settefrati, attraverso i depositi miocenici in corrispondenza della "Torre di Gallinarò", arriva ad Alvito alle pendici del Monte Prato; una seconda parte da Monti di Pratoroveto e, passando per Colle Tamburo, finisce sul Monte dell'Omo dove è indicato l'accesso alle miniere "posto a 320 m dal fondo valle".

Le sezioni riportano indicazioni di carattere geologico con legenda suddivisa in 10 unità: dalla 'calcareo appenninica', "la quale vi si rinviene con diversa struttura, formando molte varietà, tra le quali le più frequenti sono: la granellosa, la brecciforme e la compatta", al macigno, Arenarie e Conglomerati, per finire con le "Argille diluviane con Limonite piriforme (Post-Pliocenico o Diluviano)" e le "Alluvioni relitte dai torrenti e spiagge (Attuale o Recente)".

Indica poi, con specifica simbologia, l'ubicazione delle miniere di "ferro ossidato idrato (limonite)" nelle diverse varietà: compatta Fe, terrosa Fe², oolitica Fe³,

pisiforme Fe⁴ e, con simbolo Bit, le "Emanazioni bituminose o di petrolio nella calcarea" (fig. 29).

1.12. - ABRUZZO

In merito al territorio abruzzese, risulta l'invio alla Commissione di due relazioni: una dell'ing. Giovanni Mazzella, "Pianta della provincia di Abruzzo Citeriore in scala 1:166.000, nella quale dall'autore sono indicati con numeri le rocce, minerali e fossili che vi si presentano, annessa ad un manoscritto con il titolo: Notizie sulla formazione geologica della provincia di Abruzzo Citeriore (Chieti)"; un secondo manoscritto di Raffaele Quartapelle, chimico farmacista, intitolata "Dati sulla costituzione geologica della Provincia di Abruzzo Ulteriore P". Purtroppo, entrambi gli elaborati risultano dispersi.

1.13. - PUGLIA

Anche la relazione manoscritta del Prefetto di Lecce, relativa a "Cenni geologici del Circondario di Gallipoli", che risulta inviata alla Commissione, non è stata rinvenuta nell'Archivio della Biblioteca ISPRA.

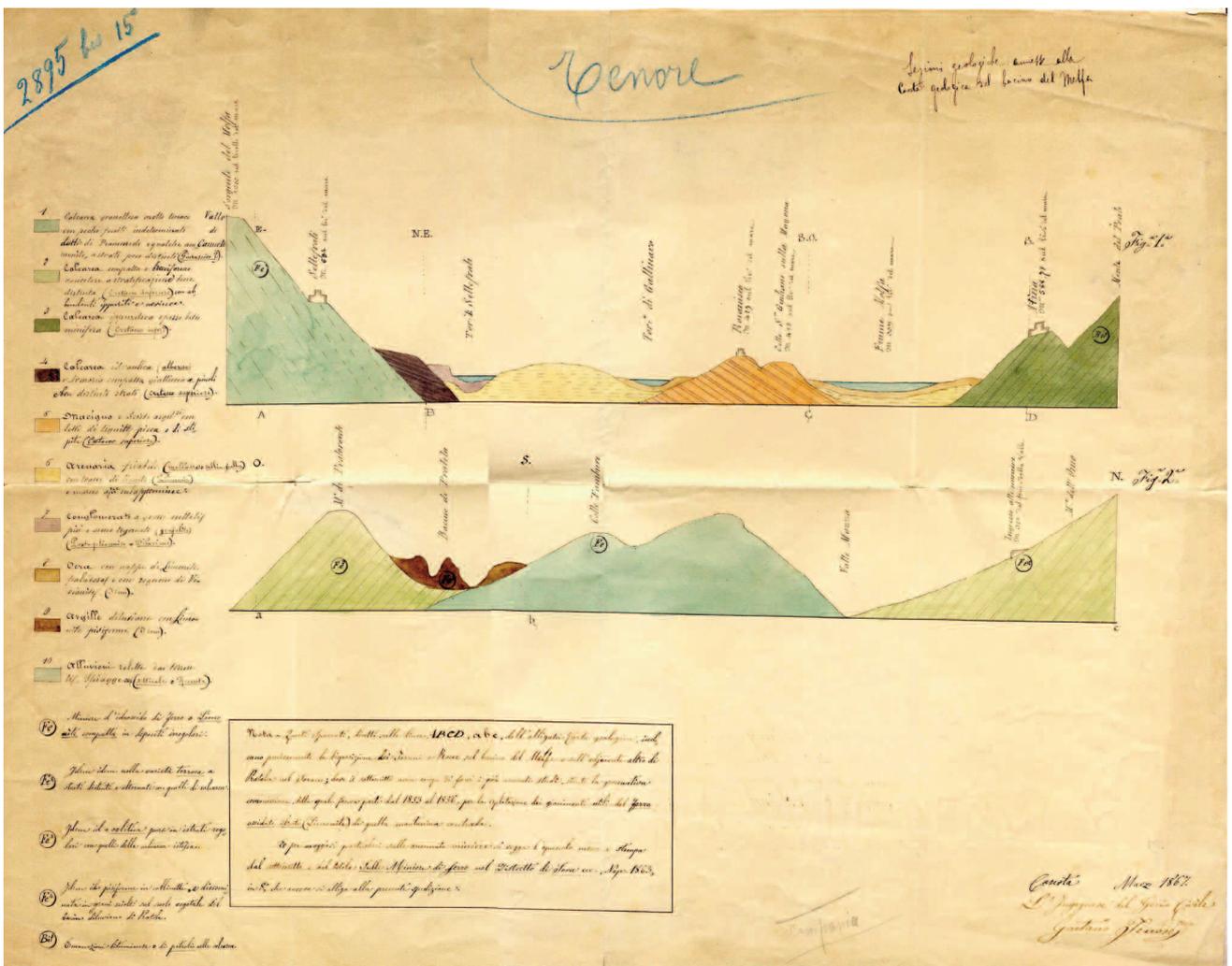


Fig. 29 – "Sezioni geologiche annesse alla Carta geologica del Bacino del Melfa", Gaetano Tenore, 1863.
- Manuscript geological sections enclosed in the Geological map of the Melfa Basin, Latium, Gaetano Tenore, 1863.

1.14. – CALABRIA

1.14.1. – Prefettura di Calabria Ultra Prima (Reggio Calabria): “Descrizione geologica della Calabria Ultra Prima”

La relazione redatta dall'Ing. S. Giancossi risulta, come da nota a margine della stessa, allegata a una Nota inviata dalla Prefettura di Calabria Ultra Prima (Reggio) in data 4 giugno 1867, con carta allegata.

La relazione dal titolo “Descrizione Geologica della Calabria Ultra Prima” inizia con un capoverso assertivo molto efficace: “Descrivere la Calabria 1^a sotto al riguardo geologico sarebbe lo stesso che ripetere quasi tutte le specie di rocce dall'epoca cristallina fino alla più recente diluviana giacchè quasi tutte sono contenute [...] in questa piccola parte estrema della penisola italiana”.

Nel testo Giancossi fa una disamina delle stratificazioni e formazioni dei terreni che si susseguono da Capo Vaticano a Capo Stilo, descritte attraverso un itinerario ideale dal Mar Ionio al Mar Tirreno; a questa fa poi seguito una descrizione rappresentata in una sezione geologica a margine della carta allegata, analogamente a quanto pubblicato da PILLA (1836) (fig. 30). La relazione descrive le unità geologiche rappresentate in sezione, enumerate da 1 a 10, descrivendone i caratteri litologici e, genericamente, il contenuto fossilifero e mineralogico.

1.14.2. - Prefettura di Reggio Calabria: “Cenni geologici sulla provincia di Reggio Calabria”

Con una Nota del 4 giugno 1867, viene spedita dalla Prefettura di Reggio Calabria una relazione redatta da Basilio Lofaro, laureato in medicina, geologo, professore di Storia Naturale al R. Liceo Ginnasiale di Reggio Calabria, che introduce la “Costituzione geologica della Provincia di Reggio Calabria”, preceduta da uno “schiaramento”, ossia una introduzione:

“L'acclusa scritta motivata da gentile richiesta del Sig. Ministro dell'Agricoltura onde servir potesse pella sua parte alla formazione della Gran Carta geologica di nostra Italia, già vicina a pubblicarsi, non è che il sunto più sommario di ben 14 monografie compilate dallo scrivente sopra luogo dal 1852 al 59, in qual frattempo visitò egli la sua Provincia palmo a palmo per tre volte in cerca di relative conoscenze naturali. Queste

monografie non sono tutte complete, né tutte perfezionate. Ecco perché non vi sono inviate le originali. Quindi il presente lavoro, redatto in pochi giorni per non dire poche ore, al fine di soddisfare al meglio le superiori ingiunzioni, non sarà che imperfettissimo tanto nel riguardo rigorosamente scientifico quanto nel letterario, cioè mancante di purità di dettato e di rispondente ortografia, da non potersi ritenere che un informe bozzetto. Ma avuto riguardo della brevità di tempo e delle circostanze dello scrivente, tutte contrarie alla tranquillità di mente e di azione che si richiede, quando trattasi di simili studii, i molti difetti non si prenderanno certo a gran malè”.

A questa introduzione seguono 26 pagine di Relazione firmate e datate 29 gennaio 1867.

La relazione inizia ricordando il contributo personale dell'Autore fornito al “topografo napoletano Benedetto Mazzella” riguardo le condizioni topografiche e statistiche del territorio provinciale, riassume brevemente nelle caratteristiche fisico-geografiche.

Descrivendo il Golfo di Gioia Tauro, paragona il suo bacino a un “vasto cratere vulcanico sprofondato da recente “a cui di fronte sta il “Cono di Stromboli. Ora è in via di riempimento per i tanti fiumi-torrenti di lento corso che lo solcano”. Prosegue descrivendo il versante occidentale dell'Aspromonte compreso tra Villa San Giovanni e Reggio Calabria, “il più incantevole anfiteatro di pianerottoli e rialzi di poggi e vallette, collegate a colline di tutte forme ed altezze da raggiungere di fermata in fermata le più elevate creste montuose”.

Continua affermando che “il geologo che salito a Montalto – Comignolo preciso del nostro Gruppo, volge uno sguardo all'intorno [...] s'accoggerà tosto che l'insieme di queste montuosità potrassi rassomigliare ad un gran cono di sollevamento cinto ai fianchi da depositi e stratificazioni a mantello, più che anticlinali ed innalzato ad [...] istantanei o gradatamente da potenze certamente ignee, le quali agendo da sotto in sopra hanno apparecchiato lo scheletro o il nucleo a cui si sono addossate all'intorno tutte le formazioni posteriori da far prendere al gruppo l'approssimativa figura indicata. Se così non fosse, e l'innalzamento del nostro Aspromonte con le sue dipendenze [...] si volesse come il prodotto delle stesse cause che hanno influito allo innalzamento della intera catena apenninica, allora i due versanti di est ed ovest dovrebbero esistere, e questi presentare, i depositi che li rivestono in senso anticlinale preciso, anzi prolungati piuttosto da nord a sud, seguendo il corso dell'azione sollevatrice.”

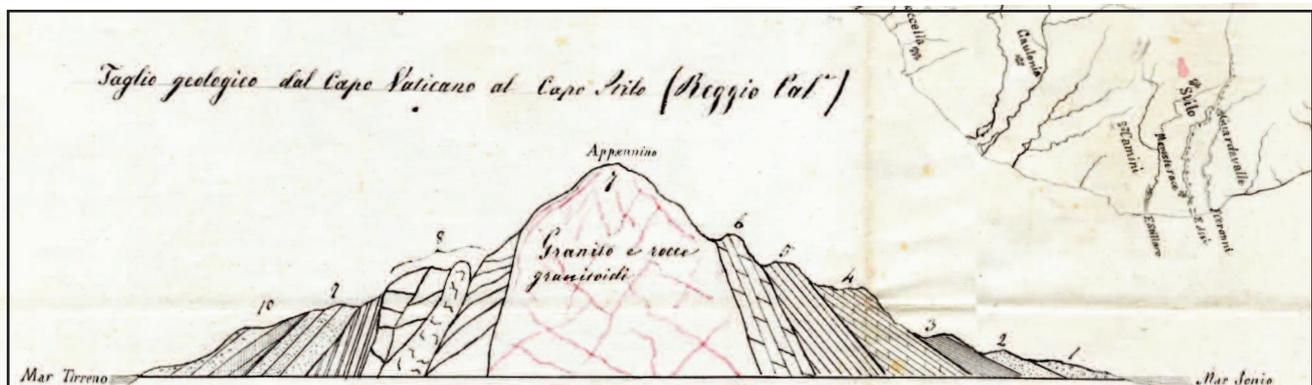


Fig. 30 – “Taglio geologico dal Capo Vaticano al Capo Stilo (Reggio Calabria)”, S. Giancossi, 1867.
- Geological section from Capo Vaticano to Capo Stilo (Calabria), S. Giancossi, 1867.

Individua nel granito la causa “dell'innalzamento delle massime montuosità di questa Calabria [...] misto quasi sempre ad eiezioni porfiriche, ed in secondo l'ofiolite la quale, come preciseremo meglio, attraversò il primo e l'accompagnò sempre, ora immergendosi nella sua massa, ora lambendone i fianchi, e modificandone l'impasto, ora infiltrandosi in mille guise e producendo innalzamenti parziali, conici isolati ed allineati in lungo, colla metamorfosi de' depositi d'incontro”.

Prosegue facendo notare i diffusi prodotti del disfacimento di “rocce quarziche e cristalline e traslucide e diasproidi, e piromache” in forma di “blocchi frantumati e sabbie”. Nota l'assenza di “rocce basaltiche, trachitiche o altrimenti vulcaniche sotto qualsiasi condizione”.

Continua a parlare del granito “in condizione di gneis più o meno scistoso [...] da formare l'ossatura di intere montuosità”.

Prosegue affermando che “Intanto sulla gneis di Terreti è bello osservare come nella pasta dei suoi grandi sfogli - quasi in inclinazione verticale - stanno azzeppati non tanto inocerami, pettini, foladomie, mitili, iunio, ecc, quanto dentali, vermeti, e altri resti di gasteropodi da riuscire impossibile poterne staccare qualche laminetta dei primi o archetto o anello dei secondi. È questo un indizio certo che quella pasta era ben molle quando vi si attaccarono sopra o si depositarono que' testacei. Non è questo uno gneis di origine puramente sedimentaria? Ebbene nell'impasto suo mineralogico non differisce punto dai gneis degli altri luoghi, ove non si può dire che non vi sia un puro e diretto passaggio dal granito”. Descrive poi le serpentiniti che dice influenzare “l'innalzamento del nostro ceppo montuoso. Alla comparsa di questa roccia noi addebitiamo il trasmutamento de' calcari sciolti o compatti degli ultimi periodi dell'epoca mesozoica, e le crete corrispondenti o anche posteriori, in calcari semi-cristallini, e in scisti argillosi, i quali si osservano in tutti e tre i nostri versanti”. Elenca quindi una lunga serie di marmi “color verde screziato, venati da strisce spatiche, vari colori”, ecc.

Lofaro continua: “E ancora alla eiezione delle ofiti noi attribuiamo la metamorfosi delle argille plastiche del versante Jonio con particolarità in argille saline e de' calcari miocenici in gessi e in dolomiti grossolani come altresì la comparsa in quei luoghi di acque termo-minerali sovraccariche di magnesio, di sale di ferro.”

Passa poi a descrivere le “rocce o formazione nettunee o altrimenti acque, dai depositi cambri alle ooliti del giura” come i “calcari oolitici sia puri sia mescolati a globulini di ferro idrico; di argille saponacee con avanzi di ammoniti, di ortoceratidi, di belle trigonie, di grifee”. A Brancaleone ha rinvenuto “precisi resti di Sauriani e perciò della gran famiglia degli Squali” e mentre a Motta “quel calcario pettinifero su cui è fabbricato il paese, e che nell'impasto si somiglia molto a quello simile di Taormina, da noi si crede pure anteriore al primo deposito terziario. [...] a que' calcari giallastri in cui si rinvennero grifee e turriti e diversi spatanghi e anco un archetto mascellare di Megalosaurus [come] accertò il signor Jackson⁷⁾ il quale percorse questi luoghi. [...] Ma i terreni che qui vediamo costituire a preferenza il grande insieme di colline, di pianerottoli, di rialti di monticoli, che in larga zona circondano l'intera provincia, sono quelli appunto dell'epoca ultima, detta cainozoica,

cominciando dall'eocene al postpliocene [...]. Essi in gran parte poggiano o sopra inclinati lastroni di gneis, di scisti argillosi, di scisti-talco e di scisti sabbia”.

Nei dintorni di Reggio Calabria segnala una “argilla ferruginosa color feccia di botte - or accompagnata con geodi - ora da ghiaie - or purissima, da poterne far mattoni; la quale per la sua giacitura e per altri caratteri sembra un vero deposito pleistocenico o diluviale. Forma dei piani a strette gradinate”. Continua la descrizione dei depositi pliocenici che nel territorio di Capodarmi risultano costituiti da “gres calciferi innalzato a picco sul mare con tortuosità più o meno sporgenti e tormentata sempre da agenti interni ed esterni”. Questo gres “vi acclude il calcare ora sottoforma spatica, ora in mucchi sfogliosi e conoidi, ora a pasta confusa; lo spazio è intercalato da stratarelli di marna di epoca posteriore come se già ne fosse stata infiltrata quando tuttavia la intera formazione trovavasi immersa nelle acque.” Riguardo al Pleistocene afferma che in questa provincia è rappresentato da “sabbie sciolte conchigliari, ed in una fanghiglia marnosa piena anco essa in tutta la forza del termine di testacei marini quasi sorti ieri dalle acque”.

Lofaro afferma che, a causa della intensa attività erosiva, delle aspre morfologie e dei complessi rapporti strutturali, è quasi impossibile determinare con precisione “la vera demarcazione tra i diversi piani dell'ultima epoca”. Ricorda che questi studi sono stati condotti dai “più distinti conchilogi e geologi che qui vennero a studiare i terreni. Le loro collezioni - eccetto quelle del Pilla - non sono che una commistione indeterminata di fossili e di terreni dei vari piani”. Descrive con dovizia di particolari i depositi terrigeni pleistocenici elencandone il ricco contenuto fossilifero, confrontandoli addirittura con analoghe specie rinvenute in Corsica e in Sardegna. Continua descrivendo le “marne della botte interamente costituite da foraminiferi” ritenendole tuttavia di poco conto per questo contesto. Dedicava poi grande attenzione alla descrizione delle condizioni del terreno agrario mettendo in evidenza la presenza di estese coperture “di ghiaie e sabbie granitiche più o meno grossolane” dalle quali deriva “il più magro terreno”.

Passa poi a descrivere le condizioni mineralogiche in due parti distinte: “l'una in riguardo ai suoi bacineti carboniferi, l'altra in quanto può riferirsi a suoi minerali metallici”, non mancando di evidenziare “la mancanza di mezzi e di appropriata istruzione”.

Per quanto riguarda le miniere “metalliche” l'Autore pur riferendole alle “eiezioni e successivi metamorfismi” le differenzia in base alle “condizioni di incasso, di impasto metallico e di predominio nelle loro combinazione”. Ricorda i giacimenti di ferro, in scarsa quantità, “nei lembi giurassici”, e la miniera di Sant'Eufemia di “ferro ossidato o magnetico”. Riporta la grande abbondanza di solfuro di ferro tra Capo d'Armi e Bova, che “i naturali[sti] lo ritengono oro - massice talune delle marchesite per il colore e per la lucentezza de' cristalli che offre”.

Conclude con una nota dolente sull'arretratezza e lontananza della Calabria dai centri culturali e scientifici dell'Italia appena unificata e si scusa del suo “lavoro im-

⁷⁾ William Jackson Hooker (1785-1865), direttore del Royal Botanic Gardens di Kew, Londra.

perfettissimo” ponendo la seguente domanda pertinente: “come si può essere veramente perito in geologia, paleontologia, mineralogia senza libri sul continuo progresso di queste scienze, senza incoraggiamento alcuno, e lontano lontano dai grandi gabinetti al proposito e dai centri d’insegnamento?”. Laconica è la frase di chiusura dello scritto: “Il poco appreso ed eseguito fu tutta opera nostra, opera d’estrema volontà e niente più. Mai una guida mai una spinta” (fig. 31).

1.15. – SICILIA

1.15.1. – “Brevi cenni sulla geologia della provincia di Messina”, di Giuseppe Seguenza

La relazione relativa alla Provincia di Messina è stata redatta da Giuseppe Seguenza (1833-1889), farmacista e geologo, in data 24 gennaio 1867 con titolo “Brevi cenni sulla geologia della provincia di Messina”.

La relazione inizia con la descrizione della “piccola catena [...] dei Monti Nettuni o Peloritani, diramazione dell’Appennino calabrese”; “tale catena con taluni suoi contrafforti è costituita da gneiss a cui sono subordinate varie altre rocce (schisti micacei, fillade, gneiss amfibolico, calcari cristallini, ecc.) e nel quale sono iniettati filoni ed ammassi di graniti di vario aspetto e di pegmatiti”.

Dopo una descrizione delle filladi e del contenuto mineralogico, sostiene che “lungo la via che conduce a Taormina, su di esse poggiano strati alternati di calcari e di gres variegati, privi di fossili che potrebbero rapportarsi al primo membro del secondario, il trias, soprattutto perché direttamente poggia su di esse la formazione liasica”. Descrive in modo particolareggiato le unità giurassiche, partendo dal calcare rosso del ‘Lias inferiore’, con ammoniti e belemniti, passando poi al calcare grigiastro con brachiopodi del ‘Lias medio’.

Continua la descrizione stratigrafica delle unità con il “calcare oolitico” e prosegue con la “marna bianca e rossa”, che attribuisce all’Oxfordiano a terminazione, quindi, della serie giurassica.

La successione cretacea, affiorante da Messina alle Madonie, risulta costituita da “argille variamente colorate in rosso, in blu, in verdastro, da gres, da schisti sovente bituminosi, da calcari vari e da marne bianche con artoni di piromaca, da

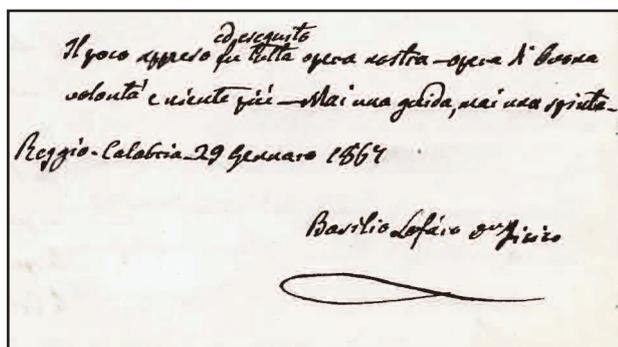


Fig. 31 – Stralcio della relazione geologica di Basilio Lofaro con la laconica frase di chiusura: “Il poco appreso ed eseguito fu tutta opera nostra, opera d’estrema volontà e niente più. Mai una guida mai una spinta”.

- Detail of the geological report written by Basilio Lofaro, with the laconic closure sentence: “The little knowledge we learnt was made by ourselves, work of outstanding will and no more. Never a guide, ever a boost”.

marne rosse [...] e da un calcare che risulta un grande accumulo di briozoi ed echinodermi in frammenti così intimamente legati alla roccia che riesce impossibile la loro determinazione”. Intercalata alle argille basali individua una unità calcarea caratterizzata dalla presenza di numerosi fossili (Ostrea, Arca, Crassatella, ecc.) che lo conducono a ipotizzare un’età ‘Rotomagiana’ [Cenomaniaco] degli strati.

Passa poi alle unità terziarie, affermando il loro l’appoggio sullo gneiss nel territorio di Milazzo, sulle unità cretache a Barcellona e sulle unità giurassiche a Taormina. Questa successione è costituita “d’un conglomerato di ciottoli cristallini (granito, pegmatite, gneiss) al quale succedono argille con lignite e sabbie a molasse con grandi ammassi di gesso”; queste rocce racchiudono fossili “perfettamente caratteristici del Miocene superiore (Tortoniano Mayer)”. Succedono quindi delle marne bianche dei calcari e delle marne sabbiose giallastre che racchiudono numerosi fossili e costituiscono una formazione distinta che io chiamo Zancleana che si estende nelle Calabrie e che dee riguardarsi come un membro inferiore del Pliocene”. Questa è la prima volta che viene utilizzato il termine Zancleano in uno scritto scientifico (fig. 32); Seguenza introdurrà ufficialmente questo termine l’anno successivo, nel lavoro “La formation Zancleanne au rebeauches sur une nouvelle formation tertiaire” (SEGUENZA, 1868).

Descrive poi i calcari e le argille turchine che contengono fossili ordinari del “Pliocene di tutta Italia (Astiano Mayer)”. Il “Pleistocene o Quaternario marino” è costituito da sabbie, arenarie quarzose o calcaree con fossili “quasi tutti di specie viventi”. Descrive poi i depositi continentali che associa a quelli di Loess “dell’alta e media Europa”.

Conclude la relazione descrivendo la distribuzione dei terreni terziari e quaternari nel territorio siculo-orientale, affermando che i terreni “più recenti hanno subito profonde denudazioni e quindi trovansi in lembi isolati”.

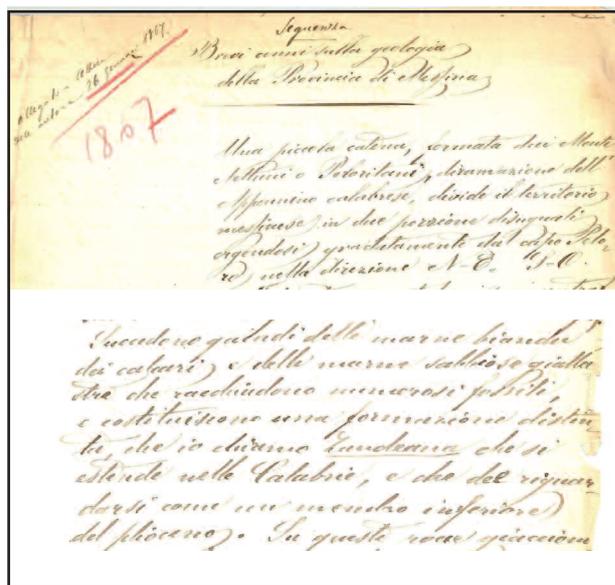


Fig. 32 - Stralcio della relazione geologica scritta da Giuseppe Seguenza, dove è utilizzato per la prima volta il termine Zancleano.

- Detail of the geological report written by Giuseppe Seguenza, where the term Zanclean is used for the first time.

1.15.2. - Prefettura di Trapani: "Costituzione geologica della provincia di Trapani"

La relazione inviata dalla Prefettura di Trapani, intitolata "Costituzione geologica della provincia di Trapani", è stata redatta in data 18 febbraio 1867 dal prof. Giuseppe Cascio Cortese (1800-1874), insegnante di Storia naturale nel Regio Liceo Ximenes di Trapani.

La relazione inizia con una premessa di Cascio Cortese nella quale ammette "a malincuore" che gli studi geologici sulla provincia di Trapani sono "scarsi e che esistono solo fuggitive peregrinazioni" in quanto non è stata ancora "sufficientemente saggiata".

Nonostante ciò espone in 16 punti alcuni dei caratteri geologici salienti del territorio. Ricorda che la natura del suolo permette l'estrazione di argille adatte alla "manifattura di stoviglie, specialmente in Salemi"; prosegue poi ricordando la presenza di "marmi colorati di Trapani, Custonaci, Calatafimi e più novellamente se ne scoprirono alla Montagna Grande". Illustra la presenza dell'alabastro gessoso e del gesso "abbondantissimo" nei dintorni della provincia e prosegue descrivendo una specie di lignite "agatizzata" utilizzata per "le opere di lusso e di ornamento". Passa a una descrizione delle miniere di zolfo di Gibellina e delle sorgenti sulfuree di Segesta e della diffusione del "diaspro alla superficie del Monte Erice", dal quale derivano le agate e la corniola che si rinvencono sulle spiagge dei mari di Trapani; sempre dal Monte Erice derivano i metalli: rame, silicato di ferro, argento in pochissima quantità, e "nelle pietre delle rocce sedimentarie che cadono a picco qualche filone di nitro" oltre che "Stelgamiti a base di calce carbonato e bizzarre stalattiti vestono talune caverne del Monte".

Descrive le biocalcareniti in prossimità di Calatafimi "ottime per macine da grano". Di Pantelleria descrive alcuni "punti di emanazione di gas acido carbonico" e "rocce trachitiche e quarzose e adunamenti di pomici".

Dall'Isola di Favignana proviene poi "un tufo calcareo conchigliaceo di differente densità [...] che ha dato quasi tutto il materiale dei nostri fabbricati". Analizza i caratteri idrologici del territorio trapanese descrivendo i "minacciosi torrenti" e il Fiume Belice.

Conclude la relazione proponendo la lettura di un suo "umile lavoro, nato per altro scopo" (CASCIO CORTESE, 1865), di cui invia una copia, ai fini della compilazione della "Carta generale d'Italia", scusando le molte imperfezioni e che, attraverso questo scritto, avrebbe "potuto in minima parte contribuire all'onore del suolo cui devo i natali".

1.15.3. - "Cartografia manoscritta della Sicilia", di Francesco Minà-Palumbo

La richiesta di materiale scientifico da parte di Cocchi venne recepita anche da Francesco Minà-Palumbo (1814-1899), medico e naturalista di Castelbuono (PA), che inviò otto tavole disegnate a mano ancora perfettamente conservate in una cartella che ne descrive il contenuto, consistente in carte manoscritte di uguale formato (22x29 cm):

- Sezione geologica dal titolo "Classificazione delle Madonie del Prof. Villanova di Madrid" (fig. 33);

- Sezione geologica dal titolo "Classificazione delle Madonie, del prof. Calcara da Palermo";

- Sezione geologica della "Salina di Petralia Soprana";
Una "Carta geognostica di Ustica, redatta da Pietro Calcara";
- Una tavola dal titolo "Monte Etna e monti di eruzione: epoche di alcune lave", che riporta indicazioni sui conici eccentrici e sulle date di alcune eruzioni;

- Tavola dal titolo "Carta del terreno solferifero di Sicilia", relativa alla parte sud-occidentale dell'isola;

- Una "Tavola inedita per la descrizione de vulcani aërii di Sicilia", nella quale l'Autore riporta indicazioni sulle acque minerali, gassose, scisti bituminosi, petrolio, lignite e salgemma.

Nell'elenco compare anche una "Carta geologica di Linosa, isola Ferdinanda sorta nel Mare di Sciacca" purtroppo non rinvenuta in archivio.

A prescindere dall'indubbio valore scientifico delle tavole, è interessante notare "il lodevole trasporto con cui Minà-Palumbo condivide con la comunità scientifica ogni dato in suo possesso, guidato come fu, per tutta la sua esistenza da un unico imperativo: quello di prodigarsi in tutti i modi per l'avanzamento per la scienza e per la conoscenza" (GENCHI, 2012).

1.16. - SARDEGNA

1.16.1. - "Cartografia della Sardegna", di Alberto Ferrero La Marmora

Le notizie geologiche relative all'Isola di Sardegna erano già ampiamente note fin dal 1845, quando Alberto Ferrero La Marmora (1789-1863) pubblicò la "Carta dell'Isola e Regno di Sardegna dedicata alla Maestà del Re Carlo Alberto Primo" in scala 1:250.000.

La carta ha rappresentato per oltre 50 anni, fino all'arrivo dei rilevatori del R. Ufficio Geologico, la più perfetta rappresentazione cartografica dell'isola. I suoi studi in campo geologico, paleontologico, archeologico ed economico, sono stati raccolti nelle due monografie "Voyage en Sardaigne" del 1857 e "L'itinéraire de l'île de Sardaigne" del 1860.

La carta riporta 19 unità di legenda, distinte per età (dal Cambriano al Quaternario) più altre differenziate per tipo litologico.

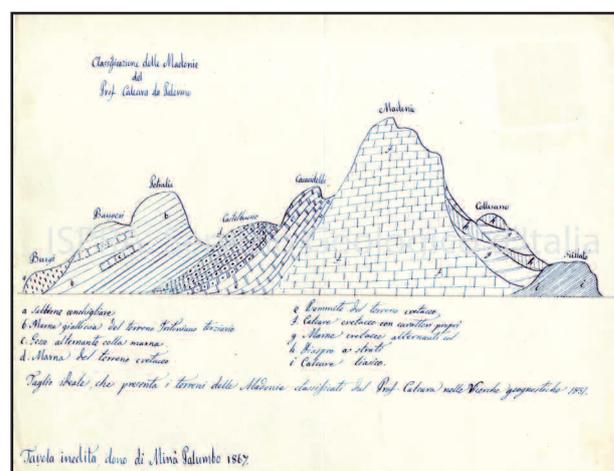


Fig. 33 – "Classificazione delle Madonie del Prof. Villanova di Madrid", disegnata da Minà Palumbo nel 1867.

- Geological section of the Madonie Mountains by Prof. Villanova, Madrid, redrawn by Francesco Minà Palumbo on 1867.

1.17. - IL VOLUME “L’ITALIE ECONOMIQUE EN 1867”

A conclusione dell’Esposizione Universale di Parigi (fig. 34), nel 1867 viene stampato a Firenze, per volontà del Comitato Reale, un volume che offre una sintesi panoramica sull’industria italiana (MAESTRI, 1868). Il volume, diviso in due parti, descrive nella prima parte la situazione economica italiana al 1 gennaio 1867, mentre nella seconda illustra le industrie italiane rappresentate all’Expo. Elenca poi gli espositori presenti suddivisi in 10 gruppi e 94 classi.

Nella prefazione redatta da Pietro Maestri, capo della direzione di Statistica presso il MAIC, si evidenzia l’intento del volume; si vogliono far conoscere, dettagliandole quanto più possibile, le condizioni economiche e industriali del Regno d’Italia. Queste informazioni servirono a illustrare il lavoro nazionale, ma anche a dare il quadro di un paese che, appena uscito da diverse guerre, non aveva avuto né il tempo e nemmeno i mezzi per riorganizzarsi a livello industriale e competere con gli altri paesi.

L’Autore continua affermando che la direzione di Statistica era già in possesso di un adeguato numero di informazioni, ma che per alcuni settori c’è stato un contributo da parte di singole istituzioni o di “*hommes compétents*”. I dati illustrati serviranno, conclude Maestri, sia a far conoscere l’Italia al di fuori dei confini, sia come punto di partenza per future ricerche.

1.17.1. - IL CAPITOLO “ESQUISSE GEOLOGIQUE”

Dopo un capitolo introduttivo su “*Notions géographiques sur l’Italie*”, il volume contiene uno specifico capitolo dedicato alle conoscenze geologiche d’Italia: “*Esquisse géologique*”.

Questo capitolo, da pag. 8 a pag. 11, descrive in sintesi i caratteri geologici della penisola italiana illustrando in breve la conoscenza geologica del territorio in quell’epoca. Questo breve documento rappresenta una pietra miliare per lo studio della storia della geologia in Italia, collocandosi nel periodo storico a cavallo dell’Unità d’Italia, caratterizzato dall’inizio delle collaborazioni scientifiche tra gli scienziati che operavano nei diversi settori geografici del Paese.

La bozza manoscritta del capitolo pubblicato sul volume “*L’Italie économique en 1867*” è stata trascritta e viene riportata di seguito per intero; non viene riportato l’Autore del manoscritto, e nemmeno la data di redazione (fig. 35). Il titolo del manoscritto riporta: “*Cenni sulla geologia d’Italia in generale. (articolo scritto su richiesta di Sua Maestà che voleva inserirlo nel 1° numero della sua Italia Economica del 1867)*”.

“*La costituzione geologica dell’Italia abbenché uniforme per certi caratteri su estensioni grandissime, diversifica notevolmente nelle sue regioni principali, e quanto poi all’età delle formazioni, alla natura delle rocce e dei prodotti utili contenuti, presenta la massima varietà ed una particolare ricchezza. Può dirsi anzi che tutta intera la serie delle formazioni geologiche d’origine*



Fig. 34 - Immagine ufficiale con una vista aerea dell’Esposizione Universale di Parigi del 1867.
- Official bird’s-eye view of the 1867 Universal Exposition of Paris.

acquaia ossia sedimentari, a partire dalle più antiche fino alle più recenti e contemporanee, come anche quelle delle rocce d'origine ignea, quali sono li graniti, porfidi, serpentini, lave e le loro numerose varietà, di cui una parte eruppe dall'interno sconvolgendo od alterando le prime, sono tutte largamente rappresentate nell'ossatura del suolo italiano.

Ecco le principali particolarità sia nel riguardo geogenico che industriale.

Le più antiche fra le formazioni sedimentarie sono oggidì rappresentate da scisti micacei ed anfibolici alternanti a calcari divenuti cristallini ed a quarziti senza traccia di avanzi organici.

Tali rocce si riscontrano principalmente ed in zone immense nelle Alpi, ove gli strati loro nelle varie commozioni del globo furono squarciati, contorti e sollevati ad altezze immense. Alcuni lembi di terreni consimili si riscontrano pure nei monti Lucchesi e Pisani ed in altri pochi punti dell'Italia e sue isole.

I terreni detti silurii e devonii che succedono loro in ordine cronologico conservando chiare impronte di fossili organici, vedonsi in varie parti dell'Isola di Sardegna allo Stato di Scisti lucidi e di calcari induriti, attraversati qua e colà da giacimenti metalliferi.

Il terreno dell'epoca carbonifera, sorgente di tanta ricchezza per altre nazioni, esiste bensì in qualche sito dell'Italia come a Seui in Sardegna, nella Valle d'Aosta e nelle Alpi Lombardo-Venete, ma il carbone vi è in banchi irregolari e quasi tutto trasformato in cattiva antracite di uso limitatissimo.

Li terreni succedanei in età, detti secondari, e che comprendono le serie denominate trias liass giurese e Cretaceo, sono estesissime né nostri monti.

Il trias è ora ben conosciuto nelle Alpi ove contiene puddinghe, scisti, calcari diversi gessi ed anche ricchi banchi di ferro spatico. Il liass, il giurese ed il cretaceo costituiscono gran parte delle prealpi e della Catena centrale dell'Appennino nonché certe giogaie ed altopiani della Sicilia e della Sardegna. Scisti e calcari induriti di varia struttura, marmi e dolomiti, sono le rocce dominanti di queste formazioni.

Succedono nell'ordine cronologico li terreni detti terziari che anche in Italia si possono come altrove suddividere in tre grandi piani rispondenti ad epoche diverse. Il terziario inferiore (eocene) caratterizzato alla base dai fossili nummulitici consta essenzialmente di arenarie dure di color bigio alternanti a scisti marnosi e galestri. Questo terreno occupa nell'Appennino grandi attenzioni, particolarmente nelle provincie Toscane ove fornisce anche alla costruzione l'ottima pietra arenaria detta macigno.

Il terziario medio (miocene) consta di calcarie, puddinghe, arenarie, marne ed argille, tra i banchi delle quali rocce sono intercalati giacimenti di molta importanza industriale come sono le ligniti, il gesso, il sal-gemma e soprattutto poi il solfo nativo. Domina questo terreno in lunghe zone per tutta la Catena dell'Appennino sino all'estrema Calabria e ricuopre poi quasi la metà meridionale della Sicilia, ove è straordinariamente ricco di sal-gemma, di gesso e di solfo, vera specialità di quell'isola. Le ligniti trovansi in qualche maggior abbondanza nella maremma Toscana nonché in alcuni punti della Liguria e Calabria, ma non danno luogo a coltivazioni di molta entità. Il terziario quasi esclusivamente da marne argillose ed arenarie con sabbia. Esso forma generalmente le basse propaggini dell'appennino sopra tutto nel versante adriatico. La sua natura argillosa appone talora grandi difficoltà alla costruzione delle strade e presta inoltre troppo facile preda alle rosure delle acque, onde hanno origine principale la gran torbidezza nei torrenti dell'appennino e i danni che ne conseguono.

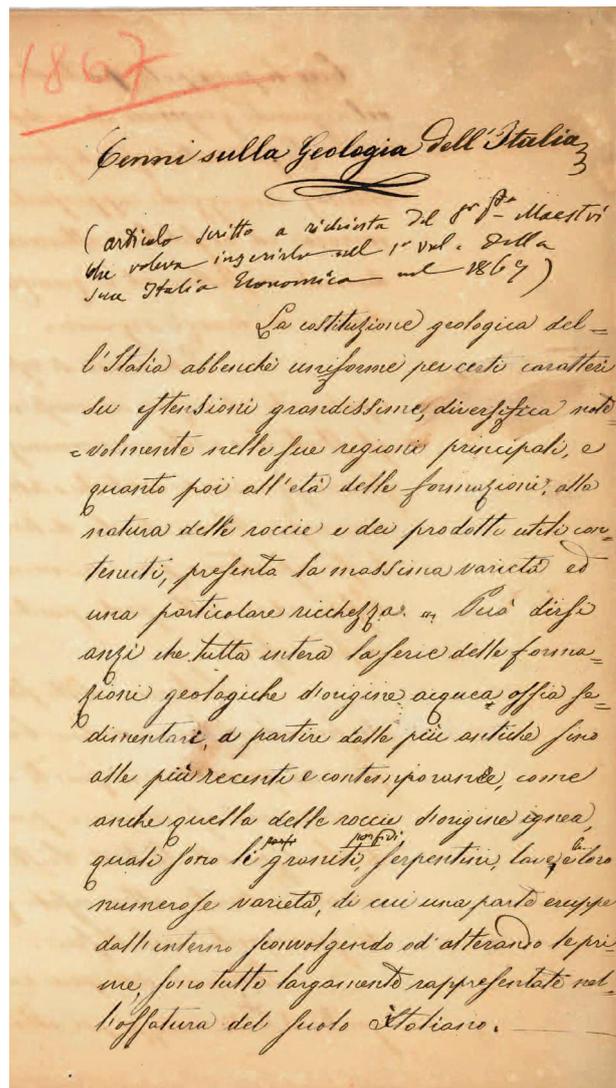


Fig. 35 – Manoscritto anonimo dal titolo “Cenni sulla Geologia dell’Italia” che, tradotto in francese, verrà poi pubblicato nel volume “L’Italia economica” di Pietro Maestri (1868).

- Anonymous manuscript “Cenni sulla Geologia dell’Italia” that, translated in French, was published in the volume “L’Italia economica” by Pietro Maestri (1868).

I terreni più recenti detti quaternari, come le spiagge emerse e panchine, talora con tracce di antichissima e rozza industria, si riscontrano lungo il litorale tirreno e quello delle isole.

Osservabili effetti di alluvioni antiche si osservano nelle basse conche del suolo italiano, tra cui principale e veramente superba è la gran valle del Po, tutta colma e perfettamente spianata da immenso volume di detriti cui l’azione delle acque [...] dall’alta cerchia delle Alpi ed Appennino che la circonda.

E nella stessa valle ancora, o meglio su tutto il versante alpino che la domina, possiamo vedere chiaramente nelle rocce lasciate e nelle immense morene [...] fino al piano, le tracce le più nette e grandiose dell’immensa estensione de’ ghiacciaj antichi durante il periodo dipresso che sembra avere preceduto di poco l’apparizione dell’uomo.

Tra le formazioni dell’epoca attuale, abbiamo di alquanto notevole:

1° - Il continuo protendimento di alcune spiagge presso le foci dei fiumi principali, Po, Tevere, Arno, ecc. ecc. ove l’apporto

delle torbide procura un aumento continuo di terre al continente. 2° - I depositi di torba assai abbondanti nelle pianure dell'Alta Italia e della Toscana. 3° - Infine il regno submarino dei coralli che qua e là si riproducono però senza pericolo della navigazione come succede fra i tropici e che permette sempre ai nostri pescatori un'assai lucrativa raccolta di quel gentile ornamento.

Ora diciamo delle rocce d'origine ignea e delle eruttive.

Il granito roseo o biancastro forma la base delle isole di Sardegna e di Corsica della estrema Calabria e solo od accompagnato dalla varietà scistosa detta gneiss, appare in grandi zone nella catena alpina ove forma anche taluno dei dominanti colossi quali il Monte Bianco ed il Rosa. Nelle stesse Alpi poi si riscontrano pressoché tutte le altre varietà di rocce granito idi come il porfido, la Sienite, la Diorite ed il Melafiro, in forma di grandi masse ovvero di potenti dicche, le quali in vario modo emergendo contribuirono a dare a quei monti lo strano ed imponente rilievo. Tali rocce prestano eccellente materiale per le più solide costruzioni e ne abbiamo esempio nelle cave di granito del Lago maggiore e dintorni, li cui prodotti si spandono per tutta la Italia settentrionale.

Il Serpentino, roccia magnesiaca verde e liscia al tatto, è molto comune nelle Alpi occidentali ove passa sovente alla pietra ollare, od accompagna masse imponenti di ferro magnetico.

La stessa roccia è frequentissima nell'appennino ligure e Toscano ove emerse evidentemente sollevando e sconvolgendo li terreni sedimentari delle formazioni giuresi, cretacee e terziarie. Li quali terreni subiscono della stessa roccia serpentinosi evidenti modificazioni o metamorfosi, per cui li banchi siliciferi furono trasformati in diapiri e le calcarie in marmi bianchi o colorati talvolta di straordinaria bellezza.

I monti marmorei di Carrara, Serravezza ed altri punti d'Italia sono oggi una vera ricchezza nazionale.

Il Serpentino dei monti liguri ed etruschi presenta diverse varietà, alcune più antiche e ricche di diallagia, come sono il verde-cupo e l'eufotide di struttura granitoidale, ed altre più recenti senza diallagia e di color più chiaro. Tali rocce sono quasi sempre associate a solfuri di rame che diedero alimenti ad importanti miniere.

Le rocce vulcaniche antiche come le trachiti ed i basalti, vedonsi ai colli Euganei presso Padova, nelle isole della costa napoletana, nelle Eolie, alla Capraia e soprattutto nella parte occidentale della Sardegna. Una formazione vulcanica vastissima già submarina ed ora emersa è quella delle tufe trachitiche quali costituiscono gran parte della campagna romana ed i così detti Campi Flegrei su cui giacciono Napoli e Pozzuoli.

I vulcani spenti sono numerosi nelle indicate regioni trachitiche, e poi nelle più meridionali ammiriamo ancora oggi li grandi ignivomi Vesuvio, Stromboli ed Etna da cui sono eruttate di quando in quando correnti di lave con il corredo di tremuoti, fumi, piogge di ceneri.

Né mancano finalmente in quasi tutte le regioni d'Italia sorgenti minerali e termali d'uso sanitario molto rinomate, come quelle di Acqui, Recoaro, Monte Catini, Ischia.

Diamo ora un cenno dei giacimenti metalliferi veramente detti.

L'oro trovasi solo associato alla pirite di ferro in filoni quarzosi nelle Alpi occidentali, soprattutto intorno al monte Rosa, al cui piede, nelle pianure esistono anche alluvioni aurifere anticamente scavate con beneficio. Oggidì la produzione di questo metallo è ridotta a poche centinaia di mille lire.

L'argento non si trova che unito ai minerali piombiferi e questi trovansi principalmente ne filari di vario genere che attra-

versano il terreno Siluro di Sardegna ed in quelli della costiera Toscana, come a Pietrasanta sul Massetano ed in qualche punto delle Alpi. L'attuale produzione di minerali di piombo raggiunge pressoché la cifra di 40,000 tonnellate all'anno, d'un valore medio di circa 8,000,000.

Alcune partite di minerale di zinco (blenda) che in Sardegna trovansi associato alla galena, vengano esportate alle stesse officine.

I minerali di rame trovansi allo stato di calcopirite o solfuro doppio già in grandi masse come ad Agordo (Alpi-Veronesi) o sparsi in vene nelle rocce cloritose come nella Valle d'Aosta o finalmente allo stato di calcopirite e rame ricchissimo, in filoni, vene e masse diverse associati come fu detto alle rocce serpentinosi della Catena ligure-etrusca. Tolte però ben poche eccezioni, questi giacimenti e quelli sovra tutto della formazione Serpentinosa, sono irregolari e saltuari di modo che la produzione loro, quantunque abbia in qualche anno raggiunto il valore di qualche milione, nulla presenta ancora di stabile.

Abbondante e generalmente buoni sono le minerali del ferro. Principali sono quelli di perossido e di magnetite in grossi banchi dell'isola d'Elba, e dei monti Etruschi, come pure di alcun punto della Calabria ultra, e della punta S.O. della Sardegna, quelli magnetici in massa di Traversella, Cogne, di Zebrù ed altri punti delle Alpi, ed infine quelli carbonati spatici del trias in banchi estesissimi nelle prealpi lombarde estesi dal lago di Como sino a quello di Garda ed oltre.

Questi minerali presentano tutte le varietà e forniscono ottime ghise da cannone, pure ferri duri e dolci e poi acciai di prima qualità. Mancano però in Italia un buon combustibile fossile, la fusione di quei minerali deve perciò limitarsi alle scarse risorse del carbone de' boschi e perciò la produzione metallica è oggidì limitata ad un 25,000 tonnellate del valore totale di circa otto milioni.

Il valore degli altri metalli come nichelio, antimonio, e mercurio è cosa insignificante. Come pure lo è quello delle poche ligniti annualmente scavate. Notevole invece è il valore di alcuni altri prodotti minerali non metallici, come le pietre da lavoro ed ornamento, le figuline grosse e fini, il solfo ed i sali.

Il valore del solo Carrarese e Pietrasantino annualmente smaltiti per lavori di costruzione, o per le balle arti nell'interno ed all'estero, sale a più di quindici milioni.

Di poco inferiore ai 20 milioni è il valore del Solfo prodotto quasi per intero dalle solfate della Sicilia e venduto in quei porti a prezzi di 80 a 100 la tonnellata. Tale prezzo è suscettivo ancora di qualche ribasso nell'avvenire. Di 6 milioni circa è il valore dell'acido borico prodotto dai soffioni di Maremma.

Quanto al sale-gemma contenuto in tanta abbondanza nel terreno terziario, e particolarmente della Sicilia, esso non è scavato oggidì che per minima scala, supplendosi più economicamente all'uso comune delle popolazioni con quello delle grandi saline marittime di Cagliari, Trapani, Barletta e di alcuni altri punti delle basse coste italiane ove se ne producono ai prezzi minimi di 3 a 4 Lire la quantità di 250 a 300,000 tonnellate. Questa produzione è superiore agli attuali bisogni del paese e così una parte di essa alimenta una vantaggiosa esportazione.

Questo rapido abbozzo basterà per dimostrare l'asserto sulla notevole varietà e relativa ricchezza della costituzione geologica dell'Italia, varietà che si riproduce ancora nella sua esterna fisionomia e nei prodotti del suolo e del lavoro de' suoi abitanti.

Ricca di principali prodotti estrattivi che necessitano alle arti principali ed in specie alle arti belle, essa manca del principale elemento industriale moderno il carbon fossile. Ciò ha per effetto

di mantenerla in una relativa inferiorità materiale fino a che tale elemento già esausto o di molto rincarito presso le altre nazioni (pel che si esigeranno 2 o 3 secoli) ovvero che l'ingegno umano vi supplisca con altro Agente di egual forza ed economia. Quanto poi a naturale fertilità di Suolo, molto havvi a detrarre sulle comuni apparenze. Gran parte della superficie è occupata da monti sovente alti, ripidi, rocciosi, ne' suscettibili di alcuna ricca coltura. L'arte sola la più ostinata potè ridurre a ricchi uliveti tante erte costiere della Liguria, Toscana e Calabria. Le pianure giacenti al piede de' monti non sono sempre fertili, e così una tra le più vaste, la Lombarda è sterile assai di fondo, perché costituita soltanto dai detriti silicei delle rocce alpine, e le ricche messi d'erbe che ora vi si raccolgono sono il frutto di una industriosa irrigazione da secoli studiata e preparata. Alcune altre pianure invece sono assai fertili di lor natura come p. es. quelle coperte da ceneri vulcaniche, ovvero quelle che giacciono al piede dei monti toscani, e quelle sovra tutto della regione Emilia sulla destra del Po, ovunque cioè poterono accumularsi le torbide prodotte colla erosione dei terreni terziari subapennini. Però quelle regioni piane privilegiate per fertilità, trovandosi minacciate dalle inondazioni dei torrenti e dei fiumi e facili a impaludarsi nei siti bassi e presso le marine, non danno frutti sicuri senza grande lavoro per parte dell'uomo, il quale appunto in quei piani e specialmente nella bassa valle del Po, fu condotto a studiare per la prima volta l'arte dell'idraulica fluviale ed il bel sistema de' lavori di difesa che tutti vi ammirano.

Il vanto di naturale fertilità sovente attribuito all'Italia è dunque esagerato, se si riguarda alla sua geologica costituzione: la varietà ed abbondanza de suoi prodotti è in parte un effetto della sua variata topografia e del mite suo clima, ma in massima parte è frutto ben meritato di molto lavoro del braccio e dell'ingegno."

1.18. – CONCLUSIONI

Durante il 2° Congresso Internazionale di Geologia tenutosi a Bologna nel 1881, la comunità geologica internazionale trovò un importante momento di aggregazione attraverso la definizione di azioni comuni sia

per le procedure di raccolta e restituzione cartografica dei dati, sia per gli aspetti lessicali.

In Italia, tuttavia, già nel 1867 era stata avviata da parte del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio la raccolta dei dati di natura geologica finalizzata alla realizzazione di una carta di sintesi da presentare all'Esposizione Universale di Parigi. Durante i primi mesi del 1867, vennero raccolte ed elaborate numerose relazioni e carte geologiche provenienti da quasi tutte le provincie del Regno d'Italia.

Lo studio di questo materiale, conservato presso l'archivio del Servizio Geologico d'Italia, ISPRA, ha messo in evidenza l'enorme potenzialità, in termini di conoscenze tecnico-scientifiche, offerte dai diversi studiosi che, con grande entusiasmo e slancio verso il processo di modernizzazione del paese, elaborarono e consegnarono al Ministero le loro attente considerazioni.

L'analisi di questi documenti, pazientemente trascritti, ha permesso di ricostruire lo stato delle conoscenze geologiche del territorio italiano, dei caratteri paleontologici delle diverse unità geologiche, delle sue risorse minerarie e lapidee, e di avere conoscenza dell'uso e del governo del territorio a quei tempi. A distanza di molti anni traspare ancora una profonda differenza sullo stato della conoscenza geologica tra le diverse regioni, ma anche un ampio spirito partecipativo, una profonda necessità di dialogo all'interno della comunità scientifica e di supporto da parte delle istituzioni.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano Silvana Falcetti (Servizio Geologico d'Italia, ISPRA) per il prezioso aiuto nell'elaborazione del materiale grafico, Filomena Severino ed Elena Belluomini (Biblioteca, ISPRA) per il servizio di Document Delivery, Marco Romano (Museum für Naturkunde, Berlino) per la rilettura critica del lavoro ed i suggerimenti.

Il patrimonio cartografico del Servizio Geologico d'Italia conservato presso la Biblioteca ISPRA

The cartographic patrimony of the Geological Survey of Italy preserved in the ISPRA Library

RIASSUNTO - Il patrimonio cartografico della Biblioteca ISPRA è costituito da oltre 50.000 carte geologiche, geotematiche e topografiche conservate nella Cartoteca. La Collezione cartografica deriva, in gran parte, da quella della storica Biblioteca del Servizio Geologico d'Italia, dalla quale ha ereditato il ricco patrimonio. La collezione ha origine negli anni immediatamente successivi all'unità d'Italia, con l'istituzione del Comitato Geologico e della Biblioteca nel 1868. In realtà, di costituzione organica della raccolta non si può parlare prima del 1883, quando l'Ufficio Geologico, a cui la Biblioteca era stata nel frattempo assegnata, ebbe finalmente una sede stabile a Roma. Da quel momento la Biblioteca è stata al centro di una fitta rete di scambi di pubblicazioni con le più importanti istituzioni nazionali di ricerca e con gli analoghi istituti di altri paesi. La copertura geografica delle carte si estende a circa centosettanta paesi del mondo e rappresenta, anche per l'arco temporale di oltre centocinquanta anni, un inestimabile valore storico e culturale.

L'intero patrimonio cartografico, catalogato con Standard ISBD-CM e indicizzato attraverso il Thesaurus di Scienze della Terra (ThIST), è consultabile dal catalogo *on-line* della Biblioteca: <http://opac.isprambiente.it>.

Nella ponderosa raccolta oltre un migliaio di carte sono di particolare valore in quanto prime edizioni oppure originali cartografici; molte sono le bozze d'Autore acquerellate a mano con note a margine e documenti d'archivio che ne completano il profondo significato storico e culturale. Le carte storiche sono state restaurate, analizzate storicamente, catalogate e digitalizzate; oltre un migliaio di queste sono già visualizzabili e scaricabili in alta definizione dall'OPAC.

PAROLE CHIAVE: Biblioteca, cartografia geologica, cartografia geotematica, storia della geologia

ABSTRACT - The cartographic patrimony is constituted from over 50,000 geological, geo-thematic and topographical maps preserved in the Cartographic section of the ISPRA Library. The Cartographic collection descends from that of the historical Library of the Geological Survey of Italy, from which it has inherited the rich patrimony. The collection has origin in the years immediately following the unity of Italy, with the institution of the Geological Committee and the Library in 1868. Actually, it couldn't be spoken of an organic establishment of the collection before 1883, when the Geological Survey, to which the Library had been in the meantime assigned, finally had a permanent headquarter in Rome. Since then the Library has been at the center of a dense network of exchanges of publications with the most important national research institutions and with similar institutions in other countries.

The geographical covering of the maps extends to about 170 countries of the world and represents, also for the period of more than 150 years, a priceless historical and cultural value. The complete collection has been catalogued with ISBD-CM Standard, indexed through the Italian Thesaurus of Earth Sciences (ThIST) and accessible from the OPAC.

In this huge collecting over a thousand have a particular value as they are first editions or cartographic originals; many are handmade watercolor drafts with margin notes and archival documents that complement their deep historical and cultural significance. These maps has been digitized and many are already viewed and downloaded in high definition from the on-line Library catalogue.

KEYWORDS: Library, geological cartography, geothematic cartography, history of geology

1. - DAL REGIO COMITATO GEOLOGICO ALL'ISPIRA: UNA BIBLIOTECA AL SERVIZIO DELLE GEOSCIENZE

ERCOLANI G. (*)

La necessità di istituire una biblioteca specializzata per fornire supporto culturale a chi si accingeva a realizzare la carta geologica d'Italia, fu per la prima volta sollevata nel 1861 da Bartolomeo Gastaldi durante i lavori della Giunta consultiva che doveva stabilire le norme per la formazione della Carta geologica d'Italia. Sostenuto anche da Quintino Sella, il progetto si concretizzò nel 1867 (SELLA, 1862) con l'istituzione del R. Comitato geologico (R.D. n. 4113 del 15 dicembre 1867) al quale venne attribuito il compito di compilare e pubblicare la Carta geologica del Regno d'Italia e di "accogliere e conservare i materiali e i documenti relativi". La sede del Comitato, presieduto da Iginio Cocchi, e del primo nucleo della Biblioteca fu stabilita a Firenze, prima capitale del Regno d'Italia.

Il Regolamento del Comitato geologico del 30 Agosto 1868 sottolineava il ruolo culturale della Biblioteca, affermando che il suo compito era quello di "tenere l'Istituzione al corrente dei progressi della geologia teorica e pratica", ma non mancava di puntualizzarne quelli pratici ⁽¹⁾.

Sul primo numero del Bollettino del R. Comitato geologico d'Italia (1870)⁽²⁾ venne pubblicato anche il primo catalogo della Biblioteca, aggiornato ogni anno sino al 1873, dal quale si desume che il suo primo nucleo era formato da circa 250 volumi, per lo più frutto di una donazione del Ministero dell'Agricoltura, Industria e Commercio (MAIC) e di geologi e studiosi privati (PANTALONI *et alii*, questo volume)⁽³⁾. Da quel momento venne avviata un'intensa attività di scambio di pubblicazioni con innumerevoli istituzioni scientifiche nazionali ed estere e le collezioni cresceranno significativamente⁽⁴⁾, tanto che, tre anni dopo la sua istituzione, venne definita "libreria speciale valutabilissima, in corrispondenza con molti Istituti geologici d'Europa e di fuori [da quali] riceve non poche opere che si ripromette di ricambiare [...]"⁽⁵⁾.

In quegli anni il canale degli scambi era molto utilizzato per reperire le pubblicazioni scientifiche, anche perché i fondi a disposizione per gli acquisti erano scarsi. I diversi istituti pubblicavano per lo più direttamente le loro riviste e lo scambio reciproco era un modo economico per far circolare le informazioni e incrementare le raccolte delle rispettive biblioteche. La Biblioteca Nazionale Centrale Vittorio Emanuele di Roma svolgeva in tal senso un ruolo di coordinamento

con il suo Ufficio degli Scambi Internazionali che aveva, tra l'altro, il compito di inviare le pubblicazioni italiane verso quei paesi con cui esisteva un rapporto di reciprocità di scambio (fig. 1).

Nel 1873, definita la struttura operativa che avrebbe dovuto realizzare la carta, la Biblioteca venne assegnata al R. Ufficio geologico. Nello stesso anno iniziano i lavori per la realizzazione della nuova sede presso l'ex convento di S. Maria della Vittoria, terminati nel 1879, dove il MAIC possedeva, oltre all'ex convento, un ettaro e mezzo di terreno. La progettazione dell'edificio venne affidata a Raffaele Canevari, un ingegnere garibaldino molto apprezzato in quegli anni, che aveva già realizzato il Palazzo delle Finanze in via XX Settembre (fig. 2).

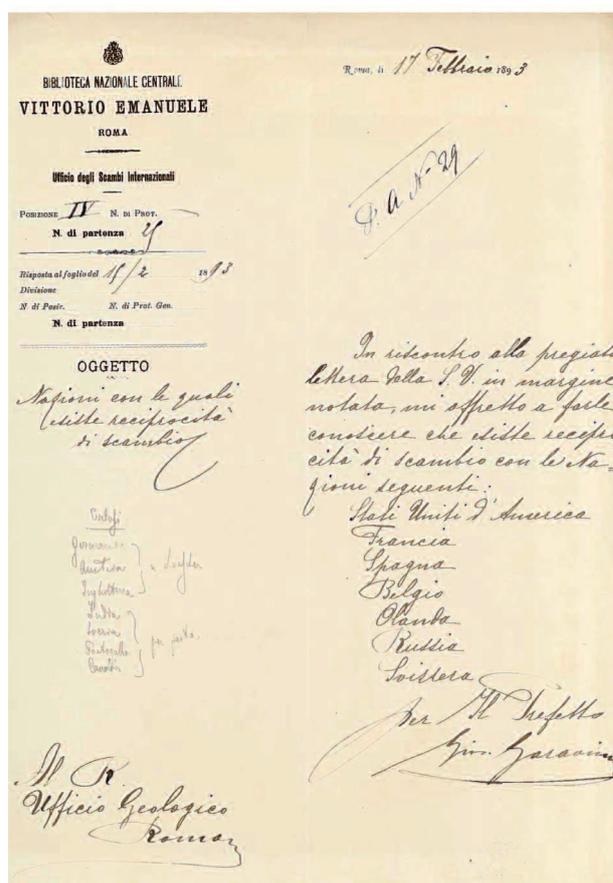


Fig. 1 – Lettera inviata dalla Biblioteca Nazionale Centrale Vittorio Emanuele all'Ufficio Geologico nel 1893. Nella lettera vengono indicate le nazioni con cui l'Italia ha scambi di pubblicazioni in regime di reciprocità. – Letter sent by the National Central Library Vittorio Emanuele to the Geological Survey in 1893. This letter states the nations with whom Italy has exchanges of publications on a reciprocal basis.

(*) Biblioteca, ISPIRA

⁽¹⁾ Pubblicato nel Bollettino del R. Comitato Geologico d'Italia, v. 1, 1870.

⁽²⁾ Le fonti principali delle informazioni contenute in questo paragrafo sono i *Verballi della adunanze del R. Comitato Geologico*, pubblicati all'interno del Bollettino dal 1870 al 1921 e le *Relazioni sulle attività del Servizio Geologico*, pubblicate dal 1947 al 1998.

⁽³⁾ Prefazione al Catalogo del 1894 in: Bollettino del R. Comitato Geologico d'Italia, v. 25, 1894.

⁽⁴⁾ Prefazione al Catalogo del 1892.

⁽⁵⁾ Bollettino del R. Comitato Geologico d'Italia, v. 1, 1870.

Guida all' Uff^o. Geologico

Tav. V.



E. LIOT CAZZOLARI & C. ERNARDI - MILANO

R.^o. MUSEO AGRARIO - GEOLOGICO --- PROSPETTO VERSO L'ORTO AGRARIO.

Fig. 2 – Prospetto dell'edificio del Museo Geologico Agrario (1904).
 – Prospect of the Agricultural and Geological Museum building (1904).

In attesa della nuova sede, l'Ufficio geologico, alloggiato inizialmente nell'ex convento di S. Maria della Vittoria, in una situazione definita “scabrosa”, venne spostato presso la Scuola d'applicazione per gli Ingegneri a San Pietro in Vincoli. Ma i problemi erano enormi: mancavano i fondi per dotare l'Ufficio di attrezzature scientifiche e lo spazio, per sistemare i primi reperti delle collezioni geologiche e per allestire la Biblioteca, era assolutamente insufficiente. Nonostante le difficoltà, l'assegnazione di una sede stabile, anche se non definitiva, permise di dare una prima costituzione organica alle raccolte bibliografiche e cartografiche. Vennero intensificati gli scambi, incrementando il numero di *partners* nazionali ed esteri. Grazie a questa attività, supportata dalla possibilità di poter effettuare alcuni acquisti, nel 1879 la Biblioteca disponeva di un patrimonio di circa 1.000 carte, principalmente geologiche e topografiche e di circa 3.300 volumi. Il posseduto comprendeva quasi tutte le opere fondamentali e i prin-

cipali periodici di geologia e paleontologia. Uno dei più importanti classici dell'epoca, l'opera del Barrande⁶⁾ “*Système silurien du centre de la Bohême*”, fu acquistata nel 1881 per 1.400 Lire, l'equivalente di circa 5.000 € attuali (fig. 3). Una spesa significativa, pari a quanto veniva speso in un anno per le esigenze complessive della Biblioteca. Un altro acquisto importante fu la raccolta completa dei 357 fogli della Carta geologica di Francia in scala 1:80.000. Mancava la serie inglese che però era posseduta dall'Accademia delle Scienze di Torino, che l'aveva ricevuta grazie a Quintino Sella.

Nel *Progetto di legge per la formazione della Carta Geologica del Regno*, che Torquato Taramelli presentò nel 1882, alla Commissione per il progetto di legge sulla carta geologica, in contrapposizione ad un analogo progetto di Giordano, vennero inseriti alcuni articoli che riguardavano l'organizzazione e le funzioni della Biblioteca. Tra l'altro, nell'Art. 29, si proponeva di individuarne il responsabile nella figura del Segretario nominato dal

⁶⁾Relazione dell'ispettore-capo al Comitato Geologico, sul lavoro della carta geologica d'Italia (1879-1880) in: Bollettino del R. Comitato Geologico d'Italia, S. II, anno I, 1880.

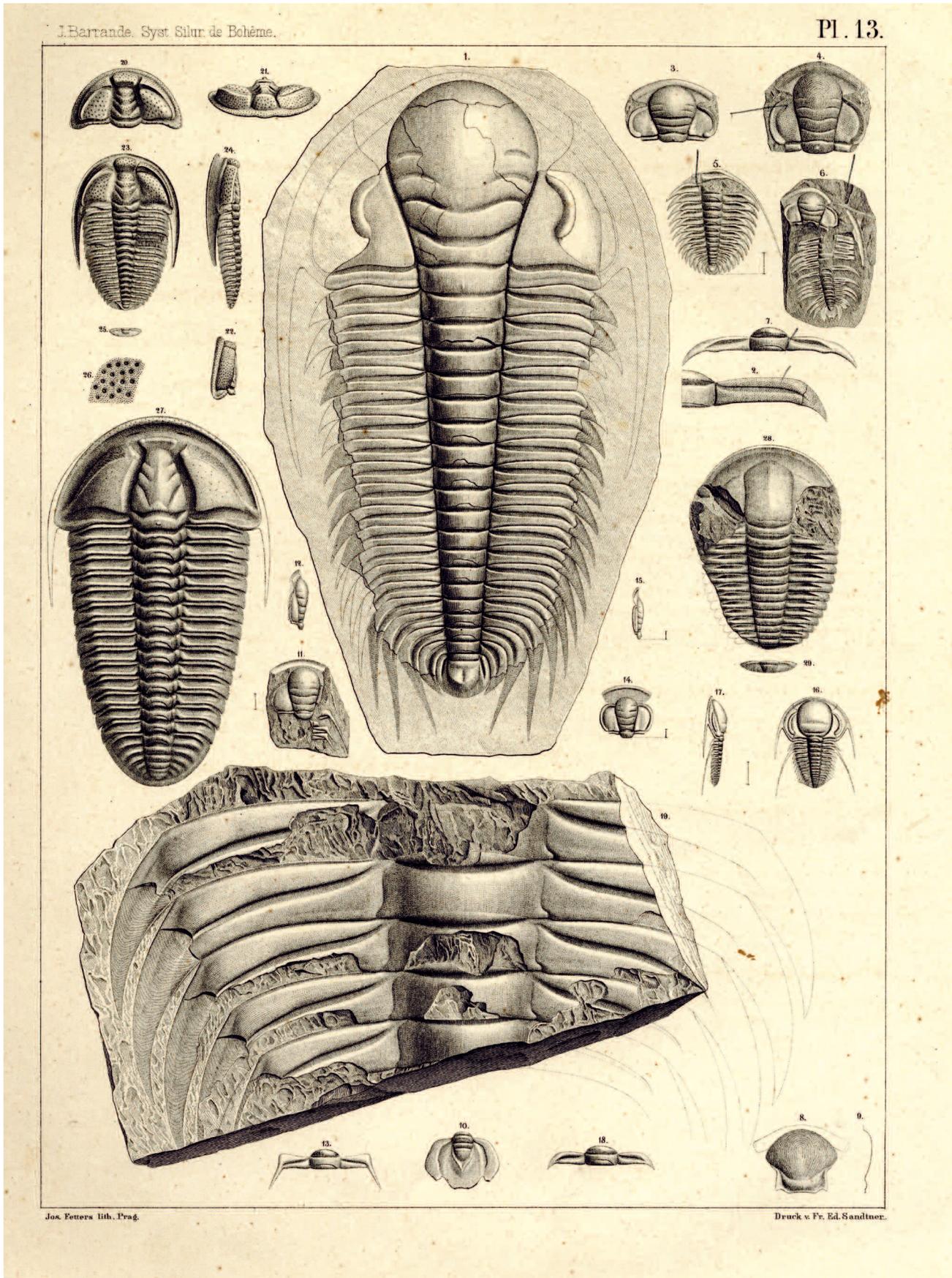


Fig. 3 – Un'illustrazione tratta dall'opera *Système silurien du centre de la Bohême* di Joachim Barrande.
 – An illustration from the work *Système silurien du centre de la Bohême* by Joachim Barrande.

numero di siffatti scambi, che ha già subito una qualche diminuzione, scemerà ancora a misura che le nostre pubblicazioni andranno rallentandosi per mancanza di fondi, e saranno quasi ridotte al solo Bollettino”⁽⁹⁾. In compenso proseguirono i lavori di preparazione del Catalogo cumulativo della Biblioteca del 1893. Un compito impegnativo per il quale si dovettero completare, riordinare e classificare circa 7000 schede, ricopiandole poi nell’ordine prestabilito e secondo le modalità previste dal Comitato. Il Catalogo avrebbe dovuto essere pubblicato nel 1892 ma, per varie vicissitudini, fu pubblicato solo nel 1894. Ne vennero stampate 400 copie con una spesa di 1.550 Lire (circa 5.000 € attuali)⁽¹⁰⁾.

Il Catalogo è diviso in tre sezioni: poligrafie (periodici), monografie e carte ed è corredato di un indice per Autori. Ne verranno pubblicati 8 supplementi, dal 1896 al 1915. Esisteva anche un catalogo manoscritto ad uso degli utenti e uno schedario alfabetico.

Nonostante le difficoltà, tra acquisti, scambi e doni di studiosi italiani e stranieri, la Biblioteca possedeva nel 1894 circa 12.000 tra volumi e opuscoli e 4.000 tra carte topografiche e geologiche. Questo patrimonio in continua crescita, andò ad aggravare la situazione critica in cui si trovava tutto l’Ufficio a causa della mancanza di spazio e delle cattive condizioni dei locali: “Siamo sicuri di non esagerare dicendo che una parte dei malanni che quest’anno incolsero a molti del nostro personale (Zezzi, Sormani, Viola, Di Stefano, Aichino, Cassetti, Lusvergh, Aureli) che come già si disse ebbero a soffrire più o meno di incomodi e malattie con interruzioni e ritardi nei rispettivi servizi, siano stati cagionati dalle cattive condizioni del locale in cui sono obbligati a soggiornare nelle ore di ufficio”⁽¹¹⁾. Ma non c’erano fondi e la ristrutturazione dei locali dell’Ufficio dovrà essere rinviata a tempi migliori.

Verso la fine del secolo le cose andavano meglio e la Biblioteca “ebbe nel biennio [1898-99] un sensibilissimo aumento, specialmente per cambi e doni, senza peraltro trascurare gli acquisti fatti per tenersi al corrente delle nuove e più importanti pubblicazioni”; l’incremento fu di ben 1800 fra volumi e opuscoli e di oltre 250 fogli di carte geologiche e topografiche.

1.2. - LA “GUIDA ALL’UFFICIO GEOLOGICO”

Il Congresso internazionale di scienze storiche, che avrebbe dovuto tenersi a Roma nel 1904, fornì lo stimolo per la redazione di una “Guida alle collezioni dell’Ufficio geologico”, che avrebbe dovuto servire ai congressisti e a tutti i visitatori dell’Ufficio. La guida, pubblicata nel 1904, oltre ad essere uno strumento utilissimo per gli studiosi italiani e stranieri che frequentavano l’istituto e le sue collezioni, composte da 18.000 tra volumi ed opuscoli e da circa 7000 carte geologiche (CORPO REALE DELLE MINIERE, 1904), fornisce informazioni interessanti sull’organizzazione della Biblioteca, che collocata in una delle grandi sale del terzo

piano, era costituita in massima parte da poligrafie (periodici). Sia le poligrafie che le monografie erano collocate per continenti e poi per nazioni. Le monografie relative all’Italia erano a loro volta divise per regione con un ordinamento per Autore. Nella sala grande era collocato il catalogo a schede diviso in poligrafie, monografie e carte con le relative collocazioni. Esisteva inoltre uno schedario bibliografico di tutte le pubblicazioni, relative alla geologia italiana, organizzato in due sezioni: una per Autore e l’altra regionale per Autore. Infine era stato realizzato anche uno schedario provvisorio per la cartografia in quanto le carte non avevano ancora una collocazione definitiva.

1.3. - LA RISTRUTTURAZIONE DEL MODERNI, GLI ANNI DELLA GUERRA E IL FASCISMO

I fondi stanziati per gli acquisti del materiale bibliografico erano limitati, lo spazio a disposizione era scarso e il continuo arrivo di materiale in scambio aveva fatto sì che alla vigilia della Grande Guerra la situazione della Biblioteca fosse divenuta insostenibile. Era necessario intervenire urgentemente per evitare il caos. Fu così che Pompeo Moderni, ormai responsabile della Biblioteca, diede inizio ad una profonda ristrutturazione dei locali con la realizzazione di una scaffalatura da terra al soffitto, nella sala grande e con la realizzazione del ballatoio. Inoltre vennero realizzati anche due nuovi schedari: “Si sono acquistate 27 cassette di noce lustre, sistema brevettato Staderini, per schedari: 21 delle medesime hanno servito per iniziare un nuovo schedario della Biblioteca e con le altre 6 si è pure iniziato un nuovo schedario bibliografico. Si sono pure acquistate le prime 5,300 schede speciali per le suddette cassette”⁽¹²⁾ (fig. 5). Si trattava, comunque, di provvedimenti



Fig. 5 - Il catalogo a schede della biblioteca in uso fino al 1990.
- The printed catalog of the library in use until 1990.

⁽⁹⁾Relazione al R. Comitato geologico sui lavori eseguiti per la carta geologica nell’anno 1896 e proposte di quelli da eseguirsi nel 1897, in: Bollettino del R. Comitato geologico. S. III, anno VIII, 1897.

⁽¹⁰⁾Relazione dell’Ispettore capo al R. Comitato geologico sui lavori eseguiti per la carta geologica nell’anno 1893 e programma di quelli da eseguirsi nel 1894 in: Bollettino del R. Comitato geologico. S. III, anno V, 1894.

⁽¹¹⁾Relazione al R. Comitato geologico sui lavori eseguiti per la carta geologica nell’anno 1896 e proposte di quelli da eseguirsi nel 1897, in: Bollettino del R. Comitato geologico. S. III, anno IX, 1898.

⁽¹²⁾Relazione al R. Comitato Geologico sui lavori eseguiti per la Carta geologica d’Italia nel 1912 e proposta di quelli da eseguirsi nel 1913-14, in: Bollettino del R. Comitato geologico. S.V, anno XXXIV, 1913-14.

transitori. Il fabbisogno annuo era di 8 metri lineari e dopo la ristrutturazione ne erano rimasti liberi solo 37, sufficienti per soli 5 anni.

Il notevole afflusso di visitatori richiese anche una revisione del regolamento di servizio per evitare dispersioni e smarrimenti. Tuttavia, la mancanza di un ufficiale d'ordine incaricato, l'equivalente di un odierno assistente bibliotecario della distribuzione e al ritiro dei libri, dell'aggiornamento dell'inventario e del protocollo, rappresentava un problema serio. Il lavoro di ristrutturazione dei locali, il riordinamento delle raccolte, la compilazione dei nuovi schedari effettuato dal Moderni, rischiò di essere vanificato per la mancanza di un impiegato da destinare alla Biblioteca.

Nel 1915 il Ministero dispose l'affidamento di tutto lo stabile all'Ufficio Geologico che avviò una riorganizzazione generale degli spazi. Furono collocate al primo piano le collezioni più pesanti, quelle dei prodotti industriali e dei prodotti di miniere e cave. In quell'anno venne pubblicato anche l'8° supplemento del Catalogo della Biblioteca e fu costituita, per le monografie, una sezione specifica per l'Africa italiana.

La Grande Guerra provocò una drastica diminuzione del materiale in arrivo. Si verificarono ritardi e dispersioni e cessò ogni contatto con la Germania e la regione Austro-Ungarica (CONSOLE *et alii*, 2015). Cesarono anche gli arrivi dal Belgio. Ciononostante Pompeo Moderni⁽¹³⁾ chiese fondi per acquistare nuove scaffalature, per evitare spostamenti di libri che avrebbero comportato un lungo e laborioso lavoro di modifica delle schede catalografiche a causa del sistema di collocazione fisso, a palchetto, molto in uso in quegli anni. Il Comitato fece proprie le sollecitazioni del Moderni e richiese due impiegati, uno dei quali da destinare alla Biblioteca.

Nel 1919, nonostante gli interventi effettuati nell'anteguerra, la situazione della Biblioteca non era molto migliorata: *“per riguardo alla Geologia è certamente la Biblioteca più importante che esista in Italia e più ancora potrebbe diventare quando la tirannia dello spazio non obbligasse di astenersi dal richiedere ad Istituti e Governi altre Riviste, che verrebbero sicuramente e gratuitamente spedite [...] per quanto riguarda il personale, la Biblioteca trovava nelle stesse condizioni nelle quali trovavasi 30 anni fa, quando il materiale serviva esclusivamente al personale d'ufficio, e questo materiale era contenuto in una ventina di scaffali, mentre oggi gli scaffali sono più di 80 [...] per la mancanza di un impiegato d'ordine, addetto esclusivamente alla Biblioteca, per la scritturazione, ordinamento e distribuzione dei libri, gli scaffali sono sempre aperti a tutti, con quanto danno del materiale e del suo ordinamento è facile immaginare”*⁽¹⁴⁾.

Con l'avvento del fascismo, l'Ufficio Geologico entrò a far parte della Divisione esplorazione del sottosuolo dell'Ispettorato generale delle miniere e dei combustibili nazionali del Ministero dell'Economia Nazionale (R.D. n. 2125 del 6 settembre 1923). Purtroppo c'è una mancanza pressoché totale di informazioni re-

lative all'attività dell'Ufficio Geologico durante il ventennio fascista, in quanto dal 1927 non vennero più pubblicate le relazioni annuali sul Bollettino. Le ultime informazioni di un certo interesse riguardanti la Biblioteca risalgono al 1927 e furono fornite da Giovanni Aichino, divenuto nel frattempo direttore del Regio Ufficio geologico. Egli lamentava l'impossibilità di sistemare definitivamente le collezioni perché alcuni locali erano ancora occupati dalla Stazione di patologia vegetale. Però finalmente era arrivato l'impiegato a lungo richiesto e si poté procedere al lavoro straordinario di inventariazione e catalogazione del materiale donato dall'ing. Baldacci e dagli eredi degli ingegneri Mattiolo e Sabatini.

In mancanza di altre fonti, si possono ricavare informazioni di carattere quantitativo dal catalogo della Biblioteca. In questo periodo, le pubblicazioni in arrivo crebbero in maniera ininterrotta dal 1920 sino al 1939, cioè fino l'inizio del secondo conflitto mondiale.

Dai bollettini del periodo bellico si ricavano alcune stringate informazioni sulle pubblicazioni in scambio che, nonostante tutto e sebbene in maniera ridotta, continuavano ad arrivare. Altre informazioni riguardavano il personale in forza alla Biblioteca. La signorina Palmira Domeniconi risultava tra il personale non di ruolo assegnato alla Biblioteca già dal 1942. Per lei fu l'inizio di una lunga carriera lavorativa, che le verrà ufficialmente riconosciuta con l'onorificenza di Commendatore Ordine al Merito della Repubblica Italiana, conferitale dal Presidente della Repubblica Pertini su proposta del Presidente del Consiglio Craxi.

1.4. - DAL DOPOGUERRA AGLI ANNI SESSANTA

Nel dopoguerra l'attività del Servizio Geologico ebbe una netta ripresa grazie alle accresciute risorse economiche e di personale messe a disposizione dal nuovo stato repubblicano. Dalla relazione del 1950⁽¹⁵⁾ traspare un certo ottimismo che andò scemando negli decenni seguenti. La Biblioteca fu affidata alla direzione del prof. Francesco Scarsella, che si preoccupò prima di tutto di riattivare gli scambi, mai del tutto interrotti ma drasticamente diminuiti nel periodo bellico. In Biblioteca lavoravano tre persone: la dott.ssa Giuliana Accardo, la geologa Palmira Domeniconi e il dott. Enzo Rossi, che si dedicarono alla compilazione di un nuovo catalogo secondo i criteri della Biblioteca Vaticana (dove si erano specializzati), alla redazione di un nuovo inventario e alla redazione del bollettino bibliografico mensile delle nuove accessioni.

Dopo due anni di lavori, nel 1952, venne ultimato il riordinamento sistematico dei periodici, il nuovo catalogo e un nuovo schedario amministrativo. L'anno successivo si registrarono 320 scambi di pubblicazioni e alla Biblioteca, considerata un elemento centrale del

⁽¹³⁾Relazione sui lavori di campagna e d'ufficio eseguiti durante l'anno finanziario 1915-1916 e proposte per quelli da eseguirsi nel corso dell'anno 1916-1917, in: Bollettino del R. Comitato Geologico. S.V, anno XXXXV, 1916-18, p. 14.

⁽¹⁴⁾Relazione sui lavori di campagna e d'ufficio eseguiti nell'anno finanziario 1916-1917 e proposte per quelli da eseguirsi durante lo stesso periodo 1917-1918, in: Bollettino del R. Comitato geologico. S.V, anno XXXXVII, 1919, p. 9.

⁽¹⁵⁾Relazione sull'attività del Servizio Geologico d'Italia nel 1950, in Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, V. 72, 1950, p. 101.

Servizio Geologico, furono assegnati ben 5 dipendenti⁽¹⁶⁾. La riorganizzazione della Biblioteca, comprese anche l'allestimento di un laboratorio di legatoria con personale specializzato. Venne redatto il bollettino mensile delle nuove accessioni e rinnovato lo schedario regionale delle monografie. Lo sforzo di rinnovamento fu notevole e venne premiato con un crescente afflusso di visitatori esterni: 575 nel 1957, 658 nel 1958, 1487 nel 1960. Il personale della Biblioteca si dedicò anche al completamento delle raccolte e, per colmare le lacune, in qualche caso si ricorse anche al mercato antiquario. Arrivarono i riconoscimenti anche per il personale: nel 1955 la dott.ssa Domeniconi (che nel frattempo si era sposata con un altro dipendente del Servizio Geologico, il geometra Paolo Marquardt), venne inserita nel ruolo speciale transitorio, dopo dodici anni di fuori ruolo (di precariato si direbbe oggi).

1.5. - DAGLI ANNI SETTANTA AD OGGI

Nonostante la legge Sullo del 1960, grazie alla quale vennero erogati 2.500 milioni di Lire per il completamento e l'aggiornamento della Carta Geologica d'Italia, il Servizio Geologico continuò ad essere afflitto dai gravi problemi di sempre: sede non adeguata, dotazioni organiche insufficienti, mancanza di attrezzature⁽¹⁷⁾. Problemi che si riflettevano anche sulla Biblioteca che non era in grado di fornire un costante servizio di apertura al pubblico. Il materiale giungeva quasi esclusivamente dagli scambi. Malgrado ciò la Biblioteca rimase un punto di riferimento per gli studiosi di Scienze della Terra e nel 1974 vennero registrati circa 1000 visitatori. La Biblioteca doveva anche sopperire alle richieste di pubblicazioni edite dal Servizio, che non erano disponibili presso la Libreria dello Stato. In Biblioteca erano presenti un catalogo per Autore, uno per materia e un catalogo con i lavori divisi per regione. Nel 1976 venne nominata responsabile della Biblioteca la dott.ssa Domeniconi in Marquardt. Nel 1978, la mancanza di personale addetto alla distribuzione di pubblicazioni e alla sorveglianza della sala di lettura ebbe come conseguenza che la Biblioteca venisse spesso chiusa al pubblico. Gli accessi furono circa 600 nel 1978 e 500 l'anno successivo. Nel 1979 venne avviata una razionalizzazione dei tre schedari ma l'inventariazione del materiale rimase ferma per mancanza di personale. Permaneva il divieto di accesso al pubblico, ma nonostante ciò, vennero ammessi circa 500 studiosi. Nel 1981 alla direzione della Biblioteca subentrò N. Malferrari. Nel settembre dello stesso anno il Ministero dei Beni Culturali, nell'ambito della L. 285/1977, assegnò temporaneamente alla Biblioteca 8 unità di personale tecnico specializzato con mansioni di aiuto bibliotecario. Vennero effettuati, senza esito, i primi tentativi per informatizzare i cataloghi cartacei. Tra il 1985 e il 1987 la Biblioteca rimase inagibile tanto che non fu possibile collocare il mate-

riale in arrivo, costituito da circa 1.300 pubblicazioni tra volumi, periodici, opuscoli e microfilms.

Nel 1987 con il passaggio del Servizio Geologico d'Italia al Ministero dell'Ambiente⁽¹⁸⁾, venne assegnato alla Biblioteca nuovo personale specializzato⁽¹⁹⁾. Questo consentì di rendere nuovamente agibile la sala lettura e di far ripartire gli scambi di pubblicazioni. Ormai l'informatizzazione della Biblioteca era un'opzione non più rinviabile, anche perché al Servizio Geologico era stato assegnato il ruolo di polo di riferimento nazionale per l'informazione nell'ambito delle Scienze della Terra. Venne nominata una commissione tecnica composta da bibliotecari, geologi e informatici, provenienti dal Servizio Geologico d'Italia, dall'Istituto Centrale per il Catalogo Unico (ICCU) del Ministero per i Beni e le Attività Culturali e dalla Società Italiana Sistemi Informativi Elettronici (Italsiel), allora la principale azienda italiana nel settore del *software* e servizi informatici, per la realizzazione di un *software* di *information retrieval*, finalizzato alla gestione della Biblioteca. La collaborazione con l'ICCU si era resa necessaria perché il nuovo *software* avrebbe dovuto essere realizzato secondo i protocolli e gli standard del Servizio Bibliotecario Nazionale (SBN), la più grande rete italiana di biblioteche. Al progetto era interessata anche l'Università di Roma "la Sapienza", che avrebbe voluto utilizzare il nuovo *software* per le sue biblioteche (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1989).

Nel frattempo, la Legge 183/89 sulla difesa del suolo aveva riunito il Servizio Geologico, il Servizio Idrografico e Mareografico, il Servizio Sismico e il Servizio Dighe nel sistema coordinato e unitario del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali (DSTN) sotto la Presidenza del Consiglio dei Ministri. Il progetto di informatizzazione della Biblioteca (CARUSONE & MORRONI, 1996) si concretizzò alla fine del 1991 con la stipula di una convenzione tra il Servizio Geologico d'Italia, il consorzio GEODOC⁽²⁰⁾ e il Ministero del Lavoro, il cui scopo era quello di realizzare un centro di documentazione geologica del territorio nazionale che costituisse un punto di riferimento per gli operatori del settore e consentisse una migliore tutela dell'ambiente tramite l'organizzazione e la diffusione delle informazioni. Il progetto GEODOC (CARUSONE & MORRONI, 1996), oltre all'informatizzazione della biblioteca, prevedeva anche la catalogazione delle collezioni litologiche, paleontologiche e dei dati derivati dall'applicazione della Legge 464 del 4 agosto 1984. Vennero assunti e impiegati nelle sedi di Roma e Napoli oltre 200 documentalisti, di cui oltre 100 dedicati alla Biblioteca. I lavori vennero completati in circa tre anni, dal 1 aprile 1992 al 31 luglio 1995 (MORRONI, 1996). Oltre alla catalogazione descrittiva e semantica del materiale cartografico e bibliografico (monografie e periodici), venne creata una base dati di oltre 40.000 articoli tratti dalle più importanti riviste italiane di Scienze della Terra, an-

⁽¹⁶⁾ Relazione sull'attività del Servizio Geologico d'Italia nel 1953, in Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, V. 75, 1953, p. 989.

⁽¹⁷⁾ Relazione sull'attività del Servizio Geologico d'Italia nel 1974, in Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, V. 95, 1974, p. 159.

⁽¹⁸⁾ DPCM del 15 gennaio 1987.

⁽¹⁹⁾ Le dott.sse Angela Carusone e Natalina Mellino.

⁽²⁰⁾ Costituito dalle società Italsiel, Sidac e Telespazio.

ch'essi corredati di descrittori semantici. L'indicizzazione semantica venne effettuata utilizzando il Lessico fornito dal CNR. Il 23 giugno 1995 venne effettuata la "migrazione" dei dati relativi a monografie e periodici nella base dati Indice di SBN. La necessità di effettuare importanti lavori di restauro della storica sede di Largo di Santa Susanna, causò il trasferimento del Servizio Geologico e della Biblioteca nel palazzo della Federconsorzi di piazza Indipendenza. Nella nuova sede non erano disponibili locali sufficienti a contenere tutto il materiale della Biblioteca, che venne in parte dislocato nei magazzini della Protezione civile di Castelnuovo di Porto e divenne indisponibile fino a che non fu ristrutturato e destinato alla Biblioteca il magazzino di Lungotevere dei Papareschi, utilizzato in precedenza come autoparco del Servizio Geologico (fig. 6).



Fig. 6 – Il deposito degli automezzi del Servizio geologico in via dei Papareschi. Oggi in questo luogo si trova il magazzino della Biblioteca.
– The cars depot of the Geological Survey in via dei Papareschi. Nowadays the depot has been converted in the Library warehouse.

Purtroppo ben presto emersero le lacune del progetto GEODOC. Il *software* di gestione bibliotecario, in ambiente VMS-Digital, sviluppato solo parzialmente da Finsiel, fu abbandonato e si rese necessario adottare un nuovo sistema nel quale vennero trasferiti tutti i dati. La modalità con cui era stata creata la base dati, utilizzando *personal computer* non collegati in rete, aveva provocato un elevato numero di incongruenze. I problemi più gravi riguardavano soprattutto i periodici e gli Autori. A tutti i documenti mancavano i dati relativi alla collocazione e quindi risultava molto difficile reperire anche quella porzione di documenti che erano disponibili. La soluzione di questi problemi è arrivata negli anni successivi, grazie al forte impegno del personale della Biblioteca. Con la costituzione dell'APAT, nel 1999, la Biblioteca ha integrato nelle sue raccolte quelle della Biblioteca dell'ANPA. Nel 2006 è stato pubblicato il Thesaurus Italiano di Scienze della Terra (ThIST) (CARUSONE & OLIVETTA, 2006), nato da una collaborazione con il CNR e portato a termine da uno specifico gruppo di lavoro dell'APAT. Nel 2008, con la costituzione dell'ISPRA, sono state integrate le collezioni e i dati catalografici delle biblioteche dell'INFS e dell'ICRAM e si è aperto un percorso che ha portato la Biblioteca ad ampliare la propria specializzazione dalle Scienze della Terra alle discipline naturalistiche e ambientali.

2. – IL CATALOGO ON-LINE DELLA BIBLIOTECA

SEVERINO F. (*)

Quando si parla di biblioteca, o di biblioteche in generale, il pensiero comune va subito al luogo fisico, agli spazi, alle sale di lettura, alle scaffalature, ai repertori disponibili per la consultazione. A questa immagine, qualcuno, forse l'utente più affezionato, potrebbe aggiungere l'immagine di un/a bibliotecario/a che lo accoglie dando seguito alle sue ricerche per una monografia di cui poco ricorda se non il nome di uno degli autori o di qualche parola presente nel titolo.

Certamente i primi rapporti con una biblioteca sono legati al suo ambiente, ma quando si frequenta una biblioteca scientifica (nel senso più completo del termine) le immagini che evocano quel luogo sono più complesse e articolate proprio per la sua ontologia, ma soprattutto per i servizi che la stessa offre.

Una pluralità di strumenti di ricerca vengono offerti dalla Biblioteca dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e la loro specificità denota l'estrema specializzazione della stessa che, nel corso della sua storia, ha affiancato al nucleo delle Scienze della Terra, tematiche ambientali e marine. Più banche dati bibliografiche, un *discovery* che consorzia le biblioteche del sistema agenziale, un catalogo *on-line*, periodici *open access* a cui accedere, servizio di *reference in loco* e in remoto, servizio di fornitura di documenti e di prestito interbibliotecario sono le realtà con cui quotidianamente la biblioteca interfaccia l'utente e tramite le quali supporta la sua attività di ricerca.

L'*on-line public access catalogue* (OPAC) è sicuramente uno degli strumenti chiave sia per la biblioteca, sia per l'utente. Da una parte, infatti, esso consente di fare da ponte tra il patrimonio della biblioteca, il lavoro di *back office* di chi si occupa della catalogazione e l'utente finale che lo utilizza per recuperare informazioni e materiali utili per le sue ricerche.

La realizzazione di un OPAC per la Biblioteca ISPRA risale agli inizi del 2000 con la volontà di consentire all'utenza specialistica di fare ricerche autonomamente, ma anche per rendere la stessa biblioteca raggiungibile da altre realtà affini sul territorio nazionale, come le biblioteche di area tematica simile, con cui la stessa intratteneva, e intrattiene tutt'ora, rapporti di cooperazione interbibliotecaria. Il primo OPAC consentiva la ricerca tramite i campi classici di Autore, titolo, anno e fu uno dei primi "biglietti da visita" per i rapporti con gli altri poli presenti nel Servizio Bibliotecario Nazionale e con cui la stessa biblioteca cominciava ad attivare il servizio di prestito interbibliotecario e di fornitura documenti.

L'accrescimento del patrimonio della biblioteca da una parte e la catalogazione retrospettiva dell'intero patrimonio dall'altra hanno palesato la necessità di un OPAC più plastico nella ricerca soprattutto per una categoria di materiale per cui la biblioteca eccelle nei nu-

(*) Biblioteca, ISPRA

meri e nella qualità: quello cartografico. Sono oltre 50.000 le carte presenti a vario tematismo (geologiche, geotematiche, topografiche, nautiche, per citarne solo alcune) conservate nella biblioteca.

Proprio il desiderio di consentire una ricerca su questo materiale attraverso vari canali di accesso ha favorito un'indagine per capire se un simile prodotto fosse presente sul territorio nazionale, in realtà simili alla nostra. Tuttavia da subito è stato chiaro che nessuna biblioteca possedeva una maschera di ricerca così come la si stava pensando e si avviò uno studio di fattibilità che coinvolse i bibliotecari dell'allora Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali, alcuni informatici e alcuni geologi dell'Ente. Il risultato successivo, che risale al 2005, è stato un OPAC più articolato e con una maschera di ricerca specifica per la cartografia e che nel 2008 passerà a un formato graficamente più "friendly" anche per l'interfaccia utente (fig. 7).

La peculiarità di questa maschera è legata alla possibilità di interrogazione tramite più punti di accesso: oltre ai campi per la ricerca base, se ne aggiungono altri più specifici per il materiale che si sta cercando. In linea con gli standard internazionali, si è seguito infatti l'International Standard Bibliographic Description for Cartographic Materials (ISBD-CM) (ICCU, 1992): tipo di proiezione, fattore di scala, ricerca per coordinate arricchiscono la maschera. Ma non sono solo questi i canali di accesso: la query può avvenire anche per tipo di proiezione, per range di scala e anche per natura della carta (se in collana o se "sciolta" per esempio). E' evidente, quindi, che tutto ciò è ulteriore elemento di caratterizzazione della ricerca.

L'alta specializzazione di tecnici di settore che frequentano la biblioteca ha spinto a realizzare anche un accesso tramite coordinate geografiche, rispettivamente

del vertice superiore sinistro e di quello inferiore destro dell'area della quale si vuole cercare la disponibilità di materiale cartografico. In fase di ricerca geografica (tramite comune, provincia e regione) l'algoritmo presente nell'OPAC confronta le coordinate delle carte catalogate con l'area geografica ricercata dalla regione, dalla provincia e dal comune.

È possibile effettuare una ricerca anche per classificazione poiché tutte le carte vengono classificate a seconda del campo di appartenenza. Ci sono quindi carte pedologiche, di geomorfologia glaciale, litologiche, nautiche; tuttavia se non si conosce la classificazione attribuita, ma si vuole usare questo campo di interrogazione, cliccando sul box "inizia per" compare la lista delle classi in cui sono raggruppate le carte (fig. 8).

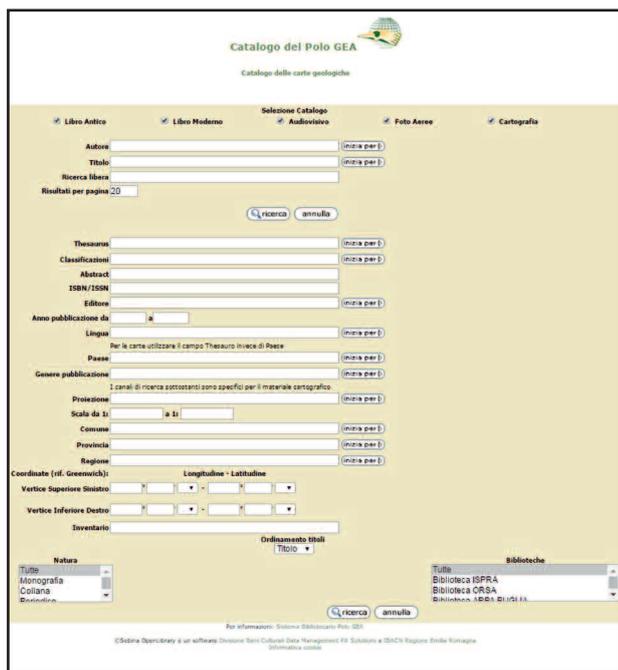


Fig. 7 - Schermata di visualizzazione del catalogo on-line. - OPAC's screenshot.

Carte della radiazione solare [1]	Carte paleogeografiche [256]	Carte delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque [162]
Carte barometriche (isobare) [1]	Carte paleontologiche [2]	Carte della vulnerabilità dell'acquifero, del rischio di inquinamento dei corpi idrici [66]
Carte termometriche (isoterme), dell'escursione termica (isodiafore) [14]	Carte di geologia economica [281]	Carte geomorfologiche [614]
Carte pluviometriche (isoiete) [187]	Carte minerarie, dei giacimenti minerali, metallogeniche, delle materie prime, delle sostanze utili [1435]	Carte delle fasce altimetriche (ipsografiche), dell'energia del rilievo [63]
Carte dell'innescamento (isonivali) [10]	Carte dei giacimenti di idrocarburi [137]	Carte delle pendenze (clinometriche), della acclività (clivometriche) [31]
Carte meteorologiche [3]	Carte geotermiche, della temperatura, del sottosuolo, dei fluidi geotermici [19]	Carte dell'esposizione dei versanti [6]
Codice da recupero [21]	Carte geochimiche [124]	Carte dei depositi superficiali [548]
Carte paleoclimatiche [3]	Carte radiometriche, della radioattività naturale, delle emissioni di radon [39]	Carte di dinamica dei versanti, dei movimenti franosi, dell'erosione, dei dissesti [119]
Carte geografiche [491]	Carte geofisiche [252]	Carte della stabilità dei versanti, della pericolosità geologica, della vulnerabilità per franosità, del rischio geologico [173]
Carte topografiche, del rilievo (isopse) [9766]	Carte magnetiche, areomagnetiche, geomagnetiche [780]	Carte di geomorfologia glaciale [542]
Fotocarte, ortofotocarte, spaziocarte [162]	Carte gravimetriche, delle anomalie di bouger (isoanomale) [751]	Carte delle valanghe, del rischio di valanga [60]
Carte stradali, turistiche [89]	Carte sismologiche, della sismicità (isosome), sismotettoniche [191]	Carte di geomorfologia costiera, di dinamica dei litorali, di geomorfologia marina [155]
Carte oceanografiche, oceanologiche e mareografiche [33]	Carte del rischio sismico, di zonazione sismica [33]	Carte dei processi carsici, delle cavità sotterranee, speleologiche [43]
Carte batimetriche (isobate del fondo marino) [426]	Carte di prospezione elettrica, della resistività [22]	Carte fisiografiche, delle unità di passaggio [64]
Carte nautiche [835]	Carte paleomagnetiche [1]	Carte pedologiche, di classificazione dei suoli, delle agro-pedologiche, delle geo-pedologiche [1176]
Carte delle correnti marine, delle caratteristiche chimico-fisiche dei mari, del rischio di inquinamento dei mari [17]	Carte idrografiche, idrologiche e idrogeologiche [2117]	Carte delle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli [51]
Carte geologiche [22051]	Carte del reticolo idrografico, dei bacini idrografici, della gerarchizzazione dei corsi d'acqua, della densità di drenaggio [274]	Carte di copertura del suolo [84]
Carte litologiche, delle litofacies [2158]	Carte dei coefficienti di deflusso [6]	Carte di uso del suolo, di capacità d'uso del suolo, di irrigabilità dei terreni [121]
Carte petrografiche, petrologiche [482]	Carte del rischio idrogeologico, delle esondazioni [61]	Carte della vegetazione reale, della vegetazione potenziale [134]
Carte sedimentologiche, granulometriche, tessiturali, delle paleocorrenti [172]	Carte vulcanologiche [135]	Carte di assemblaggio [179]
Carte stratigrafiche, litostatigrafiche, biostratigrafiche, cronostatigrafiche [404]	Carte del rischio vulcanico [14]	Atlanti pluritematici [9]
Carte geotecniche, geologico-tecniche [131]	Carte della permeabilità [34]	Carte varie [457]
Carte di geologia marina [15]	Carte della profondità dell'acquifero (isobate), dello spessore dell'acquifero (isopache), della profondità della falda (isofreatiche) [280]	

Fig. 8 - Tabella di classificazione carte. - Map's check list.

Ultima possibilità di ricerca specialistica è quella semantica, ovvero tramite parole chiave. Su questo canale di accesso, forse il più ostico per l'utente generico, è opportuno fare un approfondimento sulle parole chiave che vengono utilizzate. La provenienza di quest'ultime deriva dal Thesaurus Italiano di Scienze della Terra (ThIST) che è lo strumento realizzato ad hoc per l'indicizzazione di tutto il materiale biblio-cartografico posseduto dalla biblioteca (CARUSONE & OLIVETTA, 2006). Questo strumento di lavoro mantiene nella sua strut-

tura quella del Thesaurus CNR, da cui ha preso origine, ma aggiunge molti descrittori arrivando a più di 10.000. Il progetto del Thesaurus è strettamente connesso al *Multilingual Thesaurus of Geosciences* curato dal gruppo di lavoro internazionale, a cui ISPRA partecipa.

L'utilità della ricerca tramite il catalogo *on-line*, però, per quanto riguarda il materiale cartografico è legata anche alla possibilità (e al vantaggio) di recuperare non solo i riferimenti della descrizione cartografica, ma anche l'immagine della carta stessa, scaricabile in ottima risoluzione. Questa possibilità è contemplata per oltre un migliaio di carte antiche, le quali, essendo ormai svincolate dal diritto d'autore, possono essere pubblicate a corredo della descrizione cartografica. (fig. 9).

Un ottimo riscontro sull'utilizzo di questo strumento di ricerca, in termini numerici, ci proviene dalle statistiche d'uso elaborate dal sistema: a fine 2015 le visite registrate ammontavano a 465.785 per un totale di circa 60.000 pagine visitate.

Dato interessante è che la distribuzione degli accessi durante la settimana dimostra un utilizzo dell'OPAC molto attivo. Interessante è il dato che mostra come, durante i fine settimana, gli accessi competono nei numeri con quelli dei giorni feriali. Nell'attesa di effettuare un'analisi più approfondita di questi dati, si desume che la fidelizzazione non è legata solo ai ricercatori interni,

ma a tutti gli studiosi che trovano nella nostra realtà un punto di riferimento per le proprie ricerche.

“La biblioteca che servirà in futuro è una biblioteca consapevole di essere impegnata in azioni tese a facilitare la produzione di conoscenza, sia in senso individuale che sociale. Nuova conoscenza che non va intesa in modo riduttivo come nuove scoperte scientifiche, ma come cambiamento continuo dei soggetti sociali sulla base di progetti di apprendimento in gran parte autodeterminati.

Anche la biblioteca, insieme ai suoi utenti, deve avere un proprio progetto di produzione di conoscenza, un progetto che deve sempre essere modificabile in base ai progetti dei propri utenti.

La conoscenza che produce la biblioteca è basata sull'interpretazione dei documenti che acquisisce e di quelli disponibili in rete al fine di porli in relazioni sintagmatiche tali da costruire un vero ipertesto. Il catalogo e la produzione bibliografica in questa prospettiva non possono essere garantiti dalla natura oggettiva dei documenti e dei loro argomenti, ma solo dalla coerenza interna del sistema e dell'interazione dei bibliotecari con gli utenti” (CAVALERI, 2013)

Proprio questa è la strada che la biblioteca sta percorrendo e la realizzazione di nuovi progetti in sinergia con altre realtà dell'Istituto ne è la prova.

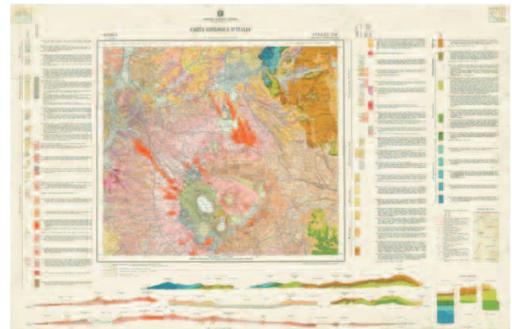
Autore	Titolo	salva bibliografia	Anno	Natura	Collocazione
1	*Atlas: foglio 151 / Ministero di Agricoltura Industria e Commercio. Direzione Generale dell'Agricoltura. - Scala 1:100 000 ; [E 00°30' - E 01°00' / N 42°00' - N 41°40'] - Roma : Stab. Cart. Bruno & Salomone, 1890. - 1 carta ; color. (Long. dal Meridiano di Roma M. Mario. - Carta rileg. in volume		1890	Cartografia moderna	Biblioteche
2	*Biscione: foglio 143 / Ministero di Agricoltura Industria e Commercio. Direzione Generale dell'Agricoltura. - Scala 1:100 000 ; [W 11°57' - 00°00' / N 42°00' - N 42°00'] - Roma : Stab. Cart. Bruno & Salomone, 1890. - 1 carta ; color. (Long. dal Meridiano di Roma M. Mario. - Carta rileg. in volume		1890	Cartografia moderna	Biblioteche
3 Ponzi, Giuseppe <1805-1885>	*Carta geognostica dello Stato Pontificio: indicante le Dogane, i Porti annessi dalla Tropa di Finanza, le strade doganali, le fasce limitarie di divieto, e le Dogane estere che corrispondono alle Pontificie / [Giuseppe Ponzi] ; disegnatore: Gaetano Spinetti ; incisore: Alessandro Moschetti. - Scala [ca. 1:296000]. - [Roma : s.n., 1831-1846?]. - 1 c. geol. ; color. a mano ad acquerello, su tela a stacchi ; 177 x 96 cm. (Ed. disegnata durante il pontificato di Gregorio XVI [1831-1846]). - Non sono riportate le coordinate geografiche. - I limiti geologici sono disegnati sulla base della cartografia, ma non è riportata la legenda delle litologie. - Include: carta della Delegazione di Benevento, indice delle strade legali di comunicazione, dei porti e scali		1831	Cartografia moderna	Biblioteche
4	*Carta geognostica dei Vulcani della Campagna e del territorio adiacente / B. Montani. - Inedita. - scala [1:190000]. Scala di miglia: 10 da 60 a grado. - [Napoli : s.n., 1839]. - 1 c. geol. ; disegnata e colorata a mano ; 82x63 cm (Non sono riportate le coordinate geografiche. - Fa parte della Carta Geologica del Regno delle Due Sicilie ; Tav. VII)		1839	Cartografia moderna	Biblioteche
5	*Carta geognostica di Gaeta e suoi dintorni / B. Montani. - Esplorazione geologica eseguita per comando dato da S.M. il Re Ferdinando II nel Consiglio di Stato del dì 12 novembre 1835. - Scala di miglia da 60 a grado. - Napoli ; [s.n.], 1835. - 1 carta ; disegnata e colorata a mano. (Include profili e tagli trasversali del territorio		1835	Cartografia moderna	Biblioteche
6	*Carta geologica della Campagna romana / R. Ufficio Geologico ; G. Ponzi. - scala 1:250000. - Roma : Ufficio Geologico, 1878 (Stab. Lit. Viro e Teano). - 1 c. geol. ; color. ; 66 x 80 cm. (In basso a sinistra: Carta compilata nel 1878 nell'Ufficio Geologico in Roma a domanda della Direzione di Statistica dietro li migliori documenti tratti dal Ponzi, diversi altri geologi e speciali verificazioni. - Non sono riportate le coordinate geografiche. - Include: 2 Sezioni geologiche alla scala orizzontale di 1:250000 e verticale di 1:25000. - Anche allegata a: Monografia della città di Roma e della Campagna Romana della Direzione di Statistica, 1878		1880	Cartografia moderna	Biblioteche
7	*Carta geologica della campagna romana / R. Ufficio Geologico ; G. Ponzi. - Scala 1:250000. - Roma : Ufficio Geologico, 1878 (Stab. Lit. Viro e Teano). - 1 c. geol. ; color. ; 66 x 80 cm. (In basso a sinistra: Carta compilata nel 1878 nell'Ufficio Geologico in Roma a domanda della Direzione di Statistica dietro li migliori documenti tratti dal Ponzi, diversi altri geologi e speciali verificazioni. - Non sono riportate le coordinate geografiche. - Include: 2 Sezioni geologiche alla scala orizzontale di 1:250000 e verticale di 1:25000		1880	Cartografia moderna	
8 Ponzi, Giuseppe <1805-1885>	*Carta geologica della Campagna romana con sezioni / R. Ufficio Geologico ; G. Ponzi. - scala 1:250000. - Roma : Ufficio Geologico, [1880] (Stab. Lit. Viro e Teano). - 1 c. geol. ; color. ; 66 x 80 cm. (In basso a destra: Carta compilata nel 1878 a domanda della Direzione di Statistica dietro i migliori documenti tratti dalle carte del prof. Ponzi, da lavori di altri geologi, e da alcune speciali verificazioni per cura dell'Ufficio Geologico. - Non sono riportate le coordinate geografiche. - Include: 2 Sezioni geologiche alla scala orizzontale di 1:250000 e verticale di 1:25000		1880	Cartografia moderna	Biblioteche
9	*Carta geologica delle Isole Ponza, Palmarola e Zannone / C. Doelter. - Scala 1:200000. - [Roma : s.n., 1876] (Roma : Lit. Bruno, Salomone e Luzzo). - 1 c. geol. ; color. ; 42 x 29 cm (Non sono riportate le coordinate geografiche. - Anche allegata a: Memorie del R. Comitato Geologico d'Italia		1876	Cartografia moderna	Biblioteche
10 Mantovani, Paolo <sec. 19.>	*Carta geologica e idrografica della Campagna Romana / redatta da Paolo Mantovani. - scala 1:210000. - [S.l. : s.n., 1870?]. - 1 c. geol. ; su foglio lucido, color. ; 50x76 cm. (Edizione negli anni 1868-69-70. - Non sono riportate le coordinate geografiche		1870	Cartografia moderna	Biblioteche
11 Ponzi, Giuseppe <1805-1885>	*Carta geologica e montanica dei Monti di Alburna e s.l. / Ponzi G. - scala 1:32000. - [S.l. : s.n., 1877?]. - 1 c. geol. ; color. a mano ; 88x63 cm (Non sono riportate le coordinate geografiche. - Include 4 sezioni geol.		1877	Cartografia moderna	Biblioteche
12	*Carta topografica dell'Agro Romano con indicazioni geologiche / rilevamenti: R. Ufficio Geologico. - Scala 1:100000. - [Roma : R. Ufficio Geologico, 1885?] (Cromp-Lit. Bruno e Salomone). - 1 c. geol. ; color. ; 94 x 105 cm (Su front. Annessa alle Conferenze sul Clima di Roma di Conrado Tommasi-Crudeli (tenute: nel 1885). - Non sono riportate le coordinate geografiche		1885	Cartografia moderna	Biblioteche

a)



b)

Fig. 9 - a) Schermata di visualizzazione dell'oggetto digitale. b) Esempio di descrizione cartografica con immagine di carta. c) Esempio di descrizione cartografica con immagine di carta.



c)

3. - LA CARTOGRAFIA STORICA: DAL CARTACEO AL DIGITALE

CONSOLE F. (*), PANTALONI M. (**)

Il prezioso patrimonio cartografico storico della Biblioteca deriva dalle acquisizioni avviate nel lontano 1867, quando venne istituito il R. Comitato Geologico; nel Decreto istitutivo, infatti, venne prevista la creazione di una biblioteca di supporto ai geologi e agli ingegneri nello studio delle Scienze minerarie e della Terra. Nel 1873, con la fondazione del R. Ufficio Geologico, venne poi stabilita la creazione di uno speciale gabinetto con il compito di raccogliere le rocce, i minerali e i fossili, e nello stesso tempo la creazione di una biblioteca dedicata ai libri e alle carte già collezionate e disponibili a Firenze presso il R. Comitato geologico. Il R. Ufficio Geologico ereditò quindi il materiale bibliografico e cartografico finora raccolto e ha proseguito, nella sua lunga vita, con l'acquisizione di una immensa mole di periodici, volumi e materiale cartografico.

Questo patrimonio cartografico è stato acquisito attraverso vari canali, soprattutto grazie all'intensa attività di scambio con tutti i Servizi geologici europei ed extraeuropei. Le carte geologiche, costituite da oltre 21.000 esemplari, rappresentano il segmento principale della raccolta che è stata riorganizzata in maniera organica e ragionata assurgendo a modello per le collezioni cartografiche.

Il materiale cartografico antico conservato, fin dalle origini in biblioteca, è stato oggetto di un'accurata opera di restauro e recentemente, per comprensibili esigenze di conservazione, tutela e diffusione, è stato implementato un progetto mirato ad acquisire la cartografia antica in formato digitale. L'obiettivo di questo progetto è quello di favorire l'accesso alla collezione cartografica, unica nel suo genere, indipendentemente dal limite fisico della Biblioteca affidandolo, con tutti i vantaggi che ne derivano, alla capillarità della rete.

La procedura intrapresa nelle attività di digitalizzazione è piuttosto complessa: in seguito alla selezione e all'analisi storica dell'oggetto cartografico, viene effettuata un'analisi per approfondirne le caratteristiche "fisiche", cioè il fattore di scala ⁽¹⁾, l'ubicazione geografica (Provincia, Comune, Area di Bacino ecc), l'anno di realizzazione (o gli anni del rilevamento) e l'autore (o rilevatore, o disegnatore o altro), spesso non indicati esplicitamente. La cartografia viene infatti catalogata, secondo gli standard ISBD-CM (SEVERINO, questo volume) ma spesso per le carte manoscritte o bozze incomplete la puntuale compilazione di tutti i campi presenti nella maschera di catalogazione risulta una impresa ardua (fig. 10).

Si passa poi all'acquisizione attraverso la scansione del materiale cartografico, effettuata tramite specifici strumenti tecnici per realizzare immagini *raster* ad alta ri-

soluzione (≥ 300 dpi) al fine di mantenerne al meglio le caratteristiche originali di grafica e di stampa, in formati standard (jpg, tif) idonei all'archiviazione elettronica.

Il file relativo viene caricato sul server della Biblioteca ISPRA e reso disponibile al *download* gratuito sul catalogo OPAC. Questo impegnativo lavoro di *back-office* è la base su cui si fonda la ricerca che l'utente esterno può effettuare tramite il catalogo *online* (www.opac.isprambiente.it) (SEVERINO, questo volume).

Ad oggi, sul catalogo OPAC sono state caricate e rese disponibili al download oltre 1200 carte geologiche e geotematiche; tra gli esempi più interessanti di questo posseduto vanno citati gli originali manoscritti, le bozze di allestimento rimaste poi inedite, schizzi e prove d'Autore di personaggi che hanno segnato la storia della geologia in Italia: Cocchi, Gastaldi, Baretti, Ponzi, Scarabelli Gommei Flamini, Baldacci, Sacco, ecc. (PANTALONI *et alii*, questo volume).

Nelle fasi di lavoro finora sviluppate, e nella complessa e delicata procedura di digitalizzazione e archiviazione, si sono evidenziati alcuni specifici problemi: primo fra tutti la necessità di un adeguato metodo di conservazione e restauro del materiale cartaceo (spesso copie uniche se non addirittura originali manoscritti). In secondo luogo la necessità di affiancare alla parte "tecnologica" una analisi "storica" mirata all'identificazione dell'Autore (talvolta sconosciuto), dell'anno di realizzazione e, talvolta, dell'ubicazione geografica dell'area cartografata. Questo processo integra e sviluppa quanto già avviato durante il progetto GEODOC (ERCOLANI, questo volume; CARUSONE & MORRONI, 1996) traendo nuove informazioni bibliografiche e storiche dall'Archivio del Servizio Geologico d'Italia (1867-1940) e dal fondo delle Miscellanee conservati presso la Biblioteca, in corso di studio e catalogazione.

Una fase successiva, in corso di sviluppo, proseguirà attraverso la georeferenziazione dei file cartografici per permetterne, in futuro, la visualizzazione sul Portale del Servizio Geologico d'Italia.

Il valore della cartografia storica è intrinsecamente legato alle figure del rilevatore e del cartografo: la conoscenza approfondita della materia da parte del primo e le abilità tecniche e artistiche del secondo, infatti, facevano la differenza; l'uso sapiente degli acquarelli e delle tecniche pittoriche di stesura del colore erano in grado di far risaltare il contenuto e aumentavano il valore scientifico delle carte. Le sezioni, gli spaccati geologici (fig. 11), i panorami a corredo delle carte (fig. 12) rappresentavano, in alcuni casi, splendidi esempi di riproduzione fedele del paesaggio senza l'ausilio di attrezzature moderne, quali ad esempio la macchina fotografica panoramica.

Attualmente, lo sviluppo delle metodologie di rilevamento geologico e le tecnologie di allestimento e riproduzione di una carta hanno portato a diversificare le competenze, moltiplicando i contributi necessari alla sua realizzazione: se oggi, attraverso la produzione di

(*) Biblioteca, ISPRA

(**) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

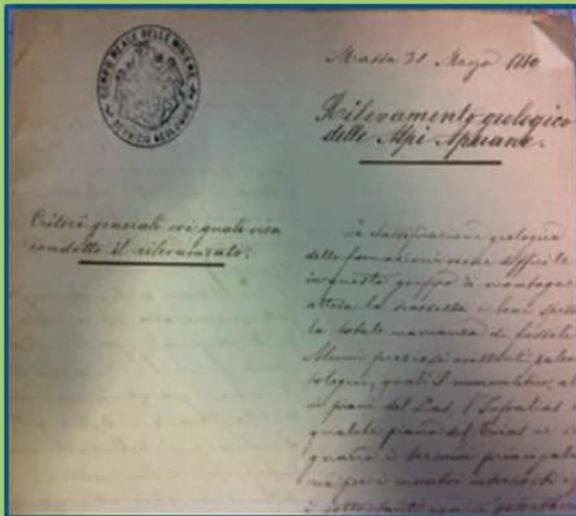
⁽¹⁾ Se non esiste una formulazione di scala, la frazione rappresentativa si deriva da una scala grafica, da un reticolo (cioè dal 1° di latitudine, che è in media di 111 km) o da una griglia, o dal confronto con una carta topografica di cui sia nota la scala, e si racchiude entro parentesi quadre con l'indicazione di approssimazione.



1 - Selezione dei documenti



2 - Analisi biblio-cartografica finalizzata alla catalogazione semantica e descrittiva del documento secondo gli standard ISBD-CM



3 - Ricerca storica nell'Archivio del Servizio Geologico d'Italia



4 - Scansione della cartografia per ottenere raster ad alta risoluzione



5 - Uploading dei file raster sul server legato alla descrizione bibliografica del documento; risorsa disponibile al download dall'OPAC: opac.isprambiente.it

Fig. 12 – Schema di procedura dell'intero processo di digitalizzazione del patrimonio cartografico.
 – Digitization process of the cartographic heritage.

un elaborato cartografico è possibile risalire alla specifica attività e alle competenze dell'Ente che lo ha prodotto, è quasi impossibile individuare gli apporti dei singoli specialisti.

3.1. – ESEMPI DI RECUPERO DELLA CARTOGRAFIA STORICA A FINI APPLICATIVI E DIVULGATIVI

La catalogazione, la digitalizzazione e l'analisi della cartografia antica fornisce l'opportunità di studiare ed approfondire sia le fasi temporali di modificazione del territorio sia l'evoluzione degli aspetti tecnico-scientifici che portano alla realizzazione di una carta geologica.

L'analisi storico-scientifica di documentazione inedita può consentire analisi territoriali di tipo qualitativo e, talvolta, semi-quantitativo. Ad esempio, lo studio e l'analisi effettuata su sei relazioni inedite redatte dagli ingegneri Lotti, Montanari e Olivieri nel periodo a cavallo del terremoto del 13 gennaio 1915 nell'area del bacino del Fucino, ha permesso l'elaborazione di un modello territoriale di una porzione del territorio oggetto della bonifica. Queste relazioni, finalizzate alla risoluzione di alcuni problemi idraulici

conseguenti la bonifica conclusa da Alessandro Brisse nel 1878, contenevano una serie temporale di rilievi topografici (fig. 13) che sono stati elaborati tramite l'uso di strumenti GIS al fine di ricostruire l'evoluzione temporale della subsidenza dovuta alla costipazione dei sedimenti lacustri (PANTALONI *et alii*, 2014).

Un altro esempio di utilizzo del materiale cartografico storico riguarda la divulgazione dell'informazione scientifica contenuta in questa tipologia di documenti attraverso l'utilizzo delle potenzialità offerte dalle applicazioni Web come, ad esempio, le *Story Maps*. Queste costituiscono moderni e interessanti strumenti di comunicazione e consultazione che, attraverso un catalogo di mappe georiferite, permettono la conoscenza del territorio in modo interattivo.

Questa metodologia è stata applicata, come caso di studio, alla cartografia geologica ricadente nell'area romana in un progetto pilota che ne costituisce il primo sviluppo⁽²⁾.

L'evoluzione della conoscenza geologica dell'area urbana di Roma nasce dallo *Schema geologico di Roma*, realizzato da Giovanni Battista Brocchi tra il 1820 ed il 1830, disegnato a mano a due colori sulla riduzione

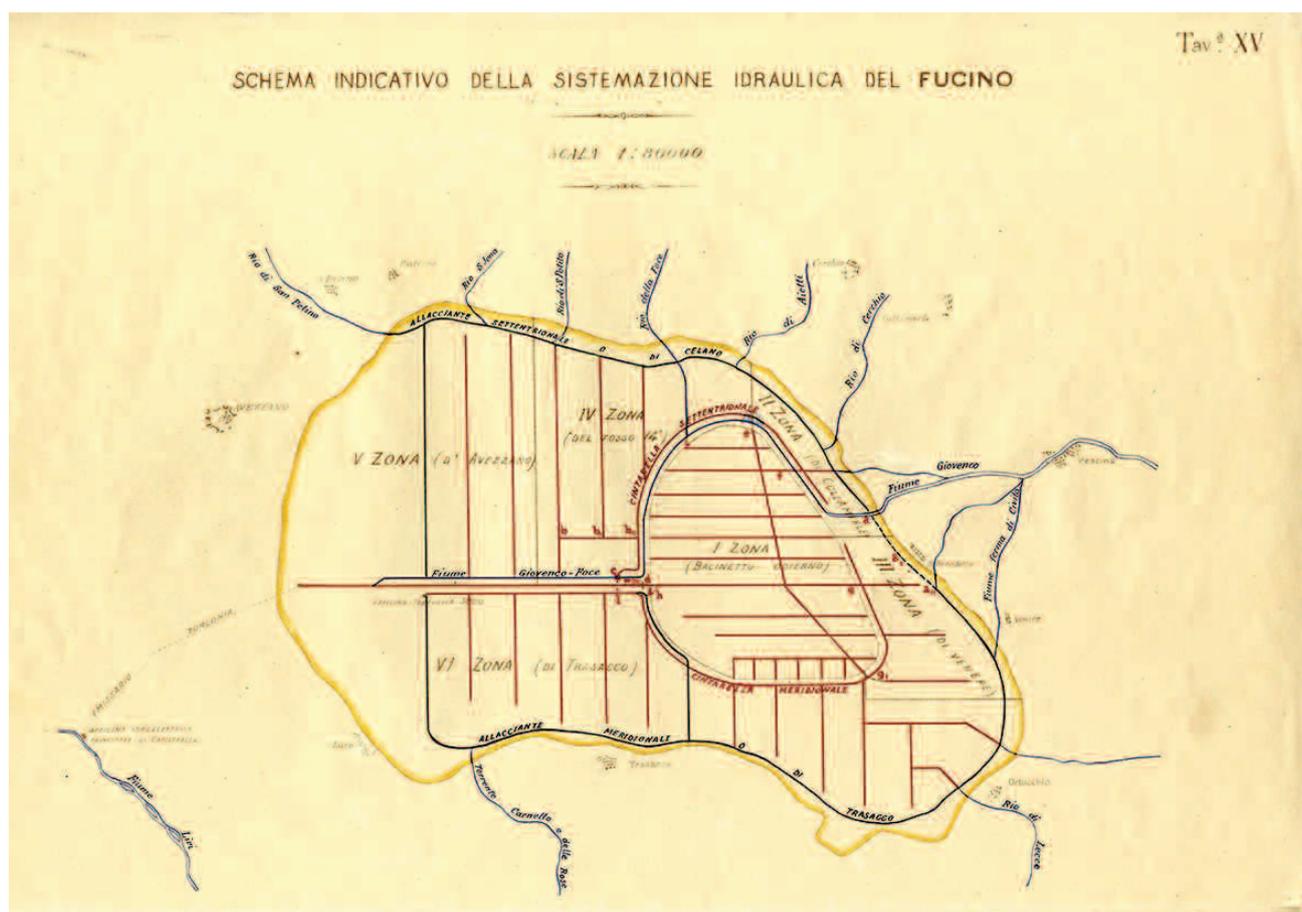


Fig. 13 – Schema manoscritto indicativo della sistemazione idraulica del Fucino, scala 1:80.000, redatto da Lotti, Olivieri e Montanari (1915-1916).
– Hydraulic drain system for the Fucino land reclamation, by Lotti, Olivieri and Montanari (1915-1916).

⁽²⁾ <http://arccgis/1FiXreQ>

della “Nuova pianta di Roma”, al quale fanno seguito la *Carta geologica e idrografica della Campagna Romana* alla scala 1:210.000, manoscritta da Paolo Mantovani nel 1870, la prima edizione del *Foglio geologico 150 Roma*, e la *Carta geologica dei dintorni di Roma: regione alla destra del Fiume Tevere*, di Achille Tellini.

L'analisi cartografica è proseguita poi con la *Carta geologica di Roma*, a scala 1:15.000 del Tenente Generale Antonio Verri, pubblicata per conto del R. Ufficio Geologico (PANTALONI & LUBERTI, 2015), con la seconda edizione del *Foglio geologico 150 Roma* in scala 1:100.000 e si è conclusa con l'analisi del *Foglio geologico 374 Roma*, in scala 1:50.000, pubblicato nel 2008.

Questa nuova forma di rappresentazione (fig. 14), chiave di volta nella gestione della cartografia storica fino ad arrivare al moderno 2.0, costituisce una interessante e moderna forma di comunicazione scientifica che amplia e amplifica la conoscenza del territorio attraverso la condivisione dei risultati verso utenti anche non esperti di *software GIS* (CONGI *et alii*, 2016).

Ringraziamenti

Ringraziamo Angela Carusone per averci trasmesso la sua passione e dedizione nella gestione e conservazione del prezioso materiale bibliografico e cartografico del Servizio Geologico d'Italia permettendone il passaggio di testimone alle future generazioni.

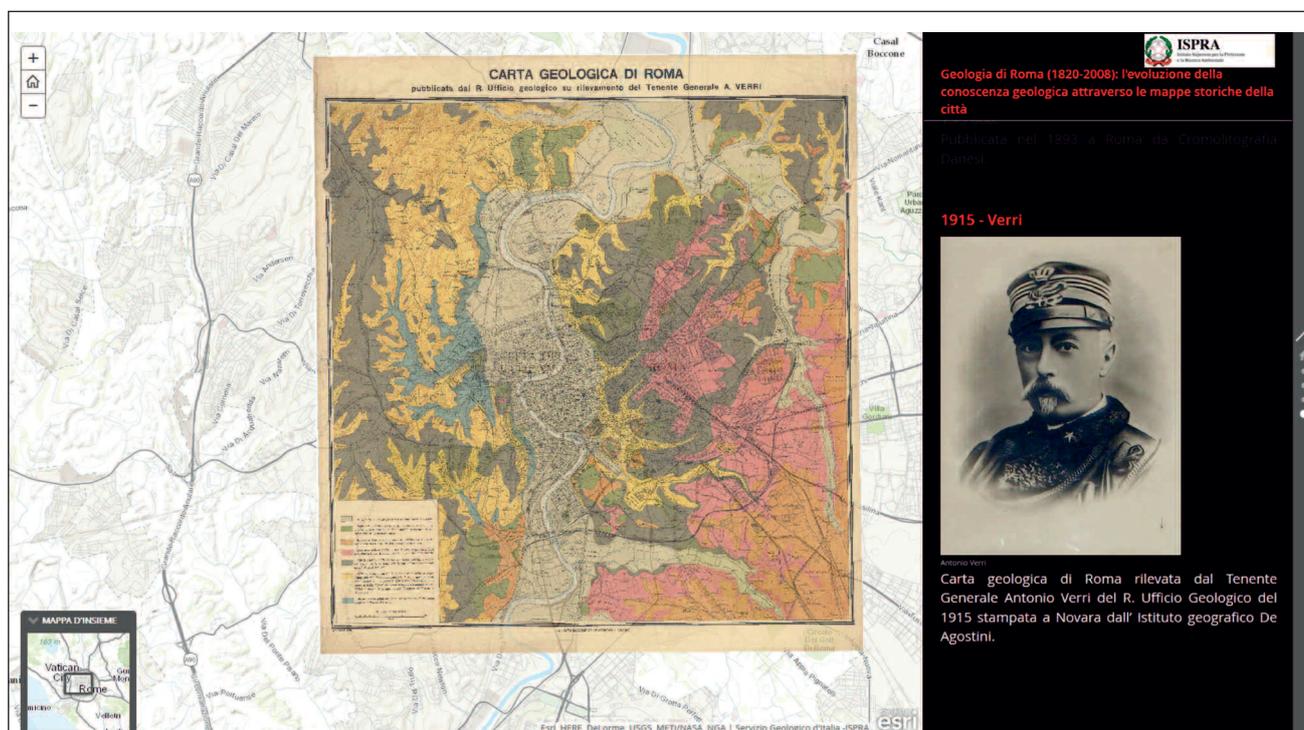


Fig. 14 - Pagina della Story Map “Geologia di Roma (1820-2008)” relativa alla “Carta geologica di Roma” realizzata nel 1915 da Antonio Verri.
 – Page of the Story Map about the geology of Rome published online by the Geological Survey of Italy.

1. - LA CARTA GEOLOGICA DELLE ALPI OCCIDENTALI IN SCALA 1:400.000 DEL REGIO UFFICIO GEOLOGICO: INESTIMABILE DOCUMENTO DELLA CARTOGRAFIA GEOLOGICA ITALIANA

MOSCA P. (*), FIORASO G. (*)

1.1. - INTRODUZIONE

Pubblicata nel 1908, la Carta Geologica delle Alpi Occidentali alla scala 1:400.000 (fig. 1) è stata indubbiamente uno dei più innovativi prodotti cartografici realizzati dal Regio Ufficio Geologico d'Italia. Essa rappresenta la magistrale sintesi di nuovi ed estesi rilevamenti eseguiti nel periodo 1888-1906 da Domenico Zaccagna, Ettore Mattiolo, Vittorio Novarese, Secondo Franchi e Augusto Stella, un piccolo ma agguerrito gruppo di ingegneri del Reale Corpo delle Miniere che operarono nell'ambito del nuovo progetto di cartografia geologica ufficiale d'Italia. Le novità concettuali e cartografiche espresse in essa, rispetto alla cartografia del passato, furono di tale rilevanza che la sua pubblicazione ha segnato una delle più importanti tappe della storia della conoscenza geologica della catena alpina, come anche riconosciuto dal grande geologo svizzero Émile Argand (1923) che la definì come un "*inestimable document moderne*" delle Alpi Occidentali.

Come per ogni documento di sintesi e rappresentazione cartografica a scala regionale, la realizzazione di questa Carta e il valore dei suoi contenuti scientifici devono necessariamente essere considerati il risultato del progresso delle conoscenze nel tempo, frutto in questo caso degli intensi sforzi che si stavano compiendo dopo l'unità nazionale per la realizzazione di carte geologiche a piccola e grande scala e, più in generale, della progressiva strutturazione e organizzazione della ricerca geologica in Italia da parte del R. Ufficio Geologico.

Uno dei principali motivi che hanno determinato il successo di tale Carta risiede nella nuova figura professionale rappresentata dai suoi Autori, ovvero quella di geologi rilevatori. Seppure si fossero diplomati presso i più prestigiosi politecnici e possedessero la Laurea in ingegneria, questi erano a tutti gli effetti esperti geologi che si erano arricchiti di esperienze formative all'estero (BRIANTA, 2007) e che avevano acquisito ampie capacità di analisi in ambito stratigrafico, strutturale, petrografico e paleontologico: potevano quindi vantare una profonda conoscenza nell'ambito delle rocce del substrato metamorfico e delle successioni sedimentarie nonché ampie competenze nel campo della geologia del Quaternario e della geomorfologia.

Questo contributo punta a ricostruire, attraverso documenti ufficiali (in particolare i verbali e i resoconti degli ispettori capo alle adunanze del Comitato Geologico riportate nei volumi del BOLLETTINO DEL REGIO COMITATO GEOLOGICO 1880 - 1910) ed inediti conservati presso la Biblioteca dell'ISPRA a Roma, quelle che sono state le

principali tappe ed esperienze organizzative, operative nonché cartografiche del R. Ufficio Geologico e del suo personale che operò nelle Alpi Occidentali e che condussero alla realizzazione e alla pubblicazione della carta.

1.2. - IL CONTESTO STORICO

A partire dal 1861, data della sua proclamazione, il Regno d'Italia stava affrontando un naturale e profondo cambiamento non solo politico ma anche economico e sociale. La casa regnante dei Savoia e la classe politica dovevano operare fra molte difficoltà una unificazione amministrativa e politica di territori fra loro molto diversi sotto il profilo culturale e soprattutto nel grado di sviluppo delle attività economiche, dei servizi e delle infrastrutture. Gli ultimi anni del XIX secolo furono caratterizzati da una profonda crisi finanziaria innescata anche dall'enorme spesa sostenuta per le guerre che avevano portato all'unificazione nazionale: ne nacquero tensioni sociali e politiche che vennero sedate al prezzo di dure repressioni e che raggiunsero l'apice con l'assassinio, nel 1900, di Umberto I. Con la salita al trono di Vittorio Emanuele III iniziò tuttavia un periodo di relativa tranquillità sociale accompagnato da un sensibile balzo in avanti nel progresso civile del Regno. Sul fronte della diplomazia internazionale, a partire dalla firma della Triplice Alleanza (1882) con Austria e Germania, l'Italia assunse un ruolo centrale nello scacchiere politico europeo, la cui instabilità tuttavia portò di lì a breve allo scoppio della Grande Guerra. Nella seconda metà dell'800 gli stati europei erano pervasi da un profondo spirito nazionalistico e diedero inizio a un'intensa fase di conquiste coloniali. In quello stesso periodo si verificò la "seconda" rivoluzione industriale, segnata dalle prime applicazioni dell'energia elettrica e del motore a scoppio e da significativi progressi in campo chimico e medico.

1.3. - DALLA SECONDA METÀ DELL'800 AGLI INIZI DEL '900: BREVE QUADRO DELLE CONOSCENZE GEOLOGICHE ALPINE

Nel corso del XIX secolo, la disciplina geologica era gradualmente riuscita ad assumere in ambito europeo una propria dignità e soprattutto una credibilità e attendibilità in ambito scientifico (VAI, 2011). Una cultura geologica che stava fondando buona parte delle proprie radici nel terreno di gioco ideale: le Alpi. La catena alpina, ed in particolare il suo settore occidentale, rappresentato sommariamente in carte geologiche a piccola scala dell'Italia o dei paesi confinanti (LAURETI, 2011; PANTALONI, 2011), venne a trovarsi sempre più spesso al centro di intensi e dettagliati studi da parte della comunità geologica italiana. Fra questi si ricordano quelli di Angelo Sismonda, Felice Giordano, Bartolomeo Gastaldi e Martino Baretta, pur senza dimenticare i fondamentali e straordinari contributi di studiosi stranieri quali Elie De Beaumont, Jean Alphonse Favre, Charles

(*) CNR – Istituto di Geoscienze e Georisorse, Torino

Lory, Heinrich Gerlach e Bernhard Studer. In Italia, il crescente interesse per risolvere il puzzle geologico racchiuso in quel settore delle Alpi era anche dettato dalle necessità imposte dalla progettazione e costruzione di opere infrastrutturali di fondamentale importanza per lo sviluppo del Paese, e fra questi in particolare vi erano i grandi trafori ferroviari alpini.

Quando nel 1861 grazie a Quintino Sella e Felice Giordano prese avvio il progetto di Cartografia geologica d'Italia (CORSI, 2003, 2007; PANTALONI, 2014), tra i prodotti cartografici italiani più significativi che raffiguravano con una certa ampiezza territoriale le Alpi Occidentali vi erano soprattutto quelli di Angelo Sismonda, la cui intensa attività di rilevamento era culminata con la "Carta geologica di Piemonte, Savoia e Liguria" (1866), e quelli di Lorenzo Pareto che aveva realizzato la "Carta geologica della Liguria marittima" (1846).

Angelo Sismonda, i cui dettagliati studi per il tunnel del Frejus "*resero trasparente la montagna*", ebbe il merito di aver riconosciuto nelle Alpi Occidentali l'originaria natura sedimentaria di molte rocce scistose, trasformate nel loro aspetto attuale da processi metamorfici peraltro responsabili della scomparsa del contenuto fossilifero (SISMONDA 1839, 1848). Nella sua carta del 1866, l'esteso terreno del Giurassico metamorfosato comprendeva sia potenti successioni di calcescisti che altre tipologie di rocce scistose associate a "*serpentina ed enofotide*" (le cui principali masse vennero egregiamente rappresentate). Sismonda individuò inoltre i nuclei cristallini primitivi, costituenti i cosiddetti "elissoidi di sollevamento", la cui origine era dovuta ad intense spinte laterali, responsabili anche dalle geometrie antiformali e sinformi definite dalle giaciture dei terreni alpini.

La carta elaborata da Sismonda dava una rappresentazione delle Alpi Cozie e Graie assai diversa rispetto a quella fornita dalle carte francesi, come quella della Francia di DUFRÉNOY & DE BEAUMONT (1841) o la *Carte géologique du Briançonnais* alla scala 1:250.000 di CHARLES LORY (1863). In questa ultima carta in particolare, gli *Schistes lustrés* (calcescisti) contenenti rocce verdi affioranti in territorio italiano e nel Queyras sono considerati di età triassica e le sovrastanti successioni carbonatiche (Brianzonese) sono ascritte al Lias (LORY, 1863).

Un importante e significativo avanzamento per la conoscenza della geologia del versante italiano della catena alpina avvenne certamente grazie agli studi di Bartolomeo Gastaldi, la cui attività culminò con la pubblicazione degli Studi geologici sulle Alpi occidentali (1871, 1874) e soprattutto con la carta nota come Gran Carta Gastaldi o delle Alpi Piemontesi (CAMPANINO & POLINO, 2002; CONSOLE & PANTALONI, 2014; DAL PIAZ IN SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2016). Questa rappresentava il superbo assemblaggio dei rilevamenti effettuati tra il 1860 e il 1879 da Gastaldi stesso e da Martino Baretta, Heinrich Gerlach, Giovanni Michelotti, Carlo e Luigi Bruno. Questa carta può essere giustamente considerata come il primo dei grandi progetti di cartografia sviluppati in ambito alpino, innovativo sia per il dettaglio introdotto che per l'originalità del

quadro interpretativo in essa presente. Nella Gran Carta di Gastaldi compare in maniera inequivocabilmente chiara la suddivisione tra una zona dello gneiss centrale o antico, ascritta al Laurenziano, ed una zona superiore, comprendente prevalenti calcescisti con pietre verdi ed indicata per la prima volta come Zona delle Pietre Verdi, considerata huroniana (in precedenza considerata mesozoica da Sismonda). Argutamente Gastaldi aveva osservato come a scala della catena lo gneiss antico centrale formasse degli ellissoidi affioranti lungo due serie parallele, quella interna (del Monte Rosa) e quella esterna (del Monte Bianco), anticipando così la dicitura di massicci cristallini interni ed esterni. Anche dal punto di vista dei terreni quaternari, la carta ebbe il merito di rappresentare come novità assoluta la presenza dei depositi morenici ospitati allo sbocco delle principali vallate alpine (Ossola, Valle d'Aosta e Valle di Susa), grazie all'intuito dello stesso Gastaldi che per primo riconobbe, sulla spinta degli studi pionieristici di Louis Agassiz, l'intensità e gli effetti dell'azione modellatrice dei ghiacciai alpini in epoche passate.

In generale, la seconda metà dell'800 fu un periodo importante nell'avanzamento e nello sviluppo delle teorie e dei modelli tettonici alpini (DAL PIAZ & DAL PIAZ, 1984; DAL PIAZ, 2001). Eduard Suess interpretava le Alpi come una catena a pieghe sviluppatesi come conseguenza di imponenti movimenti tangenziali della crosta terrestre. Nel 1884 Marcel Bertrand propose, pur nella iniziale indifferenza della comunità scientifica francese di allora, l'esistenza di fenomeni di ricoprimento lungo il versante settentrionale delle Alpi svizzere. Tali concezioni vennero esaltate con successo qualche anno dopo grazie all'opera di Hans Schardt, Maurice Lugeon, Pierre Termier e quindi Emile Argand, che stabilirono appunto una moderna visione faldista della catena alpina.

1.4. - CONCEZIONE E REALIZZAZIONE DELLA CARTA DELLE ALPI OCCIDENTALI

Nell'ambito del progetto di cartografia geologica d'Italia a grande scala, la lunga e complessa storia dei rilevamenti del R. Ufficio Geologico che ha condotto alla realizzazione della Carta geologica delle Alpi occidentali può essere indicativamente suddivisa in tre periodi, sebbene con limiti cronologici sfumati.

1.4.1. - I periodo: gli albori della cartografia geologica ufficiale e l'interesse crescente per le Alpi occidentali

Nel generale quadro di accesa discussione sorta per l'organizzazione del progetto di cartografia geologica d'Italia, una prima serie di ricognizioni esplorative nella catena alpina occidentale fu avviata nel 1878-1879 da Felice Giordano (DAL PIAZ IN SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2015). Qualche anno dopo ebbero inizio i primi ufficiali rilievi *ex-novo* di tale regione da parte del R. Ufficio geologico. La strategia operativa e le finalità erano allora ben precise: procedendo dalle Alpi Marittime alle Alpi Pennine vi era la necessità di produrre una cartografia delle Alpi occidentali utilizzabile per l'allestimento di una Carta

geologica d'Italia a piccola scala (PANTALONI, 2011). In questa prima fase il R. Ufficio Geologico incaricò Domenico Zaccagna ed Ettore Mattiolo delle operazioni di rilevamento.

Zaccagna, ingegnere di Prima categoria dell'Ufficio geologico, aveva compiuto tirocini formativi all'*École des Mines* di Parigi e acquisì profonde capacità in ambito stratigrafico-strutturale operando presso il distretto minerario delle Alpi Apuane; coadiuvato da Mattiolo e da Carlo Bruno, egli ebbe il compito di ridefinire la poco conosciuta successione dei terreni affioranti nelle Alpi Marittime.

Mattiolo, ingegnere chimico, aveva compiuto importanti studi formativi di petrografia in Francia e Germania e nel 1883 era stato inizialmente affiancato ad Alfonso Cossa, membro del comitato e direttore della Stazione di Agraria del Regio Museo Industriale di Torino, per effettuare studi di dettaglio sulle serpentinitì alpine. Inizialmente gli venne affidato l'incarico di investigare le zone di Ivrea, di Biella, del Lago Maggiore e di Lugano, con lo specifico compito di esaminare le masse serpentinitiche, granitiche e i porfiroidi, nonché di supportare Zaccagna nei lavori da svolgersi nelle Alpi Marittime.

I nuovi rilevamenti coordinati dal R. Ufficio Geologico si sarebbero quindi correlati e integrati con le carte geologiche messe a disposizione con "*spontanea cooperazione*" da collaboratori e docenti universitari (adunanza Com. Geol. in BOLL. REG. COM. GEOL. 1884), e in particolare da Martino Baretta (allievo di Gastaldi, per la regione dalla Val Sesia fino al Monte Viso), da Alessandro Portis (per la regione compresa tra la Val Pellice e la Valle Stura di Demonte) e da Lucio Mazzuoli e Arturo Issel (per la Liguria e il territorio piemontese compreso tra il Torrente Scrivia e il Fiume Tanaro).

Il lavoro di rilevamento e soprattutto la correlazione tra i vari settori della catena alpina risultò tuttavia fin da subito un'operazione assai complessa e difficile. Questo era dovuto alla configurazione tettonica delle Alpi, la cui reale articolazione certo non poteva emergere dai prodotti cartografici allora a disposizione, alla presenza di vaste aree non interamente rilevate oppure investigate ma con differente grado di approfondimento e, non ultimi, all'asprezza dei rilievi alpini e alla brevità dei periodi stagionali favorevoli allo svolgimento delle campagne di rilevamento. A rendere ancor più intricato il quadro vi era la consapevolezza che i lavori degli scienziati italiani dovevano in qualche modo essere comparati, confrontati e correlati con quelli condotti nelle nazioni confinanti, la Francia in particolare, ma anche la Svizzera e l'Austria per quanto riguarda il settore alpino centro-orientale. Nonostante le innumerevoli difficoltà, una preliminare revisione delle Alpi occidentali a piccola scala poté considerarsi conclusa sul finire del 1886. I risultati di questa prima fase operativa sono espressi nella Carta geologica delle Alpi Occidentali alla scala 1:1.000.000 compilata nel 1887 da Zaccagna e Mattiolo (ZACCAGNA, 1887). Nelle Alpi Marittime, precedentemente ascritte quasi nella loro totalità al Giurassico metamorfico da SISMONDA (1866), i nuovi rilevamenti avevano messo in luce fin da subito (fig. 2) una complessa e articolata

suddivisione litostratigrafica, con notevole sviluppo sia delle successioni ascrivibili al Triassico e al Permo-Carbonifero, sia dei terreni più antichi ascrivibili alla Zona delle Pietre Verdi di Gastaldi. Nelle Alpi Cozie i rilevatori sostennero "*tutta la verità e la utilità pratica*" (ZACCAGNA, 1887) della suddivisione proposta da Gastaldi: in questa regione veniva quindi ben rimarcata la presenza di uno gneiss centrale di età Arcaica inferiore che si sviluppava con grande continuità dalla Valle della Dora Riparia fino alla Val Maira e nel massiccio del Gran Paradiso, e della vasta Zona delle Pietre Verdi di età Arcaica superiore in posizione più esterna.

Considerando proprio le inesattezze ed imprecisioni che gradualmente emergevano nelle carte sia italiane che straniere relative alle Alpi Occidentali fino ad allora prodotte rispetto ai nuovi rilevamenti del R. Ufficio geologico, l'Ispettore capo Giordano (adunanza Com. Geol. in BOLL. REG. COM. GEOL., 1888) si fece promotore della necessità di concentrare l'attività in tale settore, proponendo un incremento del personale presso la sezione distaccata di Torino dedicata specificatamente allo studio delle Alpi Occidentali che in quel momento poteva contare unicamente sull'operato di Zaccagna e Mattiolo. Pur non dimenticando le nobili finalità pratiche del progetto di cartografia nazionale, Giordano capiva che "*un altro motivo per attaccare senza indugio il lavoro nelle Alpi occidentali, era l'analogia delle loro formazioni geologiche cristalline con quelle della punta NE della Sicilia e della Calabria il cui rilevamento è già bene avviato, e la necessità quindi di condurre di fronte il lavoro delle due regioni per poterne dedurre d'accordo la geologica classificazione generale*" (adunanza Com.

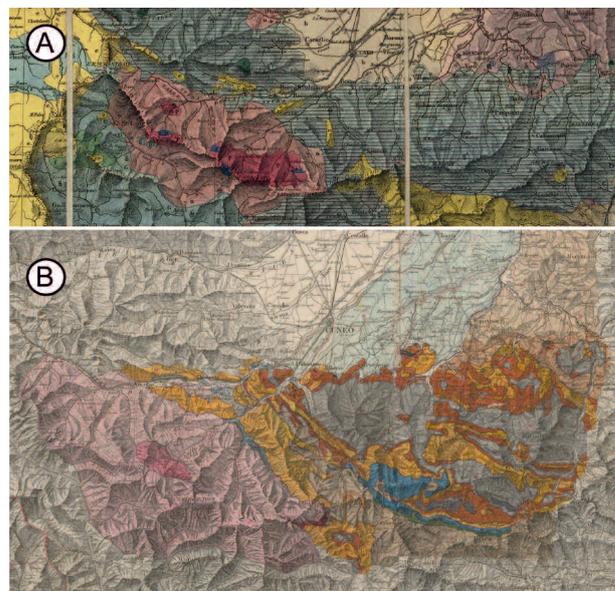


Fig. 2 – La figura evidenzia le importanti differenze cartografiche nella parte settentrionale delle Alpi Liguri tra la carta di Angelo Simonda del 1866 (A) e quella che Domenico Zaccagna stava producendo con i nuovi di rilevamenti nel 1883 (B). Riproduzione su gentile concessione della Biblioteca ISPRA.

– Differences between the map realized by Angelo Simonda in 1866 (A) and the new map drawn by Domenico Zaccagna in 1883 (B) on the basis of his field studies in the northern sector of Ligurian Alps. Kindly permission ISPRA Library.

Geol. in BOLL. REG. COM. GEOL., 1888). In ogni caso, fin dalle prime adunanze del Comitato Geologico, emerse chiaramente l'esigenza di procedere con estrema accuratezza, ma comunque celermente, nel lavoro di rilevamento delle Alpi non solo per via "*della difficoltà intrinseca dei problemi geologici da risolvere, ma anche perché si è qui in concorso e sovente in lotta coi geologi esteri i cui lavori vengono a contatto coi nostri*" (adunanza Com. Geol. in BOLL. REG. COM. GEOL., 1889).

Parallelamente allo studio dei terreni cristallini dell'edificio alpino, emergeva la necessità di realizzare una specifica "Carta geognostico-idrografica" riguardante le aree di pianura, racchiuse entro il bacino del fiume Po. Pur esistendo già numerose cartografie riguardanti specifiche aree di pianura l'idea, proposta da Torquato Taramelli, era quella di dotarsi di uno strumento cartografico organico e con una moderna rappresentazione dei terreni quaternari delle aree di pianura: in altre parole un documento di riferimento per le attività produttive e lo sfruttamento delle risorse idriche ospitate nella più estesa pianura alluvionale esistente nel territorio italiano. La proposta venne presentata e approvata nella seduta del Comitato geologico del 12 maggio 1886. Lo stesso Taramelli fu incaricato di coordinare il progetto, per il quale si avvale fin da subito della collaborazione di Federico Sacco e del geometra Luigi Bruno, entrambi buoni conoscitori dei territori di pianura per avervi in precedenza svolto rilievi e studi di varia natura. L'anno successivo, durante la seduta del Comitato geologico del 30 maggio 1887, nel presentare i dettagli operativi del progetto, Taramelli non nascose tuttavia le sue perplessità in merito alle "nuove" teorie scientifiche introdotte da Gastaldi riguardanti la ciclicità delle pulsazioni glaciali e il ruolo svolto dalla sovraescavazione glaciale nella creazione delle depressioni lacustri pedealpine. Ciò non gli impedì comunque di proporre una raffinata suddivisione dei terreni quaternari che comprendeva tra l'altro "coni di deiezione ed alluvioni del Villafranchiano", "morene anteriori all'ultima espansione glaciale", "alluvioni terrazzate, appena precedenti o contemporanee all'ultima espansione glaciale", "morene di ritiro entro le valli" e "alluvioni posglaciali" (adunanza Com. Geol. in BOLL. REG. COM. GEOL., 1887). Fin da subito Bruno e Sacco rilevarono ampie porzioni di territorio contraddistinte dalla presenza di sedimenti fluviali e glaciali, includendovi anche i principali fondovalli alpini.

1.5. - II PERIODO: DALLA FORMAZIONE DELLA GLORIOSA SEZIONE DI TORINO AGLI STRAORDINARI RISULTATI DELLE CAMPAGNE DEL 1894-1895

Già nel Congresso di Londra del 1889 le ricerche del R. Ufficio Geologico nel settore occidentale della catena alpina (riportate nelle copie di prova della carta alla scala 1:1.000.000) avevano avuto il riscontro favorevole di gran parte della comunità scientifica straniera. In particolare, la produzione cartografica italiana in tale settore differiva notevolmente da quella progressiva o da quella presentata da Autori stranieri soprattutto in merito all'estensione dei terreni permiani e triassici e nel tracciamento dei limiti fra questi e l'Arcaico (DE STEFANI, 1891).

Emerse nuovamente il problema dell'esiguità del personale del R. Ufficio Geologico incaricato dei rilevamenti estesi su una regione così vasta come quella delle Alpi occidentali. Pertanto, la squadra della sezione distaccata di Torino venne implementata con la progressiva aggiunta di nuovi rilevatori, i quali di lì a breve avrebbero dato all'Ufficio notevole lustro scientifico.

A partire dal marzo 1888 venne aggregato Secondo Franchi, ingegnere che aveva compiuto tirocini formativi in Francia sotto la guida di illustri professori dell'*École des Mines*, dove acquisì importanti nozioni in ambito petrografico grazie a Ferdinand Fouqué e a Michel Levy, direttore della Carta Geologica della Francia; rientrato in Italia, insieme a Venturino Sabatini si preoccupò di dotare il laboratorio dell'Ufficio Geologico di due microscopi per le osservazioni petrografiche. Franchi venne destinato inizialmente al rilevamento delle Alpi Marittime, a supporto di Zaccagna, per poi passare rapidamente alle Alpi Cozie e alle Graie.

Nel 1890, con lo scopo di eseguire rilevamenti nelle Alpi Graie e Pennine, venne aggiunto Vittorio Novarese, anche lui abile petrografo grazie ai suoi studi effettuati a Berlino. Novarese aveva acquisito grande esperienza sui terreni metamorfici avendo lavorato in Calabria per il R. Ufficio Geologico e avendo in passato effettuato ricerche sul Permiano metamorfico del Monte Besimauda (o Bisalta) nelle Alpi cuneesi.

Nel 1892, la sezione di Torino si arricchì ulteriormente con l'arrivo di Augusto Stella, anch'egli formatosi come allievo a Berlino e già coinvolto, a partire dal 1888, nella realizzazione della "Carta geognostico-idrografica della Vallata del Po". A lui furono inizialmente assegnati i rilevamenti nelle Alpi Graie.

Intanto, con la morte di Giordano avvenuta nel 1892, Luigi Baldacci assumeva nel 1893 la direzione dei rilevamenti delle Alpi occidentali e la stessa sezione di Torino venne individuata come il principale centro operativo del R. Ufficio geologico. Considerando le dimensioni delle aree annualmente cartografate da questo gruppo di rilevatori (fig. 3), risulta quasi impossibile descrivere sistematicamente la progressione dei loro rilevamenti ed elencare nel dettaglio gli specifici contributi relativi ai vari Fogli della Carta Geologica d'Italia.

La "macchina geologica" aveva oramai preso definitivamente corpo e viaggiava speditamente a pieno regime verso traguardi insperati e certamente non immaginabili all'inizio di quella fantastica esperienza.

Rispetto alla Gran Carta di Gastaldi le nuove osservazioni stavano mettendo progressivamente in risalto un complesso e articolato assetto litostratigrafico all'interno dell'ellissoide gneissico che si estendeva dalla Val Maira a quella della Dora. Vennero infatti riconosciute e cartografate differenti masse di gneiss e micascisti, fra le quali spiccavano scisti grafitici associati e alternati a masse di micascisti gneissici e arenacei e a facies conglomeratiche, mostrando la loro massima estensione in Val Chisone e nel Vallone di Pramollo (FRANCHI & NOVARESE, 1895; NOVARESE 1898). Graniti e gneiss ghiandoni furono cartografati come grandi corpi anche fra loro isolati e localizzati a vari livelli geometrici all'interno dei micascisti stessi.

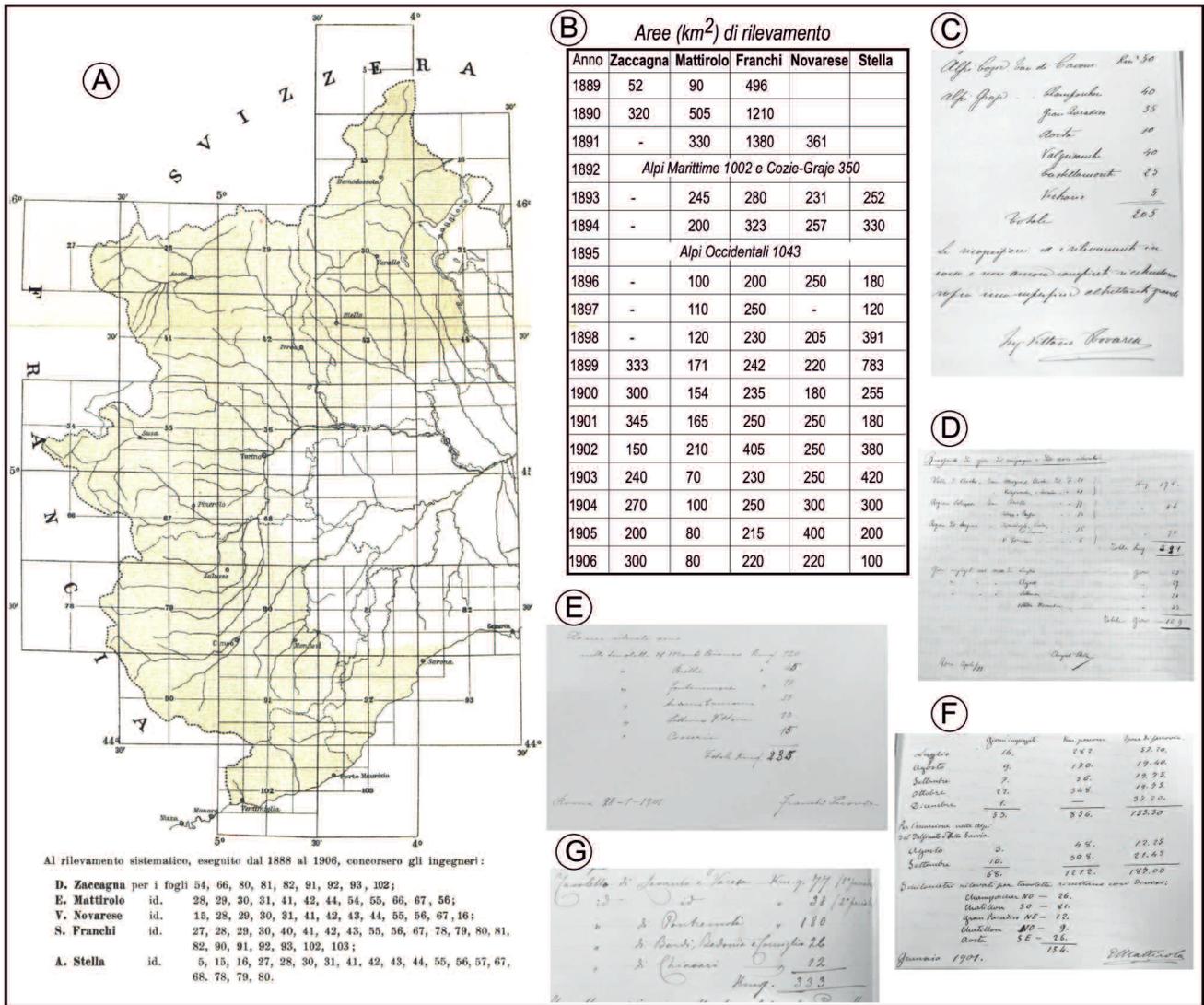


Fig. 3 – Aree rilevate nelle Alpi occidentali. (A) Schema dei rilevatori riportato in Carta. (B) Tabella riassuntiva dell'estensione (in km²) delle aree rilevate nel periodo 1889-1906, come riportate nei verbali delle adunanze del R. Ufficio geologico. Stralci delle lettere dei rilevatori all'Ispettore capo con l'indicazione delle aree rilevate e l'anno: (C) Vittorio Novarese (1898), (D) Augusto Stella (1898), (E) Secondo Franchi (1900), (F) Ettore Mattirolo (1901) e (G) Domenico Zaccagna (1899). Riproduzione su gentile concessione della Biblioteca ISPRA.

– Mapped areas in the Western Alps. (A) Subdivision of areas reported in the map (B). Table reporting the extension (km²) of mapped areas by R. Ufficio geologico personnel from 1889 to 1906. Letters of R. Ufficio geologico personnel to the Director documenting the extension of the mapped areas and the year: (C) Vittorio Novarese (1898), (D) Augusto Stella (1898), (E) Secondo Franchi (1900), (F) Ettore Mattirolo (1901) and (G) Domenico Zaccagna (1899). Kindly permission ISPRA Library.

Pochi anni prima, la terminazione settentrionale dello stesso ellissoide Dora Maira era stata rappresentata da Zaccagna e Mattirolo nella “Carta geologica della parte centrale delle Alpi Graje” alla scala 1:250.000 (ZACCAGNA, 1892), la quale riproduceva la complessa geologia tra la Valle di Susa ed i territori francesi di Moutiers e Bourg St. Maurice. In essa, i micascisti dei basamenti cristallini (Ambin e Dora Maira) e le successioni di calcescisti con pietre verdi sono tutti raggruppati nella “Zona dei Calcescisti Micascisti ecc.” di età pre-Paleozoica. Significativa è l'accurata rappresentazione delle masse di quarziti e di calcari triassici. Gli Autori stessi, tuttavia, facevano onestamente notare che in questa vasta area, i limiti delle successioni rappresentate erano stati in realtà solo localmente rilevati da loro con accuratezza.

Franchi ebbe modo di dettagliare fin dall'inizio del suo operato non solo i terreni metamorfici delle Alpi

Liguri, dove nel 1890 aveva anche mappato ampia parte del gruppo montuoso di Voltri, ma anche i terreni sedimentari del Cretaceo e dell'Eocene delle Alpi Marittime, per poi passare con successo alle Alpi Cozie.

Nei suoi rilevamenti tra la Valle Orco e la Val Soana, STELLA (1894) ben identificava le principali caratteristiche litologiche e tettoniche nella zona di contatto tra la Zona Sesia-Lanzo ed il Gran Paradiso.

È significativo ricordare che l'approccio litologico utilizzato durante la fasi di rilevamento era costantemente supportato da accurati studi petrografici nonché da dettagliate osservazioni a carattere strutturale. NOVARESE (1895), ad esempio, nei suoi prolifici rilevamenti nelle valli Germanasca e Pellice (Alpi Cozie) rimarcava come in generale vi fosse spesso un evidente parallelismo tra stratificazione e foliazione (effetto degli eventi traspositivi

di età alpina come li si interpreterebbe oggi), ma al contempo notava la presenza di volumi rocciosi con grado di deformazione assai differente da quello delle rocce adiacenti, anticipando in qualche modo il concetto di unità tettoniche. I quaderni di campagna di Franchi, alcuni dei quali conservati presso la biblioteca dell'ISPRA, rivelano la sua indiscussa capacità di sintesi che si materializza in schemi e profili geologici di ammirabile qualità stilistica e contraddistinti da una sorprendente precisione (fig. 4); gli appunti di Franchi riportano spesso indicazioni di strutture connesse alla intensa azione meccanica (micropiegamento e cerniere sradicate), piani di frizione (di faglia) e di "carreggiamenti".

Al fine di valorizzare proprio le novità che si stavano ottenendo con i nuovi rilevamenti, nell'adunanza del Comitato Geologico del 1891 nacque l'idea di allestire una carta di dettaglio delle Alpi occidentali, o di almeno di una parte di essa, sia alla scala 1:100.000 che a quella di 1:500.000.

La prolificità con cui i rilevamenti del R. Ufficio Geologico avanzavano e le sempre più numerose suddivisioni litologiche che venivano introdotte, misero sempre più in evidenza una delle più "attuali" necessità di tutti i progetti di cartografia: l'armonizzazione delle osservazioni fatte dai vari rilevatori attraverso la compilazione di una legenda comune e condivisa. Considerando la necessità di correlare i vari rilevamenti fino a quel momento effettuati, e rimarcando al contempo il valore e l'importanza strategica di tali prodotti, nel 1894 il Direttore Pellati chiese al Comitato Geologico "anche a nome del capo dei rilevamenti e degli operatori addetti al lavoro delle Alpi, a voler dare a questo riguardo norme precise onde nessuno di noi abbia ad assumere inconsiamente una troppo grave responsabilità verso il governo e verso la nazione" (adunanza Com. Geol. in BOLL. REG. COM. GEOL., 1894).

Così, nel 1894 si ebbe una interessante discussione all'interno del Comitato geologico per cercare di stilare una legenda il più possibile coerente e soprattutto

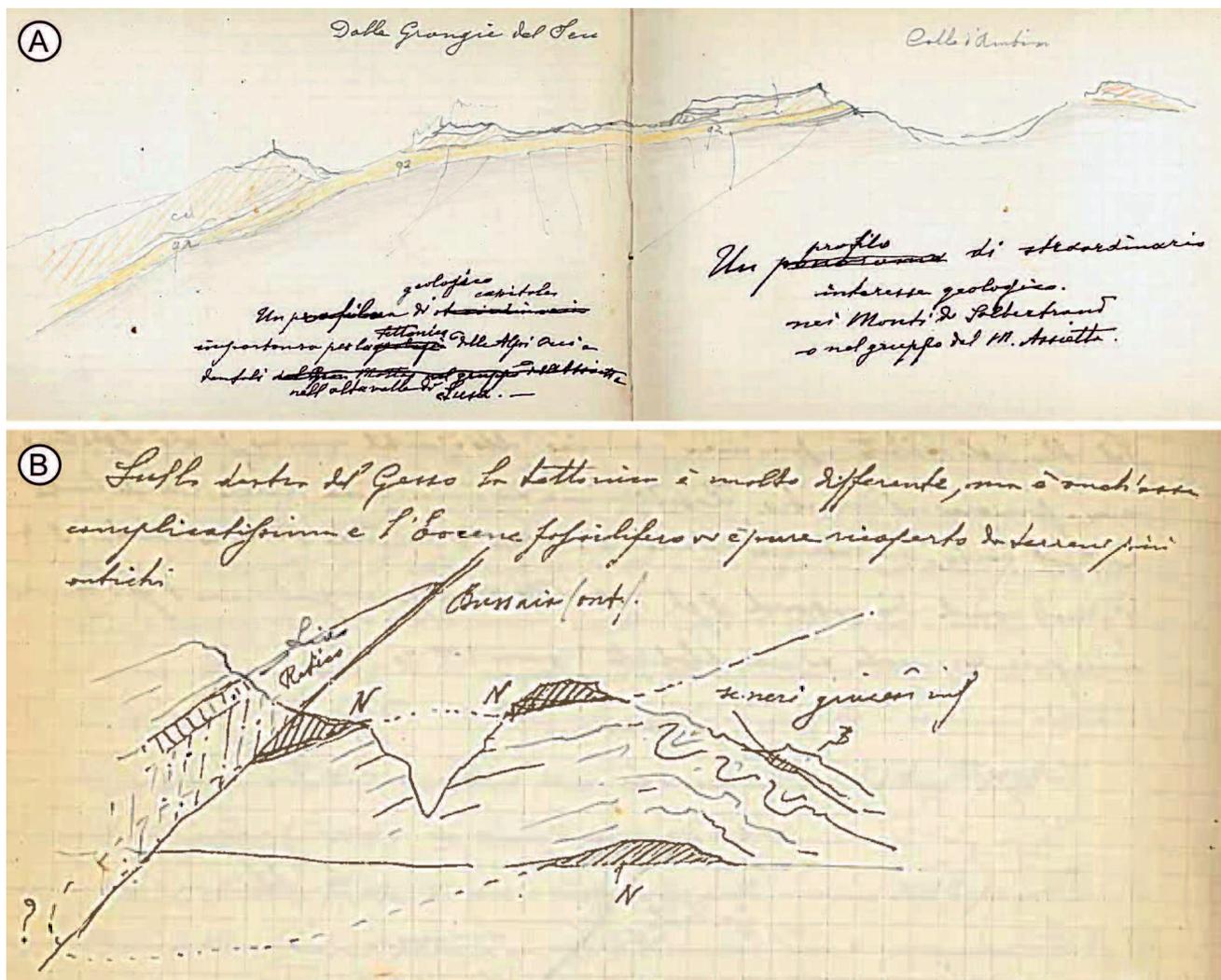


Fig. 4 – Dettagli dei quaderni di campagna di Secondo Franchi. (A) “Un profilo geologico di capitale importanza per la tettonica delle Alpi occidentali nell’alta Valle di Susa” che illustra le successioni carbonatiche del Triassico medio, le quarziti del Triassico inferiore ed i sottostanti micascisti del Massiccio di Ambin. (B) Profilo illustrante le complesse relazioni tettoniche in Valle Gesso. Riproduzione su gentile concessione della Biblioteca ISPRA.

– Details from the personal field notes of Secondo Franchi. (A) “Fundamental geological profile for the western Alps tectonic across the upper Susa Valley” showing middle Triassic carbonates, Lower Triassic quartzites and the underlying micaschist of the Ambin massif. (B) Profile showing the complex tectonic setting in Gesso Valley. Kindly permission ISPRA Library.

funzionale per il rilevamento delle Alpi occidentali. Lo schema provvisorio proposto, illustrato da Pellati, era ancora di gastaldiana concezione, con una zona dello gneiss centrale, attribuito all'Arcaico inferiore ma comprendente svariati litotipi, e con un eterogeneo gruppo di rocce costituenti la Zona delle Pietre Verdi, indicate come Arcaico superiore, al di sopra delle quali si trovavano quelle successioni permo-carbonifere che vennero riconosciute e cartografate nell'arco alpino proprio a partire dai rilevamenti di Zaccagna e Mattiolo.

Interessante è notare come Pellati, riprendendo i concetti in qualche modo espressi in precedenza da Giordano, faccia notare che *“naturalmente il ripetersi in vari piani successivi delle medesime rocce, la forma lenticolare o irregolare dei loro banchi, il loro colore e aspetto esterno molto uniformi obbligano l'operatore a percorrere e ripercorrere in ogni senso e visitare in ogni punto l'aspro terreno per ottenere una rappresentazione grafica non già esatta, ma il più possibile approssimata, e ciò dà ragione della sproporzione di tempo e di costo fra il rilevamento di queste regioni e quello di altri punti della Penisola”* (adunanza Com. Geol. in BOLL. REG. COM. GEOL., 1894).

Se lo studio dei terreni metamorfici delle Alpi procedeva come si è visto a passi spediti, nel 1892 anche la “Carta geognostico-idrografica della Vallata del Po” era oramai pressoché completa, quanto meno per il territorio piemontese. Sia pure con notevoli rallentamenti e difficoltà, proseguirono nel frattempo i rilevamenti per il completamento dei settori centro-orientali della Pianura Padana, sempre sotto la direzione di Taramelli. In occasione del Congresso Geologico Internazionale svoltosi nel 1894 a Zurigo, il R. Ufficio Geologico presentò una versione preliminare e colorata a mano della “Carta generale del Quaternario della valle del Po”, realizzata alla scala 1:500.000 sulla base degli originali d'Autore a scala maggiore. I contenuti di quella carta, di cui si è purtroppo persa traccia, non vennero mai pubblicati se non per la parte riguardante il territorio lombardo.

1.6. - III PERIODO: LE RIVOLUZIONARIE NOVITÀ EMERSE DAI RILEVAMENTI E LA NASCITA DELLA CARTA DELLE ALPI OCCIDENTALI

Nonostante il fondo stanziato in bilancio per l'Ufficio Geologico fosse divenuto insufficiente (45 mila Lire nel 1895) per sostenere tutte le spese necessarie ad ultimare la cartografia geologica, la campagna di rilevamento degli anni 1894-1895 segnò comunque l'inizio di un periodo memorabile per la ricerca geologica nelle Alpi occidentali. Le nuove osservazioni effettuate dai rilevatori in quegli anni avevano reso ancor più evidenti i limiti intrinseci della cartografia di Gastaldi, soprattutto in merito alla perimetrazione ed alla suddivisione dei terreni ritenuti arcaici. È soprattutto dai nuovi rilevamenti di Franchi nella Zona delle Pietre Verdi che si ebbero le più straordinarie e sorprendenti scoperte e innovazioni. A tal proposito, nel rendicontare i lavori eseguiti dai rilevatori nel 1895, un entusiasta Pellati commentava: *“il rilevamento compiuto dall'ing. Franchi nelle valli Grana e Maira condusse ad una scoperta che potrebbe avere una importanza capitale per la geologia delle Alpi*

Occidentali. L'ing. Franchi trovò fossili tanto nella vasta massa calcarea, già indicata come arcaica dal Gastaldi [...] quanto in una potente serie di calcescisti ad essa sovrapposti” (adunanza Com. Geol. in BOLL. REG. COM. GEOL., 1896). Il contenuto fossilifero rinvenuto aveva in effetti consentito di datare la serie dei calcari al Triassico ed i sovrastanti calcescisti al Lias (FRANCHI & DI STEFANO, 1896).

L'attribuzione al Mesozoico della Zona delle Pietre Verdi, la quale si estendeva su gran parte delle Alpi occidentali, era di tale importanza nel proseguimento dei lavori di rilevamento che lo stesso Di Stefano (paleontologo del R. Ufficio Geologico che aveva collaborato con Franchi in Val Grana) chiese il supporto e un parere a Gemmellaro, Benecke e Kayser sulle sue interpretazioni sui fossili raccolti. Insomma in quegli anni *“lo studio geologico delle Alpi Cozie in particolare e quello delle Alpi occidentali in generale è entrato in una fase nuova”* (FRANCHI & DI STEFANO, 1896).

Le successioni attribuite al Mesozoico da Franchi e Di Stefano erano correlabili con quelle nel frattempo cartografate da Stella nel suo rilevamento geologico tra la Valle del Po e la Val Varaita. Questi rilevamenti, assai innovativi rispetto a quelli di GASTALDI (1879) e Portis (inedito), avevano messo in evidenza come la terminazione meridionale delle Pietre Verdi del Monviso (costituita da una parte a serpentiniti prevalenti e da una anfibolica) era geometricamente compresa tra due distinti livelli di calcescisti e risultava posta al di sopra dello gneiss centrale con l'interposizione di masse calcaree ben correlabili appunto con quelle datate più a sud.

Le novità messe in luce da Franchi comportarono inevitabilmente forti ripercussioni sulle interpretazioni riguardanti l'assetto geometrico-strutturale dei terreni alpini e vennero subito favorevolmente accolte da Novarese e Stella nonché da molti geologi stranieri. Tuttavia, proprio all'interno del R. Ufficio Geologico nacque un'accesa polemica tra Franchi da un lato e Zaccagna e Mattiolo dall'altro, convinti sostenitori dell'età arcaica della Zona delle Pietre Verdi. La diatriba era stata innescata proprio da Franchi in occasione della pubblicazione del suo contributo edito nel 1896: pur senza nominare esplicitamente alcun collega ma con pungente sarcasmo, in esso affermava che uno di loro (Zaccagna) considerava come paleozoici i calcescisti con pietre verdi nonostante avesse fatto poche escursioni nelle valli di Valloriate, Grana e Maira, località in cui vennero individuati i fossili attribuiti al Mesozoico. Del resto, la severità di giudizio di Franchi si rese palese anche nel 1897, quando nel descrivere i caratteri geologici della Valle di Susa fece notare errori interpretativi da parte di J. W. Gregory, commentando che poiché le *“cave di pietra di calce indicate cadrebbero appunto nell'area indicata come gneiss dal Gregory [...] conviene quindi supporre che egli non abbia toccata la roccia a Nord della Dora”* (FRANCHI, 1897; GREGORY, 1894).

Nel 1898 Franchi pubblicò la celebre nota dal titolo *“Sull'età mesozoica della Zona delle Pietre Verdi nelle Alpi Occidentali”*, lavoro che contiene allegata una *“Carta geologica delle Alpi Cozie italiane”* alla scala di 1:490.000. Come ben riportato sotto il titolo della carta stessa e illustrato nelle note allegate, la tavola geologica venne compilata da Franchi utilizzando i

rilevamenti compiuti dal R. Ufficio geologico, avvalendosi inoltre della cartografia di Charles Lory per la regione a nord dell'Ubaye e con l'introduzione di alcune correzioni su indicazione di Wilfrid Kilian. Benché Franchi non avesse potuto definire una corretta distribuzione cronologica delle formazioni all'interno della Zona delle Pietre Verdi, tale carta, come sostenuto dallo stesso Franchi, costituiva per quel tempo la più completa e aggiornata rappresentazione geologica di quella zona. Al contempo il contributo di Franchi metteva in evidenza la nuova caratterizzazione litostratigrafica dei massicci cristallini, non solo dell'ellissoide Dora-Maira, ma anche del Massiccio d'Ambin in alta Valle di Susa. È interessante notare come Franchi abbia avuto, proprio in ragione della loro importanza, particolare cura nel riportare la distribuzione delle località fossilifere così fondamentali per la nuova interpretazione cronologica dei terreni alpini. La carta pubblicata nel 1898 risultava nel suo insieme pertanto assai diversa da quella firmata nel 1887 da Zaccagna e Mattiolo.

Nonostante una serie di escursioni congiuntamente effettuate nel 1898 con Franchi e Mattiolo in Valle di Susa, Val Maira e Val Grana, alcuni anni dopo Zaccagna cercherà strenuamente di difendere le proprie idee con una serie di note (ZACCAGNA, 1901; 1902; 1903), identificando le rocce datate da Franchi come lembi di Lias e Triassico pizzicati in strette pieghe nella grande massa di calcescisti arcaici. Con questo intento, Zaccagna allegò al suo lavoro del 1903 la "Carta della zona paleozoica Demonte - Mojola" alla scala 1:50.000.

Ed a tale lavoro Franchi replicherà puntualmente nel 1904 con una nota dall'eloquente titolo "Ancora sulla età Mesozoica della zona dei calcescisti con pietre verdi" (FRANCHI, 1904). Questa spinosa polemica si protrarrà fino alla pubblicazione dei primi fogli alpini alla scala 1:100.000, con l'intervento dell'Ispettore capo e del Direttore di rilevamento i quali, alla fine di una serie di escursioni congiunte effettuate nel 1910, sostennero che Zaccagna "non dimostrò nessuna disposizione a modificare le sue convinzioni" e che "la interpretazione di Franchi, Novarese e Stella [fosse] la più accettabile, e come tale debba essere espressa nella serie della nuova Carta geologica delle Alpi Occidentali in fase di pubblicazione". Tuttavia, Taramelli e Parona si "dispiacevano sinceramente di dover esprimere un parere contrario alle vedute di un chiaro geologo qual'è l'ing. Zaccagna, così benemerito per i suoi studi e che tanto ha contribuito al progresso delle conoscenze geologiche di una vasta parte del suolo italiano" (adunanza Com. Geol. in BOLL. REG. COM. GEOL., 1911).

Al di là di ogni diatriba scientifica, appariva sempre più impellente la necessità di predisporre un documento cartografico delle Alpi occidentali che documentasse la mole e il valore degli studi condotti fino a quel momento dal R. Ufficio geologico. L'occasione si presentò intorno al 1901-1902. Infatti, per l'allestimento della nuova Carta della Francia alla scala 1:1.000.000, il Servizio geologico francese fece espressa richiesta a Mazzuoli e Pellati di poter acquisire i rilevamenti effettuati dal R. Ufficio Geologico lungo il confine italo-francese. Nella speranza di poter fornire tali dati entro l'autunno 1903, nel 1902 Pellati avviò, inserendolo fra i "lavori diversi", l'inizio del disegno con riduzione

alle scale di 1:500.000 e di 1:1.000.000 della parte già rilevata della catena alpina lungo il confine con la Francia, sia per assecondare le richieste dei colleghi transalpini, sia per preparare una carta geologica di tale regione da pubblicare in seguito alla scala di 1:400.000. Quest'ultima "doveva, a seconda del progetto primitivo, essere limitata a Est dal meridiano che passa a 30' circa a Est di Torino" ma in seguito sembrò "conveniente estenderla maggiormente verso levante alle estremità Nord e Sud per comprendervi da una parte l'interessante regione del Sempione, e dall'altra le Alpi Liguri sino al colle dell'Altare. Troncata verso Sud al Colle di Tenda, come prima era stato proposto, tale carta d'insieme non avrebbe potuto rappresentare lo sviluppo delle principali e più caratteristiche formazioni alpine che, ripiegandosi alla loro estremità meridionale verso Est, si raccolgono e vanno a morire nel Mar Ligure" (adunanza Com. Geol. in BOLL. REG. COM. GEOL., 1905).

Per la realizzazione della Carta, nel 1903 venne appositamente stanziato un fondo di 1000 Lire, incrementato l'anno successivo a 1500. L'incarico della coloritura e dell'allestimento grafico venne assegnato nel 1905 a F. Cozzolino, esperto disegnatore del R. Ufficio geologico, che si sarebbe avvalso della stretta collaborazione degli stessi rilevatori della sede di Roma.

Per poter disporre di tutti gli elementi utili alla compilazione di tale carta, dopo avere portato a termine i rilevamenti di alcuni parte della Valle d'Aosta, il personale della sezione di Torino venne destinato alla revisione della Val Sesia e delle regioni limitrofe fino al Lago Maggiore, impiego che rallentò in quegli anni i regolari rilevamenti per la carta geologica a grande scala.

È da notare come la Carta delle Alpi occidentali, realizzata in primo luogo con lo scopo di illustrare l'architettura alpina del substrato, abbia dato al contempo risalto anche ai terreni quaternari che mai fino a quel momento ebbero una così elegante rappresentazione e che, tutto sommato, non si discosta molto dalle più recenti cartografie.

Una prima copia della Carta venne presentata da Pellati nel 1906 al Comitato geologico. Questa copia tuttavia mancava ancora di una accurata revisione dell'assetto geologico della parte sud-orientale della catena fino al Colle dell'Altare, lavoro del quale erano stati incaricati in precedenza Zaccagna e Franchi. Poiché infatti quelle erano regioni fortificate e militarizzate, l'autorità militare costrinse Zaccagna a dotarsi, per le sue ricognizioni, di apposito permesso e quindi a posticipare all'anno successivo il suo lavoro.

La cartografia del territorio italiano venne dedotta dalle "tavole di campagna" alla scala 1:25.000 preparate dai rilevatori del R. Ufficio geologico; venne anche consultato il materiale cartografico a disposizione in letteratura, nonché una serie di carte geologiche inedite presenti nella biblioteca del R. Ufficio a Roma. I nomi degli Autori dei lavori sono stati ovviamente indicati nella Carta stessa.

Per i territori situati oltre il confine di stato vennero consultate le carte ufficiali francesi a scala 1:1.000.000 e quelle svizzere alle scale 1:500.000 e 1:100.000, avvalendosi anche dell'aiuto di Kilian e Schmidt. Il tentativo di correlazione tra le carte derivate dai rilevamenti del R. Ufficio Geologico con quelle francesi

fece sorgere alcune difficoltà, soprattutto per quel che riguarda l'armonizzazione delle successioni permocarbonifere. Questo causò ovviamente un rallentamento nell'allestimento della Carta stessa.

In quel momento, oltretutto, non erano state ancora risolte alcune importanti questioni all'interno dell'Ufficio geologico, tra le quali quella relativa alla attribuzione cronologica della Zona delle Pietre Verdi (vedi sopra). Sulla base dei pareri della maggior parte dei geologi, tale Zona venne ufficialmente ascritta al Mesozoico in facies cristallina, ricalcando quindi in una certa misura la carta delle Alpi Cozie di Franchi (1898). Tuttavia, proprio per tener conto delle diverse opinioni espresse dai rilevatori, nell'angolo in alto a sinistra della carta venne riportato che "secondo gli ingegneri Zaccagna e Mattiolo la più grande parte delle rocce indicate in questa carta come calcescisti e precisamente quelle con pietre verdi, concomitanti a micascisti e gneiss, appartenerebbero al Precarbonifero invece che al Giura e Trias a facies cristallina" e che "secondo l'ing. Zaccagna la zona segnata come scisti cristallini nel Savonese dovrebbe essere riferita ancora agli scisti permiani ivi rappresentati". Fu questo un intelligente ed elegante compromesso che rende quel documento un esempio di onestà scientifica.

Superati così gli ultimi ostacoli interpretativi, nel 1907 Pellati illustrò al Comitato geologico le operazioni di allestimento della Carta. La stampa era stata concordata con l'Istituto Geografico De Agostini (fig. 5), con fornitura di 1500 esemplari "completi e perfetti", con dimensioni di 1 m per 0,70 m ed al costo di 6500 Lire. La stampa era prevista entro il mese di agosto, nella speranza di poterla distribuire, per lo meno in copia a stampa o in tiratura limitata, al successivo Congresso della Società Geologica Italiana che si sarebbe tenuto nel mese di settembre a Torino e inviarne al contempo una copia ai 230 membri della Società.

Le difficoltà del lavoro di allestimento e di revisione furono tali che la stampa avvenne nella sua versione definitiva nel 1908, l'anno successivo alla scomparsa di Pellati; la Carta venne ufficialmente presentata da Mazzuoli al Comitato geologico durante la seduta del 10 giugno 1908.

Con la pubblicazione della Carta, emerse quindi la complessa configurazione geologica delle Alpi occidentali, messa in risalto da una dettagliata ed accurata cartografia di terreni suddivisi "a facies ordinaria, a facies cristallina, e rocce massicce e loro tuffi" e la cui individuazione ed interpretazione risultò spesso nuova, e indubbiamente

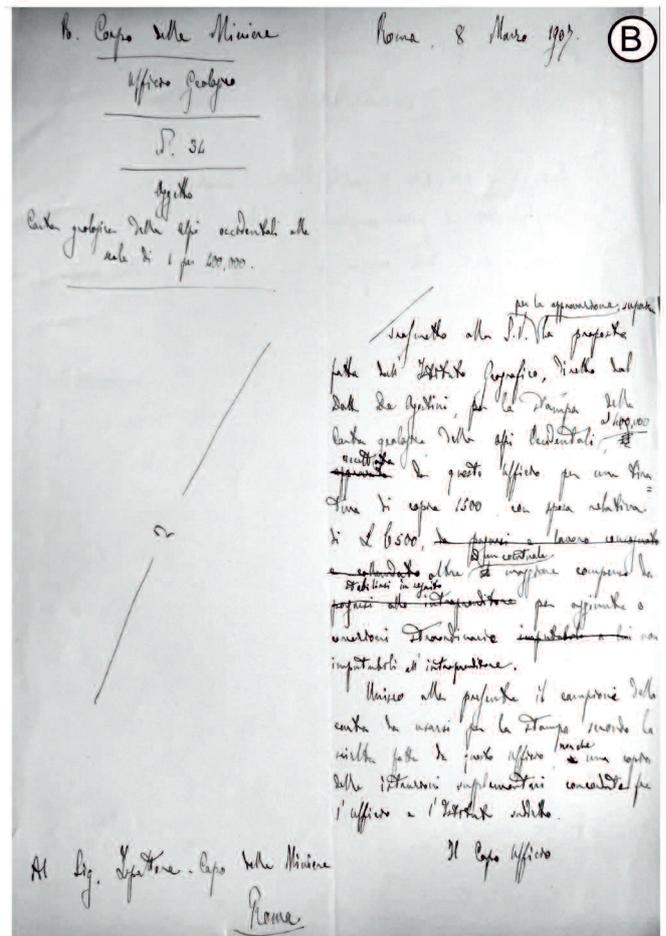
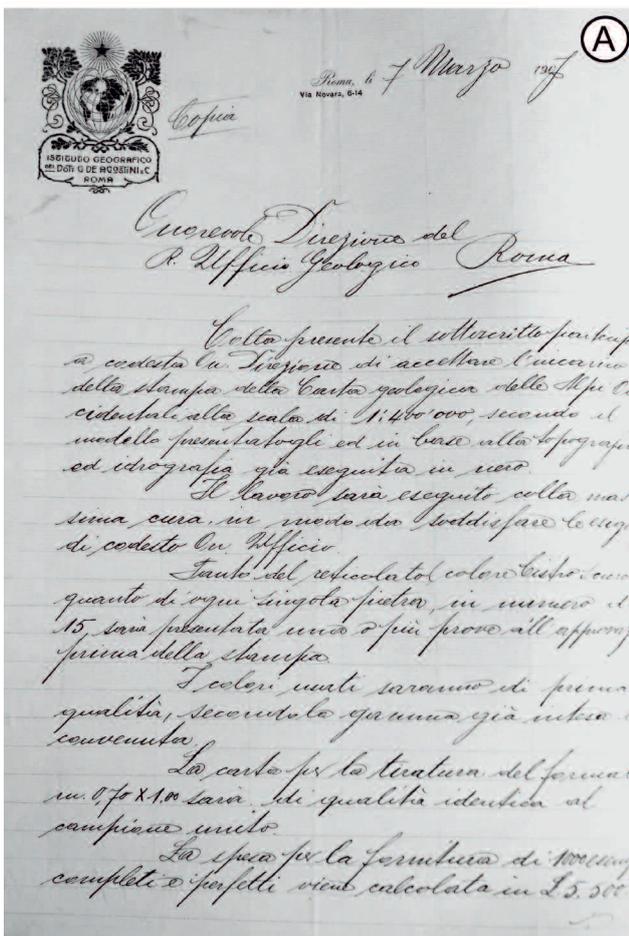


Fig. 5 – Marzo 1907. Proposta del contratto per la stampa della Carta delle Alpi occidentali da parte dell'Istituto Geografico De Agostini (A) e lettera di conferimento dell'incarico da parte del R. Ufficio geologico (B). Riproduzione su gentile concessione della Biblioteca ISPRA.
 – March 1907. Contract proposal for the print of the Carta geologica delle Alpi Occidentali by Istituto Geografico De Agostini (A) and the engagement letter of R. Ufficio geologico (B). Kindly permission ISPRA Library.

rivoluzionaria sotto molti aspetti, rispetto ai precedenti documenti. In questo senso è altrettanto significativa l'identificazione a scala regionale di alcune strutture tettoniche (linee di contatto anormale - ossia tettonico - osservate ed ipotetiche) tracciate in corrispondenza della curvatura della stessa catena alpina nel suo settore sud-occidentale.

Fra gli innumerevoli aspetti di interesse che si possono cogliere in tale carta, vi è anche una delle prime rappresentazioni di insieme di tutta la Zona del Canavese, frutto della sintesi ed integrazione dei risultati dei nuovi rilevamenti con gli studi precedenti. Ed è proprio a partire dalla pubblicazione della Carta del 1908 che ha inizio quella che Novarese stesso definì come la seconda fase di ricerche in tale zona al fine di *“capire i suoi rapporti con le altre zone confinanti e conseguentemente la sua funzione tettonica nella struttura del sistema alpino”* (NOVARESE, 1929), questione divenuta di primaria importanza negli attuali modelli evolutivi delle Alpi (BELTRANDO *et alii*, 2015).

1.7. – CONCLUSIONI

La Carta Geologica delle Alpi Occidentali alla scala 1:400.000 è il risultato degli intensi sforzi per la realizzazione della Carta geologica d'Italia a piccola e grande scala e quindi, più in generale, della attività di esplorazione geologica da parte del R. Ufficio Geologico.

La necessità di una nuova ed accurata carta di sintesi delle Alpi occidentali nasce in qualche modo già con i successi dei primi rilevamenti eseguiti *ex-novo* da Zaccagna e Mattiolo, ai quali si aggiunsero quelli di Franchi, Novarese e Stella. Ed in questo non si può dimenticare il fondamentale contributo di Di Stefano per la datazione

della Zona delle Pietre Verdi al Mesozoico, e della Direzione del R. Ufficio Geologico, prima con Giordano e poi con Pellati, scomparsi entrambi prima della stampa della Carta.

Le novità concettuali e cartografiche di tale Carta rispetto ai precedenti documenti trovano origine certamente nelle grandi competenze di stratigrafia, petrografia, geologia strutturale e paleontologia in possesso di questi prolifici rilevatori della sezione operativa di Torino.

La pubblicazione di un tale prodotto scientifico, estremamente dettagliato e ricco di novità, risulta ancora più prestigiosa se si tiene conto del difficile periodo storico intercorso tra fine '800 ed inizi del '900 nel quale si trovarono ad operare i rilevatori del R. Ufficio geologico. In questo senso, e come spesso è ben rintracciabile nei verbali delle adunanze del Comitato geologico, si può riconoscere nella realizzazione di tale Carta e nelle pubblicazioni ad essa relative una esaltazione della ricerca italiana ed un forte senso di appartenenza ed attaccamento dei rilevatori stessi al R. Ufficio Geologico d'Italia.

Ringraziamenti

Le prime persone che desideriamo ringraziare sono Fabiana Console e Marco Pantaloni per averci dato l'opportunità di consultare documenti e materiale cartografico (molto del quale inedito) presenti negli Archivi della Biblioteca ISPRA a Roma. Un sincero ringraziamento va anche a Gianni Mortara, per le sue utili indicazioni. Infine, vorremmo qui ricordare le lunghe amichevoli discussioni avute con i nostri colleghi Bruno Lombardo (1944-2014) e Marco Beltrando (1978-2015), grandi esperti di geologia alpina ed ai quali dedichiamo questo nostro contributo.

Le carte geologiche a piccola scala

The small scale geological maps

Mem. Descr. Carta Geol. d'It.
100 (2016), pp. 73 - 92
figg. 12; tabb. 3

RIASSUNTO - La rappresentazione dei caratteri geologici e geotematici del territorio in forma sintetica è un'esigenza che continua a stimolare i geologi, soprattutto per la ricerca di nuove e moderne metodologie di rappresentazione. Il Servizio Geologico d'Italia ha prodotto, sia in proprio che partecipando ad attività di ricerca internazionali, numerose carte a scala di sintesi, che vanno dalla Carta geologica d'Europa in scala 1:5.000.000, alle 5 edizioni della Carta Geologica d'Italia in scala 1:1.000.000, a quelle geologiche regionali, purtroppo in serie incompleta, alla scala 1:250.000.

Analogamente, il Servizio ha elaborato e prodotto carte geofisiche gravimetriche e aeromagnetiche a piccola scala che coprono l'intero territorio nazionale.

Un cenno a parte merita poi la serie speciale dei piani-rilievo geologici, rappresentazioni tridimensionali di porzioni di territorio o modelli di particolari contesti geologici, che hanno seguito e corredo la realizzazione della cartografia geologica quale strumento di supporto didattico e di divulgazione della conoscenza del territorio.

PAROLE CHIAVE: Cartografia geologica, cartografia geofisica, piani-rilievo geologici

ABSTRACT - The representation of the geologic and geotematic characters of the territory in synthetic form is a demand that stimulates the geologists to seek new and modern methodologies of representation.

The Geological Survey of Italy produced a lot of synthesis maps, such as the geological Map of Europe 1:5,000,000 scale or the Gravimetric and Aeromagnetic maps 1:1,000,000 scale.

Particular attention is devoted to the Collection of geological reliefs, realised in support of the Geological Map of Italy from 1877 to 1920. They were used not only as a teaching tool and in decision-making contexts but also to promote and disseminate the Italian geological knowledge.

KEYWORDS: Geological maps, geophysical maps, geological reliefs



1. – LA CARTA GEOLOGICA INTERNAZIONALE DELL'EUROPA E DELLE AREE ADIACENTI IN SCALA 1:5.000.000

COMPAGNONI B. (*)

La seconda edizione della Carta geologica internazionale dell'Europa e delle aree adiacenti (*The 1:5 million International Geological Map of Europe and Adjacent Areas - IGME 5000*), coordinata e compilata da Kristine Asch (ASCH, 2005), è stata stampata nel 2005 ad Hannover dal *Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe* (BGR) (fig. 1).

Questa Carta geologica è il risultato del coordinamento dei contributi di Servizi Geologici, Università ed Istituti di 48 nazioni europee e delle aree ad esse confinanti.

La Carta è stata sviluppata e realizzata in forma digitale con il *Geographic Information System* (GIS), che contiene molte più informazioni di quelle presenti sulla carta stampata. A tutte le informazioni associate si può accedere digitalmente con il *GISrelated IGME 5000 database*.

In questa versione della Carta, stampata in offset, le unità geologiche (sedimentarie, ignee e metamorfiche) sono identificate da un colore e una abbreviazione indicanti l'età geocronologica delle rocce.

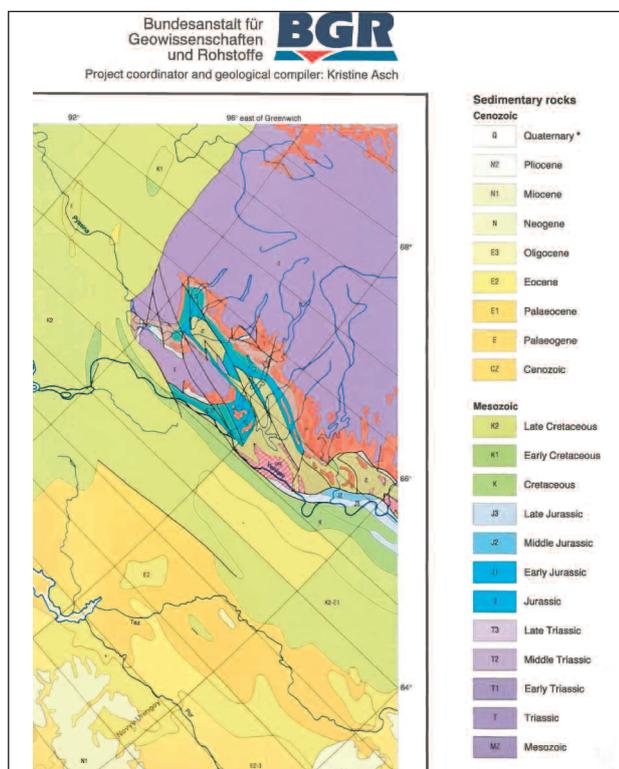


Fig. 1 – Stralcio cartografico della Carta geologica d'Europa e delle aree adiacenti in scala 1:5.000.000.
– Detail of the 1:5,000,000 Geological map of Europe.

(*) già Servizio Geologico d'Italia

(**) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

Nella Legenda le unità sedimentarie sono suddivise per Ere (Cenozoico, Mesozoico, Paleozoico e Precambriano) e Piani. Ad eccezione del Cenozoico, ogni Piano è suddiviso, quando possibile, in inferiore, medio e superiore.

Le unità ignee (intrusive ed effusive) sono suddivise per Ere; però sulla Carta si è indicato, ove possibile, anche il Piano.

Le unità metamorfiche sono suddivise a seconda del grado di metamorfismo (alto, medio, basso e indifferenziato) con dei soprassegni rossi di differente grafia, da collocare sui colori relativi all'età delle rocce che hanno subito il metamorfismo.

Per le aree marine, principalmente quelle oceaniche, sono stati usati, a volte, anche dei soprassegni di orientamento e colore differente, da collocare su affioramenti datati, per evidenziare, ad esempio, particolari caratteristiche geomorfologiche e strutturali.

Sulla Carta, aree contigue aventi stessa età, ma litologia differente, sono separate da limiti geologici, ma hanno ambedue lo stesso colore.

Le unità che hanno età compresa in più Piani, come ad esempio Permo-Trias o Mesozoico, sono identificate con il colore del componente più antico con sigle sovrainposte che forniscono dettagli circa la loro specifica età (P-T, MZ).

Sebbene sulla Carta si è preferito evidenziare la geologia del pre-Quaternario, tutti gli affioramenti delle rocce effusive quaternarie sono stati cartografati. In alcune aree (regioni desertiche del Medio Oriente e del Nord Africa) dove la geologia del pre-Quaternario non è ben conosciuta si sono conservate le coperture dei terreni colici del Quaternario Per convenzione l'età della base del Pleistocene è stata fissata a 1.8 Ma, sebbene, tradizionalmente, per i depositi continentali europei è posta a 2.6 Ma.

Il contributo relativo alla cartografia riguardante il territorio italiano è stato elaborato da M. Amanti, B. Compagnoni e P. Lembo del Servizio Geologico d'Italia.

2. - LA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA DI 1:1.000.000 DAL 1881 AL 2011

PANTALONI M. (**)

La realizzazione della prima edizione della Carta geologica d'Italia in scala 1:1.000.000 prese avvio immediatamente dopo l'Unità d'Italia, avvenuta nel 1861, la costituzione del Regio Comitato Geologico e l'avvio del progetto per la Carta Geologica d'Italia al 100.000.

Si cominciò a lavorare al progetto subito dopo la pubblicazione, da parte del Comitato Geologico, di alcuni fogli geologici "strategici"; la 1ª edizione della carta venne pubblicata nel 1881, in occasione del 2º Congresso Internazionale di Geologia di Bologna.

Dopo il lavoro di sintesi coordinato da Igino Cocchi finalizzato alla stesura di una carta in scala 1:600.000 presentato all'Esposizione Universale di Parigi nel 1867

(PANTALONI *et alii*, questo volume), fu l'Abate Stoppani a proporre l'idea per la realizzazione di una carta di sintesi del territorio da parte dell'Ufficio Geologico (DE STEFANI, 1882). Per la stesura dell'opera, parte delle informazioni vennero dedotte dalle carte geologiche regionali fino ad allora realizzate, a causa delle numerose lacune presenti nei rilievi geologici avviati in modo sistematico da troppo poco tempo e ancora su estensione geografica limitata. Poi, per motivi legati alla diversità dei criteri di rilevamento e dei metodi di rappresentazione, per la redazione della Carta si resero necessarie addirittura delle ricognizioni sul terreno finalizzate all'armonizzazione dei dati geologici. Questo però non risolse i problemi generali dell'impostazione generale della Carta e il risultato soffrì quindi di numerosi difetti nell'uniformità della rappresentazione.

Questa Carta (fig. 2) rappresentò però il primo momento di confronto e di discussione sia sull'ordinamento generale dei terreni, ancora in attesa di una

convenzione generale, sia sui metodi di rappresentazione. Studiando la legenda, appare di particolare interesse la chiave di lettura dell'epoca relativamente alle unità intrusive, definite "graniti sedimentari antichi" e "graniti eruttivi".

Questa prima edizione della Carta Geologica d'Italia al milione contiene, almeno parzialmente, i risultati degli studi relativi al confronto fra lo schema cronologico a quel tempo prevalente, derivato dalla stratigrafia dei terreni dell'Europa centrale (la cd. facies germanica) e quanto derivava dalle osservazioni compiute dai geologi sulle facies meso-cenozoiche italiane. Questo problema, in parte affrontato ma non risolto in questa Carta, condiziona profondamente, per oltre 50 anni, lo sviluppo della geologia italiana.

La base topografica è rappresentata da una cartografia usata per la rappresentazione della rete ferroviaria, a scala di un decimetro per grado, equivalente quindi alla scala di 1:1.111.111.



Fig. 2 – La prima edizione della Carta geologica d'Italia in scala 1:1.000.000, presentata nel 1881 al II Congresso Geologico Internazionale di Bologna.
- The first edition of the Geological Map of Italy, 1:1,000,000 scale, presented at the II International Geological Congress in Bologna in 1881.

Nel 1882 De Stefani, nell'adunanza della Società Geologica Italiana a Verona, presenta una nota di analisi della Carta al milione (DE STEFANI, 1882) mettendo in evidenza alcune interessanti osservazioni, suggerendo di tenerle in considerazione nella realizzazione della successiva edizione.

Proprio in seguito agli approfondimenti suggeriti da De Stefani, e grazie anche ai progressi compiuti nel rilevamento geologico del territorio italiano, nel 1889 venne stampata la 2^a edizione della Carta geologica al milione che, come indicato sul frontespizio, “è stata compilata in base ai rilevamenti eseguiti dagli Ing. del Corpo Reale delle Miniere e su lavori editi di geologi italiani e stranieri?” (fig. 3).

Fu però ancora De Stefani che, tre anni dopo, pubblicò sul Bollettino della Società Geologica Italiana una serie di osservazioni critiche su questa seconda



Fig. 3 – La 2^a edizione della Carta geologica d'Italia in scala 1:1.000.000 del 1889, riveduta a seguito dei nuovi rilevamenti effettuati per la Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

- The second edition of the Map realized in 1889, revised after the field surveys made for the realization of the 1:100,000 scale Geological map of Italy.

edizione (DE STEFANI, 1891). Affermò di “sorvolare” sulla non ancora raggiunta convenzione in merito all’“ordinamento dei terreni” ma avanzò diverse critiche, alcune delle quali di ordine lessicale, disapprovando l’uso del termine Cretacico, e altre relative alla distinzione delle unità in legenda, come la distinzione tra “Gneiss centrale” e “Graniti e Sieniti”. De Stefani evidenziò le innovazioni introdotte nell’area alpina occidentale, ma si mostrò invece molto conservativo in merito all’attribuzione al Permiano degli Scisti cristallini affioranti in Sicilia e Calabria che, secondo lui, modificò la precedente opinione di “*quegli arcidotti scienziati che sono il Pareto e il Gastaldi*”. Giunse anche a

dichiarare la propria preferenza per la precedente edizione della Carta in seguito ad errate attribuzioni relative alla successione sedimentaria dell’Italia centro-orientale. Sugerì un età pliocenica per i depositi della Valle Tiberina ed un riesame della Zona gessoso-solfifera, che auspicò venisse addirittura eliminata nelle edizioni successive.

Una indubbia innovazione della seconda edizione fu l’utilizzo della Carta del Regno d’Italia alla scala 1:1.000.000 pubblicata nel 1885 dall’Istituto Geografico Militare.

L’intera produzione della Carta risultò esaurita dopo meno di un decennio dalla sua pubblicazione, evidenziando la necessità di una nuova edizione, aggiornata con i più recenti rilevamenti compiuti dai geologi del R. Ufficio Geologico.

Questa iniziativa venne però bloccata dallo scoppio della Prima Guerra Mondiale, e solo nel 1925 il R. Comitato Geologico affidò a Vittorio Novarese (fig. 4), uno dei più illustri scienziati dell’epoca, ingegnere del R. Ufficio Geologico (ARGENTIERI & PANTALONI, 2013), l’incarico di realizzazione della 3^a edizione, con la prescrizione di escludere qualsiasi ricognizione sul terreno, per accelerare i tempi di realizzazione.

La carta venne completamente rieditata, grazie alle innovazioni introdotte derivate dai molteplici progressi compiuti nel rilevamento, sia nella parte peninsulare che, in particolare, nella differenziazione della catena alpina.

Iniziata nel 1926, la Carta venne pubblicata tra il 1929 e il 1931 in 6 fogli; questa versione è caratterizzata da una legenda profondamente modificata rispetto alle precedenti versioni: vennero stabilite 21 unità per il sedimentario, 11 unità per le rocce vulcaniche e 5 per le unità cristalline. La successione sedimentaria venne di-

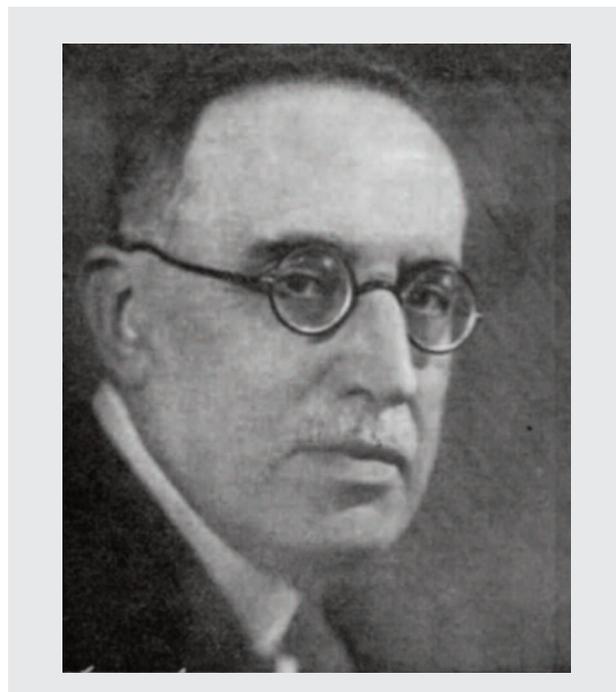


Fig. 4 – L’ingegner Vittorio Novarese, Direttore Onorario del R. Ufficio d’Italia, autore della 3^a edizione della Carta geologica d’Italia al milione.
- Vittorio Novarese, Honorary Director of the R. Geological Survey, author of the 3rd edition of the Map.

stinta in base ai caratteri geocronologici, mentre per le altre rocce venne usato un criterio distintivo di tipo petrografico. Vennero risolte, dopo molti anni di discussioni, le controversie di parallelismo tra la facies germanica e la facies alpina: il Mesozoico venne infatti diviso in 6 unità e venne affrontato il problema delle argille scagliose, almeno in Appennino settentrionale.

Alla data di completamento della carta, il R. Ufficio Geologico aveva prodotto 130 fogli della Carta Geologica d'Italia al 100.000, mentre di altri 50 esistevano già le minute di rilevamento. Inoltre erano state realizzate carte parziali o regionali a diversa scala che vennero poi integrate con nuovi elementi provenienti da pubblicazioni e da studi inediti.

La parte transfrontaliera venne desunta dalla 2ª edizione della Carta Geologica della Francia a scala 1:1.000.000 di Michel-Levy del 1905, dalla Carta geologica della Svizzera al 500.000 di Heim e Schmidt del 1911 e da carte realizzate dall'Istituto Geologico di Vienna per la parte orientale (NOVARESE, 1932; PANTALONI *et alii*, 2015).

Rispetto alla precedente edizione venne poi eliminata la rappresentazione simbolica dei giacimenti minerari (lignite, salgemma, ecc.) perché nel frattempo l'Ispettorato delle Miniere aveva iniziato la realizzazione della Carta Mineraria d'Italia alla scala 1:500.000 (CORPO REALE DELLE MINIERE, 1926-1935?).

Le maggiori innovazioni, così come evidenziato dallo stesso NOVARESE (1932), derivano dal rilevamento sistematico realizzato in gran parte del territorio italiano dal R. Ufficio Geologico; tra le tante, è significativo ricordare quelle relative alla precisa distinzione dei calcareisti mesozoici nelle Alpi occidentali, allo studio dei quali proprio Novarese dedicò gran parte del suo lavoro. Nella catena alpina venne distinta, inoltre, la parte di successione di origine sedimentaria da quella di origine ignea di età permiana.

La base topografica usata fu quella prodotta dall'IGM in 6 fogli, edizione 1927, modificata con l'aggiunta dell'Alto Adige fino al limite settentrionale della Vetta d'Italia. Sotto l'aspetto cartografico si adottò una gamma di colori quanto più possibile vicina a quella della Carta Internazionale d'Europa, adattata alle esigenze locali.

Federico Sacco, in una nota pubblicata sul Bollettino della Società Geologica (SACCO, 1938), afferma che "fu pubblicata in questo periodo la tanto desiderata Carta geologica d'Italia al milionesimo che richiese naturalmente all'Ufficio un intenso lavoro di preparazione, di coordinamento e di esecuzione", rendendo merito oltre che al lavoro di Novarese, anche a quello dei disegnatori F. Cozzolino e A. Di Pasquale.

La 4ª edizione della Carta venne pubblicata nel 1961, curata dall'allora Direttore del Servizio Geologico d'Italia, Enzo Beneo (fig. 5) (MORETTI, 1990); il disegno e la redazione della Carta vennero affidate ad A. Di Pasquale. In questo caso si tratta di una revisione dell'edizione del 1931, compiuta prevalentemente attraverso una migliore definizione delle unità in legenda: per il sedimentario venne introdotta la descrizione litologica delle singole unità, l'ambiente di sedimentazione e, in alcuni casi, le formazioni corrispondenti.

Nonostante i relativamente modesti miglioramenti, a questa edizione va dato il merito di aver riproposto a



Fig. 5 – Enzo Beneo, Direttore del Servizio Geologico d'Italia tra il 1950 e il 1966, curatore della 4ª edizione della Carta d'Italia al milione.
- Enzo Beneo, Director of the Geological Survey of Italy from 1950 to 1966, curator of the 4th edition of the 1:1,000,000 scale Geological map.

distanza di 30 anni una carta geologica di sintesi del Paese, proprio in un periodo in cui le Scienze geologiche, anche in Italia, stavano evolvendo in maniera molto rapida (CASTELLARIN *et alii*, 2011).

Nel 2011, in occasione dell'anniversario dei 150 anni dell'Unità d'Italia, a dimostrazione dell'evoluzione scientifica e culturale delle Scienze della Terra nell'ultimo mezzo secolo, il Servizio Geologico d'Italia ha pubblicato in forma cartacea la 5ª edizione della Carta Geologica d'Italia in scala 1:1.000.000 (fig. 6). La carta, già definita negli aspetti geologici ma non ancora pubblicata a causa della mancanza di una moderna base topografica, venne presentata in occasione del 32º Congresso Internazionale di Geologia a Firenze nel 2004 (COMPAGNONI, 2004; PANTALONI, 2011).

Questa edizione costituisce, per il grande intervallo di tempo passato dalla precedente edizione (oltre 50 anni), un elemento rappresentativo dell'enorme progresso scientifico compiuto dalle scienze geologiche. La sua realizzazione ha impegnato molti geologi e tecnici ed è stata effettuata attraverso l'analisi e la sintesi dei risultati ottenuti nell'ambito del progetto di cartografia geologica nazionale (CARG), oltre che la revisione dell'enorme mole di lavori scientifici pubblicati negli ultimi anni. Obiettivo di questo lavoro cartografico è quello di diffondere in ambito scientifico, ma anche in quello didattico, la conoscenza geologica del territorio. Una delle finalità della carta è quella di far arrivare ad un pubblico molto ampio di studiosi, di insegnanti, di studenti e di appassionati, una sintesi delle moderne conoscenze geologiche del Paese.



Fig. 6 – La 5ª edizione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:1.000.000, realizzata dal Servizio Geologico d'Italia nel 2011 in occasione del 150° anniversario dell'Unità d'Italia.

- The 5th edition of the Map, printed in the occasion of the 150th anniversary of the Unification of Italy.

La legenda è stata strutturata partendo dalla tradizionale suddivisione delle rocce in base alla loro origine (sedimentaria, metamorfica, intrusiva ed effusiva), ulteriormente suddivise in base alla litologia, all'età, all'ambiente deposizionale, al ciclo orogenetico nel quale sono state coinvolte, al grado di metamorfismo.

A margine del campo carta è stato poi inserito uno Schema strutturale, nel quale sono stati rappresentati i maggiori domini strutturali, relazionati agli orogeni alpini ed ercinici, alla vergenza del sistema orogenetico ed al tipo di crosta del dominio paleogeografico originario.

Il risultato finale è sostanzialmente diverso rispetto alle precedenti versioni a scala simile. Il prodotto ottenuto è una carta geologica nella quale, oltre alla "convenzionale" caratterizzazione litologica, è stata messa in evidenza l'evoluzione geodinamica; la conseguenza è quindi quella di fornire un valido ausilio alla comprensione della storia geologica e geodinamica della penisola italiana.

La base topografica è derivata dalla sovrapposizione e semplificazione dei 6 fogli della carta in scala 1:1.000.000 pubblicata nel 2006 dall'IGMI.

Per l'allestimento cartografico è stato poi adottato il Manuale cromatico di riferimento per la stampa delle carte geologiche, realizzato per il progetto CARG ed impostato secondo gli standard cartografici internazionali.

Questa edizione, inoltre, compie un enorme passo in avanti in termini di rappresentazione cartografica; l'utilizzo dei sistemi informativi geografici (GIS) e l'allestimento per la stampa attraverso processi digitali (PANTALONI *et alii*, 2008) hanno permesso la gestione di molti diversi colori e retini, garantendo la rappresentazione di superfici di dimensioni ridotte e consentendo quindi diverse possibili "chiavi di lettura" (tab. 1).

Tab. 1 – Schema riassuntivo delle 5 edizioni della Carta geologica d'Italia alla scala di 1:1.000.000.

- Summary of the 5 editions of the Geological map of Italy 1:1,000,000 scale.

Carta Geologica d'Italia alla scala 1:1.000.000			
Edizione - anno di pubblicazione	A cura di	Tipografia	Note
I - 1881	R. Ufficio Geologico	Stabilimento Litografico Virano e Teano	Carta geologica in 2 fogli; edita in occasione del II Congresso Geologico Internazionale (Bologna, 1881) alla scala di 1:1.111.111
II - 1889	R. Ufficio Geologico	R. Stabilimento C. Virano	Carta geologica in 2 fogli; riveduta e corretta della precedente
III - 1929/1931	R. Ufficio Geologico V. Novarese	Stabilimento L. Salomone	Carta geologica in 6 fogli
IV - 1961	Servizio Geologico d'Italia E. Beneo	Litografia Artistica Cartografica, Firenze	Ristampa rielaborata dall'edizione precedente in un foglio
V - 2011	Servizio Geologico d'Italia - ISPRA	S.EL.CA., Firenze	Carta geologica in 1 foglio corredata da Note illustrative
	<i>Geologia</i> : Compagnoni B, Galluzzo F, Bonomo R., Capotorti F, D'Ambrogi C., Di Stefano R, Graziano R, Martarelli L., Pantaloni M., Pampaloni M.L., Ricci V.		
	<i>Cartografia e GIS</i> : Tacchia D, Masella G., Pannuti V., Ventura R., Vitale V.		

3. - LE CARTE AEROMAGNETICHE E GRAVIMETRICHE D'ITALIA ALLA SCALA 1:1.000.000 E LA CARTA GRAVIMETRICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:1.250.000

CESI C. (*), EULILLI V. (**), FERRI F. (**)

Ogni cartografia è figlia del suo tempo. Essa riflette il livello della tecnologia all'epoca disponibile per l'acquisizione, elaborazione e rappresentazione dei dati, le esigenze di conoscenza avvertite nella comunità scientifica e socio-economica e, come nel caso di "dati proprietari" di interesse commerciale ed economico, il livello di possibile liberalizzazione dei dati stessi.

Gli anni '80, quando inizia la produzione di cartografia geofisica a piccola scala, sono gli anni in cui il Servizio geologico d'Italia è ancora incardinato nella Direzione generale delle miniere dell'allora Ministero dell'industria, commercio e artigianato, per conto della quale esegue anche rilievi geofisici in alcune aree minerarie della Toscana. In quegli stessi anni si rafforza il rapporto di collaborazione con la società AGIP nell'ambito delle finalità che costituiscono il "core business" delle attività del Servizio geologico d'Italia, indirizzate alla realizzazione e pubblicazione della cartografia ufficiale dello Stato italiano a scale adeguate alle diverse esigenze, accompagnata dal dovuto corredo di informazioni. È utile ricordare che la stessa missione di realizzazione della cartografia geologica d'Italia alla scala 1:100.000 era nata sostanzialmente in ambito minerario, con la costituzione del R. Ufficio geologico del Corpo delle miniere per dare una risposta alla necessità di accertare l'entità delle risorse minerarie del Paese, in merito alle quali l'appena costituito Stato unitario italiano si accorse di non possedere alcun livello di conoscenza sistematica.

3.1 - LA CARTA GRAVIMETRICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:1.000.000

La carta gravimetrica d'Italia alla scala 1:1.000.000 è stata realizzata nel 1989 dal Servizio geologico d'Italia e da AGIP ed è la prima carta gravimetrica di sintesi nazionale basata sul cospicuo archivio di dati gravimetrici reso disponibile in quegli anni dalla comunità geofisica italiana e che sarà poi utilizzato anche per la carta gravimetrica a corredo del Modello Strutturale d'Italia del CNR pubblicata nel 1992 alla scala 1:500.000. Sono state infatti elaborate 234.100 stazioni gravimetriche di terra messe a disposizione da AGIP (più del 90% del totale), dal Servizio geologico d'Italia, da Istituti universitari, Enti e varie Società private. Furono inoltre utilizzate 6.200 stazioni di fondo mare, fornite da AGIP

e dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale (OGS), consentendo la copertura delle aree marine più vicine alla linea di costa.

La densità media di misura risultante è stata di 1 stazione/km² in pianura, 0,7 stazioni/km² nelle aree appenniniche e nel mare Adriatico e 0,1 stazioni/km² nelle aree alpine e del mar Tirreno. Per l'attribuzione dei valori di gravità osservata è stata scelta come stazione gravimetrica di riferimento quella di Roma - Facoltà di Ingegneria (esterno) della Rete fondamentale italiana - R.F.I. 1955, con valore di 980.362,40 mGal, seguendo le norme pubblicate nel 1972 della Commissione Geodetica Italiana. È da tenere presente che il citato valore di g differisce da quello attribuito alla medesima stazione dalla *International Gravity Standardization Net 1971* (IGSN-71, MORELLI, 1974), il che comporta la non immediata confrontabilità dei valori di questa carta gravimetrica con quelli di altre mappe similari che comunemente adottano i valori IGSN71. Le correzioni topografiche, per le quali si è utilizzata una densità costante di 2,67 g/cm³, sono state calcolate da AGIP per l'intorno fino a 20 km dalla stazione di misura e dal Servizio geologico d'Italia per l'estensione da 20 a 166.736 km dalla stazione stessa. L'AGIP ha anche curato il calcolo delle Anomalie di Bouguer ed il tracciamento delle relative isoanomalie.

La carta, pubblicata in 2 Fogli, rappresenta le isoanomalie di Bouguer a due colori (rosso per le anomalie positive e blu per quelle negative), tracciate con equidistanza di 10 mGal su una base semplificata topografico-geologica, con relativa legenda, desunta dalla "Carta Mineraria d'Italia" alla scala 1:1.000.000 (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1973).

3.2. - LA CARTA AEROMAGNETICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:1.000.000

Negli anni tra il 1970 e 1980 l'AGIP, nel contesto della sua attività di ricerca mineraria, ivi incluse le risorse geotermiche, aveva prodotto un insieme di rilevamenti delle anomalie del campo magnetico terrestre del territorio nazionale compresa l'estensione al mare territoriale, utilizzando tecnologie allora d'avanguardia, rese disponibili dalle Compagnie contrattiste: rilievi condotti con magnetometri a vapori di cesio capaci di una risoluzione di 0,01 nT, trasportati fuori bordo da aerei appositamente equipaggiati, e sistemi di localizzazione adeguatamente precisi nella determinazione delle linee e delle traverse di volo lungo le quali si procedeva all'acquisizione dei dati (tab. 2) e nella determinazione della quota di volo ⁽¹⁾.

È in questo contesto di interazioni tra livello tecnologico disponibile all'epoca in AGIP, missione cartografica ufficiale del Servizio Geologico d'Italia, cordone ombelicale con la Direzione generale delle miniere e

(*) Presidenza del Consiglio dei Ministri

(**) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

⁽¹⁾ Nel dettaglio: su un totale di 265.305 km di linee registrate, non tutte utilizzate per la carta 1:1.000.000, circa 199.293 km furono acquisiti con un magnetometro CFS con sensibilità 0.01 nT, mentre per i 66.012 km restanti fu impiegato un magnetometro VARIAN con sensibilità di 0,02 nT. Per il posizionamento furono utilizzati un ricevitore Loran C ed un altimetro con precisione 10².

Tab. 2 - La tabella riporta le principali informazioni inerenti i rilievi geofisici aerei utilizzati per la realizzazione della Carta Aeromagnetica d'Italia.

- The table displays the main information on the aerogeophysical surveys used for the construction of the Aeromagnetic map of Italy.

Denominazione AREA	Anno	GRID km	Quota	Gradiente Regionale		Esecutore	Committente	km linee e traverse di volo
				Nord nT/km	Est nT/km			
Sicilia S.E.	1971	4 x 8	2.000	3.345	0.857	CGG	AGIP	3.900
Calabria	1973	5 x 20	3.000	3.288	0.878	CGG	AGIP	17.200
			7.000					
Sicilia	1975	5 x 5	6.900	3.3	0.81	AEROSERVICE	AGIP	13.536
Pianura Padana	1976	5 x 5	4.000	2.98	0.66	AEROSERVICE	AGIP	25.300
			5.000	3.09	0.82		Università Padova	920
			13.300	2.69	0.62		AGIP	13.080
Sardegna	1976	2.5 x 5	4.500	3.232	0.726	CGG	AGIP	10.462
		5 x 10	6.500				EMSA	9.852
Friuli	1977	5 x 5	8850	2.655	0.742	CGG	AGIP	3.050
Italia meridionale	1977	5 x 7,5	4.800	3.232	0.726	CGG	AGIP	69.173
		10 x 15	8.500					
Italia centrale	1978-1979	5 x 7,5	4.800	3.270	0.513	CGG	AGIP	71.586
		10 x 15	8.500				RIMIN	3.856
		1,5 x 7,5					CGG	CNR
Bolzano - Aosta	1978	5 x 7,5	13.300	3.232	0.72	CGG	CNR	3.972
Canale di Sicilia	1980	4 x 4	1.000	IGRF	IGRF	HUNTING	AGIP	13.176
		4 x 8		1980.3	1980.3			
TOTALE								259.063

opportunità di mettere a disposizione della comunità scientifica dati "proprietary" fondamentali per la conoscenza della struttura geologica del Paese, che prese corpo la pubblicazione della carta aeromagnetica d'Italia alla scala 1:1.000.000 quale carta ufficiale dello Stato Italiano.

Per la realizzazione della carta sono state effettuate le usuali elaborazioni che comprendono la correzione dei dati registrati per variazioni di quota, variazioni diurne e compensazioni agli incroci tra linee e traverse. Inoltre per ciascuna area rilevata, sulla base dei relativi gradienti regionali in Df e Dl del campo misurato, è stato determinato il campo geomagnetico di riferimento verificandone la congruenza con l'IGRF 1976 che pertanto può essere considerato il campo di riferimento. Fa eccezione il solo rilievo dell'area del Canale di Sicilia per il quale il campo di riferimento è costituito

dall'IGRF 1980.3. Il campo magnetico residuo è stato così ottenuto come differenza tra i valori osservati e quelli del campo di riferimento. Le isoanomalie magnetiche sono state ottenute per interpolazione su una griglia di 4x4 km. I valori del campo residuo sono stati elaborati tramite un processo di continuazione verso l'alto, omogeneizzandoli alla quota di riferimento di 8.500 piedi, fatta eccezione per l'area della catena alpina per la quale è stata mantenuta la quota originale di rilievo di 13.300 piedi. Per quanto riguarda la rappresentazione dei dati, le isoanomalie magnetiche del campo totale hanno una equidistanza variabile di 5,50 e 250 nT per mantenere la leggibilità della Carta, in colore rosso per le anomalie positive ed in blu per quelle negative. Analogamente a quanto effettuato per la carta gravimetrica dalla stessa scala, le isoanomalie del campo magnetico sono sovrapposte ad una base informativa

geologica derivata dalla “Carta Mineraria d’Italia” alla scala 1:1.000.000 (SERVIZIO GEOLOGICO D’ITALIA, 1973). Quest’ultima scelta è derivata dall’esigenza di realizzare un confronto cartografico immediato tra il quadro delle isoanomalie magnetiche, comunque lette nel contesto della loro rappresentazione in termini di campo totale alle nostre latitudini, e la distribuzione delle varie formazioni rocciose costituenti il nostro territorio, che sono state allo scopo raggruppate per genesi e caratteristiche litologiche, il che riflette in parte anche le caratteristiche legate alla loro suscettività magnetica.

3.3. - LA CARTA GRAVIMETRICA D’ITALIA E MARI LIMITROFI ALLA SCALA 1:1.250.000

Nel 2005 è stata realizzata dal Servizio geologico d’Italia, allora Dipartimento Difesa del Suolo dell’Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT), una nuova carta gravimetrica d’Italia e mari limitrofi (fig. 7) alla scala 1:1.250.000, frutto di una collaborazione con ENI - *Exploration & Production* ed OGS - CARS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - *Cartography and Remote Sensing*).

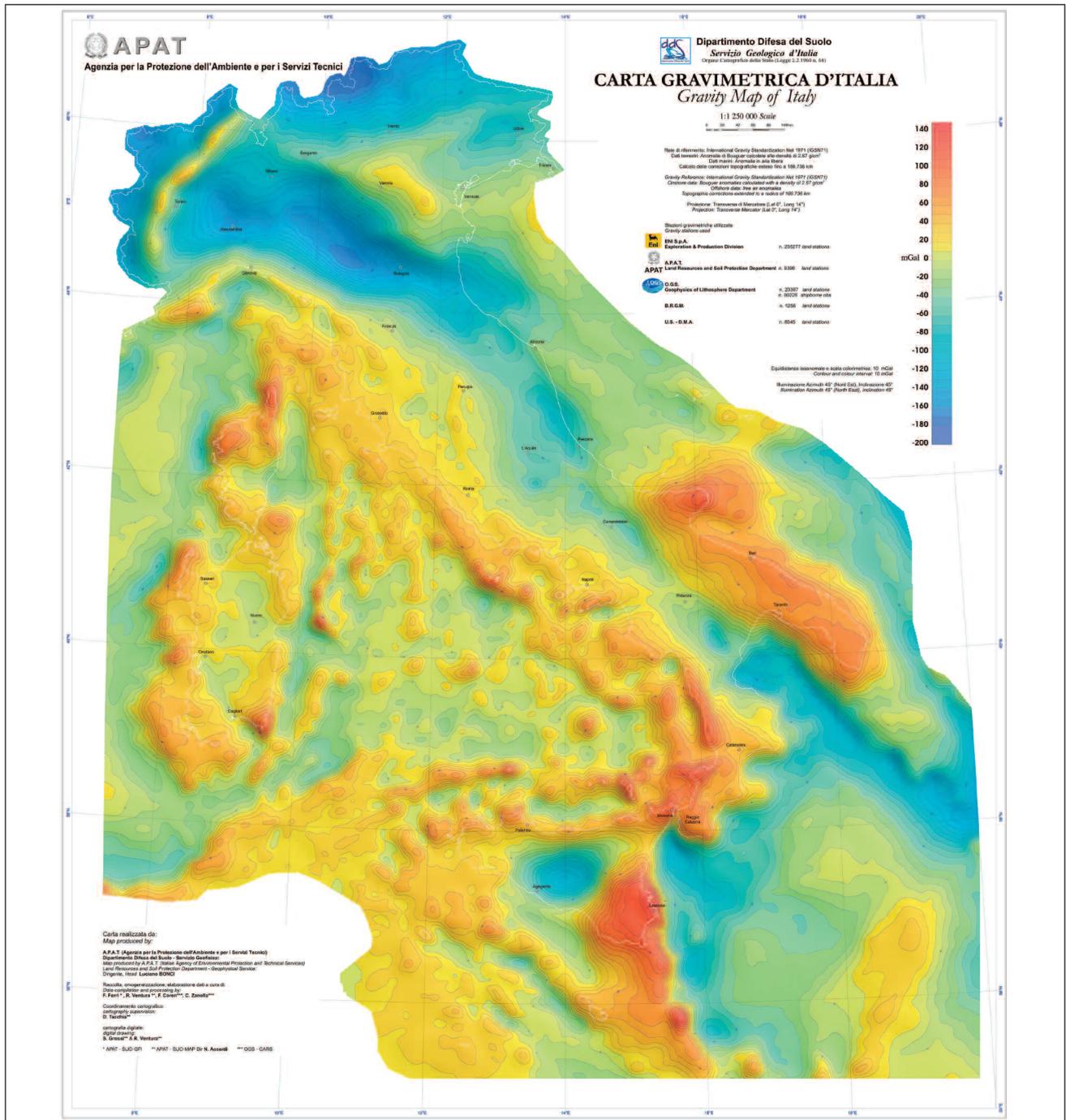


Fig. 7 - La Carta gravimetrica d’Italia e mari limitrofi pubblicata nel 2005.
- The gravity map of Italy and surrounding seas published in 2005.

Per questa carta oltre ai dati disponibili nella Banca Dati Geofisici del Servizio geologico, già impiegati per la precedente carta al milione, sono stati utilizzati, per la prima volta in una cartografia ufficiale, anche i dati gravimetrici marini di superficie estratti dal database di OGS ed i dati di terra della Corsica, grazie ad una collaborazione con il BRGM CDG/MA (*Bureau de Recherches Géologiques et Minières*), Servizio geologico francese. Questo importante contributo di dati ha consentito di ampliare notevolmente la rappresentazione del campo gravimetrico specie delle aree marine. È stato poi possibile integrare il *dataset* così ottenuto con alcuni dati gravimetrici delle aree extraterritoriali alpine fornite da OGS, assicurando così una corretta rappresentazione delle anomalie gravimetriche anche presso la linea di confine settentrionale.

Analogamente ad altri prodotti di Servizi geologici europei, si è scelto di calcolare l'anomalia di Bouguer usando una densità di $2,67 \text{ g/cm}^3$ per la parte emersa mentre l'elaborazione dei dati marini, la maggior parte dei quali è stata acquisita lungo linee di navigazione, è consistita nel calcolo della Anomalia in Aria Libera (*free air*). Di conseguenza particolare cura è stata applicata nella fase di elaborazione, seguendo i migliori standard disponibili, e per la costruzione dei necessari modelli digitali del terreno a diversa risoluzione, utilizzando a tale scopo anche i dati di quota NASA SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) per l'area della Corsica e lungo il confine svizzero mentre per le aree *offshore* si è utilizzato il modello digitale del terreno Gtopo30 dell'USGS.

Per le stazioni di terra le Anomalie di Bouguer sono state calcolate usando la formula standard $BA = Go - (N + F + B + T)$ dove:
 BA = Anomalia di Bouguer;
 Go = gravità osservata riferita alla IGSN-71;
 N = gravità teorica o normale;
 F = correzione in Aria libera;
 B = correzione di Bouguer per la calotta;
 T = correzione topografica.

I parametri per il calcolo della gravità normale sono quelli del *Geodetic Reference System* 1980. Il termine B è stato calcolato utilizzando la soluzione esatta della formula di Talwani (TALWANI M., 1973).

Il *dataset offshore* è stato elaborato fino al calcolo dell'Anomalia in Aria libera usando la seguente formula: $FA = Go + E - N$ dove:

FA = Anomalia in Aria libera;
 Go = gravità osservata riferita alla IGSN-71;
 E = correzione di Eotvos per gli effetti del moto di navigazione;
 N = gravità normale.

L'insieme dei valori di anomalia gravimetrica è stato in seguito interpolato tramite kriging su una griglia regolare quadrata con cella elementare di 1 km.

Ulteriori innovazioni sono state introdotte per la cartografia: il campo gravimetrico è rappresentato con il *contour* delle isoanomale ogni 10 mGal e campitura secondo una opportuna scala cromatica a 35 colori. Tale campitura a colori si compone con un effetto di ombreggiatura (*shaded relief*, avente una sorgente virtuale di illuminazione posta a Nord Est ad una altezza di 45°) consentendo una migliore lettura degli elementi geofisici e strutturali a scala regionale.

4. - LA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:500.000

COMPAGNONI B. (*)

Il Servizio Geologico d'Italia ha pubblicato la prima edizione della Carta geologica d'Italia alla scala 1:500.000, in cinque fogli, negli anni 1976 (foglio 5), 1978 (foglio 4), 1980 (foglio 3), 1983 (fogli 1 e 2) (COMPAGNONI *et alii*, 1976/1983) (fig. 8).

L'impulso a stampare questa nuova Carta di sintesi è dovuto principalmente all'emanazione della Legge del 3 gennaio 1960 n.15 "Completamento e aggiornamento della Carta geologica d'Italia" (Legge Sullo). Con essa si dava finalmente copertura finanziaria per portare a termine il rilevamento e la stampa della Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, i cui primi fogli si erano iniziati a rilevare e stampare sul finire del 1800, ma i lavori sul terreno erano stati del tutto interrotti a causa della Seconda Guerra mondiale. A seguito di questa Legge si stabilì sia di completare il rilevamento e la stampa dei fogli al 100.000 non ancora rilevati, sia di aggiornare quelli già editi, ma scientificamente superati.

Il Servizio Geologico d'Italia, tenendo conto di tutti i dati di cartografia geologica che man mano venivano evidenziati dai nuovi rilevamenti, decise di realizzare una nuova edizione della Carta geologica d'Italia, inizialmente alla scala di 1:1.000.000.

Per la realizzazione di una prima bozza della cartografia, il Servizio Geologico richiese inizialmente ad al-



Fig. 8 – Copertina delle Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1:500.000.

– Cover of the Explanatory notes of the map.

(*) già Servizio Geologico d'Italia

cune Università e al Gruppo di lavoro per il vulcanico, impegnati nel progetto, di presentare entro l'anno 1970 degli elaborati cartografici di sintesi delle varie aree di propria competenza, tenendo presente che la legenda doveva essere cronostratigrafica, come proposto dal Comitato Geologico, supervisore del Progetto.

Gli elaborati cartografici, che si resero disponibili alla scadenza (anno 1970), si presentarono di difficile assemblaggio, sia per la diversità delle legende adottate sia per le differenze di interpretazione, come evidenziato al contatto di aree adiacenti. Questa bozza fu presentata nel 1974 alla scala 1:500.000, dalla quale, per riduzione, sarebbe nata quella alla scala di 1:1.000.000. Il Comitato Geologico accettò la bozza della Carta geologica e deliberò che venisse stampata alla stessa scala con cui era stata presentata (fig. 9).

Per la stesura della Carta geologica alla scala 1:500.000 gli Autori si sono avvalsi della cartografia geologica ufficiale alla scala 1:100.000, della Carta geologica alla scala 1:25.000 della Regione Calabria, dei rilievi inediti giacenti presso il Servizio Geologico (relativi alla Sicilia ed alle Alpi orientali) e, in varia misura, dei contributi del Gruppo di lavoro per il vulcanico (per gli apparati vulcanici), di C. D'Amico (per la Calabria meridionale), di U. Pieruccini (per Toscana, Umbria e Marche), di G. Pisa (per le Alpi orientali), dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste (per le aree marine) e di R. Selli (elementi puntiformi della geologia marina del foglio 5).

Per le zone extraconfine ci si è basati quasi esclusivamente sulle carte geologiche di sintesi delle singole nazioni (Francia, Svizzera, Austria e Malta).

L'utilizzazione delle fonti, edite ed inedite, di cartografia geologica è stata limitata al 1974, anno in cui la versione definitiva della Carta geologica fu sottoposta al Comitato Geologico.

Essendo modificata l'impostazione della legenda (per la prima volta in essa sono presenti anche elementi di geologia marina), la nuova Carta Geologica risultò più aggiornata delle precedenti carte di sintesi alla scala 1:1.000.000.

La legenda è stata suddivisa in 127 tasselli, riguardanti la geologia terrestre (87 relativi alle rocce sedimentarie, suddivisi secondo l'età, l'ambiente di sedimentazione e la litologia; 15 relativi alle rocce vulcaniche, suddivise secondo l'età e le caratteristiche petrografiche; 13 relative alle rocce plutoniche, suddivise in cicli relativi alla loro messa in posto e le caratteristiche petrografiche; 12 relativi alle rocce metamorfiche, comprese le ofioliti, suddivise sia secondo l'orogenesi e il grado di metamorfismo, sia secondo le caratteristiche petrografiche) e in 12 tasselli riguardanti elementi di geologia marina (evidenziati soprattutto attraverso il rilevamento sismico): le aree sono state distinte da differenti colori a seconda delle loro caratteristiche lito- e cronostratigrafiche. Per una lettura più immediata della carta, le varie associazioni litologiche presentano una stessa simbologia, ma diverso colore a seconda dell'età.

Per una più esauriente interpretazione scientifica della carta, nei singoli tasselli si sono inseriti i nomi di alcune delle più note e diffuse formazioni. In tal modo si è evidenziato come la presenza di più formazioni in uno



Fig. 9 – Stralcio del foglio 1, Italia settentrionale, della Carta in scala 1:500.000.

– Detail of the sheet 1, Northern Italy.

stesso tassello afferma che esse, oltre ad essere coeve, hanno lo stesso significato paleogeografico-ambientale.

Va specificato, anche, che membri di differente litologia di una stessa unità formazionale sono stati inseriti in tasselli corrispondenti alle indicazioni litologiche. In alcuni casi identiche formazioni appaiono riferite a età diverse, in ciò si è tenuto conto di quanto è stato indicato nelle carte alla scala 1:100.000.

Alcune formazioni sedimentarie, successivamente metamorfosate, sono state inserite tra le unità sedimentarie coeve, quando è stato possibile individuarne l'originaria formazione (ad esempio nelle Alpi, in Toscana e in Calabria).

Va tenuto presente che la cartografia degli affioramenti geolitologici presenti nella Carta alla scala 1:500.000 non deriva dalla semplice riduzione fotomeccanica di quelli della scala 1:100.000 perché, data la differenza tra le due scale di rappresentazione, si sarebbero perse alcune evidenze geologiche, che valeva la pena mantenere.

Per questo, a volte sono stati eliminati i terreni di copertura (alluvioni recenti, detriti, morene) a favore delle rocce sottostanti; a volte affioramenti litologici di superficie limitata, ma ritenuti significativi, sono stati ingranditi a dimensioni leggibili, mentre si sono eliminati quelli di esigua estensione, se ampiamente presenti in aree contigue. In presenza di una successione composta da numerosi termini, quelli di minore spessore sono stati resi evidenti riducendo arealmente quelli maggiormente estesi.

Va sottolineato che in questa Carta non si è ritenuto opportuno, d'accordo con il Comitato Geologico, riportare alcuna linea tettonica, non tanto per la scala adottata, quanto per la disuniformità della documentazione allora disponibile e per la discutibile interpretazione di alcune situazioni strutturali.

Poiché la base topografica della Carta al 500.000 deriva dall'adattamento e semplificazione delle diverse basi topografiche delle carte al 100.000, la distribuzione delle unità litostratigrafiche è stata uniformata solamente alla rete idrografica e non ai centri urbani, del resto indicati schematicamente.

5. - LE CARTE GEOLOGICHE REGIONALI

PANTALONI M. (*)

Fu solo nella metà degli anni '70 che si comincia a lavorare alle prime elaborazioni di una Carta Geologica Regionale d'Italia, "da utilizzare eventualmente anche come base di carte tematiche regionali" (JACOBACCI, 1976). Viene esplicitato di aver usato, per tale scopo, le carte regionali dell'IGM sino a quel momento pubblicate, e cioè quelle della Lombardia, del Veneto, del Friuli - Venezia Giulia, del Trentino - Alto Adige e della Toscana. Per l'Abruzzo e il Molise venne ritenuto opportuno utilizzare, per lo stesso scopo, le basi topografiche in scala 1:250.000 edite per uso militare sempre dall'IGM.

Di queste elaborazioni, però, vengono pubblicate solo alcune carte, tutte caratterizzate da un interessante contenuto scientifico ma un diverso "stile" cartografico, segno evidente dell'appartenenza ad una serie cartografica non ben definita e, di conseguenza, "non ufficiale".

La prima carta pubblicata, nonostante non fosse stata elencata tra quelle topografiche disponibili, fu quella dell'Umbria, cui fecero seguito quella del Veneto, della Lombardia e, sebbene ad una scala diversa, quella di Sardegna e Corsica.

5.1. - CARTA GEOLOGICA DELL'UMBRIA IN SCALA 1:250.000

La Carta geologica dell'Umbria viene pubblicata nel 1980 sotto l'egida del Servizio Geologico d'Italia, diretto all'epoca da Alfredo Jacobacci, e il Dipartimento per l'assetto del territorio della Regione Umbria.

La base topografica è costituita dalla Carta Tecnica Regionale d'Italia in scala 1:250.000 della Litografia Artistica Cartografica (LAC) di Firenze, e la rappresentazione geologica deriva dall'elaborazione dei fogli geologici in scala 1:50.000 e 1:100.000 ricadenti nell'area, compiuta da B. Compagnoni e M. Valletta, geologi del Servizio Geologico d'Italia. A questi si sono affiancati G. Martelli, per la stratigrafia del sedimentario, G. Nappi, per stratigrafia del vulcanico e G. Pialli per i caratteri strutturali del settore occidentale. L'allestimento cartografico e il disegno venne affidato a F. Zuchi; lo stile cartografico segue, a grandi linee, quello che si stava applicando per la cartografia geologica in scala 1:50.000 in sperimentazione, che aveva già visto la pubblicazione dei fogli 611 Mistretta, 636 Agrigento e 652 Capo Passero, realizzati dall'Ente Minerario Siciliano (GALLUZZO & PICHEZZI, questo volume).

In legenda vengono inseriti simboli relativi alle risorse (miniere e ligniti), ai siti di interesse paleontologico o preistorico, agli elementi di natura strutturale. Tra questi, curiosa la dizione per la "Linea di accavallamento tettonico" che viene completata da un'attribuzione di responsabilità: "secondo G. Pialli".

Le unità vengono descritte con il classico criterio lito-biostratigrafico, partendo dalle unità triassiche (Cenerone e Calcere cavernoso), per finire con le tipiche unità oloceniche di copertura detritica e di frana. Persiste la suddivisione in colonne sfalsate per differenziare le unità vulcaniche da quelle sedimentarie, a loro volta bipartita per origine marina o continentale, tipica dei fogli in scala 1:100.000 ma che verrà abbandonata nei fogli in scala 1:50.000. Viene invece tralasciata la classica nomenclatura con lettere e numeri per adottare quella esclusivamente numerica (dal numero più basso per le unità oloceniche al più alto per quelle più antiche).

Nella carta non compare uno schema dei rapporti stratigrafici, tuttavia a margine vengono riportati altri due elementi cartografici: una Carta derivata della permeabilità potenziale e una Carta derivata della tendenza all'instabilità (fig. 10), entrambe in scala 1:500.000, tematismi particolarmente significativi per la regione in esame. Per il tematismo dell'instabilità, tuttavia, nonostante lo schema sia frutto di una elaborazione basata sui caratteri litologici dei sedimenti e sulle informazioni disponibili sui fenomeni franosi, viene dichiarata una origine dei dati non omogenea.

5.2. - CARTA GEOLOGICA DEL VENETO IN SCALA 1:250.000

Nel 1988 viene pubblicata, sotto l'egida del Servizio Geologico d'Italia, della Segreteria regionale per il territorio della Regione del Veneto e dell'Istituto di Geologia dell'Università di Padova, la Carta geologica del Veneto in scala 1:250.000.

La responsabilità scientifica dell'opera, coordinata da G.V. Dal Piaz, spetta all'Istituto di geologia dell'Università di Padova, che vede la partecipazione di ricercatori della stessa università e con un contributo dell'AGIP per i dati di sottosuolo della pianura veneto-friulana.

La redazione della carta deriva da rilievi inediti degli Autori e dall'elaborazione delle Carte geologiche delle Tre Venezie, della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000, del Modello strutturale del CNR, oltre che a decine di carte allegate a pubblicazioni scientifiche (fig. 11).

La programmazione dei lavori e il coordinamento cartografico vengono sviluppati dalla Regione del Veneto, con la collaborazione del Servizio Geologico d'Italia, mentre l'allestimento cartografico vede impegnata la S.E.L.C.A. di Firenze, che ne curerà anche la stampa.

La Carta, predisposta per la pianificazione regionale del Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (L.R. 28/1976; L.R. 61/1985 e L.R. 9/1986), risulta particolarmente completa dal punto di vista informativo.

La Legenda geologica è suddivisa in unità che raggruppano diverse formazioni su basi cronostatigrafiche, anche con litologie diverse. Le unità di basamento vengono raggruppate in sequenze metamorfiche su base locale (Agordo, Recoaro, ecc. e Catena paleocarnica) suddivise poi su base cronostatigrafica. La le-

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

genda viene chiusa con le classiche unità quaternarie; anche qui la denominazione viene strutturata con termini numerici, talvolta differenziati con lettere a pedice.

Lo stile cartografico è assolutamente originale, senza rispetto delle regole standard del Servizio geologico, indice di un allestimento autonomo, non “obbligato” da regole editoriali.

Come detto, la carta presenta schemi a margine di estremo interesse scientifico e applicativo: delle Sezioni geologiche alla stessa scala della carta; uno Schema strutturale in scala 1:750.000; uno Schema dei rapporti stratigrafici, redatto da P. Grandesso e P. Mietto; uno schema di Sezioni idrogeologiche della pianura; una serie di 21 Colonne stratigrafiche dei sondaggi profondi della Pianura, e uno Schema geologico del sottosuolo della Pianura veneta, in scala 1:1.500.000, entrambi realizzati da AGIP. Da notare che alcuni elementi di carattere idrogeologico vengono riportati già in legenda, oltre alla indicazione delle aree idrotermali.

5.3. - CARTA GEOLOGICA DELLA LOMBARDIA IN SCALA 1:250.000

La Carta geologica della Lombardia in scala 1:250.000, realizzata dal Servizio Geologico d'Italia insieme alla Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi Milano, la Regione Lombardia e il Centro di studio per la stratigrafia e petrografia delle Alpi centrali del CNR di Milano, viene pubblicata nel

1990. I numerosi Autori della Carta sono stati coordinati da A. Montrasio, mentre il Direttore del Servizio geologico era A. Todisco; la stampa viene curata dall'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.

La carta è stata compilata usando le Carte geologiche del Servizio Geologico d'Italia e quelle del Magistrato delle Acque; la redazione della carta è stata integrata con lo studio di cartografie più aggiornate di diversi Autori italiani e stranieri, anche inedita.

Nella compilazione della Carta è stato seguito il criterio formazionale e le unità rappresentate suddivise in base all'appartenenza ai due settori alpino o appenninico. A loro volta, le unità della catena alpina vengono differenziate in base all'appartenenza nei gruppi delle Pennidi, delle Austridi e nel Sudalpino; un gruppo a parte è rappresentato dalle rocce magmatiche s.s. o leggermente metamorfosate. Il gruppo delle unità del Quaternario continentale (“Villafranchiano”), comprende anche il Ceppo lombardo, o formazioni simili, di età Pliocene sup. – Pleistocene inf.

Curiosamente, in una nota a margine della carta viene riportata una indicazione sulla “Chiave di lettura della legenda”; nella nota si riporta la definizione esatta di “Formazione”, tratta dal Codice Italiano di Nomenclatura Stratigrafica (CINS, AZZAROLI & CITA, 1968); si ricorda poi che per quanto riguarda le unità metamorfiche di basamento era in corso una profonda revisione. In legenda vengono poi distinti i nomi formazionali conati seguendo le regole proposte nel CINS o quelli “consolidati

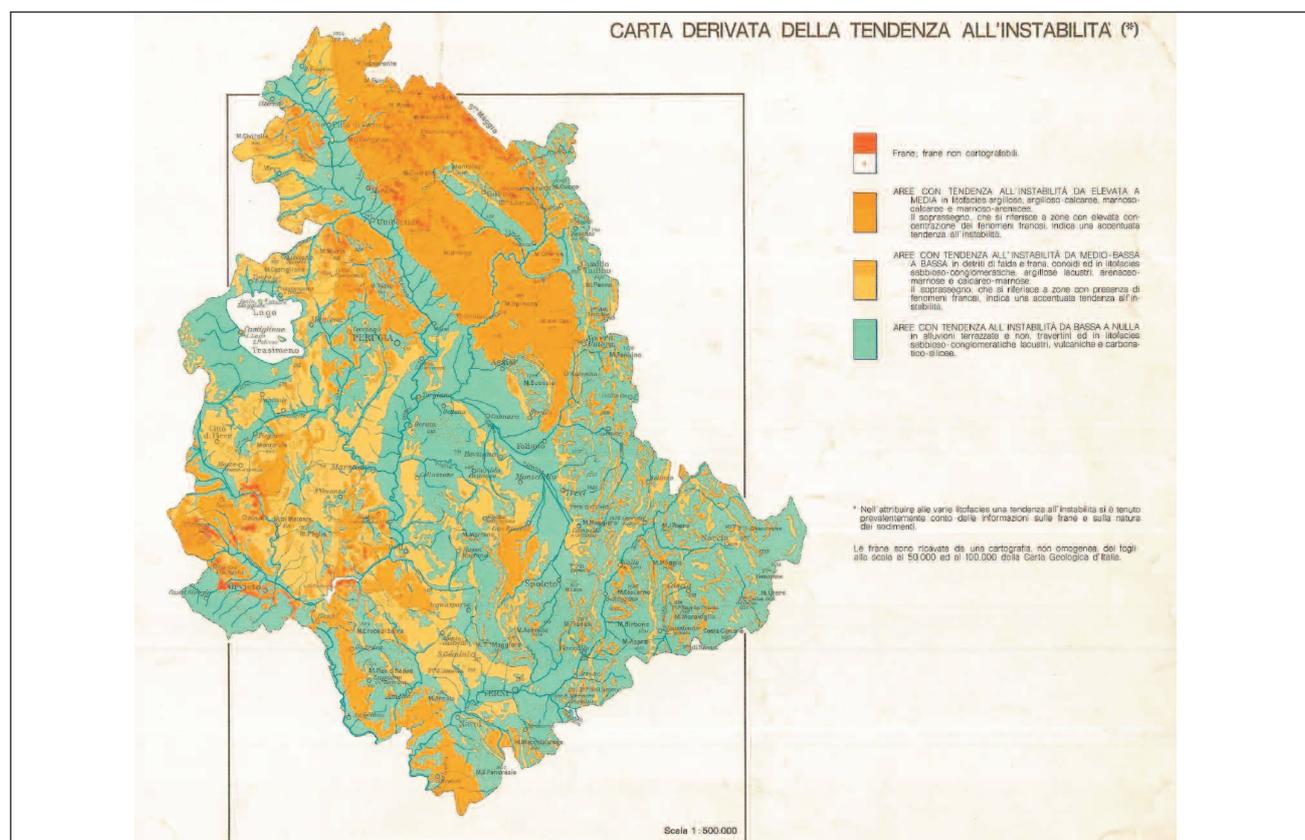


Fig. 10 – Stralcio della Carta derivata della tendenza all'instabilità, in scala 1:500.000.
– Detail of the slope instability trend derived map.

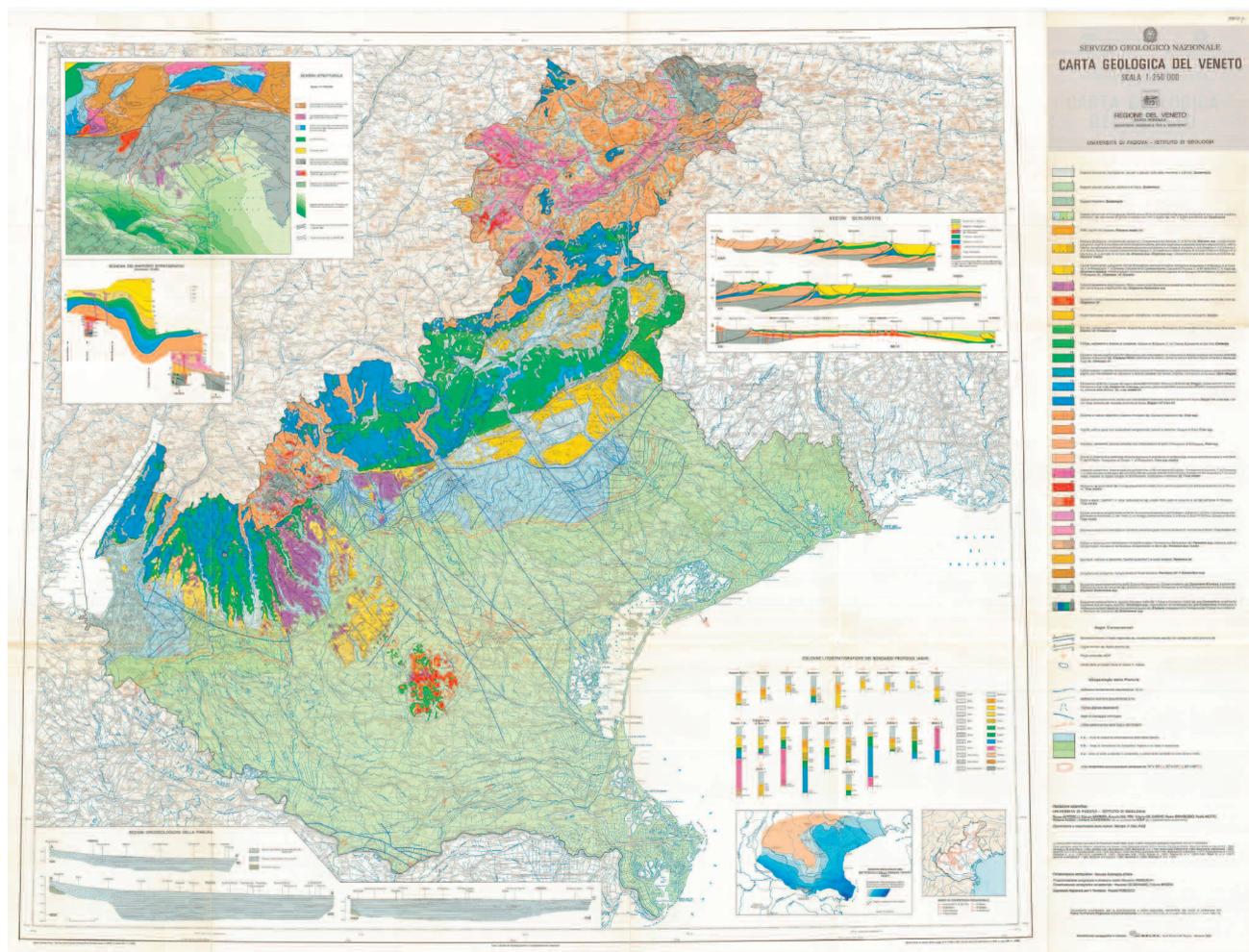


Fig. 11 – Carta geologica del Veneto in scala 1:250.000.
– Geological map of Veneto region, 1:250.000 scale.

nell'uso". Questa carta rappresenta forse uno dei primi esempi di applicazione rigorosa delle regole di nomenclatura stratigrafica, che sono state "faticosamente" utilizzate da parte della comunità scientifica.

Gli unici elementi a cornice della carta sono uno Schema dei rapporti stratigrafici e uno Schema tettonico della Lombardia ed aree limitrofe in scala 1:1.000.000, tratto dal Modello strutturale d'Italia del CNR.

5.4. - CARTA GEOLOGICA E STRUTTURALE DELLA SARDEGNA E DELLA CORSICA, IN SCALA 1:500.000

Una carta aventi caratteri simili alle precedenti, ma concepita e realizzata con una diversa "storia", è la Carta geologica e strutturale della Sardegna e della Corsica, in scala 1:500.000, pubblicata nel 2001.

Oltre al diverso fattore di scala, questa carta comprende oltre ad una regione italiana, la Sardegna, anche l'intera isola francese della Corsica. Si tratta quindi di un raro caso, almeno per l'Italia, di una carta geologica transfrontaliera.

Nata dalla collaborazione tra Servizio geologico d'Italia, *Bureau de Recherches Géologiques et Minières* (BRGM) francese, Assessorato all'Industria della Re-

gione Autonoma della Sardegna e la *Collectivité Territoriale de Corse*, la Carta è stata coordinata da L. Carmignani dell'Università di Siena e da P. Rossi, del BRGM. La stampa, invece, viene curata dall'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato di Roma.

La legenda, ovviamente bilingue in italiano e francese, vede la suddivisione in 70 unità, suddivise in base all'appartenenza alla catena collisionale ercinica, alla connessione con la fase estensionale post-collisionale, alla copertura autoctona del margine continentale europeo, alla catena collisionale della Corsica alpina o connesse all'apertura del Bacino balearico, del Tirreno settentrionale o meridionale, seguendo la lunga e complessa storia evolutiva di queste due isole del Mediterraneo.

Uno sguardo approfondito è stato dato all'assetto strutturale, distinguendo con diversa simbologia le fasi tettoniche erciniche e alpina.

Questa carta è stata realizzata dopo un lungo periodo di studio degli Autori nelle due isole e costituisce, senza dubbio, una sintesi delle profonde conoscenze geologiche che troveranno poi i loro frutti nel lavoro di armonizzazione dei fogli geologici in scala 1:50.000 realizzati in Sardegna, oltre che rappresentare un interessante esempio di partenariato internazionale in ambito geologico.

6. - LA COLLEZIONE DEI PIANI-RILIEVO DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA: DAL RECUPERO DELLE OPERE ALLA VALORIZZAZIONE

D'ANDREA M. (*)

Testimoni di un'epoca e segno tangibile della volontà di uomini di scienza e di governo e dell'abilità di tecnici, di artisti e di artigiani, i "plastici" hanno saputo trasmettere immagini fedeli e immediatamente comprensibili del territorio per le più ampie applicazioni civili e militari: dalla pianificazione delle attività belliche della Grande Guerra e delle imprese coloniali, alle sintesi prodotte per l'avvio di importanti attività estrattive e industriali, agli studi legati al rischio geologico, alla didattica, alla diffusione delle conoscenze geologiche del territorio italiano in occasione delle Esposizioni Universali, tra la fine del XIX secolo e l'inizio del '900, alla pianificazione delle grandi opere infrastrutturali della Nazione.

I piani-rilievo geologici, rappresentazioni tridimensionali di porzioni di territorio o modelli di particolari contesti geologici, hanno seguito e corredato la realizzazione della cartografia geologica quale strumento di supporto didattico e di divulgazione della conoscenza del territorio. Per quanto riguarda in particolare l'Italia, va posta in risalto innanzitutto la ricca produzione su scala nazionale tra l'ultimo quarto dell'800 e il primo ventennio del '900, collegata all'avvio del progetto della Carta geologica d'Italia presso il R. Ufficio geologico; altre opere vengono realizzate nell'intervallo tra i due conflitti mondiali, altre ancora dopo la II Guerra mondiale, nell'arco temporale che dagli anni '50 del '900 arriva ai giorni nostri e vede impegnati numerosi istituti e musei.

La rappresentazione plastica, considerata innanzitutto un indiscusso supporto didattico e uno strumento per la divulgazione dell'avanzamento delle conoscenze geologiche, ha altresì reso più diretto e comprensibile il dialogo con le strutture di governo del territorio. Gli anni a cavallo fra i due secoli, che seguirono le guerre per l'unità d'Italia, furono anni cruciali per la crescita economica e industriale del Paese e per la costruzione di un unico mercato interno oltre che di una nuova unità politico-amministrativa. In questa situazione era vitale per il nuovo Stato conoscere a fondo il territorio e le sue risorse minerarie. Fu proprio questo a dare avvio alla fioritura di studi geologici, stratigrafici e mineralogici. Uno dei prodotti di questo fermento fu la realizzazione in serie di piani-rilievo riguardanti il territorio italiano, con l'utilizzo di materiali diversi, prevalentemente gesso e legno o metallo e dipinti ad olio.

6.1. - LA COLLEZIONE DEI PIANI-RILIEVO DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

La Collezione dei piani-rilievo realizzati a corredo della Carta geologica d'Italia dal 1877 fino al 1920 (date della prima e dell'ultima opera dell'attuale raccolta), anche se costituita oggi solo da 17 opere ⁽¹⁾, è una tra le più cospicue del genere in Italia. Realizzate per la maggior parte in gesso o metallo e poi dipinte ad olio, queste opere rappresentano aree importanti per l'economia industriale dell'epoca (Isola d'Elba, Massa Marittima, Montecatini - Val di Cecina, Sicilia), per il rischio geologico (Vulcano Laziale, Monte Vesuvio, Monte Etna, Provincia di Napoli, Campi Flegrei, Isola d'Ischia) o perché aree notevoli dal punto di vista geologico - geomorfologico (Gruppo del M. Bianco, M. Argentario, M. Soratte) (fig. 12, tab. 3). Venivano commissionate per rispondere all'esigenza di una rappresentazione della realtà geologica più efficace (costituiscono di fatto il 3D dell'epoca) rispetto a quella delle carte tecniche, delle quali erano sempre precise trasposizioni, e utilizzate non solo come strumento didattico e in contesti decisionali, ma anche come strumento di immagine e di diffusione delle conoscenze geologiche della neonata Nazione Italia e portate alle Esposizioni Universali tra la fine dell'800 e l'inizio del '900 (FULLONI, 2012; D'ANDREA, 2012). La Collezione, ritenuta rappresentativa dell'immagine del territorio, è stata invitata a partecipare, nel 2011, alle celebrazioni del 150° anniversario dell'Unità d'Italia, ed esposta nella mostra "*Alle radici dell'Identità Nazionale. Italia Nazione Culturale*", allestita dal Museo del Risorgimento nel Complesso Monumentale del Vittoriano a Roma. È oggi catalogata mediante l'utilizzo delle Schede di Pre-catalogo "OA (Opere d'Arte) dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD) e descritta nella monografia "*I Plastici Geologici del Servizio Geologico d'Italia*" (FULLONI, 2012).

Insieme con le Collezioni paleontologiche e lito-mineralogiche del Museo agrario geologico del Servizio Geologico d'Italia (oltre 150.000 campioni e reperti), con la strumentazione tecnica storica, busti, altri cimeli e opere d'arte, questa raccolta, inserita a pieno diritto nella Sezione "Collezioni storiche" è oggi patrimonio dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ISPRA, (D'ANDREA *et alii*, 2015). E, come tutto il patrimonio museale del Servizio geologico, fino al 1995 conservato ed esposto a Palazzo Canevari (sede storica del R. Ufficio geologico, in Largo di Santa Susanna a Roma), anche questa è stata imballata e immagazzinata, e ancora oggi, dopo oltre 20 anni, attende di

(*) Servizio Attività Museali, ISPRA

⁽¹⁾ da un confronto con la Guida all'Ufficio Geologico del 1904, redatta a metà del periodo della produzione plasticistica a cavallo dei due secoli, mancano nell'attuale Collezione ben 8 plastici: 2 plastici dell'Isola d'Ischia, il plastico delle Alpi Apuane, il plastico dell'Anfiteatro Morenico del Lago di Garda; i plastici delle Isole: Lipari (in carta pesta), Salina e Alinuri, il plastico dell'Isola di Capri e Penisola Sorrentina (in carta pesta). Fino al 1995 l'edificio rappresentò assieme al suo prestigioso Museo il "Servizio Geologico d'Italia". Successivamente, a seguito della necessità di ristrutturare lo stabile, fu necessario il trasferimento degli uffici, della prestigiosa Biblioteca e di tutte le Collezioni (in un primo momento portate per la maggior parte negli *bangar* del Centro Polifunzionale della Protezione civile a Castel Nuovo di Porto, più tardi ricongiunte alle altre nei magazzini ISPRA). Vicende amministrative portano intanto il Servizio Geologico ed il suo patrimonio documentale (Biblioteca e Collezioni) ad appartenere prima al Ministero per l'Ambiente, poi alla Presidenza del Consiglio dei Ministri, quindi all'APAT e finalmente nel 2008 all'ISPRA.



Fig. 12 - La Collezione dei plastici del Servizio Geologico d'Italia. Sullo sfondo: Schizzo geologico dell'Italia redatto da Giuseppe Gabriel Balsamo Crivelli, allegato al Volume "Sullo stato geologico dell'Italia" di G. Omboni (Ed. F. Vallardi, 1856).

- *Geological reliefs of the Geological Survey of Italy. On background sketch of geological map of Italy made by Balsamo Crivelli in 1856.*

essere nuovamente esposta e garantita alla pubblica fruizione ⁽²⁾.

L'ISPRA, attraverso il Servizio attività museali, ne ha curato il recupero, lo studio, il restauro e la valorizzazione. Inoltre ha promosso un'indagine a scala nazionale sulla presenza di questi particolari manufatti d'arte

e scienza non solo nei principali musei di geologia (dove costituiscono analoghe e altrettanto cospicue collezioni), ma in vari istituti, scuole e presso privati cittadini. La ricerca, tuttora in corso, ha permesso di delineare una prima panoramica dell'opera plasticistica nel suo insieme e delle aree italiane e mediterranee rap-

⁽²⁾ Non molto purtroppo cambia per le Collezioni, che non saranno più esposte, ad esclusione di una selezione di reperti fossili e di campioni dei materiali edilizi e decorativi e delle Collezioni di pietre decorative "F. Pescetto e P. De Santis". Questa selezione resterà esposta in vetrine fino al 2012 nella sede ISPRA a di Via Curtatone 3 (nell'edificio di stile razionalista costruito negli anni '50 del '900 per la Federconsorzi, nel Quartiere Macao), ma non sarà aperta al pubblico. Nel 2012 verrà quindi anch'essa imballata e raggiungerà nei magazzini il resto del patrimonio.

Tab. 3 - *I piani rilievo del Servizio Geologico d'Italia (da D'ANDREA 2012, modif.).*
 - The plan-reliefs of the Geological Survey of Italy.

Collezione dei plastici del Servizio Geologico d'Italia (1877-1920)			
PIANI RILIEVO (Immagine non in scala)	DENOMINAZIONE E INVENTARIO	ESECUTORE E DATAZIONE	MATERIALE COSTITUTIVO E MISURE D'INGOMBRO
	<p>1 Rilievo geologico del Gruppo del Monte Bianco Scala 1: 50.000</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 148-I; Servizio Geologico 550 cat. I.</i></p>	<p>Attrib. Amedeo Aureli 1900-1915</p>	<p>Gesso dipinto in cornice lignea 112 x 64 cm (x max 15 cm)</p>
	<p>2 Rilievo geologico del Comune di Livorno e delle Isole Pianosa e Gorgona Scala: 1: 25.000 per le orizzontali, 1: 15.000 per le verticali</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 144; Servizio Geologico 560; D.S.T.N. 5844.</i></p>	<p>Amedeo Aureli 1914</p>	<p>Gesso e carta dipinti in cornice lignea Dimensioni: 85,5 x 74,5 cm (x max 10 cm)</p>
	<p>3 Rilievo geologico di Montecatini – Val di Cecina e dintorni Scala 1:25.000</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 146; Servizio geologico 559, cat. I; D.S.T.N. 5843 cat. I.</i></p>	<p>Attrib. Amedeo Aureli 1883-1906</p>	<p>Gesso dipinto in cornice lignea 95 x 87 cm (x max 16 cm)</p>
	<p>4 Rilievo geologico dei dintorni di Massa Marittima Scala 1: 25.000</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 147; Ufficio Geologico d'Italia 215; Servizio Geologico 1080-I; D.S.T.N. 6004 cat. I.</i></p>	<p>Attrib. Amedeo Aureli 1893</p>	<p>Gesso dipinto in cornice lignea 117 x 114 cm (x max 11 cm)</p>

	<p style="text-align: center;">5 Rilievo geologico dell'Isola d'Elba Scala 1:25.000</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 141; Ufficio Geologico d'Italia 209-I; Servizio Geologico 1079 cat. I; D.S.T.N. 6003 – cat. I</i></p>	<p style="text-align: center;">Attrib. Amedeo Aureli post 1882</p>	<p style="text-align: right;">Gesso dipinto in cornice lignea 148 x 114 cm (x max 12 cm)</p>
	<p style="text-align: center;">6 Rilievo geologico del Monte Argentario Scala 1:25.000</p> <p><i>N. Inv.: D.S.T.N. 5842 cat. I.</i></p>	<p style="text-align: center;">Amedeo Aureli 1919</p>	<p style="text-align: right;">Legno e carta dipinti 98,5 x 84 cm (x max 12 cm)</p>
	<p style="text-align: center;">7 Rilievo geologico del Monte Soratte - Valle del Tevere Scala 1:25.000</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 280-I; R. Ufficio Geologico 143 -I; Servizio Geologico d'Italia 558 cat. I; Servizio Geologico 982 cat. I.</i></p>	<p style="text-align: center;">Ignoto 1920 circa</p>	<p style="text-align: right;">Gesso dipinto in cornice lignea 44 x 40 cm (x max 6 cm)</p>
	<p style="text-align: center;">8 Rilievo geologico del Vulcano Laziale Scala 1:25.000</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 159; Servizio Geologico 561 cat. I; D.S.T.N. 5845 cat. I.</i></p>	<p style="text-align: center;">Attrib. Amedeo Aureli fine XIX secolo</p>	<p style="text-align: right;">Gesso dipinto in cornice lignea 106 x 96 cm (x max 9 cm)</p>
	<p style="text-align: center;">9 Rilievo geologico dei Dintorni di Roma Scala: 1:100.000</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 157; Servizio Geologico 561 cat. I; D.S.T.N. 5848 cat. I.</i></p>	<p style="text-align: center;">Domenico Locchi fine XIX secolo</p>	<p style="text-align: right;">Gesso e carta dipinti in cornice lignea 93 x 72 cm (x max 5 cm)</p>

	<p style="text-align: center;">10</p> <p style="text-align: center;">Rilievo geologico dei Campi Flegrei Scala 1:50.000</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 149 – I; Servizio Geologico 552 cat. I; D.S.T.N. 5836 ca. I.</i></p>	<p style="text-align: center;">Amedeo Aureli 1915</p>	<p>Gesso e carta dipinti in cornice lignea 71 x 67 cm (x max 6 cm)</p>
	<p style="text-align: center;">11</p> <p style="text-align: center;">Rilievo geologico della Provincia di Napoli e delle sue adiacenze Scala 1:100.000</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 158; Servizio Geologico 556; D.S.T.N. 5840 cat. I.</i></p>	<p style="text-align: center;">Domenico Locchi 1889</p>	<p>Gesso e carta dipinti in cornice lignea 100 x 78 cm (spessore max 10 cm)</p>
	<p style="text-align: center;">12</p> <p style="text-align: center;">Rilievo topografico del Monte Vesuvio Scala 1:25.000</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 156 – I; R. Ufficio Geologico 294 – I; Servizio Geologico 685 cat. I; D.S.T.N. 5901 cat. I.</i></p>	<p style="text-align: center;">F. Pistoja (Istituto Topografico Militare) 1878</p>	<p>Zinco con ramatura galvanica 64,5 x 54, 2 cm (x max 9 cm)</p>
	<p style="text-align: center;">13</p> <p style="text-align: center;">Rilievo geologico del Monte Vesuvio Scala 1:25.000</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 145 – I; Servizio Geologico 685 cat. I; D.S.T.N. 5835 cat. I.</i></p>	<p style="text-align: center;">Amedeo Aureli 1906</p>	<p>Gesso e carta dipinti in cornice lignea 70 x 62 cm (x max 10 cm)</p>
	<p style="text-align: center;">14</p> <p style="text-align: center;">Rilievo geologico dell'Isola d'Ischia Scala 1:10.000</p> <p><i>N. Inv.: R. Ufficio Geologico 158; Servizio Geologico 684 cat. I; D.S.T.N. 7233 cat. I.</i></p>	<p style="text-align: center;">Attrib. Amedeo Aureli 1884</p>	<p>Gesso e carta dipinti in cornice lignea 124 x 100 cm (x max 18 cm)</p>

	<p style="text-align: center;">15 Carta fisica della Sicilia Scala: 1:640.000 per le orizzontali; 1:160.000 per le verticali N. Inv.: R. <i>Ufficio Geologico</i> 764 –I; <i>Ufficio Geologico d'Italia</i> 521 – I; <i>Servizio Geologico</i> 646 cat. I; D.S.T.N. 465 cat. I.</p>	<p style="text-align: center;">Amedeo Aureli 1915</p>	<p style="text-align: center;">Gesso e carta dipinti in cornice lignea 64 x 50 cm (x max 5 cm)</p>
	<p style="text-align: center;">16 Rilievo geologico della Sicilia Scala: 1:640.000 per le orizzontali; 1:160.000 per le verticali N. Inv.: R. <i>Ufficio Geologico</i> 154 –I; <i>Servizio Geologico</i> 555 cat. I; D.S.T.N. 5839 cat. I.</p>	<p style="text-align: center;">Attrib. Claudio Cherubini 1881</p>	<p style="text-align: center;">Gesso e carta dipinti in cornice lignea 71 x 55 cm (x max 6,5 cm)</p>
	<p style="text-align: center;">17 Rilievo geologico dell'Etna Scala 1:50.000 N. Inv.: R. <i>Ufficio Geologico</i> 142 –I; <i>Servizio Geologico</i> 553 cat. I; D.S.T.N. 5837 cat. I.</p>	<p style="text-align: center;">F. Pistoja (Istituto Topografico Militare); G. Manara (Regio Ufficio Geologico); 1877</p>	<p style="text-align: center;">Metallo fuso dipinto 105 x 133 cm (x max 20 cm)</p>

presentate nei rilievi tridimensionali (FULLONI, 2012; D'ANDREA, 2013a)⁹. Il censimento è tutt'ora in corso e i risultati confluiranno in un volume dedicato alla rappresentazione plastica del territorio italiano.

La costituzione della Collezione è stato il primo passo di quella che può essere, a ragione, ritenuta un'operazione culturale, che ha innanzitutto consentito di mettere in luce una tipologia di opere di fatto poco note. Il processo di emersione ha comportato lo studio delle opere, approfondito anche attraverso il lavoro in collaborazione con i restauratori, il confronto con la cartografia dell'epoca ed il loro inquadramento nel contesto storico e nel pensiero tecnico-scientifico di fine '800, inizi '900.

La realizzazione del catalogo e l'esposizione dell'intera Collezione al Vittoriano per il 150° anniversario dell'unità d'Italia hanno ufficialmente e formalmente sancito l'avvio del processo di divulgazione e valorizzazione.

6.2. - LA MONOGRAFIA "I PLASTICI STORICI DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA"

La monografia *I plastici storici del Servizio Geologico d'Italia* - ISPRA/Collezioni museali (FULLONI, 2012) è parte es-

senziale, assieme alle altre due successive monografie sulle Collezioni museali, *"I Marmi antichi delle Collezioni Pescetto e De Santis"* (CAPITANIO, 2014) e *"The Type fossils of the Paleontological Collections"* (ROSSI, 2015), del processo di valorizzazione e di diffusione delle Collezioni geologiche e storiche dell'ISPRA, nell'attuale impossibilità di un pur auspicabile allestimento ed esposizione delle stesse.

L'opera, dedicata alla nuova Collezione costituita con i 17 piani rilievo del Servizio Geologico d'Italia pervenuti sino a noi, affronta il contesto storico e scientifico che ha voluto la realizzazione di questa particolare tipologia di manufatti, analizza la cartografia storica di cui questi sono trasposizioni tridimensionali, confrontandola con le opere ed illustrando le relazioni in una ricca sezione iconografica; riporta la schedatura secondo la normativa dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD) del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo (MiBACT). Principale obiettivo della monografia è stato quello di rappresentare e divulgare una particolare tipologia di opere squisitamente tecniche, ad oggi ancora poco note nella letteratura e poco considerate sia dalla Scienza che dall'Arte, permettendone il confronto con analoghe e coeve, presenti in diversi istituti e musei in Italia e all'estero.

⁹ Molti di questi plastici "storici" sono andati distrutti o dispersi nel corso del tempo, ma molti altri ancora sono conservati in vari Istituti in tutta Italia. Del periodo fine '800 inizi '900 abbiamo, a testimonianza, alcune prestigiose raccolte, tra cui quella del Museo "G. Capellini" di Bologna (datata dal 1865 al 1916; SARTI, 2007), con i maggiori vulcani italiani, il Monte Bianco e alcuni plastici geologici didattici; quella dell'Osservatorio Vesuviano (datata dal 1870 al 1917), con i maggiori vulcani italiani (Etna, Vesuvio, Campi Flegrei, Stromboli) e Santorini; quella dell'ISPRA, realizzata dal R. Ufficio Geologico, con 17 plastici, i rimanenti di un'originaria produzione ben più ricca (datati dal 1877 al 1920, anche questi manufatti riguardano soprattutto i vulcani, le aree vulcaniche italiane e alcune principali zone minerarie (Isola d'Elba, le aree metallifere toscane, la Sicilia), il Monte Bianco ed il Monte Soratte; quella del Museo "Gemma 1786" di Modena (datata dal 1883 al 1922), in cui sono presenti le rappresentazioni di aree vulcaniche, tra cui Vulcano e altre isole delle Eolie; quella del Dipartimento DiSSGeA dell'Università di Padova: 22 plastici (datata dal 1898 al 1916), che conta, tra gli altri, l'Anfiteatro morenico del Garda, l'Altopiano di Asiago-Monte Grappa e Montello, le Alpi occidentali, l'Italia fisico-politica, nonché una serie di opere relative alle isole vulcaniche; i 2 plastici in metallo del Vesuvio e dell'Etna del Dipartimento di Scienze della Terra di Firenze ed il plastico dell'Elba del Museo di Mineralogia di Firenze (probabile copia di quello della Collezione del R. Ufficio Geologico); altre singole opere, sempre relative ad aree vulcaniche sono conservate a Napoli presso l'Università Federico II ed a Roma presso l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e il Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura (CRA-CMA).

La Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 *The Geological map of Italy 1:100,000 scale*

RIASSUNTO - La realizzazione di una Carta geologica che riproducesse ad una adeguata scala di dettaglio i caratteri geologici del territorio italiano si concretizzò dopo l'istituzione del R. Comitato Geologico nel 1867 e della Sezione geologica del Corpo delle miniere nel 1873, che diventò poi il R. Ufficio Geologico, proprio per la "formazione e la pubblicazione della carta geologica d'Italia". L'incarico per i rilievi geologici venne affidato al personale del Corpo delle miniere ma anche a istituzioni scientifiche e, con incarichi personali, a professori universitari. L'attività di rilevamento sistematico venne avviata, finalmente, soltanto nel 1877, e proseguì, con alterne vicende segnate dalle due Guerre Mondiali e da diverse crisi economiche e politiche, per un arco temporale di circa un secolo.

A partire dai primi fogli geologici realizzati in Sicilia, pubblicati nel 1884, e passando per quelli della Campagna romana e della Calabria, il R. Ufficio Geologico vide i suoi geologi e ingegneri impegnati nelle attività di rilevamento su tutto il territorio italiano. La prosecuzione del progetto venne portata avanti con le modeste risorse e con il poco personale impiegato; solo nel secondo dopoguerra, grazie alla lungimiranza dell'onorevole Fiorentino Sullo, il progetto vide un'accelerazione e un ammodernamento, che permise all'Italia di completare la copertura cartografica a tema geologico. L'analisi storica della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 permette di ricostruire l'evoluzione tecnico-scientifica delle discipline geologiche in Italia, oltre a evidenziare l'enorme progressione in termini di competenze scientifiche e, non di meno, di capacità tecnico-cartografiche dei geologi e dei cartografi del Servizio Geologico d'Italia.

PAROLE CHIAVE: Cartografia geologica, carta geologica d'Italia in scala 1:100.000, rilevamento geologico

ABSTRACT - The realization of a geologic map that reproduced to a suitable scale factor the geologic characters of the Italian territory was concretized after the foundation of the R. Geological Committee in 1867 and of the R. Geological Survey in 1873, with the aim of the "formation and the publication of the geologic map of Italy." The personnel of the Geological Survey was charge for the field geologic survey in cooperation with scientific institutions and university teachers.

The systematic survey activity started, finally, in 1877 and it went with vicissitudes marked from the World Wars and from politic and economic crises, for about one century. Starting from the first geologic map realized in Sicily, in 1884, and passing through Campagna romana and Calabria maps, the R. Geological Survey saw its geologists and engineers employed in the field activities in the whole Italian territory. The project prosecuted with scant economic resources and few employed personnel; only in the second postwar period, thanks to the foresight of Hon. Sullo, the project went through a development, that it allowed Italy to complete the geological map.

The historical analysis of the Geologic map of Italy 1:100,000 scale allow to reconstruct the technical-scientific evolution of the geologic disciplines in Italy, underlining the enormous progression of scientific competences and technical-cartographic capability of geologists and cartographers of the Geological Survey of Italy.

KEY WORDS: Geological maps of Italy 1:100,000 scale, field geological survey

1. - LA "GRANDE IMPRESA": LA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA DI 1:100.000

ERCOLANI G. (*)

Per le sue travagliate vicende, la realizzazione della prima Carta geologica d'Italia in grande scala, è stata definita "la grande impresa" (GIARRATANA, 1965). L'importanza del progetto era ampiamente riconosciuta dalla classe dirigente del giovane Regno d'Italia, tanto che i primi atti ufficiali risalgono proprio al 1861. Tuttavia, contro una rapido compimento del progetto, si frapposero una infinita serie di problemi non solo di carattere economico. Ad esempio, le ragioni di chi metteva al primo posto l'aspetto scientifico del progetto, non riuscirono a conciliarsi con quelle di chi era interessato soprattutto alle sue ricadute economiche. Alla fine il compito fu affidato ad un gruppo ristretto di uomini, afflitti da una costante mancanza di finanziamenti, sommersi da continue polemiche e spesso distolti dalla loro missione perché, in un paese che aveva bisogno di tutto, la loro perizia era incessantemente richiesta per realizzare le tante opere pubbliche necessarie al suo sviluppo.

In realtà, la necessità di approfondire la conoscenza geologica della penisola era un tema che aveva appassionato gli scienziati italiani ben prima che fosse realizzata l'unità politica italiana. Fu durante la terza Riunione degli scienziati italiani del 1841 che Lodovico Pasini propose di iniziare, per la prima volta, una raccolta geologica e mineralogica che rappresentasse tutte le regioni italiane (PASINI, 1841). Questo evento viene generalmente indicato come il primo germe della Carta geologica d'Italia, che avrebbe in seguito dato i suoi frutti grazie a Felice Giordano, il primo a sottoporre la questione all'attenzione del governo con una lettera indirizzata al MAIC (Ministero Agricoltura Industria e Commercio) nel 1860. Non tutti però condividono questa versione. Capellini, un testimone diretto di quegli eventi, si domandava cinquant'anni più tardi, perché Giordano, se fosse stato veramente l'ispiratore del progetto, non fu incluso nella Giunta istituita dal ministro del MAIC, Cordova, nel 1861 (CAPELLINI, 1911b) (fig. 1). Anche CORSI (2003), che ha ricostruito nel dettaglio le vicende legate alla nascita del progetto della Carta geologica, ha sollevato alcuni dubbi sul ruolo di Giordano. Quando nel 1865, il ministro Cordova chiese a Giulio Axerio, stretto collaboratore di Sella, di riferire sullo stato di avanzamento dei lavori della Carta, tra i documenti raccolti, c'era un rapporto anonimo e non datato, probabilmente risalente anch'esso al 1860 ma antecedente alla lettera di Giordano, che prospettava una soluzione completamente diversa, il primo segnale di quella contrapposizione tra ingegneri e geologi che avrebbe accompagnato i lavori della Carta.

Procedendo in ordine cronologico, il primo atto



Fig. 1 - Giovanni Capellini (1833 – 1922), gentile concessione Soc. Geol. It.

concreto del governo fu il decreto del 28 luglio 1861. A pochi mesi dall'unificazione del Paese, con questo decreto voluto da Cordova, fu istituita la Giunta consultiva incaricata di stabilire le norme per la formazione della Carta geologica d'Italia. Cordova colse l'occasione offerta dall'Esposizione industriale, organizzata dall'Accademia dei Georgofili, che aveva richiamato a Firenze molti scienziati, per coinvolgere i maggiori esponenti delle scienze geologiche in Italia ⁽¹⁾.

I lavori della Giunta iniziarono il 15 settembre 1861 e si conclusero il 28 settembre. Quintino Sella, aiutato dall'amico Gastaldi, fu molto abile a indirizzare i lavori della Giunta nella direzione voluta. Propose che i lavori della Carta fossero affidati al Corpo degli Ingegneri delle miniere, ampliato con l'aggregazione di geologi. La Giunta, tuttavia, nella relazione finale stesa da Capellini, accettò la richiesta di Sella ma accolse anche quelle dei geologi: una speciale sezione, formata da geologi, mineralogisti, chimici e paleontologi, all'interno del Consiglio Superiore delle Miniere avrebbe avuto la direzione scientifica dei lavori della Carta e, ad effettuare i rilievi, sarebbero stati i giovani, laureati in scienze naturali o in matematica, aggregati al Corpo degli Ingegneri delle Miniere (CORSI, 2003; BALDACCI, 1911). Il parere espresso dalla Giunta non era certo vincolante per il governo e il ministro Cordova, un paio di mesi dopo la conclusione dei lavori, incaricò Quintino Sella di verificare come gli altri stati europei avessero affrontato la questione. Sella, nella sua relazione (SELLA, 1862)

(*) Biblioteca, ISPRA

al governo, fornì un'analisi dettagliata sui lavori della carta geologica svolti in Francia, Inghilterra, Austria, Belgio, Germania, Svizzera, Canada e Stati Uniti, sottolineando pregi e difetti dei vari sistemi. Concluse che quella della Carta era un'impresa costosa ma necessaria allo sviluppo del Paese, dalla quale avrebbero tratto giovamento “*l'arte delle miniere, l'industria delle cave, la costruzione dei lavori sotterranei, delle strade ferrate, e l'impianto delle grandi costruzioni.*” Nonostante la profonda ammirazione per Elie de Beaumont, considerato il padre della carta geologica di francese, fu piuttosto critico verso il sistema francese, basato sulla collaborazione dei geologi locali, per la sua scarsa uniformità. Sella ammirava il modello inglese, legato allo sviluppo dell'industria mineraria e dove il rilevamento della Carta era affidato a ingegneri minerari; ne apprezzava l'approccio pragmatico, mirato al raggiungimento di vantaggi economici. Propose di affidare la direzione della Carta ad una sola persona “direttamente responsabile davanti al ministro”, come previsto dal modello inglese. Per Sella, geologi e paleontologi, svolgevano un ruolo necessario ma secondario, potevano essere incaricati di qualche lavoro attinente alla Carta ma solo se di riconosciuta fama e purché si attenessero alle norme stabilite per gli ingegneri delle miniere.

Il decreto reale del 12 dicembre 1861, che ordinava la formazione della Carta geologica del Regno in scala 1:50.000, affidò la direzione scientifica al Consiglio delle miniere, a cui si sarebbero aggiunti dei membri straordinari “*fra i Geologi più distinti delle varie Province del Regno*” e questa, forse, fu l'unica concessione alla Giunta. I compiti operativi vennero affidati al Corpo Reale degli Ingegneri, sotto la direzione generale di un Ispettore delle miniere, direttamente responsabile verso il ministro, come voluto da Sella.

Di fatto il decreto non prevedeva alcuno stanziamento in bilancio e di conseguenza non ebbe alcun effetto concreto. Nel 1862, quando Sella venne nominato ministro delle Finanze⁽²⁾, le cose non migliorarono. In questa veste, infatti, egli impose al paese una durissima politica economica e fiscale che ebbe pesanti ripercussioni anche sul progetto della Carta. “*Tutto è andato in fumo... Sella fatto Ministro diventò Saturno mangiatore dei propri figli. Economia, economia!*” È quello che scrive Stoppani in una lettera all'amico Capellini nel marzo 1862 (CAPELLINI, 1911a) (fig. 2). Ebbe inizio una fase di transizione che vide, nel corso di pochi anni, l'emanazione di numerosi decreti. Una prima dotazione economica si ebbe con il decreto del 23 dicembre 1865 con il quale venne stanziata una piccola quota annuale di 4.000 lire per le indennità dei geologi operatori del R. Corpo delle miniere. Il decreto del 18 aprile 1866 formalizzò l'istituzione di una Sezione geologica nel Consiglio delle miniere⁽³⁾ e quello del 15 dicembre 1867 trasformò la

Sezione geologica in Comitato Geologico con sede a Firenze⁽⁴⁾. Nel 1869 vennero stanziati 12.000 lire come “*sussidio al Comitato incaricato degli studi preparatori per la Carta geologica del Regno*” (CAPELLINI, 1911b). Nonostante le scarse dotazioni economiche, la carenza di personale e la mancanza di carte topografiche adeguate, iniziò una fase di intensa attività. Furono pubblicati i primi due volumi delle Memorie, nacque il Bollettino del R. Comitato Geologico, si stabilirono scambi di pubblicazioni con i più importanti istituti geologici del mondo per costituire la biblioteca e, soprattutto, dopo la formazione del primo nucleo di geologi operatori, iniziarono i primi rilevamenti alla scala di 1:50.000 nella zona solfifera della Sicilia, vennero finanziati quelli delle Alpi occidentali di Gastaldi, avviati gli studi di Cocchi sull'isola Elba, nelle Alpi Apuane, nei dintorni di Firenze e nella Maremma Toscana, oltre a quelli del Giordano per la galleria del Gottardo. Furono finanziati gli studi del prof. Ponzì sulla provincia di Roma, quelli di Seguenza per le provincie di Messina e Reggio e di De Giorgi per la Basilicata e per il Leccese.

Il 15 giugno 1873 un nuovo decreto spostò la sede a Roma e stabilì che i lavori della Carta geologica venissero affidati ad una sezione di ingegneri del R. Corpo delle miniere sotto la direzione operativa di un Ispettore capo e sotto la direzione scientifica del Comitato Geologico⁽⁵⁾.



Fig. 2 - Antonio Stoppani (1824 – 1891) gentile concessione Soc. Geol. It.

(1) Ai lavori della Giunta parteciparono: Giovanni Capellini, Igino Cocchi, Giulio Curioni, Alberto della Marmora, Pietro Doderlein, Bartolomeo Gastaldi, Carlo e Gaetano Gemmellaro, Giuseppe Meneghini, Giovanni Omboni, Antonio Orsini, Lorenzo Pareto, Giuseppe Francesco Ricci, Paolo Savi, Arcangelo Scacchi, Giuseppe Scarabelli, Quintino Sella, Alessandro Spada, Angelo Sisonda, Antonio Stoppani, Carlo Strozzi, Ezio De Vecchi.

(2) Q. Sella fu ministro delle finanze nel 1862; 1864-65; 1869-73. Si pose come obiettivo il pareggio del bilancio statale, imponendo una rigida politica di austerità, non esitando a ricorrere a provvedimenti impopolari, come l'inasprimento dell'imposta sul macinato.

(3) Ne facevano parte Cocchi, Meneghini e Scarabelli.

(4) Il Comitato era composto da Cocchi (presidente), Meneghini, Giordano, Pasini e Gastaldi.

(5) I membri del Comitato erano scelti, dal governo, tra i più autorevoli cultori della materia. Ne facevano parte anche i due ispettori del Corpo delle miniere, il direttore del R. Istituto geografico militare e il presidente della Società geologica.

Il naturalista Cocchi venne estromesso dal Comitato per volere di Sella (CORSI, 2013) e non mancò chi definì il decreto “*un colpo di stato*” (DE STEFANI, 1893) con il quale si formalizzava la superiorità degli ingegneri sui geologi, relegati a livello di aiutanti⁽⁶⁾ (fig. 3).

Nel 1874 iniziò la selezione dei primi ingegneri che, secondo le prescrizioni di Sella, furono inviati a Parigi, per seguire il corso di perfezionamento di due anni presso l'*École des Mines* e poi a Londra per un tirocinio pratico di un anno presso il *Geological Survey*. I rilievi regolari iniziarono subito dopo il loro ritorno, nel 1877.

L'anno successivo il progetto della Carta ricevette un finanziamento significativo di 60.000 lire. Iniziarono i rilievi nei dintorni di Roma, nelle Alpi Apuane, nell'isola d'Elba e in Sicilia. Il Comitato subì un nuovo rimpasto e ne fu nominato presidente Meneghini. Ma ben presto, riemersero i vecchi contrasti. Il battagliero Stoppani criticava l'impostazione utilitaristica⁽⁷⁾ e poco scientifica della Carta e chiedeva che fosse tolta agli ingegneri del Corpo delle miniere e affidata ad un “corpo di geologi formanti una istituzione a sé” (BOLL. R. COM. GEOL., 1879). Nel fronte opposto, Giordano, direttore del R. Ufficio Geologico, difendeva i suoi ingegneri, convinto che fossero semmai i geologi naturalisti a non essere adatti a realizzare la Carta. Per lui “*il geologo, forse più che altri scienziati è soggetto ad abbracciare teorie dalle quali difficilmente si rimuove e per rilevare una carta geologica occorrono solidi studi di matematica, di fisica matematica, di chimica*

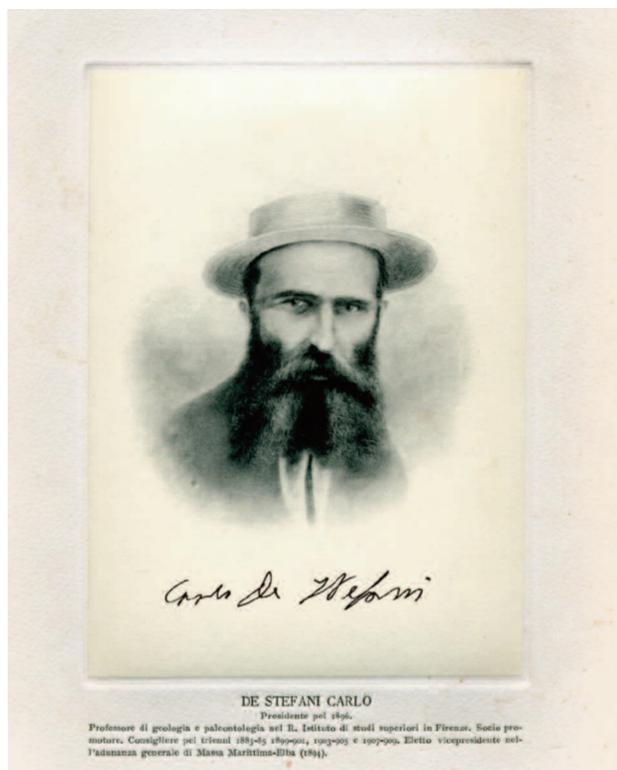


Fig. 3 - Carlo De Stefani (1851 – 1924), gentile concessione Soc. Geol. It.

e di meccanica superiore” (GIORDANO, 1880). Il Comitato respinse le proposte di Stoppani che non riuscì a portare sulle sue posizioni nemmeno i professori Capellini e Meneghini.

Ma, nel 1880, in seguito alle numerose critiche rivolte verso la struttura nata con il decreto del 1873, il governo decise di istituire una Commissione, a cui furono invitati a partecipare i principali geologi italiani, per studiare il “*da farsi*”. La Commissione doveva esaminare un progetto di legge presentato da Giordano, nel quale si proponeva la pubblicazione di una carta in scala 1:50.000, da realizzare in 26 anni, con uno stanziamento di 5.200.000 lire. Taramelli e Stoppani si opposero al progetto Giordano, ma le loro obiezioni non incontrarono molto favore e Sella, a cui si affiancarono Capellini, Gemmellaro e Meneghini, riuscì a imporre la linea secondo la quale l'ordinamento vigente risponde meglio “*alle esigenze della scienza e della industria*”. Sella, però, invitò Taramelli e Stoppani ad esporre le loro idee in un contro progetto. I lavori della Commissione ripresero nel 1882. Taramelli e Stoppani presentarono la loro proposta che rilanciava l'idea di un Istituto Geologico indipendente. Dopo lunghe riflessioni la Commissione elaborò una relazione finale da presentare alla Camera, una mediazione che però accoglieva molte delle proposte di Taramelli e Stoppani. In particolare venne approvata quella di costituire un Istituto geologico autonomo, nel quale ingegneri e geologi erano sullo stesso piano. Il rilevamento e pubblicazione della carta in scala 1:50.000 sarebbe avvenuta in 18 anni con una spesa di 4.600.000 lire, nonostante fosse previsto un aumento dei compensi per il personale (BOLL. R. COM. GEOL., 1882). Sennonché tutto rimase nel cassetto, senza che il governo De Pretis tramutasse la deliberazione della Commissione in atti concreti (VINASSA DE REGNY, 1933).

Nonostante fosse stabilito per legge che la Carta geologica dovesse essere realizzata in scala 1 a 50.000, i fogli pubblicati a partire dal 1880, furono tutti in scala 1:100.000. Questa “violazione” fu una scelta obbligata, dovuta al fatto che l'unica base topografica esistente era in quella scala. Infatti, nel 1872 il governo aveva affidato all'Istituto topografico militare, l'incarico di realizzare una carta topografica generale dell'Italia in scala 1:100.000 e, quando Roma divenne capitale, fu adottato come meridiano di riferimento quello di Monte Mario. Di conseguenza tutti i rilievi svolti in precedenza, riferiti al meridiano di Napoli, erano ormai da considerare obsoleti.

Per quanto riguarda i finanziamenti, il governo stanziò 92.000 lire nel 1882 e si arrivò ad un massimo di 160.800 lire nel 1887. Purtroppo questo trend non rimase costante, anzi negli anni seguenti le risorse impiegate si andarono via via riducendo, fino ad arrivare alle 45.000 lire del 1894.

L'esperienza della Commissione del 1880-82 non ebbe esiti pratici e la scelta del governo di ignorarne le proposte, contribuì a cristallizzare un dualismo, sulle cui conseguenze metteva in guardia De Stefani (DE STEFANI, 1893). Egli riteneva che la situazione di contra-

⁽⁶⁾Art. 1: « L'Ufficio geologico si compone d' ingegneri e di aiutanti geologi ».

⁽⁷⁾Effettivamente i primi rilievi furono effettuati in Sicilia, all'isola d'Elba, nelle Alpi Apuane, dove erano localizzati i più importanti giacimenti minerari del Regno.

sto che si era creata, tra persone che avrebbero dovuto avere uno scopo comune, avrebbe rallentato i lavori della Carta, per finire la quale non sarebbero bastati altri cinquant'anni. Quarant'anni dopo Vinassa de Regny, constatava che la previsione di De Stefani si stava ormai avverando (VINASSA DE REGNY, 1933) (fig. 4).

Solo nel 1909 Taramelli riuscì a far accettare la collaborazione di geologi esterni al R. Ufficio, purché gli "estranei" si assoggettassero alle regole da esso stabilite e che la loro collaborazione fosse considerata come un incarico speciale e straordinario (BOLL. R. COM. GEOL., 1909).

Nel 1911, in occasione del Cinquantenario del progetto della Carta geologica, anche il prof. Capellini, davanti al grave ritardo dei lavori, si schierò per la separazione del R. Ufficio Geologico dal Corpo delle miniere (CAPELLINI, 1911a).

All'inizio della Grande Guerra, quarant'anni dopo l'istituzione del R. Ufficio Geologico, i fogli pubblicati erano poco più di un terzo del totale. Mancava una buona parte delle Alpi, tanto che il Magistrato alle acque, avendo necessità di conoscerne i terreni, incaricò del rilevamento l'Istituto Geologico dell'Università di Padova, dal quale vennero in breve tempo rilevati e pubblicati molti fogli (VINASSA DE REGNY, 1933).

Dure critiche relative alla qualità del lavoro svolto vennero portate, negli anni successivi, da Emilio Cortese. Egli sottolineava in particolare il peccato originale della Carta geologica, quello della scala a 1:100.000, una scala troppo piccola nella quale molti particolari rilevati su carte topografiche in scala più grande, erano andati persi. Egli sollevò anche il problema della mancanza di ispezioni che dopo i primi anni di rilevazione, non vennero più svolte, causando un degrado qualitativo della Carta. Ogni geologo poteva rappresentare la geologia a modo suo e si ebbero errori di interpretazione del terreno e la mancata indicazione di importanti siti mine-

rari. Cortese sottolineò le responsabilità del Comitato Geologico presieduto dal prof. Sacco che, a dire il vero, ammise le sue responsabilità (CORTESE, 1930).

Durante il fascismo, si tentò una riforma con il decreto del 30 dicembre 1923. Grazie al prof. Millosevich, responsabile dell'ispettorato delle Miniere, si stabilì che anche i geologi potessero far parte della squadra di rilevatori ufficiali. Fu nominata una Commissione composta da Martelli, Mariani e Vinassa de Regny, in sostituzione del Comitato. Nella relazione della Commissione che accompagnava il progetto del 1926 si legge: "È ormai pacifico che l'Ufficio Geologico, destinato a rilevare e pubblicare la Carta geologica d'Italia, ha in gran parte fallito al suo scopo. È però altrettanto pacifico che questo risultato non va imputato a colpa di uomini...ma al sistema e che pertanto sia necessaria una profonda modificazione". Ma il governo, ancora una volta, non raccolse le proposte di riforma e la Commissione si sciolse nel 1926.

Venne nominato un nuovo Comitato Geologico presieduto dal prof. Sacco e tutto continuò come prima. Eppure per Vinassa de Regny, la via da percorrere era "quella preconizzata dallo Stoppani, entrata legalmente all'Ufficio per merito dell'onorevole Millosevich, e completata dal progetto della Commissione del 1926. Caposaldo è il rilevamento da parte di geologi e di ingegneri, purché siano anche geologi, sotto la direzione degli Istituti geologici della regione da rilevare" (VINASSA DE REGNY, 1933).

Nel secondo dopoguerra alcune regioni italiane si fecero promotrici di iniziative autonome. Nel 1949 la Regione Sicilia stanziò 150 milioni per il rifacimento della carta dell'isola. Due anni dopo anche la Sardegna approvò una legge per il completamento della carta. Alla Cassa per il mezzogiorno si concesse l'autorizzazione al rilevamento dei dati geologici e per la prima volta venne usata la tecnica dell'aerofotogeologia (GIARRATANA, 1965). Ma furono interventi sporadici, senza una visione d'insieme, che si resero necessari per eseguire alcune importanti opere pubbliche.

Nel 1960, dei 277 fogli previsti per la Carta geologica d'Italia, almeno 150 dovevano essere rilevati di nuovo (GIARRATANA, 1965). "La discontinuità del lavoro, nello spazio e nel tempo, e la diversa formazione del personale rilevatore, si sono riflesse in differenze anche molto appariscenti tra i gruppi di fogli delle diverse regioni" (SCARSELLA, 1963). Questa grave situazione spinse l'onorevole Sullo, ministro dei lavori pubblici, a promuovere la legge n.15 del 3 gennaio 1960, nella quale si disponeva il completamento e l'aggiornamento della Carta geologica. Vennero stanziati 2.500 milioni di lire e si cercò la collaborazione delle università, degli enti statali in grado di effettuare ricerche geologiche e anche di singoli geologi estranei alle pubbliche amministrazioni. Venne di nuovo istituito un Comitato Geologico che doveva impartire le direttive di massima ed effettuare il controllo tecnico-scientifico. Del Comitato facevano parte tre geologi designati dal CNR, cinque docenti universitari, il presidente del Consiglio superiore dei lavori pubblici e i rappresentanti degli Uffici delle miniere, del Servizio Geologico e quello degli idrocarburi. Grazie a questo importante investimento finanziario e all'ampio schieramento di forze messo in campo, i lavori per realizzare la Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 vennero finalmente portati a termine e l'ultimo foglio fu pubblicato nel 1976.

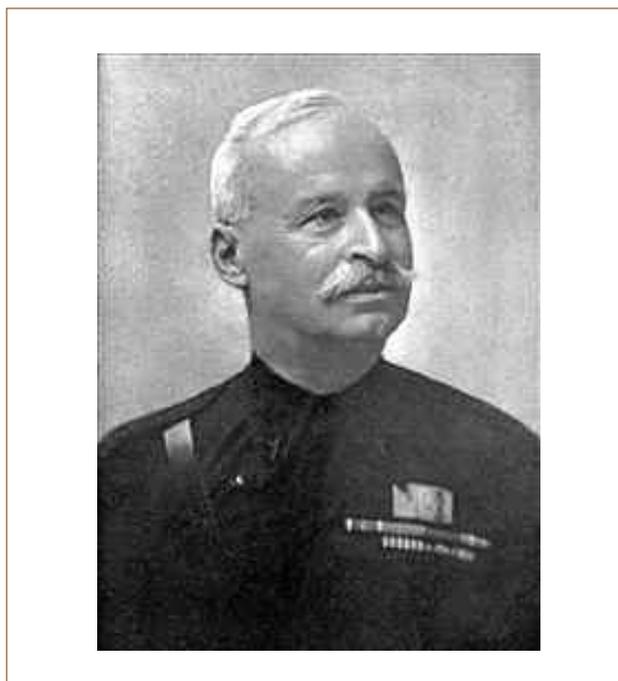


Fig. 4 - Paolo Vinassa De Regny (1871 - 1957).

2. - DALLE BASI TOPOGRAFICHE ALLA PUBBLICAZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:100.000

TACCHIA D. (*)

La collana delle Carte Geologiche d'Italia alla scala 1:100.000 nasce, di fatto, con la pubblicazione del Regio Decreto dell'allora re Vittorio Emanuele II° n. 1421, 2° serie, del 1873 nel quale (art. 1) viene decisa la "formazione e pubblicazione della Carta Geologica d'Italia" affidata all'"Ufficio Geologico" (art. 4) come sezione speciale del Corpo Reale delle Miniere. Tra i molti dibattiti affrontati inizialmente dal "Regio Comitato Geologico", incaricato di soprintendere alla realizzazione della Carta Geologica del Regno, quello relativo alla scala da adottare per l'intero territorio nazionale merita particolare menzione. In una delle prime decisioni, infatti, venne indicata la scala 1:50.000 per la produzione della cartografia geologica nazionale, ritenuta evidentemente idonea alla descrizione delle informazioni geologiche che si prevedeva di pubblicare (per maggiori approfondimenti SPERANDIO & ZANFRÀ, 1995) - *Primi programmi per la carta geologica d'Italia - Verbali delle adunanze del Regio Comitato Geologico d'Italia negli anni 1868-1877* in Bollettino del Servizio Geologico d'Italia - Supplemento al Vol. CXIV). In un successivo approfondimento, ci si rese tuttavia conto della mancanza d'idonea base topografica a pari scala aggiornata per l'intera penisola con differenze presumibilmente incol-

mabili tra i diversi stati riuniti da appena un decennio nel Regno d'Italia. Questa presa d'atto obbligò il Regio Comitato a rivedere le proprie decisioni fino ad adottare, con una certa lungimiranza diremmo oggi, le scelte dell'Istituto Geografico Militare, da poco istituito nel 1874, orientate, all'epoca, per una cartografia topografica del territorio nazionale alla scala 1:100.000. Con questa decisione venne adottato il medesimo taglio suddiviso in 277 fogli dell'intero territorio nazionale con estensione, per ciascun foglio, di 30' di longitudine e 20' di latitudine. Unica particolarità la scelta del meridiano di riferimento di Roma Monte Mario non orientata per una cartografia unitaria con il resto d'Europa, problema, si suppone, all'epoca neanche immaginato.

Già dalle primissime carte pubblicate appare il riferimento alla corrispondente "Carta a 100.000 dell'Istituto Geografico Militare" ed il meridiano "0°" di Roma Monte Mario, riferito al vertice nord ovest della carta, come nello stralcio del foglio 257 Castelvetroano stampato nel 1884 presso il Regio Stabilimento Litografico e Cartografico C. Virano di Roma (fig. 1). Nello stesso foglio appare anche il riferimento alla "riduzione di quella rilevata al 50.000 e al 25.000 dagli Ingegneri delle Miniere (1877-82)" lasciando chiaramente intendere la diversa scala di acquisizione del dato e la sua necessaria riduzione al riferimento scelto per il territorio nazionale. In questo senso, riguardo la cartografia dell'Istituto Geografico Militare, è bene rammentare che per il maggior dettaglio necessario al rilevamento è reso disponibile uno dei 4 Quadranti (nord est; sud est; sud ovest e nord ovest) alla

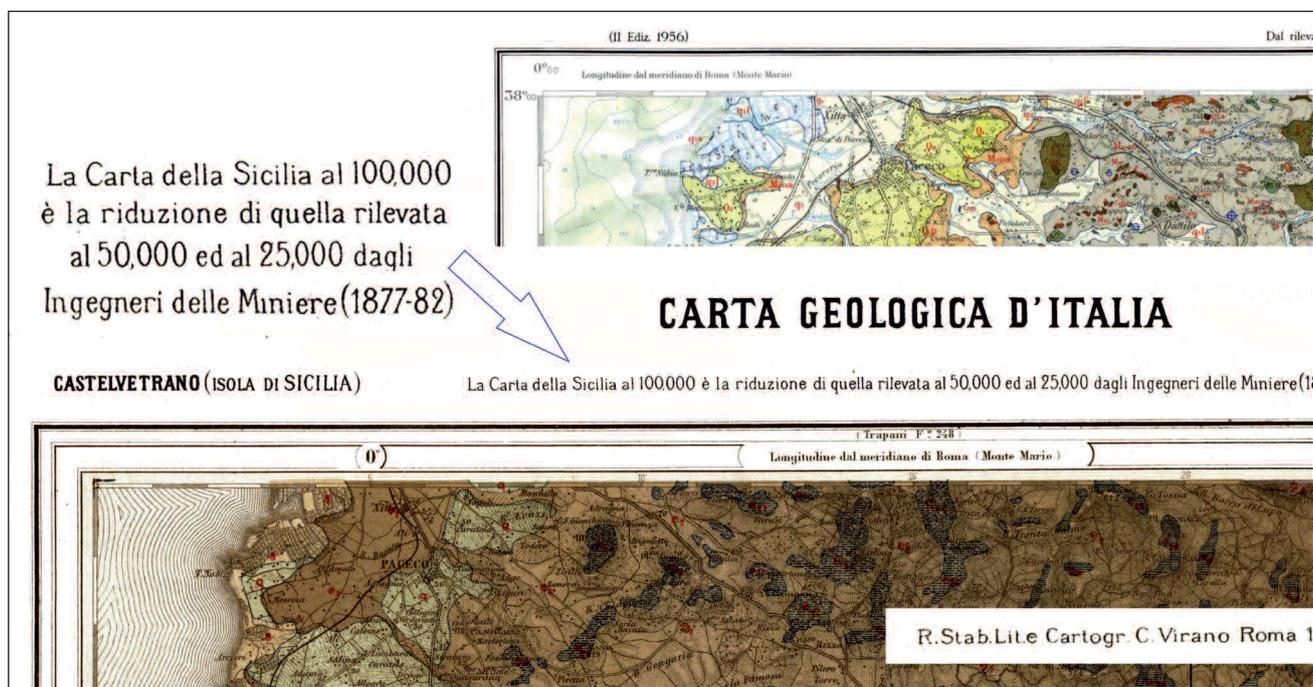


Fig. 1 – Stralcio del Foglio Geologico n. 257 “Castelvetroano” alla scala 1:100.000 in prima e seconda edizione.
- Detail from the Geological map n. 257 “Castelvetroano” at the scale 1: 100,000 in the first and second editions.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

scala 1:50.000 in cui viene suddiviso il foglio al 100.000 oppure, e diverrà questo il riferimento concreto pressoché per l'intero territorio nazionale, una delle 16 Tavole (nome che richiama la “tavola pretoriana” d'epoca romana) alla scala 1:25.000 la cui nomenclatura, associata al principale centro abitato presente nell'area cartografata, descrive il numero del foglio alla scala 1:100.000, quindi il quadrante di riferimento ed infine la posizione geografica (ad es. “Castelmadama 150 I° NE” riferimento al foglio n. 150 alla scala 1:100.000 Roma al Quadrante I ed alla posizione di tavoletta Nord Est (fig. 2) e per maggiori approfondimenti vedi CANTILE (2004) – *Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare* in Italia. Atlante dei tipi geografici – Istituto Geografico Militare – Firenze pp. 28-48. La descritta suddivisione cartografica comprende mediamente in un unico foglio alla scala 1:100.000 circa 1500 kmq di territorio, certamente ampia anche in ragione della riduzione da operare dalla scala 25.000 di rilevamento e della indispensabile ricostruzione sugli elementi cartografati alla scala di pubblicazione con geometrie sensibilmente semplificate rispetto alle prime.

2.1. - RILEVAMENTO E PUBBLICAZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 100.000

Il rilevamento e la pubblicazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 inizia di fatto quasi in coincidenza con il dibattito del Regio Comitato Geologico sulla scelta della scala di riferimento per la stampa e la contestuale definizione dei contenuti scientifici da descrivere. L'inizio del rilevamento (1877-82) riportato sul citato foglio 250 Castelvetro è appena di 4 anni successivo al Decreto per la pubblicazione della Carta Geologica del Regno. Tuttavia i membri del Regio Comitato avevano affrontato, tra i molti altri, anche il tema del coordinamento per gli aspetti scienti-

fici oggetto di rilevamento, ovviamente prioritari. Nei vari verbali si riscontrano diverse citazioni riguardo carte a piccola scala, ritenute quadri di riferimento cartografico da utilizzare per orientare i rilevamenti per parti geologicamente omogenee del territorio nazionale. In una prima fase, i membri del Comitato indicano la raccolta delle varie carte a piccola scala pubblicate da autori di riconosciuta competenza e preparazione scientifica. Successivamente, anche grazie all'approssimarsi della data del II Congresso Internazionale di Geologia che si è svolto a Bologna nel 1881, ci si orienta sulla preparazione della carta d'Italia al milione (in realtà sarà pubblicata alla scala di 1:1.111.111) come riferimento generale sia per le scelte da operare in senso scientifico, con la definizione della nomenclatura della cronoscala, che in senso cartografico, con la scelta dei cromatismi per i vari periodi geologici individuati. È questo un momento cruciale non solo per il primo coordinamento delle attività di rilevamento in corso in Italia, ma per proporre, orientare, confrontare e concordare le scelte scientifico/cartografiche con la comunità europea ed internazionale. Come detto, il rilevamento e la pubblicazione della collana cartografica alla scala 1:100.000 del territorio nazionale è già in corso e tutti i fogli pubblicati prima del 1881 non sono, e non possono essere, allineati con le scelte che saranno assunte nel citato Congresso internazionale di Bologna. Testimone di quanto descritto è la cartografia geologica della collana editoriale alla scala 1:100.000 delle regioni Sicilia e Calabria che non è stato possibile aggiornare dalla data di prima pubblicazione. Solo dopo il 1881 la cartografia geologica ed i suoi contenuti scientifici saranno allineati alle decisioni internazionali, come si riscontra pressoché in tutti i fogli successivi.

La collana cartografica alla scala 1:100.000 del Servizio Geologico d'Italia assicura ad oggi la presenza dell'informazione geologica per l'intero territorio na-

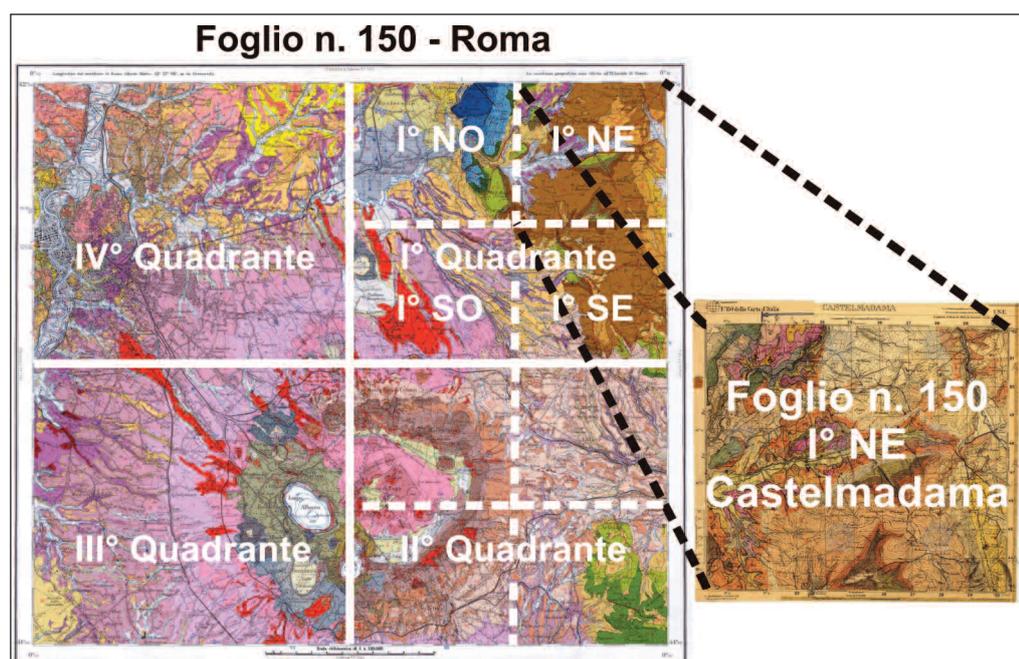


Fig. 2 – La suddivisione in “quadranti” e “tavole” dei fogli topografici e geologici alla scala 1:100.000
- The division into “quadrants” and “tablets” of topographic and geological maps at 1:100,000.

zionale. È stata prodotta nel corso di oltre 130 anni di storia del Servizio, con sostanziali differenze scientifiche tra fogli rilevati e pubblicati in epoche profondamente diverse sia per le conoscenze geologiche che per le attrezzature di analisi e di indagine disponibili nonché per le metodologie di stampa e divulgazione. Certamente la produzione più importante e prestigiosa sia in quantità di carte pubblicate che per i numerosi operatori che vi hanno partecipato nel corso degli anni.

Un'opera da considerarsi monumentale sotto tutti gli aspetti in cui la si voglia analizzare. Composta di 277 fogli, corrispondenti all'omologa carta topografica IGM, tutti completamente pubblicati sul finire degli anni 80 con la sola eccezione del foglio Tempio Pausania. Raccoglie i rilevamenti diretti sul terreno eseguiti alla scala 1:25.000 o, come detto al 50.000, semplificati alla scala di riferimento. Tutti i fogli ad eccezione come detto di quelli precedenti il 1881, sono stati pubblicati

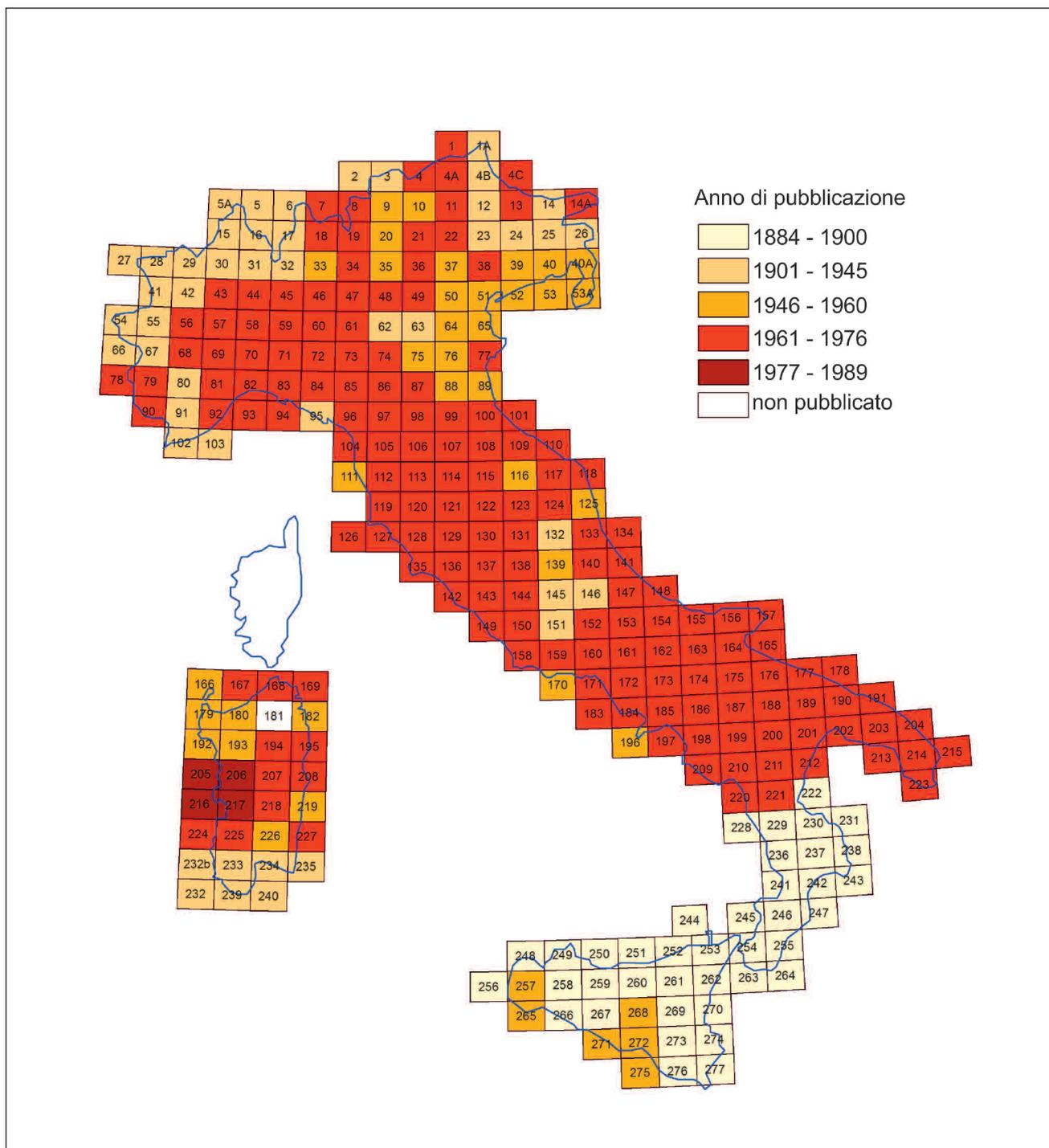


Fig. 3 – Periodi di pubblicazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 in prima e/o seconda edizione.
 - Dates of publication of the Geological Map of Italy at the scale 1: 100,000 in the first and / or second edition.

adottando le direttive internazionali che anche il Servizio italiano ha contribuito a definire.

Molti permangono nella veste antecedente al 1900 con geologia e cartografia veramente primordiali mentre in altri, quali quelli prodotti prima del secondo conflitto mondiale, non sono rappresentati gli elementi strutturali all'epoca evidentemente ignoti ma, come si immagina, le informazioni raccolte e pubblicate rappresentano una diretta testimonianza del progredire degli studi scientifici. Tuttavia gran parte dei fogli, oltre 150 sui citati 277, sono stati rilevati, o nuovamente rilevati in seconda edizione, a seguito della pubblicazione della legge n° 15 del 3.1.1960, cosiddetta "Legge Sullo", emanata per accelerare i programmi finalizzati alla pubblicazione della Carta Geologica d'Italia alla scala in questione. Come descrive meglio la figura 3 permangono con rilevamento antecedente al 900 le sole regioni

Calabria e Sicilia e, con pubblicazione antecedente al secondo conflitto mondiale, l'arco alpino ed un breve tratto dell'appennino centrale oltre alcune sporadiche porzioni delle regioni Sardegna ed Abruzzo.

La maggior parte della penisola, grazie a questa collana editoriale, è dunque dotata di una cartografia geologica alla scala 1:100.000 rilevata e pubblicata tra il 1960 ed il 1980 che, riguardo l'aggiornamento scientifico, non può certamente considerarsi remota. Proprio a seguito di questa constatazione, il Servizio ha optato per il suo recupero attraverso l'acquisizione digitale, nonostante i non pochi dubbi per le sostanziali differenze tra carte diverse per età e approfondimento scientifico. Si rinvia al sito web cartografico del Servizio (www.isprambiente.gov.it/it/cartografia) per la consultazione in rete della collana cartografica in questione, sia in formato raster del "foglio geologico pubblicato",



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



DOCUMENTI

- ▶ La Carta Geologica d'Italia
- ▶ Il Servizio Geologico d'Italia
- ▶ Il Gruppo di Lavoro
- ▶ Istruzioni per la navigazione

Ricerca per nome

ROMA

Ricerca per numero

150

Ricerca per comune

Castelmadama

Note Illustrative

3) LINK UTILI

- ▶ Portale del Servizio Geologico d'Italia
- ▶ Carta Geologica d'Italia 1:50,000

AVVERTENZE

Per la visualizzazione delle carte geologiche installare

 **Flash Player**

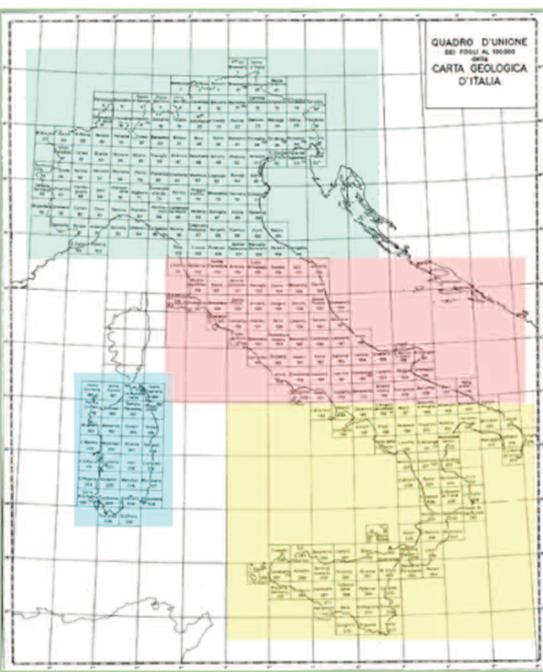
I fogli geologici sono in vendita presso **l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato** e librerie concessionarie e consultabili presso la **Biblioteca dell'ISPRA**

Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000

Collezione completa con "Note illustrative"

I lavori di rilevamento della carta alla scala 1:100.000 dell'intero territorio e geologici e le relative legende alla scala 1:100.000 a tutt'oggi stampati nel presso l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato e librerie concessionarie. Sono

Quadro d'unione



Selez

Per vis
d'unior
comun
meridii
questo

Fig. 4 – Consultazione web della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000
- Web Consultation of the Geological Map of Italy at the scale 1: 100,000.

con propria legenda ed inquadratura marginale originaria, sia come parte del dato digitale, inserito nel portale cartografico del Servizio e organizzato con continuità territoriale e legenda ricavabile interattivamente (<http://sgi.isprambiente.it/geoportal>) (fig. 4).

Due brevi note su alcuni dei molteplici aspetti di questo progetto di recupero cartografico. La prima relativa alla questione della scelta tecnica, scaturita dopo vari tentativi sperimentati, per garantire l'acquisizione di massima "profondità" colore ritenuta l'unica in grado di permettere la corretta lettura dei cromatismi anche in situazioni limite quali quelle, ad esempio, delle aree di pianura con sfumature già difficili da apprezzare nell'originale. La scelta per il *true color* fu pressoché obbligata e il risultato ritenuto soddisfacente grazie alle modalità tipografiche utilizzate nella stampa delle varie carte, a "separazione di colore" con matrice propria per ciascuno dei timbri cromatici in essa presenti. La seconda scaturita dalla non semplice necessità di ottenere una legenda indicizzata e generalizzabile per concetti informativi almeno di macrogruppo a causa della notevole differenza scientifica dovuta ai rilevamenti di fogli contigui in epoche storiche profondamente diverse. La questione riguarda in particolare la interrogabilità del dato vettoriale. La scelta, ed anche qui forse non poteva essere altrimenti, è stata quella di riportare l'esatta descrizione di legenda delle singole aree presenti nei tasselli, per come descritti nell'inquadratura marginale. Il raggruppamento ha pertanto previsto la collocazione delle singole voci nei periodi predefiniti di cronoscala internazionale, utilizzando l'età attribuita dal rilevatore del foglio presente nelle carte geologiche sia nella graffa laterale al tassello di legenda che a conclusione della descrizione della singola voce. Come si immagina, il previsto obiettivo di ottenere un *continuum* territoriale è stato fortemente limitato dalla differente datazione di rilevamento ed in molti casi la continuità del dato scientifico è circoscritta al taglio geografico. Problema che si ripropone anche nella consultazione *web* in cui la descrizione del dato fa esclusivo e diretto riferimento a quanto contenuto nel singolo foglio. Proprio in questi casi, a cavallo del taglio geografico, la descrizione di legenda può variare in funzione del periodo di rilevamento dei due fogli geologici contigui. Il Servizio ha ritenuto opportuno e necessario questo recupero non solo per la percentuale di fogli con informazioni scientifiche relativamente recenti, ma anche come testimonianza del progredire nel tempo delle scienze della terra.

2.2. - ALCUNE PARTICOLARITÀ PRESENTI NEI VARI FOGLI

Proprio in forma di testimonianza vengono ora descritti alcuni aspetti presenti nelle varie carte geologiche della Collana Editoriale che, attraversando un arco temporale di oltre un secolo, sono stati di volta in volta inseriti in diversi fogli. Non si tratta solo di aspetti scientifici, ma anche e soprattutto di testimonianze di altra natura che collocano il foglio nel periodo storico in cui viene rilevato o stampato.

Un primo macro elemento è la presa d'atto che non tutta la cartografia prodotta riporta l'esclusiva dizione di riferimento del prima "Regio Ufficio" e poi "Servizio

Geologico d'Italia". Molti dei fogli che riguardano le aree del Veneto e del Trentino ad esempio sono stati rilevati e stampati in prima edizione, come risulta sugli stessi, dal Ministero dei Lavori Pubblici - Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque - Venezia" ed il titolo della carta indicato come "Carta Geologica delle Tre Venezie". Sono stati pubblicati tra il secondo dopoguerra ed i primi anni 60 rilevati "a cura della sezione geologica dell'Ufficio Idrografico diretta dal Prof. Giorgio Dal Piaz", con sede presso l'Istituto Geologico dell'Università di Padova (fig. 5).

In forma diversa, rileviamo l'intestazione congiunta di molti fogli della Regione Sardegna che al Servizio Geologico d'Italia sommano la Regione Autonoma della Sardegna, fino ai 4 stampati a cavallo degli anni 1988/1989 in cui compare solo il secondo Ente con proprio logotipo in sostituzione di quello della Repubblica. Una fase del tutto singolare in termini di cartografia ufficiale di Stato ma si immagina che la riconosciuta autonomia regionale abbia in qualche modo influito sulle decisioni assunte riguardo le intestazioni mantenendo tuttavia medesime caratteristiche scientifiche e cartografiche del prodotto geologico pubblicato. Si fa risalire a queste difficoltà di rapporti amministrativi tra Uffici centrali e periferici la mancata pubblicazione dell'unico foglio della collana editoriale che non permette la completa copertura alla scala 1:100.000 del territorio nazionale, ovvero il n. 181 Tempio Pausania (fig. 6).

Una breve carrellata sulle diverse intestazioni della collana editoriale. Nelle primissime carte della Regione Sicilia pubblicate intorno al 1884 compare la sola scritta "Carta Geologica d'Italia" senza altro riferimento di Ente od Ufficio ma con richiami, a bordo, a membri del "Regio Comitato Geologico oppure agli "Ingegneri delle Miniere". Solo intorno agli anni '30 la dizione è accompagnata da "R. Ufficio Geologico" (stessa iscrizione presente sulla facciata dell'edificio di Santa Susanna in Roma, sede storica del Servizio) sormontata dal logotipo della casa reale. Sostituita intorno agli anni '60 con "Servizio Geologico" con logotipo della Repubblica Italiana e con riferimento alla istituzione dell'Organo Cartografico dello Stato ed infine con "Servizio Geologico d'Italia" che sarà applicata fino al completamento della collana editoriale, eccezion fatta per i citati fogli della Regione Sardegna. Se si considera che queste descrizioni sono intervenute nel corso di oltre 100 anni e che derivano per gran parte da mutati riferimenti politici, si riconosce una certa "stabilità" in termini di produzione della collana cartografica geologica alla scala 1:100.000 del territorio nazionale (fig. 7).

2.3. - BREVE NOTA SULL'EVOLUZIONE DEI METODI DI ALLESTIMENTO E STAMPA

"L'appalto per la esecuzione in cromolitografia dei fogli della Carta geologica del regno occorrenti al Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio ... comprende il riporto su pietre litografiche della topografia, della incisione dei limiti dei diversi colori e loro tiratura tanto nelle carte quanto nelle sezioni geologiche, le relative leggende, ed intestazioni, ed in genere tutti i lavori occorrenti a dare perfettamente compiuti i fogli da pubblicare a varie

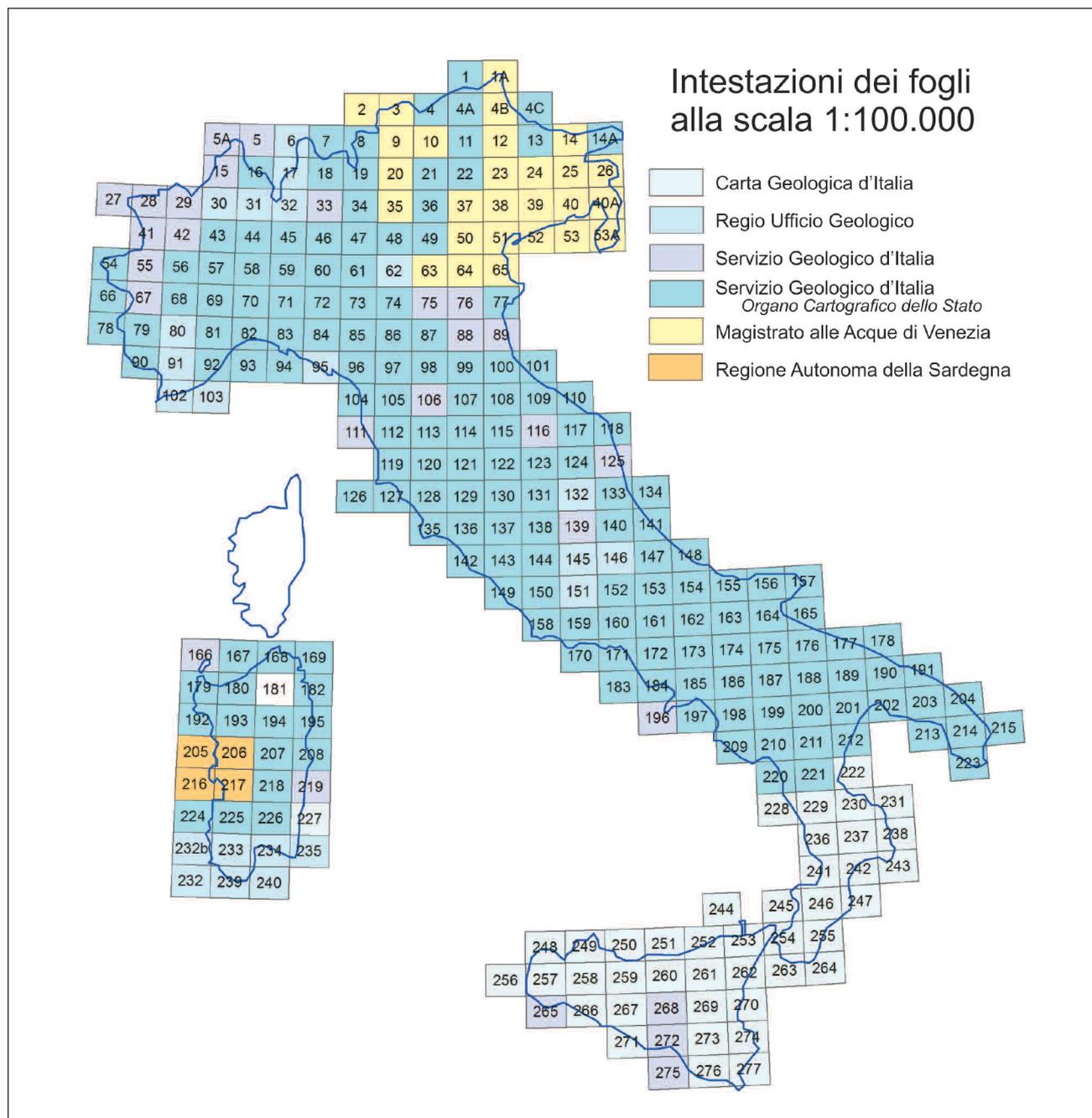


Fig. 5 – Intestazione dei fogli geologici alla scala 1:100.000.
- Header in geological sheets to scale 1: 100,000.

scale, secondo i modelli forniti dal R. Ufficio Geologico.” È questa una sintesi dei contenuti del *CAPITOLATO d'oneri per la fornitura in cromo-litografia della Carta geologica del regno d'Italia*, che il citato Ministero affida al Cav. Carlo Virano litografo in Roma con decreto del 19 febbraio 1886 riportato in appendice al Bollettino del Regio Comitato Geologico - Serie IIa – Anno VII - 1886 (fig. 8). Si tratta di una testimonianza diretta e più che dettagliata sui criteri di allestimento e stampa dei primi Fogli della cartografia geologica italiana ed anche il riferimento diretto ai materiali ed alle tecnologie utilizzate per la sua produzione che, come si vedrà meglio in seguito, a partire dalla “pietra litografica” nella più che

centenaria attività, attraverserà l'intera gamma di macchine e metodologie messe a disposizione dai progressi e dall'evoluzione tecnologica ed industriale. Inutile dire che le scelte operative saranno sempre orientate ad adottare i nuovi sistemi resi disponibili ove ritenuti necessari per garantire il miglior risultato cartografico. Certo pensare oggi all'opera condotta a suo tempo dal litografo per riportare i “modelli” forniti dai cartografi del Servizio su ciascuna delle “pietre” necessarie alla stampa dei contenuti e dei cromatismi del singolo foglio geologico, per giunta, ricordiamo, a rovescio, in scala e con garanzia di “registro” per sovrapposibilità dei vari elementi, appare davvero singolare. Eppure è

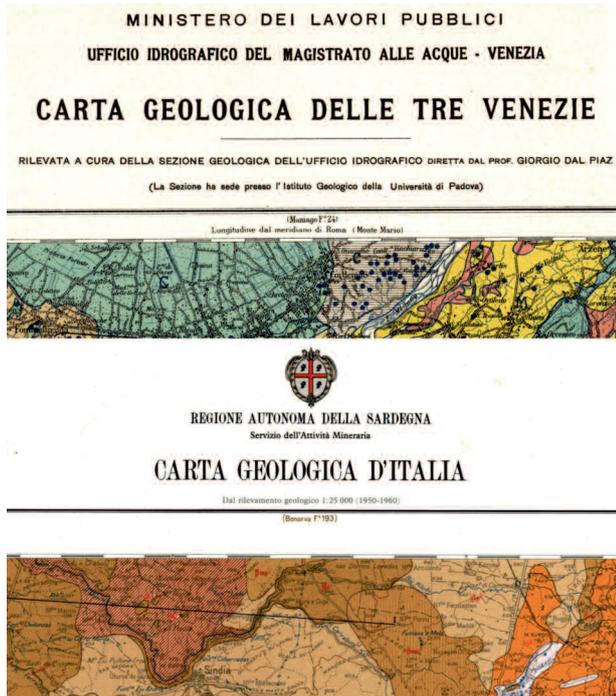


Fig. 6 – La diversa testata editoriale di alcuni fogli della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

- The different header of a few sheets of the Geological Map of Italy at the scale 1:100,000.

questo il sistema utilizzato pressoché in tutta la prima edizione della carta alla scala 1:100.000 oggi ancora apprezzabile in molti Fogli che non è stato possibile sostituire in seconda edizione o con la legge Sullo. Una costruzione interamente manuale con pochi e limitati ausili ma con una resa che, anche agli operatori di oggi, appare difficile non giudicare ai limiti dell'opera d'arte.

Le evoluzioni successive seguono di fatto quelle industriali: le macchine piane poi quelle a rullo ed il sistema indiretto *offset*, senza dimenticare l'introduzione della pellicola fotografica (fotolitografia), sono state tutte utilizzate nel processo produttivo fino al completamento della collana cartografica alla scala 1:100.000 e per la sperimentazione dei primi fogli pubblicati dal Servizio Geologico d'Italia alla scala 1:50.000. Proprio con il Progetto CARG, l'affacciarsi di nuove metodologie di allestimento alla stampa con utilizzo di sistemi numerici, direziona le scelte per la produzione della nuova cartografia del territorio nazionale. Il "calcopallido" (pellicola indeformabile con stampa a rovescio della base topografica su cui vengono registrati i limiti delle aree geologiche) indispensabile per il processo di stampa previsto nelle prime Convenzioni ed Accordi di Programma sottoscritti, viene progressivamente sostituito dalla fornitura della serie di file necessari alla derivazione delle relative pellicole per la stampa. Infine si giunge all'eliminazione delle pellicole fotolitografiche con l'adozione del nuovo sistema CTP - *Computer To Plate* che "incide" direttamente la lastra metallica da avvolgere nel previsto rullo della macchina *offset* per la tiratura in stampa.



Fig. 7 – Le diverse testate editoriali della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 nel corso della sua pubblicazione.

- The different header of the Geological Map of Italy at the scale 1:100,000 in the course of its publication.

L'adozione dei nuovi sistemi resi disponibili nel corso degli anni non può tuttavia porre in secondo piano la complessità delle procedure e la necessità di alta specializzazione dei vari operatori coinvolti. Conferma indiretta è quella del numero di stabilimenti tipografici utilizzati nella stampa dei 296 Fogli del 100.000 che non superano le 15 unità se si sommano le Ditte solo nominativamente diverse (fig. 9). Il processo mantiene una sua specificità che, pur con il cambio dei mezzi disponibili, permane pressoché identico anche con il trascorrere del tempo almeno in alcuni significativi *step*. Riprendendo lo stralcio del capitolato di appalto del 1886 in premessa, si ritrovano moltissime descrizioni ed indicazioni ancora oggi contenute in quelli più recenti adottati dal Servizio Geologico d'Italia. L'art. 9 riporta che *Per ciascun genere di Carta da pubblicare, i fogli, (nel senso cartaceo - ndr) dovranno essere delle dimensioni, qualità e peso fissate dall'Amministrazione [...] garantendo il peso descritto e la qualità d'impasto,*

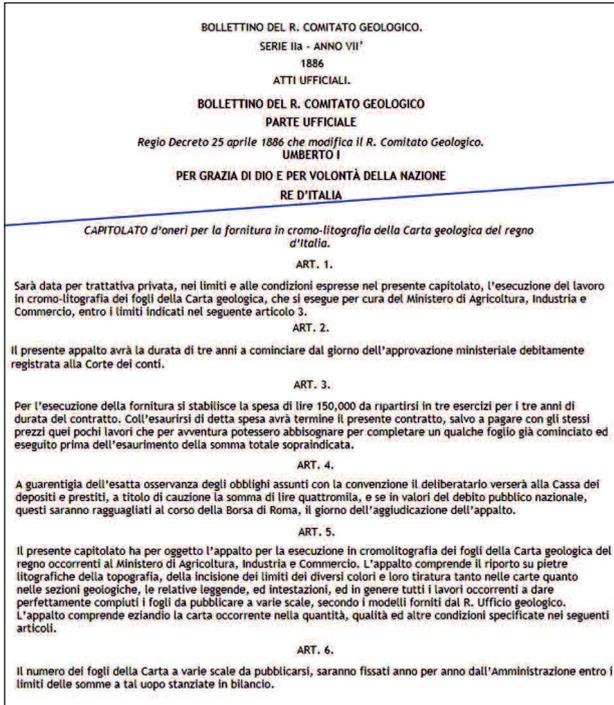


Fig. 8 – Stralcio del “Capitolato d’oneri per la fornitura in cromo-litografia della Carta geologica del regno d’Italia” pubblicata in appendice al Bollettino del R. Comitato Geologico nell’anno 1886.

- Excerpt from “Specification of Reference for the supply of chrome-lithography of the Geological map of the Kingdom of Italy” published in the appendix to the Royal Geological Committee Bulletin in 1886.

robustezza di fibra e incollatura, ed inoltre tutti della stessa qualità e colore. Oppure l’art. 10: La tiratura delle Carte nei vari colori richiesti dovrà essere eseguita colla massima precisione, ed in modo che i colori stessi cadano esattamente nei contorni loro assegnati. Potranno essere rifiutati i fogli nei quali si verificano degli scarti di un terzo di millimetro (oggi 1/10 di mm). Fino all’inciso dell’ultimo comma del medesimo articolo, per il quale Il litografo non potrà procedere alla tiratura se prima non avrà eseguite tutte le correzioni che occorressero sulla pietra (oggi sul file) e non avrà riportata l’approvazione per la qualità dei colori da parte della Direzione dei lavori geologici (oggi il ‘visto si stampi’). Tutte descrizioni ancora oggi presenti nei moderni capitolati con alcune particolari coincidenze quali la tiratura da prevedersi (art. 8). Per la Carta 1:100.000 e per quelle a scala maggiore, il numero delle copie da tirare sarà di regola fra i limiti di 500 e 1200, secondo l’importanza delle varie regioni, oggi invece fissato in tutti i casi delle prime convenzioni CARG a 1200 copie, oppure all’ultimo comma dell’art. 11 l’inciso N. B. Il numero dei colori diversi (da prevedere in sede di tiratura) è in media di 15 che oggi è ridotto mediamente in numero di 12 con l’adozione della quadricromia per le campiture geologiche. Concludiamo con un doveroso ringraziamento ai colleghi cartografi che ci hanno tramandato non solo il “mestiere” ma anche l’impegno e la passione indispensabili per mantenere una elevata qualità attesa nelle collane editoriali dell’Organo Cartografico dello Stato (fig. 10).

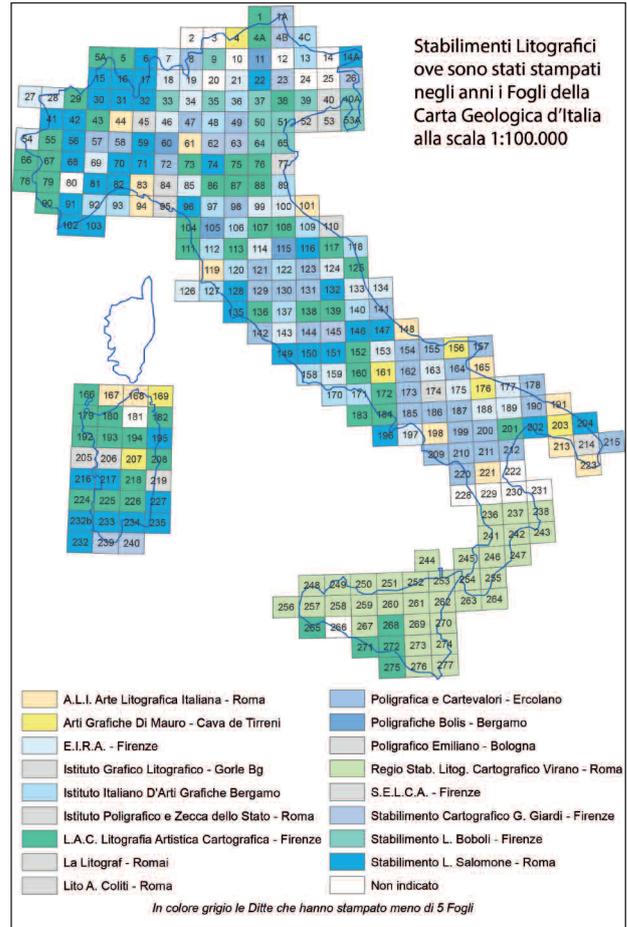


Fig. 9 – Stabilimenti litografici ove sono stati stampati i Fogli della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000.

- Lithography Establishments where the sheets of the Geological Map of Italy at the scale 1: 100,000 were printed.



Fig. 10 – Controllo centratura e qualità cromatica del Foglio geologico in fase di stampa.

- Control of centering and the color quality of the geological sheet in press.

3. - GLI ASPETTI SCIENTIFICI DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:100.000

PANTALONI M. (*), GALLUZZO F. (*),
MARINO M. (*)

3.1. - IL PERIODO 1873 - 1945

La storia della Carta geologica e del Servizio Geologico d'Italia si deve far risalire all'Unità dell'Italia; è doveroso ricordare che tra gli uomini che affrontarono l'opera di unificazione, oltre a politici e militari, ci furono ampie schiere di tecnici e scienziati. Già da allora la Carta geologica venne considerata una necessità fondamentale alla conoscenza del territorio e allo sviluppo economico del Paese, compensando ciò che altri paesi europei (Francia, Inghilterra, Austria, Belgio, Germania) stavano già realizzando da anni.

Anche la creazione di un Corpo delle Miniere "omogeneo", che raccogliesse le esperienze compiute dagli "ingegneri di miniera" del Regno di Sardegna, dei "commissari montanistici" del Regno Lombardo-Veneto, dei "consultori di miniera" toscani, degli "ispettori di solfare e calchere" siciliani, risultò un'operazione oltremodo difficile. Cardine della legislazione mineraria italiana fu la Legge 20 novembre 1859, firmata da Quintino Sella, che gettò le basi anche per la realizzazione della Carta geologica.

Fautore del progetto di cartografia fu Filippo Cordova, allora Ministro di Agricoltura, Industria e Commercio (BALDACCI, 1911; PANTALONI *et alii*, questo volume) che, dopo la pubblicazione del Decreto 12 dicembre 1861, attribuì agli ingegneri del Corpo delle Miniere che dipendevano dal suo dicastero la compilazione della Carta geologica del Regno, sotto l'alta sorveglianza del Consiglio delle miniere coadiuvato da una Giunta scientifica.

Il Regio Decreto 15 dicembre 1867 istituì il R. Comitato Geologico, che nel 1870 cominciò la pubblicazione del suo Bollettino, e finalmente, il 15 giugno 1873, la Sezione geologica del Corpo delle miniere, che diventò poi l'Ufficio Geologico, proprio per la "formazione e la pubblicazione della carta geologica d'Italia". L'incarico di compilazione venne affidato al personale del Corpo delle miniere sotto la dipendenza tecnica e disciplinare dell'ispettore capo del Corpo e la direzione scientifica del Comitato Geologico.

Al lavoro di rilevamento vennero poi interessati professori universitari, istituzioni scientifiche e furono conferiti incarichi personali per il rilievo di particolari zone; l'attività di rilevamento sistematico venne avviata, finalmente, soltanto nel 1877, grazie anche alla realizzazione della carta topografica dell'Istituto Geografico Militare e all'acquisizione di un elevato grado di formazione e specializzazione tecnico-scientifica da parte del personale (BALDACCI, 1911; GIARRATANA, 1965).

All'inizio del 1877 venne avviato il rilevamento in

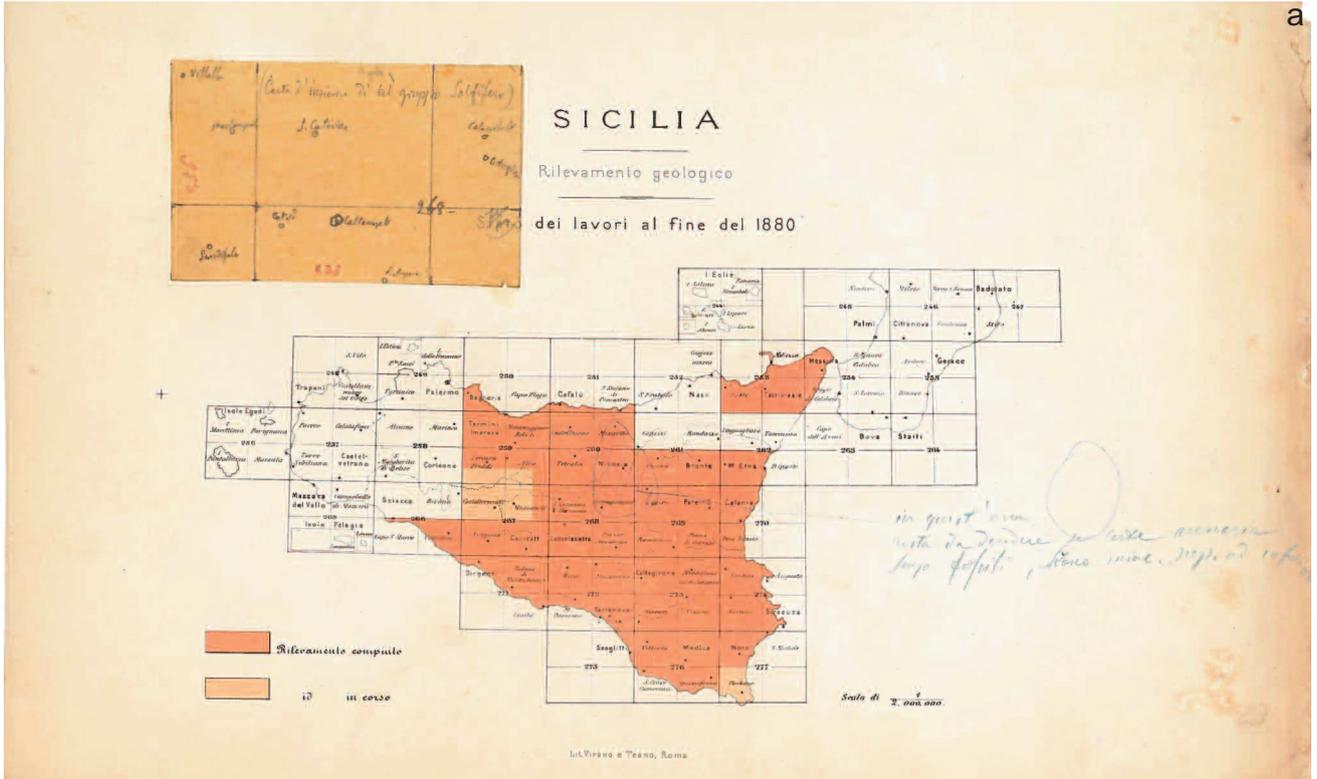
Sicilia, dove l'ing. Mottura aveva già intrapreso i rilievi della parte centrale della zona solfifera (fig. 1). Completata questa prima parte nel 1880, il rilevamento venne esteso all'intera isola sotto l'alta direzione scientifica del prof. G.G. Gemmellaro dell'Università di Palermo che aveva già definito la serie dei terreni dell'isola, partendo dalle unità di basamento del settore nord-orientale e individuato la famosa unità permo-carbonifera fossilifera della Valle del Sosio. Nei fogli geologici realizzati in Sicilia emergono già osservazioni che, sposando le ipotesi dei grandi carreggiamenti, individuano nei Monti di Palermo e in altre zone delle "grandi falde carreggiate galleggianti, per così dire, sugli scisti argillosi terziari che le circondano" (BALDACCI, 1911). Nell'incertezza dell'interpretazione, però, questi elementi strutturali non vengono riprodotti cartograficamente, attenendosi ad un principio cautelativo che caratterizzerà, sempre, la cartografia geologica ufficiale.

Nel 1878 vennero avviati anche i rilievi dei dintorni di Roma da parte del personale dell'Ufficio Geologico residente a Roma e, poco dopo, quello delle Alpi Apuane (fig. 2) e dell'Isola d'Elba con un nucleo di rilevatori residenti a Pisa, coordinati da Meneghini, allora Presidente del R. Comitato Geologico.

Per ovviare alla mancanza di personale tecnico in Italia meridionale, il R. Comitato Geologico affida a personale esterno l'incarico di rilevamento geologico in due aree pochissimo note, escluse perfino nella "Carta geologica dell'Italia Superiore e Media" in scala 1:600.000 che Cocchi presentò all'Esposizione di Parigi del 1867 (PANTALONI *et alii*, questo volume): la Basilicata e la Calabria. Il rilevamento della Basilicata e della Puglia (dal Golfo di Taranto al Vulture) venne affidato a Cosimo De Giorgi, di Lecce, mentre il rilievo dei territori calabresi a nord della città di Catanzaro, fino a Castrovillari, venne affidato a Domenico Lovisato, istriano, che nel periodo 1876-1879 ricopriva una cattedra al Liceo di Catanzaro (ZEZI, 1878; FABBÌ *et alii*, 2016). Mentre De Giorgi realizzò 14 fogli in scala 1:250.000 della "Carta geologica della Basilicata e della provincia di Lecce", Lovisato consegnò all'Ufficio Geologico ben 32 fogli in scala 1:50.000, colorati a mano, della "Carta geologica della Calabria settentrionale" (CONSOLE & PANTALONI, 2014).

Nel 1879, però, cominciarono aspre discussioni su come proseguire la realizzazione del progetto cartografico, evidenziandosi contrasti tra Felice Giordano e Antonio Stoppani, che vedeva nella formazione esclusivamente tecnica degli ingegneri del Corpo delle miniere una limitazione allo sviluppo scientifico della Carta, proponendo l'autonomia dell'Ufficio Geologico rispetto al Corpo delle miniere, trovando però opposizione sia dal Capo del Corpo delle miniere che da Capellini e Meneghini (BALDACCI, 1911; ERCOLANI, questo volume). La discussione proseguì fin dopo l'organizzazione del 2° Congresso Internazionale di Geologia di Bologna, e la proposta formulata da Stoppani, insieme a Taramelli, venne definitivamente bocciata per le gravi

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA



Prospetto generale delle indennità pagate nell'anno 1880 al personale del R. Corpo delle miniere addetto al rilevamento della Carta geologica di Sicilia

Nome degli operatori	N.° dei giorni di lavoro	Indennità di diaria per giorno Lire L.	Indennità per pasti & dormire Lire L.	Chilometri su via or. diurna	Indennità di chilometri - Lire L.	Totale delle indennità - Lire L.	N.° dei chilometri quadr. rilevati	Indennità media per giorno & km. Lire L.	Indennità media per chilometro quadr. di terreno Lire L.	Indennità fissa straordinaria Lire L.	Totale delle indennità Lire L.
Lag. Toso	20	120 00	37 20	380	95 00	252 00	—	12 60	—	—	252 00
Lag. Balducci	155	930 00	183 65	3660	915 00	2028 65	2003	13 09	1 01	12 00 00	3228 65
Lag. Magatti	123	738 00	242 45	2932	743 00	1723 45	1512	14 42	1 16	1050 00	2829 45
Lag. Traverso	188	948 00	274 75	4288	1072 00	2294 75	2920	14 52	0 39	1650 00	3944 75
Lag. Cortese	136	816 00	134 10	3326	931 50	1881 60	1033	13 83	1 84	1050 00	3921 60
Lag. Casale	190	1140 00	157 20	4021	1005 25	2202 95	1850	12 12	1 67	5 00 00	2802 95
Int. Caselli	207	828 00	72 15	5727	1145 60	2045 55	2030	9 88	1 00	370 00	2455 55
Totale	989	5870 00	1182 00	24274	5907 15	12528 95	10828	12 22	1 16	6320 00	18748 95

Le medie per l'ing. Caselli, se anche percipito le indennità di ingegnere, sarebbero di L. 1204 per giorno e di L. 1,35 per km. q. La media generale dei chilometri quadr. rilevati in ciascun giorno di lavoro è di 11 e quella dei chilometri percorsi su via or. diurna per ogni chilometro quadrato è di 2,27.

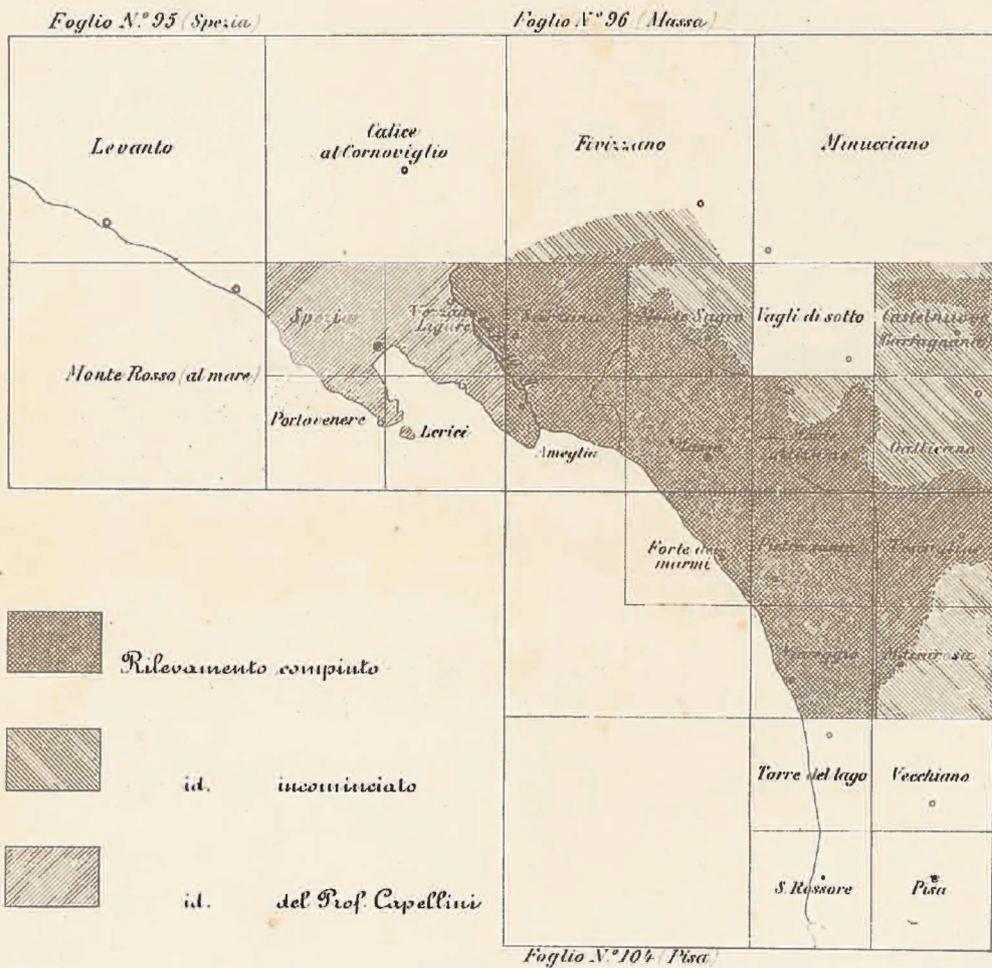
Fig. 1 – Rilevamento geologico della Sicilia. a) Schizzo originale, conservato nell'Archivio, con lo stato dei lavori alla fine del 1880; da notare l'annotazione a margine di Baldacci (?): "in quest'area resta da decidere se certe arenarie senza fossili, siano mioc. sup. od inferiore". b) "Prospetto generale delle indennità pagate nell'anno 1880 al personale del R. Corpo delle miniere addetto al rilevamento della Carta geologica di Sicilia".

- a) Schema of the Sicilia field work progress. b) 1880 general statement of the in demnities paid to the personnel of the R. Corps of mines employed to the geologic survey in Sicily (original manuscript maintained in the Archive – ISPRA Library).

ALPI APUANE

Rilevamento geologico fatto su mappe rilevate al $\frac{1}{25.000}$

Stato dei lavori al fine del 
1.° Semestre 1880



Scala di $\frac{1}{300.000}$

Al. Veroneo - Franco Rosi

Mappe 10 Luglio 1880

Il Capo del Servizio Geologico di Massa
Bernardino Lotti



Fig. 2 - Schema dell'avanzamento dei lavori di rilevamento delle Alpi Apuane al primo semestre del 1880. Lo schema originale, conservato nell'Archivio, è stato consegnato da Bernardino Lotti, "Capo del Servizio geologico di Massa".

- Schema of the Alpi Apuane field work progress at the first half of 1880. The original manuscript, maintained in the archive, is signed by Bernardino Lotti.

difficoltà del bilancio statale del periodo.

Nel 1884 venne pubblicata la Carta geologica dell'Isola d'Elba in scala 1:25.000, cui fece seguito, l'anno successivo, quella in scala 1:50.000. Bernardino Lotti, autore del rilevamento, produsse poi una pregevole monografia d'accompagnamento che pubblicò nel II volume delle Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia (LOTTI, 1886). Lotti interpretò l'intera successione dell'isola come parte di un'unica unità autoctona, distinguendo la serie dei terreni in 20 unità di basamento e sedimentarie e 10 unità classificate come "Rocce massicce"; tra gli elementi più interessanti, sono da notare l'attribuzione al Presiluriano della "Serpentina" e l'indicazione della vasta rete di "Filoni granitici" che circondano il Monte Calamita. Lotti, però, attribuisce un'origine marina all'unità "qa-Panchina, puddinga e arenaria grossolana" di età quaternaria, ascrivendo la loro posizione sopraelevata ad un sollevamento generale dell'isola. Ovviamente lo studio geologico dell'isola venne compiuto per finalità minerarie; la stima delle risorse, però, necessitava di indagini di maggior dettaglio rispetto a quelle geologiche, quindi un'analisi più approfondita venne pubblicata nel III volume delle Memorie descrittive da FABRI (1887).

Sempre nel 1884 cominciò la pubblicazione delle carte della Sicilia e, poiché la base topografica disponibile era quella in scala 1:100.000 dell'IGM, i rilievi effettuati negli anni precedenti vennero riportati su tale base che però, purtroppo, riproduce l'orografia con una ombreggiatura che rende oltremodo difficile la lettura geologica della carta, soprattutto nelle aree di catena. La pubblicazione delle carte siciliane si completò nel 1886 con la pubblicazione complessiva di 28 fogli e cinque tavole di sezioni, accompagnata da una monografia di BALDACCINI (1886) nel I volume delle Memorie descrittive. La realizzazione di questi fogli rappresentò per il R. Ufficio Geologico un'enorme progressione in termini di competenze scientifiche e, non di meno, di capacità tecnico-cartografiche.

L'ing. Domenico Zaccagna, insieme a Bernardino Lotti e Pietro Fossen, dedicò poi parte della sua vita professionale al rilevamento geologico delle Alpi Apuane, che l'Ufficio pubblicò nel 1894 in 4 fogli in scala 1:50.000 su una carta topografica appositamente rilevata dall'IGM. Il lavoro risultò molto particolareggiato, riproducendo in dettaglio la serie dei terreni e la complessa struttura a pieghe ripetute; anche questo lavoro è stato oggetto di uno specifico volume delle Memorie descrittive (ZACCAGNA, 1932).

Questo periodo storico fu particolarmente intenso per l'impegno profuso dagli ingegneri e geologi del R. Ufficio Geologico; numerosi furono infatti gli studi e le ricerche alle quali vennero chiamati per esprimere pareri e per risolvere problemi di petrografia, geotecnica, idrologia, ecc., per conto dei Ministeri dell'Agricoltura o dei Lavori Pubblici. Essi parteciparono alla progettazione di dighe, strade, acquedotti (tra i quali l'Acquedotto pugliese), ferrovie (tra le quali le tratte Bologna-Firenze e Roma-Napoli), gallerie (Monte Bianco, Spluga); vennero anche incaricati di studi geologici nella Colonia Eritrea, in Russia, Argentina, Madagascar, Montenegro.

Nonostante questi impegni, tuttavia, proseguirono i rilevamenti nell'Iglesiente in Sardegna, coordinati da Giuseppe Zoppi, che portarono alla pubblicazione di una specifica carta, allegata al volume IV delle Memorie Descrittive (ZOPPI, 1888) e dei relativi fogli geologici, e nella Campagna Romana e regioni limitrofe, adottando definitivamente la stampa dei fogli alla scala 1:100.000 (ERCOLANI, questo volume).

La scelta di rilevare il territorio che circondava la capitale derivava dalla necessità di procedere con i progettati lavori di bonifica idraulica e agricola; il rilevamento venne effettuato su basi cartografiche in scala 1:25.000, che l'IGM aveva appena completato per l'area circostante la capitale. Il rilievo proseguì oltre l'area coperta dalle carte topografiche al 25.000 e si concluse con la realizzazione di due fogli centrali (149 Cerveteri e 150 Roma), tre settentrionali (142 Civitavecchia, 143 Bracciano e 144 Palombara) e uno meridionale (158 Cori), chiudendo così l'ampio territorio che circondava Roma, per una superficie di circa 7000 kmq (fig. 3a, b). L'imponente lavoro di rilevamento venne eseguito da Pietro Zezi, coadiuvato da Eugenio Perrone e Pompeo Moderni; collaborarono anche Luigi Baldacci e Domenico Zaccagna. Date le dimensioni del territorio cartografato, nell'area della carta compaiono unità mesozoiche, terziarie e, ampiamente distribuite, quaternarie, in particolare di origine vulcanica. La parte cromatica della legenda, che differenzia 18 unità sedimentarie e 9 vulcaniche, venne redatta seguendo la serie proposta nel II Congresso Internazionale di Geologia di Bologna del 1881; vennero però adottati degli accorgimenti per differenziare i membri delle diverse unità, sotto forma di tonalità di colore e tratteggi (verticali per le rocce eruttive, orizzontale per le sedimentarie). In queste carte venne anche sperimentato l'uso della denominazione per sigle: maiuscole per il vulcanico, minuscole per il sedimentario, accompagnate da un numero d'ordine a partire dal piano più basso verso il più alto. Ulteriori indicazioni riguardano la presenza di giacimenti, materiali da costruzione e sorgenti, oltre alle indicazioni di direzione e inclinazione dei corpi rocciosi. Le carte furono accompagnate da "Brevi cenni relativi alla Carta Geologica della Campagna Romana con le regioni limitrofe" (R. UFFICIO GEOLOGICO, 1889), redatti in forma di Note illustrative.

Nel 1891 vennero conclusi i rilevamenti in Calabria, e si attivò la procedura di allestimento per la stampa che si avviò nel 1895 con i fogli dell'area calabrese centrale, continuò nel 1897 con quelli della Calabria meridionale e si concluse nel 1900 con i fogli della parte settentrionale. Il confronto di questi fogli con quelli realizzati nel 1878 da Lovisato evidenzia un importante avanzamento nelle conoscenze geologiche della regione, sia per quanto riguarda le unità di substrato che per i depositi quaternari, fluviali o marini (fogli 230 Rossano, 231 Cirò). Interessante la suddivisione delle unità plioceniche, sia su base litologica che cronostratigrafica (foglio 221 Castrovillari); decisivo il contributo di Giovanni Di Stefano, allora paleontologo nel R. Ufficio Geologico (DI STEFANO, 1904). Il lavoro di rilevamento in Calabria, a parte dei brevi sopralluoghi nel periodo 1881-1884, fu realiz-

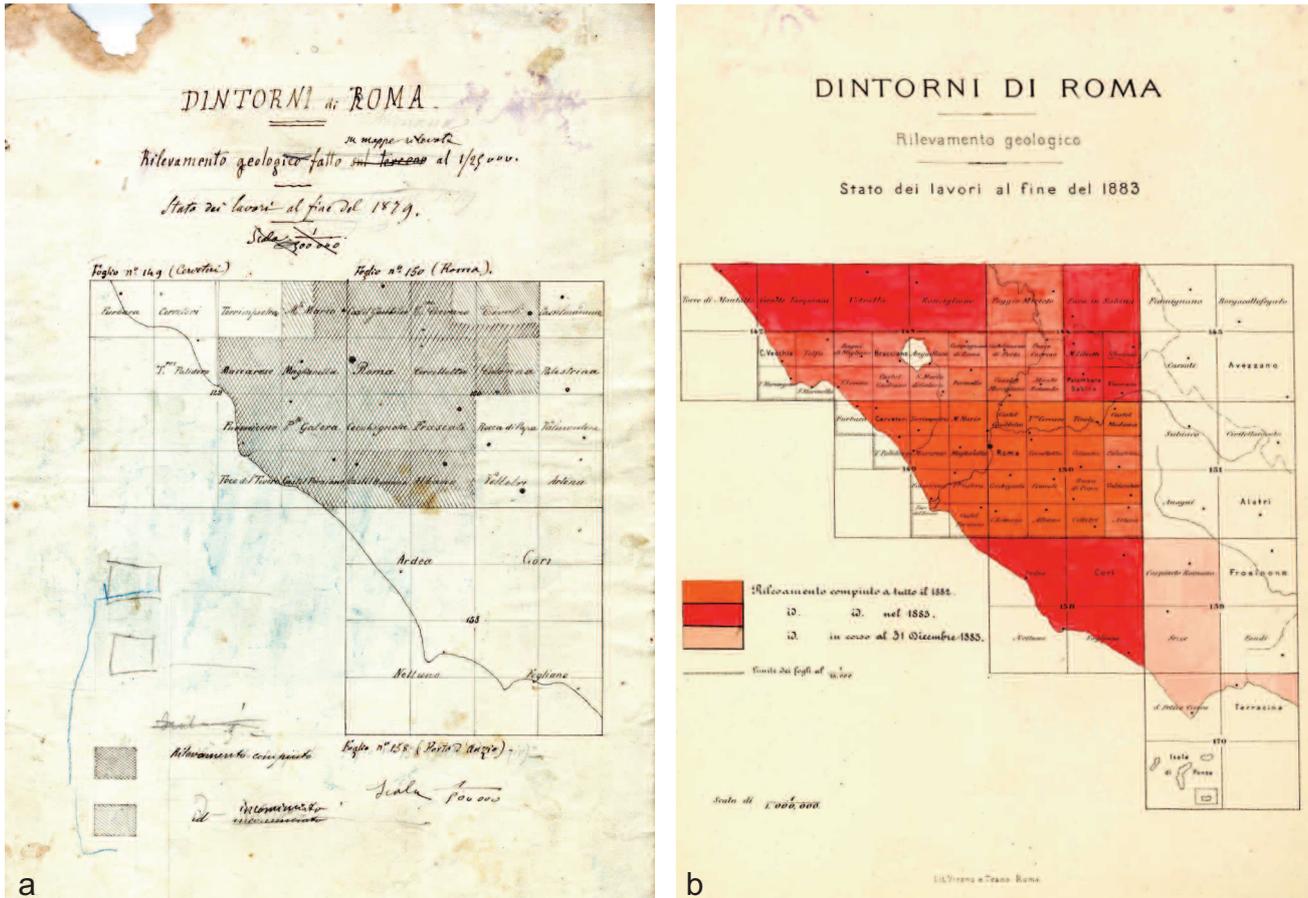


Fig. 3 – Schema dell'avanzamento dei lavori di rilevamento della Campagna Romana. a) stato dei lavori alla fine del 1879 (schizzo originale conservato nell'archivio); b) stato dei lavori alla fine del 1883; in rosa chiaro il rilevamento ancora in corso.
 - Schema of the Campagna Romana field work progress. a) at the end of 1879 (original manuscript maintained in the archive); b) at the end of 1883; in light pink the field work still in progress.

zato in 7 anni (dal 1885 al 1891); al progetto lavorarono, in ordine di impegno: Cortese (responsabile dei lavori), Novarese, Aichino, Viola e il già citato Di Stefano. A questi scienziati va attribuito il merito che, a fronte di un breve periodo di tempo (considerando anche le condizioni logistiche e climatiche della Calabria dell'epoca), coprirono in appena 7 anni oltre 17.000 kmq, in una regione caratterizzata da una notevolissima complessità geologica. Sintetizzando il lavoro eseguito, nel 1895 venne pubblicato un memorabile volume monografico: "Descrizione geologica della Calabria" (CORTESE, 1895). Purtroppo però l'ing. Cortese fu costretto, ufficialmente "per ragioni di famiglia", ad abbandonare i ruoli del R. Corpo delle Miniere; ciò comportò la pubblicazione della monografia "dopo quattro anni da che fu compiuto il rilevamento geologico, e senza quei miglioramenti che un continuato servizio geologico e nuove escursioni in Calabria avrebbero permesso di portarvi in questo tempo".

La riduzione delle risorse economiche operate sul finire del decennio 1880-1890, seppure sufficienti per le attività di campagna, risultarono però inadeguate per la stampa delle carte, quindi gran parte del materiale cartografico originale rimase conservato negli archivi, in attesa della sua pubblicazione.

Nel 1892, tuttavia, venne avviato il rilevamento delle Alpi occidentali, già affrontato in precedenza da Gastaldi, Baretti, Berruti e dai fratelli Bruno, oltre che da Zaccagna. Il rilevamento sistematico di questa complessa zona, compiuto da Franchi, Stella, Zaccagna, Mattiolo e Novarese, produsse risultati che hanno segnato la storia della geologia, in Italia e nel mondo; l'attribuzione al Mesozoico della formazione dei Calcescisti con pietre verdi sostenuta da Franchi, in contrapposizione all'età paleozoica definita da Gastaldi, Baretti e Zaccagna, fu oggetto di aspre e lunghe discussioni. La tesi sostenuta da Franchi venne accettata dopo una "concitata" riunione di una specifica Commissione del R. Comitato Geologico presieduta da Torquato Taramelli; con discussioni in contraddittorio e verifiche di campagna, nel 1911 la commissione stabilì l'età mesozoica (e più recente del Trias) dei calcescisti, dando quindi il nulla osta per la stampa dei 28 fogli geologici in scala 1:100.000 delle Alpi occidentali che erano rimasti "in attesa" di questa definitiva attribuzione (TARAMELLI & PARONA, 1911) anticipati, però, dalla "Carta geologica delle Alpi occidentali" in scala 1:400.000 (MOSCA & FIORASO, questo volume).

L'interpretazione stratigrafica proposta da Franchi era già stata implicitamente confermata da ARGAND in

alcuni suoi importanti lavori (1909, 1911a); la conferma di questa attribuzione cronologica forniva allo scienziato svizzero il necessario supporto stratigrafico per giustificare la teoria delle falde anche nella Zona penidica (ROMANO *et alii*, 2016). La “Carta geologica della Alpi Occidentali”, poi, rappresentò la base per la redazione della “Carta strutturale delle falde di ricoprimento delle Alpi occidentali e i territori circostanti” in scala 1:500.000, con profili e stereogrammi (ARGAND, 1911b). Nonostante le aspre critiche ricevute da alcuni dei geologi italiani, Argand riconobbe il loro merito affermando che “*la carte géologique des Alpes occidentales, au quatre-cent millièrne, ouvre distingué des maîtres du R. Ufficio Geologico*” (ARGAND, 1923, p. 100).

Negli anni a seguire proseguì il rilevamento in Toscana, Basilicata, Salernitano, Avellinese, Beneventano e Puglia; anche in questo caso, però, la stampa dei fogli geologici fu rimandata per cause economiche.

All'inizio del 1911, dopo quindi poco più di 30 anni dall'inizio del rilevamento, era stato rilevato circa il 70% del territorio nazionale, ma pubblicato soltanto il 30%, per un totale di 99 fogli (BALDACCI, 1911; CARUSONE *et alii*, 1996); l'avvento del Primo Conflitto Mondiale bloccò, dopo un quarantennio di intensa attività, la realizzazione dei fogli geologici.

Solo dopo il 1923 si riuscì, lentamente, a ripartire con l'attività di rilevamento e di stampa dei fogli; nel decennio 1925-1935 vennero pubblicati 75 fogli geologici che però, a detta di SACCO (1938), “*sono di rilevamento e di pubblicazione facile perché con aree parzialmente marine o quaternarie o plioceniche (che pur si dovevano pubblicare), ma parecchi sono anche di costituzione più o meno complicata*”. Questa serie di carte contempla anche la “Carta geologica delle Tre Venezie” in scala 1:100.000 realizzate, a partire dal 1921, dalla Sezione geologica del Magistrato delle Acque di Venezia sotto la guida di GIORGIO DAL PIAZ (1922)(fig. 4). Questa serie cartografica originale, che nel settore altoatesino venne realizzata rielaborando e aggiornando rilevamenti effettuati nel periodo precedente la guerra dal *Kaiserlich Königlichen Geologischen Reichsanstalt* (KKGR) di Vienna (CONSOLE *et alii*, 2015), garantì la copertura cartografica dell'intero territorio triveneto: nel periodo 1921-1963, vennero pubblicati tutti i 42 fogli previsti (VENZO, 1963). Questo picco di pubblicazioni si arrestò di nuovo in coincidenza della Seconda Guerra Mondiale.

3.2. - IL PERIODO 1945 - 1960

Come detto, i primi fogli geologici alla scala 1:100.000 ad essere stampati subito dopo la fine della Seconda Guerra Mondiale continuarono ad essere realizzati nell'ambito della Carta Geologica delle Tre Venezie dall'Ufficio Idrografico del Magistrato delle Acque di Venezia.

I primi sono il Foglio 37 Bassano del Grappa del 1946, il Foglio 50 Padova del 1947 e il Foglio 35 Riva del 1948. L'impostazione geologica è analoga a quella dei fogli anteguerra, anche perché i rilevamenti furono eseguiti, probabilmente, prima del conflitto; in quel periodo in Italia c'erano verosimilmente ben altre preoccupazioni che finanziare il rilevamento di nuovi fogli geologici. La legenda dei Fogli 37 Bassano del

Grappa e 50 Padova è impostata secondo il criterio cronostratigrafico, con tasselli che possono comprendere più unità litologiche. La legenda del Foglio 35 Riva è solo apparentemente simile; in realtà i tasselli corrispondono a vere unità litostratigrafiche, il cui riferimento cronostratigrafico è semplicemente messo all'inizio della descrizione invece che alla fine come avverrà successivamente. La tettonica è praticamente assente nel Foglio 37 Bassano del Grappa e nel Foglio 50 Padova (quest'ultimo comunque prevalentemente in pianura), mentre sicuramente più sviluppata lo è nel Foglio 35 Riva, dove si può notare l'individuazione e il corretto andamento, anche se semplificato, di alcuni sovrascorrimenti poi riportati anche nel Foglio CARG Riva del Garda in scala 1:50.000. Da notare in quest'ultimo foglio le batimetrie del Lago di Garda.

Del 1949 è la prima edizione del Foglio 14 Tarvisio, poi stampato in seconda edizione nel 1967. Decisamente più consistente è la serie dei 34 fogli stampati negli anni '50.

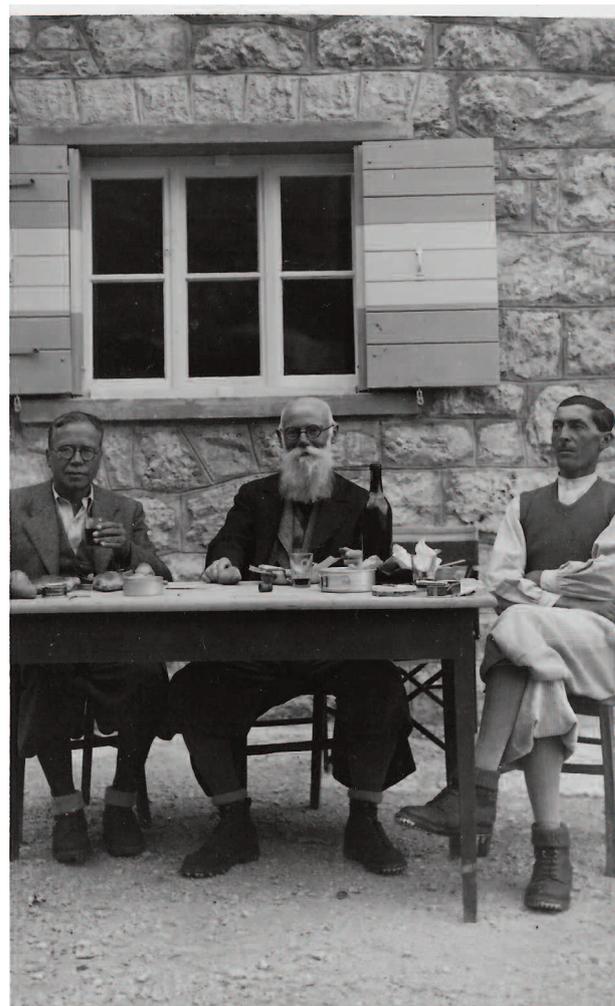


Fig. 4 – Giorgio Dal Piaz (1872-1962) presso il Rifugio Ombretta della Sezione di Venezia del CAI, ubicato fra Cadore, Zoldo e Agordino, il 24 settembre 1940, gentile concessione Archivio Dal Piaz.
- Giorgio Dal Piaz (1872-1962) in front of the Ombretta refuge in Cadore.

Nei primi anni '50 vengono dati alle stampe i fogli alpini 9 Monte Cevedale (1951) e 20 Monte Adamello (1953), i fogli veneto-giuliani 40A Gorizia (1951) e 53A Trieste (1953), i fogli veneto-padani 064 Rovigo (1952), 51 Venezia (1954) e 65 Adria (1954), realizzati anch'essi nell'ambito della Carta Geologica delle Tre Venezie dall'Ufficio Idrografico del Magistrato delle Acque di Venezia. Essi rappresentano, per l'epoca, il compendio delle ricerche iniziate nell'Ottocento e proseguite fino allo scoppio della Seconda Guerra Mondiale ad opera di geologi austriaci (fino alla prima guerra mondiale il territorio era parte dell'impero austro-ungarico) e italiani.

Il Foglio 9 Monte Cevedale viene rilevato tra il 1931 e il 1950, utilizzando anche rilevamenti inediti dei geologi austriaci, realizzati a partire dal 1901. La legenda è impostata secondo un criterio sostanzialmente litologico, con una buona caratterizzazione petrografica per i termini intrusivi e metamorfici, assolutamente preponderanti nell'area. I riferimenti cronologici sono solo accennati per le unità sedimentarie. Meglio definita è la stratigrafia del Foglio 20 Monte Adamello, nel quale è compresa una buona parte del batolite terziario del Monte Adamello con le circostanti unità austroalpine e sudalpine. In legenda le unità del substrato sono suddivise in: "Austridi superiori (Tirolidi)"; Alpi Meridionali, costituite dal basamento cristallino e dalla soprastante successione sedimentaria di età dal Permiano al Terziario, con le unità individuate in base a criteri cronostratigrafici; il Massiccio intrusivo dell'Adamello (Terziario Antico), con varie unità granitiche e tonalitiche suddivise in base ai caratteri petrografici (es., tonaliti dell'Adamello-Presanella, della Presanella, di Monte Re di Castello), in modo analogo a quanto già noto in letteratura dall'inizio del secolo. In entrambi i fogli è praticamente assente la tettonica. Nel Foglio Monte Adamello è però riportato uno schema tettonico, molto semplificato, nel quale sono riportate la Linea del Tonale e la Linea delle Giudicarie che separano Austridi, Alpi Meridionali e Massiccio intrusivo. Nel Foglio Monte Adamello anche le unità quaternarie presentano una migliore caratterizzazione litologica e stratigrafica.

I Fogli 40A Gorizia e 53A Trieste aggiornano le conoscenze dell'area giuliana di fine Ottocento e prima metà del Novecento, con rilevamenti *ex-novo* effettuati nell'immediato dopoguerra, tra il 1949 e il 1952. Mentre la stratigrafia mostra un sufficiente dettaglio, rapportato all'epoca, molto elementare è la tettonica, presente solo nel Foglio Gorizia: lo stesso simbolo vale per le faglie e le pieghe-faglie. Neanche è individuato il fronte delle Dinaridi sull'avampaese adriatico. Da notare che l'estensione dell'area inclusa nei due fogli risente della particolare situazione politica che caratterizzò la regione subito dopo la fine della Seconda Guerra Mondiale. In particolare il Foglio Trieste comprende anche il settore nord-occidentale della Penisola Istriana, in quel momento facente parte del "*Free Territory of Trieste*" (fig. 5) e che poi, dopo i trattati di Londra del 1954, passerà alla Jugoslavia, mentre Trieste e gli immediati dintorni passeranno definitivamente all'Italia.

Interessanti sono i fogli ricadenti nella Pianura padano-veneta, in quanto i depositi alluvionali vengono suddivisi in base al corso d'acqua al quale sono genet-

camente legati (Po, Adige, Brenta, Bacchiglione). Nei Fogli 51 Venezia e 65 Adria, i tasselli dei vari depositi alluvionali descrivono le litologie predominanti e contengono l'elenco dei litoclasti caratteristici, mentre in carta sono riportati i poligoni con le differenti tessiture, anche miste (es., ghiaie sabbiose, limi argillosi, ecc.). Il Foglio "Rovigo", che contiene anche l'estremità meridionale del complesso vulcanico dei Colli Euganei, è in questo senso molto meno ricco di informazioni.

Negli stessi anni, vari fogli sono stampati dal Servizio Geologico d'Italia: le aree interessate ricadono in varie parti del territorio italiano.

Del 1952 è il Foglio 116 Gubbio, che inaugura la serie dei fogli dell'Italia centrale del secondo dopoguerra. Rilevato da geologi del Servizio Geologico e di varie università, con revisioni effettuate negli anni 1949-1951, il foglio presenta alcune novità: una colonna stratigrafica della successione umbro-marchigiana e, per la prima volta, un profilo geologico (fig. 6). La tettonica è molto semplificata, con un assetto strutturale a pieghe e pieghe-faglie che testimonia la visione autoctonista dell'Appennino umbro-marchigiano dell'epoca.

Del 1954 è il Foglio 033 Bergamo (fig. 7). Vi è presente una tettonica ben più articolata che nei precedenti fogli alpini, in particolare per quel che riguarda gli elementi compressivi, rappresentati con il simbolo "orli di masse sovrascorse" a delimitare le principali unità strutturali. L'assetto strutturale, caratterizzato fondamentalmente da pieghe e pieghe faglie anche sud-vergenti, è decisamente meglio reso attraverso tre profili geologici. Dal punto di vista stratigrafico, viene utilizzato il criterio litostratigrafico per la suddivisione, sufficientemente dettagliata, delle unità del substrato. Da sottolineare che anche il Quaternario è descritto discretamente, a testimoniare, nel complesso, una certa "modernità" rispetto ai precedenti fogli alpini.

Del 1954 è anche la 2ª edizione del Foglio 111 Livorno, rilevato negli anni 1950-1951, nel quale è presente un'interessante suddivisione della Coltre "Ofiolitica", costituente la gran parte del Monti Livornesi. La peculiarità del foglio risiede nel tentativo di rappresentare in un foglio geologico, partendo dai rilievi dell'Istituto Idrografico della Marina, le curve batimetriche e alcuni dei caratteri dei fondali marini. Le aree sommerse vengono suddivise in: "zona litoranea", "zona con tracce di modellamento subaereo" e "margini della scarpata continentale"; vi sono rappresentati le barre sabbiose, i fondi sabbiosi e melmosi e gli affioramenti rocciosi. Un approfondimento sui dati delle aree sommerse è riportato nelle Note illustrative.

Di estremo interesse è il Foglio 076 Ferrara, edito nel 1955 da rilevamenti del 1952-1953, nel quale, per la prima volta, viene affrontato il problema di come rappresentare in un foglio completamente di pianura i dati del sottosuolo, in questo caso indagini geofisiche e sondaggi per la ricerca di idrocarburi. Nel campo carta vengono riportati i dati di superficie, applicando un criterio lito-pedologico che porta alla suddivisione dei depositi alluvionali secondo varie tessiture, anche miste. Nel contempo sono indicate le strutture tettoniche derivanti dai dati di sottosuolo, nello specifico linee delle principali dislocazioni e anticlinali e sinclinali profonde; il loro

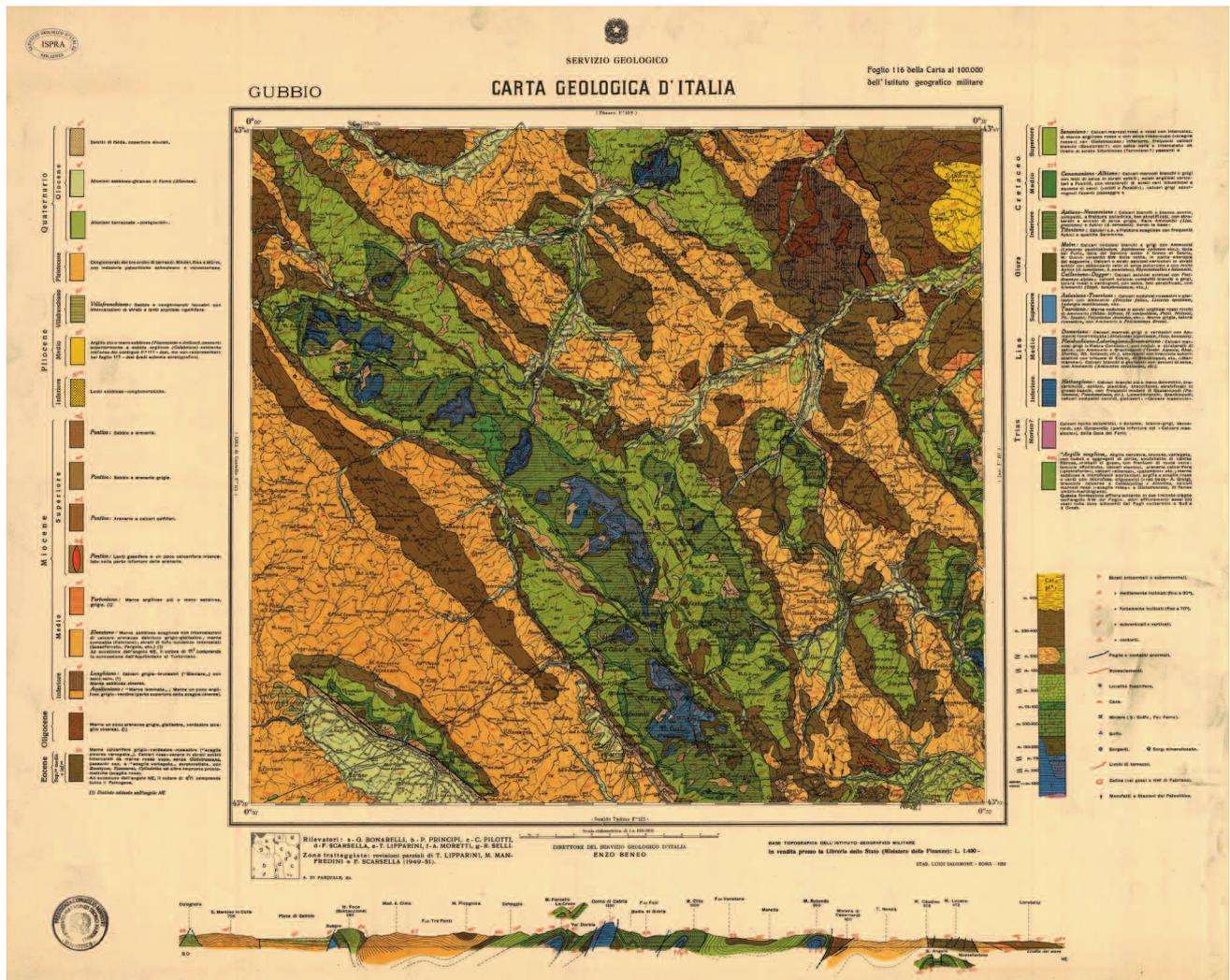


Fig. 6 – Foglio 116 Gubbio. E' il primo foglio nel quale viene riportato un profilo geologico.
- Sheet 116 Gubbio. It is the first sheet showing a geological profile.

della Carta Geologica delle Tre Venezie dall'Ufficio Idrografico del Magistrato delle Acque di Venezia. Da rimarcare in questi fogli è la dettagliata descrizione, con evidenziati i caratteri tessiturali, dei depositi quaternari, prevalentemente alluvionali, della pianura veneto-friulana. Nel Foglio Pordenone le alluvioni sono distinte anche in base pertinenza del corso d'acqua (Tagliamento, Medena, Cellina, Livenza, Piave). Da rimarcare è l'assenza in questi fogli dei profili geologici.

Sempre l'Ufficio Idrografico del Magistrato delle Acque di Venezia dà alle stampe nel 1957 il Foglio 010 Bolzano. Di dettaglio è la stratigrafia del basamento Australpino, cartografato sulla base delle "facies metamorfiche", e quella della successione permo-cenozoica. Del tutto insufficiente è però la suddivisione dei depositi quaternari (i depositi glaciali sono rappresentati dal solo generico tassello "depositi morenici") e praticamente assente è la tettonica. Anche in questo foglio mancano i profili geologici.

Degli stessi anni sono i Fogli della Carta Geologica d'Italia 075 Mirandola e 089 Ravenna (1956) e la 2ª edizione del Foglio 088 Imola (1958), tutti in aree di pia-

nura a parte lo spigolo sud-occidentale del Foglio "Imola", comprendente una piccola porzione pedemontana. Quest'ultimo foglio è, nel complesso, il più ricco di informazioni, dal punto di vista sia cronostratigrafico sia litologico, in particolare per quel che riguarda i depositi alluvionali della bassa pianura, distinti in base al rapporto sabbie-argille. I dati della sismica e dei sondaggi per la ricerca di idrocarburi hanno permesso di riconoscere i principali elementi tettonici (anticlinali, sinclinali, faglie) profondi, riportati direttamente sulla carta e nel profilo geologico. Nel profilo è riportato anche l'andamento delle successioni pre-pleistoceniche. Interessante è anche l'individuazione e la localizzazione in carta delle stazioni preistoriche e dei monumenti protostorici e storici fino all'Alto Medioevo.

Del 1958 è anche la 2a edizione del Foglio 125 Fermo, l'unico realizzato in questi anni nelle Marche. I rilevamenti, eseguiti tra il 1948 e il 1953, e i sondaggi AGIP per la ricerca di idrocarburi permettono di ricostruire con un buon dettaglio la successione plio-pleistocenica. La parte a mare riporta, almeno per l'area

litoranea più vicino alla costa, le tessiture dei fondali e le batimetrie messe a disposizione dall'Istituto Idrografico della Marina.

Nel 1959 vedono la luce diversi fogli realizzati dal Servizio Geologico d'Italia e dalla Regione Autonoma della Sardegna. Essi rappresentano la prima sintesi cartografica moderna del territorio sardo. Quattro fogli - 179 Porto Torres, 180 Sassari, 192 Alghero e 193 Bonorva - occupano il settore isolano nord-occidentale, nel quale ricadono basamento metamorfico paleozoico, successioni sedimentarie permo-mesozoiche e oligo-mioceniche, vulcaniti oligo-mioceniche e plio-pleistoceniche. Questi fogli derivano da rilevamenti effettuati nella prima metà degli anni '50, eccetto il Foglio 180 Sassari i cui rilevamenti si riferiscono ai periodi 1937-1939 e 1948-1953. Le aree a mare riportano anche le batimetrie e, parzialmente, le tessiture dei fondali messe a disposizione dall'Istituto Idrografico della Marina. Nel settore sud-orientale dell'isola è invece posizionato il Foglio 226 Mandas, basato su rilevamenti iniziati nel

periodo 1928-1930 e nel 1941, poi revisionati negli anni '50. La legenda del Foglio presenta un lodevole tentativo per rendere meglio comprensibili le caratteristiche del basamento il quale, attraverso graffe e attribuzioni cronostratigrafiche, viene suddiviso in pre-ercinico, con termini metamorfici ordoviciano-siluriani, e post-ercinico, con termini intrusivi carboniferi.

Sempre in Sardegna è il Foglio 219 Lanusei, stampato nel 1960 ma con rilevamenti eseguiti nel periodo 1939-1941 e quindi, verosimilmente proprio per questo, con una geologia più "semplice" degli altri. Si segnala lo schema stratigrafico (fig. 9) dove sono messi in evidenza i rapporti stratigrafici tra il basamento e il ciclo eruttivo (intrusivo) ercinici, e tra questi e la successione sedimentaria continentale permiana e marina giurassico-cretacica (serie dei "Tacchi").

Oltre ai fogli sardi, nel 1959 vengono stampate anche le seconde edizioni del Foglio 196 Sorrento - Isola di Capri (Vico Equense nella 1ª edizione) e del Foglio siciliano 257 Castelvetrano.

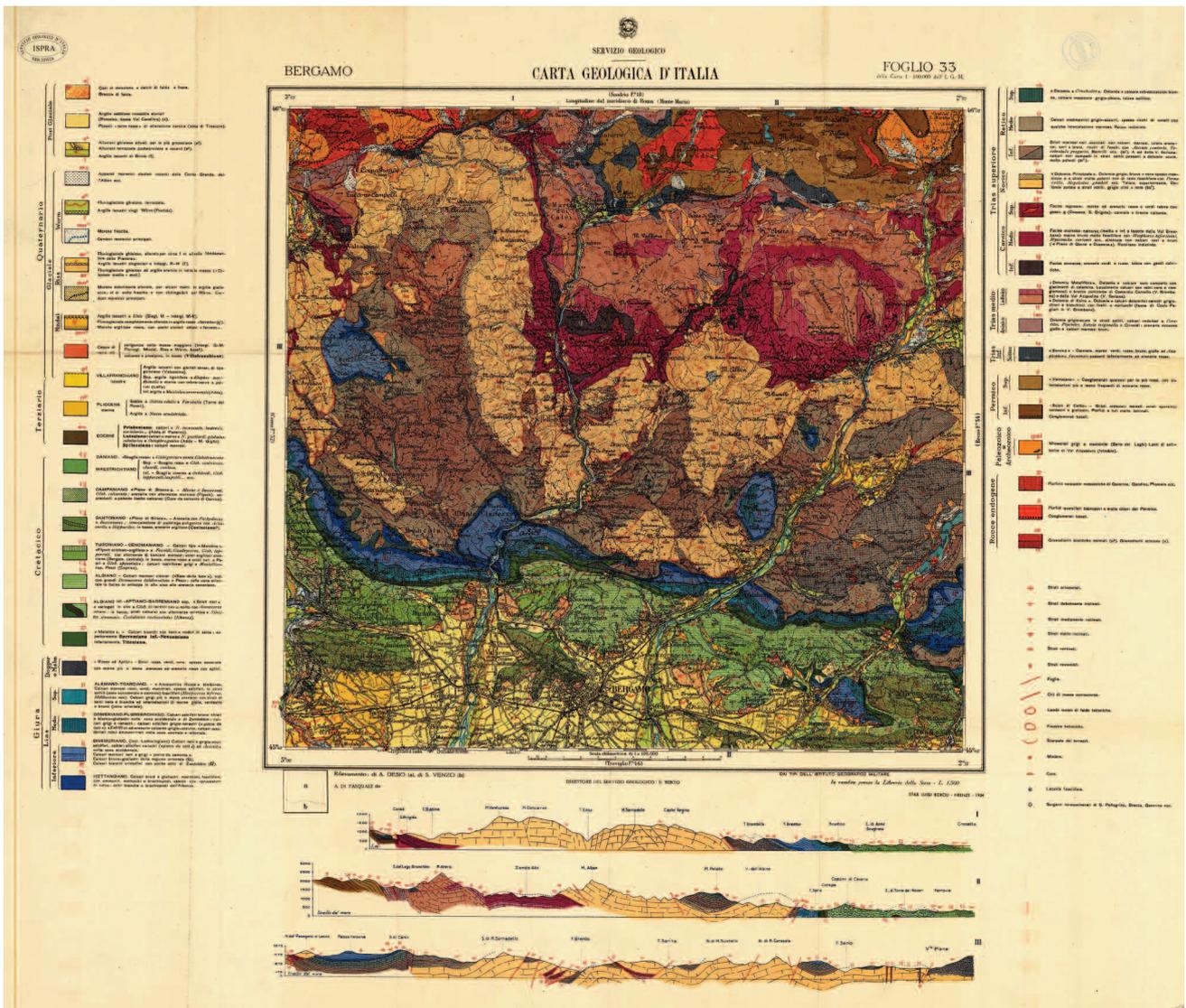


Fig. 7 - Foglio 33 Bergamo. La tettonica è più articolata che nei precedenti fogli alpini e l'assetto strutturale è meglio reso attraverso tre profili geologici. - Sheet 33 Bergamo. Tectonics is more articulate than in previous Alpine sheets and structural setting is best expressed through three geological profiles.

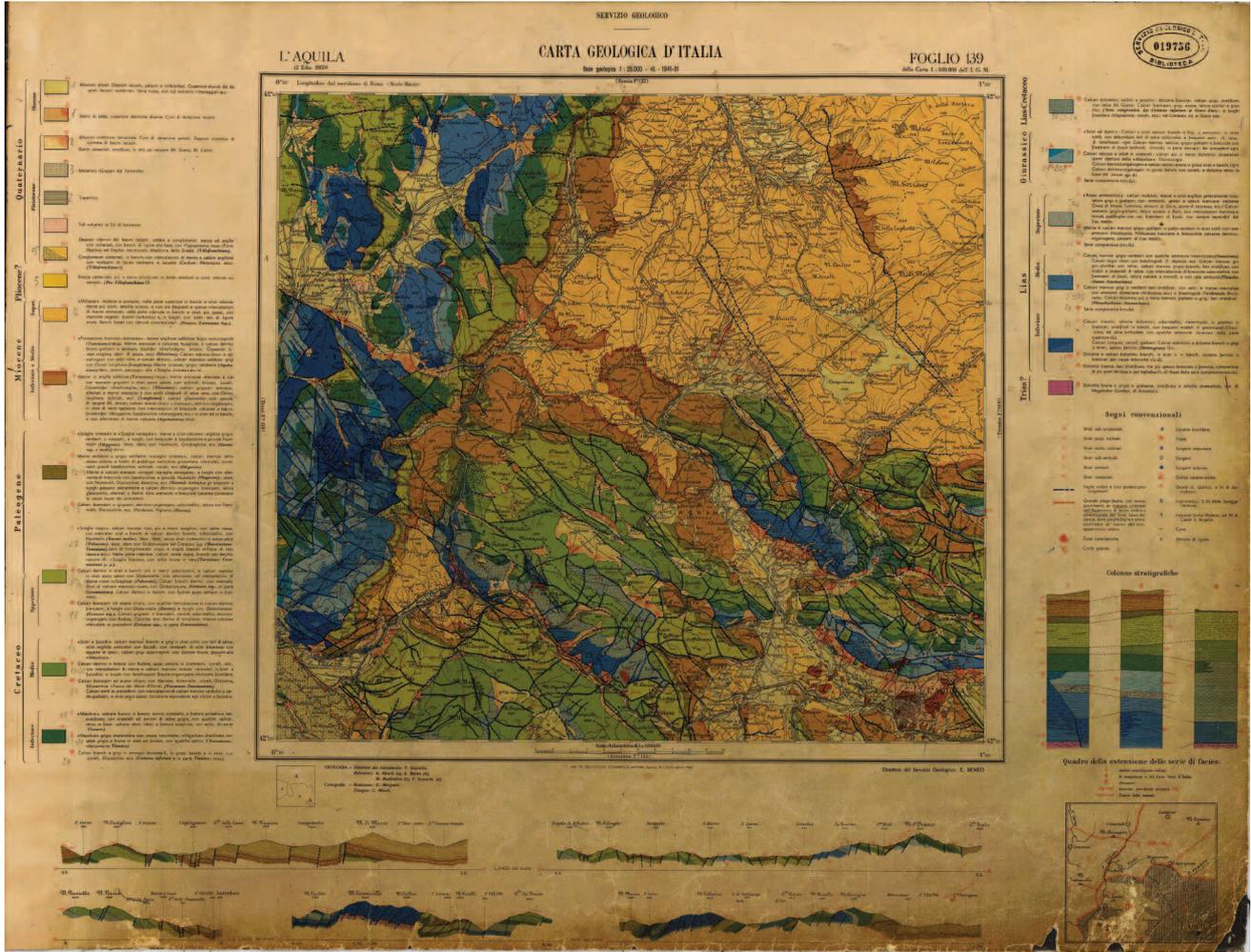


Fig. 8 – Foglio 139 L'Aquila. Rappresenta un importante contributo alla conoscenza stratigrafica, paleogeografica e tettonica dell'Appennino centrale.
 - Sheet 139 L'Aquila. It represents an important contribution to the knowledge of stratigraphy, paleogeography and tectonics of the Central Apennines.

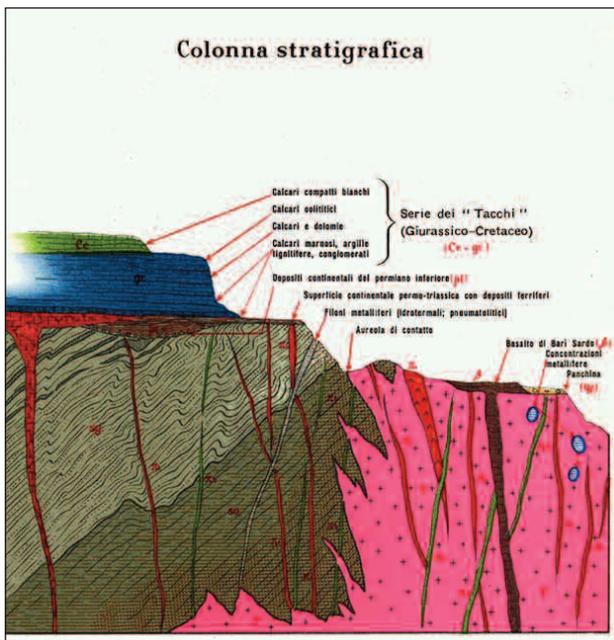


Fig. 9 – Schema stratigrafico del foglio 219 Lanusei.
 - Stratigraphic sketch of the Sheet 219 Lanusei.

Degno di nota è il Foglio 196 Sorrento - Isola di Capri, che viene rilevato negli anni 1950-1951, con rilevamenti alla scala 1:10.000 e 1:25.000. Presenta una buona definizione - per l'epoca - dei depositi plio-pleistocenici marini e continentali e una buona suddivisione litostratigrafica della successione giurassico-cretacea dell'Isola di Capri (rappresentata anche alla scala 1:25.000), mentre basata su un criterio essenzialmente cronostatigrafico (con tasselli che possono comprendere più unità litologiche) è la successione sedimentaria della Penisola Sorrentina. Complessivamente la tettonica presenta una buona definizione, malgrado il generico simbolo "contatto tettonico anormale", da interpretare come faglia inversa. Da segnalare è la rappresentazione delle aree sommerse, che costituisce un deciso passo in avanti rispetto ai precedenti fogli: sono rappresentate le batimetrie e le varie tessiture, ma ci sono anche un maggior dettaglio e una maggiore attenzione alla caratterizzazione litologica dei fondali, in special modo per quelli detritico-organogeni. Da segnalare infine due novità assolute per un foglio geologici alla scala 1:100.000: per l'Isola di Capri ci sono anche, tra gli elementi a cornice, una carta delle anomalie di Bouguer e uno stereogramma tettonico (fig. 10).

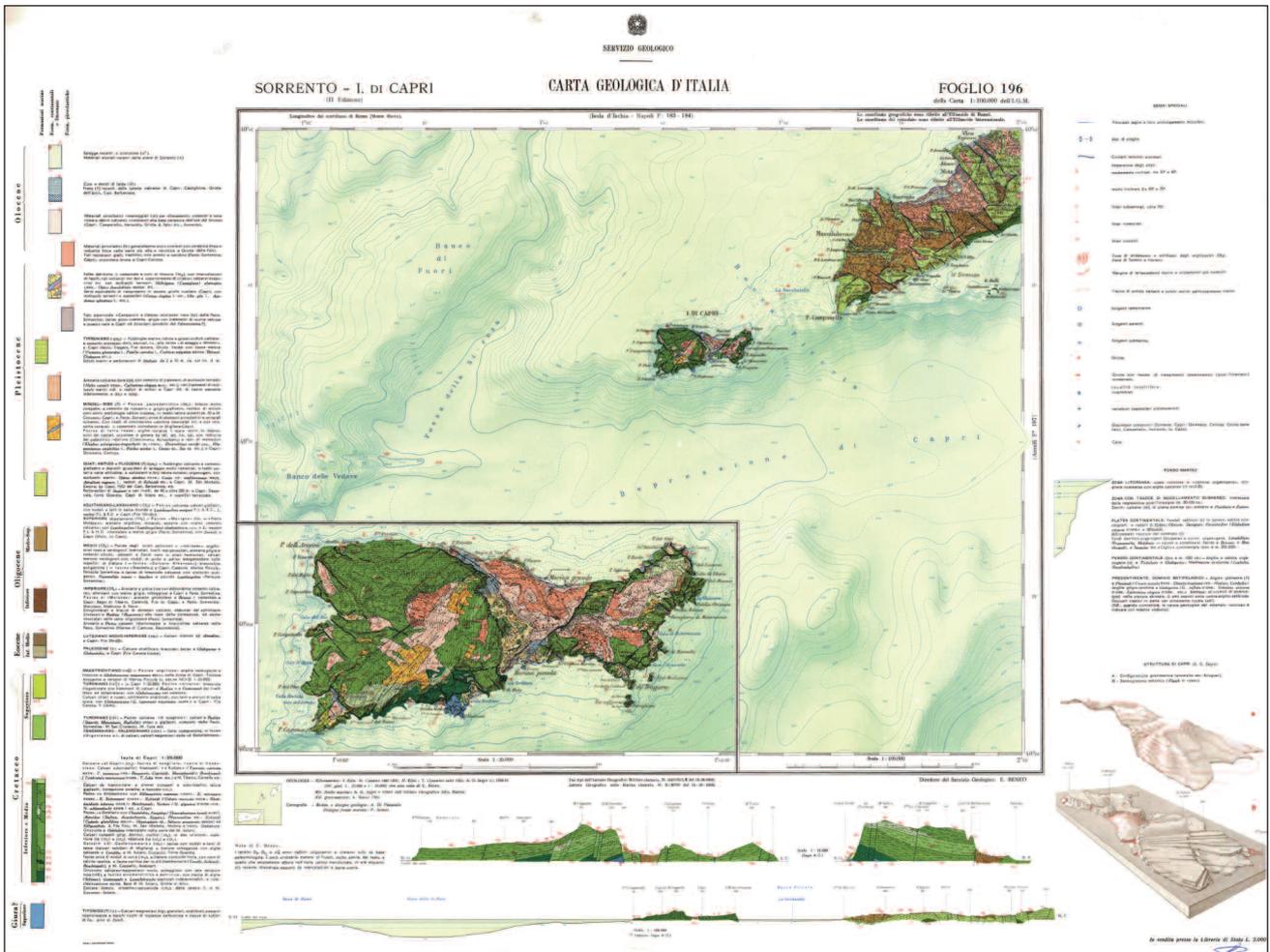


Fig. 10 – Foglio 196 Sorrento - Isola di Capri. Presenta un maggior dettaglio nella rappresentazione delle aree sommerse e, per l'isola di Capri, una carta delle anomalie di Bouguer e uno stereogramma tettonico.
 - Sheet 196 Sorrento-Capri island. It has more detail in the description of the submerged areas and, to the island of Capri, a map of the Bouguer anomalies and a tectonic stereogram.

Del 1960 è la 2^a edizione del Foglio 170 Terracina, con un'estesa parte a mare e contenente anche le Isole Pontine. Il Foglio presenta una buona suddivisione stratigrafica dei depositi continentali quaternari e dei sedimenti marini plio-pleistocenici, questi ultimi in buona parte non affioranti ma raggiunti dai numerosi sondaggi effettuati nella Pianura Pontina. Buona è anche la descrizione delle vulcaniti delle Isole Pontine e dei fondali marini, caratterizzati con gli stessi criteri utilizzati nel Foglio 196 Sorrento - Isola di Capri. Da segnalare è lo schema con gli "Elementi strutturali della Regione Pontina" (fig. 11), nel quale sono riportate le isoanomalie di Bouguer e un primo, anche se elementare, tentativo di individuare le strutture tettoniche principali; ad esempio, vengono differenziate le "Strutture con caratteri estrusivi (Circeo - Zannone)", "Massicci a mosaico di fratture (Monti Ausoni, Monti Aurunci)", "Facies di Flysch paleo-neogenico", ecc.

3.3. – DAL 1960 AL 1988

In questo periodo si registra il picco di produzione di fogli al 100.000, grazie all'impulso dato al "Comple-

tamento e aggiornamento della Carta Geologica d'Italia" dalla "Legge Sullo".

La Legge n.15 del 3 gennaio 1960 (nota come Legge Sullo), oltre ad un finanziamento straordinario, prevedeva la contribuzione ai lavori da parte di Università, Enti pubblici e privati, Regioni Autonome, sotto il coordinamento del Comitato Geologico. Questa legge consentì il completamento della copertura cartografica in scala 1:100.000 del territorio italiano, ma anche l'aggiornamento e la pubblicazione, in seconda edizione, di un cospicuo numero di fogli geologici (per un totale di 132) che furono, di conseguenza, aggiornati secondo le nuove conoscenze geologiche e strutturali.

In questa fase di produzione, i fogli geologici assumono la struttura moderna con l'affermazione della classificazione litostratigrafica come base della cartografia e per la presenza, oltre della carta geologica e della legenda, di elementi a cornice quali le sezioni geologiche e schemi stratigrafici, nonché di una ricca simbologia per la stratigrafia, la tettonica, la geomorfologia, la geologia applicata e le strutture antropiche.

La maggior parte dei fogli sono basati sulla "classificazione litostratigrafica", con distinzione soprattutto

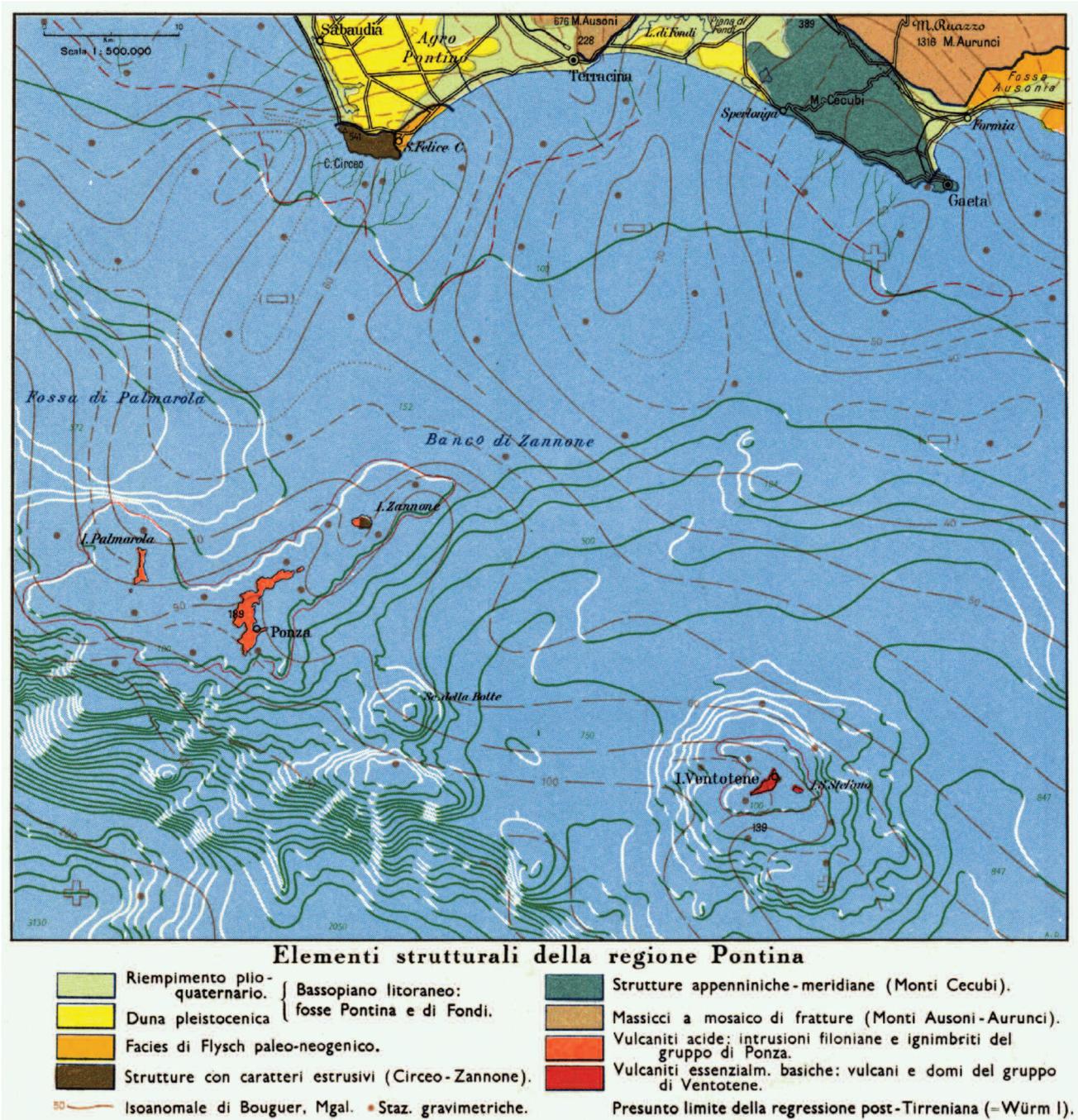


Fig. 11 – Foglio 170 Terracina, schema con gli “Elementi strutturali della Regione Pontina”.
- Sheet 170 Terracina, sketch with the “Structural elements of the Pontine Region”.

di formazioni e gruppi, seguendo “i criteri suggeriti e le disposizioni emanate dal Comitato Geologico” (Note Illustrative dei Fogli 69-70 Asti-Alessandria, pag. 7) nel 1961, anche per quanto riguarda le sigle che possono contenere indicazione cronologiche, litologiche e geografiche. La cartografia è basata sul rilevamento geologico alla scala 1:25.000, anche se localmente si operò al 10.000 o 5.000 per “lo studio di zone complesse o di aree in cui era necessario un particolare dettaglio” (Note Illustrative del Foglio 127 Piombino, pag. 8). La litostratigrafia è utilizzata soprattutto per le successioni stratigrafiche (al tempo era uti-

lizzato il termine “serie”) paleozoiche-cenozoiche, riferendosi anche a “termini” che “si presentavano già convalidati dalla letteratura” (Note Illustrative dei Fogli 109-110-117 Pesaro-Senigallia-Jesi, pag. 9). Risultano così definite le suddivisioni litostratigrafiche di diversi domini paleogeografici o tettonostratigrafici (indicati come “complessi” o “serie”) quali i sistemi carbonatici delle Dolomiti (sulla base del lavoro di P. Leonardi del 1955 poi confluiti nella sintesi “Le Dolomiti” dello stesso Autore del 1967), il Plateau di Trento, il Bacino Lombardo, le successioni ligure ed epiligure, il Bacino To-

scano, il Bacino Umbro-marchigiano, il Bacino Lago-negrese (“serie calcareo-silico-marnosa” nei fogli dell’Appennino meridionale), la Fossa Bradanica, la Piattaforma Apula con la sua transizione a bacino nell’area garganica e le successioni carbonatiche giurassiche della Sardegna. Generalmente i depositi plio-quadernari non sono classificati dal punto di vista litostratigrafico; tra le eccezioni si porta in evidenza l’esempio del Foglio 59 Pavia in cui i sedimenti del Pliocene e del Pleistocene inferiore sono classificati in formazioni nella consapevolezza che alcune *“hanno carattere provvisorio e sono destinate a cadere in sinonimia con altre già stabilite o nuove, ma meglio definibili, quando verrà fatto quel lavoro comparativo che non è stato possibile eseguire prima della stampa del foglio”* (pag. 8 delle Note Illustrative).

La successione mesozoica appenninica di piattaforma carbonatica (Piattaforma Laziale-Abruzzese e Piattaforma Campano-Lucana) è suddivisa in unità che seguono il criterio litostratigrafico, ma senza assegnare loro un nome; gli elementi che le caratterizzano sono la litologia e il contenuto paleontologico.

A questo proposito, si sottolinea che in questo stadio della Carta Geologica d’Italia, la “caratterizzazione paleontologica e biostratigrafica” è un elemento che assume notevole importanza come dimostrato dalle associazioni micropaleontologiche (foraminiferi planctonici e bentonici, calpionelle) e macropaleontologiche (ammoniti e rudiste) inserite nella descrizione delle unità in legenda.

I terreni metamorfici, plutonici e vulcanici, non sono generalmente classificati su base litostratigrafica, tranne che in alcuni casi come nel Foglio 19 Tirano dove tutti i tipi di rocce sono ricondotti a unità litostratigrafiche.

Come detto in precedenza, i depositi quadernari, e in particolare quelli continentali, non sono generalmente classificati su base litostratigrafica; in questo caso la distinzione è basata sul tipo di deposito (di versante, alluvioni, travertini, morene, fluvio-glaciale etc.). In diversi casi si registrano ulteriori separazioni: ad esempio nel Foglio 48 Peschiera del Garda i depositi sono cronologicamente suddivisi in base alla pertinenza a fasi glaciali o interglaciali, oppure nel Foglio 110 Senigallia e in altri fogli limitrofi, i depositi alluvionali sono distinti in base all’ordine del terrazzo di appartenenza.

È degno di nota che in alcuni fogli, in particolare dell’area padana, nella cartografia dei depositi quadernari continentali sono utilizzati sovrassegni che ne identificano la tessitura, come peraltro già sperimentato in alcuni fogli del periodo precedente.

Arrivati agli anni ’60 la “tettonica” è ormai un tema della Carta Geologica d’Italia: infatti le faglie, i sovrascorrimenti e le pieghe, nonché zone cataclastiche, sono cartografate in tutti i fogli e, anche se solo in pochi casi, tra gli elementi a cornice compare lo Schema tettonico, come ad es. il Foglio 7-18 P.zo Bernina-Sondrio, dove tra l’altro le faglie sono definite “linee di dislocazione” (fig. 12). Le faglie sono rappresentate sia come linee semplici, sia indicandone geometria (immersione) e cinematica (movimento relativo dei blocchi).

Per quanto riguarda le pieghe, è utilizzata una diversa rappresentazione per le sinclinali e le anticlinali, attraverso l’andamento in pianta dell’asse, indicandone anche l’immersione.

Fatto notevole è che, dove possibile, sono rappresentati anche gli elementi tettonici sepolti: questo accade soprattutto per le aree in cui sono disponibili i dati

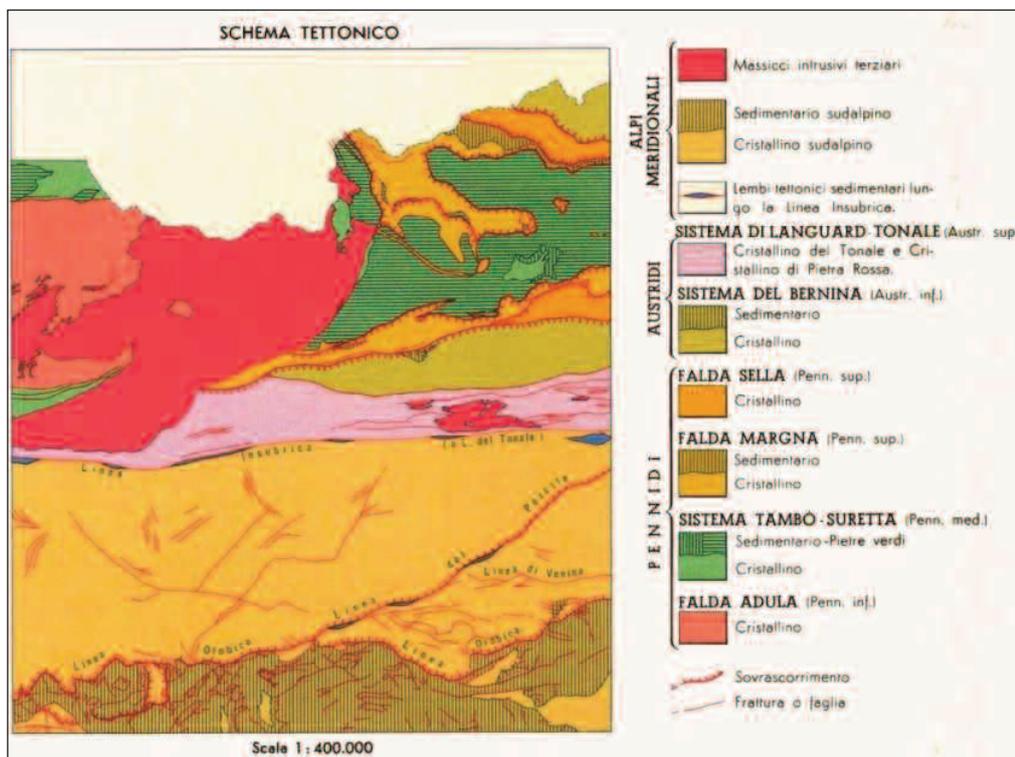


Fig. 12 – Schema tettonico a cornice del foglio 7-18 Pizzo Bernina – Sondrio.
- Tectonic sketch within the Sheet 7-18 Pizzo Bernina – Sondrio.

per la ricerca di idrocarburi e quindi in Pianura Padana, ma anche in altri ambiti come nel caso della Pianura Pontina. Nel Foglio 101 Rimini sono rappresentati gli elementi tettonici sepolti in *off-shore* (fig. 13).

Come accennato, l'uso dei dati da ricerca petrolifera assume massima importanza nei fogli pertinenti aree in cui tale ricerca si è concentrata, quali quelli dell'area padana o della Basilicata e Puglia, dove sono utilizzate le sezioni o le stratigrafie di pozzi fornite principalmente dall'AGIP ma anche da altre aziende (Terra Apuliae, Soc. Pontina Metano).

Si sottolinea anche che in alcuni fogli continuano a essere introdotti elementi di "geologiamarina": oltre a quanto fatto per il Foglio Rimini, come detto sopra, o è fornita la cartografia dei sedimenti sul fondale (ad es. Foglio 183.184 Ischia-Napoli) oppure, per le aree marine sono forniti tra gli elementi a cornice degli schemi con la natura del fondo marino (ad es. Fogli 77 Comacchio, 49 Cerveteri, 178 Mola di Bari).

Le unità distinte in carta sono più o meno approfonditamente descritte nella "legenda". L'organizzazione della legenda varia nei differenti fogli: si nota, comunque, che oltre a legende "semplici" in cui le unità sono riportate in ordine stratigrafico, sono utilizzate legende in cui le unità sono suddivise in base alla "serie", "complesso", "zona" o "facies" di appartenenza, cioè in base a quello che oggi identifichiamo come unità tettonica o tettonostratigrafica o dominio paleogeografico. Quindi troviamo le unità stratigrafiche alpine suddivise in domini indicati come Austridi, Pennidi, Complesso sub-brianzonese, Complesso brianzonese, Complesso sedimentario autoctono, Zona Brianzonese, Zona Pie-

montese, Bacino Terziario Piemontese; nella geologia appenninica le suddivisioni sono in genere in base alla "serie" di appartenenza quali Serie Ligure, Serie Emiliana, Serie Toscana, Serie Umbra, Complesso caotico, Serie Abruzzese, Serie di transizione, Serie calcareo-silico-marnosa.

Allo stesso modo i depositi vulcanici possono essere suddivisi in base all'apparato che li ha originati.

L'organizzazione della legenda, inoltre, prevede che i tasselli rappresentativi delle unità cartografate siano disposti in colonne corrispondenti ai diversi "ambientilitogenetici": rocce metamorfiche, plutoniti, vulcaniti e ambiente marino e continentale per le rocce sedimentarie.

Oltre alla legenda e ad almeno una sezione geologica, un elemento a cornice del foglio presente nella maggiorparte dei Fogli è uno "schema" che sintetizza l'assetto stratigrafico dell'area. Anche in questo caso non c'è uniformità tra gli elaborati: infatti, la sintesi può essere svolta attraverso una o più colonne stratigrafiche, correlate o meno, che illustrino le variazioni latero-verticali della/e successione/i e l'estensione temporale delle unità; uno schema dei rapporti stratigrafici, che a volte può riguardare solo un particolare intervallo o dominio (nel Foglio 108 Mercato Saraceno è presente uno "Schema dell'intersezione delle 'colate gravitative' di materiali dei complessi tosco-emiliani entro la serie romagnola"); uno schema sottoforma di blocco-diagramma (Fogli 61 Cremona, 121 Montepulciano, 224-225 Capo Pecora-Guspini). In alcuni fogli sono riportate le stratigrafie di pozzi per ricerca idrocarburi.

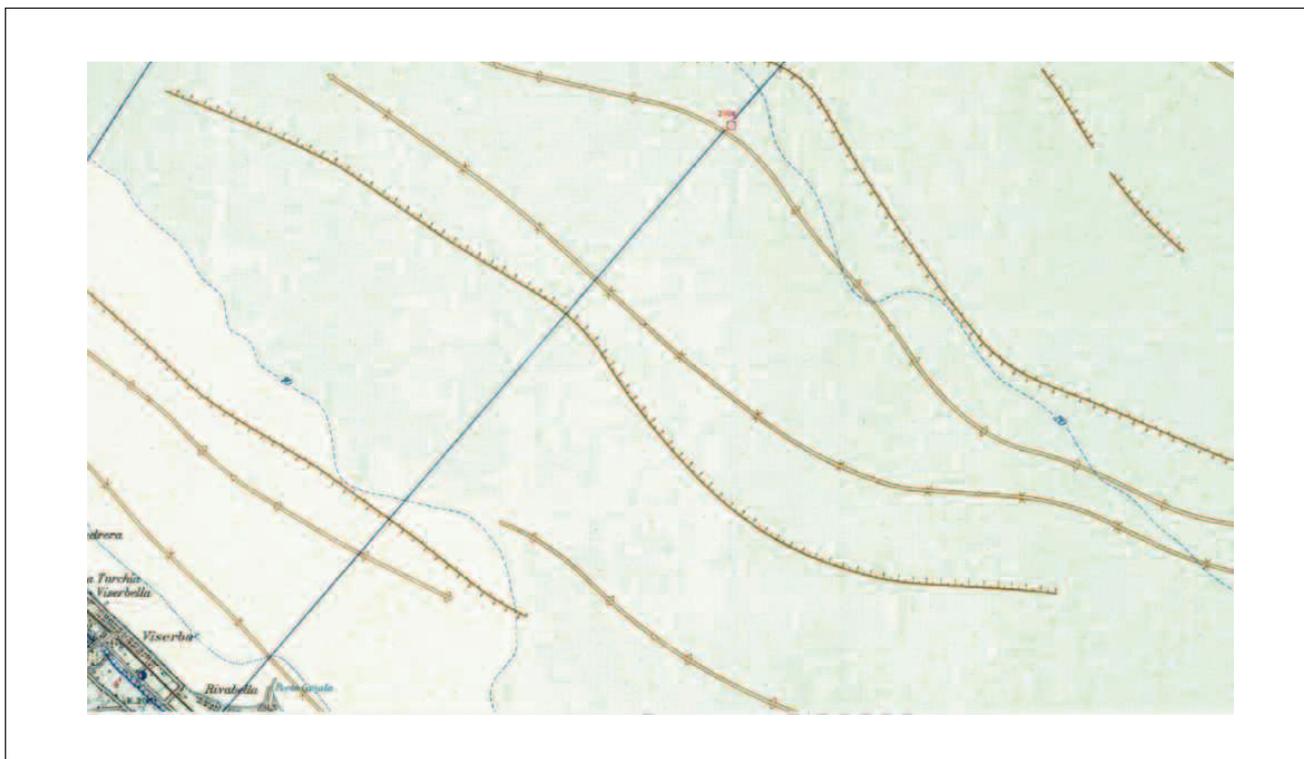


Fig. 13 – Elementi tettonici (faglie e pieghe) dell'*off-shore* adriatico cartografati nel foglio 101 Rimini.
- Adriatic *off-shore* tectonic elements (faults and folds) mapped in the Sheet 101 Rimini.

Lo sviluppo che ha interessato la Carta geologica in questo ultimo periodo è registrato anche dalla simbologia utilizzata che si presenta arricchita di diversi elementi. Innanzitutto la giacitura degli strati che vengono rappresentati con diversi simboli in base a classi di pendenza; come già detto, sono stati introdotti e diventano di uso comune diversi simboli per gli elementi tettonici quali faglie, sovrascorrimenti e pieghe; per quanto riguarda i contatti stratigrafici, solo in rari casi è usato un simbolo distinto per quelli che oggi sono rappresentati come “contatti inconformi”, come il “contatto per trasgressione” nel Foglio 99 Faenza). Sono poi rappresentati con diversi “simboli” elementi geomorfologici (frane, conoidi, terrazzi, terrazzi alluvionali o fluviali, terrazzi marini, paleoalvei, antiche linee di costa, circhi glaciali) e applicativo/antropici (sorgenti, manifestazioni gassose, pozzi, cave e discariche).

4. - LA CARTA LITOLOGICA E LITOSISMICA DERIVATA DALLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:100.000

AMANTI M. (*)

4.1. - CONSIDERAZIONI SULLE CARTE DERIVATE

In generale la derivazione di geotematismi da una carta geologica si può realizzare con la riclassificazione delle unità formazionali del prodotto originale tramite assegnazione di attributi secondo svariati possibili criteri.

Nel casospecifico delle carte litologiche, da una ricognizione della letteratura dedicata a tale argomento sul territorio nazionale, non emerge un criterio univoco di conversione delle unità della cartografia geologica di riferimento in unità litologiche. In particolare la maggioranza delle carte litologiche esistenti sono riferite a territori non molto vasti, ad esempio ad una regione, e risentono quindi delle caratteristiche locali a scapito di una maggiore universalità.

A condizionare l'impostazione ottimale di un modello di legenda concorrono inoltre molti altri fattori, quali le finalità (a differentscopi di utilizzazione del prodotto cartografico corrisponde una diversa impostazione della legenda litologica), le caratteristiche della fonte originaria dei dati, la scala di rappresentazione originaria e derivata, la possibilità di estrarre dalla nuova legenda litologica ulteriori tematismi e l'esigenza di un assetto informativo generale che favorisca la fruibilità del prodotto.

Un altro importante fattore condizionante è dato dalla necessità di ridurre al minimo la perdita di informazione che si determina nel passaggio dalla rappresentazione geologica a quella litologica.

Dall'approfondito esame preliminare del contenuto informativo della Carta Geologica d'Italia 1:100.000 e dai test effettuati nelle aree campione si è osservato che,

alla parziale perdita di informazione, dovuta alla riclassificazione, fanno comunque riscontro numerosi vantaggi, che possiamo elencare schematicamente di seguito:

- la possibilità di disporre di un prodotto vettoriale utilizzabile in ambiente GIS con legenda unitaria su tutto il territorio Nazionale, ottimizzata nei contenuti e semplificata rispetto alle legende originali ed alle relative note illustrative;

- un netto miglioramento della continuità dell'informazione cartografica tra fogli contigui, soprattutto per quanto riguarda l'identificazione delle unità cartografate;

- un notevole guadagno complessivo di omogeneità del prodotto stesso tramite l'eliminazione di attributi “regionali” o più in generale locali. Questi ultimi, nella Carta Geologica d'Italia, si devono soprattutto a schemi classificativi fondati sul concetto di facies litostratigrafica, che in una legenda litologica appare meno scontato, o addirittura inappropriato, soprattutto nel caso di una legenda impostata con finalità geologico-applicative, quale quella in esame.

Infine, il fatto che il progetto della Carta Litologica d'Italia di seguito descritto sia nato da specifiche esigenze operative nel settore della Geologia applicata ha senza dubbio influenzato l'impostazione del modello di legenda, orientato a raggruppare litologie “omogenee”, o meglio “il più omogenee possibile”, dal punto di vista del loro comportamento meccanico.

4.2. - IL PROGETTO CARTA LITOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:100.000

Il progetto Carta litologica d'Italia alla scala 1:100.000 nasce nel 2001 quando, per sopperire alla necessità di una copertura geologica continua sull'intero territorio nazionale, il Servizio Geologico d'Italia, disponendo a quella data soltanto delle Carte geologiche in formato vettoriale alle scale 1:500.000 e 1:1.250.000 (COMPAGNONI *et alii*, 1976-1983; BONOMO *et alii*, 2005), decise di vettorializzare la Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

Tale carta costituisce, ancora oggi, il prodotto cartografico geologico con *copertura completa* del territorio nazionale di maggiore dettaglio informativo. I 277 fogli che la compongono, corredati da 129 note illustrative, sono stati realizzati in un arco temporale di oltre un secolo, come meglio specificato in altro capitolo del presente volume.

Alcuni di essi sono stati pubblicati in varie edizioni, le più antiche delle quali risalgono alla fine dell'800, le più recenti alla metà degli anni '80. Uno dei fogli, il 181 Tempio Pausania, mai stampato ma disponibile in formato cartaceo negli archivi del Servizio Geologico, è stato recuperato e reso fruibile nell'ambito di questo progetto.

Per l'attuazione del progetto fu stipulato un accordo di programma tra l'allora Servizio Geologico

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

Nazionale, il Servizio Sismico Nazionale e l'ANAS, al fine di finanziare le complesse operazioni di informatizzazione e rendere fruibile il prodotto a tutti gli enti interessati.

La prima fase del programma ha previsto la rasterizzazione delle carte e la loro raccolta su CD (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2004). Successivamente il Servizio Geologico ha commissionato all'esterno dell'Ente la vettorializzazione della Carta geologica, ed ha potuto disporre di un database contenente tutte le informazioni presenti nei fogli geologici e nelle note illustrative.

La vettorializzazione completa della Carta geologica d'Italia ha richiesto circa due anni di lavoro.

Successivamente è stata effettuata un'analisi completa delle voci di legenda che, a causa dei differenti criteri di rilevamento e rappresentazione dei fogli, ha evidenziato la complessità del prodotto, individuando oltre 5000 differenti unità di legenda sui 277 fogli del territorio nazionale. Non potendo quindi allestire una legenda geologica unitaria si è resa necessaria una sua rielaborazione.

L'esame approfondito della cartografia originale e delle corrispondenti note illustrative ha infatti evidenziato che alcune delle informazioni in essa contenute potevano essere riorganizzate ed utilizzate per l'allestimento di cartografia geotematica e, più specificamente di una carta litologica basata su criteri litologico-tecnici.

A partire dal 2004 è stato quindi avviato il lavoro, articolato intorno ai seguenti principi di indirizzo che garantissero la qualità del prodotto finale:

- omogeneizzazione delle informazioni;
- creazione di una legenda unitaria;
- utilizzazione per quanto possibile, delle sole informazioni presenti nei fogli e nelle relative note illustrative;
- mantenimento dei limiti formazionali originali;
- nessun nuovo rilievo di campagna;
- eventuale studio di materiale cartografico e/o bibliografico aggiuntivo, al solo fine di ottimizzare il modello di legenda litologica.

Un primo modello di legenda è stato preliminarmente testato su gruppi di fogli scelti sulla base della differente complessità geologica del territorio nazionale, così da poter ottenere i primi risultati utili alla rielaborazione dell'intera Carta.

Dal punto di vista metodologico sono state quindi analizzate le informazioni presenti nelle voci di legenda, quindi si è proceduto all'approfondimento delle informazioni con il supporto delle note illustrative e quando necessario si è utilizzato il supporto proveniente da prodotti cartografici di maggior dettaglio disponibili presso il Servizio.

Infine si è riclassificata ogni unità geologica utilizzando le voci di legenda litologica preliminare.

Il lavoro è stato facilitato dall'utilizzo di una interfaccia grafica appositamente sviluppata per l'inserimento dei parametri nel database.

Valutati positivamente i risultati ottenuti in questa fase di test (AMANTI *et alii*, 2008), il processo di riclassificazione è stato poi esteso all'intero insieme di

fogli alla scala 1:100.000 ed in tale processo lo schema di legenda litologica iniziale è stato progressivamente ottimizzato fino al raggiungimento della versione finale rappresentata schematicamente in figura 1.

Queste attività hanno impegnato, non continuativamente, per circa 5 anni, un gruppo di lavoro composto da 7 geologi ed un informatico del Servizio Geologico d'Italia, fino alla realizzazione definitiva della Carta litologica d'Italia in scala 1:100.000 attualmente disponibile.

4.3. - SCHEMI DI CLASSIFICAZIONE AGGIUNTIVI

Nel corso del lavoro di riclassificazione litologica, nell'ottica della minore perdita di informazioni dall'originale e di un loro successivo utilizzo di carattere applicativo, è stato possibile, in aggiunta ai dati inerenti la legenda litologica, ricavare una serie di elementi informativi accessori. Tali elementi, associati ai litotipi, ampliano le potenzialità applicative della cartografia vettoriale risultante.

In particolare, dall'analisi delle descrizioni associate alle voci di legenda e/o dalle note illustrative, si sono potuti ottenere attributi utili per i seguenti altri tematismi: "*Caratterizzazione genetica*", "*Consistenza dell'ammasso roccioso*", "*Ambiente deposizionale*", "*Struttura dell'ammasso roccioso*" e "*Struttura di dettaglio*".

Mentre per la classificazione litologica è stato possibile riclassificare tutte le unità della carta geologica senza eccezioni, questi altri attributi non sono disponibili per la totalità dei litotipi affioranti, anche perché non applicabili in toto a tutte le diverse litologie, ma con percentuali differenti da caso a caso.

La tabella 1 illustra in che percentuale gli attributi sono presenti nel database.

4.4. - CARTA LITOSISMICA E CARTA DELLE CATEGORIE DEL SOTTOSUOLO

Un esempio dell'utilizzo della carta litologica e degli attributi aggiuntivi viene presentato in questo paragrafo.

Nell'ambito di uno studio condotto da ricercatori del Servizio Geologico d'Italia e dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) è stata messa a punto una metodologia per la realizzazione di carte di pericolosità sismica locale a scala territoriale a partire dalla cartografia geolitologica disponibile in scala 1:100.000.

Questo risultato è stato ottenuto attraverso elaborazioni in ambiente GIS eseguite sulla Carta litologica d'Italia in scala 1:100.000 ed è culminato nella preparazione delle due carte derivate denominate Carta litosismica (Carta delle classi litosismiche d'Italia) e Carta delle categorie di sottosuolo.

Senza entrare nel merito della metodologia specifica, per la quale si rimanda alla bibliografia specifica, vengono di seguito brevemente descritte le due carte derivate sopracitate.

Per la realizzazione della Carta litosismica è stata messa a punto una metodologia di elaborazione che, partendo dallo studio delle 46 classi presenti nella



Fig. 1 - La carta mostrata in figura rappresenta l'applicazione della legenda litologica descritta nel testo sul territorio nazionale. La scala originale è 1:100.000. Nonostante alcuni evidenti limiti legati al rilevamento geologico originale ed alle differenti interpretazioni per fogli contigui rilevati anche a 100 anni di distanza l'uno dall'altro, si riscontra un notevole miglioramento nella omogeneità di rappresentazione.

- *The lithological map of Italy, whose original scale is 1:100,000, shows some evident glitch linked to the original geological survey, occurred some times more than 100 years a part in close sheets. Nevertheless a very good homogenization can be appreciated in relation to the original geological maps at the same scale.*

legenda della Carta litologica d'Italia ha prodotto una carta derivata in cui i 46 litotipi sono stati raggruppati in 12 "classi litosismiche" composte da litotipi di cui è possibile ipotizzare una presunta omogeneità di risposta sismica (tab. 2).

Questa prima elaborazione ha prodotto la Carta delle classi litosismiche d'Italia in scala 1:100.000.

Dall'esame di alcuni degli attributi aggiuntivi presenti nel database (*Consistenza dell'ammasso roccioso, Struttura dell'ammasso roccioso e Struttura di dettaglio*) è stato

Tab. 1 - Mentre per la litologia è stato possibile riclassificare tutte le unità presenti sulla carta geologica originale, gli ulteriori attributi, elencati in tabella, non sono sempre disponibili per la totalità dei litotipi affioranti. La tabella illustra in che percentuale ciascun attributo è presente nel database.

- According to "lithology" attribute it was possible to classify all the units coming from the original geological map. Further more other attributes (such as genetics, rock mass structure, depositional environment, ..) could be extracted from the original map legend, but not all the units could be classified in this way. The table shows the percentage of existing polygons classified according to the other attributes. This attributes were later used to elaborate the lithoseismic map.

Altri attributi	%
Caratterizzazione genetica	100
Consistenza dell'ammasso roccioso	84
Ambiente deposizionale	70
Struttura dell'ammasso roccioso	70
Struttura di dettaglio	65

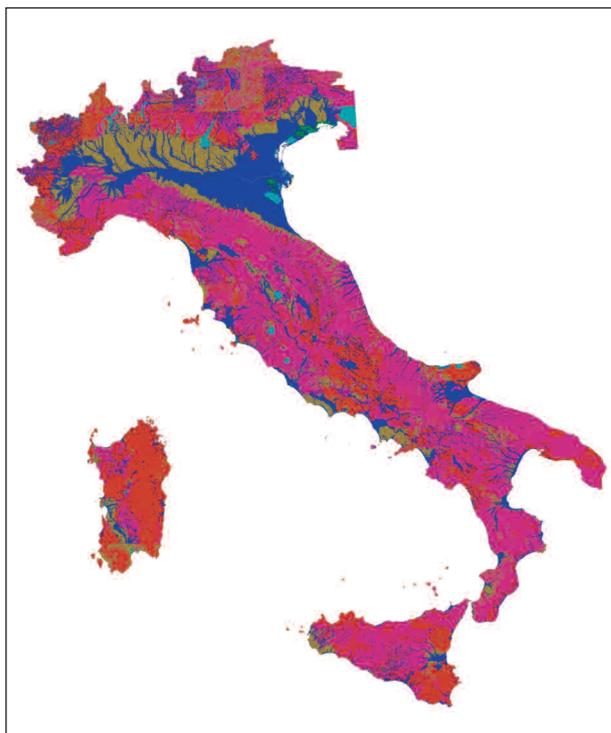


Fig. 2 - Carta delle categorie di sottosuolo, l'originale è alla scala 1:100.000. Il territorio nazionale è stato suddiviso nelle 5 categorie "A" (rosso), "B" (fucsia), "C" (ocra), "D" (azzurro) e "S1/D" (verde). Per un commento alla carta e alla legenda stessa si rimanda all'articolo citato nel testo.
- The map of the subsoil classes, according to the Italian Law (NTC, 2008) on the seismic behavior of soils, shows how the Italian territory was classified in 5 homogeneous behavior classes. For a complete description of the legend and of the used methodology please check DI CAPUA et alii, 2008.

Tab. 2 - Tabella di correlazione tra i 46 litotipi della classificazione litologica e le 12 classi litosismiche per cui è possibile ipotizzare una presunta omogeneità di risposta sismica. Questa tabella è alla base della legenda della Carta delle Classi Litosismiche d'Italia in scala 1:100.000.

- The table shows the correlation between the 46 lithological classes and the 12 lithoseismic classes with an homogeneous seismic behavior. This table was used to draw the Lithoseismic Classes Map of Italy at 1:100.000 scale.

Litotipi	Classe litosismica
Rocce: calcari, dolomie, calcari marnosi, diaspri, quarzareniti, lave acide, prodotti intermedi, lave basiche, lave a chimismo non noto, rocce granitoidi, plutoniti intermedie, plutoniti foidiche, filladi e micascisti, gneiss, prasiniti, ofioliti, serpentiniti, cornubianiti, marmi, dolomie metamorfiche, quarziti, granuliti, metamorfiti di basso grado, mineralizzazioni di particolare interesse	SA1
Piroclastiti, tufi, ignimbriti, piroclastiti + lave, tufi pedogenizzati, scorie, lapilli, pomici e bombe	SA2
Arenarie	SA3
Evaporiti, diatomiti, terreni e rocce residuali	SA4
Travertini	SA5
Detriti cementati	SA6
Complessi pelitico-arenacei e calcareo arenacei	SA7
Marne	SA8
Sabbie+Ghiaie, argille, terreni a granulometria mista	SA9
Argille caotiche	SA10
Tufiti	SA11
Terreni torbosi e lignitifera	SA12

possibile attribuire alle 12 classi litosismiche l'appartenenza ad una delle categorie di sottosuolo presenti nelle NTC (2008), utilizzando inoltre anche l'attributo "età della formazione" ottenuto per diretta correlazione dalla Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 da cui quella Litologica deriva.

L'insieme delle classi litosismiche e dei parametri

suddetti ha determinato le sottoclassi di interesse descritte nella tabella 3.

In figura 2 è visibile la carta finale a solo titolo di esempio data la scala di stampa. Come già detto si rimanda alla bibliografia per un commento esteso alle carte ed al loro possibile utilizzo (DI CAPUA *et alii*, 2011).

Tab. 3 - Dall'esame degli attributi aggiuntivi presenti nel database ed evidenziati in alto nella tabella è stato possibile attribuire alle 12 classi litosismiche l'appartenenza ad una delle categorie di sottosuolo presenti nelle NTC (2008). L'attributo "età della formazione", ottenuto per diretta correlazione dalla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 da cui la Litologica deriva, ha permesso di differenziare ulteriormente alcuni casi dubbi, in base all'assunzione che terreni più recenti sono meno addensati.

- Studying the other attributes (see table 1) of the lithological classes, visible in the upper line of the table, it was possible to correlate the 12 lithoseismic classes to the subsoil categories, according to the Italian Law NTC (2008). Furthermore "Age of deposit" attribute, coming directly from the original geological map, was used to evaluate some cases where the discriminating element was the terrain thickening, assuming that recent deposits were less thick than older ones.

Classe litosismica	Categoria di sottosuolo NTC (2008)						
	di "default"	Attributo "consistenza ammasso roccioso"	Attributo "struttura ammasso roccioso"	Attributo "struttura di dettaglio"	Attributo "Età del deposito"		
					Pre-Quaternario	Pleistocene	Olocene
SA1	A	-	-	B (6B, 6G)	-	-	-
SA2	B	C (3I)	-	-	-	-	C
SA3	A	B (3M, 3N)	B (5B)	B (6B)	-	-	-
SA4	B	-	-	-	-	C	C
SA5	B	-	-	C (6A)	-	-	-
SA6	A	B (3N)	-	-	-	-	-
SA7	B	-	-	-	-	-	-
SA8	B	-	-	-	-	-	-
SA9	B	-	-	-	-	C	D
SA10	B	-	-	-	-	-	-
SA11	B	-	-	-	-	-	C
SA12	S1/D	-	-	-	-	-	-

La Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Progetto CARG

The Geological map of Italy 1:50,000 scale – The CARG project

RIASSUNTO - La realizzazione della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 prende avvio con alcuni fogli geologici e geotematici sperimentali, che vengono rilevati e stampati a partire dai primi anni '70 dal Servizio Geologico d'Italia e da altre Istituzioni.

Contemporaneamente al rilevamento dei primi fogli, si lavora alla redazione delle "Norme generali per il rilevamento e la compilazione della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000". Il Progetto ufficiale di realizzazione della Carta, tuttavia, ebbe inizio grazie a un finanziamento previsto dalla Legge 67/1988. Successivi atti normativi definirono, la realizzazione della cartografia geologica (progetto CARG) la collaborazione tra Servizio Geologico d'Italia, Regioni, Province autonome, Università e Consiglio Nazionale delle Ricerche e diedero al Servizio Geologico un ruolo primario nell'acquisizione e nella divulgazione dei dati geologici, oltre che il coordinamento delle attività del progetto CARG.

L'obiettivo principale del Progetto CARG è quindi la realizzazione e l'informatizzazione dei 652 fogli geologici e geotematici alla scala 1:50.000 in cui è diviso il territorio nazionale.

PAROLE CHIAVE: Cartografia geologica, linee guida

ABSTRACT - The realization of the Geological map of Italy 1:50,000 scale started with the realization of some experimental geological and geothematic maps at the beginning of the '70 by the Geological Survey of Italy and other Scientific Institutions. At the same time geologists worked to draft the "General Guidelines for the survey and the realization of the geological map 1:50,000 scale".

The CARG project, nevertheless, began thanks to the 67/1988 Law and following legislative actions gave to Geological Survey of Italy a primary role in data acquisition and coordination of the activities. The project involves over 60 structures including CNR, University Departments and Research Institutes, as well as the Regions and Autonomous Provinces.

The main objective of the CARG project is the realization and the computerisation of the total 652 geologic and geothematic maps.

KEYWORDS: geological maps, guidelines

1. - LA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:50.000

LETTIERI M. (*)

La conoscenza geologica di un territorio è sempre stata tra i principali obiettivi degli studiosi delle Scienze della Terra che, oltre all'interesse volto agli aspetti puramente scientifici, ritenevano che attraverso un approfondito studio geologico si potesse giungere ad un proficuo utilizzo delle risorse naturali disponibili.

Fin dagli inizi del XIX secolo in Europa si era compresa l'importanza che la conoscenza geologica del territorio, resa possibile attraverso la realizzazione della Carta geologica, avrebbe potuto avere per la ricerca mineraria. La Carta geologica infatti è stata, in quegli anni, funzionale alla crescita economica in quei Paesi europei, come la Gran Bretagna e la Francia, dove la cartografia geologica, considerata fondamentale soprattutto per il suo utilizzo nell'ambito dell'industria mineraria, era stata già realizzata (LETTIERI, 2012).

Negli anni precedenti all'unificazione dell'Italia, avvenuta il 17 marzo 1861, gli scienziati italiani, ben consapevoli del valore e dell'importanza di tale prodotto, guardavano a queste esperienze europee come esempi da seguire (CORSI, 2003). Tuttavia, la crescita industriale e culturale avveniva con meccanismi e tempi diversi differenziandosi da Paese a Paese e, conseguentemente, lo stesso accadeva per la produzione di cartografia geologica. In Italia, dopo varie vicissitudini, solo nel 1877 ebbe concretamente inizio il rilevamento della Carta geologica e fu deciso di adottare la scala 1:100.000, non essendo ancora disponibile la copertura topografica alla scala 1:50.000 per la pubblicazione dei fogli geologici (ERCOLANI, questo volume).

Il rilevamento della Carta geologica alla scala 1:100.000 fu condizionato dai numerosi accadimenti avvenuti fin dall'inizio del XX secolo e proseguì con alterne vicende fino allo scoppio della Prima Guerra Mondiale, per poi riprendere nel 1921.

Una certa continuità nella pubblicazione dei fogli si è avuta fino al 1935, per poi scemare a causa di una progressiva riduzione dei finanziamenti e dello scoppio della Seconda Guerra Mondiale, fino al totale arresto nel 1944-45. Alla fine degli anni '40 i fogli geologici stampati sono 218 su un totale di 277 che costituiscono la copertura dell'intero territorio italiano. Gli anni del secondo dopoguerra, con gli enormi problemi legati alla ricostruzione, non incentivano certo la produzione di nuovi fogli geologici. Si deve aspettare la fine degli anni '50 e il "boom economico" per poter vedere la ripresa del progetto.

Su iniziativa del ministro Fiorentino Sullo, nel 1958 una commissione geologica decide di portare a termine la realizzazione della Carta geologica, confermandone ancora una volta l'importanza per il Paese. La Legge 3

gennaio 1960 n. 15 "Completamento e aggiornamento della Carta geologica d'Italia" (nota come "Legge Sullo") favorisce la ripresa dei lavori attraverso finanziamenti straordinari e la partecipazione diretta di università, enti pubblici e privati. Il completamento della copertura alla scala 1:100.000 viene portato a termine solo nel 1989, ma nonostante l'impegno profuso da tutti coloro che si sono prodigati per realizzare la copertura geologica alla scala 1:100.000, la cartografia prodotta è risultata non essere coordinata; vengono quindi pubblicati 276 fogli su 277 e revisionati 132 fogli (CARUSONE *et alii*, 1996).

1.1. - IL PROGETTO CARG

Il Servizio Geologico d'Italia avviò in via sperimentale, a partire dal 1971, il rilevamento di alcuni fogli geologici e geotematici alla scala 1:50.000 (GALLUZZO & PICHEZZI, questo volume), grazie alla presenza dei nuovi fogli della *Carta Topografica d'Italia alla scala 1:50.000* che, a partire dal 1964, l'Istituto Geografico Militare aveva iniziato a realizzare. Alla fine degli anni '80 i fogli pubblicati alla scala 1:50.000 furono solo 11.

Ma la vera ripresa del Progetto di realizzazione della Carta geologica ufficiale d'Italia alla scala 1:50.000 avvenne solo grazie a un finanziamento *una tantum* di 20 miliardi di Lire (10.330.000 €) previsto dall'art.18, comma 1, lett. g, della Legge finanziaria 11/3/1988, n. 67 e dalla relativa deliberazione CIPE 5/8/1988, nell'ambito del *Programma annuale di interventi urgenti di salvaguardia ambientale*, finalizzato alla realizzazione di 68 fogli geologici, un foglio geomorfologico e un foglio di geologia marina alla scala 1:250.000. Il rilevamento di questi fogli geologici sarebbe stato effettuato alla scala 1:25.000, quindi con un dettaglio maggiore rispetto a quelli già disponibili alla scala 1:100.000.

La deliberazione CIPE indicò che i soggetti deputati a presentare le istanze di finanziamento fossero le Amministrazioni statali, le Regioni e gli Enti pubblici economici e definì le caratteristiche generali e le tipologie di intervento, sottolineando che ogni attività connessa alla esecuzione dei progetti dovesse essere svolta secondo le norme ed i criteri stabiliti dal Servizio Geologico d'Italia ⁽¹⁾.

In conseguenza del trasferimento, avvenuto nel 1987, presso il Ministero dell'Ambiente, il Servizio Geologico riottenne il suo ruolo di riferimento per la cartografia geologica ufficiale dello Stato che gli era stato conferito a partire dalla sua costituzione avvenuta con il R. Decreto n. 1421 del 15 giugno 1873.

1.2. - LA DIFESA DEL SUOLO E IL PROGETTO CARG

Con la Legge 18 maggio 1989 n. 183 *Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*, avvenne una vera e propria rivoluzione culturale.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

(1) Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana- Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 215 del 13 settembre 1988 – Serie Generale – Comitato interministeriale per la programmazione Economica. - Deliberazione 5 agosto 1988 – Programma annuale 1988 di interventi urgenti per la salvaguardia ambientale.

La Legge, come viene indicato nell'Art.1, ha lo scopo di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale e la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi attraverso azioni di carattere conoscitivo, di programmazione e pianificazione degli interventi, quali la raccolta, l'elaborazione, l'archiviazione, la diffusione dei dati e la formazione ed aggiornamento delle carte tematiche del territorio.

L'attività conoscitiva è svolta in collaborazione tra i soggetti pubblici operanti nel settore, secondo criteri, metodi e standard di raccolta di elaborazione e consultazione.

A tale scopo vengono riorganizzati e potenziati i Servizi Tecnici Nazionali e collocati nel Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri. Il Servizio Geologico d'Italia, in conformità con i propri compiti istituzionali è chiamato a realizzare in un Sistema Informativo Unico geologico (SIU), l'acquisizione, la conservazione, l'aggiornamento e l'elaborazione di tutti i dati geologici e geotematici aventi un dettaglio corrispondente alla scala 1:25.000, disponibili per il territorio nazionale derivanti dalle campagne di rilevamento, dalle analisi di laboratorio, prospezioni e ricerche effettuati per la realizzazione della Carta geologica nazionale alla scala 1:50.000.

La Legge 183/89 (abrogata dall'art.175 del D.Lgs.3 aprile 2006 n.152 e di fatto sostituita dal decreto "Norme in materia ambientale") ha previsto quindi la possibilità di produrre documentazione finalizzata alla conoscenza del territorio rendendo quindi possibile la prosecuzione del progetto di realizzazione della Carta geologica d'Italia.

Con la Legge n. 305 del 28 agosto 1989 il progetto unitario a scala nazionale, denominato "Progetto CARG", viene inquadrato nella *Programmazione triennale per la tutela dell'ambiente*. La realizzazione della cartografia geologica prevede la collaborazione tra Servizio Geologico d'Italia, Regioni, Province autonome, Università e Consiglio Nazionale delle Ricerche⁽²⁾.

Le risorse stanziare pari a 80 miliardi di Lire (41.317.000,00 €) per il triennio 1989-1991, sono destinate al rilevamento di ogni dato geologico e geotematico relativo al territorio nazionale e la loro sistematizzazione nel segmento "Scienze della Terra" del sistema informativo unico territoriale di cui agli articoli 2 e 9 della Legge n. 183/1990.

Il Servizio Geologico d'Italia in ottemperanza a quanto stabilito dalla Legge 183/89 assume quindi, come detto, un ruolo primario nell'acquisizione e divulgazione dei dati geologici per consentire la loro fruibilità da parte delle Amministrazioni pubbliche attraverso il coordinamento delle attività per la realizzazione della Carta geologica alla scala 1:50.000.

Ma per il Servizio Geologico non sono concluse le vicissitudini derivanti dai trasferimenti in altri Enti. Ai sensi del D. Lgs. 30 luglio 1999, n. 300 viene istituita

l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT), nella quale confluisce e, successivamente con l'articolo 28 del Decreto Legge 25 giugno 2008, n. 112 convertito con modificazioni dalla Legge 6 agosto 2008, n. 133, recante "*Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria*", viene trasferito nell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) a cui sono state attribuite le funzioni, con le inerenti risorse finanziarie, strumentali e di personale, dell'APAT, dell'INFS e dell'ICRAM.

Il Servizio Geologico d'Italia conserva tuttavia il suo ruolo istituzionale di Organo cartografico dello Stato e prosegue nell'attività di coordinamento ed indirizzo per la realizzazione della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000.

1.3. - LE RISORSE DEL PROGETTO CARG

Le risorse statali assegnate al Progetto, pari a un totale di 87.260.275 Euro, rese disponibili da varie leggi di finanziamento (fig. 1), insieme agli impegni finanziari a carico delle Regioni e Province autonome, valutabili tra i 35/45 milioni di Euro, hanno consentito la realizzazione ed informatizzazione di: 255 Fogli geologici - pari a circa il 40% dei 652 fogli geologici che ricoprono l'intero territorio nazionale - quattordici carte tematiche, sette fogli di geologia marina in scala 1:250.000, una carta morfobatimetrica del bacino del Tirreno, parte del transetto CROP, ventisei carte prototipali, la manutenzione e integrazione della banca dati geologici e l'aggiornamento del Catalogo delle formazioni geologiche.

Purtroppo lo stanziamento economico delle risorse non è stato costante e dal 1999 non sono state più emanate norme e leggi che abbiano previsto ulteriori finanziamenti per il proseguimento del Progetto⁽³⁾.

1.4. - L'OBIETTIVO E LE PECULIARITÀ DEL PROGETTO

L'obiettivo principale del Progetto CARG è quindi la produzione e l'informatizzazione di tutti i 652 fogli geologici e geotematici alla scala 1:50.000 in cui è diviso l'intero territorio nazionale. Oggi la Carta geologica non è più lo strumento deputato a fornire le conoscenze necessarie alla ricerca delle materie prime, come ferro, carbone, zolfo, in quanto in Italia l'attività estrattiva dei minerali e dei metalli è quasi del tutto abbandonata, ma è diventata soprattutto un documento imprescindibile per una valida pianificazione territoriale ed una adeguata politica d'intervento e di gestione.

Il Progetto CARG nel corso di questi anni è stato funzionale all'approfondimento delle conoscenze geologiche sul territorio italiano. È stato sicuramente un progetto all'avanguardia ed è stato contraddistinto da requisiti che hanno reso qualitativamente superiori i

(2) Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana- Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 120 del 25 maggio 1989 – Serie Generale – Legge 18 maggio 1989 n. 183 – Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo

(3) Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana- Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 163 del 14 luglio 1999 – Serie Generale – Legge 13 luglio 1999 n. 226 – Conversione in Legge, con modificazioni, del decreto-Legge 13 maggio 1999 n. 132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile.

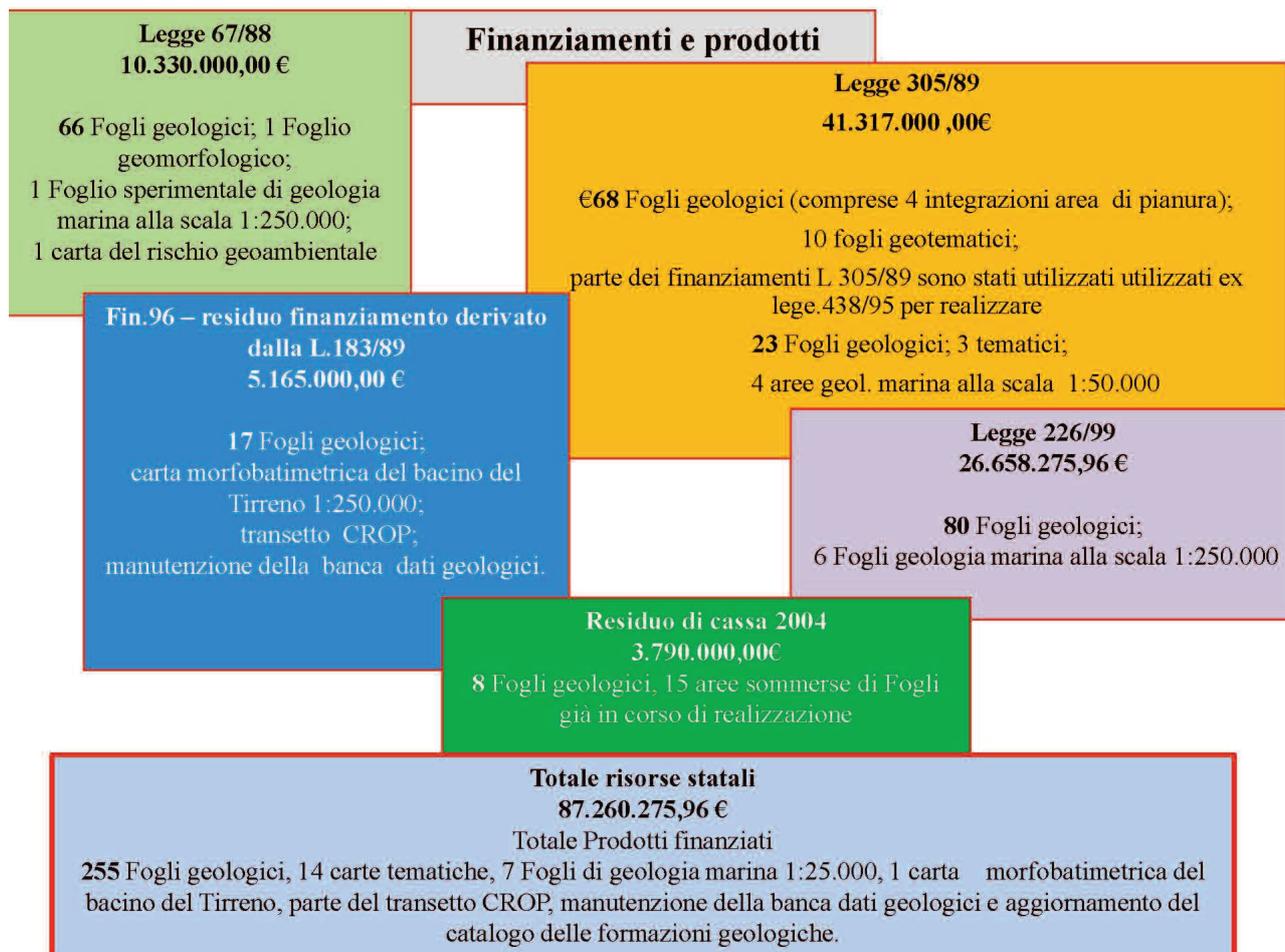


Fig. 1 - Finanziamenti e prodotti.
 - *Fundings and products.*

fogli da esso derivati, rispetto ai precedenti fogli geologici realizzati, come ad esempio:

- coinvolgimento diretto delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano, dei Dipartimenti Universitari e del CNR;
- coordinamento a livello nazionale in corso d'opera;
- la valenza scientifica;
- l'utilizzo di normative tecniche nazionali;
- il rilevamento della parte sommersa di molti fogli costieri, di fondamentale importanza per la difesa dei litorali;
- una particolare attenzione al rilevamento del Quaternario continentale;
- la realizzazione di una banca dati;
- la disponibilità dei fogli ancor prima della loro stampa: tutti i fogli geologici e geotematici stampati e in allestimento per la stampa sono consultabili sul sito web dell'ISPRA (DELOGU *et alii*, questo volume).

1.5. – LE LINEE GUIDA

Al fine di realizzare un progetto omogeneo e coordinato il Servizio Geologico d'Italia, in collaborazione con esperti del CNR e delle Università, ha realizzato le

Linee guida di riferimento per il rilevamento, la rappresentazione cartografica e l'informatizzazione sia dei Fogli geologici che di quelli geotematici, pubblicate sulla collana dei Quaderni (serie III) del Servizio Geologico e disponibili sul sito dell'ISPRA⁽⁴⁾ (GALLUZZO, questo volume).

Ulteriori "normative" disponibili sul sito riguardano le indicazioni per la compilazione delle Note Illustrative e della Legenda, le indicazioni per il rilevamento e la rappresentazione cartografica del Quaternario continentale, la Cartografia delle aree vulcaniche e il Rilevamento geologico delle aree marine alla scala 1:50.000.

1.6. – PRODOTTI CARG E LORO STATO DI AVANZAMENTO

1.6.1. – *Fogli geologici*

I Fogli geologici finanziati nell'ambito del Progetto CARG sono, finora, 255; di questi, 153 sono conclusi e stampati, 57 sono in attesa di stampa, 36 sono in allestimento per la stampa; di sei fogli è concluso il rilevamento

(4) (http://www.isprambiente.it/site/it-IT/Progetti/Progetto_CARG_-_Cartografia_geologica_e_geotematica/Linee_guida/)

e un foglio è ancora in corso di rilevamento (fig. 2).

Sul sito web dell'ISPRA, nella Sezione cartografia, sono visualizzabili 230 fogli geologici derivanti dal Progetto CARG.

1.6.2. – Carte geotematiche

La Carta geologica rappresenta la base di partenza per realizzare carte geotematiche (idrogeologiche, geomorfologiche, geominerarie, stabilità dei versanti, di pericolosità geologica, geofisiche, ecc.), attraverso le quali vengono approfondite le conoscenze del territorio relativamente a tematiche specifiche.

Nell'ambito del Progetto CARG sono state finanziate quattordici carte geotematiche alla scala 1:50.000 e carte a scale diverse, relative agli eventi alluvionali verificatisi in Piemonte nel novembre 1994. Nel contesto generale queste carte tematiche possono essere considerate sperimentazioni metodologiche, al pari delle carte programmate alla scala 1:250.000, relative alla piattaforma continentale in Adriatico e al rischio geoambientale in una porzione di territorio emiliano realizzate anch'esse con risorse CARG.

1.6.3. – Geologia marina

La Legge 183/89 estende il termine *territorio* anche ai fondali marini e in particolar modo alla piattaforma continentale; *“La Carta geologica ufficiale del territorio nazionale, ivi compresa la porzione di fondo e sottofondo marino sulla quale si esercita la sovranità nazionale, costituisce un documento di base per lo sviluppo del Paese attraverso la conoscenza fisica del territorio per la programmazione territoriale ed ambientale”*.

Nel Progetto CARG oltre al rilevamento delle terre emerse, realizzato essenzialmente alla scala 1:10.000, poi sintetizzato prima alla scala 1:25.000 e poi alla scala di stampa 1:50.000, viene rilevata anche la parte sommersa di molti fogli costieri, non essendo più considerata una cartografia tematica ma parte integrante della Carta geologica. Tra i 255 Fogli finanziati, 64 comprendono porzioni di piattaforma continentale. A questi si aggiungono sei Fogli di geologia marina alla scala 1:250.000 (D'ANGELO & FIORENTINO, questo volume).

1.6.4. – La Banca Dati

La realizzazione della Banca dati CARG, con un dettaglio corrispondente alla scala 1:25.000, ha rappresentato un elemento innovativo e caratterizzante del Progetto; permette di recuperare ed organizzare tutti i dati acquisiti durante il rilevamento per renderli disponibili. Il foglio stampato quindi risulta essere una sintesi dei dati raccolti nel sistema informativo.

1.7. – CONCLUSIONI

La conoscenza del territorio nella sua globalità rappresenta uno strumento indispensabile per la gestione del delicato equilibrio ambientale. In particolare, la conoscenza delle condizioni geologiche del territorio nazionale dovrebbe ancora essere un obiettivo primario

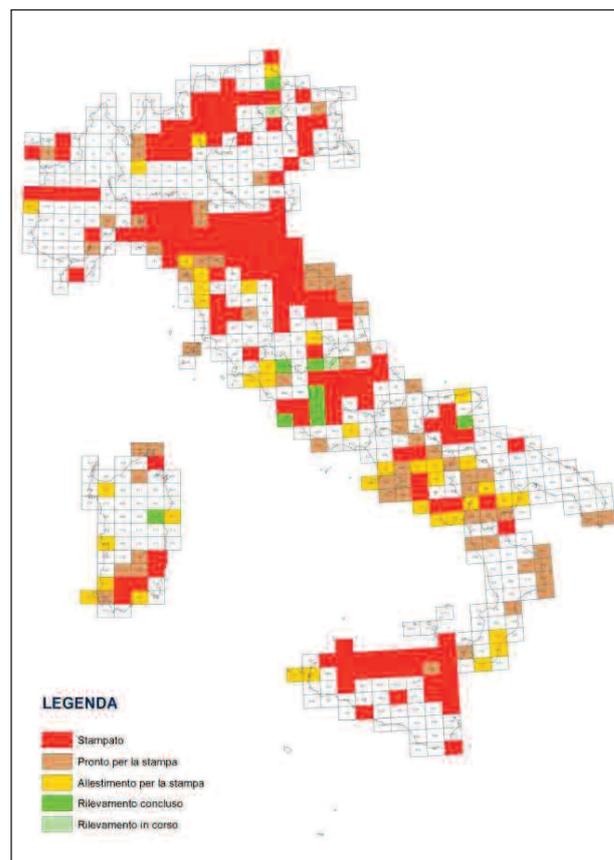


Fig. 2 - Stato di avanzamento del Progetto CARG (giugno 2016).
- State of the CARG Project (update June 2016).

sia per l'Amministrazione pubblica centrale, che deve farsi carico di una politica ambientale sempre più incisiva e attenta, che per i governi regionali e provinciali, chiamati a svolgere un ruolo propositivo nella predisposizione ed attuazione dei piani programmatici e nella individuazione delle esigenze di cartografia geologica del proprio territorio.

Dal 1999 non sono state più stanziare risorse per il proseguimento del Progetto CARG, che vede quindi il suo futuro molto breve e la sua conclusione molto vicina. Sono purtroppo ancora molto vivi i ricordi delle numerose calamità che in questo ultimo ventennio si sono abbattute sul nostro territorio nazionale, come ad esempio, i terremoti in Umbria, Marche, l'Aquila, la frana di Sarno, l'alluvione in Piemonte, in Liguria e tanti altri episodi calamitosi. Questi eventi portano inevitabilmente alla ribalta la necessità di una conoscenza approfondita del territorio che non può, come già sostenuto, prescindere da una cartografia geologica moderna. Non è pensabile infatti prevenire o mitigare i cosiddetti "georischi", né tantomeno salvaguardare o gestire risorse importanti come ad esempio l'acqua, le materie prime, i combustibili, se non si dispone dell'adeguata conoscenza del territorio. La mancanza di nuove risorse, magari regolate da leggi quadro che potrebbero, e dovrebbero, prevedere un programma di finanziamento costante nel tempo, non consente la prosecuzione e quindi il completamento del Progetto CARG.

2. - BASI TOPOGRAFICHE, NORME CARTOGRAFICHE E PUBBLICAZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000

TACCHIA D. (*)

Come nella collana editoriale della scala 1:100.000 uno dei primi problemi affrontati è stato quello della base topografica da utilizzare per la registrazione dei dati geologici. Mentre nel primo caso la discussione dell'allora Regio Comitato Geologico fu quella di verificare la semplice esistenza di cartografia di base dei vari Stati a poco più di un decennio dall'Unità d'Italia, in questo caso il dubbio è stato presto risolto. Quale Organo Cartografico di Stato e dunque con una cartografia Ufficiale da produrre, la scelta, pressoché obbligata, non poteva essere che quella di utilizzare la base topografica a pari scala prodotta dall'Istituto Geografico Militare di Firenze, anch'esso uno dei 5 Organi Cartografici dello Stato ai sensi dell'art. 1 della legge 2.2.60 n. 68 (CANTILE, 2007; 2013). È stato dunque adottato il principio di informazioni scientifiche di ordine geologico "ufficiali" da registrare su una topografia di pari ufficialità come peraltro già operata nei fogli sperimentali alla scala 1:50.000 pubblicati prima del Progetto CARG. Con questa scelta i fogli da produrre a copertura dell'intero territorio nazionale alla scala 1:50.000, assommano a complessivi 652 (poi ridotti da accorpamenti come fuori margine in fogli contigui a 636) adottando, come nella precedente collana editoriale, la medesima numerazione e nomenclatura definite

dall'IGM ma anche il taglio geografico e le relative porzioni di territorio in essi ricomprese. Le dimensioni di ciascun foglio sono state stabilite in 20' in longitudine, questa volta orientata a Greenwich, e 12' in latitudine con origine dall'equatore, per complessivi 600 kmq circa di superficie per ciascun elemento (fig. 3).

Nel Progetto CARG tuttavia questo ha orientato, almeno in parte, le scelte per il finanziamento dei fogli geologici da rilevare, molti dei quali definiti secondo le previsioni di pubblicazione nei programmi editoriali dell'IGM della corrispondente carta topografica alla scala 1:50.000, sia all'epoca del primo finanziamento del 1988 che per quelli successivi. Il parallelismo ha permesso di coprire oltre l'80% dei corrispondenti fogli geologici finanziati nei vari anni, ma per alcuni è stata necessaria una specifica Convenzione IGM - Servizio Geologico d'Italia/ISPRA per accelerare la loro derivazione alla scala di pubblicazione a partire dal "DB 25" delle 4 Sezioni al 25.000 con cui è suddiviso ciascun foglio della nuova collana editoriale. Ciò nonostante, non tutti i fogli geologici ad oggi pubblicati hanno cartografia prodotta direttamente dall'IGM. Ad esempio, la base topografica utilizzata per i fogli della Regione Piemonte derivata dalla Carta Tecnica Regionale con "dichiarazione di rispondenza" dell'IGM oppure il foglio 096 Seregno prodotto dalla Regione Lombardia da propria cartografia, comunque con N.O. IGM. Altra particolarità quella del foglio n. 070 Monte Cervino per il quale è stato necessario, a suo tempo, la derivazione dalla Cartografia Nazionale Svizzera ma con orientamento e limiti secondo le specifiche IGM alla stessa scala, per evitare che il rilevamento geologico

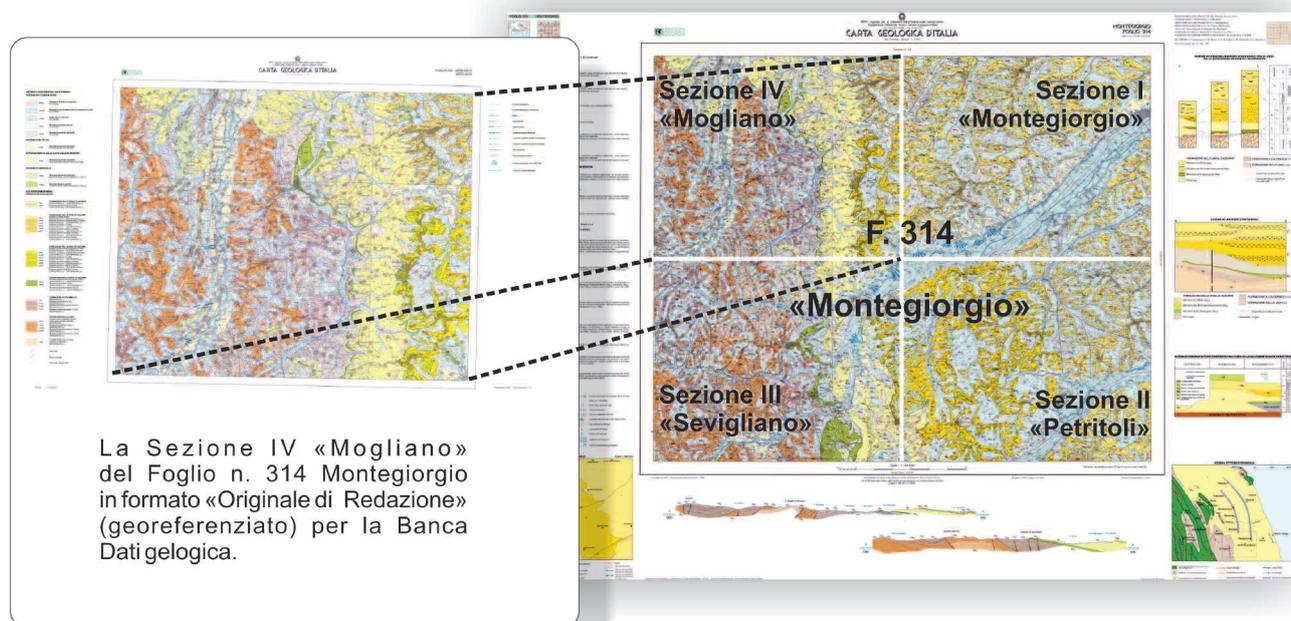


Fig. 3 - La suddivisione in "sezioni" dei fogli topografici e geologici alla scala 1:50.000.
- The division into "sections" of topographic and geological maps at 1: 50,000.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

concluso da molto tempo non fosse reso disponibili alla comunità scientifica, istituzionale ed ai cittadini.

Anche i vari accorpamenti e le eventuali sottrazione di fogli decisi dall'IGM sono seguiti nella corrispondente cartografia geologica con l'ulteriore complicazione che talvolta la continuità di quest'ultima informazione impone la permanenza di elementi che l'IGM ha previsto in fogli separati. È il caso ad esempio di molti fogli a nord della Sicilia pubblicati in unico elaborato come i nn. 585-594 Mondello-Partinico oppure i nn. 596-609 Capo Plaia-Termini Imerese od ancora i nn. 597-610 Cefalù-Castelbuono ma anche più a nord i nn. 240-241 Forlì-Cervia. Una menzione a parte merita il foglio Isola d'Elba che lo stesso IGM suddivide geograficamente nei nn. 316-317-328-329 ma pubblica in unico supporto con nuovi e diversi vertici della carta mantenendo comunque i 12' di latitudine. Ovviamente il Servizio Geologico d'Italia ha adottato il medesimo taglio, inutile dire con notevole efficacia e coerenza, anche per la diffusione del dato geologico in unico supporto per l'intera isola (fig. 4).

Le modalità di pubblicazione della nuova cartografia IGM non permettono tuttavia il diretto uso delle basi topografiche sia per come sono prodotte che per i loro contenuti. Il singolo foglio non è più suddiviso nei tre elementi canonici altimetria, planimetria ed idrografia, ma talune informazioni di interesse per la carta geologica sono presenti su altri layer purtroppo unite ad informazioni impossibili da riportare. È il caso ad esempio di quelle relative alla vegetazione nelle quali limiti di boschi e/o di coltura oppure la tipologia della vegetazione possono ben orientare sia il rilevatore che il fruitore della carta. Questi sono però contenuti in un *layer* che riporta la superficie delle aree coperte da boschi con campitura di colore verde continuo che non può essere sommata con i colori previsti nella carta geologica. Per questo motivo per ogni base topografica è necessaria una specifica

derivazione delle carte IGM che, con lo scopo di ottenere le tre separazioni previste nelle normative CARG, estrae dai *layer* interessati i soli elementi richiesti con accoppiamento in uno dei tre livelli previsti per la base topografica della carta geologica. Per il caso descritto della vegetazione, il contenuto è trasferito sulla planimetria modificando, ove possibile, alcuni elementi quali il limite di bosco, riportato nella nuova base con 'linea continua' (ma con area racchiusa campita), segno impossibile da discriminare nella planimetria ad unico colore preferendogli il "vecchio" simbolo dei "cerchietti" con eguale spaziatura. Tenuto conto della richiesta semplificazioni della base per la cartografia tematica, c'è da precisare che l'IGM ha previsto queste necessità con la possibilità di estrazione dei singoli elementi oggi facilitata con l'uso di sistemi informativi.

I rapporti tra Organi Cartografici dello Stato ed in particolare quelli tenuti con l'IGM hanno permesso, nella quasi totalità dei fogli geologici previsti e successivamente finanziati nel Progetto CARG alla data odierna, di trovare sempre una soluzione adeguata e tecnicamente garantita in termini qualitativi, per la derivazione ed il corretto uso di una topografia di base idonea alla registrazione delle informazioni scientifiche di ordine geologico. È doveroso rammentare la disponibilità dei vari comandanti che si sono succeduti ai vertici dell'IGM e, ovviamente, tutto il personale coinvolto anche per la collaborazione e per il supporto fornito nei diversi *iter* (fig. 5).

2.1. - LE NORMATIVE CARTOGRAFICHE Q.2/1996; Q.11/2007 E Q.12 FASCICOLO I/2009

La cartografia dei 276 fogli prodotti per la collana alla scala 1:100.000 è stata allestita per la stampa, nella grande maggioranza dei casi, direttamente dai cartografi del Servizio Geologico d'Italia. Mentre con la

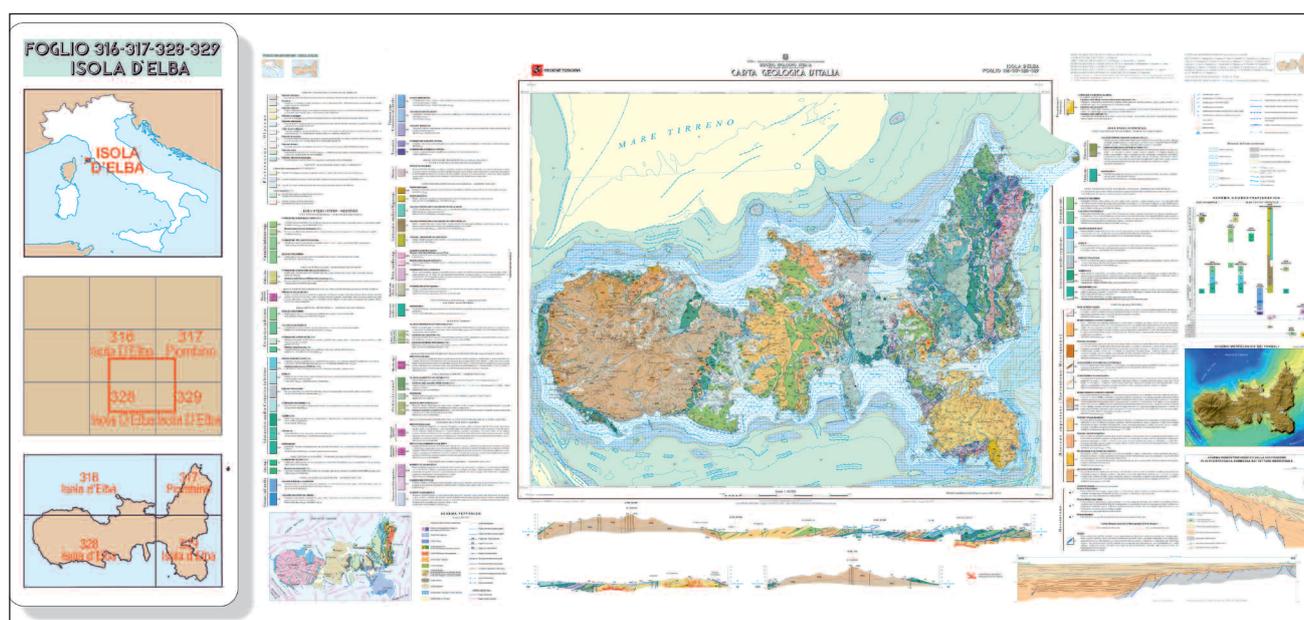


Fig. 4 – Il Foglio 316-317-328-329 Isola d'Elba alla scala 1:50.000 pubblicato secondo i criteri utilizzati nella corrispondente carta topografica dell'IGM.- Map 316-317-328-329 Isola d'Elba at the scale 1: 50,000 published according to the criteria used in the corresponding topographic map of IGM.

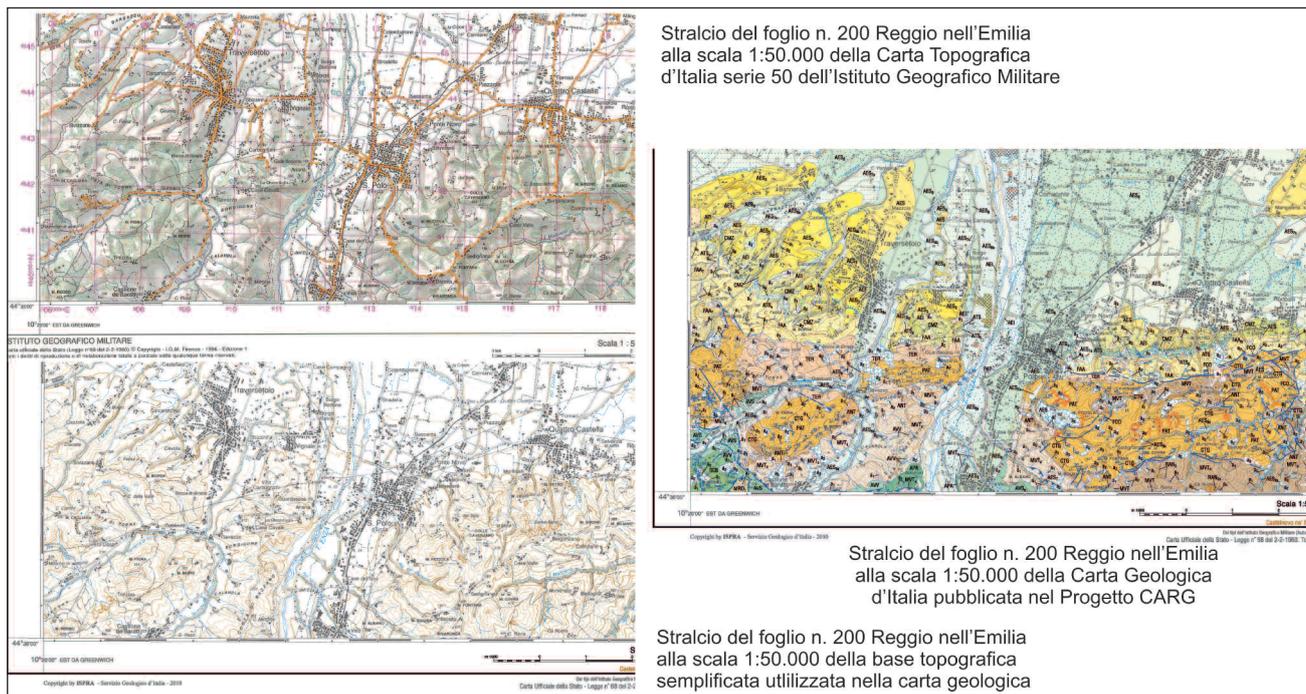


Fig. 5 – Stralcio della medesima area del Foglio n. 200 Reggio nell'Emilia alla scala 1:50.000 della carta topografica pubblicata dall'IGM, della sua semplificazione per l'allestimento e la stampa finale del corrispondente Foglio geologico.
 - Detail from the same area of the sheet n. 200 Reggio Emilia at the scale 1: 50,000 topographic map published by IGM and its simplification for the preparation and the final print of the corresponding geological Sheet.

legge Sullo venivano incaricati per il rilevamento e l'acquisizione del dato geologico anche riconosciuti e stimati cultori della materia, in genere docenti universitari, la produzione cartografica rimaneva esclusiva competenza dei cartografi del Servizio. Per questo motivo nessuno s'era mai preoccupato di realizzare una libreria di simboli per rendere formalmente omogenei i dati rappresentati nella carta. Era sufficiente per lo scopo il trasferimento delle informazioni tra cartografi esperti e giovani promesse tenuto conto della limitata dimensione della comunità interessata. Con il medesimo sistema venivano trasferiti anche i criteri cromatici per la costruzione della carta almeno fino al 1968, anno di pubblicazione dell'“Impianto Generale dei colori per la stampa dei Fogli Geologici” utilizzato da allora in poi nella cartografia geologica pubblicata con il sistema del “colore barattolo” e percentuali di retino per le variazioni.

Nel Progetto CARG l'affidamento a contraenti esterni delle fasi di rilevamento ed acquisizione del dato geologico ha contestualmente imposto la necessità di definire i criteri di fornitura del dato raccolto da utilizzare poi nella stampa della carta. Le prime convenzioni ed Accordi di Programma con cui sono stati affidati i vari Fogli riportano tutte le documentazioni a suo tempo propedeutiche e indispensabili per la produzione della carta. Tra tutte il “calcopallido”, su supporto indeformabile, sopra cui registrare i dati geologici con riferimento alla base topografica alla scala della carta, e lo “Schema impianto colori” del singolo foglio, redatto sulla scorta del citato “Impianto colori” del 1968 analizzato approfonditamente nel Q. 11/2007. Come si immagina la descrizione, anche dettagliata, dei supporti e dei loro contenuti non poteva garantire omogeneità, coerenza e qualità di

rappresentazione se non altro per il venir meno della possibilità di tramandare usi e modalità operative ad una comunità che non poteva apparire circoscritta né limitata e, soprattutto, con incerta esperienza nella produzione di cartografia geologica - tematica. Per la prima volta dunque si rese necessario definire una serie di strumenti idonei per l'allestimento propedeutico alla stampa puntando al miglior dettaglio e qualità possibile, come necessario in una cartografia Ufficiale di Stato. Furono definiti la prima libreria di simboli geologici da utilizzare nella nuova produzione cartografica, la normativa grafico/descrittiva per l'impostazione della cosiddetta “inquadratura marginale” dei singoli Fogli in ragione degli elementi da rappresentare e, successivamente, il “Manuale Cromatico di riferimento per la stampa delle carte geologiche” aggiornato al nuovo sistema di stampa con matrice elettronica attraverso il *Computer to Plate*.

2.1.1. – La prima normativa cartografica Q. 2/1996

La stesura della prima normativa cartografica ha comportato un complesso lavoro di “traduzione”, in descrizioni grafiche e letterarie, di quanto i cartografi del Servizio s'erano tramandati verbalmente nella storia ormai centenaria di attività per la pubblicazione della Carta Geologica d'Italia. Questo lavoro è iniziato, come detto, ben prima della legge di finanziamento del 1988 e delle sottoscrizioni delle Convenzioni CARG, ed era orientato a recuperare, dalla tradizione cartografica del Servizio, elementi di sistematica presenza, in termini di simbologia e di inquadratura del Foglio, atti a definire forme di eguaglianza, ripetitività e criteri di applicazione tali da essere generalizzabili, pur con le dovute eccezioni, per qualsiasi

Foglio del territorio nazionale. Con il Progetto CARG questo cammino è affiancato da almeno due elementi che ne arricchiscono la complessità ed ampliano le professionalità interessate non solo al geologo ma, come si dirà di seguito, anche all'informatico. Tra i numerosi problemi che si sono dovuti affrontare, a parte quello cartografico già complesso di suo, la nuova definizione nel Progetto CARG degli elementi scientifici da riportare in carta e l'introduzione fin dalle prime convenzioni, dell'acquisizione-trattamento-restituzione del dato numerico con previsione di costruzione di una Banca Dati geologica (all'epoca prevista nel Sistema Informativo Unico della legge 183/89 sulla Difesa del Suolo). La normativa scientifica di ordine geologico del Progetto è stata definita e pubblicata nel 1992 con il primo Quaderno serie III di normative CARG dal titolo "Carta Geologica d'Italia - Guida al rilevamento" a cura del "Consiglio Nazionale delle Ricerche - Commissione per la Cartografia Geologica e Geomorfologica". Nella guida è presente, in appendice, un capitolo "Simbologia" che fornisce indicazioni circa gli elementi da rilevare e rappresentare nella carta. Con questa pubblicazione, il lavoro in corso da parte dei cartografi del Servizio ha subito un primo cambio di direzione per integrarsi con le nuove istanze descritte della comunità scientifica. La cosa come si immagina non è stata di poco conto, perché sommava alla complicazione di tradurre simbologie storicamente sperimentate in altre, nuove e/o modificate "forme" con la necessità di immaginare il possibile risultato finale senza una concreta sperimentazione preliminare. La scelta di introdurre l'acquisizione e il trattamento del dato geologico con sistemi informativi ha obbligato il nuovo definitivo cambio di direzione, dovendo contestualmente sperimentare la costruzione e gestione degli elementi richiesti con *software* ed *hardware* all'epoca peraltro davvero primordiali. In altra occasione abbiamo già avuto modo di apprezzare la lungimiranza della scelta del Servizio a suo tempo (1988) certamente pionieristica, oggi invece lessico comune ed anzi indispensabile per la

comunità scientifica interessata, divenendo momento di riferimento e di concreto confronto almeno per criteri e modalità di acquisizione e conservazione dei dati (fig. 6).

Il difficile equilibrio tra nuove informazioni scientifiche e costruzione di una Banca Dati geologica, unito alla necessità di orientare la normativa per addetti o incaricati da Contraenti CARG difficilmente specializzati nella produzione di cartografia tematica, ha comportato un diverso approccio al problema ed una serie di verifiche nell'oramai instaurato triangolo cartografo/geologo/informatico. Nel 1996 è stato pubblicato il Q.2 "Carta Geologica d'Italia 1:50.000 - Guida alla rappresentazione cartografica" in cui sono affrontati, approfonditi e normati i principali elementi indispensabili alla predisposizione di un Foglio geologico, con la sola esclusione dei cromatismi che nello stesso Quaderno viene riferita all'Impianto Generale della Legge Sullo (1968) in attesa di ulteriore approfondimento. Unitamente ai criteri descrittivi concettuali e di approccio, sono definiti la libreria dei simboli da utilizzare nel Progetto CARG, i criteri di impostazione dell'inquadratura marginale del Foglio, la composizione editoriale del fascicolo delle Note Illustrative e l'allestimento editoriale dell'insieme per la sua diffusione e vendita. La libreria dei simboli contiene ed integra quella del Q. 1/1992 affrontata e realizzata con sistemi digitali e con gestione numerica temporanea in attesa della pubblicazione dei riferimenti per la Banca Dati geologica che avverrà l'anno successivo con la pubblicazione del Q. 6/1997. Per l'inquadratura marginale è allegato l'elaborato grafico di riferimento con partiture, allineamenti e proporzioni ammesse o possibili, unite ad una descrizione sui criteri generali di impostazione e di varianti prevedibili in ragione della disposizione geografica del generico Foglio e di organizzazione dei contenuti scientifici a margine dal "Campo Carta" (spazio del Foglio con la porzione geografica rappresentata) meglio descritto di seguito. Completano le normative cartografiche la dettagliata descrizione delle "invarianti" della testata editoriale e quelle per la predi-

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA 1:50.000 - GUIDA AL RILEVAMENTO 195									
SIMBOLOGIA			SEgni CONVENZIONALI PER LA STAMPA DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000				01		
I simboli saranno riprodotti in nero con l'eccezione di quelli preceduti da: R - rosso; V - viola; B - blu; M - marrone; Bs - bistro									
SEgni CONVENZIONALI DI TIPO PUNTALE									
NUMERO	DESCRIZIONE	DESCRIZIONE	DESCRIZIONE	DESCRIZIONE	DESCRIZIONE	DESCRIZIONE	DESCRIZIONE	DESCRIZIONE	DESCRIZIONE
1.		contatto stratigrafico ⁽¹⁾							
2.		contatto tettonico ⁽¹⁾							
3.		giacitura di elemento planare ^(2,3)							
4.		superficie di origine primaria (stratificazione, <i>bt</i>)							
5.		stratificazione orizzontale							
6.		stratificazione verticale (il pallino indica la base)							
7.		stratificazione rovesciata ⁽⁴⁾							
8.		stratificazione rovesciata orizzontale ⁽⁴⁾							

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA 1:50.000 - PROGETTO CARG: MODIFICHE ED DETERMINAZIONI AI QUADERNI N. 1, 2, 3, 1996 e n. 4, 1997									
strato10 - punti - elementi geomorfologici ed antropici									
simbolo	descrizione	simbolo	descrizione	simbolo	descrizione	simbolo	descrizione	simbolo	descrizione
	grotta, principale cavità geologica		masso erratico significativo		monumento schelettrico sparso		maar		disumo
	centro vulcanico sepolto e/o indicizzato								

Fig. 6 – Stralcio delle simbologie presenti nel Quaderno n. 1 (1992), nel n. Q. 2 (1996) e nella revisione del Q. 12 fascicolo I (2009).
- Excerpt of the symbols present in the Quaderno n. 1 (1992), in the n. Q. 2 (1996) and in the review of Q. 12 file I (2009).

sposizione ed allestimento del fascicolo delle Note Illustrative con definizione della gabbia tipografica e del layout dei singoli elementi, fino al possibile quantitativo ammesso in numero di pagine fissato in 160 circa (anche se molte volte in seguito ampiamente derogato).

L'applicazione di questa normativa ha permesso ad oggi la pubblicazione di oltre 160 Fogli dei 270 finanziati con risultati indubbiamente soddisfacenti nonostante le ovvie molteplici integrazioni, precisazioni e ove necessario, modifiche ed aggiustamenti di dettaglio, per affrontare le tante variabili impossibili da prevedersi se non al completamento delle fasi di rilevamento ed in sede di allestimento per la stampa.

2.1.2. - *Le impostazioni di inquadratura marginale dei Fogli CARG*

Particolare menzione in tal senso merita la trattazione delle norme predisposte per l'inquadratura marginale del singolo Foglio geologico. Memori dell'omogeneità di allestimento della collana 1:100.000, pur nel trascorso di oltre 100 anni dalla sua realizzazione, sono stati definiti, nella nuova cartografia geologica del territorio nazionale, criteri di omogeneità e composizione dei singoli elementi della collana editoriale previsti, come detto, in oltre 600 Fogli e con fasi di realizzazione relativamente certe per quelli finanziati nel Progetto CARG (circa 270) e assolutamente non prevedibili per quelli ancora ad oggi esclusi. All'impossibilità di conoscere in anticipo i contenuti di ciascun Foglio in termini non solo dello spazio geografico da rappresentare in scala, come noto variabile in latitudine, ma degli elementi previsti a cornice (tra tutti la dimensione di legenda, le sezioni geologiche e gli schemi a margine) sono definiti criteri e standard compositivi coniugando necessità di rappresentazione dei contenuti scientifici con posizione, eguaglianza e ripetibilità grafica su supporti per produzioni editoriali aggiornate ed ampiamente riconosciute nel settore. Tra le molte proposte sulle dimensioni piegate del Foglio geologico, da un lato per la facilità di trasporto "in tasca" per il geologo rilevatore - tipo "busta americana" adottata nei fogli sperimentali del Servizio prima del CARG - e dall'altra per l'adesione a standard di produzione editoriale per semplicità ed economicità di realizzazione, fu scelto il formato *standard* "UNI A5" che divenne base prioritaria di riferimento per la composizione dell'inquadratura marginale. Dovendo inserire il foglio in una confezione standard "A5" la dimensione verticale, come meglio descritto nel Q.2/1996, fu stabilita in massimo 3 moduli dell'altezza di questo formato (63 cm) mentre la variabilità in senso orizzontale è solo funzione delle "enne" pieghe possibili della larghezza dello stesso modulo (14,8 cm). La dimensione verticale fu stabilita come invariabile a meno di particolari e specifiche necessità scientifiche da approvare da parte del Servizio, capace tuttavia di contenere nello stesso asse verticale la testata editoriale il campo carta e le sezioni geologiche. Invece, la variabilità delle dimensioni orizzontali è gestibile in ragione di eventuali debordamenti e/o accoppiamenti di fogli contigui, della legenda e degli elementi a margine. Il riferimento per la corretta

distribuzione dello spazio fu definito con un modello di riferimento allegato al Q. 2/1996 (fig. 7) con il quale vengono stabilite impostazioni del "centroide" del campo carta, gli allineamenti per la corretta compilazione della legenda, i contenuti invariabili della testata editoriale e dei riferimenti giuridico/amministrativi insieme ai criteri di piega fino alla definizione del Foglio geologico "*standard*" con una colonna di legenda ad ovest e due ad est. Questa impostazione dal 1996 anno di pubblicazione, non ha mai subito variazioni o aggiornamenti e, come facilmente riscontrabile, le deroghe sono davvero limitate. In questo spazio sono stati composti tutti i fogli finanziati, stampati e no, con il Progetto CARG trovando evidentemente soluzioni adeguate per tutti gli elementi utili alla corretta lettura delle informazioni scientifiche contenute.

2.1.3. - *La nuova normativa per il cromatismo geologico Q. 11/2007*

Il tema dei cromatismi della carta geologica parte dal II° Congresso Internazionale di Geologia che si tenne in Italia a Bologna nel 1881. In esso la Commissione incaricata nel precedente congresso di Parigi (1878) di redigere il "Rapporto sull'unificazione delle procedure grafiche in geologia" attraverso il proprio segretario generale E. Renevier, unitamente ad 11 membri rappresentanti le "diverse parti del mondo scientifico", adotta una "gamma internazionale

di colori convenzionali, per rappresentare i terreni nelle carte geologiche". È da questo momento che si legano indissolubilmente gamme cromatiche alla quasi totalità dei periodi della cronoscala geologica definita, con consenso internazionale, nel medesimo II Congresso. Così nelle carte nel "Gruppo secondario (mesozoico)" il triassico dovrà essere rappresentato in violetto, il giurassico in blu, il cretaceo in verde mentre il "Gruppo terziario (cenozoico)" in colore giallo più chiaro verso il più recente. Vengono rinviolate le decisioni sul "Gruppo primario" e sui depositi del quaternario che permangono ancor oggi uniche differenze nelle carte geologiche prodotte dai vari paesi.

L'Italia, parte attiva con un proprio comitato sulle decisioni assunte, adegua la propria produzione cartografica aderendo pienamente alla descritta decisione internazionale. Scelta che risulta ben visibile nella collana editoriale alla scala 1:100.000, all'epoca in corso di rilevamento in cui, ad esempio, tutti i fogli della Regione Sicilia precedenti la data in questione sono pubblicati con differente criterio cromatico. La cartografia successiva invece, ivi compresa quella delle scale di insieme come il milione del 1989, risulta significativamente allineata con essa. La sua applicazione fu condotta da parte dei cartografi del Servizio con tutti i sistemi di stampa di volta in volta aggiornati all'evoluzione tecnologica garanti della migliore qualità possibile, tramandando verbalmente i criteri compositivi fino all'"Impianto colori" del 1968 in cui si fissano modelli e metodologie applicative, con i sistemi di stampa allora disponibili (fig. 8). Per maggiori approfondimenti si rinvia al par. 3 del Q.11/2007.

Tenuto conto della complessità nell'aggiornamento

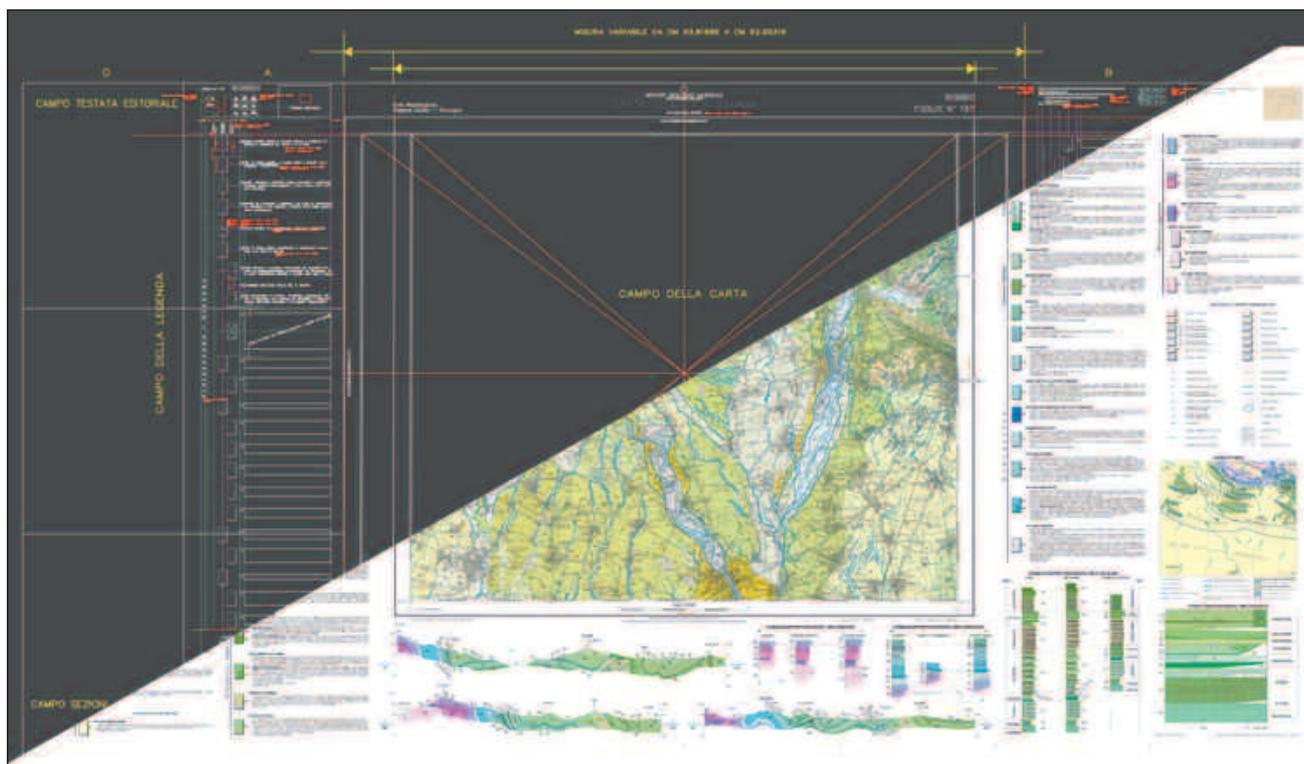


Fig. 7 – Impostazione dell'Inquadratura marginale del Foglio geologico alla scala 1:50.000 e del suo allestimento finale.
 - Setting the overall schema for the composition of the geological map at 1:50,000 scale and its final outfitting.

del riferimento cromatico, nel Progetto CARG in sede di prima applicazione ed in attesa del nuovo modello già previsto nel Quaderno n. 2 del 1996, si è fatto riferimento al citato Impianto del 1968 della legge Sullo. È stata indicata la sola conversione nel sistema tipografico standard “Pantone” per i cromatismi riservati alla base topografica ed alla simbologia lineare e puntuale contenute in matrici separate nella produzione cartografica. Con questa scelta tuttavia veniva formalizzata anche per il Progetto CARG (ma diremmo oggi non poteva essere effettuata scelta diversa) l’adesione alle decisioni assunte in sede internazionale in precedenza descritte sulla stessa linea di realizzabilità editoriale prevista nelle prime Convenzioni secondo i metodi di stampa allora del tutto rispondenti ai requisiti di allestimento dell’Impianto del 1968. La repentina evoluzione tecnologica dei sistemi di stampa successiva al primo finanziamento CARG, comportò la necessità di rivedere in modo significativo il criterio di composizione cromatica della Carta Geologica. Due gli elementi colti dai cartografi del Servizio: la possibilità di gestione con sistemi numerici del dato cromatico nelle sue componenti di quadricromia (CMYK) ed il nuovo processo di “separazione cromatica”, il cosiddetto CTP (Computer To Plate), operato in modo completamente automatico da macchine in grado di restituire l’informazione grafica direttamente su matrice metallica necessaria nel sistema “offset”. Inutile dire del notevole risparmio economico e di tempo adottando questi nuovi sistemi, l’uno per la notevole riduzione (mediamente da circa 35 ad appena 12) dei passaggi in macchina per ottenere

i cromatismi geologici in modo adeguato alle attese e l’altro per l’eliminazione delle pellicole e dei relativi processi di fotoincisione dei precedenti sistemi. Il nuovo “Manuale Cromatico di Riferimento per la Stampa delle Carte Geologiche” è stato pubblicato in versione sperimentale nel 2001 e, dopo l’approvazione del Comitato Geologico e l’accoglimento delle osservazioni, in via definitiva nel 2002. La sua realizzazione è stata condotta dal GLIC (Gruppo Lavoro Impianto Colori) composto dai cartografi del Servizio e della Regione Emilia Romagna (che ha anche sostenuto economicamente la stampa) insieme ad esperti universitari e Ditte specializzate nella produzione di cartografia geo-tematica. Contiene oltre 100 colori di base, compresi i primari, con riferimenti alla cronoscala del Progetto CARG presente nel Q.1/1992; tra variazioni percentuali ammesse, trame e ribattiture il totale dei toni supera le 2000 unità ed è prevista la sua memorizzazione con sistemi elettronici attraverso l’item “colore” contenuto nella Banca Dati geologica (fig. 9). La “Guida all’uso del Manuale Cromatico di riferimento per la Stampa delle carte geologiche” è stata pubblicata con il Q. 11/2007 dopo la necessaria verifica sui fogli CARG in corso di allestimento e successiva stampa ed è orientato a fornire le indicazioni di base per i vari operatori coinvolti nelle fasi di produzione del Foglio geologico. Con esso è precisata la necessità di riferimento ai colori previsti per il periodo geologico considerato ed i criteri di variazioni di “toni più chiaro” per il periodo più recente raccomandando la contestuale priorità nella “leggibilità, riconoscibilità ed identificabilità” di aree del medesimo

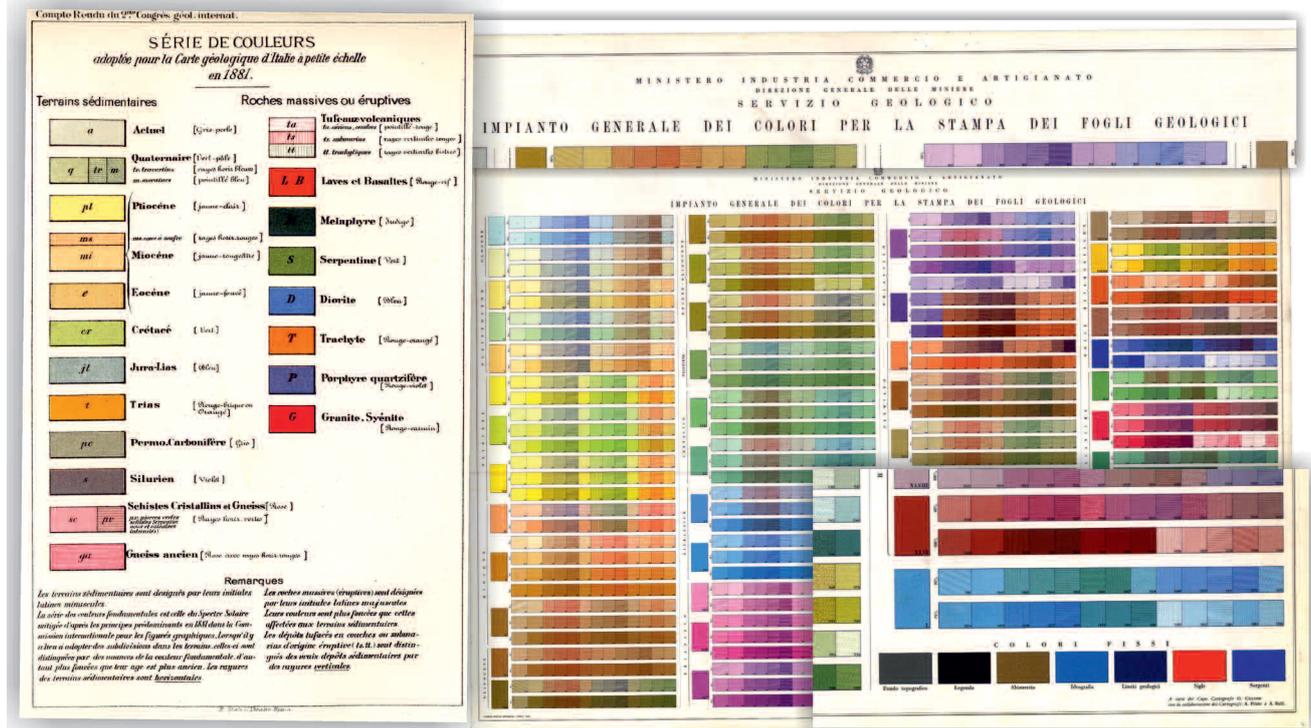


Fig. 8 – Dalla “Serie de couleurs” del II Congresso internazionale di Bologna del 1881 all’Impianto generale dei colori della legge Sullo (1968).
 - The “Series de couleurs” of the II International Congress of Bologna in 1881 and the general system of colors “Sullo Law” (1968).

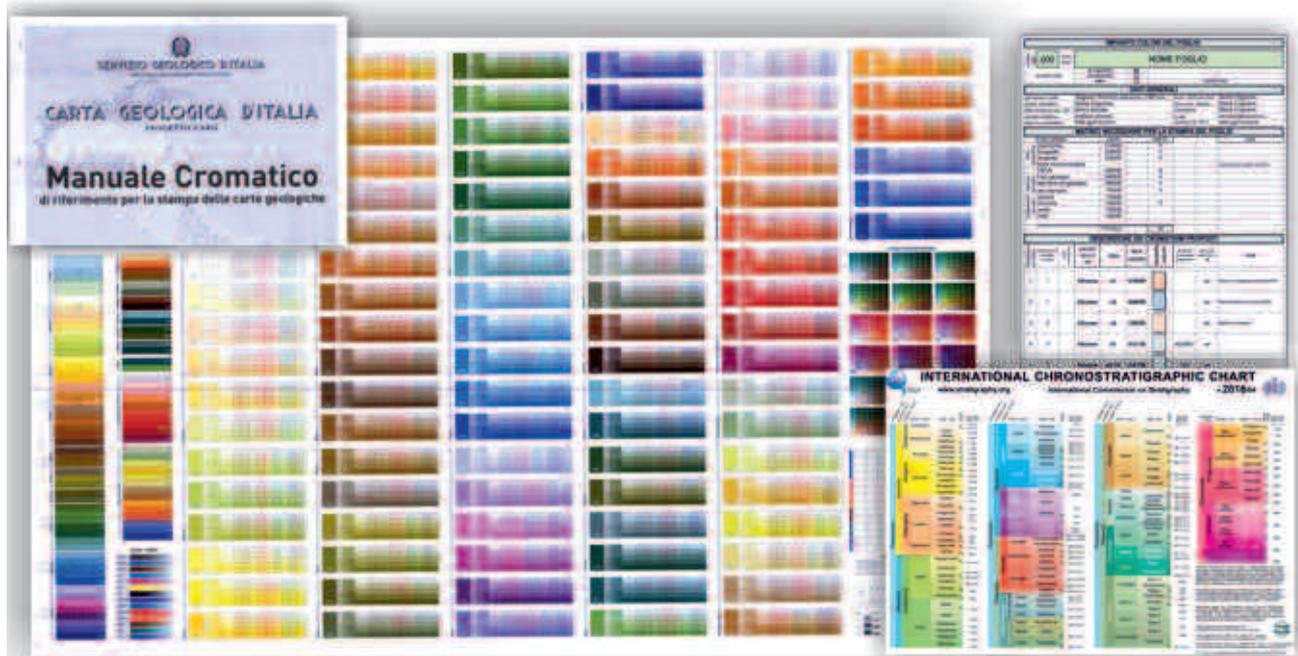


Fig. 9 – Il Manuale Cromatico di riferimento per la stampa della Carta Geologica pubblicato nel 2002 e la scheda colori del singolo Foglio geologico nel Q. 11/2007 a confronto con l’International Chronostratigraphic Chart dell’IUGS del 2016.
 - The Chromatic Reference Manual for printing of the Geological Map published in 2002 and the Color tab of the individual geological leaf in Q. 11/2007 in comparison with the International Chronostratigraphic Chart dell’IUGS 2016.

periodo geologico con le varianti e deroghe ammesse e gli indirizzi necessari per l'uso di colori "pieni", "figurati" e "ribattiture" presenti nel Manuale Cromatico. È stata inserita una scheda per la compilazione dell'impianto colori del generico Foglio con le notazioni previste per la Banca Dati, la descrizione dell'attendibilità delle prove di stampa in ragione dei sistemi utilizzati e la cronologia delle procedure previste per le varie fasi di allestimento alla stampa. Pur con le intervenute integrazioni per la nuova applicazione delle norme per il quaternario continentale e marino, tenuto conto che al 2001 i Fogli CARG pubblicati non superavano le decine di unità, può certamente affermarsi che gran parte di quelli ad oggi stampati, oltre le 160 unità, sono stati allestiti con riferimento a questo standard con risultati che non possono non considerarsi soddisfacenti.

2.2. - IL VOLUME DELLE NOTE ILLUSTRATIVE E LA COMPOSIZIONE EDITORIALE

Nella collana cartografica della scala 1:100.000 del territorio nazionale il Volume delle Note illustrative, con cui vengono descritti aspetti di approccio scientifico nel rilevamento e nella interpretazione del dato geologico, è stato pubblicato in modo disgiunto dal corrispondente Foglio. Il motivo fu in parte dovuto alle modalità di stampa del Foglio geologico che, a causa dei numerosi passaggi in macchina *offset*, veniva effettuata su carta di spessore consistente per resistere alle sollecitazioni con impossibilità, di converso, di poterlo piegare per ridurne le dimensioni. I due oggetti sono stati poi resi disponibili alla distribuzione ed alla vendita in modo separato contribuendo in via definitiva a divi-

dere due informazioni nate per lo stesso scopo e certamente utili solo se congiuntamente lette. È uno dei motivi per cui la collana cartografica alla scala 1:50.000, ma anche la Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 e le nuove produzioni del Servizio Geologico d'Italia, legano nella medesima confezione i due prodotti (fig. 10). Con questo nasce la necessità di determinare per i Fogli i criteri di piega e per il volume quello dei formati facendo ovviamente coincidere le dimensioni finali dei due prodotti. Come detto in altra parte il formato UNI A5 accomuna le due entità guidando per il Foglio il sistema del rifilo e delle pieghe mentre per il Volume la gabbia tipografica in cui comporre testo, figure, tabelle, grafici ecc. Nel Q. 2/1996 si cercò di orientare anche le quantità ammesse stabilendo il numero massimo di pagine in 10 sedicesimi pari a 160 facciate, ma questa indicazione per molte ragioni ha avuto ben altra evoluzione a guardare i Fogli ad oggi stampati. In termini di normative, invece, sono fornite tutte le indicazioni per il corretto allestimento con definizione delle cronologie di indice, il font e le impostazioni di pagina. Fisse ed invarianti sono le pag. 1 e 2 come elemento di identificabilità della collana editoriale, normate anche in termini di contenuto, lasciando libertà compositiva di testo e figure-foto-disegni a partire dall'inizio capitolo prefissato a pagina dispari ed a misura prestabilita.

La composizione editoriale per la distribuzione e vendita fu definita in collaborazione con l'IPZS (Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato), allora incaricato della stampa delle carte geologiche, in sede di pubblicazione del primo foglio (Bobbio 1996). Volume delle Note e Foglio piegato sono inseriti in una copertina contenitore



Fig. 10 – I contenuti editoriali del Foglio geologico alla scala 1:50.000 in vendita.
- The editorial content of the geological sheet at 1:50,000 for sale.

che riporta sul fronte il nome e numero del Foglio ed i riferimenti alla collana editoriale. Sono definiti differenti cromatismi per la medesima impostazione iconografica in ragione della tipologia tematica (geologico – verde; geomorfologico – arancio ecc. figura 11).

2.3. - STATO DI AVANZAMENTO DELLA PUBBLICAZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000

La descrizione dello stato di avanzamento nella pubblicazione della nuova cartografia geologica del territorio nazionale alla scala 1:50.000 parte dalla situazione precedente il Progetto CARG e dai processi intervenuti successivamente al 1988, anno di sottoscrizione delle prime Convenzioni ed Accordi di Programma con Regioni, Province autonome, Università ed Enti di Ricerca coinvolti dal Servizio nella sua attuazione. Le prime pubblicazioni di fogli alla scala 1:50.000, che oggi non possiamo non dire sperimentali, si intrecciano con il periodo di

completamento della collana 1:100.000: anzi la data di stampa degli ultimi fogli pubblicati nella precedente collana è il 1988, vedi il n. 205-206 Capo Mannu – Macomer nella Regione Sardegna, mentre uno dei primi “nuovi” 50.000, il n. 291 Pergola nella Regione Marche, è stato stampato nel 1975. Ciò nonostante i fogli sperimentali della nuova carta geologica prodotti dal Servizio alla data del 1988 sono poco più di una decina, dimostrando un'impostazione cartografica allineata alla tradizione con notevoli semplificazioni di allestimento a partire dalla numerazione che sostituisce la sigla per identificare le varie aree geologiche nel Foglio. Queste scelte di rappresentazione cartografica derivano comunque da un lavoro esclusivamente interno al Servizio Geologico d'Italia tenuto conto che tali fogli sperimentali sono per la gran parte direttamente rilevati ed allestiti per la stampa da personale del Servizio.

Con il Progetto CARG, la cui attuazione prevede, come detto, il coinvolgimento di Contraenti esterni, è stato necessario definire una serie di normative per tutte



Fig. 11 – La diversa tipologia di prodotti cartografici pubblicati dal Servizio Geologico d'Italia – ISPRA.
- The different types of cartographic products published by the Geological Survey of Italy - ISPRA.

le fasi, dal rilevamento del dato scientifico al suo allestimento alla stampa ad uso dei vari operatori. L'introduzione poi dell'acquisizione e trattamento del dato anche con sistemi numerici per la costruzione di una Banca Dati geologica, all'epoca una novità di non poco conto, unita alla necessità di produrre, per la prima volta nella centenaria storia del Servizio, una normativa cartografica di allestimento alla stampa per operatori esterni, ha comportato un ulteriore aggravio al già complesso processo di sua scrittura. Un'attività che ha visto direttamente coinvolti tutti i Settori del Servizio insieme a numerose Commissioni e Gruppi di lavoro con la partecipazione di esperti del mondo universitario, della ricerca e di funzionari regionali delegati. Le date di pubblicazione delle Linee Guida, raccolte in diversi numeri dei Quaderni serie III, ben chiariscono la complessità di questi iter: dal 1988, data di primo finanziamento del Progetto, al 1992 anno per la pubblicazione della linea guida al rilevamento geologico; fino ad arrivare al 1996 per quella relativa alla rappresentazione cartografica ed al 1997 per quella della Banca Dati geologica. Sono questi i riferimenti indispensabili per la produzione del Foglio geologico CARG e, come riportano le date, nonostante i numerosi operatori coinvolti, sono stati definiti dopo quasi 10 anni dal primo finanziamento. Solo da questa data può darsi concreta attuazione al ciclo scientifico/amministrativo previsto nella presentazione di un POL (Piano Operativo di Lavoro) in cui vengono definiti criteri, analisi, studi preliminari ed organigramma per tutte le fasi successive che saranno attuate attraverso una serie di SAL (Stato Avanzamento Lavori) che si fanno coincidere, nella generalità, con la fine del rilevamento geologico, con l'acquisizione numerica del dato e con l'allestimento alla stampa. Nel 1997 veniva pubblicato il primo foglio sperimentale della nuova collana cartografica, il n. 197 Bobbio, con Ente realizzatore la Regione Emilia Romagna, ma la pubblicazione con regolarità si fa risalire al foglio contiguo n. 198 Bardi, il primo con allestimento della Banca Dati, pubblicato nel 1999.

Ricordiamo infine che lo stato di avanzamento delle pubblicazioni cartografiche del Progetto CARG è direttamente influenzato dagli ordinari problemi imposti da non semplici procedure amministrative, sempre più esigue disponibilità finanziarie e complessità negli iter per la pubblicazione ed aggiudicazione delle gare di appalto per la stampa della carta geologica. Per il Servizio poi si rileva il passaggio in tre diverse amministrazioni nel decennio 2000/2010 che lo hanno visto prima alla Presidenza del Consiglio dei Ministri nell'ambito dei Servizi Tecnici Nazionali, quindi nel 2002 all'APAT – Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici ed infine dal 2008 all'ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Rammentiamo anzitutto, come indica la figura 12, che i Fogli geologici finanziati nel Progetto CARG dalla serie di leggi emanate a partire da quella del 1988, assommano complessivamente a 255 unità circa sui complessivi 652 elencati nella Carta topografica d'Italia dell'Istituto Geografico Militare alla medesima scala. Numericamente si avvicinano al 40% dei Fogli complessivi coprendo però quasi il 50% della superficie del territorio nazionale. Oltre i geologici, nel medesimo Progetto sono stati finanziati

anche una serie di Fogli geo-tematici alla scala 1:50.000 di carattere sperimentale, circa 25 unità, principalmente geomorfologici, di pericolosità geologica, stabilità dei versanti e di eventi alluvionali e n. 6 fogli della nuova collana cartografica della Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 che coprono la quasi totalità del bacino del Mare Adriatico ai limiti delle acque territoriali.

Nella figura 13 è sinteticamente presentata la situazione al 31.12.2015 con indicata a lato la percentuale, vicina oramai al 65%, di Fogli geologici (esclusi i tematici) già stampati per un totale di circa 165 Fogli (tenuto conto che il numero considera anche l'accoppiamento di unità contigue). A quindici anni dall'inizio della pubblicazione con regolarità dei Fogli della nuova carta geologica alla scala 1:50.000, a conclusione delle necessità di aggiornamento scientifico con completamento delle relative norme ma anche di organizzazione ed approfondimento dei contenuti e delle procedure (anche informativi) e, non ultimo, dei problemi amministrativi e soprattutto di disponibilità finanziaria intervenuti, il risultato da considerarsi di tutto rispetto. La media di pubblicazione infatti, si attesta e supera i 10 fogli/anno, con ritmo prossimo alla stampa di un foglio al mese, senza peraltro considerare, per il medesimo periodo, la pubblicazione dei fogli geo-tematici al 50.000 (8 unità) e dei 6 fogli del 250.000 geologico dei Mari Italiani. Significativo in questo senso appare il confronto con i risultati a suo tempo ottenuti dai cartografi del Servizio successivamente alla pubblicazione della legge Sullo che accelerava il "Completamento e l'aggiornamento della Carta Geologica d'Italia" alla scala 1:100.000". La legge fu emanata il 3 gennaio 1960 con il n. 15 e nel 1976, anno di completamento della maggior parte dei fogli pubblicati ad eccezione di 4 della Regione Sardegna, risultavano stampati un complessivo di 160 Fogli circa, tra nuovi rilevamenti, aggiornamenti e ripubblicazioni, con un ritmo pressoché sovrapponibile a quello dei nuovi fogli alla scala 1:50.000 di 10 fogli per anno. Il confronto potrebbe apparire inopportuno se si considerano le notevoli differenze nei modi, tempi e tecnologie di rilevamento e produzione tra i due periodi ma il parallelo con l'attuale, tenuto conto della necessità di "informatizzazione" del dato geologico utilizzando sistemi numerici, soprattutto nelle fasi primordiali in termini di hardware e software del 1988 all'inizio del Progetto CARG, appare più che giustificato.

Pur trattando dello stato di avanzamento nella "avvenuta" pubblicazione dei Fogli della collana editoriale geologica al 50.000, la mera informazione dei quantitativi ad oggi completamente ultimati e divulgati non appare del tutto esaustiva dell'attività realmente svolta dal Servizio e, per la stampa, dal Settore Cartografico. Nella figura 14 sono sommati insieme i Fogli stampati con quelli in attesa di stampa, elementi cioè con validazione del dato scientifico e del prodotto cartografico/editoriale definitivamente approvato e dunque ultimati ma in attesa della disponibilità dei fondi necessari e dell'attivazione delle procedure, espletamento ed assegnazione di Gara di appalto per la loro stampa. Si tratta di circa 40 Fogli alla data di redazione della presente che, uniti ai 165 stampati, sommano un totale di oltre 200 elementi cartografici con percentuale di poco superiore all'80% di quelli finanziati (conside-

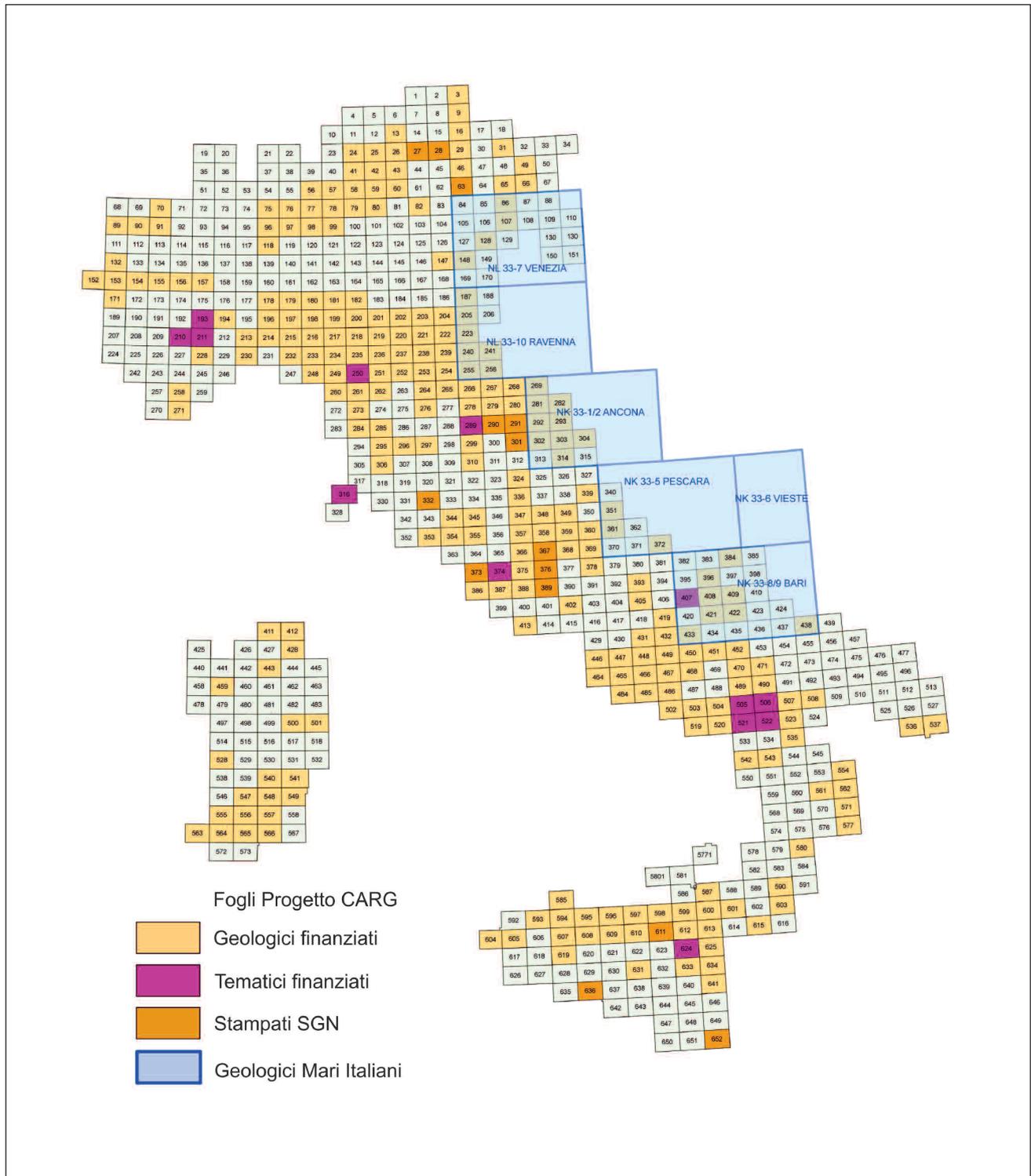


Fig. 12 – Tipologia dei Fogli finanziati nel Progetto CARG e quelli già stampati dal Servizio.
 - Types of maps financed by Project CARG and the maps already printed from the Service.

rando sempre i soli Fogli geologici). In termini più chiari, appare corretto ricomprendere il lavoro per essi già definitivamente svolto ma “in sosta” per fatti meramente procedurali di tipo amministrativo e/o finanziario che nulla hanno a che vedere con problemi di ordine scientifico, operativo o cartografico.

Riguardo il residuo 20% circa dei Fogli finanziati, almeno trenta sono in allestimento definitivo per la stampa quindi oltre il terzo SAL con validazione acquisita del dato scientifico e nei soli tempi tecnici di predisposizione e verifica della restituzione cartografico/editoriale. Molti di questi sono in fase di

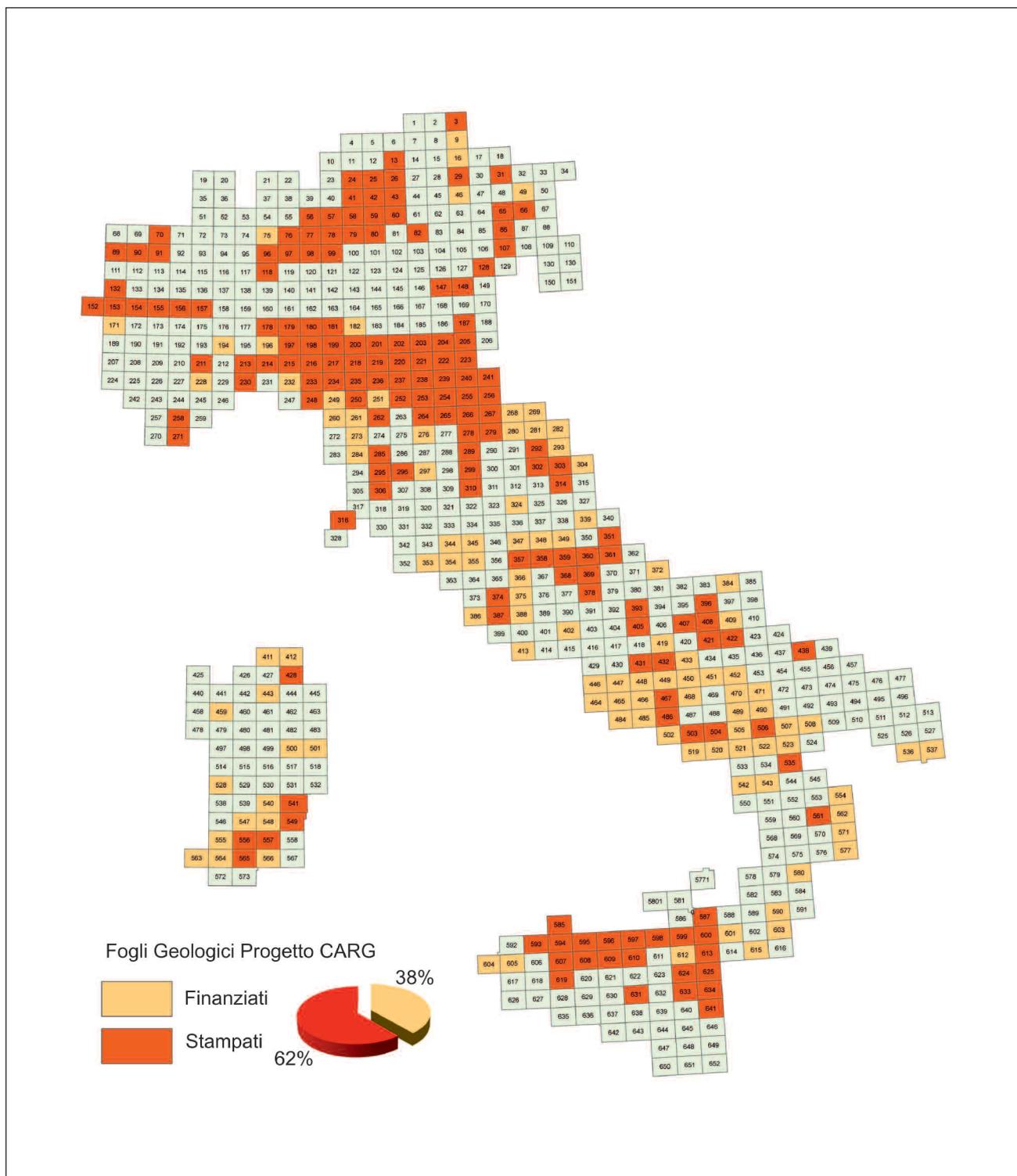


Fig. 13 – Fogli geologici alla scala 1:50.000 stampati ed in attesa delle procedure di gara per la stampa.
 - Geological sheets to scale 1: 50,000 printed and waiting for the tendering procedures for printing.

calibrazione dei cromatismi del campo carta o magari nella sola attesa di corretta predisposizione del fascicolo delle Note Illustrative. Con essi lo stato di avanzamento supera la percentuale del 92% con quantità davvero residua dei fogli ancora in corso di validazione dell'informazione geologica (fig. 15).

Per l'insieme dei motivi illustrati in precedenza riguardo la propedeutica necessità di pubblicazione di una serie di normative scientifico/informative/cartografiche, lo stato di avanzamento della pubblicazione degli elementi cartografici finanziati nel Progetto CARG è descrivibile, in modo continuo e lineare, solo dal 1999. Dopo l'analisi

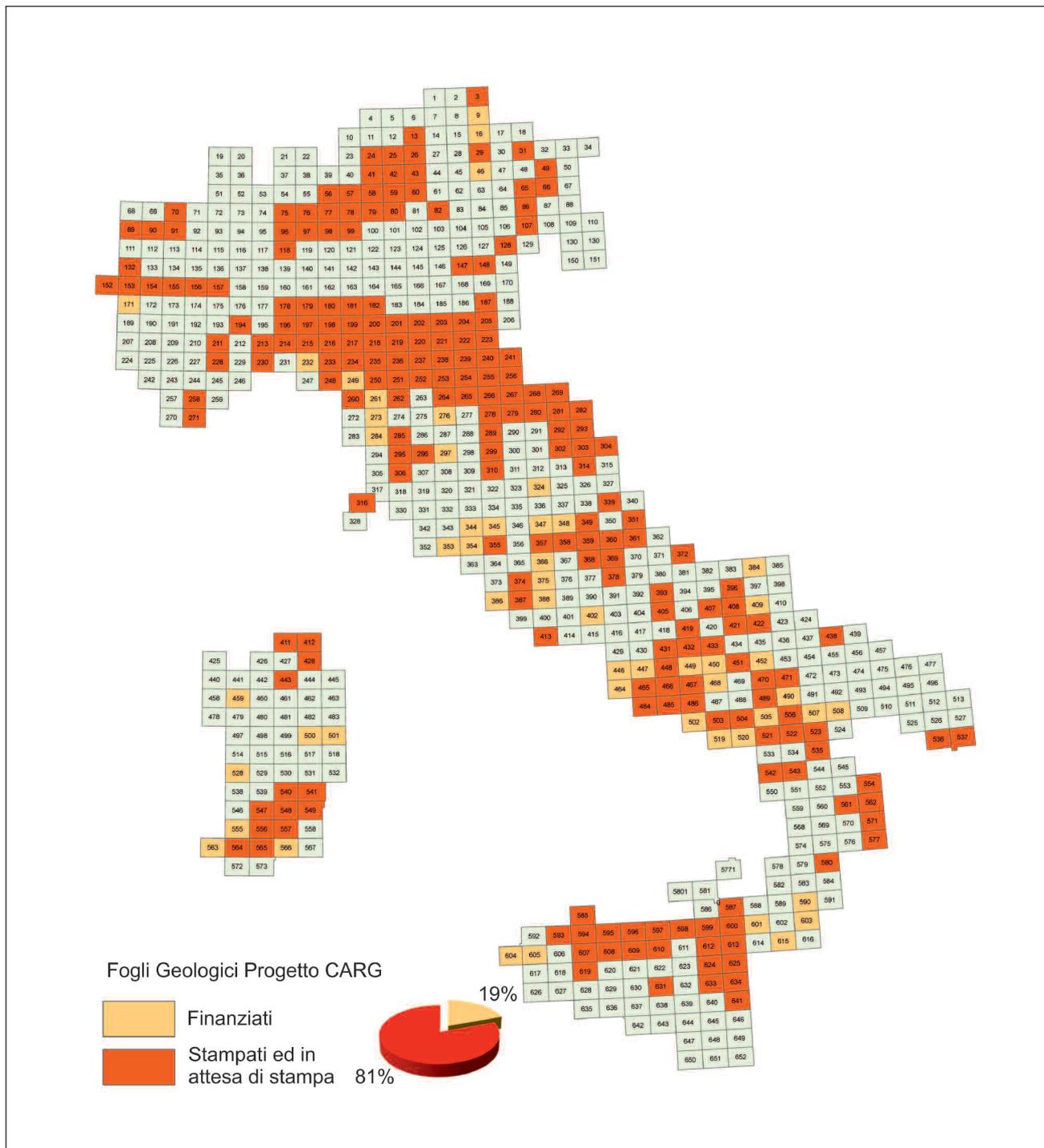


Fig. 14 – Stato di avanzamento e pubblicazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 con periodi di stampa.
 - The state of development and publication of the Geological Map of Italy at 1:50,000 scale with printing times.

delle percentuali complessive di seguito si procederà ad una sintetica descrizione per lustri dello stato di avanzamento, inglobando in essa anche le accelerazioni di produzione dovute all'espletamento di gare di appalto con consistenti quantitativi di Fogli previsti (talvolta anche in numero di 20 unità). Solo procedendo in questo modo si possono significativamente valutare le tendenze nel corso degli anni ed i risultati concretamente conseguiti. Nella figura 16 viene riportato, insieme allo schema della distri-

buzione in Italia, il resoconto delle varie situazioni in cui si trovano i fogli CARG al 31.12.2015 e, di seguito nel grafico a "barre", le quantità stampate nei vari periodi a partire da quello precedente il 2000 e con riferimento ai successivi tre "quinquenni" trascorsi, al 2005, 2010 e fino al 2015. La stessa suddivisione è rappresentata anche nel grafico a "torta" in cui meglio si apprezza l'incremento complessivo delle percentuali di stampa nel susseguirsi degli anni, dovuto quanto meno ad una avvenuta acqui-

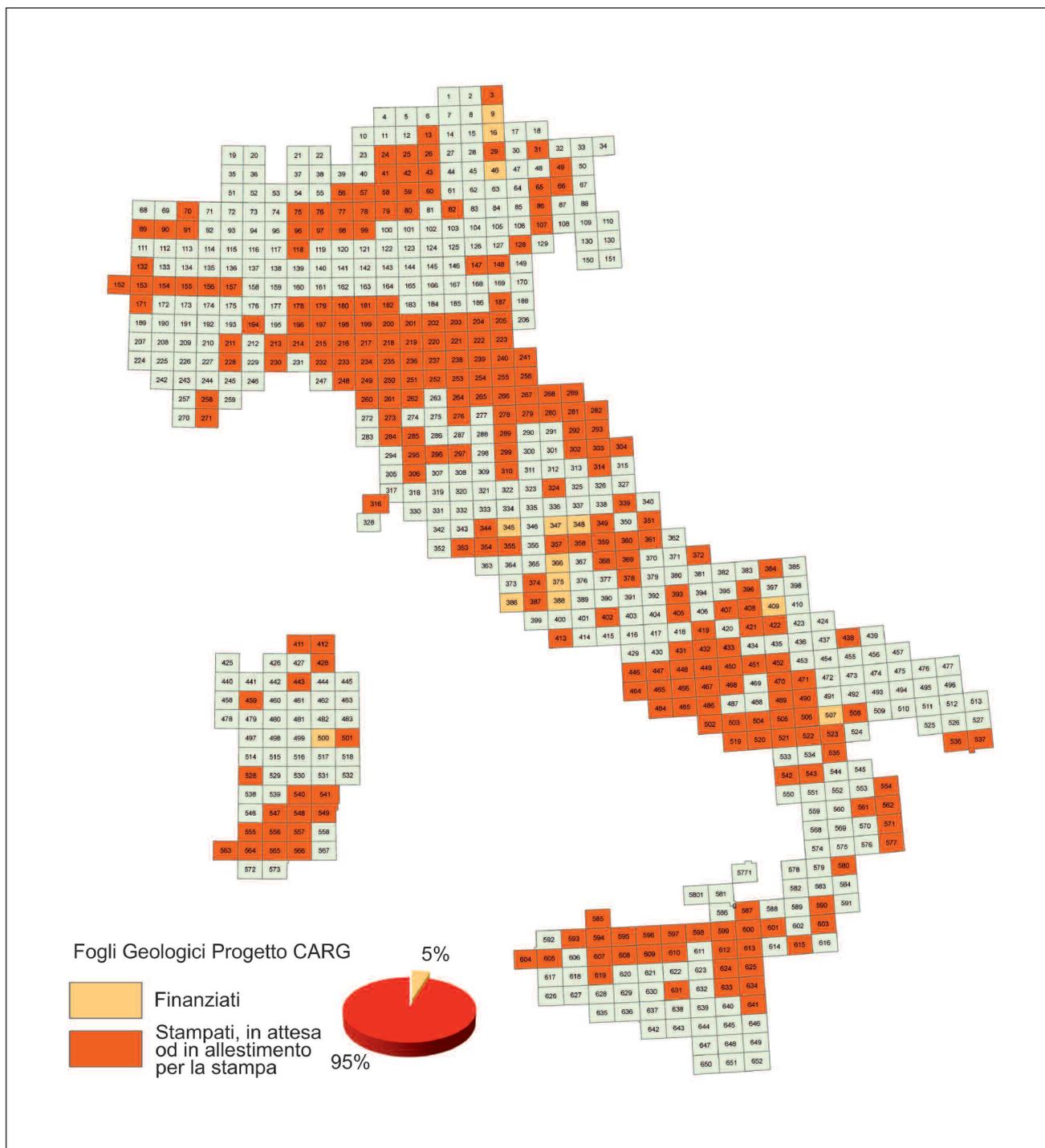


Fig. 15 - Fogli geologici alla scala 1:50.000 stampati, in attesa delle procedure di gara ed in allestimento finale per la stampa (con dato geologico validato).
 - geological sheets to scale 1:50,000 printed, pending the tendering process and in final preparation for printing (geological information validated).

sizione delle varie normative pubblicate e ad una sempre maggiore specializzazione dei soggetti interessati e coinvolti nelle diverse fasi previste nelle procedure del Progetto CARG. Risultati attribuibili anche alla piena disponibilità dei Contraenti esterni e dei loro incaricati, e al lavoro tutt'altro che trascurabile del personale del Servizio Geologico d'Italia coinvolto e, per gli aspetti cartografico/editoriali, dei cartografi ed operatori del Settore Cartografico che si ringraziano.

2.4. – BREVI NOTE SU ALCUNE CARTE GEO-TEMATICHE UFFICIALI DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

Insieme alla cartografia di ordine geologico ufficiale, il Servizio segue una serie di altre carte geo-tematiche orientate alla raccolta e diffusione di informazioni specifiche nel campo delle Scienze della Terra. Talune di queste carte sono state specificamente finanziate con il Progetto CARG in forma spe-

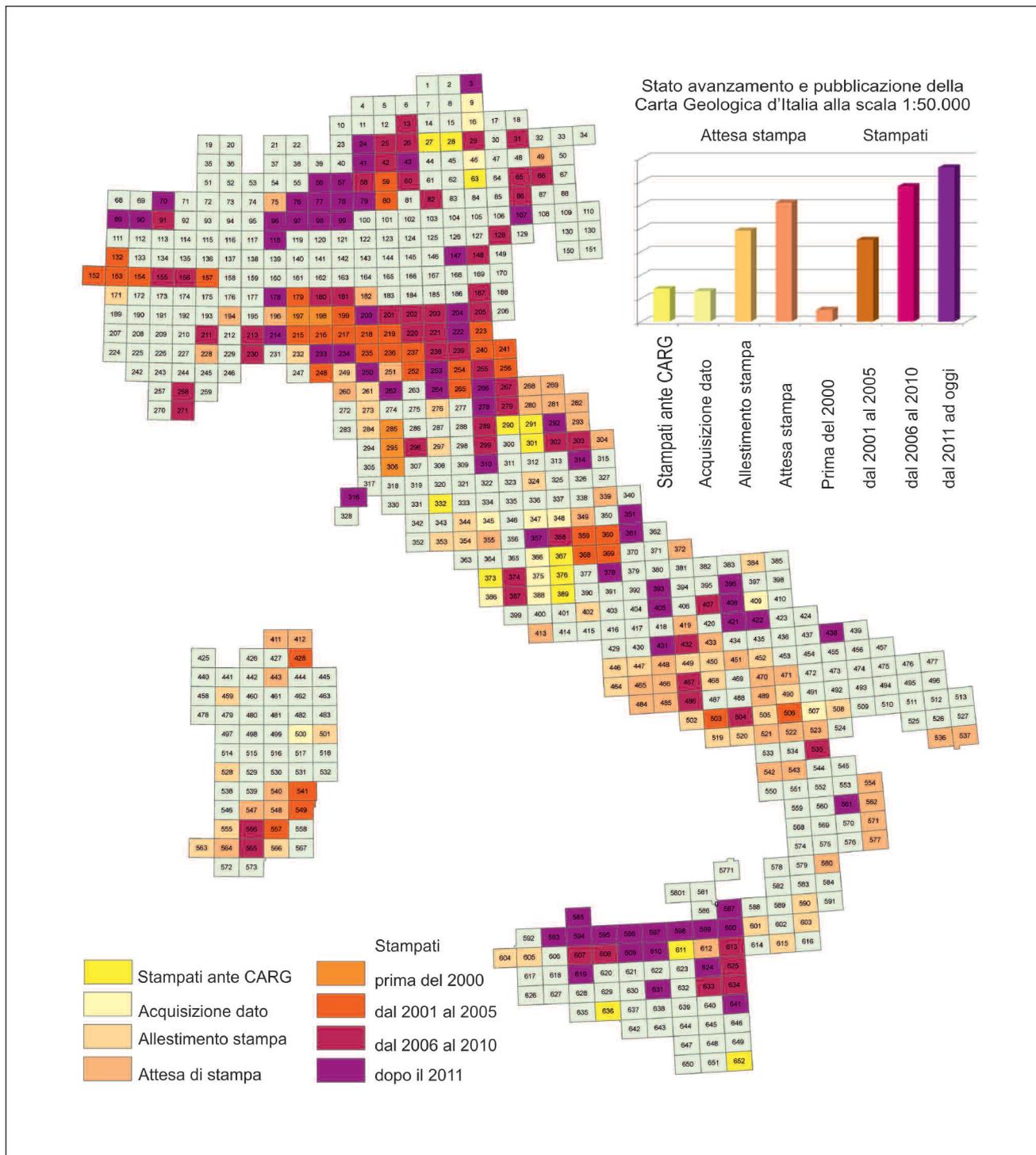


Fig. 16 – Stato di avanzamento e pubblicazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 con periodi di stampa.
 - The state of development and publication of the Geological Map of Italy at 1:50,000 scale with printing times.

rimentale, ad esempio le carte dei “processi di instabilità conseguenti l’evento alluvionale del 3–6 novembre 1994” del “Progetto speciale eventi alluvionali in iemonte” relative ai Fogli nn. 193 Alba; 210 Fossano e 211 Dego oppure la “Carta della pericolosità per instabilità dei versanti”, per il citato Foglio n. 211 Dego, in due carte una relativa alle “Frane per scivolamento planare” e l’altra alle “Frane per mobilitazione della

coltre superficiale”. A queste specifiche cartografie legate allo studio di particolari eventi, si affiancano tipologie di carte geotematiche divenute oramai dei veri riferimenti tanto da comporsi in autonome collane editoriali. Tra queste una breve descrizione degli aspetti cartografici almeno su quelle per le quali è stata studiata e pubblicata una specifica normativa di ordine cartografico-editoriale.

2.4.1. - *La Carta Geomorfologica ufficiale alla scala 1:50.000*

Come noto, la carta geomorfologica descrive l'evoluzione del rilievo, attraverso la rappresentazione delle forme di accumulo e di erosione e dei processi esogeni ed endogeni che le hanno prodotte. Anch'essa come la carta geologica adotta simboli con forme che sintetizzano graficamente il fenomeno da descrivere. Sono invece necessarie, per una corretta rappresentazione, differenti scale cromatiche per descrivere lo "stato di attività" dei fenomeni che sono riportati su una sintesi geologica del substrato. È del 1994 la pubblicazione della "Guida al rilevamento della Carta Geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000" sul Quaderno serie III n. 4 di normative del Progetto CARG del Servizio Geologico d'Italia. In essa è presente una traccia di simbologia finalizzata sia alle esigenze di rappresentazione del dato di campagna a cura del rilevatore che di indicazione cartografica per la gestione delle forme da riportare in sede di allestimento per la stampa del generico Foglio. Su queste indicazioni sono stati pubblicati i primi due Fogli sperimentali, il n. 063 Belluno ed il n. 389 Anagni, della corrispondente collana editoriale ufficiale della Carta Geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000. Nel 2007 sul Quaderno n. 10 di normative del Progetto CARG, viene pubblicata la "Guida alla rappresentazione cartografica" della Carta Geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000 quasi in contemporanea con la stampa del Foglio n. 367 Tagliacozzo, ambedue realizzati direttamente dagli addetti del Settore Cartografico del Servizio. Sono presenti e graficamente descritte nella guida le circa 450 forme previste nella carta geomorfologica ufficiale che sono catalogate ed accorpate, come per la guida del 1996, secondo le metodologie applicative, tra puntuali, lineari, areali e variabili unitamente alle prime indicazioni per il trattamento numerico del dato. Particolare cura è riservata alla definizione dello schema impianto colori con l'indicazione dei "pieni" da utilizzare per la corretta differenziazione dello "stato di attività" del fenomeno descritto insieme ai criteri ed ai relativi cromatismi da impiegare nell'accorpamento e semplificazione per la litologia del substrato. Uno studio particolare è stato infine necessario per le descrizioni di legenda da organizzare in funzione delle tre possibili colonne "attivo, non attivo od altro stato" e della tipologia "areale, lineare, puntuale" del fenomeno con possibilità di presenza "certa od incerta". Tenuto conto e sperimentata direttamente l'estrema complessità di semplificazione del dato geomorfologico rilevato alle scale 25.000 dell'IGM oppure sul 10.000 CTR, la normativa di rappresentazione cartografica definita e concordata dal Servizio Geologico d'Italia, abbandona gli orientamenti di un tempo in cui si prevedeva l'esagerazione dell'informazione ritenuta importante oppure la sua soppressione se secondaria, indirizzandosi alla diretta sostituzione ad esempio di elementi areali con quelli puntuali qualora i primi, causa la limitata estensione dovuta alla riduzione in scala, non permettano una corretta gestione delle forme previste per la loro rappresentazione (fig. 17).

2.4.2. - *La Carta Idrogeologica ufficiale alla scala 1:50.000*

La particolarità nella rappresentazione della carta idrogeologica sta nel descrivere fenomeni che sono per la grande maggioranza in continua, repentina o lenta evoluzione, contrariamente a quelli invece riportati sulla geologica. Ad esempio la diversa portata di un determinato corso d'acqua, in ampliamento per apporto di un ulteriore corpo idrico oppure in riduzione per dispersione o emungimento, ma anche la variazione in determinati periodi temporali (indicati come regimi stagionali) sono elementi essenziali e da riportare in questo tipo di cartografia geotematica. Ovviamente tali variazioni delle informazioni scientifiche da rappresentare, vengono ricostruite attraverso un'istantanea dell'area oggetto di indagine cercando di generalizzarne i contenuti per dare un quadro il più esaustivo possibile sulla situazione e delle dinamiche idrogeologiche studiate. Anche in questo caso, la rappresentazione cartografica utilizza una simbologia volta ad affiancare le forme grafiche che sintetizzano il fenomeno, tipo frecce della direzione di flusso della falda libera, insieme alla lettura combinata dei dati presenti in molti casi riportati direttamente nel simbolo, come ad esempio le indicazioni dei parametri raccolti dalle stazioni pluviometriche.

La carta idrogeologica ufficiale alla scala 1:50.000 prodotta dal Servizio fa riferimento ancora a Fogli sperimentali di datazione non recente quali il n. 291 Pergola del 1976 o il n. 611 Mistretta, quest'ultima realizzata con il contributo del CNR. Un primo approccio ad una possibile normativa è pubblicato nel Quaderno serie II n. 1 del 1985 con il titolo "Norme per la cartografia idrogeologica e del rischio geologico" che contiene un elenco piuttosto nutrito di simbologia per la rappresentazione cartografica. Unico concreto riferimento recente è il Foglio n. 389 Anagni pubblicato nel 1993 anticipando la sperimentazione della "Carta idrogeologica d'Italia 1:50.000 - Guida al rilevamento e alla rappresentazione" inserito nel Quaderno serie III° n. 5 del 1995. Nella Linea Guida, oltre affrontare le consuete questioni cartografiche circa la forma, dimensione e cromatismo della simbologia lineare e puntuale, accompagnata spesso da informazioni alfanumeriche per definire variabilità di quantità, viene trattato il tema della rappresentazione dei Complessi Idrogeologici. Questi sono distinti in funzione del "grado di permeabilità relativa", attraverso la scelta di cromatismi da adottare nelle campiture dei poligoni di eguale grado presenti nella carta, a cui sovrapporre il rapporto con la litologia delle medesime aree, distinte con una sovrapposizione di differenti trame scelte in gran parte tra quelle già note nella simbologia geologica come ad esempio il "mattonato" per il calcare oppure tratteggi orizzontali alternati per le marne ecc. Questo aspetto nella sperimentazione condotta è stato oggetto di particolare approfondimento in termini di rappresentazione alla scala 1:50.000, sia per la difficoltà nella lettura delle descritte trame sovrapposte sia per le indicazioni scientifiche circa i campi di differenziazione a suo tempo non ancora del tutto consolidate. È questo uno degli aspetti trattati nel volume 82 delle Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia dal titolo

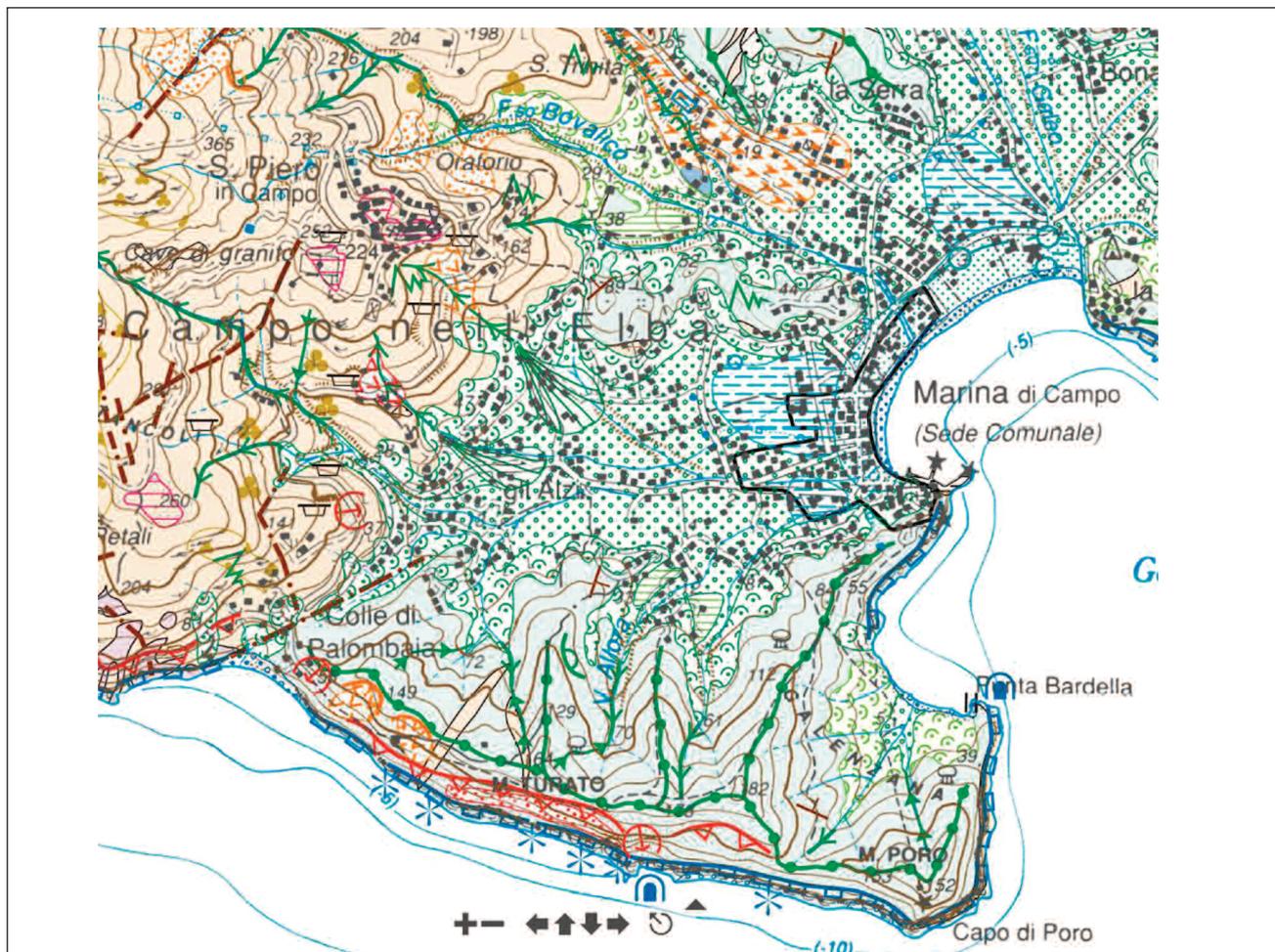


Fig. 17 – Dettaglio del Foglio geomorfologico 316-317-328-329 Isola d'Elba alla scala 1:50.000.
- Detail of the geomorphological Sheet 316-317-328-329 Isola d'Elba at the scale 1:50,000.

“Studi sperimentali finalizzati alla cartografia idrogeologica”, pubblicato nel 2008 ed a cui si rinvia per maggiori approfondimenti, nel quale vengono messi a confronto gli studi effettuati e le cartografie derivate su diverse aree campione. Nello stesso volume si affronta anche il tema della gestione numerica del dato idrogeologico, oggi in corso di approfondimento attraverso la creazione di una banca dati idrogeologica trattata in altra parte del presente volume (fig. 18).

2.4.3. - La Carta Gravimetrica ufficiale alla scala 1:50.000

La Carta Gravimetrica descrive informazioni del sottosuolo individuando l'andamento di strutture geologiche sepolte o corpi sotterranei causate da variazioni laterali di densità.

In particolare nella carta gravimetrica ufficiale prodotta dal Servizio Geologico d'Italia sono riportate, nella normalità, le “Anomalie di Bouguer” che descrivono le variazioni locali dell'accelerazione di gravità rispetto ai valori teorici di “gravità normale”.

La necessità di legare il dato gravimetrico a quello geologico ha portato la produzione della collana cartografica alla scala 1:100.000 alla stampa del dato gravimetrico su pellicola trasparente indeformabile da

registrare, attraverso la cornice del campo carta sul corrispondente foglio geologico. L'esperienza, condotta peraltro in numerosi fogli della citata collana, non poteva essere riproposta nel nuovo 50.000 del territorio nazionale sia per l'impossibilità di produrre la descritta pellicola che per esigenze editoriali di distribuzione e diffusione del dato. Sulla scorta della sperimentazione condotta per il foglio gravimetrico-strutturale n. 301 Fabriano del 1981 e sul foglio n. 373 Cerveteri (pubblicata sul sito web del Servizio) si è optato, concordando la scelta con il Servizio Geofisica, per il supporto “opaco” con necessità di semplificare il “sottostante” dato geologico. Dal punto di vista cartografico è quest'ultimo aspetto cui dedicare particolare cura a causa della complessità per raggiungere una corretta sintesi del dato ufficiale, magari già pubblicato, anche se aiuta molto la sua conservazione-manipolazione con sistemi numerici e la relativa possibilità di valutare i risultati in ragione di diverse ipotesi di accorpamento. Nel 2008 viene pubblicato il primo Foglio ufficiale della Carta Gravimetrica d'Italia alla scala 1:50.000, il n. 374 Roma (pressoché in contemporanea con il corrispondente Geologico del Progetto CARG) in cui sono applicati i nuovi criteri descritti. Resta invece inalterato, rispetto alle esperienze storiche condotte, il criterio di

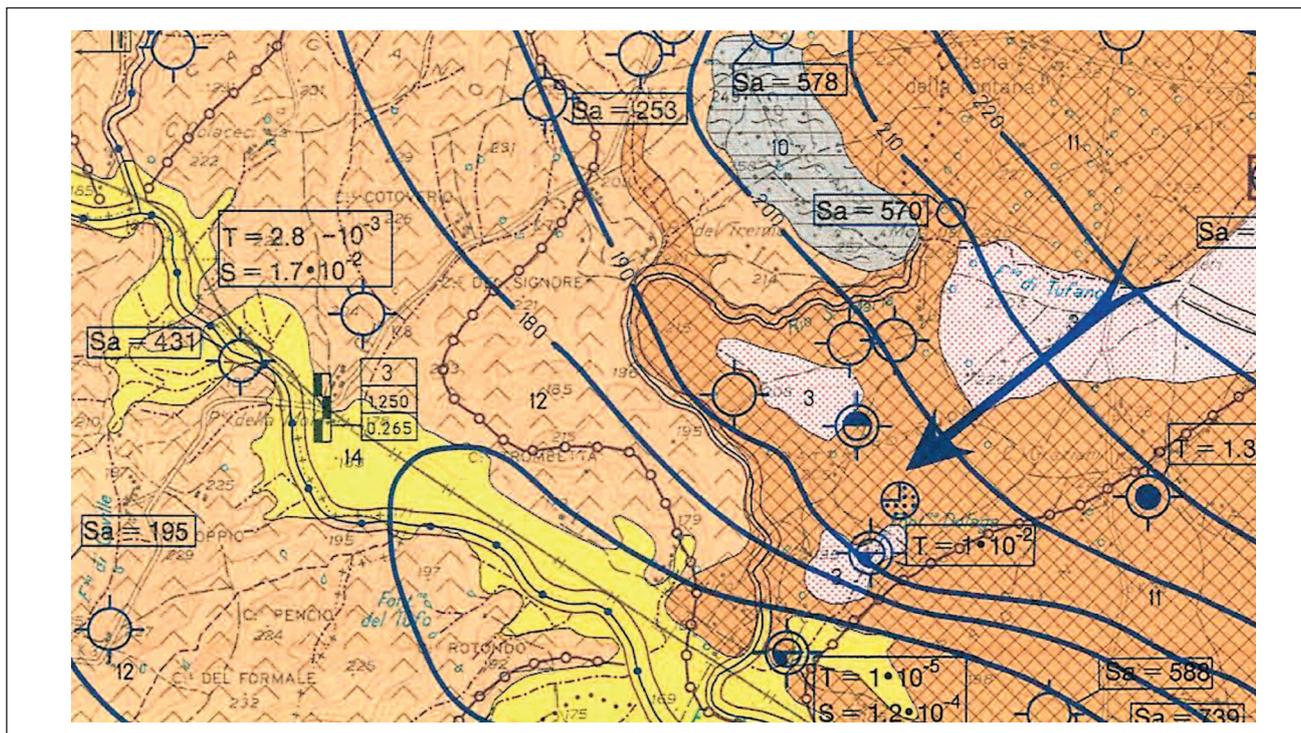


Fig. 18 - Dettaglio del Foglio idrogeologico 389 Anagni alla scala 1:50.000.
- Detail of the hydrogeological Sheet 389 Anagni at the scale 1:50,000.

approccio e pubblicazione dell'informazione gravimetrica con evidenziate le "anomalie di Bouguer" con relativi "minimi" e "massimi" e i numerosi punti di "stazione gravimetrica". L'impostazione di inquadratura marginale, in linea con le composizioni previste nelle altre tipologie di carte ufficiali del Servizio, suddivide i due campi di legenda previsti ad ovest con le

informazioni presenti nel campo carta e ad est con la serie di "mappe derivate" dell'area studiata con applicazione di vari filtri. È presente nell'allegata Nota illustrativa del citato Foglio n. 374 Roma la prima normativa di ordine cartografico per la pubblicazione di questa tipologia di carte ufficiali, cui si rinvia per maggiori approfondimenti (fig. 19).

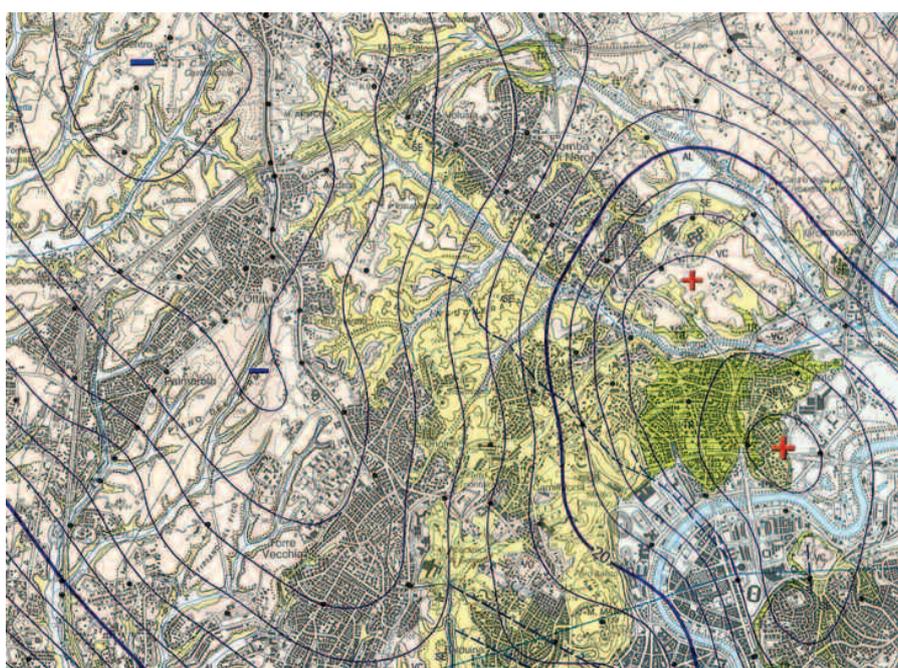


Fig. 19 - Dettaglio del Foglio gravimetrico 374 Roma alla scala 1:50.000.
- Detail of the gravimetric Sheet 374 Roma at the scale 1:50,000.

3. - LE NORMATIVE GEOLOGICHE

GALLUZZO F. (*)

3.1. - LA GUIDA AL RILEVAMENTO: QUADERNO DEL SGN, SERIE III, N. 1

La realizzazione della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 ha preso l'avvio contemporaneamente alle attività della "Commissione per la cartografia geologica e geomorfologica" del CNR, istituita per redigere le normative per il rilevamento. La Commissione ha lavorato tre anni, affiancata dal Servizio Geologico, dalla Commissione Italiana di Stratigrafia (che ha successivamente redatto la "Guida Italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica", pubblicata nel 2003) costituita presso la Società Geologica Italiana, da svariate società e gruppi scientifici (es., AIQUA, Società Paleontologica Italiana, Gruppo di sedimentologia, Gruppo di geologia strutturale, ecc.) e con contributi settoriali di innumerevoli studiosi di vari enti e università. Il risultato di questo grande lavoro è la "Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Guida al rilevamento" (PASQUARÈ *et alii*, 1992).

Complessivamente la Guida tiene conto delle moderne vedute scientifiche applicate alla cartografia, senza però perdere di vista i suoi fini più strettamente applicativi, esigenza questa più volte emersa anche nel corso di innumerevoli riunioni e convegni organizzati allo scopo. Utile è anche il tentativo di mettere ordine nella pratica soprattutto stratigrafica, indicando gli usi scorretti dei termini anche al fine di evitare la proliferazione delle unità stratigrafiche. La Guida assume inoltre un'importante funzione didattica; si possono citare, a tale proposito, le tabelle comparative e le descrizioni dei vari tipi di unità utilizzate in stratigrafia: dalle "classiche" unità litostratigrafiche (anche informali), biostratigrafiche, cronostratigrafiche e geocronologiche, alle unità a limiti inconformi (UBSU), ciclostratigrafiche, pedomorfologiche e magnetostратigrafiche. Fondamentali sono poi le indicazioni per definire i criteri e le metodologie per il rilevamento e la rappresentazione cartografica delle aree sommerse della piattaforma comprese nei fogli alla scala 1:50.000; per la prima volta le aree marine vengono riconosciute come parte integrante delle carte geologiche ufficiali. Da ricordare inoltre le prime indicazioni per l'informatizzazione delle carte, che costituiscono le basi sulle quali sono poi state impostate le successive linee guida per l'organizzazione della banca dati CARG (CARA *et alii*, 1995; ARTIOLI *et alii*, 1997). Di seguito sono concisamente riportati gli aspetti più innovativi e importanti della Guida.

Nel campo della Stratigrafia, l'aspetto più innovativo riguarda l'indicazione di utilizzare, a fianco delle "classiche" unità litostratigrafiche, le "unità stratigrafiche a limiti inconformi" (UBSU) per i depositi vulcanici e del Quaternario continentale. Per le vulcaniti la scelta di considerare le UBSU come le più adatte per caratteriz-

zare l'evoluzione degli apparati vulcanici è proceduta senza significativi contrasti. Non così per i depositi quaternari continentali, per la decisa contrapposizione di molti quaternaristi fautori delle unità allostratigrafiche, indicate a loro volta come le più adatte ne "La carta geologica di pianura in scala 1:50.000. Linee guida per il rilevamento e la cartografia" (BINI *et alii*, 1999). Senza entrare qui nel merito delle diverse argomentazioni a favore di una o dell'altra unità stratigrafica, si sottolinea come la questione fu risolta a favore delle UBSU nel documento "Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale" redatto da GALLUZZO *et alii* (2001). Oggi si può dire che l'utilizzo delle UBSU sia stato comunemente accettato, con notevoli vantaggi per lo studio dei depositi quaternari, le loro correlazioni e la comprensione dell'evoluzione morfo-strutturale dei bacini continentali.

Un intero capitolo viene dedicato ai criteri della Geologia strutturale, colmando una lacuna sicuramente presente in molte delle carte ufficiali precedenti. Oltre agli elementi planari tradizionali (stratificazione - con indicazione della pendenza misurata - e faglie), si aggiungono la foliazione e i giunti, mentre tra gli elementi lineari, oltre agli assi delle pieghe vengono indicati gli assi delle mesopieghe (con senso di asimmetria) e i vari tipi di lineazione. La maggiore importanza della Geologia strutturale nella nuova cartografia alla scala 1:50.000 trova espressione nella definizione di "unità tettonica", che diviene elemento fondamentale nella strutturazione delle legende dei fogli in aree fortemente/polideformate. Tra gli schemi a cornice dei fogli verranno poi generalmente inseriti gli schemi tettonici nei quali, in vari casi, i principali lineamenti saranno differenziati anche in base alla cronologia della deformazione.

Nel campo del Sedimentario, la Guida auspica l'integrazione della litostratigrafia con i criteri derivati dalla stratigrafia sequenziale, in particolare per le successioni torbiditiche e carbonatiche, mettendo in evidenza la necessità di individuare le superfici di inconformità e di massima ingressione marina o di brusco innalzamento del livello del mare e di un'attenta analisi di facies.

Una raccomandazione molto importante, con notevoli risvolti anche dal punto di vista applicativo, è quella relativa alla descrizione delle successioni torbiditiche silicoclastiche che deve essere basata, tra l'altro, sui rapporti arenaria/pelite. La conseguente suddivisione delle unità torbiditiche in più formazioni, membri, litofacies, litozone e livelli guida (vedi ad esempio i fogli dell'Appennino settentrionale) è stata poi determinante anche per comprendere l'assetto strutturale di ampi settori della catena. L'analisi di facies ha poi permesso l'individuazione e la differenziazione delle successioni carbonatiche deposte in diversi ambiti paleoambientali, permettendo, come ad esempio nei fogli abruzzesi, accurate ricostruzioni paleogeografiche.

Un intero capitolo viene dedicato anche alla cartografia del Quaternario continentale che, con il Progetto CARG, assume un'importanza analoga a quella del sub-

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

strato. Dal punto di vista della pratica di rilevamento viene posta in evidenza l'importanza nella descrizione degli affioramenti e delle sezioni tipo, dell'analisi morfologica e morfostratigrafica, dell'analisi strutturale degli elementi neotettonici - con i risvolti sismotettonici, paleosismologici e di fagliazione superficiale.

Nella scelta delle unità stratigrafiche di riferimento, si riprende la questione discussa nel capitolo "Aspetti stratigrafici della guida", sottolineando come le UBSU possono essere utilizzate efficacemente in ambito cartografico procedendo con lievi ritocchi nella loro definizione, in particolare prevedendo la possibilità che i loro limiti siano localizzati e tracciati anche sulla base della continuità laterale dei corpi sedimentari. Raccomandazioni vengono poi date circa l'uso appropriato dei diversi gradi gerarchici (supersistema, sistema e subsistema).

Una parte è dedicata alle problematiche del rilevamento geologico in aree di pianura che, con il Progetto CARG, vedono aumentare considerevolmente la loro importanza e quindi le risorse, anche finanziarie, per il loro studio. La tematica viene successivamente sviluppata nelle già citate linee guida per le aree di pianura di BINI *et alii* (1999), dove vengono approfondite le indicazioni metodologiche per le datazioni, i rilievi di campagna, le indagini dirette (sondaggi) e

indirette (prove penetrometriche, geofisiche, ecc.), campionamenti e quant'altro necessario per realizzare una carta di superficie e ricostruire i corpi sedimentari in profondità. Per questi ultimi, se importanti dal punto di vista stratigrafico e sufficientemente documentati, le linee guida prevedono la possibilità di redigere un'apposita carta del sottosuolo. I fogli di pianura della Regione Emilia-Romagna - capo fila in questo ambito - hanno tutti una carta del sottosuolo alla scala 1:50.000 che accompagna la carta geologica di superficie (fig. 20, 21).

Infine, importanti indicazioni riguardano la descrizione delle unità cartografate e la loro rappresentazione cartografica che deve prevedere, oltre al colore di fondo dell'UBSU o dell'unità litostratigrafica, dei soprassegni che individuino le litofacies (alluvionali, lacustri, ecc.) oppure le litologie (sabbie, ghiaie, ecc.). In questo modo, i depositi quaternari assumono una precisa connotazione cronostatigrafica indicata dall'appartenenza a una determinata UBSU e una dettagliata rappresentazione litologica e ambientale, fondamentale anche per i fini applicativi.

Nel capitolo relativo al Vulcanico, particolare attenzione viene data dalla Guida ai criteri per il loro rilevamento che, partendo dalla ricostruzione del rilievo

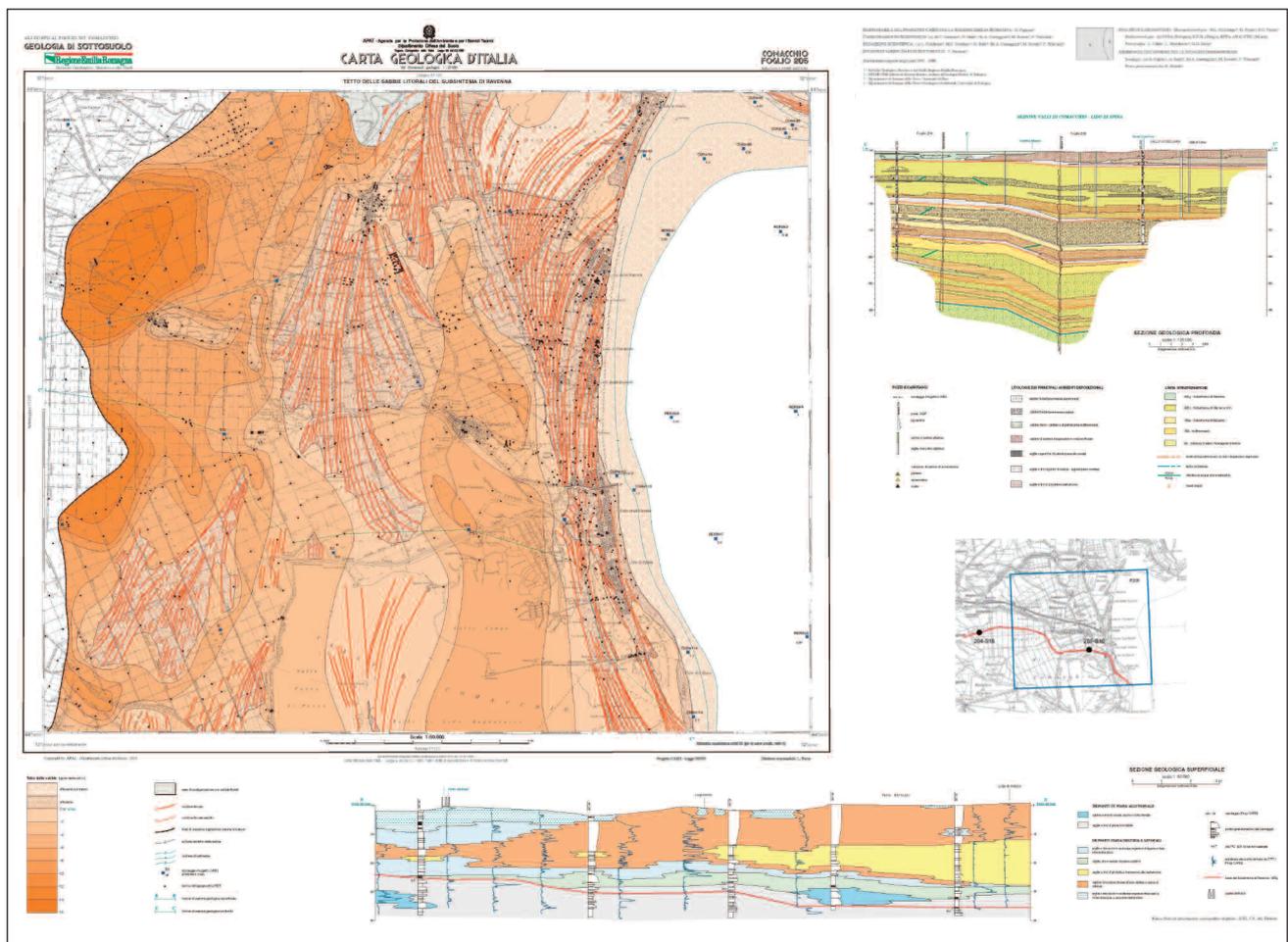


Fig. 20 - Geologia di sottosuolo, Foglio 205 Comacchio, 2009.
- Subsurface geology, sheet 205 Comacchio, 2009.

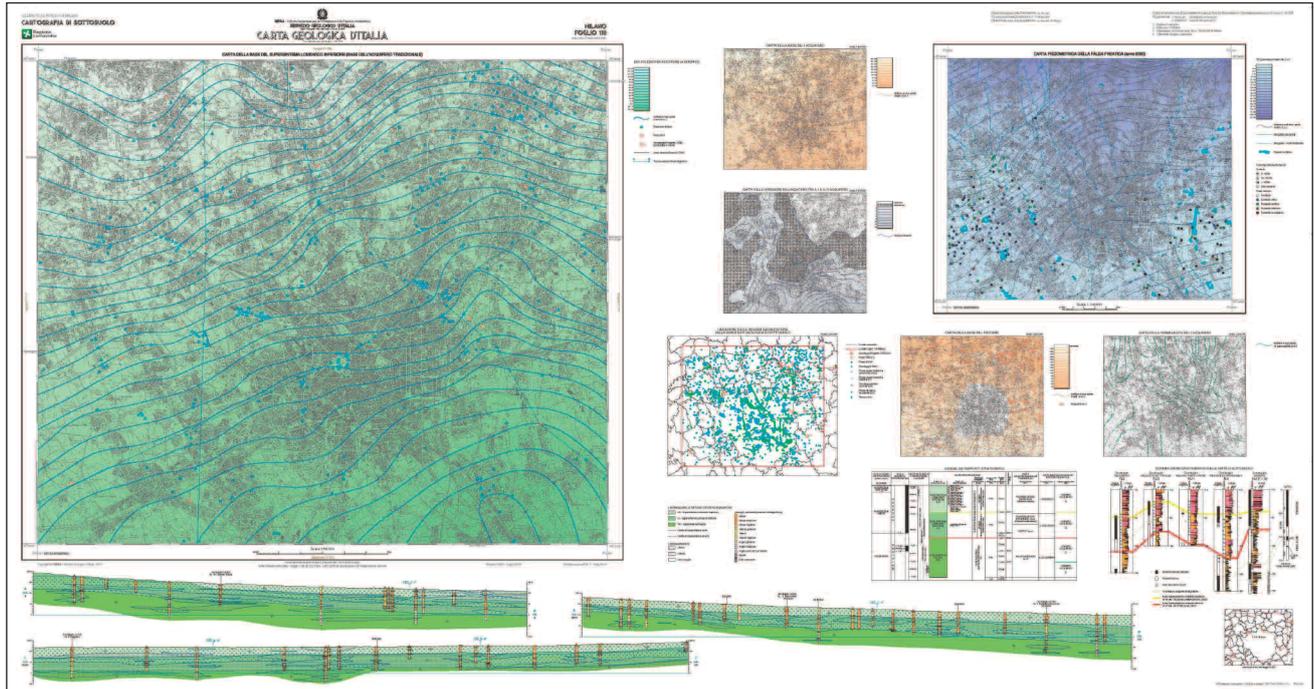


Fig. 21 - Cartografia di sottosuolo, Foglio 118 Milano, 2016. - *Subsurface cartography, sheet 118 Milan, 2016.*

pre-vulcanico, dovrà prendere in considerazione la geometria dei corpi vulcanici, iniziando dall'individuazione delle discontinuità maggiori per proseguire con quelle minori, più locali, esaminandone i caratteri litologici, strutturali e geocronologici, per arrivare all'individuazione e differenziazione delle varie unità che costituiscono le successioni vulcaniche e alla loro gerarchizzazione. Una particolare raccomandazione, di fatto poi raccolta durante la realizzazione dei fogli in aree vulcaniche, è rivolta allo studio dei depositi sedimentari legati al vulcanismo (epiclastiti, depositi da flusso, ecc.).

Dal punto di vista stratigrafico, si sottolinea l'esigenza che anche per la cartografia in aree vulcaniche vengano seguiti i codici stratigrafici vigenti invece che i criteri preminentemente litologici e chimico-fisici adottati in precedenza. Come accennato sopra, viene raccomandato l'uso delle UBSU, senza escludere altri tipi di unità (litostratigrafiche, strati guida, ecc.) in particolari e specifici contesti. Importanti sono le indicazioni per il corretto utilizzo dei supersintemi, sintemi e subintemi, nonché delle unità litostratigrafiche e delle unità informali, tra le quali i litosomi.

La peculiarità delle rocce del Cristallino e il fatto che solo in alcuni casi obbediscano al principio di sovrapposizione, mentre in genere rispettano il principio di intersezione, fa sì che la Guida individui nelle unità litostratigrafiche le più adatte a rappresentare cartograficamente le rocce intrusive, metamorfiche e ofiolitiche. Si sottolinea la necessità di conoscere il contesto regionale e in particolare l'assetto strutturale, perché proprio sulle grandi unità tettoniche si devono basare le distinzioni cartografiche di primo livello. Un comune carattere dominante (es., sovrimpronta tettono-metamorfica) permetterà poi di raggruppare più

unità litostratigrafiche, che costituiranno le unità base del rilevamento di campagna. La Guida si sofferma poi sugli obiettivi della rappresentazione cartografica, sui criteri per la denominazione delle unità cartografate e sui contenuti della carta, differenziando tali argomenti per i corpi intrusivi, per le aureole metamorfiche di contatto, per i complessi metamorfici regionali e per le ofioliti.

Per quel che riguarda gli elementi di Geologia applicata che devono essere contenuti nella nuova cartografia alla scala 1:50.000, la Guida, pur ribadendo le ovvie differenze tra la carta geologica di base e le carte geotematiche, sottolinea come sarebbe altamente produttivo procedere al rilevamento congiunto di dati geologici e tematici. La carta geologica al 50.000 deve avere comunque un contenuto tematico minimo, che potrà però avere più spazio nella carta di rilevamento, che deve essere almeno alla scala 1:10.000, nelle Note illustrative e nella banca dati. Particolare enfasi viene data alla descrizione dei caratteri litologici, allo scopo di acquisire comunque informazioni utili dal punto di vista geotecnico. Per far questo la Guida raccomanda di descrivere già in legenda, oltre alle informazioni abituali su litologia, tessitura, stratificazione e rapporti giaciture, anche stato di fatturazione, cementazione e alterazione della roccia e, nelle unità torbiditiche, rapporto tra porzione competente e incompetente. Particolare attenzione deve essere data alle unità prevalentemente argillose, soprattutto se a struttura caotica. Importante è anche segnalare in carta le zone cataclastiche e le zone fortemente fratturate con indicazione delle famiglie principali di diaclasi. Corposa è la parte dedicata alle coperture detritiche, da rappresentare in base alla loro estensione e potenza, e ai fenomeni gravitativi, da distinguere in base al grado di attività: frana con indizi di

attività in atto, frana senza indizi di attività in atto, frana antica. Sulla carta devono essere riportate, per la loro importanza, anche le Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (DGPV), da rappresentare con apposito sovrassegno.

La Guida si sofferma poi sulle modalità di rappresentazione delle risorse del sottosuolo (attività esplorativa ed estrattiva), delle acque sotterranee (sorgenti e pozzi) e degli elementi geomorfologici, con cenni anche a quella che può essere definita “Geologia antropica”. Infine, si sottolinea l'importanza delle Note illustrative per contenere le informazioni che non è stato possibile mettere in carta: dalla descrizione delle frane più importanti e storiche ai dati sulla stabilità dei versanti e sull'erosione del suolo, dai fenomeni di subsidenza ai terremoti e ai fenomeni alluvionali più disastrosi, senza tralasciare stratigrafie di pozzi per acqua e idrocarburi, risorse del sottosuolo, dati idrogeologici, ecc. Da sottolineare che, in fase di redazione finale, alcuni fogli geologici comprendenti grandi città (es. Foglio 557 Cagliari), conterranno nelle Note illustrative parti dedicate specificamente alla Geologia urbana (fig. 22).

Come detto sopra, con il Progetto CARG le aree sommerse della piattaforma italiana diventano parte integrante delle carte geologiche alla scala 1:50.000. Per questo la Guida dà indicazioni sui criteri di Geologia marina da utilizzare per il rilevamento e la rappresentazione delle aree sommerse. Per prima cosa si sottolinea come nella cartografia alla scala 1:50.000 si debbano rappresentare le informazioni geologiche relative al fondo e all'immediato sottofondo marino, lasciando alla cartografia alla scala 1:250.000 – e a specifica normativa – la raccolta dei dati sulle strutture più profonde. Gli studi si baseranno sull'analisi di profili di sismica a riflessione i quali, realizzati a reticolo, permetteranno la ricostruzione tridimensionale delle unità sismo-stratigrafiche, gerarchizzabili in sequenze deposizioni, sistemi deposizionali e parasequenze sulla base dei principi della stratigrafia sequenziale. Dovendosi rappresentare solo la distribuzione dei litotipi superficiali, appartenenti alla sequenza deposizionale soprastante la superficie d'erosione creatasi 18.000-20.000 anni fa durante l'ultimo basso stazionamento del livello del mare, nel corso dell'ultima glaciazione,



Fig. 22 - Galleria dell'acquedotto sotterraneo di Cagliari.
- Cagliari's aqueduct tunnel.

la Guida enfatizza l'utilizzo di metodologie con massima risoluzione sismica. La descrizione dei sedimenti superficiali non consolidati deve comprendere fondamentalmente le caratteristiche tessiturali e il loro spessore, mentre i fondali rocciosi verranno caratterizzati secondo i criteri litostratigrafici analogamente a quanto avviene a terra. Sulla carta alla scala 1:50.000 devono essere rappresentati anche i principali elementi morfologici e tettonici, eventuali sorgenti e manifestazioni idrotermali e gassose, aree interessate da attività antropica, principali biocenosi significative e, in appositi schemi, le tracce dei rilievi acustici e dei punti di campionamento (con carotieri, benne, indagini dirette, ecc.). Da sottolineare che la Guida prevede che le Note illustrative contengano un intero e separato capitolo dedicato alle indagini di Geologia marina.

La Guida si conclude con un esteso Glossario e la Simbologia, nella quale spicca il gran numero di informazioni relative alla Geologia strutturale.

3.2. - AGGIORNAMENTI DELLA GUIDA AL RILEVAMENTO

Nel corso dei rilevamenti dei fogli è emersa l'esigenza di integrare in alcune parti la Guida al rilevamento, per renderla meglio rispondente a quanto richiesto dagli operatori che la sperimentavano, per chiarire in via definitiva alcune questioni rimaste in sospeso, per sopperire ad alcune carenze iniziali (vedi in questo senso anche le Linee guida per il rilevamento delle aree di pianura di BINI *et alii*, 1999, già citate). Il Servizio Geologico d'Italia ha così predisposto – sentito anche il Comitato geologico - e diffuso tra gli operatori nel corso degli anni, una serie di documenti, a valle di riunioni, incontri, discussioni, confronti, avvenuti anche in sede congressuale, che sono poi stati raccolti in un apposito Quaderno (GALLUZZO *et alii*, 2009). Di seguito sono esposti gli aspetti più importanti.

Il primo documento, dal titolo “Indicazioni per la compilazione della legenda” (GALLUZZO, 1999a), pone l'accento sulla necessità che le legende dei fogli abbiano un linguaggio non da specialisti ma facilmente comprensibile a tutti. La descrizione deve procedere per gradi, mettendo prioritariamente in evidenza i dati macroscopici generali (litologia, colore, spessore, geometrie, rapporti, ecc.) e successivamente le informazioni di maggior dettaglio. Le unità stratigrafiche devono essere elencate dalla più giovane alla più antica, anche nel caso di legende strutturate in unità tettoniche, nel qual caso si deve partire da quella più alta geometricamente.

Nel documento viene meglio esplicitato quanto già deciso nelle linee guida predisposte per la banca dati geologici (ARTIOLI *et alii*, 1997) circa l'uso delle sigle per l'individuazione univoca delle unità stratigrafiche: due lettere per gruppi e supersintemi; tre lettere per formazioni e sintemi; le tre lettere della formazione/sintema più un numero a pedice per membri e subsintemi; le tre lettere della formazione più una lettera a pedice per litofacies, strati, lenti, ecc. L'uso di sigle univoche per ogni unità stratigrafica, che riflette le nuove esigenze dettate dall'organizzazione

delle banche dati, opera un deciso cambiamento rispetto alle carte ufficiali precedenti, sia alla scala 100.000 che alla scala 1:50.000 pre-CARG. Da sottolineare che la Guida al rilevamento non dava indicazioni precise in tal senso, limitandosi a suggerire l'uso di sigle con riferimenti cronostatigrafici nella parte dedicata alla Scala geocronologica.

Il secondo documento, dal titolo "Indicazioni per compilazione delle note illustrative" (GALLUZZO, 1999b), fissa i capitoli minimi sui quali impostare la nota illustrativa di un foglio alla scala 1:50.000 e dà indicazioni generali sui possibili contenuti. Si sottolinea l'importanza delle note per riportarvi tutte le informazioni e le sintesi che non possono trovare posto sulla carta, utilizzando anche schemi, diagrammi, tabelle, foto e, se necessario, stralci di rilevamenti a scala maggiore del 50.000. In questo senso, la nota illustrativa diviene parte integrante del foglio. Da sottolineare l'importanza che viene data alla note illustrative come sede ideale per istituire nuove formazioni, proponendone la formalizzazione attraverso un *worksheet* (allegato al documento) messo a punto dalla Commissione Italiana di Stratigrafia della Società Geologica Italiana.

Con una successiva nota del 2001, viene richiesto agli operatori di inserire nelle note illustrative un *abstract* esteso e la legenda del foglio in inglese, al fine di rendere fruibili i documenti anche a un'utenza straniera.

Del 2001 è il documento "Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale" (GALLUZZO *et alii*, 2001), attraverso il quale, come detto sopra, viene presa la decisione definitiva a favore delle UBSU quali unità stratigrafiche che, per vari motivi, meglio permettono di rappresentare in carta le caratteristiche dei depositi e l'evoluzione dei bacini, nel rispetto dei dettami stratigrafici internazionali. Il documento dà anche indicazioni generali per la gerarchizzazione delle UBSU in rapporto all'estensione e importanza delle discontinuità che li delimitano: regionali per i supersintemi, a livello di bacini di asta fluviale per i sintemi e locali per i subsintemi.

Il documento poi cerca di mettere ordine sulle modalità di rappresentazione in legenda dei depositi di copertura recenti, sull'uso dei termini "unità non distinte in base al bacino di appartenenza" e "unità ubiquitarie", sulla rappresentazione delle coltri eluvio-colluviali (da riportare sul 50.000 solo se di una certa estensione e spessore importante, per non nascondere troppo il substrato) e sulla numerazione dei depositi terrazzati, in ordine crescente dal più giovane al più antico per facilitarne la correlazione e il coordinamento a scala di bacino.

Importanti sono poi le indicazioni sulle frane, per la rappresentazione delle quali non tutti i rilevatori avevano ben interpretato i dettami del Quaderno 1, in particolare per quel che riguardava l'uso dei termini di corpo di frana "con indizi di evoluzione" e "senza indizi di evoluzione" in rapporto ai termini di "attivo" e "quiescente". Alcuni operatori, addirittura, ritenevano di non poter effettuare tali suddivisioni, essendo all'uopo necessari accurati studi che esulavano da quelli per una carta geologica. Il documento stabilisce che vengano rappresentati solo il "corpo di frana" e i

"corpo di frana antico", differenziati in base al colore rosso e azzurro del tegolato.

A quest'ultimo documento, seguono le "Indicazioni per la rappresentazione cartografica del Quaternario continentale" (GALLUZZO *et alii*, 2003), rese necessarie in conseguenze delle nuove esigenze manifestate in sede di informatizzazione dei dati relativi ai depositi quaternari. Le innovazioni principali riguardano l'uso delle tessiture, inizialmente previste solo per i depositi alluvionali e ora estese anche ad altri tipi di deposito (eolico, lacustre, palustre, marino), e il loro colore, che diviene univocamente collegato alla genesi: rosso per i depositi di versante dovuti alla gravità, blu per i depositi fluviali, fluvioglaciali e di versante dovuti al dilavamento, viola per i depositi glaciali, azzurro per i depositi di origine marina, verde per i depositi di origine lacustre e palustre, bistro per i depositi eolici e grigio per i depositi di origine antropica.

Il documento mette anche ordine nelle sigle delle unità quaternarie da utilizzare in carta, modificando e integrando il "Dizionario delle Unità Quaternarie" del Quaderno n. 6 (ARTIOLI *et alii*, 1997) e prevedendo accorgimenti per differenziare depositi senza una precisa connotazione stratigrafica, di uguale genesi ma di età differente.

Con il documento "Elementi di Geologia applicata sulle carte geologiche alla scala 1:50.000" (GALLUZZO, 2005), partendo dalla constatazione tra ciò che è stato correttamente fatto e ciò invece che è stato più o meno disatteso, si ribadisce l'importanza di rappresentare in carta e di descrivere nelle note illustrative gli elementi di Geologia applicata minimali indicati nel Quaderno 1.

Nello stesso anno vengono predisposte anche le "Indicazioni per la cartografia delle aree vulcaniche" (RICCI & VITA, 2005), allo scopo di fornire un indirizzo metodologico più definito e chiaro in merito alla cartografia dei terreni vulcanici. Si ribadisce l'uso delle UBSU e la necessità di riconoscere l'importanza (estensione della superficie, evidenza, durata dello *hiatus*) delle discontinuità che le delimitano per definirne il rango. Le UBSU possono essere affiancate dalle unità litostratigrafiche, anche informali (ad es. i litosomi, utili per definire i differenti centri vulcanici). Il documento si sofferma anche sull'uso scorretto che in alcuni casi è stato fatto delle UBSU, suggerendo soluzioni alternative in accordo con i dettami della Stratigrafia. Si aggiungono indicazioni per una corretta nomenclatura e per una corretta assegnazione delle sigle, in particolare per la rappresentazione in carta e in banca dati dell'unità definita "insieme di colate".

Indicazioni vengono date anche per le note illustrative, nelle quali non può mancare una parte relativa alla pericolosità vulcanica nel caso di vulcani attivi, e per la classificazione delle rocce, basata sul diagramma TAS integrato dagli schemi proposti da INNOCENTI *et alii* (1999). Infine, vengono riportate le modifiche e integrazioni per quel che riguarda la simbologia degli elementi vulcanici. Al documento viene allegato un utile "Glossario dei termini utilizzati nella geologia del Vulcanico".

4. - L'USO DELLA BIOSTRATIGRAFIA NEL PROGETTO CARG

FIorentino A. (*), PAMPALONI M.L. (*),
PICHEZZI R.M. (*), ROSSI M. (*)

Nell'ambito del Progetto CARG il criterio seguito per il rilevamento geologico è quello litostratigrafico basato sulla distinzione in unità definite in base alle caratteristiche litologiche, paleontologiche, sedimentologiche, petrografiche e mineralogiche riconoscibili sul terreno. Viene quindi offerta agli operatori del progetto la possibilità di realizzare studi biostratigrafici in diverse aree della penisola strutturalmente molto diversificate, con successioni sedimentarie di età dal Paleozoico all'Attuale, deposte in ambienti che variano dalla piattaforma al bacino. Ciò ha comportato lo studio di aree geografiche e unità poco conosciute o non particolarmente consone a uno studio di grande dettaglio biostratigrafico a causa della scarsità di fossili o del loro stato di conservazione.

La biostratigrafia, insieme alla litostratigrafia e alla cronostratigrafia – geocronologia, è una delle categorie fondamentali della stratigrafia definite nel II Congresso Internazionale di Bologna nel 1881. Essa si occupa dello studio e distribuzione stratigrafica dei resti fossili presenti all'interno delle rocce sedimentarie e, al pari degli altri strumenti della geologia, è un elemento fondamentale e fondante nella definizione delle caratteristiche di una unità litostratigrafica. Sia il "Codice di Nomenclatura Stratigrafica" (CINS, AZZAROLI & CITA, 1968), sia l'"International Stratigraphic Guide" (ISG, HEDBERG, 1976), sia la "Guida Italiana alla Classificazione e alla Terminologia Stratigrafica" (GERMANI & ANGIOLINI, 2003), nonché la "Carta Geologica d'Italia – 1.50.00. Guida al rilevamento" (PASQUARÈ *et alii*, 1992) considerano i fossili come un criterio utile per il riconoscimento delle unità litostratigrafiche come già avvenuto in passato per le formazioni storiche della geologia italiana (es. Rosso Ammonitico). Lo studio, sia sul terreno che in laboratorio, dei macro e microfossili riveste grande importanza in quanto, rappresentando la migliore testimonianza dell'evoluzione biologica ed essendo esclusivi di intervalli di tempo ben definiti, sono uno dei principali strumenti di datazione e di correlazione di unità appartenenti a bacini e regioni diverse.

Al fine di consentire l'archiviazione sistematica dei dati raccolti nel corso del rilevamento, nell'ambito della normativa e delle procedure del Progetto CARG, sono stati previsti studi biostratigrafici sulle unità cartografate nei fogli attraverso la raccolta di reperti fossili, di campioni litologici e di analisi su preparati per l'esame delle microfacies e dei microfossili da conservarsi a documentazione del foglio. I dati relativi alla ubicazione e descrizione dei campioni prelevati nel corso del rilevamento, ai risultati delle analisi micro-macropaleontologiche e sedimentologiche, alle determinazioni biostratigrafiche e geocronologiche vengono poi inseriti nel database ASC (Automazione Schede Campione,

BATTAGLINI & CARTA, in questo volume) che si è rivelato uno strumento utile per la loro conservazione e in un prossimo futuro per la consultabilità e disponibilità presso l'intera comunità scientifica.

La classificazione biostratigrafica ha come scopo quello di suddividere e ricostruire una sezione stratigrafica per mezzo di unità biostratigrafiche in base al loro contenuto fossilifero. Si tratta di unità descrittive e la loro estensione temporale e geografica può variare nel tempo in base alle nuove conoscenze tassonomiche e alla distribuzione dei fossili. L'unità biostratigrafica fondamentale è la biozona, cioè un pacco di strati caratterizzato da un peculiare contenuto in fossili. Per la definizione di una unità biostratigrafica non ci si può riferire ad un singolo campione bensì a sezioni stratigrafiche.

La successione di biozone per una determinata provincia biogeografica per un determinato intervallo di tempo viene rappresentata in una scala biostratigrafica che al suo interno può comprendere diversi tipi di biozone. Attualmente si cerca di costruire scale biostratigrafiche integrate basate sulla correlazione tra bioeventi relativi a differenti gruppi fossili in modo che l'intervallo temporale al quale attribuire un corpo roccioso sia deducibile anche in assenza del gruppo fossile principale. Quando possibile le scale biostratigrafiche integrate sono calibrate col metodo magnetostratigrafico (es. scale basate su foraminiferi planctonici e nannofossili correlate alla scala magnetostratigrafica, fig. 23). Nell'ambito di un foglio geologico è quindi fondamentale indicare all'interno delle Note illustrative la scala biostratigrafica di riferimento al fine di agevolare una migliore correlazione tra i vari fogli. Per una maggiore omogeneizzazione dei dati è inoltre auspicabile, quando possibile, costruire una scala biostratigrafica regionale (es. CATANZARITI *et alii*, 2002; CHIOCCHINI *et alii*, 2008).

Nel corso del Progetto CARG, è stata privilegiata a fini biostratigrafici soprattutto l'analisi di microassociazioni, mentre altri ambiti della paleontologia sono stati approfonditi più di rado, specialmente per quanto riguarda i macrofossili. I principali gruppi di microfossili utilizzati sono: i foraminiferi planctonici e bentonici che insieme ai nannofossili sono risultati i più usati (figg. 24, 25), i macroforaminiferi, le calpionelle, i radiolari, gli ostracodi, i conodonti, le alghe calcaree e i pollini. Le analisi eseguite per ogni foglio riflettono in larga misura la composizione del gruppo di lavoro che lo ha realizzato; ne deriva una attenzione maggiore o esclusiva a alcuni intervalli di tempo e/o a singoli gruppi di fossili.

Le analisi micro e macropaleontologiche originali hanno permesso comunque di verificare l'affidabilità e la correlabilità di alcuni schemi biostratigrafici già pubblicati o di produrne di nuovi, come già avvenuto per alcuni fogli sperimentali alla scala 1:50.000 degli anni '70 (fogli 389 Anagni, ALBERTI *et alii*, 1975 e 376 Subiaco, DAMIANI *et alii*, 1998) o per il foglio 438 Bari (PIERI *et alii*, 2011) (fig. 26).

Gli schemi biostratigrafici ai quali viene fatto più frequentemente riferimento, oltre all'uso del volume *Plankton Stratigraphy* (BOLLI *et alii*, 1985), sono:

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

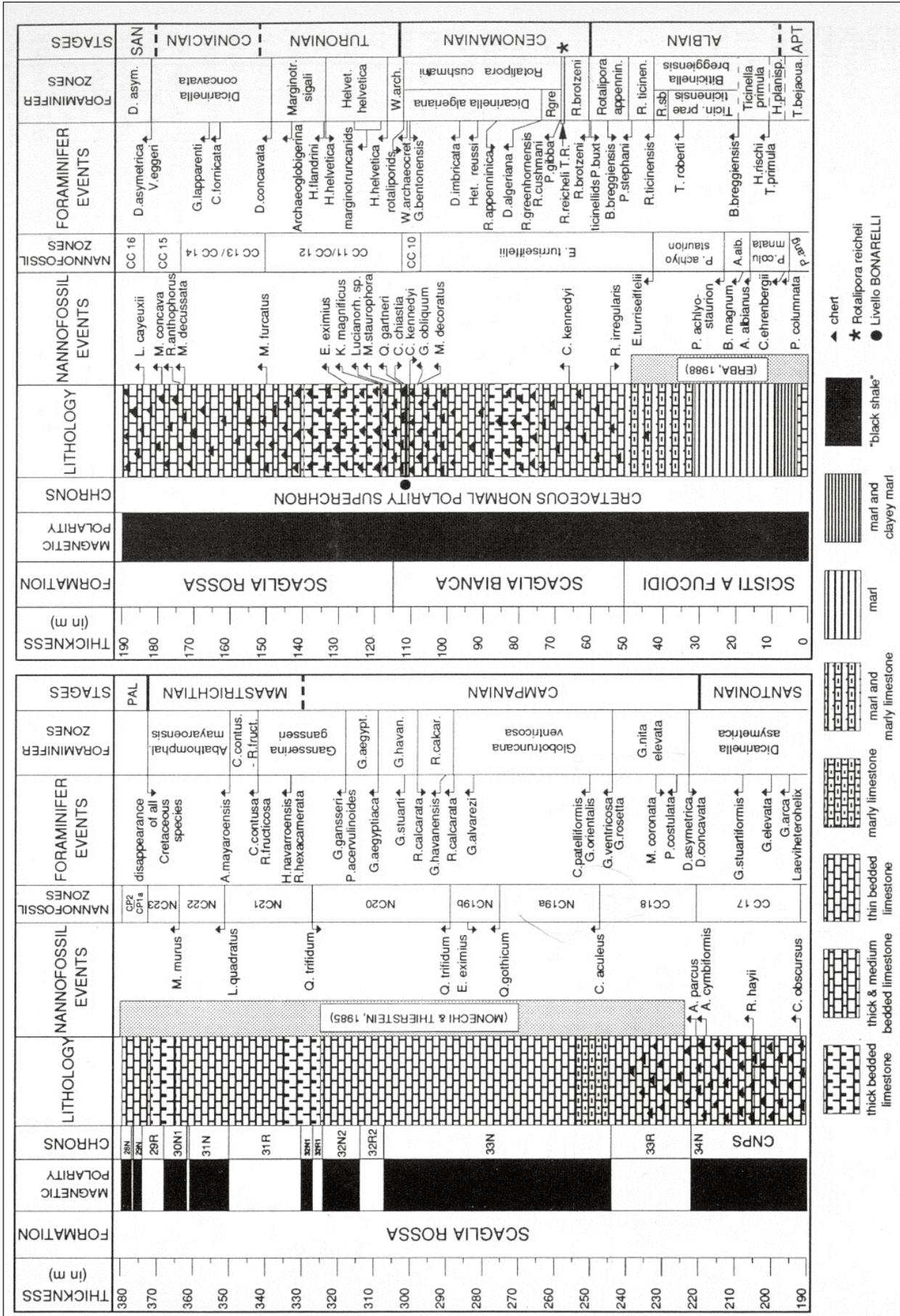


Fig. 23 - Schema crono-biostratigrafico integrato (da PREMOLI SILVA & SLITER, 1995).
- Integrated chrono-biostratigraphic scheme (from PREMOLI SILVA & SLITER, 1995).

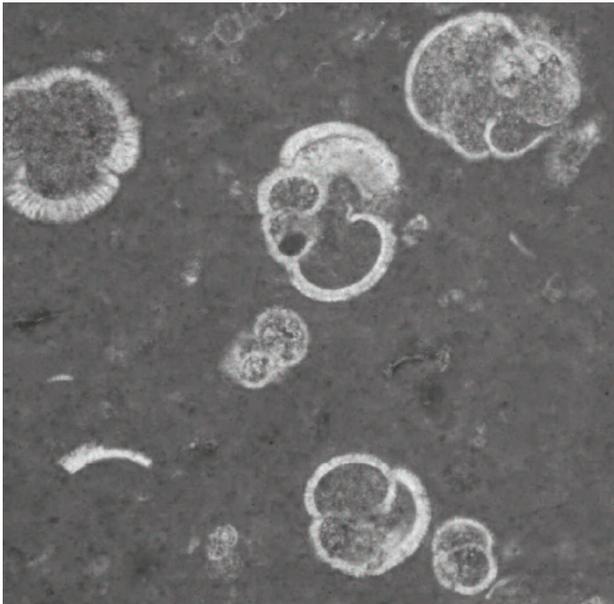


Fig. 24 - Microfacies a foraminiferi planctonici, scaglia variegata, foglio 280 Fossombrone.
- Planktonic foraminifers microfacies, scaglia variegata, sheet 280 Fossombrone.

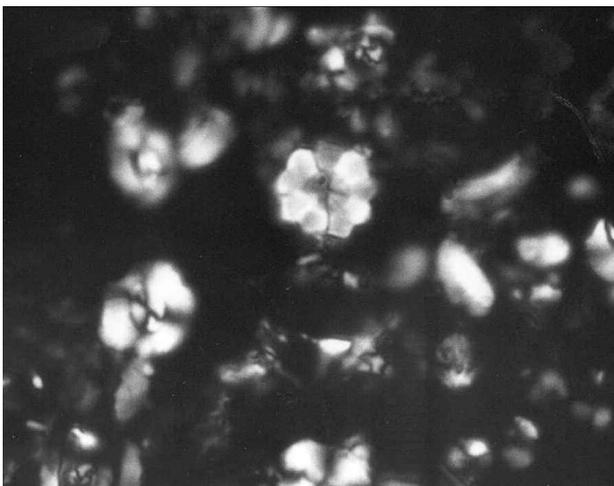


Fig. 25 - Associazione a nanofossili calcarei, Marne a Fucoidi, foglio 347 Rieti.
- Calcareous nanofossil assemblage, Marne a Fucoidi, sheet 347 Rieti.

a) per i nanofossili: per il Mesozoico MATTIOLI & ERBA (1999) e SISSINGH (1977); per il Terziario MARTINI (1971), con l'ulteriore adattamento Mediterraneo elaborato per l'Oligocene da CATANZARITI *et alii* (1997) e per l'Oligo-Miocene da FORNACIARI & RIO (1996) e FORNACIARI *et alii* (1996); Plio-Pleistocene RIO *et alii* (1990);

b) per i foraminiferi planctonici: per il Cretacico PREMOLI SILVA & SLITER (1995), per il Paleocene e Eocene PREMOLI SILVA *et alii* (2003), per l'Oligocene IACCARINO & PREMOLI SILVA (2005), per il Mio-Pliocene IACCARINO (1985), IACCARINO & PREMOLI SILVA (2007) e SPROVIERI *et alii* (2002);

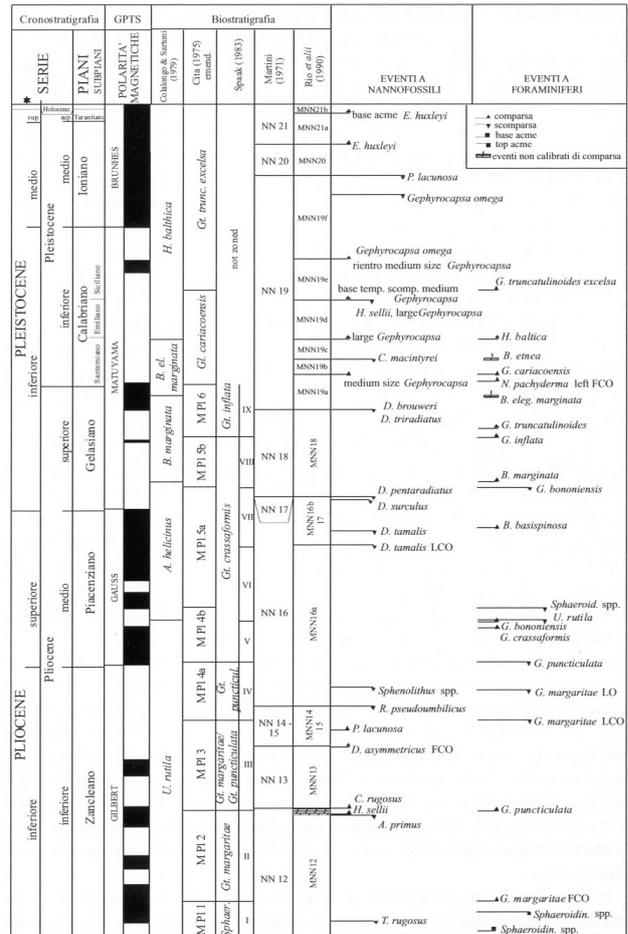


Fig. 26 - Schema biostratigrafico integrato (da PIERI *et alii*, 2011).
- Integrated biostratigraphic scheme (from PIERI *et alii*, 2011).

c) per le successioni di piattaforma carbonatica: DE CASTRO (1991), CHIOCCHINI *et alii* (1994), successivamente aggiornato e integrato da CHIOCCHINI *et alii* (2008), per il Mesozoico e SERRA-KIEL *et alii* (1998), per i macroforaminiferi del Terziario.

In molti casi si è fatto ricorso alla biostratigrafia solo quando rappresentava l'unico strumento per risolvere particolari problemi come la datazione e la successione di eventi tettonici. Sarebbe stato opportuno un maggiore coordinamento dei gruppi di lavoro, con una più stretta collaborazione tra biostratigrafi e rilevatori e anche tra gli stessi biostratigrafi operanti in fogli diversi, anche al fine di evitare discrepanze tra gli elaborati.

Sul modello di quanto già realizzato in altri paesi i dati in possesso del Servizio potrebbero essere implementati con l'integrazione di quelli provenienti da collezioni museali e/o universitarie. Successivamente si potrebbe prevedere di mettere in rete tutte le informazioni inserite condividendole con quelle delle banche dati di altri paesi europei, al fine di rendere consultabile un repertorio molto ampio relativo a una vasta area geografica e a successioni estremamente diversificate.

5. - GUIDA ITALIANA ALLA CLASSIFICAZIONE E ALLA TERMINOLOGIA STRATIGRAFICA E IL CATALOGO DELLE FORMAZIONI GEOLOGICHE ITALIANE

PAMPALONI M.L. (*), PICHEZZI R.M. (*)

A partire dal 1988, con l'inizio dei lavori del Progetto CARG, il progetto tuttora in corso per la realizzazione della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e della banca dati associata, il Servizio Geologico d'Italia ha sostenuto una serie di attività finalizzate alla definizione della normativa da adottare. Il Servizio Geologico, consapevole della rilevanza scientifica, della ricaduta delle scelte cartografiche a livello territoriale e delle difficoltà che un progetto di tale portata aveva in sé nell'omogeneizzare i dati prodotti a livello nazionale, ha promosso l'istituzione di Commissioni e Gruppi di lavoro nazionali per definire norme comuni e ampiamente accettate, in seguito pubblicate in 12 volumi nei Quaderni serie III.

Vale la pena ricordare che già a partire dalla fine degli anni '60 il Servizio Geologico d'Italia aveva disposto la realizzazione della normativa per la realizzazione di una prima tranche di 14 fogli geologici e geotematici sperimentali alla scala 1:50.000, proprio in previsione di un progetto cartografico unitario che avrebbe visto compiutamente la sua attuazione nel Progetto CARG. Era stata appena completata la Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, anche grazie alla consistente collaborazione scientifica e finanziaria di vari Istituti universitari ed Enti di Ricerca, oltre che a un finanziamento straordinario concesso per il decennio 1960-1970 (Legge 3 gennaio 1960, n. 15), e subito era apparso evidente come fosse necessario un nuovo progetto unitario ad una scala maggiore per rispondere alle nuove esigenze sociali di pianificazione territoriale, anche in considerazione delle tecniche scientifiche sempre più all'avanguardia nel campo delle Scienze della Terra, che proprio in quegli anni ricevevano un notevole impulso.

In quegli anni furono elaborate dal Servizio Geologico d'Italia, sempre con il contributo scientifico di Università, Enti di Ricerca e Gruppi di Lavoro, una serie di norme per la realizzazione della cartografia alla scala 1:50.000 tenendo conto delle esperienze acquisite durante i rilevamenti della cartografia geologica 1:100.000 e della preparazione dei primi fogli sperimentali. Questa attività normativa, attuata in stretta collaborazione con il Comitato Geologico, ha portato alla pubblicazione di numerosi documenti quali le *Norme generali per il rilevamento della Carta geologica alla scala 1:50.000* (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1976), lo "Schema cromatico per l'impianto colori" (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1968-1980) ed il *Codice Italiano di Nomenclatura Stratigrafica* (AZZAROLI & CITA, 1968). Tra il 1968 e il 1972 il Servizio Geologico d'Italia aveva inoltre pubblicato 6 fascicoli delle *Formazioni geologiche* sulla collana editoriale *Studi Illustrativi della Carta Geologica d'Italia* con l'intento di raccogliere le definizioni delle unità litostratigrafiche, uniformandone i criteri e il tipo di descrizione

secondo uno schema elaborato e ampiamente discusso in seno alla Commissione stratigrafica del Comitato geologico istituita nel 1968 proprio allo scopo di coordinare le attività stratigrafiche inerenti la cartografia geologica.

Per la realizzazione del progetto cartografico unitario alla scala 1:50.000 (CARG), così come già avvenuto alla fine degli '60 per la cartografia sperimentale alla scala 1:50.000 e alla luce delle nuove tecniche introdotte nella pratica stratigrafica a partire dalla fine degli anni '80, era necessario aggiornare il Codice Italiano di Nomenclatura Stratigrafica (AZZAROLI & CITA, 1968) e realizzare un nuovo Catalogo delle formazioni geologiche italiane per definire e illustrare le formazioni da utilizzate durante le nuove attività di rilevamento. Questa esigenza era particolarmente sentita dal momento che era apparso chiaro quanto fosse necessario adeguare la normativa stratigrafica agli standard internazionali nell'ottica di trovare e adottare, nell'ambito della complessa costituzione geologica italiana, quelle soluzioni più utili e scientificamente valide per la loro rappresentazione.

A tal fine sono state promosse una serie di attività riguardanti la stratigrafia s.l. attraverso la stipula di Accordi di Programma e Convenzioni con il CNR e sotto la supervisione scientifica della Commissione Italiana di Stratigrafia (CIS) nella persona della Prof.ssa Maria Bianca Cita. Si vuole qui ricordare che la CIS è stata istituita nell'ambito della Società Geologica Italiana nel 1988 proprio per iniziativa del suo vicepresidente M.B. Cita, al fine di coordinare le attività italiane in campo stratigrafico.

Descriveremo qui di seguito sinteticamente i due documenti prodotti nell'ambito della collaborazione appena descritta.

La *Guida Italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica*, pubblicata sul volume 9 dei Quaderni serie III (GERMANI & ANGIOLINI, 2003) e disponibile *online* all'indirizzo <http://193.206.192.231/suolo/Accordocarg/default.htm>, ha reso accessibile il mondo della stratigrafia a tutti i ricercatori coinvolti negli studi e nella realizzazione della nuova cartografia finalizzata alla comprensione della complessa realtà geologica italiana.

La Guida, che si rifà alla seconda edizione dell'*International Stratigraphic Guide* (SALVADOR, 1994), rappresenta un utile strumento nella definizione e descrizione corretta di nuove unità stratigrafiche attraverso l'uso di procedure *standard*, relativamente alla terminologia e alla classificazione, valide per tutta la comunità scientifica italiana e soprattutto nella redazione della carta geologica e delle relative Note illustrative.

Rispetto alla prima edizione del "Codice Italiano di Nomenclatura Stratigrafica" di AZZAROLI & CITA (1968) la Guida si presenta rinnovata anche in virtù delle nuove tecniche introdotte nella pratica stratigrafica dalla fine degli anni '80; alcuni capitoli sono stati riscritti riportando le definizioni più aggiornate e la descrizione delle nuove metodologie di studio mentre altri sono stati inseriti ex novo (magnetostatigrafia, limiti inconformi, stratigrafia sequenziale, stratigrafia chimica, ciclostratigrafia orbitale). Interessanti inoltre sono i numerosi esempi tratti dalla geologia regionale italiana

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

al fine di migliorare la comprensione dei criteri adottati nel testo oltre che a dimostrare l'applicazione dei criteri e delle norme nel contesto geologico italiano.

La Guida è stata fatta circolare in tre diverse versioni preliminari tra esperti stratigrafi, rilevatori e docenti universitari che hanno profuso consigli e suggerimenti atti a migliorarne il contenuto, in modo da ottenere un documento ampiamente accettato dalla comunità scientifica italiana; successivamente così come già avvenuto per il citato Codice (AZZAROLI & CITA, 1968), è stata oggetto di un attento esame da parte dei componenti della Commissione Italiana di Stratigrafia che ne hanno licenziato la versione definitiva per la stampa.

Il *Catalogo delle Formazioni Geologiche Italiane* rappresenta l'aggiornamento, ragionato e illustrato, delle unità litostratigrafiche sedimentarie da utilizzare nell'ambito delle Scienze della Terra e nella rappresentazione cartografica del territorio nazionale. Sempre nell'ambito del coordinamento delle attività stratigrafiche è stata intrapresa anche la validazione delle unità litostratigrafiche in uso in Italia. Si tratta di un utile strumento di riferimento e di pronta consultazione circa le caratteristiche delle unità riconosciute sul terreno che fissa gli standard per la definizione di unità di nuova istituzione e i termini per l'eventuale revisione di unità già esistenti. Attraverso la definizione più completa delle unità litostratigrafiche rende inoltre più agevoli le correlazioni regionali, risolve incertezze e problemi nomenclaturali ed evita il proliferare di unità litostratigrafiche mal definite e poco utilizzate.

Attraverso il censimento e l'analisi ragionata delle

unità litostratigrafiche sedimentarie cartografabili, proposte e utilizzate in articoli e carte dagli anni '70 al 2000, è stato possibile razionalizzare, catalogare e formalizzare un gran numero di unità litostratigrafiche, sia tra quelle già in uso in letteratura che di nuova definizione, nell'ambito dei rilevamenti per la realizzazione del Progetto CARG.

Per la realizzazione del Catalogo è stato necessario preparare, discutere e approvare un Piano Operativo di Lavoro che prevedeva l'impiego di contrattisti operanti presso le università di: Milano sotto la guida della Prof.ssa Maria Bianca Cita e del Prof. Maurizio Gaetani (relativamente alle unità litostratigrafiche affioranti in Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Veneto, Trentino - Alto Adige, Friuli-Venezia Giulia, Sicilia), Firenze sotto la guida del Prof. Ernesto Abbate (regioni Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Marche, Umbria, Sardegna) e "La Sapienza" di Roma sotto la guida della Prof.ssa Maria Alessandra Conti (regioni Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria).

Inoltre molte schede sono state compilate da esperti stratigrafi delle diverse aree geologiche che hanno messo a disposizione della comunità scientifica la loro lunga e provata esperienza anche in occasione delle molteplici riunioni di coordinamento con i diversi Comitati d'Area del Progetto CARG.

Per la descrizione il più possibile oggettiva delle unità litostratigrafiche è stata elaborata una scheda (*worksheet*) (fig. 27) che si compone di due parti: la prima contiene le informazioni generali sull'unità e la descri-

NOME DELLA FORMAZIONE	
A. NOME DELLA FORMAZIONE:	
Sigla:	
Formalizzazione:	<i>proposta. esclusa (unità informale). non indicata.</i>
Autore/i:	
Riferimento bibliografico:	
Eventuali revisioni:	
Altri lavori:	
Unità di rango superiore:	
Unità di rango inferiore:	
B. CARTA GEOLOGICA NELLA QUALE COMPARE:	
Autore/i della carta:	
Data di pubblicazione:	
Scala della carta:	
Note illustrative di riferimento:	
Monografia allegata alla carta:	
C. SINONIMIE E PRIORITÀ:	
D. SEZIONE-TIPO:	<i>Designata: Non designata</i>
	<i>Foglio/Quadrante/Tavoletta/Sezione della sezione-tipo:</i>
	<i>Coordinate della base della sezione-tipo:</i>
	<i>Latitudine: Longitudine:</i>
	Sezioni stratigrafiche di supporto:
	Affioramenti tipici:
E. ESTENSIONE DEGLI AFFIORAMENTI:	<i>meno di 10 kmq (desunta dall'area complessiva)</i>
	<i>tra 10 e 100 kmq (desunta dalla carta - cfr. B)</i>
	<i>oltre 100 kmq</i>
	Regione:
F. CARATTERI LITologici DI TERRENO:	
	CARATTERI LITologici DI LABORATORIO:
G. SPESSORE DELL'UNITÀ E SUE VARIAZIONI:	<i>Geometria esterna:</i>
H. RAPPORTI STRATIGRAFICI	
	Formazione/i sottostante/i:
	<i>Natura dei limiti:</i>

<i>Criteri utilizzati per fissare i limiti:</i>	
<i>Segnalazione di affioramenti favorevoli per tali osservazioni:</i>	
<i>Altre considerazioni:</i>	
Formazione/i sovrastante/i:	
<i>Natura dei limiti:</i>	
<i>Criteri utilizzati per fissare i limiti:</i>	
<i>Segnalazione di affioramenti favorevoli per tali osservazioni:</i>	
<i>Altre considerazioni:</i>	
Formazione/i eteropica/e:	
<i>Natura dei limiti:</i>	
<i>Criteri utilizzati per fissare i limiti:</i>	
<i>Segnalazione di affioramenti favorevoli per tali osservazioni:</i>	
<i>Altre considerazioni:</i>	
Formazione incassante:	
<i>Natura dei limiti:</i>	
<i>Criteri utilizzati per fissare i limiti:</i>	
<i>Segnalazione di affioramenti favorevoli per tali osservazioni:</i>	
<i>Altre considerazioni:</i>	
I. FOSSILI:	
Macrofossili:	
Microfossili:	
L. ATTRIBUZIONE CRONOLOGICA	
	<i>su base bio- o lito-stratigrafica:</i>
	<i>età radiometrica:</i>
M. AMBIENTE DEPOSIZIONALE:	
N. DOMINIO PALEOGEOGRAFICO DI APPARTENENZA:	
O. UNITÀ STRUTTURALE DI APPARTENENZA:	
COMMENTI DI INTEGRAZIONE ALLE VOCI:	
OSSERVAZIONI DEL COMPILATORE:	
Bibliografia:	
Elenco allegati:	
WORKSHEET N°	
COMPILATORE:	
DATA DI COMPILAZIONE:	

Fig. 27 - *Worksheet*.

zione dei requisiti utili alla sua formalizzazione;

la seconda parte contiene la revisione critica di esperti regionali e stratigrafi nonché il giudizio finale della Commissione Italiana di Stratigrafia per la sua approvazione.

A seguito delle revisioni le unità sono state divise in tre categorie: formalizzabili, non formalizzabili (nomi da abbandonare) e in *stand-by* cioè non formalizzabili allo stato attuale delle conoscenze, ma da rivedere dopo opportune aggiunte e integrazioni.

Inoltre per le unità tradizionali, cioè quelle unità entrate ormai nell'uso comune ma non definite secondo la normativa standard, è stata creata una "testatina" ad hoc contenente le seguenti informazioni essenziali innanzitutto agli operatori del Progetto CARG: rango (gruppo, formazione, membro), età, regione, sigla, cartografia geologica alla scala 1:100.000 e alla scala 1:50.000 in cui affiora l'unità e area di affioramento, mentre la descrizione in affioramento dell'"*area tipo*" (descrizione litologica, limiti con le unità adiacenti, spessori, età, ecc.) ed altre indicazioni ritenute utili sono riportate nel testo a seguire.

Il Catalogo delle Formazioni Geologiche Italiane è pubblicato in 7 fascicoli sui Quaderni serie III del Servizio Geologico d'Italia (Unità Validate, Unità Non Validate e Unità Tradizionali).

È stato inoltre creato un database contenente il catalogo ragionato per età, regione, status e stato di avanzamento con accesso a tutte le schede compilate in formato .pdf comprese quelle non pubblicate sui Quaderni serie III. È possibile inoltre consultare e interrogare all'indirizzo <http://193.206.192.231/suolo/Accordo-carg/default.htm> il Catalogo *on-line* del materiale ricavato dalla letteratura geologica recente e meno recente e dai fogli Carg, archiviato e predisposto in apposite schede, corredate da testo e figure in formato .pdf e interrogabili secondo le seguenti chiavi di ricerca: nome, sigla, regione di affioramento, età, *status* della scheda, status della formazione e data di messa in rete della scheda (fig. 28).

Fig. 28 – Schermata di consultazione del Catalogo *online*.
- Consultation screen of the *online* catalog.

6. - APPLICAZIONE SPERIMENTALE DELLA STRATIGRAFIA A LIMITI INCONFORMI PER LE AREE VULCANICHE

BONOMO R. (*), RICCI V. (*), VITA L. (*)

Nell'ambito del Progetto di Cartografia Geologica nazionale alla scala 1:50.000 le aree vulcaniche quaternarie sono state per la prima volta rilevate e cartografate utilizzando la stratigrafia a limiti inconformi (UBSU o *Unconformity-Bounded Stratigraphic Units*). Le USBU rappresentano un tipo indipendente di unità stratigrafiche, individuate mediante le discontinuità che delimitano un corpo roccioso alla base e al tetto (cfr. ISSC, 1987; SALVADOR, 1994); sono quindi entità geometriche oggettive. Rappresentano in genere *hiatus* deposizionali che marcano eventi importanti nella storia geologica di un'area, attraverso superfici erosive, discordanze, paleosuoli e depositi epiclastici, che interrompono la successione dell'attività eruttiva. Possono contenere, sia in successione verticale che laterale, depositi o rocce di varia natura, identificati o meno in qualunque tipo di unità stratigrafica. Per tale motivo e per la loro estensione da un ambiente deposizionale ad un altro, costituiscono un potente strumento di correlazione e sintesi tra ambienti geologici diversi.

L'applicazione di tale innovativa metodologia stratigrafica è stata suggerita dalla Commissione Italiana per la Cartografia Geologica e Geomorfologica del CNR nelle Guida al Rilevamento per il CARG (PASQUARÉ *et alii*, 1992) come prioritaria ove possibile.

Le carte geologiche dei maggiori distretti vulcanici italiani pubblicate negli ultimi anni (Vesuvio: SANTACROCE & SBRANA, 2003; Vulture: GIANNANDREA *et alii*, 2006; Colli Albani: GIORDANO *et alii*, 2010; Ischia: REGIONE CAMPANIA, 2011; Etna: BRANCA *et alii*, 2015), nonché la carta geologica dell'area urbana di Roma (FUNICIELLO *et alii*, 2008), scaturiscono dall'applicazione della metodologia proposta in ambito CARG e da sintesi o approfondimenti stratigrafici dei rilievi realizzati per la Carta Geologica d'Italia.

6.1. - CONFRONTO METODOLOGICO IN CORSO D'OPERA TRA GLI AUTORI DEI FOGLI CARG

L'esperienza progressivamente acquisita durante le fasi di realizzazione dei diversi Fogli e le problematiche emerse nella applicazione della metodologia alle diverse espressioni e contesti geodinamici del vulcanismo italiano, sono state messe in condivisione tra gli Autori dei Fogli e il Servizio Geologico d'Italia. Sono stati organizzati *workshop* (CARTA & LETTIERI, 2009), giornate di studio, incontri informali e seminari di campagna allo scopo di confrontare, e ove possibile uniformare, i criteri da ciascuno adottati nella interpretazione della metodologia proposta dalla Commissione CNR.

Questo confronto ha messo in luce applicazioni della metodologia qualche volta diversificate in fun-

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

zione del contesto vulcanico da rappresentare. Si è ritenuto accettabile, in fase di sperimentazione, una certa elasticità nell'adattare alla realtà specifica un tipo di stratigrafia poco conosciuta e inedita per la cartografia geologica ufficiale dei depositi vulcanici quaternari. Sono state evidenziate le necessarie eccezioni da ricondurre alle peculiarità del vulcanismo italiano, che hanno comportato adattamenti per un uso maggiormente flessibile delle UBSU, in accordo con GERMANI & ANGIOLINI (2003), rispetto ai dettami relativi alla loro originaria adozione in ambiti di estese aree cratoniche. Si è comunque avuto cura di salvaguardare l'omogeneità stratigrafica a livello di distretto vulcanico.

Esperienze, singolarità e criteri derivanti da una prima fase sperimentale hanno trovato spazio nell'aggiornamento delle linee guida per il rilevamento delle aree vulcaniche del Progetto CARG (GALLUZZO *et alii*, 2009).

6.2. - DIVERSE APPLICAZIONI DELLA NORMATIVA

Nell'intraprendere il rilevamento dei Fogli gli Autori hanno avuto la possibilità di scegliere tra diversi strumenti stratigrafici: prioritariamente le UBSU (con il Sintema come unità base ed eventualmente Supersintema e Subsintema come rango gerarchico superiore e inferiore), ma anche le tradizionali unità litostratigrafiche e altre unità informali ritenute eventualmente utili a meglio descrivere la storia vulcanica di un'area, come litosomi, litofacies, livelli guida.

Per la rappresentazione delle aree vulcaniche sostanzialmente sono stati utilizzati tre tipi di approcci metodologici: l'esclusiva applicazione delle Unità a Limiti Inconformi (nei fogli Rionero in Vulture e Melfi); l'uso delle sole Unità Litostratigrafiche (es. fogli Orosei e Augusta); un approccio stratigrafico integrato con l'uso di UBSU, Unità Litostratigrafiche ed unità informali (fogli ricadenti nel distretto Etno, Ustica, Isole Pontine e i distretti della fascia peritirrenica). Ovviamente in ambito vulcanico le unità litostratigrafiche vengono spesso intese come associazioni di facies deposizionali, non avendo le caratteristiche di uniformità litologica e di estensione areale tipiche di quelle sedimentarie, essendo condizionate dal carattere episodico e dalla limitata continuità laterale dei depositi eruttivi.

6.3. - NOVITÀ E RISULTATI

I Fogli che interessano il vulcano del M. Vulture, (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, *in stampa*; PRINCIPE & GIANNANDREA, 2006, 2008) hanno dimostrato possibile utilizzare in maniera esclusiva unità a limiti inconformi, portando risultati innovativi e permettendo la completa integrazione a scala regionale della storia eruttiva del vulcano con le successioni sedimentarie (fig. 29). Le inconformità significative utilizzate per definire le UBSU rappresentano importanti *biatus* deposizionali che hanno permesso di individuare unità con il rango di Sintema, se riconosciute alla scala del vulcano e/o degli estesi bacini sedimentari continentali confinanti con il vulcano, ovvero di Supersintema se estese a scala

regionale. Nello specifico, le superfici che individuano i supersintemi e alcuni sintemi sono in relazione a eventi connessi a fasi tettoniche e/o eustatiche. (SCHIATTARELLA *et alii*, 2005; PRINCIPE & GIANNANDREA, 2008).

Nella maggior parte dei Fogli vulcanici finora prodotti è stata adottata una metodologia stratigrafica che integra proficuamente le UBSU con le unità litostratigrafiche. Ulteriore novità è stata l'associazione di unità informali come i litosomi (intesi come corpi geneticamente omogenei, cartografabili e morfologicamente distinguibili; cfr. PASQUARÉ *et alii*, 1992; GALLUZZO *et alii*, 2009) a quelle formali. I litosomi si sono rivelati validi strumenti di sintesi nella ricostruzione della successione vulcanica di un determinato centro eruttivo e in alcuni casi anche nella rappresentazione cartografica.

Un esempio di stratigrafia così integrata è dato dai fogli 387 Albano Laziale (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2009) e 446-447 Napoli (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, *in prep.*). Nella legenda del foglio Albano Laziale, le UBSU sono utilizzate generalmente come contenitori delle unità litostratigrafiche rappresentate in carta; la descrizione delle UBSU contiene informazioni indispensabili alla loro identificazione sul terreno: la natura della superficie, le sue variazioni laterali e le località di affioramento. Inoltre, gli Autori del Foglio hanno inserito l'interpretazione del fenomeno che le ha originate, nello specifico le variazioni eustatiche del livello marino (DE RITA & GIORDANO, 2009; DE RITA *et alii*, 2004). I litosomi non sono rappresentati con tasselli di legenda, ma sono stati comunque utilizzati per la sintesi dei rapporti stratigrafici riconducendo le singole unità litostratigrafiche ai diversi centri eruttivi che le hanno originate (fig. 30).

Nella legenda del foglio "Napoli" sono presenti come tasselli sia unità litostratigrafiche, sia litosomi, sia unità sintemiche (subsintemi), (fig. 31). Le unità sintemiche di rango maggiore (sintemi e supersintemi) costituiscono contenitori delle altre unità. I subsintemi sono stati cartografati per rappresentare successioni vulcano-sedimentarie o vulcanoclastiche distali, comprensive di depositi relativi a vari eventi eruttivi afferenti al sintema Vesuviano-Flegreo.

La nuova metodologia adottata nei Fogli in aree vulcaniche della Carta Geologica d'Italia ha costituito, nelle sue varie espressioni, un arricchimento di informazioni per le ricostruzioni stratigrafiche, mettendo in rilievo anche le fasi di non-deposizione, consentendo la loro correlazione con eventi tettonici e/o climatici a scala regionale e con eventi significativi alla scala del vulcano o dei bacini limitrofi. Anche nel caso di distretti vulcanici affiancati, i cui prodotti sono spesso interdigitati, è stato utile per le correlazioni avvalersi tra l'altro di *unconformity* rappresentate dalle superfici dei terrazzi marini, fluviali, ecc. Vi è quindi una maggiore integrazione tra gli aspetti specifici della geologia delle aree vulcaniche ed il mondo geologico circostante, che ha portato a considerare la storia vulcanica di un'area come elemento di un insieme geologico multifattoriale (come già evidenziato in DE RITA *et alii*, 2000).

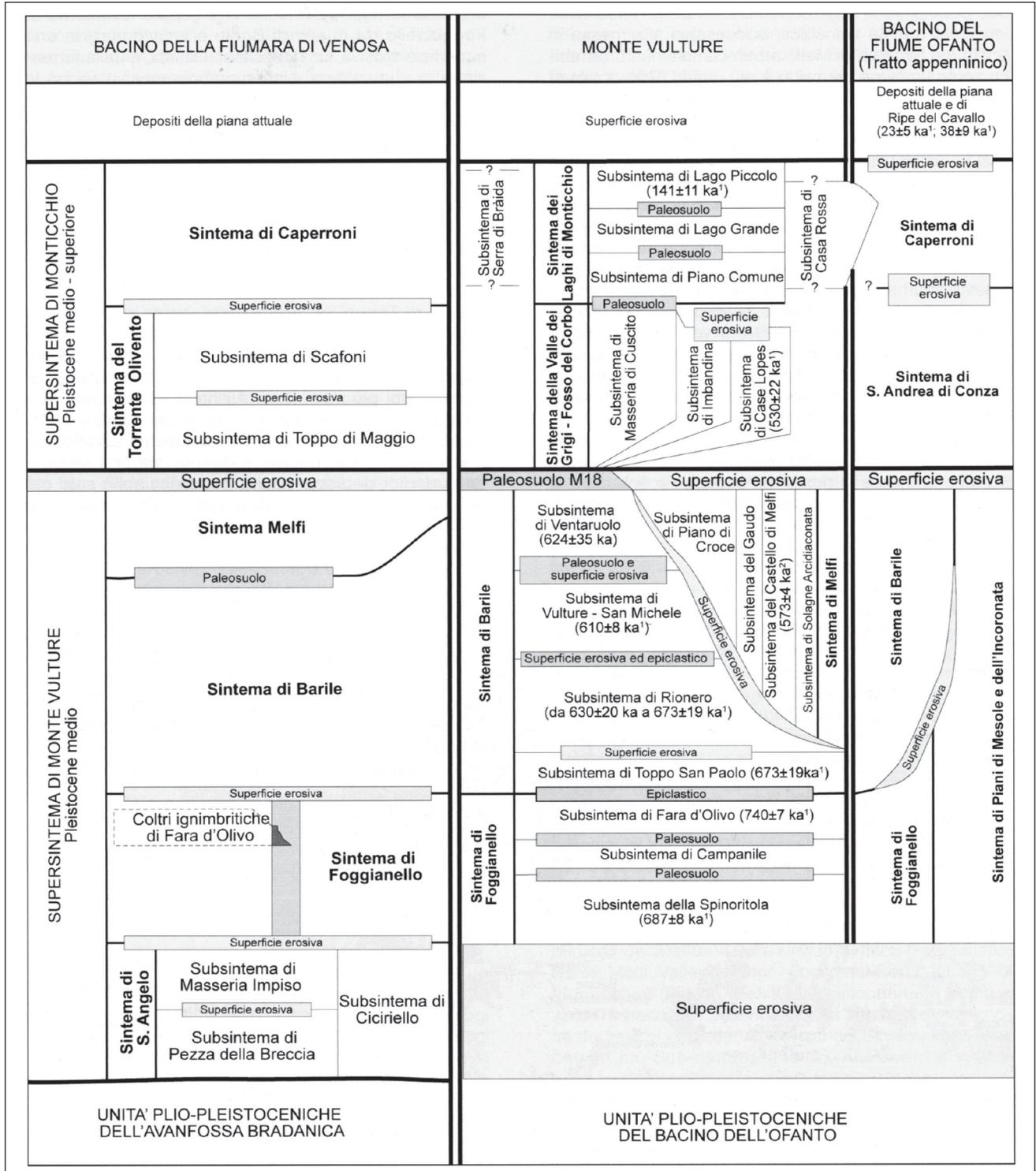


Fig. 29 – Schema stratigrafico delle unità sintematiche cartografate al M. Vulture e nei bacini idrografici del Fiume Ofanto e della Fiumara di Venosa (Fogli 451 Melfi e 452 Rionero in Vulture). Da PRINCIPE & GIANNANDREA, 2008.
 - Stratigraphic scheme of the UBSU of the Mt. Vulture and hydrographic basins of Ofanto river and Venosa torrent (sheets 451 Melfi and 452 Rionero in Vulture). From PRINCIPE & GIANNANDREA, 2008.

Infine, sulla base dell'esperienza finora acquisita nella realizzazione dei fogli in aree vulcaniche, si ritiene di poter sottolineare che solo dall'integrazione delle informazioni provenienti dalle diverse competenze (anche con l'ausilio dei livelli guida al di fuori della loro ristretta area di pertinenza) può nascere

un'architettura stratigrafica valida per un'intera area in studio. Ciò comporta anche che la scelta del rango da attribuire alle UBSU sia ragionevole rispetto alle discontinuità individuate nel rilevamento, così da evitare forti disomogeneità o incomparabilità gerarchiche fra settori adiacenti.

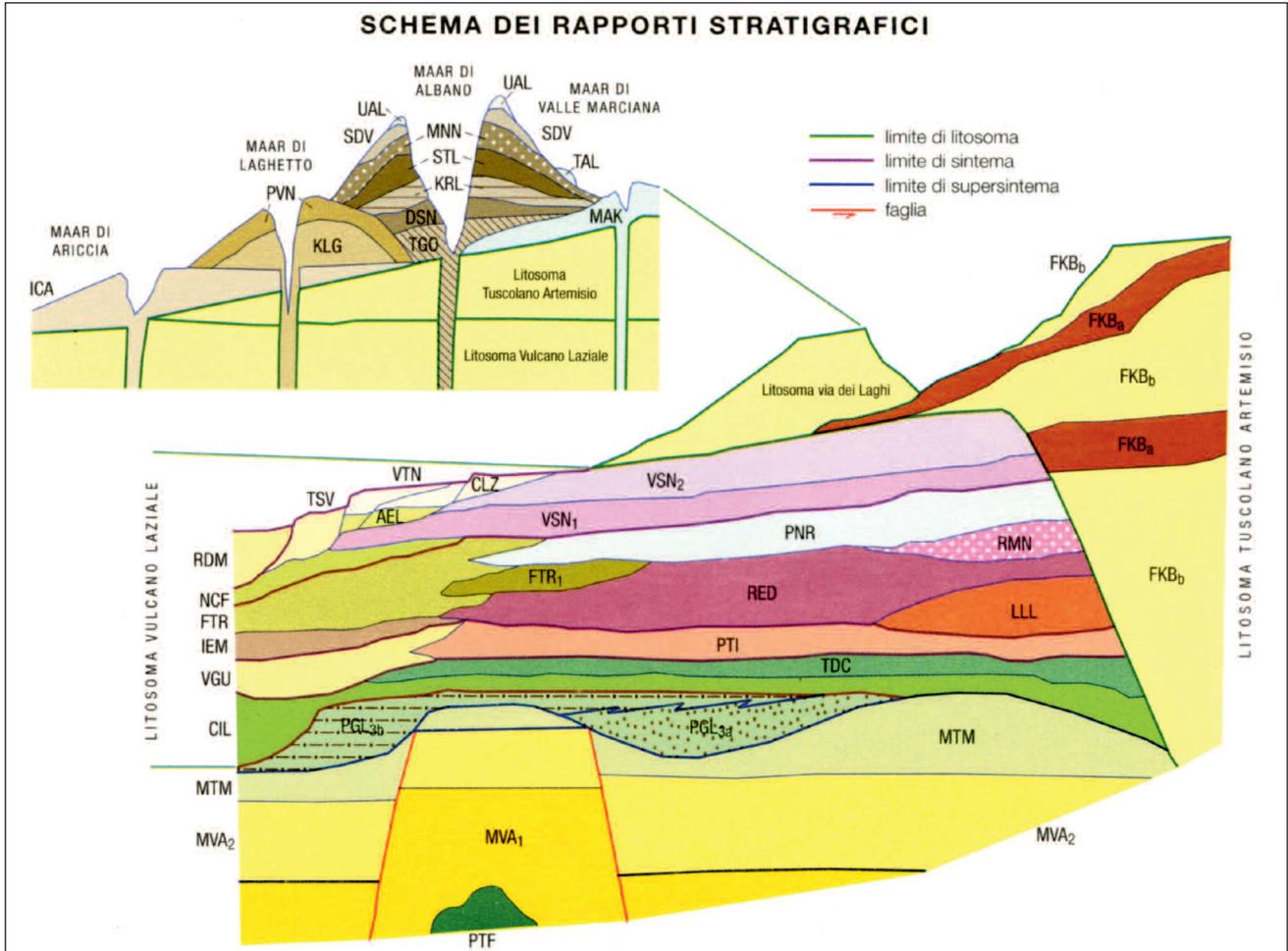


Fig. 30 – Schema dei rapporti stratigrafici tra le unità del Foglio 387 “Albano Laziale”.
- Stratigraphic relationship scheme among the units of Sheet 387 “Albano Laziale”.

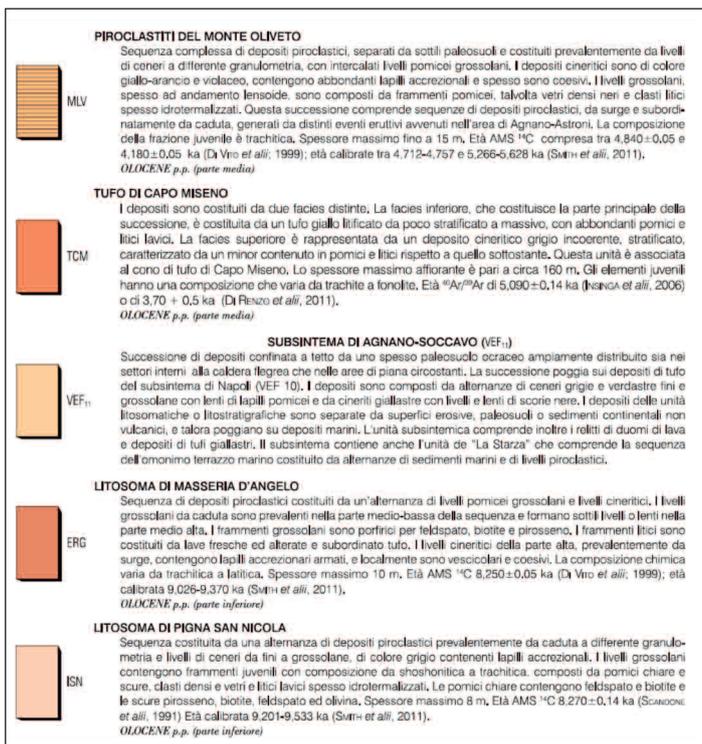


Fig. 31 – Stralcio di bozza di legenda del Foglio 446-447 Napoli.
- Detail from the proof copy of the legend of Sheet 446-447 Napoli.

7. – LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA DELLE AREE SOMMERSE NEL PROGETTO CARG

D'ANGELO S. (*)

7.1. - PREMESSA

Nella carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 la linea di costa rappresentava un limite delle aree rilevabili dal punto di vista geologico; i vecchi Fogli costieri mostravano vaste distese di mare azzurro, qualche volta variegato da tonalità diverse a seconda delle fasce batimetriche. Ma già alla fine degli anni '70 l'attenzione alla sedimentologia dei bassi fondali, stimolata dalla ricerca di sabbie metallifere, portò alla produzione di carte tematiche di supporto alla carta geologica di base, in aree sommerse di interesse minerario (MAINO *et alii*, 1983).

Nel frattempo però la geologia marina si affermava, grazie al rapido sviluppo della metodologia di rilevamento a mare. Dallo studio delle strutture profonde per le ricerche petrolifere si è passati a investigare, con la giusta risoluzione, la parte più superficiale delle successioni, utilizzando strumenti sempre più adatti allo studio dell'evoluzione geologica recente dei fondali marini.

7.2. - I PRIMI RILEVAMENTI DIRETTI E INDIRETTI

Negli anni '60, una piccola squadra di geologi subacquei del Servizio Geologico d'Italia ha iniziato ad investigare i fondali marini al largo dell'arcipelago toscano con gli strumenti, spesso personali, allora a disposizione (fig. 32).

Gli strumenti utilizzati per il rilevamento geologico subacqueo all'inizio degli anni '60 erano, seppure in versioni e materiali più antiquati, gli stessi usati attualmente: autorespiratori, maschera, bussola, profonditàmetro, martello, scalpello e lavagnetta (fig. 33).

Successivamente le potenzialità della ricerca in mare con l'aiuto di metodi indiretti (quali ecografi, sonar, geofoni, carotieri, benne, telecamere filo-guidate, ecc.) hanno subito una rapida evoluzione. Il CNR, dal 1976 al 1982, ha promosso il "Progetto finalizzato oceanografia e fondi marini", suddiviso in due sottoprogetti (Risorse minerarie e Gestione della piattaforma continentale). Il Servizio Geologico d'Italia ha partecipato a questo progetto nazionale formando un Gruppo per la geologia marina che ha continuato ad investigare i fondali marini su scala più ampia e con metodi indiretti. Gli inizi hanno avuto un che di pionieristico, in parte per quanto riguarda imprevisti nell'uso della strumentazione a volte sperimentale (come ad esempio l'uso di calze da donna per impedire la perdita della frazione più fine dei sedimenti in fondo al carotiere), ma soprattutto per quanto riguarda il posizionamento della nave. Prima dell'avvento del posizionamento satellitare la

nave veniva localizzata col metodo della triangolazione topografica, il che presupponeva che la nave dovesse essere sempre "a vista" e i topografi spesso appollaiati su uno scoglio dalla mattina alla sera (fig. 34).

7.3. - LA CONOSCENZA DELLE AREE MARINE NELL'AMBITO DEL RILEVAMENTO A SCALA NAZIONALE

Il Progetto CARG, e il passaggio del Servizio Geologico d'Italia dal contesto minerario a quello ambientale alla fine degli anni '80, ha impresso un notevole impulso agli studi di geologia delle aree marine, mettendo in evidenza la continuità degli elementi geologici, morfologici e tettonici tra aree emerse e sommerse e fornendo nuovi elementi all'interpretazione delle strutture geologiche.

Il rilevamento geologico sistematico delle aree marine prende avvio con la legge n. 183/89 sulla "Difesa del suolo". La cartografia geologica nazionale viene estesa per la prima volta anche alla piattaforma continentale e alle aree sommerse in generale.

Le aree sommerse ricadenti nel taglio dei fogli geologici sono state quindi considerate come una parte del territorio ed è stata riconosciuta la loro rilevanza per una più completa conoscenza geologica. La cartografia dei fondali marini cessa di essere considerata un tematismo e diventa parte integrante della conoscenza geologica di base (PASQUARÉ *et alii*, 1992) ⁽¹⁾.

La nuova carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 è pertanto un prodotto univoco e integrato, comprensivo sia delle aree emerse che di quelle sommerse: la linea di costa non costituisce un limite geologico (fig. 35).

Questa nuova concezione costituisce una vera "spinta culturale" nel campo della cartografia geologica e viene apprezzata anche in ambito internazionale. Dall'inizio del Progetto CARG la comunità dei geologi marini, nei vari istituti di ricerca italiani, si è evoluta intorno a un progetto di carattere nazionale, formando nuove figure di rilevatori e cartografi, esperti nel rilevamento strumentale e subacqueo e nella cartografia digitale.

Sono state definite delle linee guida per il rilevamento delle aree sommerse, che si aggiornano di pari passo con l'evoluzione degli strumenti di acquisizione, e tutelano la qualità scientifica dei dati rilevati. I criteri di cartografia applicati assicurano la coerenza interna dei fogli, permettendo la continuità dell'analisi geologica fra aree emerse e sommerse. Non per ultimo, la banca dati è stata concepita anch'essa in modo unitario e permette di includere ogni dato raccolto nel corso delle costose campagne di rilevamento a mare, senza costrizioni spazio-temporali: con l'organizzazione "per livelli" è possibile conservare anche quei dati che per sovrapposizione o discontinuità spaziale, non possono comparire contemporaneamente sulla carta ed è possibile ovviamente aggiornarli con nuovi dati.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

⁽¹⁾ Nella prima edizione delle Linee Guida per la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Quaderni serie III, 1992) erano già stati individuati i contenuti geologici necessari a descrivere le aree marine comprese nei Fogli.



Fig. 32 - Il primo gruppo di rilevamento cartografico geominerario subacqueo nelle acque dello Scoglio d'Africa (o Formiche di Montecristo - Toscana), 1967. Da sinistra: S. Giammarino (Univ. di Genova), L. Salvati, S. Barletta e G.L. Del Bono (Servizio Geologico d'Italia).
- *The first team of underwater geo-mining cartographic survey in the Scoglio d'Africa (Tuscany), 1967. From the left: S. Giammarino (Genova University), L. Salvati, S. Barletta e G.L. Del Bono (Geological Survey of Italy).*



Fig. 34 - Una delle stazioni di posizionamento nave da terra col metodo della triangolazione con teodolite.
- *Vessel positioning station from the ground with the theodolite triangulation method.*



Fig. 33 - Il geologo subacqueo prende appunti sulla lavagnetta stagna, dopo aver fatto il punto con bussola e profondimetro.
- *The geologist diver takes notes on the watertight drawing tablet, after making the position with compass and depth gauge.*

7.4. - LE LINEE GUIDA PER IL RILEVAMENTO E LA RAPPRESENTAZIONE DELLE AREE SOMMERSE

In conseguenza dell'articolata orogenesi, ancora attiva, e delle oscillazioni eustatiche del livello del mare in epoche recenti, sia l'assetto morfologico che quello geologico dei mari italiani risultano molto variabili all'interno del territorio sommerso nazionale, dando luogo a domini fisiografici peculiari e imponenti (fig. 36) e a caratteristiche geologiche che, pur se spesso nascoste a una investigazione diretta, chiariscono e completano i modelli interpretativi delle aree emerse. Ne sono un esempio l'estensione e la profondità dei corpi vulcanici dell'arco eoliano, se messe in relazione con la loro porzione emersa che costituisce l'arcipelago omonimo; oppure la costituzione del delta del Po durante i diversi cicli di regressione/trasgressione succedutisi nel Quaternario.

È stato necessario un grande lavoro di organizzazione e armonizzazione per garantire una uniformità di criteri nella rappresentazione di questi elementi; lavoro svolto all'inizio da una Commissione CNR/Servizio Geologico ⁽²⁾ e poi dal Gruppo di lavoro per la Geologia marina ⁽³⁾, fino alla pubblicazione delle "linee guida per il rilevamento geologico, la cartografia e l'informatizzazione dei dati delle aree marine" (BATTAGLINI & D'ANGELO, 2009).

Data la predominanza dei processi di deposizione nell'ambiente marino di piattaforma, l'analisi stratigrafico-sequenziale delle registrazioni geofisiche ha consentito di operare utili correlazioni con le UBSU riconosciute nello studio dei depositi del Quaternario

(2) Nel 1996 è stata istituita al CNR una Commissione di studio per la cartografia geologica marina, presieduta dal Prof. R. CATALANO (Univ. Palermo), che ha prodotto un rapporto finale: "Linee guida al rilevamento geologico nelle aree marine da sottoporre al Servizio Geologico Italiano". Il rapporto è stato redatto dai membri della Commissione di studio: R. CATALANO, C. BARTOLINI, A. FABBRI, P. LEMBO, M. MARANI, E. MARSELLA, M. ROVERI, A. ULZEGA.

(3) Nel 2000 è stato istituito dal Servizio geologico d'Italia, su indicazione del Comitato Geologico (verbale n. 53 del 5/6 aprile 2000), il Gruppo di lavoro di geologia marina (GLM) coordinato da S. D'ANGELO e costituito da un membro del Comitato Geologico e dai rappresentanti referenti per la geologia marina del progetto CARG. Scopo del GLM è stata la revisione della normativa per la cartografia geologica delle aree marine del Quaderno n.1 (1992), in base alle indicazioni della Commissione Catalano e all'esperienza sul campo dei Direttori di rilevamento CARG delle aree marine.

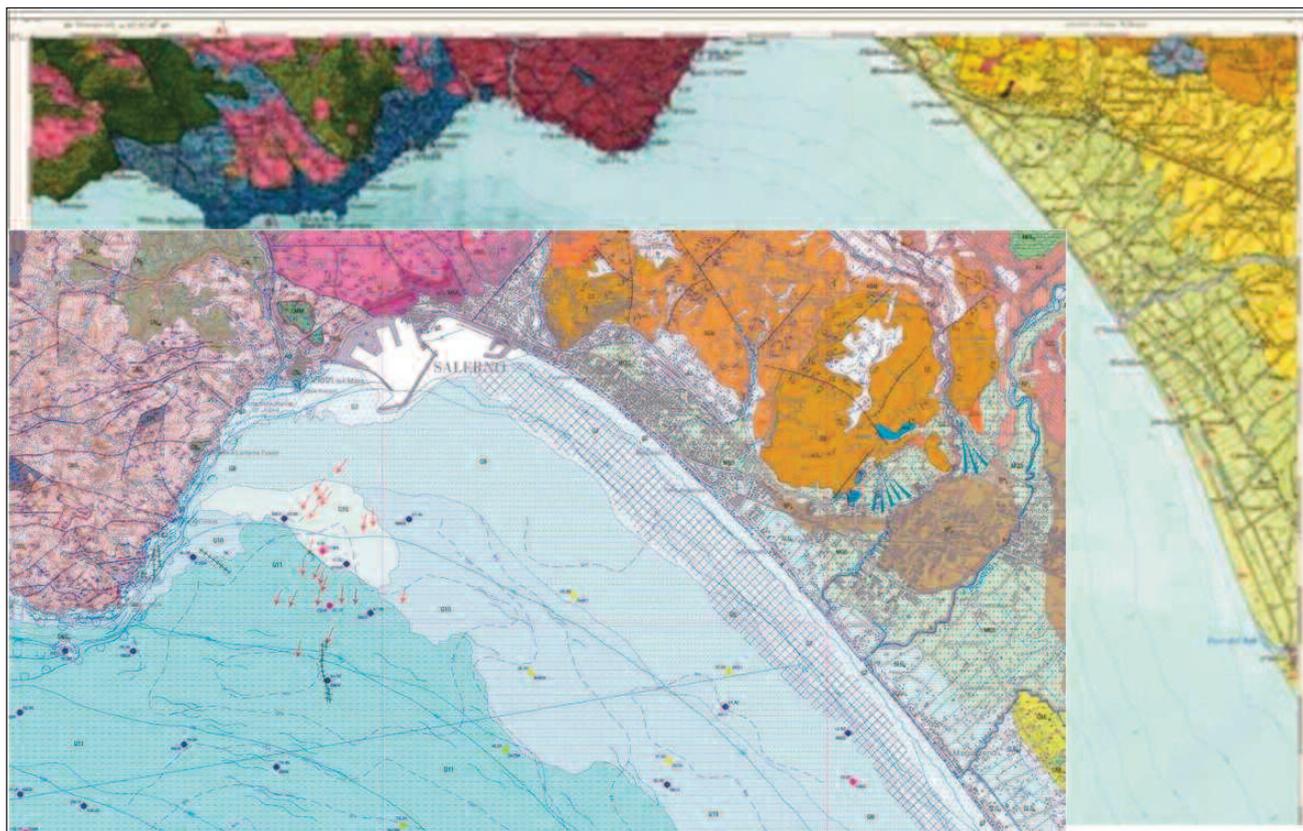


Fig. 35 – Sullo sfondo: stralcio del F. 197 Amalfi della vecchia Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, 1965; in primo piano: stralcio del F. 486 Foce del Sele della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (2009).
 - On the background: part of the sheet Amalfi of the old Italy's Geological Map at the 1:100,000 scale, 1965; on the foreground: part of the sheet Foce del Sele of the Italian Geological Map at the 1:50,000 scale (2009).

delle aree emerse. Il perfezionamento dei modelli digitali del terreno (DTM), ottenuti con i dati *Multibeam*, ha consentito lo studio geomorfologico di dettaglio delle aree erosive di scarpata e delle aree vulcaniche, mentre la tecnologia *Sidescan Sonar*, associata ai rilievi ROV (telecamere filoguidate) e ai campionamenti del fondale (carotaggi, bennate e dragaggi), ha assicurato una dettagliata cartografia dei sistemi deposizionali e una caratterizzazione sedimentologica dei fondali, oltre a una utile analisi della dinamica sedimentaria recente e attuale. Anche la mappatura delle principali biocenosi attuali, in particolare della Posidonia e del Coralligeno, ha fornito utili informazioni sulla composizione e sulle caratteristiche fisiche dei sedimenti ad esse associati (fig. 37).

Gli elementi fondamentali, relativi alle aree sommerse, contenuti nella carta geologica alla scala 1:50.000 sono:

- caratterizzazione stratigrafica e sedimentologica dei fondali;
- dati batimetrici;
- dati morfologici;
- dati tettonici;
- dati e sintesi stratigrafiche;
- dati e sintesi del substrato roccioso;
- correlazioni con le UBSU;
- tipologia e ubicazione dei campionamenti e delle indagini geofisiche.

7.5. - LE DIVERSE CARATTERISTICHE DELLE AREE SOMMERSE ITALIANE

Dalla lettura delle carte geologiche comprensive di aree sommerse si possono ricavare delle interessanti conclusioni. Si analizzano qui alcuni esempi delle diverse situazioni geologiche e fisiografiche rappresentati nelle carte geologiche alla scala 1:50.000 pubblicate.

Il Foglio 486 Foce del Sele (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2009a), in cui l'area sommersa occupa una parte preponderante, rappresenta il lembo più esterno della Piana del Sele, dove affiorano depositi continentali di ambiente fluviale e marino-costiero del Pleistocene medio - Olocene e una piattaforma continentale piuttosto estesa. I depositi vengono distinti in unità litologiche, suddivise nell'area emersa in sistemi secondo i principi delle UBSU e inquadrati nell'area sommersa secondo i principi della stratigrafia sequenziale. Le sezioni geologiche che tagliano sia la parte emersa che quella sommersa, e il blocco-diagramma riportati a bordo carta illustrano, grazie all'ausilio delle registrazioni sismiche a mare, i rapporti geometrici fra le unità che si sono succedute e intersecate durante le oscillazioni eustatiche tardo pleistoceniche - oloceniche. I principali elementi geomorfologici riconosciuti nell'area sommersa (onde di sedimento, *megaripple*, linee di drenaggio) mostrano un vivace dinamismo delle correnti di fondo nella parte



Fig. 36 – Rilievo ombreggiato dei mari italiani; stralcio da: HEEZEN & HARP (1965) - The Floor of the Oceans Map. Geological Society of America.
 - Shaded relief of the Italian Seas; part of : HEEZEN & HARP (1965) - The Floor of the Oceans Map. Geological Society of America.



Fig. 37 - *Posidonia oceanica* e concrezioni coralligene ai piedi di una falesia sommersa nell'Isola di Procida (foto M. Putignano). (REGIONE CAMPANIA, 2012).
 - *Posidonia oceanica* and coralligenous concretions at the foot of a submerged cliff in the Isle of Procida (photo M. Putignano).

esterna della piattaforma. L'affioramento di depositi del *systems tracts* di basso stazionamento e di caduta nella parte alta della scarpata continentale a sud del foglio indica una diminuzione di apporti terrigeni dall'entroterra e una generale spostamento dell'accumulo di sedimenti attuali verso nord (fig. 38).

Il Foglio 258/271 San Remo (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2010) rappresenta unità tettoniche che testimoniano le ultime fasi dell'orogenesi alpina, orlate da una piattaforma continentale poco estesa e articolata, interessata da movimenti di massa e interrotta da canyon attivi. Lo schema morfologico a margine del foglio,

ricavato da un DTM, mostra come questa piattaforma si sia imposta direttamente su un versante molto ripido delle Alpi Marittime. I sistemi deposizionali nelle aree sommerse seguono le articolazioni del substrato, interessato da diverse fasi deformative che arrivano fino al Pliocene e da una neotettonica evidente nelle morfostrutture che ricadono nella scarpata (testate di canyon in rapida erosione, scarpate rettilinee, frane sottomarine) (fig. 39).

L'assetto fisiografico dell'area marino-costiera del Foglio 428 Arzachena (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2005) risente della sommersione di valli e ambiti costieri pre-tirreniani, con l'impostazione delle insenature a rias e dell'Arcipelago della Maddalena. La mappa a bordo foglio delle investigazioni sismiche e dei punti di campionamento testimonia la necessità di integrare diversi metodi di rilevamento nelle aree sommerse (*Sidescan Sonar*, campionature mirate e rilievo subacqueo nelle aree sottocosta più articolate, *Subbottom Profiler*, *Sparker* e bennote correlate nelle aree di piattaforma). La distribuzione dei sedimenti indica nella parte prossimale una sedimentazione terrigena e una dispersione dei sedimenti, ad opera delle correnti di fondo e della dinamica delle masse d'acqua mobilizzate dalle mareggiate lungo i canali tra le isole. Nella parte distale la sedimentazione è più scarsa e si imposta su una morfologia attualmente molto regolare, dove però le linee di uguale spessore (isopache) dei sedimenti olocenici indicano, al di sotto dei sedimenti attuali, la presenza di grandi depressioni in corrispondenza delle principali insenature, dovute a processi erosivi avvenuti durante la regressione würmiana (fig. 40).

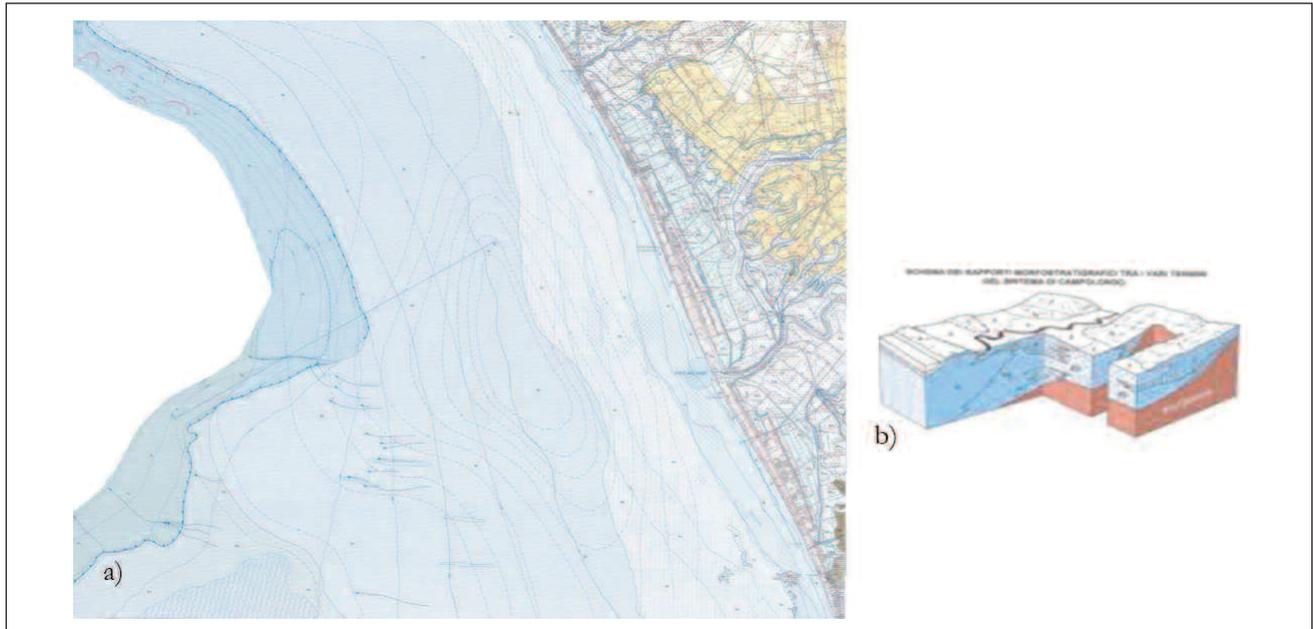


Fig. 38 - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - F. 486 Foce del Sele e blocco diagramma dei rapporti stratigrafici.
- Italian Geological Map at the 1:50,000 scale - sheet N. 486 Foce del Sele and block diagram of stratigraphic relationships.

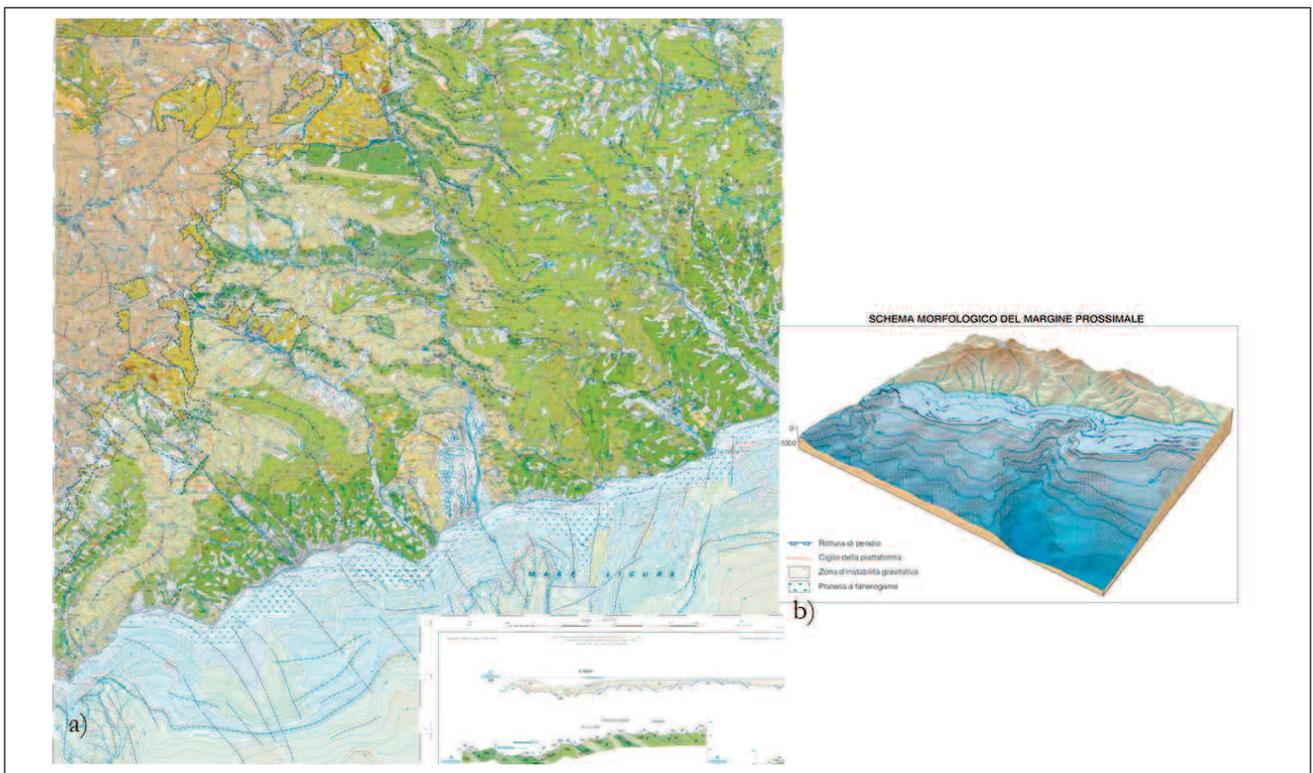


Fig. 39 - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - F. 258-271 San Remo e blocco diagramma del DTM interpretato.
- Italy's Geological Map at the 1:50,000 scale - sheet N. 258-271 San Remo and block diagram of the interpreted DTM.

Nel Foglio geologico N. 99 Iseo (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2011) sono state investigate e cartografate anche le aree sommerse dell'omonimo Lago, i cui sedimenti sono stati descritti come unità litologiche inquadrata stratigraficamente secondo il principio delle UBSU, in continuità con i depositi rappresentati nella parte emersa.

7.6. - LA CARTOGRAFIA DELLE AREE SOMMERSE

La scala 1:50.000 si è rivelata la più idonea, anche per le aree marine, ad illustrare, con un dettaglio utile ai geologi operanti in diversi settori, le caratteristiche salienti dei fondali marini; in base ad essa è più immediato organizzare in maniera mirata ulteriori e più ap-

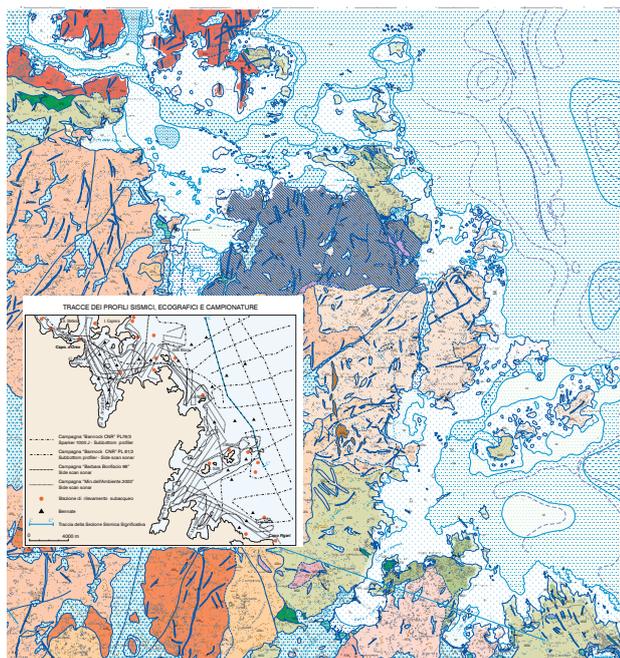


Fig. 40 - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - F. 428 "Arzachena" e schema della tipologia e localizzazione delle indagini a mare.
- Italy's Geological Map at the 1:50,000 scale - sheet N. 428 "Arzachena" and typology and position of the survey at sea.

profonditi programmi di indagine in ambiente marino-costiero. Le informazioni che si ricavano dalla carta, ma anche dalle note illustrative e soprattutto dalla banca dati, danno preziose indicazioni ad esperti o utenti di altre discipline che orbitano intorno al tema "mare": la conoscenza "istituzionale" della geologia dei fondali marini è stata, ad esempio, fondamentale nella definizione dello "stato del mare" nell'ambito della Direttiva Quadro dell'UE sulle "strategie marine".

Le attività di cartografia geologica marina del Servizio Geologico d'Italia si sono estese anche ad altre scale di rappresentazione. È stata realizzata una "Carta geologica dei Mari italiani alla scala 1:250.000" dell'Adriatico (D'ANGELO & FIORENTINO, questo volume) e si è contribuito alla redazione di "Linee guida per il rilevamento geologico subacqueo alla scala 1:10.000" della Regione Campania (MONTI *et alii*, 2003). Il principio di correlazione terra-mare caratterizza anche la Carta geologica del Geoparco del Cilento, Vallo di Diano e Alburni alla scala 1:110.000 che include i paesaggi sottomarini e il dettaglio dell'Area marina protetta di Santa Maria di Castellabate, alla scala 1:30.000 (LETTIERI & MURARO, questo volume; ISPRA & PARCO NAZIONALE DEL CILENTO, 2013). Infine, il Servizio Geologico d'Italia contribuisce alla stesura di una cartografia geologica numerica dei fondali marini d'Europa alla scala 1:250.000 nell'ambito del Progetto Europeo EMODNet Geology.

In tutti questi casi l'impostazione concettuale delle linee guida per le aree marine della nuova carta geologica d'Italia si è rivelata esaustiva ed efficace, capace di adattarsi ai diversi ambiti della cartografia geologica delle aree sommerse.

8. - STUDIO E RAPPRESENTAZIONE DEI DEPOSITI QUATERNARI NELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA AL 50.000

CHIARINI E. (*), LA POSTA E. (*)

L'interesse per lo studio dei depositi del Quaternario rappresenta senza dubbio l'elemento di maggiore novità nella Carta Geologica d'Italia al 50.000.

Nei tre anni di dibattito all'interno della comunità scientifica, necessari per la stesura del Quaderno n. 1 del Progetto CARG (PASQUARÈ *et alii*, 1992), la Commissione per la Cartografia Geologica e Geomorfologica, presieduta dal Prof. Pasquarè, ha coinvolto i maggiori esperti delle diverse tematiche che ruotano intorno al complesso tema della geologia del Quaternario a scala nazionale. L'intento era quello di restituire ad una materia alquanto trascurata nella precedente edizione della cartografia al 100.000 pari dignità rispetto alla geologia del substrato, per il suo interesse scientifico ed applicativo e in quanto irrinunciabile supporto nell'elaborazione di modelli evolutivi multidisciplinari.

Occorre ricordare che nel 2009 l'*Executive Committee* della *International Union of Geological Sciences* (IUGS), su sollecitazione della *International Commission on Stratigraphy* (ICS), ha ratificato lo spostamento della base del Sistema Quaternario da 1.8 Ma a 2.58 Ma (FINNEY, 2010), estendendo notevolmente l'ambito di ricerca degli specialisti.

Complessità dei rapporti stratigrafici, accentuate variazioni verticali e laterali di facies, spessore frequentemente modesto e distribuzione areale frammentaria, sia per l'originaria discontinuità delle aree di accumulo, sia per successivi fenomeni erosivi, condizionano le scelte metodologiche ed il livello di dettaglio necessari per il rilevamento e lo studio dei corpi geologici continentali.

Per affrontare simili peculiarità occorre battere a tappeto il territorio, perché i corpi quaternari hanno limiti non estrapolabili, diversamente dalle unità del substrato, ed è necessaria una nuova figura di rilevatore che, oltre ad avere esperienza nel rilevamento tradizionale e nella fotointerpretazione, abbia un adeguato bagaglio culturale con competenze nella sedimentologia dei depositi continentali e costieri, geomorfologia, paleontologia, geocronologia, tefrostratigrafia, pedologia, paleobotanica e palinologia, che gli consentano di ricostruire l'ambiente di sedimentazione ed il contesto paleoclimatico e geocronologico. L'analisi geomorfologica, in particolare, è uno strumento fondamentale nello studio dei depositi quaternari, in quanto permette di tener conto degli elementi fisici e di riferirli ad un ambito paleogeografico, anche se occorre la massima cautela nel dedurre natura ed estensione di un corpo sedimentario antico basandosi unicamente su considerazioni

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

morfologiche o sulla fotointerpretazione, soprattutto quando il limite superiore delle unità coincide con la superficie topografica attuale. Ci si riferisce ad esempio agli ambienti costieri ed alluvionali, in cui le superfici terrazzate possono sottendere unità diverse o addirittura il substrato e quindi non costituire il limite stratigrafico dell'unità. Il rilevamento di campagna e i successivi studi multidisciplinari sono pertanto imprescindibili per una corretta analisi e rappresentazione cartografica dei depositi quaternari.

Lo studio dei depositi continentali deve necessariamente estendersi alle aree di provenienza dei sedimenti e, per la ricostruzione del quadro stratigrafico dell'intero bacino, anche oltre i limiti del singolo foglio; le discontinuità limite principali possono essere individuate solo in una fase avanzata del rilevamento, dopo aver acquisito un'ottima conoscenza della geometria e dei rapporti tra i singoli corpi, in alcuni casi studiati per la prima volta.

Le unità stratigrafiche di riferimento per il Quaternario dovranno essere in grado di rappresentare corpi geologici discontinui, delimitati da superfici diacrone; successioni complesse, caratterizzate da litologie monotone spesso prodotte da distinti eventi deposizionali, che possono essere individuati solo attraverso il riconoscimento delle discontinuità erosive che li delimitano. Le unità litostratigrafiche, utilizzate anche per il Quaternario nella cartografia al 100.000, solo in alcuni casi possono rappresentare la scansione degli eventi con il dettaglio necessario. Le unità in grado di esprimere nel modo più idoneo la peculiarità delle unità quaternarie sono le UBSU (*Unconformity-Bounded Stratigraphic Units*) (SALVADOR, 1987; 1994), che si riferiscono ad un corpo roccioso definito ed identificato sulla base delle discontinuità che lo delimitano. Tali discontinuità possono corrispondere sia a superfici di erosione che di accumulo e possono rappresentare sia l'evento iniziale del ciclo di sedimentazione di un'unità che quello iniziale dell'unità successiva.

Qualora i depositi lo consentano e siano presenti elementi di datazione, sarà opportuno precisare l'inquadramento cronologico delle unità tramite l'esecuzione di datazioni assolute con metodi geocronologici adeguati. Particolare rilevanza riveste il ritrovamento di livelli di origine vulcanica, intercalati all'interno delle sequenze sedimentarie. Essi costituiscono eventi sincroni, diffusi su ampie aree, che permettono di datare i sedimenti ad essi associati e di correlare successioni anche lontane.

Fasi erosive e fasi sedimentarie possono oltretutto avere, a seconda della loro estensione spaziale e temporale, una diversa importanza gerarchica: da quella a scala locale, riferita a cicli sedimentari minori, a quella di portata regionale, per processi connessi ad importanti eventi climatici o geodinamici. Il riconoscimento del ruolo gerarchico delle superfici limite scaturisce dall'elaborazione di tutti i dati di rilevamento e di approfondimento analitico e pertanto può essere introdotto nell'interpretazione solo nelle fasi finali. A seconda del rango delle superfici limite, le unità assumono la denominazione di supersintema, sintema e subsintema.

Le unità sintemiche consentono l'inserimento al loro interno di altre unità stratigrafiche (fig. 41), ad es. litostratigrafiche nel caso di corpi a litologia omogenea di una certa importanza, che non possano essere classificati come UBSU perché privi di discontinuità significative, oppure di unità informali. I rapporti fra le unità stratigrafiche di un dato bacino sedimentario e la loro espressione morfologica possono essere illustrati in uno schema dei rapporti stratigrafici o morfostratigrafici (fig. 42), mentre agli schemi di correlazione è demandato il confronto delle storie evolutive, solo in parte simili, di bacini sedimentari diversi. Considerata l'elevata variabilità delle facies e la scarsa continuità laterale dei depositi continentali, la formalizzazione delle unità non può basarsi sull'istituzione di sezioni-tipo, come nella geologia del substrato, ma richiede l'analisi del maggior numero possibile di sezioni di dettaglio al fine di ricostruire lo sviluppo tridimensionale dei corpi sedimentari e i rapporti con le altre unità.

Una supervisione a carattere nazionale, soprattutto in particolari contesti quali quelli glaciali, costieri, delle grandi pianure e delle conche intermontane, si rende necessaria per evitare discrepanze immotivate tra i rilevamenti di regioni contigue e per correlare, ove esistano elementi di riferimento, le unità di bacini diversi. Nel Progetto CARG il Servizio Geologico d'Italia, con il supporto, in alcuni casi, di specifici comitati d'area, svolge questo ruolo di raccordo tra i diversi enti realizzatori, con l'obiettivo di armonizzare la classificazione stratigrafica di successioni sedimentarie affioranti in fogli geologici diversi. Alle attività del Comitato della Pianura Padana, ad esempio, hanno concorso, oltre ai referenti dei fogli della Regione Emilia Romagna, anche gli esperti dei limitrofi settori alpino e appenninico, le cui scelte in termini di attribuzione del rango alle superfici di discontinuità, e quindi alle unità sintemiche che da queste derivano, hanno ricadute dirette sulla struttura generale della classificazione stratigrafica delle successioni del bacino padano.

A circa 25 anni dalla stampa del Quaderno n. 1 e dall'inizio del Progetto CARG gran parte dei bacini sedimentari quaternari sono stati rilevati interamente o in parte: Bacini delle Prealpi Lombarde, Pianura Padana, Pianura Veneto-Friulana, Bacino Tiberino, Bacino del Mugello, Bacino di Rieti, Bacino del Fucino e molti altri bacini intermontani dell'Appennino settentrionale, centrale e meridionale, Piana Campana, Tavoliere delle Puglie, bacini costieri della Calabria e della Sicilia, Piana di Catania, Campidano, etc.

Interessanti sperimentazioni sono state portate avanti in prossimità dei distretti vulcanici più importanti, in particolare nei settori etneo, vesuviano, del Vulturno, dei Campi Flegrei, della Provincia magmatica romana (Sabatini, Colli Albani, Vulsini, Vicani), delle isole Eolie. L'occorrenza, all'interno delle successioni continentali, di prodotti vulcanici riferibili a diversi eventi dei quali è nota la collocazione temporale, ha permesso di mettere a punto legende composite, in cui spesso si integrano unità stratigrafiche di tipo diverso. Dallo studio di queste aree sono scaturiti preziosi ar-

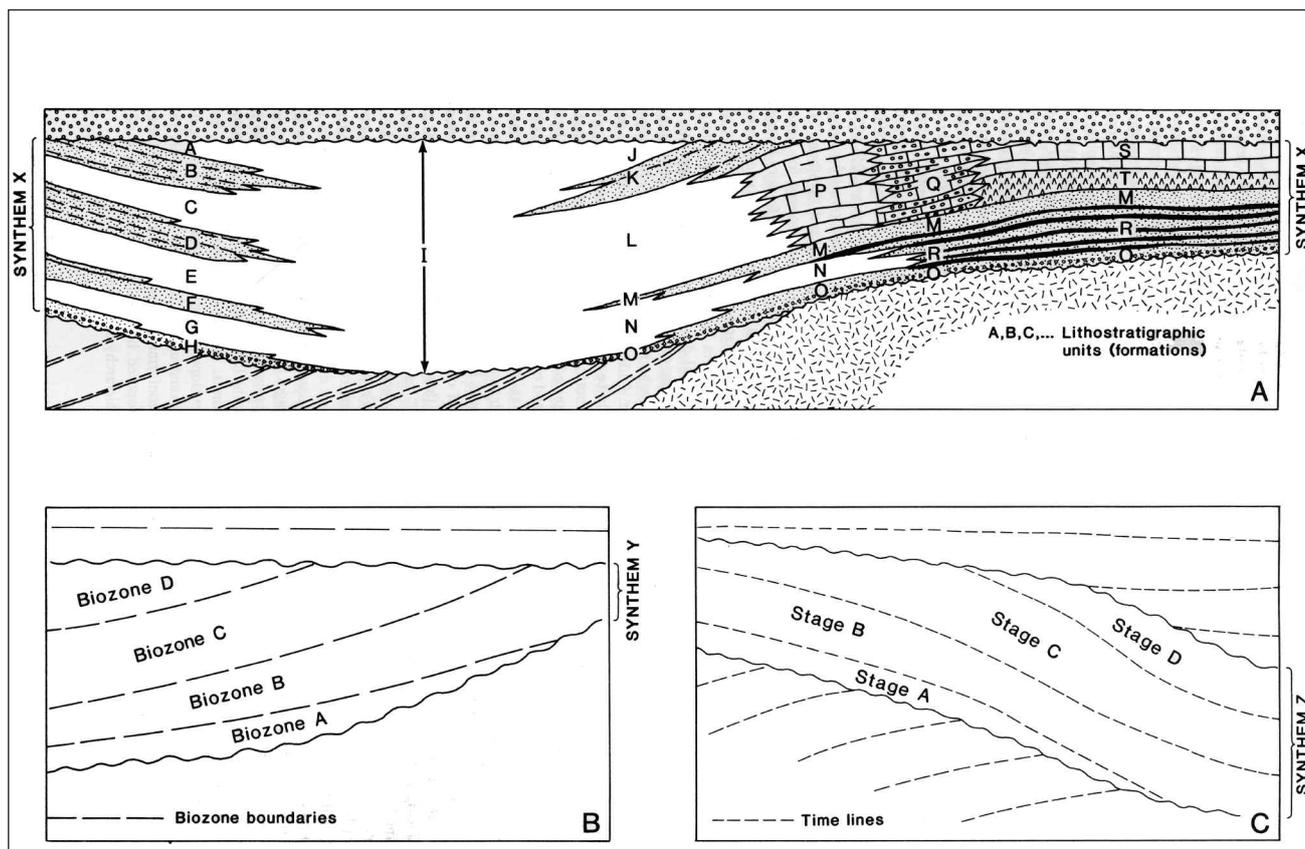


Fig. 41 – Relazione tra le unità a limiti inconformi e gli altri tipi di unità stratigrafiche: A) litostratigrafiche, B) biostratigrafiche, C) cronostratigrafiche (da SALVADOR, 1987).
 - Relationship of unconformity-bounded units to other kinds of stratigraphic units included within them: A) lithostratigraphic, B) biostratigraphic, C) chronostratigraphic (after SALVADOR, 1987).

chivi di dati stratigrafici, che rappresentano importanti elementi di riferimento per i fogli limitrofi. Considerata la prossimità di gran parte di questi centri al litorale tirrenico, nei fogli ricadenti in queste aree è stato, tra l'altro, registrato un interessante intreccio che scaturisce dalla lettura integrata delle oscillazioni del livello del mare, della sedimentazione continentale e delle fasi di attività vulcanica.

In ambito alpino i nuovi criteri metodologici ed il proficuo confronto fra diverse scuole di pensiero promossi dal Progetto CARG hanno consentito da un lato il definitivo abbandono, nella cartografia geologica ufficiale, del classico modello delle 4 glaciazioni (PENCK & BRUCKNER, 1909), a favore di un approccio che, in luogo degli eventi climatici, considera i corpi sedimentari, classificati in unità stratigrafiche; dall'altro lato hanno permesso la definizione di una piattaforma terminologica comune in cui termini quali LGM, Postglaciale e pre-LGM hanno finalmente assunto un significato univoco nel contesto della ricerca scientifica in Italia.

L'analisi dei fogli realizzati nell'ambito del Progetto CARG (CHIARINI *et alii*, 2008; LA POSTA *et alii*, 2008) ha mostrato come nella Carta Geologica d'Italia al 50.000 le UBSU siano le unità più utilizzate per il Quaternario, anche se persistono successioni classificate con criteri litostratigrafici, per una oggettiva difficoltà di individuazione delle superfici di discontinuità che separano i diversi eventi sedimentari

ma anche, in alcuni casi, per la mancanza di specialisti di geologia del Quaternario nei gruppi di lavoro. Talora si ricorre ancora all'impiego delle categorie senza formali connotazioni stratigrafiche (BATTAGLINI *et alii*, 2009a; 2009b), basate sulla genesi dei depositi, soprattutto per i depositi alluvionali e marini terrazzati e per i depositi olocenici.

Nelle molteplici realtà geologiche del territorio nazionale l'estrema variabilità che caratterizza i record continentali e una diversa considerazione degli elementi di correlazione e del rango delle discontinuità, da parte dei gruppi di lavoro che hanno partecipato al Progetto CARG, ha in alcuni casi prodotto approcci metodologici molto diversi e di conseguenza una cartografia poco omogenea: dai criteri di sintesi che hanno condotto, sulla base degli elementi di correlazione disponibili, all'individuazione di unità sintemiche valide in tutto il bacino sedimentario e nei sistemi vallivi ad esso collegati, agli approcci più analitici, estremamente rigorosi, che in mancanza di elementi di correlazione certi hanno portato al riconoscimento di successioni di unità distinte per ogni bacino idrografico e/o glaciale. Queste problematiche sono state accentuate dal diverso stato di avanzamento dei rilevamenti di fogli che insistono su grandi bacini, che non sempre ha permesso di valutare le implicazioni delle scelte operate in fogli periferici rispetto alla struttura generale della

classificazione stratigrafica. In quest'analisi, tuttavia, non si può non considerare l'estrema complessità delle successioni, all'interno delle quali superfici di discontinuità riconosciute in settori periferici possono trasformarsi in superfici di continuità stratigrafica nei settori centrali del bacino.

Nonostante l'eterogeneità dei criteri, il Progetto CARG, con l'adozione delle unità a limiti inconformi, ha favorito la distinzione di eventi sedimentari di diverso rango e significato. Inoltre con la realizzazione di moltissimi sondaggi e l'impiego di tecniche di analisi innovative ha reso possibile la determinazione delle geometrie profonde dei bacini continentali, l'intercettazione e lo studio dei depositi

che ne testimoniano le fasi più antiche, l'elaborazione di stratigrafie di dettaglio, che ne sintetizzano la storia evolutiva. Infine, un gran numero di datazioni radiometriche, effettuate nell'ambito del Progetto, hanno permesso la definizione dei contesti cronologici, con ricadute importanti anche sullo studio della tettonica recente.

In sintesi il Progetto CARG ha in gran parte realizzato, anche per quanto riguarda il Quaternario, l'auspicio degli specialisti che hanno partecipato alla realizzazione del Quaderno n. 1: un notevole progresso delle conoscenze scientifiche, testimoniato dal sensibile incremento della letteratura specialistica prodotta negli ultimi 20 anni.

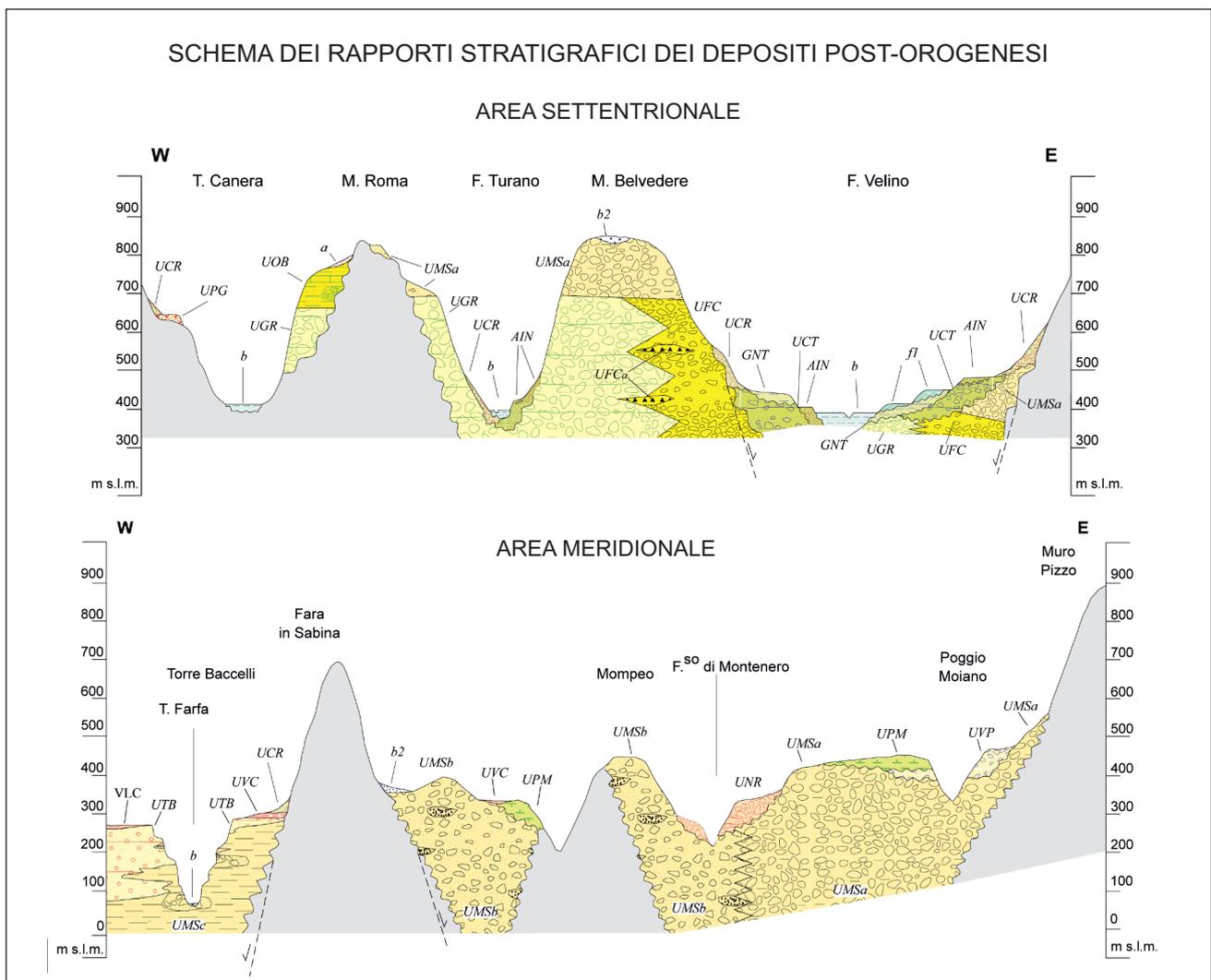


Fig. 42 – Esempio di schema dei rapporti morfostratigrafici dei depositi quaternari realizzato nell'ambito del Progetto CARG (COSENTINO *et alii*, 2014).
- Example of a morphostratigraphic scheme of quaternary deposits realized within the Progetto CARG.

9. - LA LEGENDA DELLE UNITÀ DI BASAMENTO METAMORFICO-CRISTALLINO

MARTARELLI L. (*), PANTALONI M. (*),
MARINO M. (*)

La necessità di uniformare le Legende dei fogli nei quali ricadono unità di basamento metamorfico-cristallino e di sancire l'uso delle unità nell'ambito delle attività di realizzazione dei fogli geologici in scala 1:50.000 del progetto CARG è stata affrontata ampiamente dal Gruppo Basamento Cristallino del Comitato d'area per le Alpi centrali, orientali ed occidentali. Tale problematica è stata esaminata in parallelo anche nell'ambito dei Comitati d'area interessati alla cartografia geologica del basamento metamorfico-cristallino sardo e dell'Arco calabro-peloritano.

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, anche per questioni legate allo specifico tipo di meccanismi di deposizione, alla conseguente geometria dei corpi, ecc., e la problematica dell'inadeguatezza delle linee guida disponibili per il rilevamento del basamento cristallino. Deve essere inoltre considerato che le norme concernenti il criterio puramente stratigrafico possono essere applicate integralmente solo nelle aree dove il metamorfismo è di basso grado e non ha alterato molto le litologie e i rapporti geometrici originari. A tal proposito, la definizione di tipologie di unità formali quali Formazione e Membro difficilmente si applicano in ambito metamorfico e plutonico. Infatti, le unità del basamento 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 o tettono-metamorfiche. Inoltre, le unità metamorfiche e plutoniche potranno essere difficilmente riferite ad una sezione tipo e saranno pertanto inquadrare, laddove possibile, rispetto ad un'area o ad una località tipo, come previsto dai codici.

Quindi, nell'impostazione delle Legende per le sequenze metamorfiche e le rocce plutoniche si è scelto di adottare le indicazioni generali riportate nei seguenti schemi 1 e 2 (ed esemplificate nelle figg. 43-46), con distinzione delle unità dal generale al particolare, dove, ovviamente, il problema chiave è l'individuazione della litologia principale (corrispondente al rango della Formazione), mentre le unità gerarchicamente superiori potranno essere o meno distinte e le unità gerarchicamente inferiori avranno rango di litofacies/petrofacies, essendo sconsigliata una distinzione a livello di Membro in quanto, come sopra accennato, difficilmente applicabile a tali ambienti petrogenetici.

Schema 1 - Sequenze metamorfiche
Sistema tettonico (es. Australpino);
Falda (se definibile);

Unità tettonica/tettono-metamorfica/tettono-stratigrafica (es. Unità T/TM/TS di "nome_unità");



Fig. 43 - Esempio di Legenda per sequenze metamorfiche. Nel presente stralcio tratto dal Foglio 070 Monte Cervino (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2015) sono stati distinti il Sistema tettonico, la falda, la litologia principale ed un litotipo consistente in intercalazioni.

- Example for metamorphic sequence key legend, distinguished into the Tectonic system, the nappe, the main lithology and an intercalated lithotype.

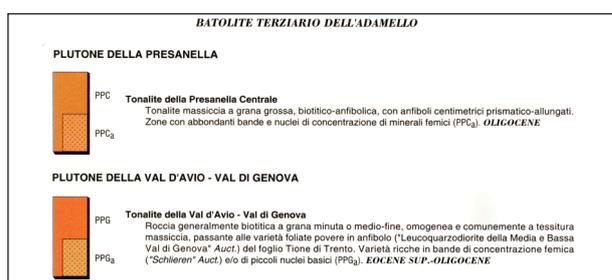


Fig. 44 - Esempio di Legenda per rocce plutoniche. Nel presente stralcio tratto dal Foglio 058 Monte Adamello (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2008) sono stati distinti il batolite, il corpo plutonico, la litologia principale e alcuni litotipi rappresentati da zone o varietà particolari.

- Example for plutonic rocks key legend, distinguished into the Batholith, the plutonic rock body, the main lithology and different kinds of lithotypes.

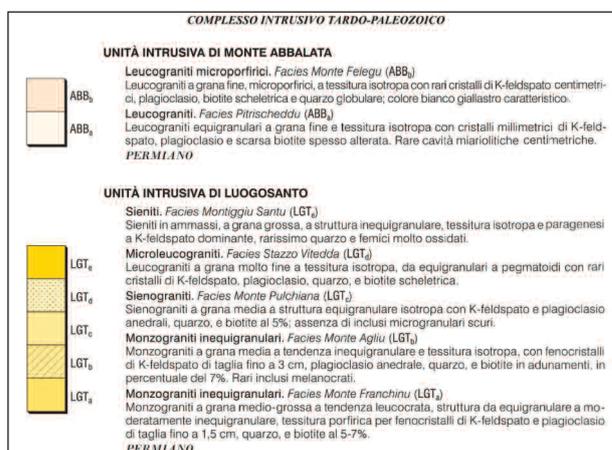


Fig. 45 - Esempio di Legenda per rocce plutoniche. Nel presente stralcio tratto dal Foglio 443 Tempio Pausania (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2014) sono stati distinti il Complesso intrusivo, il corpo plutonico e la litologia principale distinta in due o più litofacies.

- Example for plutonic rocks key legend, distinguished into the Plutonic complex, the plutonic rock body and the main lithology differentiated into two or more lithofacies.

Litologia principale rappresentativa/caratterizzante (es. "nome_litotipo" di "nome_località_tipo"; sigla tre lettere maiuscole);

Litotipi peculiari (litofacies/petrofacies) (es. "nome_petrofacies" di "nome_località_tipo"; sigla tre lettere maiuscole e lettera minuscola a pedice).

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

Schema 2 - Rocce plutoniche
Magmatismo (es. Magmatismo Terziario Alpino);
Batolite (es. Batolite dell'Adamello);
Corpo plutonico (es. Lamelle tonalitiche);
Litologia principale rappresentativa/caratterizzante (sigla tre lettere maiuscole) (es. "nome_litotipo" di "nome_località_tipo");
Litotipi peculiari (litofacies/petrofacies) (es. "nome_petrofacies" di "nome_località_tipo"; sigla tre lettere maiuscole e lettera minuscola a pedice).

Rispetto a tali schemi, a causa dell'adozione di differenti criteri di rilevamento da parte delle Scuole accademiche locali nella realizzazione della cartografia geologica, nell'ambito del basamento sardo sono stati a volte distinte, anche se in senso non formale, unità corrispondenti al rango di Membro (fig. 45) e nell'ambito dell'Arco calabro-peloritano è stato assegnato il rango corrispondente alla Formazione a livello di "complesso" plutonico o metamorfico (fig. 46).

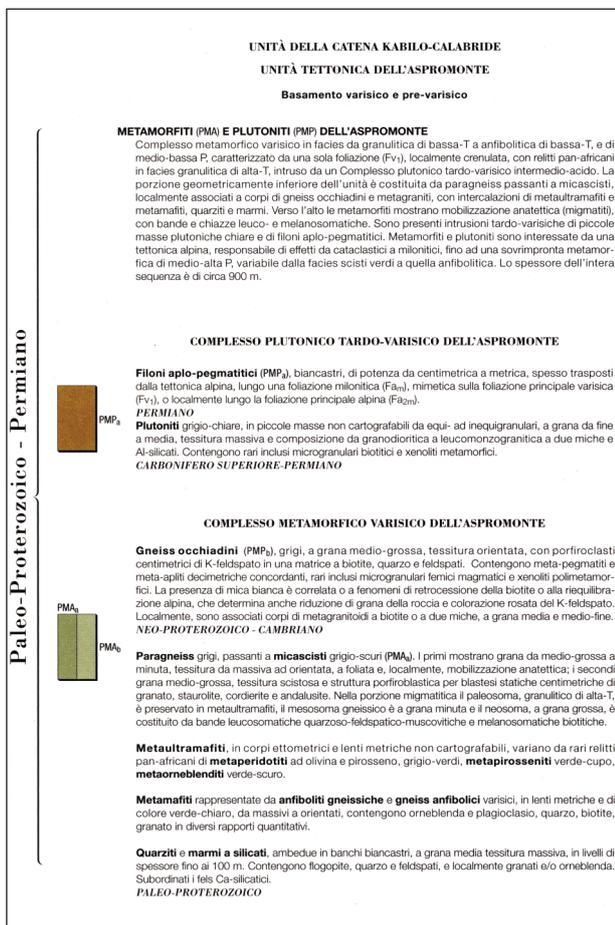


Fig. 46 - Esempio di Legenda per unità tettonica composta da metamorfiti e plutoniti nell'Arco Calabro-Peloritano, tratto dal Foglio 587-600 Milazzo-Barcellona P.G. (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2011). Nell'ambito dell'unità tettonica dell'Aspromonte sono stati distinti un complesso plutonico e uno metamorfico, indicati con sigle di tre lettere, all'interno dei quali sono cartografate le litofacies principali. Altre litofacies caratterizzanti sono descritte in legenda ma non distinte in carta.

- Example of a key legend for a tectonic unit composed of metamorphic and plutonic terrains in the Calabro-Peloritan Arc. A plutonic complex and a metamorphic complex have been distinguished (three letters abbreviation) within the Aspromonte tectonic unit, in which the main lithofacies have been separated and mapped. Further lithofacies are described but not mapped.

10. - ATTIVITÀ DI COORDINAMENTO STRATIGRAFICO DEI COMITATI D'AREA

PERINI P. (*), MARINO M. (*)

In data 1 ottobre 1993 viene istituito, con DPCM n. 239, il Comitato per il coordinamento nazionale della cartografia geologica e geotematica, cui vengono assegnati i seguenti compiti:

- esprimere parere sulle proposte di aree prioritarie che dovranno essere rilevate nei futuri programmi di cartografia geologica;
- esprimere pareri e proporre programmi di cartografia geologica e geotematica;
- proporre la costituzione di comitati di coordinamento per aree geologiche e geotematismi omogenei e per il coordinamento dei fogli di confine tra due regioni amministrative;
- vigilare sull'applicazione della normativa e proporre modifiche alla stessa che si renderanno necessarie nel corso del lavoro;
- promuovere corsi e seminari di specializzazione per rilevatori e analisti;
- esprimere pareri sulle procedure di informatizzazione dei dati geologici;
- proporre le modifiche e le integrazioni alle convenzioni relative ai progetti di nuova cartografia geologica sentiti i singoli responsabili di progetto.

Il 4 febbraio 1994 viene emanato il DPCM in cui vengono nominati i membri del Comitato. Il DPCM 23 agosto 1995 emana nuove disposizioni per il Comitato della cartografia geologica e geotematica, che assume la denominazione di Comitato Geologico. Con Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 10 febbraio 2004 viene istituito, presso il Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT (oggi ISPRA), il nuovo Comitato Geologico, quale organo consultivo in carica per cinque anni. Nello stesso Decreto sono indicati la composizione e i compiti assegnati, tra i quali figurano la facoltà di esprimere parere scientifico sui dati geologici e sugli elaborati cartografici da inviare alla stampa e di partecipare alle riunioni di coordinamento ed alle attività di controllo dei progetti in corso di realizzazione. Il Comitato Geologico si avvale di "Comitati di coordinamento per aree geologiche e geotematismi omogenei" (Comitati di area) (DPCM 1 ottobre 1993, art. 2, comma c), articolati come segue:

- Alpi centrali, orientali ed occidentali;
- Pianura Padana;
- Appennino settentrionale;
- Appennino centrale;
- Appennino meridionale;
- Sicilia e Arco Calabro-Peloritano;
- Sardegna.

I Comitati di area furono quindi istituiti al fine di coordinare ed integrare le nuove conoscenze acquisite nel corso delle attività svolte dai contraenti del Progetto

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

CARG. La maggior parte dei lavori si sono svolti nell'arco temporale dal 2001 al 2006, quando un adeguato numero di fogli aveva raggiunto uno stato di avanzamento del rilevamento tale da mettere a disposizione una significativa mole di dati. All'interno di ciascun comitato, a seconda delle specifiche problematiche che si sono dovute affrontare, sono state meglio definite le funzioni, gli scopi ed i gruppi di lavoro, seppur all'interno del quadro di riferimento generale volto ad uniformare la rappresentazione cartografica e la nomenclatura stratigrafica in uso nel Progetto CARG.

La disamina dei dati, effettuata anche con il supporto della Commissione Italiana di Stratigrafia (CIS) coinvolta nella compilazione del Catalogo delle formazioni geologiche italiane (<http://193.206.192.231/suolo/Accordocarg/default.htm>), ha permesso di identificare le principali questioni da affrontare e suddividerle nelle seguenti categorie:

- proliferazione delle unità litostratigrafiche (ad esempio utilizzo di nomi differenti per la stessa unità, diverse attribuzioni cronologiche che hanno generato nuove formazioni, appartenenza dell'unità litostratigrafica a differenti unità tettoniche);
- grado di gerarchizzazione da attribuire alle unità litostratigrafiche;
- utilizzo di nomi formazionali storici/tradizionali;
- individuazione di standard metodologici e di linee guida per affrontare problemi stratigrafici;
- continuità dei limiti stratigrafici e delle strutture tettoniche al contatto tra i fogli.

Il compito di coordinamento è stato principalmente rivolto alla definizione di schemi stratigrafici coerenti e condivisi, all'aggiornamento del dataset integrato di

unità litostratigrafiche utilizzabili nel CARG anche in seguito alle innovazioni apportate da istituti internazionali (IGC) e a specifiche problematiche legate alle particolari condizioni geologiche.

Dal punto di vista metodologico, in ogni comitato sono state esaminate tutte le formazioni per le quali non esisteva una visione comune e, con il supporto dell'analisi bibliografica ed il confronto tra gli esperti coinvolti (rilevatori, stratigrafi, paleontologi), sono state elaborate delle soluzioni che permettessero la creazione di un quadro omogeneo basato sul criterio litostratigrafico. Il lavoro di revisione ha contribuito in modo sostanziale all'inserimento di Gruppi e Formazioni nel "Catalogo delle formazioni", in particolare nei fascicoli dedicati alle unità tradizionali (Volume 7, fascicoli VI e VII), dove i risultati delle attività svolte dai Comitati d'area sono stati inseriti nelle schede descrittive a supporto della definizione stratigrafica e come materiale iconografico. Affrontando il problema da un punto di vista regionale è risultato particolarmente efficace elevare il rango dei corpi rocciosi per conservare il livello dei dati raccolti e armonizzare variazioni latero-verticali di facies che, osservate a livello di singolo foglio, potevano essere considerate formazioni autonome. Esempi di questa operazione sono costituiti dalla costituzione dei gruppi dei Calcarei Grigi (fig. 47), Argille Variegate, Gessoso-solfifera e formazioni messiniane, gruppo del Bugarone.

I lavori dei comitati hanno rappresentato anche l'occasione per aggiornare, condividere ed estendere le conoscenze. Ad esempio, per definire uno schema litostratigrafico per la piattaforma carbonatica mesozoica dell'Appennino meridionale è stato utilizzato

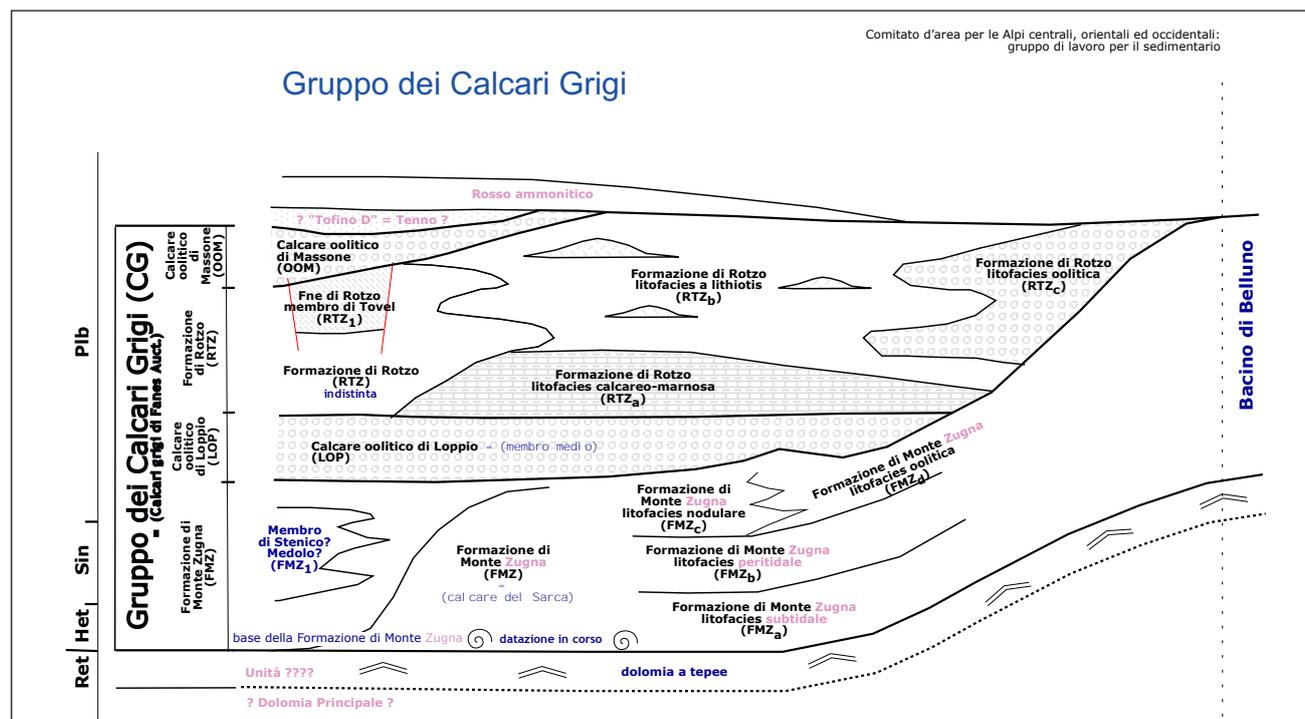


Fig. 47 – Schema litostratigrafico del Gruppo dei Calcarei Grigi elaborato dal Comitato d'Area Alpi Centrali, Orientali ed Occidentali.
- Litostratigraphic scheme of Calcarei Grigi Group issued by the Coordination committee for Central, Eastern and Western Alps.
(<http://difesasuolo.isprambiente.it/carg/comitatiarea/alpi/verbale07.pdf>)

come base dati di partenza quanto già ottenuto dal rilevamento CARG effettuato nella piattaforma carbonatica laziale abruzzese; in seguito al lavoro di sintesi è stato possibile elaborare uno schema litostratigrafico di riferimento (fig. 48).

Un ulteriore tipologia di problema discusso è stato la disomogeneità di approccio (litostratigrafia vs stratigrafia a limiti inconformi) usata in diversi fogli per rappresentare correttamente l'architettura stratigrafica di bacini sedimentari tipo il Bacino Terziario Piemontese. Il Comitato d'Area dell'Appennino settentrionale ha proposto "l'introduzione di un nuovo segno convenzionale di tipo lineare che consenta di rappresentare, anche in carta, e non solo negli schemi, le superfici di discontinuità che stanno alla base del riconoscimento delle unità deposizionali" (superficie di discontinuità), poi approvato e pubblicato nel Quaderno 12.

Il Comitato di Area dell'Appennino centrale ha dedicato parte delle sue attività alla correlazione tra i depositi degli apparati vulcanici laziali ed i depositi sedimentari quaternari per l'identificazione delle principali superfici di discontinuità che hanno permesso di identificare le unità a limiti inconformi utili per il coordinamento esteso a tutto il Lazio. Nell'Appennino meridionale i dati a disposizione sono stati utilizzati per ricostruire le relazioni a scala di singolo bacino o tra differenti bacini (fig. 49) come nel caso di quelli dell'Ofanto e di Potenza.

Tutti i risultati conseguiti sono riportati nei verbali di riunione e negli schemi (disponibili sul sito <http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-territorio-1/progetto-carg-cartografia-geologica-e-geotematica/comitati-di-coordinamento>) ovvero in articoli pubblicati su riviste ovvero sui Quaderni Serie III Catalogo delle Formazioni o presentati in occasione di workshop.

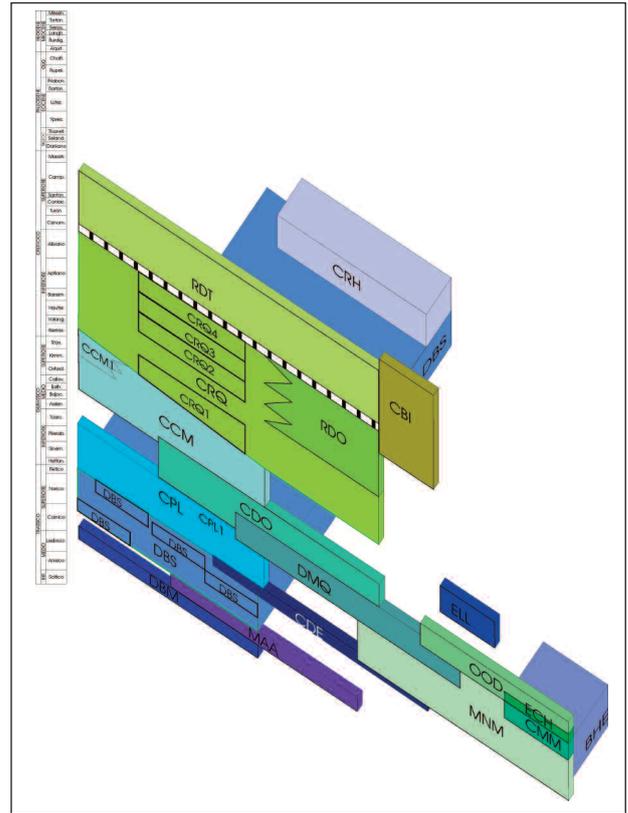


Fig. 48 - Schema litostratigrafico delle formazioni utilizzabili nei domini di piattaforma carbonatica s.l. dell'Appennino meridionale; le distribuzioni cronostratigrafiche sono specificate nel sito http://difesasuolo.isprambiente.it/carg/comitatiarea/appmer/app_merid_verbale14_dic_05.pdf.
 - Lithostratigraphic scheme of the formations used in Southern Apennines carbonate platform domains s.l.; chronostratigraphic ranges are reported at http://difesasuolo.isprambiente.it/carg/comitatiarea/appmer/app_merid_verbale14_dic_05.pdf.

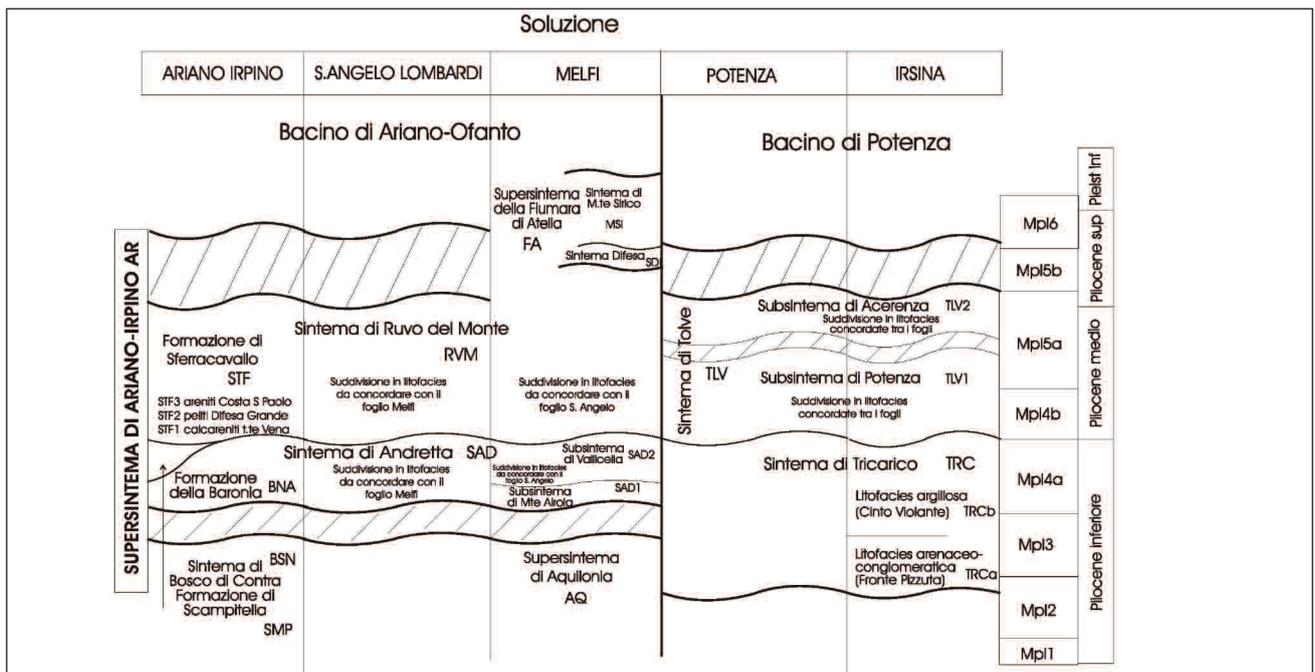


Fig. 49 - Schema di correlazione dei depositi continentali tra i bacini dell'Ofanto e di Potenza nell'Appennino meridionale.
 - Correlation scheme of the continental deposits of the Ofanto and Potenza basins in the Southern Apennines.

11. - INNOVAZIONE E SPERIMENTAZIONE NELL'AMBITO DEL PROGETTO. L'ESEMPIO DEL FOGLIO 132-152-153 BARDONECCHIA

FIORASO G. (*), MOSCA P. (*)

11.1. - INTRODUZIONE

Con l'avvio del progetto della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Progetto CARG) avvenuto nell'ultimo decennio del secolo scorso, anche per il territorio piemontese è sorta l'opportunità di aggiornare il quadro della cartografia geologica a grande scala, in molti casi fermo - soprattutto per quel che riguarda vaste aree della catena alpina occidentale - alla prima edizione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Sempre più crescente era infatti l'esigenza di disporre di un documento cartografico aggiornato, anche alla luce delle approfondite conoscenze scientifiche nel frattempo acquisite negli ultimi decenni nell'ampio panorama delle scienze della terra. Al contempo si mostrava pressante la richiesta di una cartografia di dettaglio capace di fornire informazioni e soprattutto risposte in merito ai complessi quesiti tecnici posti dalla progettazione e realizzazione di numerose grandi infrastrutture, viarie ed energetiche, in ambito alpino. È quindi nata l'idea di riprendere un nuovo percorso di cartografia geologica partendo proprio dal Foglio 132-152-153 Bardonecchia, situato nel cuore della catena alpina occidentale e specificatamente nell'alta Valle di Susa: oltre a rappresentare una delle più complete geotraverse del settore interno delle Alpi Occidentali, questa vallata costituisce una delle maggiori direttrici di comunicazione transalpina.

Il Foglio Bardonecchia è ubicato nelle Alpi Cozie settentrionali e si estende su un'area di circa 480 km², a cavallo del confine italo-francese. Nell'ambito della convenzione stipulata nel 1995 tra il Servizio Geologico Nazionale e la Regione Piemonte per la realizzazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, l'ente regionale ha affidato all'allora Centro di Studi per la Geodinamica delle Catene Collisionali (ora Istituto di Geoscienze e Georisorse) del CNR l'incarico del rilevamento del Foglio. Le operazioni di terreno si sono svolte negli anni 1995-1998 sotto la supervisione scientifica di Riccardo Polino per il substrato pre-Quaternario e di Francesco Carraro per le successioni continentali. Completata la fase analitica, la riduzione alla scala 1:50.000 e l'allestimento cartografico, il Foglio è stato quindi dato alle stampe nel 2002 (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2002; DELA PIERRE *et alii*, 2002).

Dal punto di vista orografico il Foglio comprende il tratto dell'alta Valle di Susa (fatta eccezione per il solo ramo della Dora di Cesana), parte della Val Cenischia e il segmento centrale dell'alta Val Chisone. Questi territori erano stati precedentemente oggetto di rilievi cartografici ufficiali da parte del Servizio Geologico d'Italia nell'am-

bito delle attività svolte per la realizzazione dei fogli 54 Oulx (R. UFFICIO GEOLOGICO, 1911) e 55 Susa (R. UFFICIO GEOLOGICO, 1910) alla scala 1:100.000.

La realizzazione del Foglio Bardonecchia ha sicuramente rappresentato un punto fondamentale nella cartografia geologica alpina, dovendo per la prima volta affrontare e applicare, talvolta con notevoli sforzi e difficoltà, le nuove metodologie di rilevamento, interpretazione, rappresentazione cartografica e informatizzazione, parte delle quali appositamente messe a punto dal Servizio Geologico d'Italia nell'ambito del neonato progetto CARG, altre non del tutto consolidate o ancora in fase embrionale o sperimentale. Un impegno notevole che tuttavia si è tradotto in una cartografia significativamente innovativa rispetto ai prodotti cartografici pregressi, sia per quel che riguarda la rappresentazione grafica dei vari tematismi, sia in relazione alla strutturazione della legenda relativa al substrato pre-Quaternario e alle formazioni superficiali.

11.2. - SUBSTRATO PRE-QUATERNARIO

Nell'area del Foglio affiorano estesamente successioni ascrivibili ai classici domini paleogeografici Liguro-piemontese (di ambiente oceanico), pre-Piemontese o Piemontese (di margine continentale) e Brianzonese. Queste successioni, la cui descrizione e interpretazione in letteratura è stata variamente affrontata usando di volta in volta criteri stratigrafici, metamorfici e strutturali, sono state attribuite nel Foglio a diverse unità "tettonostratigrafiche" (UTS), una classe di unità stratigrafiche appositamente ideata per rappresentare "volumi rocciosi delimitati da contatti tettonici e contraddistinti da una successione stratigrafica, e/o una sovraimpronta metamorfica e/o un assetto strutturale interno significativamente differenti da quelli dei volumi adiacenti" (DELA PIERRE *et alii*, 1997).

Il rilevamento geologico, effettuato alla scala 1:10.000, è stato inizialmente condotto attraverso il riconoscimento e la descrizione delle caratteristiche litostratigrafiche dei corpi rocciosi affioranti, seguito poi dalla definizione di varie UTS delimitate e separate da discontinuità tettoniche duttili o fragili. Al proprio interno, ciascuna unità tettonostratigrafica risulta costituita in tal senso da una o più unità litostratigrafiche potenzialmente formalizzabili. Nella fase di sintesi cartografica alla scala 1:50.000, sono state quindi raggruppate quelle UTS che mostravano un assetto stratigrafico e un contesto paleo-tettonico tra loro confrontabile (fig 50).

Per quanto riguarda in particolare le potenti ed estese successioni a prevalenti calcescisti, riportate come "calcescisti di tipi svariatisimi (*schistes lustrés*)" nei precedenti fogli geologici alla scala 1:100.000 e generalmente ascritti al dominio Liguro-Piemontese della letteratura, il rilevamento ha consentito di individuare al loro interno successioni litostratigrafiche ad affinità oceanica o continentale sulla base della presenza di ofioliti, della loro posizione nella successione litostratigrafica e dell'organizzazione spaziale delle diverse litofacies. All'interno della zona dei calcescisti

(*) CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse, Torino

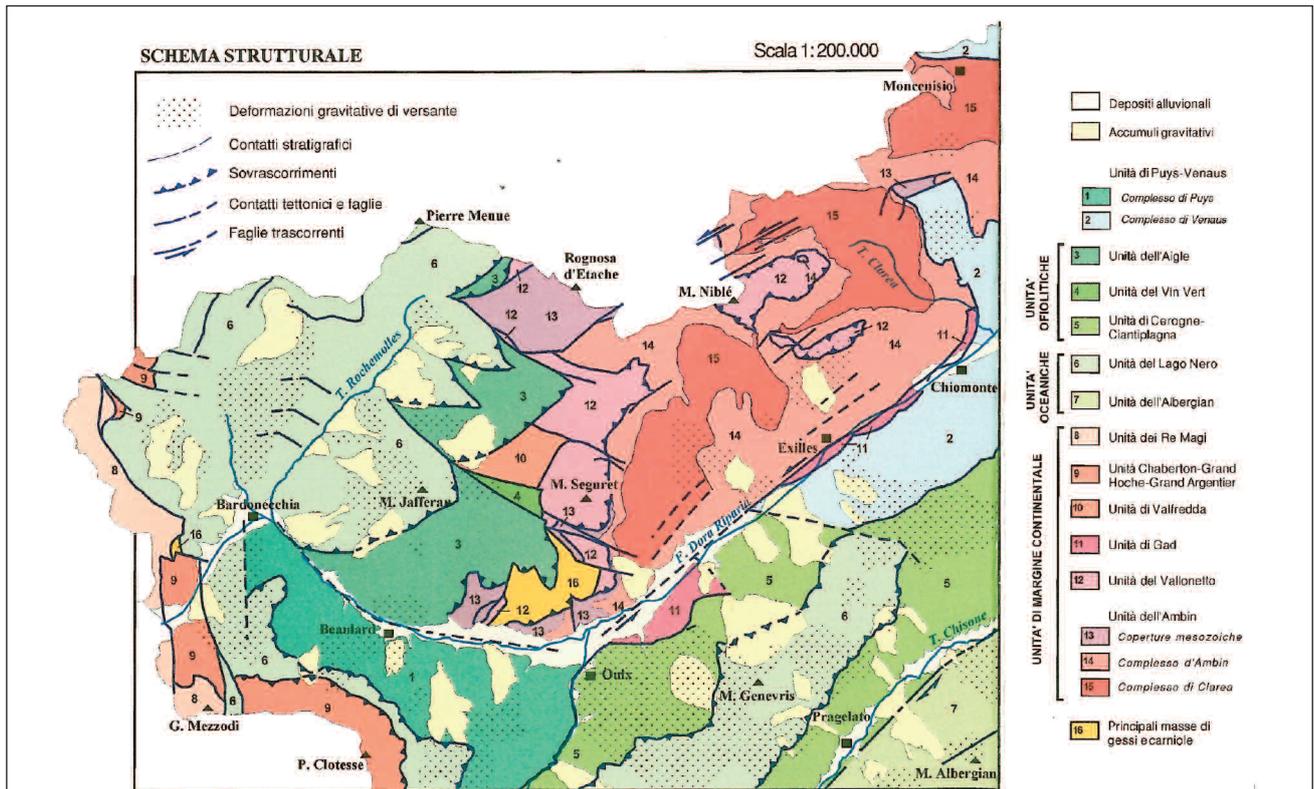


Fig. 50 - Schema strutturale del Foglio 132-152-153 Bardonecchia.
- Tectonic sketch map of Sheet 132-152-153 Bardonecchia.

s.l. è stato pertanto possibile riconoscere e suddividere *i*) un gruppo di UTS oceaniche, caratterizzate da una successione sedimentaria deposta su crosta oceanica (UTS del Lago Nero e dell'Albergian); *ii*) un gruppo di UTS ofiolitiche, cioè contenenti ofioliti ma la cui deposizione su crosta oceanica non è certa (es.: UTS di Roche de l'Aigle, del Vin Vert e di Cerogne-Ciantiplagna); *iii*) unità di metasedimenti carbonatici senza ofioliti (UTS *incertae sedis*) che non mostrano precisi vincoli stratigrafici e cronologici e il cui ambiente deposizionale può essere genericamente individuato nella fossa convergente a causa della ricca componente terrigena (UTS di Puy-Venaus). Nelle unità di margine continentale sono state invece inserite sia le unità di basamento mono- e poli-metamorfico sia quelle di copertura mesozoica, ossia le UTS dell'Ambin, del Vallonetto, di Gad, di Valfredda, dello Chaberton - Grand Hoche - Grand Argentier e dei Re Magi.

Nelle fasi di studio analitico, per ogni UTS sono state quindi ricostruite le relative evoluzioni PT testimoniando la storia metamorfica alpina. Sono stati così identificati dei complessi tettono-metamorfici (CTM), costituiti da UTS che, per quanto di differente pertinenza paleogeografica, sono caratterizzate da una comune evoluzione metamorfica di età alpina. Come discusso anche in MALUSÀ *et alii* (2002) le UTS dei Re Magi (dominio Brianzonese) e dello Chaberton - Grand Hoche - Grand Argentier (dominio pre-Piemontese), prive di evidenze di metamorfismo di alta pressione e caratterizzate da una sovrainpronta metamorfica di grado molto basso, sono state ascritte a un unico CTM; un secondo CTM raggruppa le UTS caratterizzate da

un evento metamorfico, il cui picco si è sviluppato in condizioni tipiche degli scisti blu a lawsonite, come ad esempio osservato nelle UTS di Valfredda (dominio pre-Piemontese), del Vin Vert e del Lago Nero (dominio Ligure-Piemontese); un terzo CTM è infine formato dalle UTS di margine continentale dell'Ambin e del Vallonetto e dalla UTS ofiolitica dell'Aigle, caratterizzate da un evento metamorfico il cui picco ha raggiunto condizioni tipiche degli scisti blu a epidoto.

11.3. - LE FORMAZIONI SUPERFICIALI

Le specificità insite nel rilevamento e nell'interpretazione stratigrafica delle formazioni depostesi in ambito continentale, caratterizzate da una scansione degli episodi erosivo-deposizionali assai più fitta e complessa rispetto ad altri ambienti sedimentari, ha spinto gli operatori del progetto CARG a scegliere inizialmente come unità di riferimento le "unità allostratigrafiche", definite come "*a mappable stratiform body of sedimentary rock that is defined and identified on the basis of its bounding discontinuities*" (NACSN, 1983). È stato certamente un salto interpretativo notevole rispetto alle classico criterio lito- e cronostratigrafico che fino a quel momento aveva guidato buona parte della produzione cartografica italiana. Dovendo operare in un ambito francamente montano, nel quale il riconoscimento delle superfici di discontinuità - elemento chiave per la definizione delle unità in questione - era ed è senza dubbio difficile e assai più complesso rispetto alle aree pedemontane e di pianura, l'applicazione di questo nuovo approccio stratigrafico

ha dovuto affrontare una lunga fase sperimentale. Nel caso della Valle di Susa il criterio allostratigrafico è stato applicato essenzialmente alla successione dei depositi glacialigenici, diffusamente presenti lungo tutti i versanti vallivi, consentendo il riconoscimento 4 unità (alloformazioni di Frénèe, Fenils, Devéis, e Chiomonte) legate al *Last Glacial Maximum* e alle successive fasi di ritiro glaciale e di una unità (allogruppo di Clot Sesian) conservata nelle fasce più elevate dei versanti e riferibile alla penultima glaciazione. La scelta di adottare le alloformazioni anziché le unità sintemiche (UBSU, *Unconformity Bounded Stratigraphic Units*; ISSC, 1994), come invece suggerito dai quaderni del Servizio Geologico d'Italia (PASQUARÉ *et alii*, 1992), era stata giustificata dalla maggior diffusione in ambito stratigrafico delle prime rispetto alle seconde e da una presunta maggiore adattabilità delle alloformazioni nell'ambito delle successioni quaternarie (GIARDINO & FIORASO, 1998).

L'applicazione dei nuovi criteri stratigrafici ha richiesto inoltre l'introduzione di un secondo elemento di novità: la distinzione, all'interno delle successioni quaternarie, degli apporti sedimentari in funzione dei bacini di alimentazione. Ciò si è reso necessario per poter garantire una maggiore obiettività interpretativa nelle aree i cui la correlazione fisica diretta dei corpi stratigrafici è materialmente impossibile e dove la disponibilità di datazioni assolute è scarsa o del tutto assente. In tal senso nell'ambito del Foglio Bardonecchia

sono state distinte successioni di depositi riferite al bacino della Dora Riparia, del Cenischia e, limitatamente all'episodio della Piccola Età Glaciale, ai bacini tributari. Un criterio che in seguito è stato sistematicamente applicato anche nelle aree contigue al bacino della Valle di Susa e comprese nei fogli 154 Susa, 155 Torino Ovest, 156 Torino Est e 157 Trino in scala 1:50.000.

A rendere in molti casi assai complessa la definizione sia del quadro lito-strutturale del substrato pre-Quaternario sia di quello stratigrafico riguardante le successioni continentali ha sicuramente contribuito la diffusa presenza di imponenti fenomeni di deformazione gravitativa profonda di versante e di grandi frane in roccia. L'alta Valle di Susa e l'alta Val Chisone ospitano infatti la maggiore concentrazione di dissesti gravitativi profondi dell'arco alpino, talvolta con fenomeni collocabili al limite con i fenomeni di tettonica gravitativa (FIORASO *et alii*, 2010). La presenza di tali manifestazioni in taluni casi può tradursi in una significativa traslazione geometrica - talvolta nell'ordine delle centinaia di metri - della geologia "di superficie". Ciò ha richiesto da parte di tutti gli operatori del progetto CARG una specifica attenzione a queste complesse, e tuttora non del tutto comprese, fenomenologie. Parallelamente all'accurata perimetrazione delle deformazioni gravitative, si è resa necessaria la creazione ex novo di una specifica classe di simbolismi relativi alle particolari manifestazioni morfologiche geneticamente connesse al collasso dei versanti (fig. 51).

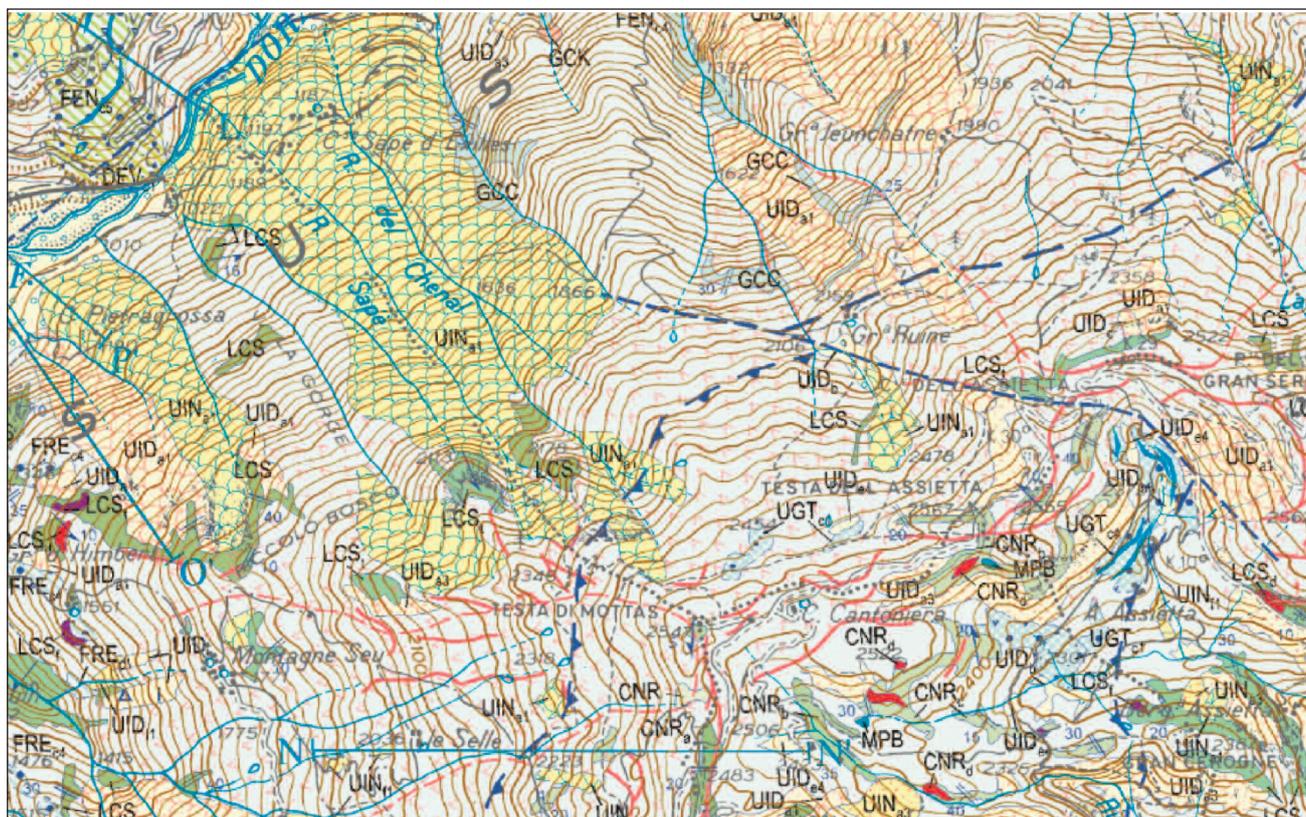


Fig. 51 - Stralcio del Foglio 132-152-153 Bardonecchia relativo al settore spartiacque tra la Valle di Susa e la Val Chisone. Sono evidenti le campiture areali relative alla distribuzione delle deformazioni gravitativa profonda di versante e il corteo di simbolismi lineari che evidenziano i settori caratterizzati dallo sdoppiamento del profilo di cresta. In giallo sono rappresentate le grandi frane in roccia del Cassas e del Sapé d'Exilles.

- Detail of the Sheet 132-152-153 Bardonecchia along the Susa-Chisone drainage divide. Note the pattern of the deep-seated gravitational slope deformations and symbols related to the multiple crested ridges. In yellow the Cassas and the Sapé d'Exilles large rock slides.

11.4. - CONCLUSIONI

Quello realizzato per la stesura del Foglio Bardonecchia è stato indubbiamente uno sforzo interpretativo, prima, e cartografico, poi, assai significativo, che ha consentito di realizzare un documento per molti versi innovativo: per la densità delle informazioni in esso contenute e per quella che può essere definita una sorta di stratificazione grafica delle stesse. Una chiave rappresentativa che ha consentito di mantenere distinti, su specifici e autonomi piani di lettura, l'oggettività del dato di terreno e l'architettura interpretativa del territorio rappresentato, elementi essenziali per una moderna rappresentazione geologica del territorio.

12. - I PRIMI FOGLI SPERIMENTALI PRECEDENTI IL PROGETTO CARG

GALLUZZO F. (*), PICHEZZI R.M. (*)

Sebbene la copertura geologica del territorio italiano si completi verso la metà degli anni '70 del secolo scorso, già all'inizio di quegli anni il Comitato geologico del Servizio Geologico d'Italia, presieduto da Ardito Desio, pone l'accento sulla necessità e opportunità di procedere alla realizzazione di carte alla scala 1:50.000, per dotare il Paese di una cartografia veramente utile a livello operativo, vista la fragilità del territorio. Inizia così il nuovo progetto per la realizzazione della cartografia geologica ufficiale alla scala 1:50.000, inizialmente con alcuni fogli sperimentali geologici e geotematici, che vengono rilevati e stampati a partire dai primi anni '70 dal Servizio Geologico d'Italia e da altri Enti finanziatori.

Contemporaneamente al rilevamento dei primi fogli, vari gruppi di specialisti lavorano alla redazione delle nuove normative, poi pubblicate come "Norme generali per il rilevamento e la compilazione della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000" (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1976). Le Norme prevedono l'utilizzo delle unità litostratigrafiche per il rilevamento dei corpi rocciosi e danno indicazioni per la loro definizione, classificazione, nomenclatura ed eventuale formalizzazione (AZZAROLI & CITA, 1968; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1968-1980), per la loro descrizione in legenda e per la scala cronostatigrafica di riferimento. Per l'identificazione delle unità litostratigrafiche si prevede, analogamente a quanto realizzato per i fogli alla scala 1:100.000, di utilizzare sigle differenziate per i diversi tipi di rocce fondamentalmente basate: sui riferimenti cronostatigrafici o le litologie per le rocce sedimentarie, sui tipi litologici per le rocce metamorfiche, sulle classificazioni petrografiche servendosi di lettere greche, eventualmente affiancate ai riferimenti cronostatigrafici, per le rocce vulcaniche e plutoniche. In più, per facilitare l'individuazione delle unità litostratigrafiche sulla carta, a

ogni casella della legenda sarà affiancato un numero, in ordine crescente dal più giovane al più antico.

Per il rilevamento geologico non viene indicata una scala precisa, anche se doveva trattarsi di una scala inferiore al 50.000 e comunque pubblicata dall'Istituto Geografico Militare. Nella pratica, la scala a cui effettuare i rilevamenti rimane quella al 25.000, come nei fogli alla scala 1:100.000.

Le Norme si soffermano poi, anche con un certo dettaglio, sui terreni vulcanici, sulle ofioliti e pietre verdi, sulle rocce metamorfiche e plutoniche, trattando non soltanto gli aspetti di rappresentazione cartografica ma anche i criteri di classificazione, la nomenclatura e i contesti regionali, questi ultimi in particolare per le ofioliti e pietre verdi. Indicazioni vengono date anche sulla strutturazione delle note illustrative - che sono parte integrante del foglio, di formato 23x12 cm e composte da 44 cartelle - e sulla simbologia (fig. 52).

Altri gruppi di lavoro lavorano alla redazione di normative che riguardano il Quaternario continentale e le rocce sedimentarie, carbonatiche e terrigene. Queste normative vengono poi pubblicate nel 1985, nei Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie II, n. 1, sotto forma di documenti che forniscono indicazioni e raccomandazioni generali.

I primi fogli geologici alla scala 1:50.000 vengono realizzati in Sicilia, regione nella quale quasi tutti i fogli alla scala 1:100.000 risalgono alla prima edizione realizzata negli anni '80 dell'800. Si tratta del Foglio 611 Mistretta, rilevato dall'Università di Catania, e dei fogli 636 Agrigento e 652 Capo Passero, realizzati dall'Ente Minerario Siciliano. Tutti e tre i fogli sono dati alle stampe nel 1972. I tre fogli hanno la legenda impostata su criteri litostratigrafici, che descrivono in modo sufficientemente valido le rocce del substrato ma in modo del tutto inadeguato, secondo i criteri attuali, i depositi continentali quaternari, per i quali a volte non sono presenti neanche i caratteri tessiturali (es., le "alluvioni"). Da notare le giaciture con i valori della pendenza nel foglio 652 Capo Passero, evidentemente per differenziare le deboli giaciture nelle formazioni dell'avampalese ibleo. Una certa "modernità" mostra il Foglio 611 Mistretta, dove sia in legenda che nello schema dei rapporti stratigrafici si fa riferimento a trasgressioni e a contatti tettonici tra falde. Tra gli elementi a cornice, risalta lo schema tettonico del Foglio (fig. 53).

Più o meno contemporaneo a quelli siciliani è il Foglio 027 Bolzano, realizzato dalla Regione Trentino Alto-Adige e da varie università ed enti, pubblicato nel 1972 ma con note illustrative del 1974. Di poco posteriore è il limitrofo Foglio 028 La Marmolada, realizzato dall'Università di Ferrara e stampato nel 1977. I fogli alla scala 1:100.000 di riferimento sono i Fogli Bolzano, del 1956, e M. Marmolada, stampato nel 1970; il 50.000 La Marmolada ricade anche in una piccola porzione del 100.000 Pieve di Cadore (poi Cortina d'Ampezzo), del 1940. L'impianto stratigrafico dei due fogli alla scala 1:50.000 è analogo e, rispetto al Foglio M. Marmolada - il più recente dei tre 100.000 -, presenta varie innova-

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA



Fig. 52 – Simbologia utilizzata nei fogli alla scala 1:50.000 pre-CARG.
- Symbols used in sheets at 1: 50,000 scale pre-CARG.

zioni, permesse anche dalla maggiore scala. Tra queste possiamo citare: la distinzione in membri e orizzonti della Formazione di Werfen e il riconoscimento della discordanza anisica; la maggiore differenziazione delle formazioni carbonatiche medio-triassiche; la migliore caratterizzazione delle vulcaniti triassiche, anche dal punto di vista dei meccanismi genetici e deposizionali; una maggiore attenzione (comunque ancora insufficiente, anche in considerazione della loro notevole estensione) alle unità quaternarie dal punto di vista stratigrafico e dei processi di deposizione. Inoltre, una tettonica più precisa, ottenuta anche attraverso la migliore caratterizzazione stratigrafica.

Sempre negli anni '70, il Servizio Geologico d'Italia, con la collaborazione dell'Università di Camerino, realizza nelle Marche i fogli 290 Cagli, 291 Pergola e 301 Fabriano, stampati tra il 1974 e il 1979. Nell'area di questi fogli affiora la ben nota successione umbro-marchigiana oggetto di studio da parte di numerosissimi Autori. La suddivisione litostratigrafica riportata nei tre fogli riprende in gran parte quella dei precedenti fogli alla scala 100.000 nei quali ricadono, pubblicati pochi anni prima tra gli anni 1966 e 1968; maggiori differenze si hanno con il Foglio Gubbio, in quanto pubblicato nel 1951. Tale suddivisione resta sostanzialmente tuttora valida, anche se diverse unità nel corso degli anni

hanno cambiato rango e nome. Per quanto concerne le unità giurassiche, nei tre fogli è stata evidenziata la loro differente evoluzione nell'ambito del bacino di sedimentazione e ne sono state delineate le caratteristiche paleogeografiche. Pertanto tali unità sono state attribuite a tre distinte successioni: "successioni complete", "successioni ridotte" e "successioni condensate" (in quest'ultima non è stata però riconosciuta l'estesa lacuna stratigrafica che va dal Bajociano superiore al Kimmeridgiano inferiore *p.p.*). Si ha una buona differenziazione delle unità della "scaglia", mentre eccessivamente semplificata è la formazione marnoso-arenacea, soprattutto nei Fogli Cagli e Pergola, dove viene riportata come un'unica formazione. Vengono comunque differenziate le unità terrigene (es. marne e arenarie di M. Vicino, arenarie di S. Donato) che successivamente, con il progredire delle conoscenze, troveranno la corretta collocazione come unità di *wedge-top basin*. Poca importanza continua a essere data ai depositi continentali quaternari. Infine, da sottolineare come l'assetto strutturale ancora rifletta la visione sostanzialmente a pieghe e pieghe-faglie con la quale veniva rappresentato, in quegli anni, l'Appennino umbro-marchigiano: non ci sono sovraccorrimenti e gli elementi compressivi sono individuati come faglie inverse ad alto angolo, con movimento verso NE.

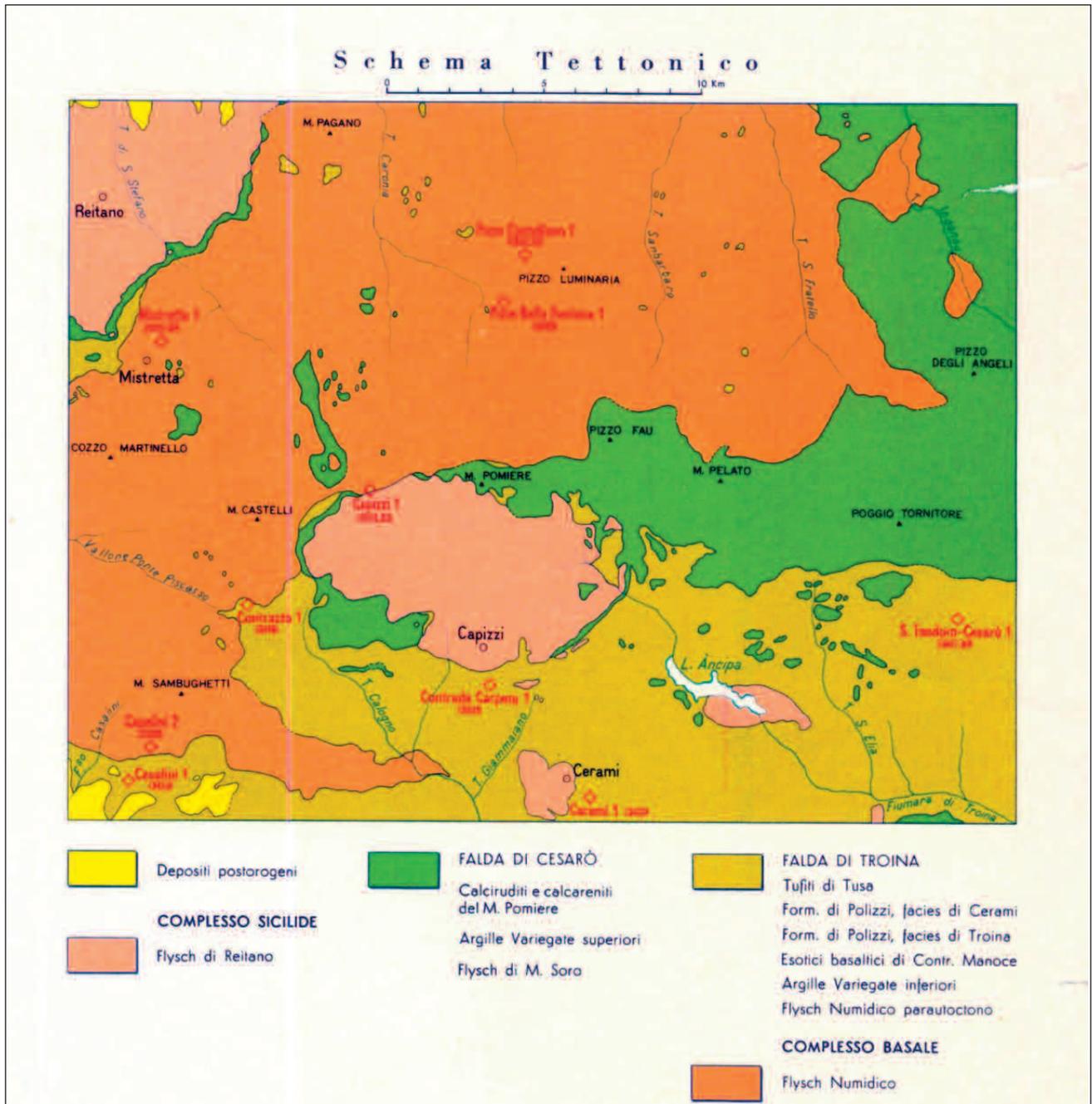


Fig. 53 – Schema tettonico del foglio n. 611 Mistretta alla scala 1:50.000.
- Tectonic sketch of the sheet 611 Mistretta at the scale 1:50,000.

Negli anni '70 i geologi del Servizio Geologico d'Italia lavorano anche nel Lazio nell'ambito dei due fogli limitrofi 389 Anagni, stampato nel 1975, e 376 Subiaco, stampato nel 1998 dopo una lunga fase di preparazione delle Note Illustrative e di realizzazione cartografica.

Il Foglio Anagni ricade nei fogli alla scala 1:100.000 Alatri del 1939, e Frosinone del 1966. Rispetto a quest'ultimo presenta una migliore caratterizzazione stratigrafica sia della successione carbonatica di piattaforma cretacico-miocenica sia di quella terrigena miocenica. Grazie alle numerose successioni stratigrafiche campio-

nate nell'area del foglio è stato possibile effettuare una biostratigrafia di dettaglio, che ha portato alla creazione di schemi biozonali inseriti all'interno delle Note Illustrative stesse, e uno studio sulla descrizione e interpretazione delle principali facies carbonatiche mesozoiche dei Monti Lepini. Da sottolineare la differenziazione di quattro litofacies nell'unità arenaceo-pelitica del F. Sacco, l'individuazione, la differenziazione e l'attribuzione - anche se dubitativamente - al Messiniano-Pliocene dell'unità di Gavignano e Gorga (in tempi più recenti riconosciuta come appartenente a un bacino di *piggy-back*) e l'individuazione di vari apparati vulcanici

nella valle del F. Sacco. Un passo indietro si ha invece nell'interpretazione del fronte compressivo dei Monti Lepini, correttamente interpretato come sovrascorrimento nel 100.000 Frosinone e come faglia inversa ad alto angolo, anche se con notevole rigetto, nel 50.000 Anagni.

Il Foglio 376 Subiaco corrisponde a parte dei quadranti settentrionali del foglio Alatri alla scala 1:100.000. I rilevamenti sono stati eseguiti dal Servizio Geologico d'Italia precedentemente all'inizio del progetto CARG, ma la lunga fase di allestimento per la stampa si è in parte sovrapposta al periodo di stesura delle nuove linee guida per la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 utilizzate nel Progetto CARG (PASQUARÈ *et alii*, 1992). Il foglio è stato così adeguato, dove possibile, alle nuove normative. Inoltre, alla luce dei dati acquisiti durante il rilevamento del limitrofo Foglio Tagliacozzo, iniziato nella seconda metà degli anni '80, sono stati apportati aggiornamenti alla biostratigrafia, riassunta in uno schema biozonale riportato all'interno delle Note Illustrative. Interessante nel Foglio Subiaco è lo schema dei rapporti stratigrafici delle unità triassiche e liassiche che presentano caratteristiche litostratigrafiche e paleoambientali diverse (fig. 54). Molto sviluppata, con una visione "moderna", è la parte strutturale, in particolare per quel che riguarda la tettonica a *thrust* e l'individuazione e rappresentazione in carta delle faglie "con dislocazioni complesse per riattivazioni". Originale in questo senso è anche la nota illustrativa, dove in un apposito schema gli elementi tettonici più importanti e significativi sono "numerati" e descritti separatamente.

Tra il 1972 e il 1977 procedono anche i rilevamenti del Foglio 332 Scansano, poi pubblicato nel 1981, che si colloca a cavallo di vari fogli alla scala 1:100.000 ubicati nel settore meridionale della Toscana e pubblicati come prime edizioni nel 1905 e seconde edizioni tra il 1965 e il 1970. Il Foglio Scansano è realizzato dal Servizio Geologico d'Italia con la collaborazione di varie università. Gli Autori del foglio sottolineano che a causa delle notevoli difficoltà incontrate nel rilevamento non è stato possibile acquisire dati sufficienti per formulare

valide ipotesi stratigrafiche e tettoniche. Il foglio riflette comunque una visione autoctonista dell'area, riproducendo sostanzialmente il modello dei fogli alla scala 1:100.000.

Publicato nel 1988 è il Foglio 373 Cerveteri, rilevato in due diversi periodi (1971-1973 e 1978-1979) anch'esso dal Servizio Geologico d'Italia. Il Foglio, la cui area ricade nella cosiddetta "Campagna Romana", riporta una suddivisione stratigrafica del Plio-Pleistocene che rappresenta un deciso progresso rispetto all'omonimo foglio alla scala 1:100.000 realizzato negli anni '60, essendo caratterizzate in modo sufficientemente dettagliato sia le successioni marine che vulcaniche, come evidenziato in uno schema riportato all'interno delle Note Illustrative.

Un taglio più "moderno" hanno i fogli alla scala 1:50.000 pubblicati a partire dagli anni '90.

Il Foglio 063 Belluno, stampato nel 1996, ricade interamente nell'omonimo foglio alla scala 1:100.000, edito nel 1941. Esso viene realizzato partendo da rilievi di base dell'AGIP e con rilevamenti di dettaglio e contributi, editi e inediti, effettuati negli anni dalle università di Padova, Ferrara e Milano. Notevoli sono quindi le innovazioni in particolare per quanto riguarda la tettonica e la stratigrafia. Da segnalare l'attenzione ai depositi quaternari, in particolare glaciali. Particolarmente innovativo è l'approccio alla descrizione dell'assetto strutturale, che viene esposto con l'ausilio dello schema tettonico nel foglio e di vari disegni, schemi e profili geologici, anche a colori, nelle note illustrative.

L'ultimo foglio realizzato prima del Progetto CARG è il Foglio 367 Tagliacozzo, ricadente interamente nell'area del Foglio geologico alla scala 1:100.000 Avezzano, edito nel 1934. Realizzato dal Servizio Geologico d'Italia, con rilevamenti eseguiti tra il 1984 e il 1991, è stato però stampato solo nel 2005. Il notevole ritardo è dovuto soprattutto al fatto che proprio sul Foglio Tagliacozzo è stata avviata la fase di sperimentazione che ha poi portato alla stesura delle nuove normative per l'informatizzazione e l'allestimento per la stampa del Progetto CARG. Come il Foglio Subiaco, anche il Foglio Tagliacozzo è stato per quanto possibile adeguato alle nuove normative dei 50.000, in particolare per quel che riguarda i criteri di rappresentazione degli elementi strutturali (ad es., stratificazione con valore dell'immersione e non con classi di pendenza) e la denominazione delle unità litostratigrafiche. Da sottolineare le innovazioni dal punto di vista stratigrafico (v. ad esempio la suddivisione in litofacies e sublito-facies della formazione nota in letteratura come breccie della Renga), l'attenzione alla suddivisione delle successioni continentali plio-pleistoceniche (ben ventuno unità) e i progressi nella conoscenza dell'assetto strutturale dell'area (fig. 55), con l'individuazione di varie unità strutturali, con la migliore e completa definizione del fronte dei Monti Simbruini e con la caratterizzazione della tettonica trascorrente nella Val Roveto e nei Monti Carseolani. Particolare attenzione è stata data anche agli aspetti più strettamente biostratigrafici che sono stati sintetizzati in schemi biozonali riportati all'interno delle Note Illustrative.

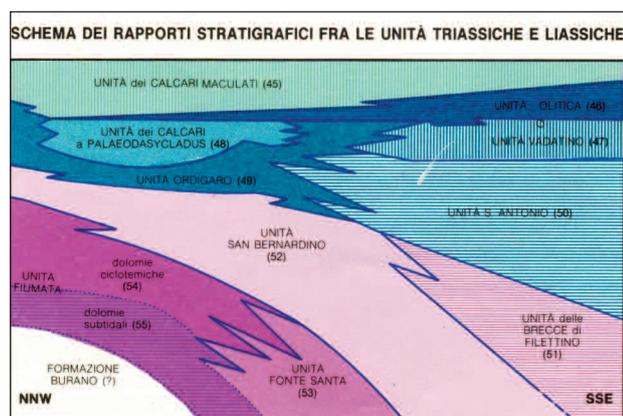


Fig. 54 – Schema dei rapporti stratigrafici latero-verticali fra le unità triassiche e liassiche presenti nel Foglio n. 376 Subiaco alla scala 1:50.000.
- Sketch showing the lateral-vertical stratigraphic relationships between the Triassic and Liassic units in the sheet n. 376 Subiaco at the scale 1: 50,000.

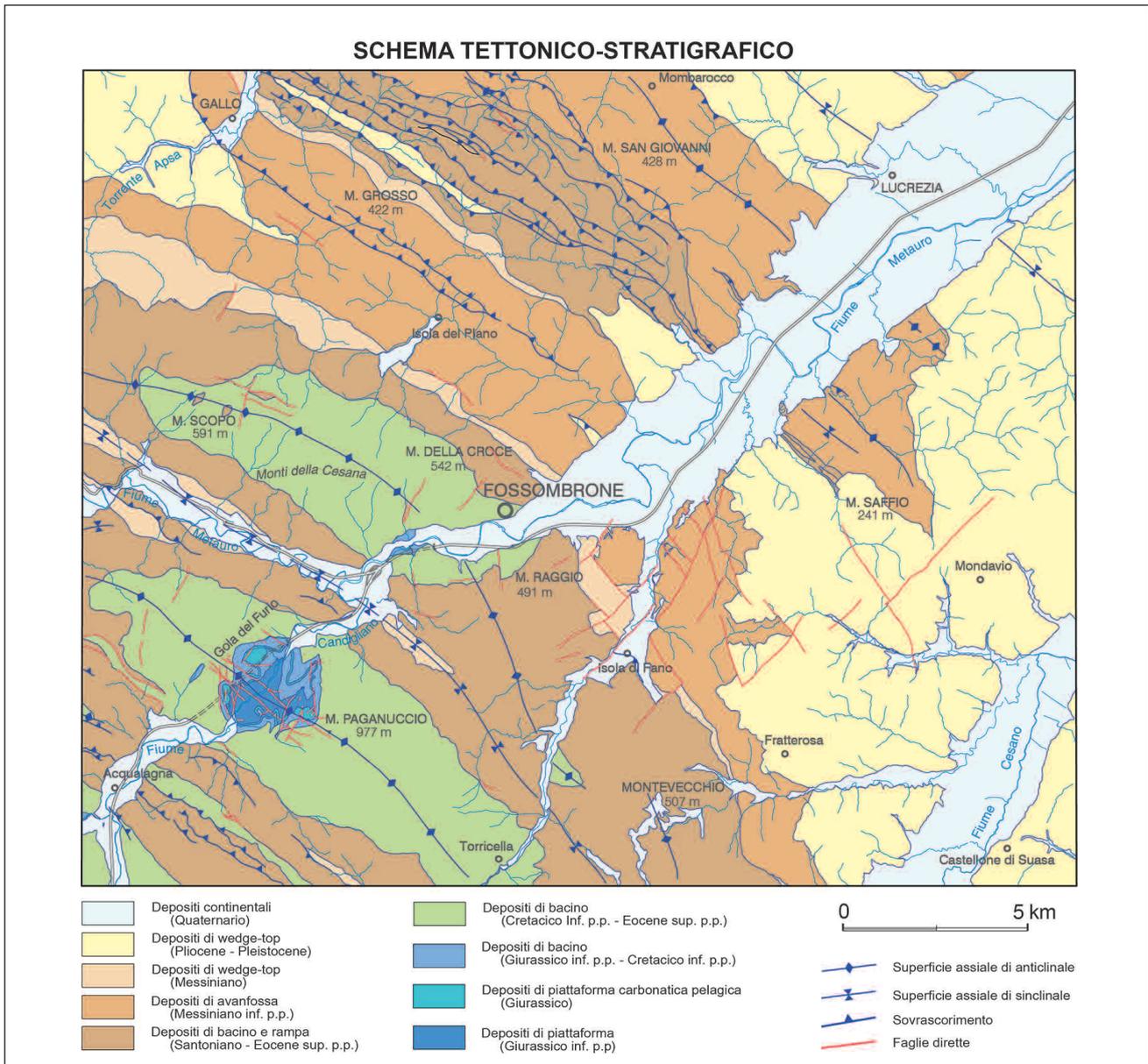


Fig. 56 – Schema tettonico-stratigrafico del foglio 280 Fossombrone.
- *Tectono-stratigraphic schema of the 280 Fossombrone sheet.*

condensate e lacunose, contraddistinte da litotipi calcarei e calcareo-marnosi (gruppo del Bugarone). Con la deposizione della Maiolica le differenze morfologiche create dal rifting liassico tendono ad annullarsi e le successioni di piattaforma pelagica evolvono, per annegamento “tardivo”, a successioni di bacino (fig. 58).

Nelle zone già ribassate si instaura una sedimentazione pelagica che prosegue senza interruzioni (Corniola, Rosso Ammonitico, Calcarei e Marne a Posidonia, Calcarei Diasprigni), come già detto, fino alla deposizione della Maiolica. Termina così la sedimentazione quasi esclusivamente carbonatica e inizia l'apporto di sedimenti argillosi e detritici. Questo importante mutamento delle condizioni ambientali, marcato dalla deposizione delle Marne a Fucoidi, Scaglia Bianca, Scaglia Rossa, scaglia variegata e Scaglia Cinerea, caratterizza il bacino umbro-marchigiano fino all'Aquitaniense p.p.

quando cominciano a risentirsi gli effetti della migrazione verso E del sistema catena-avanfossa.

Con la deposizione del Bisciario e dello Schlier gli apporti silicoclastici si fanno più marcati indicando il graduale avvicinamento del fronte della catena a questa porzione di bacino umbro-marchigiano. Questa migrazione, prodotta dalla collisione tra placca Adria e blocco sardo-corso, ha determinato, dall'Oligocene fino al Plio-Pleistocene, lo sviluppo di successioni torbiditiche di avanfossa e di *wedge-top basin*.

Nell'area dei depositi di avanfossa sono costituiti dai sedimenti della formazione marnoso-arenacea marchigiana che si sono depositi in bacini con geometria articolata ed estensione più ridotta rispetto ai bacini di sedimentazione del Macigno e della formazione marnoso-arenacea romagnola. La successione prosegue registrando la crisi di salinità e l'evento

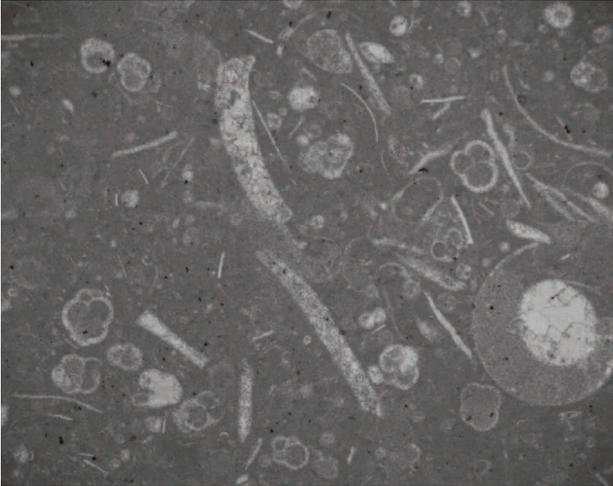


Fig. 57 - Wackestone a *Globuligerina oxfordiana* (GRIGELIS), radiolari e filaments, embrioni di ammoniti ed echinidi; formazione fosso del Presale, Bajociano inferiore, Cava S. Anna, Gola del Furlo.
- Wackestone containing *Globuligerina oxfordiana* (GRIGELIS), radiolarians and filaments; fosso del Presale formation, Lower Bajocian, S. Anna quarry, Furlo gorge.

“lago-mare” che hanno interessato l’area mediterranea durante il Messiniano (Gessoso-Solfifera, Formazione a Colombacci), e termina con i sedimenti argilloso-siltosi e arenacei della formazione delle Argille Azzurre.

I progressi compiuti nella conoscenza geologica di

questo settore dell’Appennino settentrionale hanno consentito di ridefinire le caratteristiche delle unità litostratigrafiche. Rispetto alle unità cartografate nel foglio 109 Pesaro della 2a edizione della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000 (SERVIZIO GEOLOGICO D’ITALIA, 1969), nel quale ricade gran parte del foglio Fossombrone, alcune unità formazionali sono state divise, altre accorpate. Per quanto attiene la terminologia stratigrafica, nell’ambito del Foglio 280 Fossombrone sono stati utilizzati termini litostratigrafici formali e informali, seguendo la “Guida Italiana alla Classificazione e alla Terminologia Stratigrafica” (GERMANI & ANGIOLINI, 2003)

Durante il rilevamento geologico e la fase di revisione sono state effettuate campionature nelle diverse unità mirate alla definizione cronostratigrafica delle stesse, sia attraverso lo studio dei foraminiferi che del nannoplancton calcareo. La porzione giurassica della successione è stata inoltre accuratamente datata per mezzo della biostratigrafia ad ammoniti.

Dal punto di vista strutturale, l’area del foglio 280 Fossombrone è caratterizzata da coppie di anticlinali asimmetriche e sinclinali scollate dal basamento per *buckling* e tagliate da una serie di *thrust* e *back-thrust*. I sovrascorrimenti, dei quali i principali si sono originati per scollamento a livello delle evaporiti triassiche, si sono propagati verso l’avampasse attraverso piani con geometria a *ramp* e *flat* che interessano l’intera successione.



Fig. 58 – La gola del Furlo.
- Furlo gorge.

14. - IL FOGLIO 345 VITERBO

BONOMO R. (*), RICCI V. (*), VITA L. (*)

Il Foglio 345 Viterbo ricade per larga parte nel Lazio settentrionale in destra della Valle del Tevere ed è costituito per circa l'80% da depositi vulcanici riferibili al vulcanismo dell'area tosco-laziale, impostatosi in una fascia strutturalmente depressa parallela alla costa tirrenica e compresa tra questa e i rilievi carbonatici mesozoici dell'Appennino centrale. In particolare nel settore nord-occidentale del Foglio affiorano espansioni di vulcaniti riferibili all'attività dei centri di Bolsena e Montefiascone del Distretto Vulsino, mentre in quello meridionale si sovrappongono i prodotti del Distretto Vicano su quelli più antichi del Cimino; l'area centro-orientale del Foglio è interessata dai depositi sedimentari plio-quadernari post-orogeni e del bacino alluvionale del fiume Tevere.

Il coordinamento scientifico⁽¹⁾ è stato affidato al Prof. G. Nappi dell'Istituto di Vulcanologia e Geochimica dell'Università di Urbino, che negli anni precedenti aveva svolto diverse ricerche geovulcanologiche nell'area del Foglio con rilevamenti parziali a grande scala, di cui ci si è avvalsi con gli opportuni aggiornamenti ed integrazioni. Gli scriventi hanno curato la parte vulcanica del settore sud-orientale del Foglio, e parzialmente di quello nord-orientale, con rilievi di campagna alla scala 1:10.000. L'Università degli Studi della Tuscia, sotto la direzione del Prof. U. Chiochini, ha contribuito con la parte sedimentaria.

Dal punto di vista geologico-strutturale l'area è stata interessata dalla distensione post-orogena dal Messiniano al Plio-Pleistocene e poi coinvolta da un parziale sollevamento riferibile alla risalita dei domi del Distretto Vulcanico Cimino. Le principali direttrici tettoniche e vulcano-tettoniche hanno andamento appenninico, come l'importante elemento strutturale del Graben Paglia-Tevere, e subordinatamente antiappenninico.

Le vulcaniti del Distretto Cimino hanno composizioni che vanno da acide ad intermedie; le vulcaniti dei distretti Vicano e Vulsino sono caratterizzate da composizioni tipicamente potassiche e ultrapotassiche.

Con l'ausilio dei livelli *marker* vulcanici presenti nell'area del Foglio è stato possibile ricavare delle correlazioni con le discontinuità di ordine maggiore definite in aree costiere, individuate sulla base delle sequenze marine interdigitate con depositi vulcanoclastici e in relazione alle oscillazioni eustatiche ad alta frequenza del Pleistocene (DE RITA *et alii*, 2002). Tali *unconformity* sono state poi correlate anche con quelle individuate da MANCINI *et alii* (2003-04), per la media Valle del Tevere, che ha risentito della concomitanza di più fattori parzialmente indipendenti dalla dinamica costiera (vulcano-tettonica, aree di subsidenza locale, svi-

luppo del sistema fluviale, ecc.). Pertanto, le unità litostratigrafiche, che nel vulcanico includono in genere associazioni di più litofacies deposizionali o di più eventi, sono state rappresentate in carta e, dove possibile, inserite in unità a limiti inconformi (UBSU) utilizzate in legenda solo come contenitori (BONOMO *et alii*, questo volume). L'esatta ricostruzione della sequenza di tutti i singoli eventi eruttivi originati dai numerosi centri vulcanici appartenenti ai tre distretti è risultata complessa, anche in considerazione delle caratteristiche discontinue e della distribuzione areale spesso limitata dei depositi, che impediscono la sovrapposizione stratigrafica diretta. Comunque rispetto ai dati di letteratura disponibili, spesso marcatamente di carattere petrologico e/o strutturale, il lavoro di campagna e le analisi petrochimiche e radiometriche hanno consentito una caratterizzazione delle unità e una ricostruzione geologico-stratigrafica di grande dettaglio (fig. 59), oltre a una suddivisione in periodi di attività vulcanica, caratterizzati da meccanismi deposizionali e centri di provenienza diversi, ottenuta anche tramite l'uso di livelli guida.

Nella realizzazione del Foglio sono emerse alcune importanti novità stratigrafiche, tra cui la mappatura inedita di affioramenti di alcune unità piroclastiche (Nenfro *Auctt.*, Tufo Rosso a Scorie Nere vicano e Ignimbrite *A vicana*, ed altre) in posizione distale rispetto alle aree sorgenti vulsine e vicane; il riconoscimento di nuove unità laviche, alcune delle quali con peculiari caratteri chimico-petrografici (lave ad Haüyna di provenienza vicana, melilitite a Leucite di provenienza vulsina); l'individuazione, nell'area centro-orientale del Foglio, di un bacino subsidente di probabile espressione vulcano-tettonica, la cui attività è stata contemporanea a quella dei limitrofi distretti vulcanici vulsino e vicano e in cui si è messa in posto una potente successione vulcano-sedimentaria (unità del Torrente Vezza, TZV in figura 59); il ritrovamento di appoggi stratigrafici tra unità cimine non precedentemente segnalati.

Nell'ambito di una collaborazione tecnico-scientifica tra il Servizio Geologico d'Italia e l'IGG del CNR di Pisa, M.A. Laurenzi ha condotto una campagna di datazioni ⁴⁰Ar-³⁹Ar mirata a ridefinire l'intero intervallo di attività delle unità vulcaniche cimine individuate per il Foglio. Le nuove analisi, indirizzate dalle evidenze di campagna e dalle risultanze chimico-petrografiche curate dal Prof. M. Mattioli (Università degli Studi di Urbino), hanno permesso di restringere l'intervallo di attività in cui si è delineata la rapida evoluzione magmatologica del Distretto Cimino, da poco più di 400 ka (secondo i dati K/Ar di NICOLETTI, 1969, e di successive parziali datazioni) a meno di 80 ka (LAURENZI *et alii*, 2014). I relativi prodotti presentano un *range* composizionale caratterizzato dal progressivo passaggio da termini trachitici ai meno evoluti latitico-shoshonitici.

Nell'area del Distretto Cimino è stata inoltre ricostruita la paleo-morfologia quaternaria del substrato

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

⁽¹⁾ Direttore di rilevamento aree sedimentarie: U. Chiochini; Rilevatori: F. Antonelli, R. Bonomo, F. Cavallucci, D. Cavicchia, F. Ippoliti, D. Lardini, S. Madonna, I. Marini, M. Mattioli, C. Paletta, R. Piersanti, A. Renzulli, V. Ricci, L. Valentini, L. Vita. Analisti: M. Barbieri, M. Chiochini, U. Chiochini, A. Di Stefano, A. Fiorentino, M. Ada Laurenzi, M. Mattioli, M. Potetti.

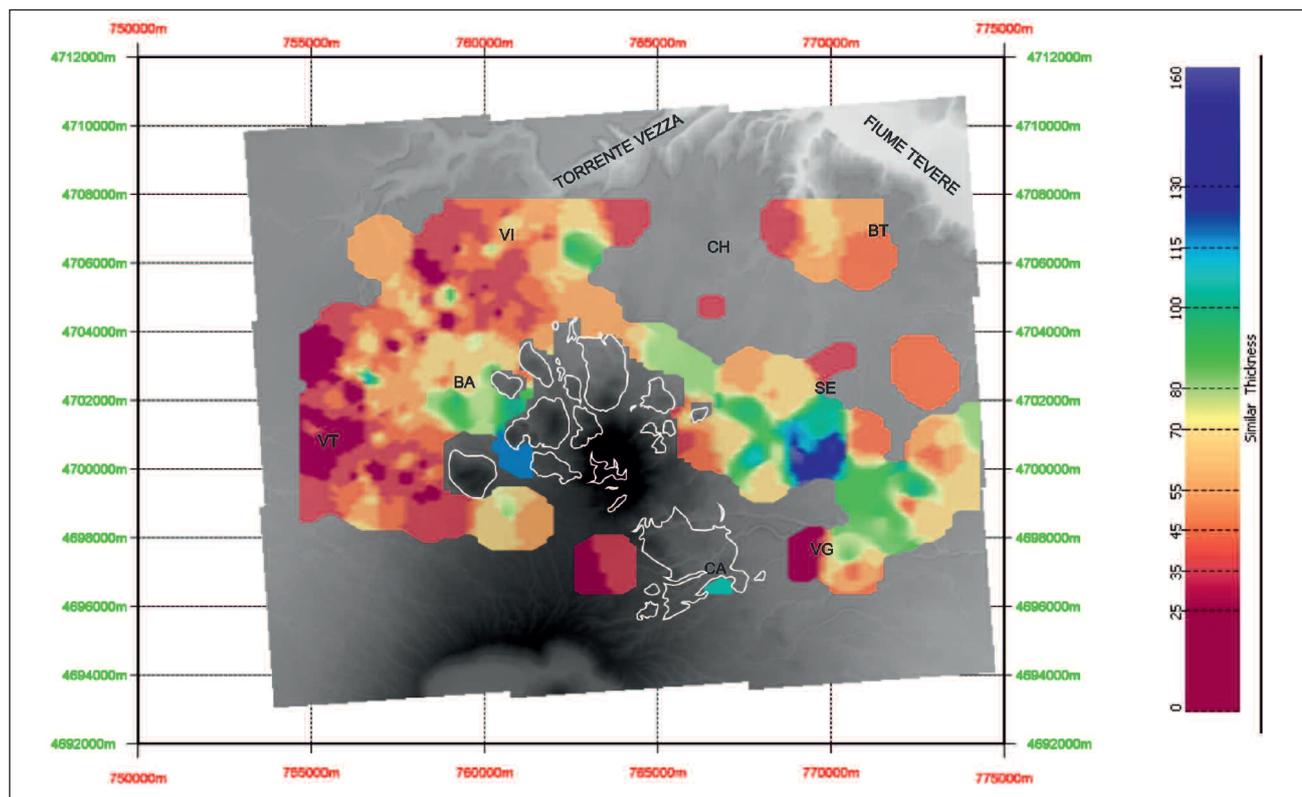


Fig. 60 – Schema delle isopache dell'Ignimbrite Cimina. La palette di colori indica le variazioni di spessore in metri; i poligoni bianchi corrispondono ai domi cimini, le sigle agli abitati: BA Bagnaia, BT Bassano in Teverina, CA Canepina, CH Chia, SE Sant'Eutizio, VG Vignanello, VT Viterbo.

- Sketch of the Cimina ignimbrite isopachs. The colours vary depending on the thickness of the deposits, expressed in metres; white polygons represent the cimini domes, the acronyms some villages of the area: BA Bagnaia, BT Bassano in Teverina, CA Canepina, CH Chia, SE Sant'Eutizio, VG Vignanello, VT Viterbo.

15. - IL FOGLIO 347 RIETI

CAPOTORTI F. (*), GALLUZZO F. (*)

Gli studi nelle aree del Foglio 347 Rieti iniziano, da parte del Servizio Geologico d'Italia, negli anni '90, come attività di ricerca focalizzate sugli aspetti stratigrafici e sedimentologici delle zone di "alto strutturale" giurassico che caratterizzano il settore settentrionale dei Monti Sabini. In particolare, le prime ricerche si concentrano nella zona di Monte Lacerone, sulla quale era già esistente un'ampia letteratura ad iniziare dagli anni '60 (FARINACCI, 1967).

Il rilevamento vero e proprio del Foglio Rieti inizia nella seconda metà degli anni '90 e prosegue per circa un decennio. Oltre al Servizio Geologico d'Italia vi ha partecipato l'Università di Roma "La Sapienza". Per il rilevamento sono state seguite le normative del Quaderno 1, s. III, del SGN (PASQUARÈ *et alii*, 1992) e successive integrazioni. In particolare, sono state utilizzate le unità litostatigrafiche per il rilevamento delle successioni carbonatiche e le *Unconformity-bounded stratigraphic units* (UBSU) per i depositi continentali quaternari.

Il Foglio Rieti comprende il settore settentrionale dei Monti Sabini, a ovest, ed un'ampia porzione dei Monti Reatini, a est. Le due catene sono separate dalla piana di Rieti, attraversata dal Fiume Velino; questo si immette poi nel Fiume Nera formando le cascate delle Marmore. Il Fiume Nera attraversa poi la porzione nord-orientale della piana di Terni, che separa i Monti Sabini dai Monti Martani, dei quali ricade nel foglio l'estremità meridionale. Nello spigolo NE del foglio, infine, è presente una parte della piana di Leonessa.

L'area del Foglio Rieti ricade in gran parte nel Foglio geologico 138 Terni alla scala 1:100.000, edito nel 1970; solo la fascia orientale è compresa nel Foglio geologico 139 L'Aquila alla scala 1:100.000, edito nel 1955.

La geologia del foglio, per ciò che riguarda le unità del substrato, è caratterizzata interamente da unità di bacino e scarpata inferiore, facenti parte della nota successione umbro-marchigiana-sabina dell'Appennino centro-settentrionale. Solo i terreni più antichi affioranti, del Triassico superiore e Giurassico basale, sono ancora quelli di paleopiattaforma carbonatica pre-rifting tetideo. In linea generale si riconosce, nelle successioni pelagiche affioranti, un aumento della

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

⁽¹⁾ Coordinatore scientifico: F. Galluzzo. Rilevatori substrato: R. Bonomo, F. Capotorti, R. Di Stefano, F. Galluzzo, M. Marino, R. Graziano, M. Santantonio. Rilevatori Quaternario: V. Comerici, L. Guerrieri, A. Michetti.

quantità di risedimenti, provenienti dalla contigua piattaforma laziale-abruzzese, spostandosi dai Monti Sabini, ad ovest, ai Monti Reatini ad est (fig. 61). In questo senso una piuttosto evidente linea di demarcazione fra successione “pulita” e successione “detritica” è rappresentata dall’attuale *thrust* del M.te Palloroso - M.te Calcarone.

Uno degli aspetti più rilevanti emerso durante le fasi di rilevamento è l’individuazione di un’estesa piattaforma carbonatica pelagica giurassica, di origine *sin-rifting*, che è stata denominata “Plateau sabino” (SANTANTONIO & GALLUZZO, 1996; GALLUZZO & SANTANTONIO, 2002) per le sue dimensioni decisamente maggiori rispetto a quelle degli altri alti strutturali umbro-marchigiani riconosciuti in Appennino e più vicine a quelle di elementi di rango superiore quali, ad esempio, il Plateau di Trento. Il Plateau sabino era limitato a est da un’importante faglia diretta (o sistema di faglie dirette) denominata “Paleofaglia sabina”, caratterizzata da un notevole rigetto (intorno ai 2.000 m) determinato in base allo spessore della successione bacinale giurassica (in particolare della Corniola) e alla distribuzione, alle dimensioni e alla diffusione di olistoliti di Calcare Massiccio (paleopiattaforma *pre-rifting*), inglobati nei vari termini della successione stessa. Analoghe zone (alcune del tutto inedite) di “alto” giurassico, anche se di dimen-

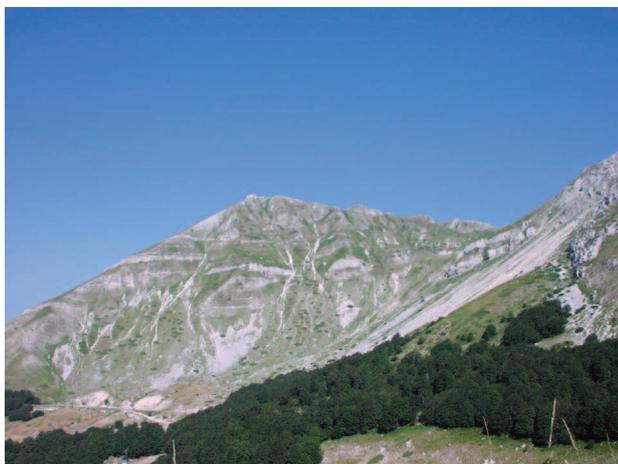


Fig. 61 - Monte Terminilletto; bancate di risedimenti nelle formazioni medio-giurassiche/basso cretache dei Monti Reatini.
- *Terminilletto Mount: bed-risediments in the Medium-Jurassic/Low-Cretacic formations of the Reatini Mountains.*

sioni “normali”, con relative paleoscarpate, sono state individuate anche in varie zone dei Monti Reatini, testimoniando l’articolata e complessa paleogeografia giurassica dell’intera area.

Dal rilevamento del Foglio Rieti provengono contributi importanti e originali anche per quel che riguarda l’assetto strutturale. Nei Monti Sabini è stato ricostruito con precisione l’andamento in superficie e le geometrie dell’importante elemento tra-

scorrente destro, di estensione regionale, noto in letteratura come “Faglia sabina” (ALFONSI *et alii*, 1991a, 1991b); questa riprende la “Paleofaglia sabina”, fornendo così un esempio dell’interconnessione tra tettonica neogenica e tettonica giurassica (GALLUZZO & SANTANTONIO, 2002).

La ricostruzione, piuttosto precisa, malgrado l’azione delle successiva tettonica distensiva pleistocenica, dell’andamento delle varie superfici di sovrascorrimento che attraversano le strutture sabine e reatine, ha permesso di individuare sei unità tettoniche ad andamento meridiano o NNE-SSO che attraversano il foglio (fig. 62). Queste unità fanno parte della fascia sud-orientale di sovrascorrimenti che costituiscono il grande arco fuori sequenza dell’Appennino settentrionale (PATACCA *et alii*, 1991), che ha nel contiguo Foglio 348 Antrodoco parte della sua terminazione orientale (linea Olevano-Antrodoco) (CIPOLLARI & COSENTINO, 1991).

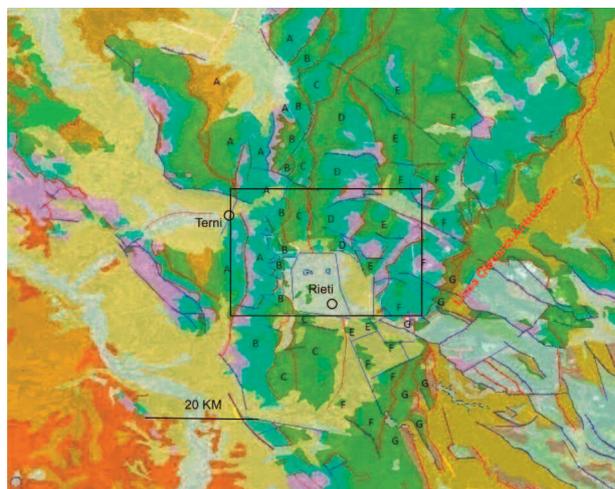


Fig. 62 - Schema strutturale del foglio 347 Rieti e delle aree limitrofe. Con le lettere da A a G sono riportate le unità strutturali facenti parte della porzione sud-orientale dell’Arco Appennino settentrionale.
- *Structural scheme of the sheet 347 Rieti and surrounding areas. Letters from A to G indicate structural units of the south-eastern portion of the Northern Apennines Arc.*

Le unità tettoniche così distinte si ricollegano a quelle individuate nei limitrofi Fogli Spoleto e Cittaducale, rispettivamente a nord e a sud del Foglio Rieti, permettendo così una migliore definizione dell’assetto strutturale regionale.

Importanti sono stati anche gli studi effettuati sui depositi continentali quaternari. Questi studi, a compendio di un’ampia letteratura riguardante soprattutto la piana di Rieti e confrontati con quelli derivanti dai fogli limitrofi, hanno permesso una dettagliata stratigrafia e una ricostruzione dell’evoluzione morfo-strutturale quaternaria delle piane intramontane di Terni, Rieti e Leonessa. Fra gli ulteriori depositi quaternari individuati vanno menzionati i depositi di origine glaciale rilevati nel massiccio del Monte Terminillo, nella parte sud orientale del foglio.

16. - IL FOGLIO 348 ANTRODOCO

CAPOTORTI F. (*), CHIARINI E. (*),
LA POSTA E. (*), MURARO C. (*)

Il foglio 348 Antrodoco della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 è l'ultimo in ordine di tempo dei fogli rilevati dal Servizio Geologico d'Italia ed è tuttora in corso di realizzazione. Questo foglio fu scelto all'inizio degli anni 2000 in quanto ritenuto una "palestra" per i rilevatori del Servizio Geologico a causa della complessità e la molteplicità degli aspetti stratigrafici e strutturali, per la sua posizione nel contesto paleogeografico e geodinamico dell'Appennino e per la sua collocazione nell'ambito del Progetto CARG. L'area ricade all'interno del foglio L'Aquila in scala 1:100.000 edito nel 1955.

L'assetto geologico del foglio (fig. 63) risulta molto complesso poiché ricade a cavallo di alcuni dei principali domini paleogeografici dell'Appennino centrale, quali l'estremo settore nord-occidentale della Piattaforma Carbonatica Laziale-Abruzzese e le zone della Sabina e Gran Sasso di transizione al dominio pelagico Umbro-Marchigiano. I litotipi sedimentari affioranti nel foglio, di età compresa tra il Triassico sup. ed il Neogene, registrano un'evoluzione tettonico-sedimentaria

corrispondente a un ciclo orogenetico completo e mostrano un'estrema variabilità delle *facies* sia in senso laterale che verticale. Sono infatti riferibili a differenti paleoambienti deposizionali quali: il bacino pelagico, lo *slope*, le piattaforme carbonatiche pelagiche (PCP *sensu* SANTANTONIO, 1994), le *facies* di transizione tra bacino e piattaforma carbonatica, la piattaforma carbonatica (con tutti i suoi subambienti), le rampe carbonatiche ed il bacino di avanfossa; in totale sono state così riconosciute oltre sessanta unità stratigrafiche del substrato (fra formazioni, membri e litofacies). La complessità stratigrafica è strettamente collegata a quella strutturale in quanto nel foglio ricadono anche due fra le principali strutture tettoniche appenniniche: l'arco dell'Appennino settentrionale, e più specificatamente le strutture legate alla sua rampa obliqua destra (*Linea Olevano-Antrodoco-Monti Sibillini*, OAS, *Auctt.*) e l'arco del Gran Sasso nella sua terminazione occidentale (*thrust* del M. Mozzano). Altre importanti strutture tettoniche presenti, sia di tipo compressivo che distensivo, sono: il *thrust* del Monte Gabbia-Monte Calvo (TGC), il sistema di faglie dell'Alto Aterno, le faglie di Leonessa e del Boragine e la faglia di Antrodoco. Gran parte delle strutture elencate hanno evidenziato problemi nella definizione sia dei rigetti che del *timing* di attivazione, ma in generale le analisi di *facies* hanno permesso di verificare come per esse è risultato di fondamentale im-

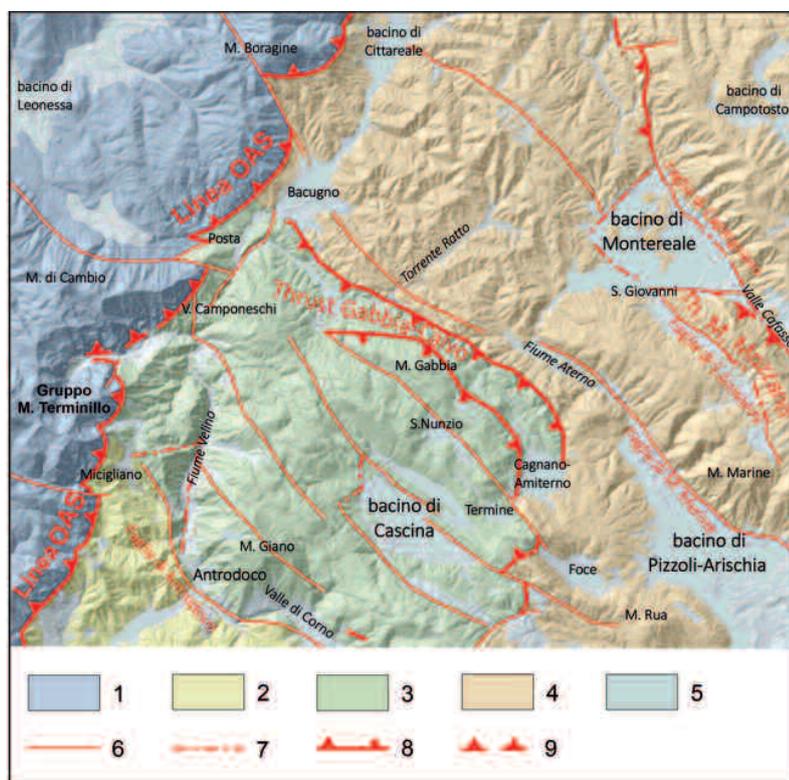


Fig. 63 - Schema strutturale semplificato del Foglio Antrodoco. 1) Area Monti Reatini; 2) Area Monte Nuria; 3) Area Monte Giano/Monte Gabbia; 4) Area Monti Rua/Marine/Mozzano e Area del flysch della Laga; 5) Depositi quaternari; 6) Faglia certa; 7) Faglia incerta o sepolta; 8) Sovrascorrimento certo; 9) Sovrascorrimento incerto o sepolto.
- Simplified structural sketch of the Antrodoco sheet. 1) Reatini Mountain Area; 2) Mount Nuria Area; 3) Mount Giano/Monte Gabbia Area; 4) Rua/Marine/Mozzano Mountains Area and Laga flysch Area; 5) Quaternary deposits; 6) Certain fault; 7) Uncertain or buried fault; 8) Certain thrust; 9) Uncertain or buried thrust.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

¹⁾ Responsabile scientifico: F. Capotorti. Direttori del rilevamento: F. Capotorti (substrato), E. Chiarini (Quaternario). Rilevatori substrato: D. Berti, F. Capotorti, C. D'Ambrogi, R. Di Stefano, M. Marino, C. Muraro, P. Perini, V. Ricci, S. Silvestri. Rilevatori Quaternario: A.M. Blumetti, E. Chiarini, L. Guerrieri, E. La Posta, F. Papisodaro. Analisi micropaleontologiche e nannoplancton: M. Chiochini, A. Fiorentino, R.M. Pichezzi, M. Rossi

portanza il condizionamento di una paleotettonica disgiuntiva *sin-rifting*, *post-rifting* e *pre-thrusting* agente in più riprese dal Giurassico al Miocene. La strutturazione in catena è stata ulteriormente complicata da riattivazioni *syn-chronous-thrusting* o fuori sequenza di alcuni dei principali sovrascorrimenti, come la stessa *linea Olevano-AnTRODoco-Posta* (PATACCA *et alii*, 1991; CIPOLLARI & COSENTINO, 1991) ed il *thrust* del Gran Sasso (PATACCA *et alii*, 1991). La definitiva conformazione geologico-strutturale nel foglio è infine opera della tettonica trascorrente e, in special modo, di estensiva pleistocenica che segue nell'onda orogenetica quella compressiva in migrazione verso est.

Dal punto di vista stratigrafico il foglio AnTRODoco può essere suddiviso in quattro aree, costituite da differenti successioni, ognuna caratterizzata da una peculiare evoluzione tettono-sedimentaria. Solo a partire dall'Oligocene, e ancor più nel Miocene, la successione sedimentaria *pre-thrusting* e *sin-thrusting* diventa abbastanza simile in tutto il foglio, in quanto i sedimenti da questo momento in poi tendono a rettificare gli antichi dislivelli strutturali, con conseguente omogeneizzazione delle *facies* e, successivamente, ad essere espressione di un ambiente di avanfossa topograficamente molto complesso.

L'area dei Monti Reatini occupa tutta la fascia occidentale del foglio ed è delimitata verso E dalla linea d'accavallamento OAS. La sua successione è caratterizzata inizialmente da *facies* di piattaforma carbonatica che nel Sinemuriano *p.p.*, a causa del *rifting* tetideo, passano a quelle di scarpata/bacino, comprendendo tutti i classici termini umbro-sabini dalla Dolomia principale del Triassico sup. sino alle marne con Cerrognana del Miocene medio. Nella successione dei Monti Reatini sono state riconosciute anche tre PCP formatesi a seguito della tettonica disgiuntiva del Giurassico inf. e caratterizzate da una sedimentazione condensata e/o lacunosa al di sopra del Calcare Massiccio (Gruppo del Bugarone). Tali PCP affiorano al Monte Tolentino/Colle Forcella, al Monte Cambio ed al Monte Boragine.

L'area del Monte Nuria occupa una limitata parte del settore sud-occidentale del foglio ed è limitata a N dalla faglia di AnTRODoco e ad O dalla linea OAS. Gran parte della sua successione sedimentaria affiora, a sud, nel limitrofo foglio 358 Pescorocchiano. Nel foglio AnTRODoco è caratterizzata da esigui affioramenti di piattaforma carbonatica interna del Cretacico sup. *p.p.* cui si sovrappone una successione condensata di scaglia post-annegamento della piattaforma dal Coniaciano *p.p.* all'Oligocene, che passa a sedimenti miocenici di rampa carbonatica da intermedia a esterna-prossimale e ai successivi termini alto tortoniani-basso messiniani di evoluzione in avanfossa. Il ciclo sedimentario è chiuso da diffusi affioramenti di breccie continentali pleistoceniche discordanti sul substrato.

L'area del Monte Giano-Monte Gabbia occupa gran parte dell'area centro-meridionale del foglio ed è limitata a N (in parte) ed E dall'accavallamento TGC e a SO e O dalla faglia diretta di AnTRODoco e dalla linea OAS. È caratterizzata da una successione di piattaforma carbonatica piuttosto peculiare, espressione di notevoli variazioni laterali e verticali degli ambienti deposizionali che testimoniano una complessa evoluzione paleogeografica. In-

fatti, da *facies* di piattaforma interna/rampa prossimale del Triassico sup. - Bajociano *p.p.*, si passa ad una *facies* bacinale di PCP nel Bajociano *p.p.*, cui segue un lungo *hiatus* sedimentario di circa 15 Ma. La sedimentazione riprende in *facies* di *slope* nel Kimmeridgiano *p.p.* fino al Titoniano inf. e poi di nuovo in *facies* di piattaforma carbonatica (di margine, avamargine e laguna) dal Titoniano sup. fino all'inizio del Cretacico sup. Dal Cenomaniano al Coniaciano *p.p.* l'area del Monte Giano - Monte Gabbia subisce in più fasi, lungo fasce parallele, prima una mancanza di sedimentazione e poi un annegamento eterocrono della piattaforma, con sviluppo di *facies* variabili dal gradino ribassato-scarpata, allo *slope*, all'alto strutturale pelagico (fig. 64). L'annegamento è legato in parte a fattori eustatici e ambientali, ma in special modo a fattori tettonici disgiuntivi. Importanti ulteriori fasi tettoniche disgiuntive si registrano anche nel Paleocene e nell'Eocene. Tutta l'area diviene una rampa carbonatica più o meno profonda dall'Oligocene e fino al Miocene medio, per poi evolvere a bacino di avanfossa nel Messiniano basale. Anche in quest'area il ciclo sedimentario è chiuso da affioramenti di breccie continentali pleistoceniche discordanti sul substrato ed affioranti sui crinali del Monte Giano.

L'area del Monte Rua-Monte Marine-Monte Mozzano e del flysch della Laga occupa la parte sud-orientale e centro-settentrionale del foglio ed è limitata a S-SO dal *thrust* TGC e a NO ancora dalla linea OAS. La sua successione sedimentaria *pre-flysch* è parte della successione di transizione del Gran Sasso-Cittareale di CENTAMORE *et alii* (1991) ed è simile a quella dei Monti Reatini per storia evolutiva e *facies* sedimentarie, anche se caratterizzata da più ingenti quantità di risedimenti provenienti dalla piattaforma. La successione è chiusa da sedimenti terrigeni tortoniano-messiniani (parte alta delle marne con Cerrognana, unità marnoso-argillosa e flysch della Laga) che occupano tutta la parte NE del foglio (unità di Acquasanta-Montagna dei Fiori di CENTAMORE *et alii*, 1991). All'interno dell'area è pure presente una PCP giurassica, individuata sul Monte Marine.



Fig. 64 - Zona di Vallemare: *on-lap* della "scaglia" condensata d'annegamento sui sedimenti cretatici di piattaforma e *slope* del complesso M. Giano-M. Gabbia. - Vallemare zone: on-lap of condensed-drowning "scaglia" on the Cretacic platform and slope sediments of the M. Giano-M. Gabbia complex.

Il foglio Antrodoco presenta anche aspetti rilevanti di geologia del Quaternario. Oltre il 20% del territorio è occupato dai depositi di riempimento dei bacini intermontani più importanti (bacini di Montereale, Pizzoli-Arischia e Cascina), alcuni dei quali solo in parte compresi nel foglio (conche di Leonessa e di Campo-tosto), e dei bacini minori presenti lungo la Valle del Fiume Velino (Cittareale, Bacugno) o nel settore centro-meridionale (Cagnano Amiterno, Termine, Santo Nunzio e Foce), cui si aggiungono i terreni quaternari disposti lungo i principali assi vallivi (valli del Fiume Aterno, del Velino, del Torrente Ratto, Valle di Corno). I depositi hanno età comprese fra il Pleistocene inf. e l'Olocene e sono rappresentati da sedimenti clastici in *facies* lacustre, di versante, di conoide e di piana alluvionale e da sedimenti glaciali e crionivali. Le *facies* lacustri sono presenti principalmente nel sottosuolo e testimoniano le fasi iniziali in cui la subsidenza del bacino, legata all'attività delle faglie bordiere, superava il tasso di sedimentazione. Fra le *facies* di versante si annoverano estesi accumuli di frana e paleofrana (Valle di Cafasse-Torrente Faschiano, Villa Camponeschi, Valle del Velino, Micigliano; MARTINO *et alii*, 2004). I depositi alluvionali o di origine mista alluvionale-gravitativa, che rappresentano circa la metà del Quaternario affiorante, scandiscono le tappe fondamentali dell'evoluzione dei reticoli idrografici, a partire dal Pleistocene inf. fino all'Attuale. Sul massiccio di M. Terminillo, infine, una serie di cordoni morenici, in posizione via via più arretrata all'interno delle valli o in prossimità dei circhi, documentano diverse pulsazioni glaciali avvenute a partire dal *Last Glacial Maximum* (24.000-22.000 anni BP), nel Pleistocene sup. (GIRAUDI, 1998; 2005).

Approfonditi studi interdisciplinari e campagne di sondaggi nelle conche intermontane principali hanno permesso di caratterizzare dal punto di vista cronologico e paleoambientale i sedimenti quaternari, consentendo l'istituzione di due gruppi distinti di unità stratigrafiche, uno per ciascuno dei due bacini idrografici principali (Aterno e Velino), cui si aggiungono le unità affioranti nelle conche tettoniche del settore centro-meridionale, per un totale di oltre 25 unità a limiti inconformi, litostratigrafiche o informali.

Un ulteriore aspetto interessante del foglio Antrodoco è la riconosciuta attività quaternaria delle faglie normali, in particolare del sistema di faglie presente nell'alto bacino dell'Aterno (BLUMETTI, 1995; GALADINI & MESSINA, 2004), di lunghezza complessiva superiore a 20 km. Ai rami meridionali del sistema, la faglia del M. Pettino e la faglia del M. Marine, sono associate evidenze di attività tardo-quaternaria ed olocenica. La faglia di M. Marine ha guidato l'evoluzione della conca di Pizzoli-Arischia; i rami settentrionali, le faglie di S. Giovanni e di Capitignano, considerate una sorgente sismogenetica capace di generare forti terremoti (LAVECCHIA *et alii*, 2012), hanno invece condizionato l'evoluzione della conca di Montereale (CHIARINI *et alii*, 2014). Gli studi avviati nell'ambito del foglio Antrodoco hanno permesso la mappatura di dettaglio di tali strutture neotettoniche ed evidenziato la fagliatura di depositi del Pleistocene sup. lungo il ramo di San Giovanni, dando impulso a nuovi studi paleosismologici.

17. - IL FOGLIO 355 RONCIGLIONE

CAMPOBASSO C. (*), VITA L. (*)

Il foglio 355 Ronciglione (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, in stampa; NAPPI *et alii*, in stampa) è nato della collaborazione tra il Servizio Geologico d'Italia, l'Istituto di Vulcanologia e Geochimica dell'Università di Urbino e l'Università della Tuscia di Viterbo, con lo scopo di completare e rendere fruibili i numerosi rilievi e studi precedentemente condotti da geologi delle citate strutture di ricerca nelle aree vulcaniche e sedimentarie sviluppate tra la il settore settentrionale della Provincia di Roma ed il settore meridionale della Provincia di Viterbo. Approfondimenti di carattere vulcanologico, petrografico e sedimentologico, nonché una generale revisione e sistematizzazione dei rilevamenti, sono stati necessari per l'adeguamento dei dati scientifici disponibili alla nuova normativa adottata per la realizzazione dei fogli del Progetto CARG (PASQUARÉ *et alii*, 1992). Il coordinamento scientifico è stato affidato al Prof. G. Nappi dell'Università di Urbino⁽¹⁾.

Il foglio in questione ricade in un'area prevalentemente coperta dalla struttura vulcanica di Vico e dai suoi prodotti, cui si associano in misura significativa anche i depositi dei limitrofi Distretti vulcanici quaternari Cimino e Sabatino settentrionale; il substrato sedimentario affiora solo nel settore meridionale del Foglio ed è rappresentato da unità pre-orogeniche terrene di età Cretacico-Eocene e da depositi tardo-orogenici di età messiniana (fig. 65).

Le unità pre-orogeniche in affioramento sono costituite per la gran parte dai depositi torbiditici, noti in letteratura come Flysch della Tolfa, su cui poggiano in contatto trasgressivo unità tardo-orogeniche rappresentate da una successione pelitica con intercalazioni di corpi lenticolari conglomeratici presenti a varie altezze stratigrafiche. Su tale substrato, disarticolato in *horst* e *graben* ad andamento prevalentemente appenninico dalle fasi tettoniche distensive plioceniche, si svilupparono bacini a sedimentazione marina entro o ai margini dei quali, a partire dal Pleistocene inferiore, iniziò una intensa attività vulcanica. I prodotti più antichi di tale attività giacciono su un substrato costituito da argille e sabbie plioceniche del *graben* Siena-Radicofani e sono rappresentati dai domi, ignimbriti ed effusioni laviche

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

⁽¹⁾ Direzione rilevamento: G. Nappi (vulcanico) e U. Chiochini (sedimentario). Rilevatori aree vulcaniche: L. Salvati, C. Campobasso e L. Vita (Servizio geologico d'Italia); D. Lardini, G. Nappi e L. Valentini (Università di Urbino). Rilevatori aree sedimentarie: U. Chiochini e S. Madonna (Università della Tuscia); C. Campobasso e L. Salvati (Servizio geologico d'Italia). Revisione dei rilevamenti per il vulcanico: G. Nappi e M. Mattioli (Università di Urbino). Revisione dei rilevamenti per il sedimentario: U. Chiochini e S. Madonna.

Analisi petrografiche e geochimica delle vulcaniti: M. Mattioli e L. Valentini (Università di Urbino).

Analisi petrografiche delle areniti: U. Chiochini.
Analisi micropaleontologiche: A. Fiorentino (Servizio geologico d'Italia), M. Potetti (Università di Camerino), E. Gliozzi (Università di RomaTre).
Analisi isotopiche ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr su gusci di molluschi: M. Barbieri (Sapienza Università di Roma).

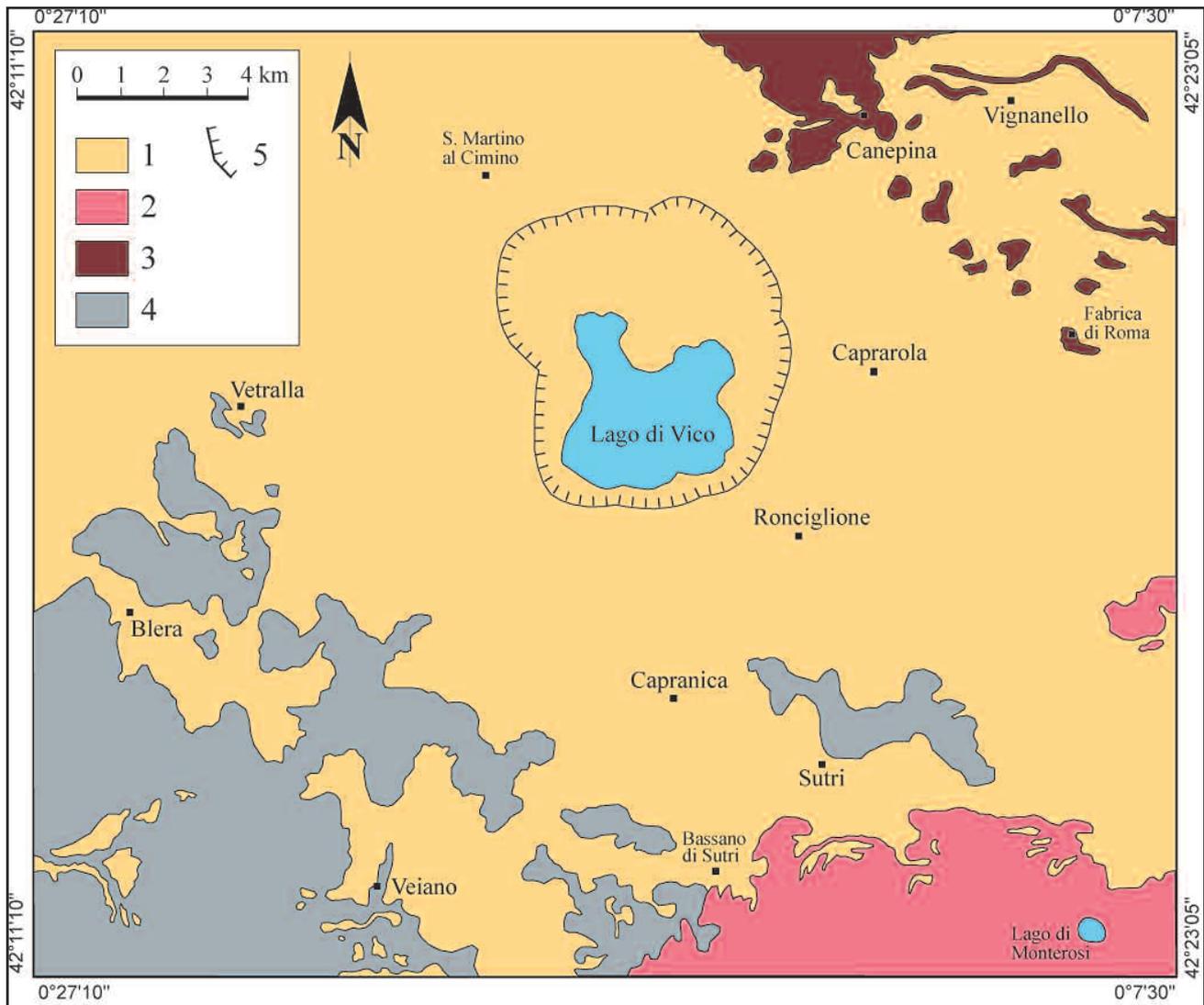


Fig. 65 - Aree di affioramento dei prodotti vulcanici e del substrato sedimentario nell'area del foglio 355 Ronciglione. 1 = vulcaniti del Distretto Vicano, 2 = vulcaniti del Distretto Sabatino; 3 = vulcaniti del Distretto Cimino, 4 = unità del substrato sedimentario; 5 = recinto calderico. In NAPPI *et alii* (in stampa).
 - Sheet 355 Ronciglione: 1 = Vicano district volcanic rocks; 2 = Sabatino district volcanic rocks; 3 = Cimino district volcanic rocks; 4 = sedimentary units; 5 = caldera.

del Distretto Vulcanico Cimino (Provincia Magmatica Toscana). I prodotti del Distretto Vicano (Provincia Magmatica Romana) si sovrappongono stratigraficamente ad essi e si sviluppano intorno a un centro principale nel corso del Pleistocene medio; i depositi vulcanici sabatini, anch'essi appartenenti alla Provincia Magmatica Romana, si mettono in posto a partire da centri eruttivi maggiormente dispersi arealmente (NAPPI *et alii*, in stampa), circa nello stesso intervallo di tempo di quelli vicani.

L'area del foglio offre eccellenti esposizioni stratigrafiche delle successioni vulcaniche dei tre Distretti, che hanno permesso di riconoscerne le diverse fasi di attività consentendone lo studio in relazione alla tettonica ed alle oscillazioni del livello del mare durante il Quaternario (DE RITA *et alii*, 2002; GIROTTI & MANCINI, 2003). Pertanto le unità vulcaniche rappresentate in carta, di tipo litostratigrafico e in un solo caso lito-somatiche, sono state organizzate in Legenda all'interno di unità stratigrafiche a limiti inconformi (UBSU)

di vario ordine gerarchico (cfr. BONOMO *et alii*, questo capitolo paragrafo 14). La presenza di superfici di *unconformity* di significato regionale ha consentito di distinguere due supersistemi (Acquatraversa e Aurelio-Pontino) e cinque differenti sistemi che rappresentano gli stadi principali nell'evoluzione geo-vulcanologica dei Distretti Cimino, Sabatino e Vicano (fig. 66). Nell'area del Foglio il supersistema Acquatraversa è rappresentato unicamente dal sistema Faggeta la cui superficie basale è di tipo erosivo e corrisponde alla superficie topografica esistente prima dell'inizio dell'attività vulcanica del Distretto Cimino (NAPPI *et alii*, in stampa). Il sistema contiene tutti i prodotti sviluppatasi, durante il Pleistocene inferiore, nelle tre fasi eruttive del Distretto Cimino e costituisce l'unità UBSU stratigraficamente più bassa. Tale unità è limitata al tetto dalla superficie di *unconformity* basale del supersistema Aurelio-Pontino che, in accordo a FUNICIELLO & GIORDANO (2008), è una superficie erosiva che segna il passaggio da una progressiva fase di sollevamento regionale (supersistema

La realizzazione del foglio geologico ha dovuto tenere conto di questi aspetti, connessi all'attività antropica, oltre che delle caratteristiche geologiche connesse alla dinamica del fiume Tevere, corso d'acqua con un'area deltizia seconda per estensione solo a quella del fiume Po.

Lo studio della evoluzione di quest'area si è basato sull'applicazione delle unità a limiti inconformi (UBSU), tenendo conto che l'unità principale e più sviluppata è tutt'ora in formazione. Tale unità nella maggior parte dei margini continentali (dove non sono presenti corsi d'acqua significativi) raggiunge spessori di poche decine di metri ricoprendo solo parzialmente il margine continentale, permettendo l'affioramento di depositi di cicli precedenti sia a terra che a mare. Nel caso del Foglio Fiumicino questa unità raggiunge invece spessori di oltre 70 m e ricopre in maniera quasi completa il Foglio.

Le particolari caratteristiche dell'area, totalmente pianeggiante, fortemente antropizzata e in larga parte sommersa, hanno reso necessario un approccio metodologico specifico alla raccolta dei dati, attraverso l'analisi integrata di quelli provenienti dalle aree emerse con quelli delle aree sommerse.

Per la parte a terra, analogamente a quanto fatto nell'ambito del Progetto CARG in grandi aree di pianura (es.: Foglio 148-149 Chioggia-Malamocco; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2007; Foglio 203 Poggio Renatico; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2009) si è fatto ricorso all'interpretazione delle foto aeree, all'acquisizione di cartografia storica, all'analisi delle emergenze archeologiche e alla raccolta dei dati di sottosuolo (stratigrafie di sondaggi e prospezioni geofisiche).

Per la parte sommersa sono stati utilizzati: l'analisi e l'interpretazione di dati geofisici (rilievi con ecoscandaglio ed ecoscandaglio multifascio, rilievi con sonar a scansione laterale, rilievi di sismica monocanale ad alta risoluzione e rilievi di sismica multicanale a grande penetrazione), nonché di dati sedimentologici (campionamenti del fondo marino mediante benna e carotiere a gravità) acquisiti da diverse fonti.

Per la definizione e caratterizzazione dell'assetto stratigrafico della parte a terra, gli scarsissimi dati di superficie (per l'assenza di affioramenti) sono stati integrati con la raccolta di dati di sottosuolo; sono state recuperate 188 stratigrafie di sondaggio provenienti da: Banca Dati L. 464/84 del Servizio Geologico d'Italia - ISPRA, archivio del Servizio Geologico della Provincia di Roma, Regione Lazio, archivi di Società private, nonché da lavori pubblicati. Nonostante la buona densità complessiva (2,5 sondaggi per km²), la distribuzione dei sondaggi è tuttora estremamente disomogenea. La profondità media è di 30 metri, con profondità massima di 194 metri, il numero medio di intervalli descritti è 8.

Questi dati preesistenti sono stati arricchiti con le informazioni derivanti da 1 sondaggio a carotaggio continuo (Pesce Luna), della profondità di 100 metri (fig. 68), perforato appositamente per la realizzazione del foglio con l'obiettivo di ottenere la migliore carat-

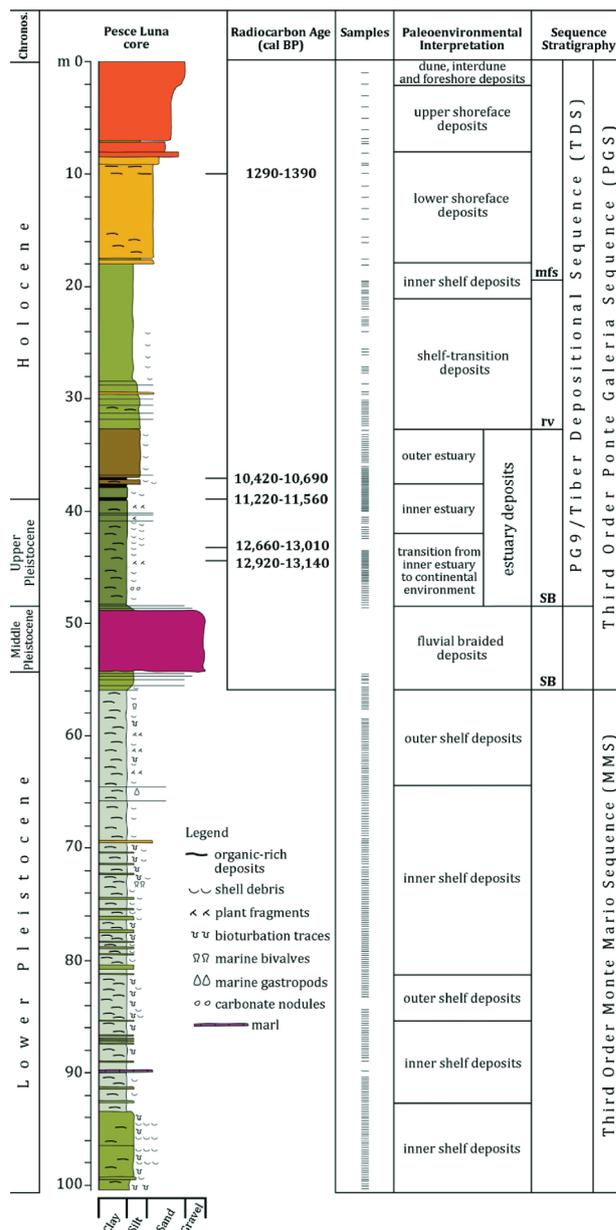


Fig. 68 – Colonna stratigrafica del sondaggio Pesca Luna (vedere fig. 2 per ubicazione). Sono indicati gli ambienti deposizionali e l'interpretazione stratigrafica sequenziale. SB: limite di sequenza; rv superficie di *ravinement*; mfs superficie di *maximum flooding* (MILLI *et alii*, 2013).

- Stratigraphic column of Pesca Luna core (see fig. 2 for location) showing the depositional environment and the sequence stratigraphic interpretation. SB: sequence boundary; rv: *ravinement* surface; mfs: *maximum flooding* surface.

terizzazione stratigrafica dei depositi dell'ultimo ciclo glacio-eustatico, intercettandone la base in corrispondenza della zona depocentrale della paleo-valle del fiume Tevere, così come ipotizzata in letteratura (BELLOTTI *et alii*, 1995).

Le analisi biostratigrafiche (foraminiferi e ostracodi), polliniche e su macroresti vegetali, e le datazioni al radiocarbonio eseguite sul sondaggio a carotaggio continuo⁽²⁾,

⁽²⁾ Foraminiferi (Letizia Di Bella, Rita Maria Pichezzi, Maria Gabriella Carboni); ostracodi (Virgilio Frezza); pollini (Donatella Magri, Federico Di Rita); macroresti vegetali (Alessandra Celant); datazioni radiocarbonio (Gilberto Calderoni); sedimentologia (Salvatore Milli, Piero Bellotti, Chiara D'Ambrogi, Valeria Ricci).

insieme alla caratterizzazione sedimentologica, hanno consentito di ottenere nuovi vincoli per la ricostruzione dell'evoluzione dell'area deltizia (MILLI *et alii*, 2013) e reso possibile una migliore definizione dell'andamento della superficie di *unconformity* relativa alla paleo-valle del Tevere (fig. 69).

Tale superficie, corrispondente all'ultimo massimo

glaciale, ottenuta dall'integrazione dei dati di letteratura, del sondaggio Pesce Luna, e grazie ai vincoli offerti dall'interpretazione della porzione terminale di una linea sismica a riflessione eseguita lungo l'alveo del fiume Tevere⁽³⁾ (BIGI *et alii*, 2014), verrà mappata attraverso isobate, nel foglio di sottosuolo allegato al foglio geologico.

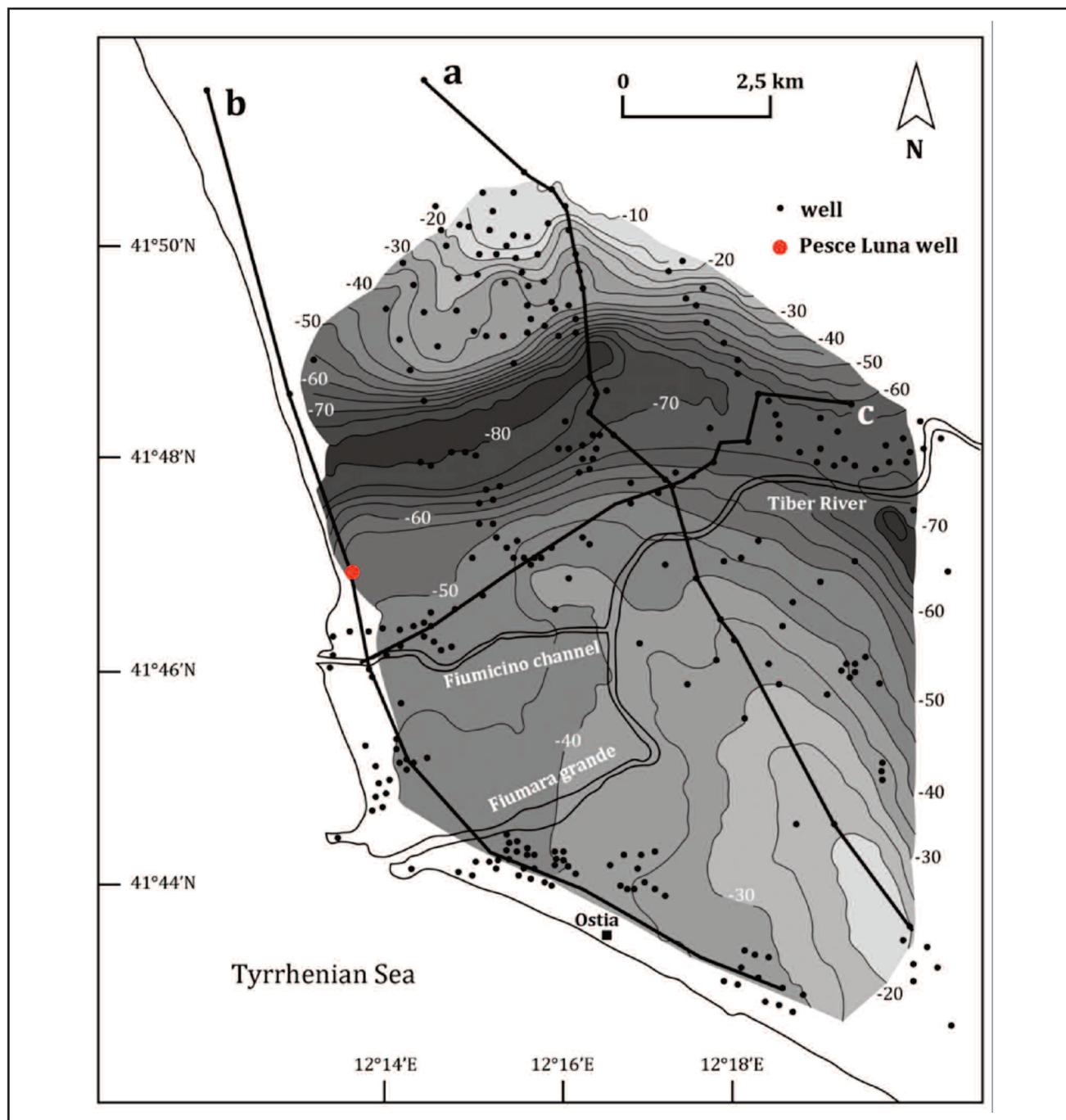


Fig. 69 – Mappa delle isobate (in metri s.l.m.) della superficie di *unconformity* alla base della Sequenza deposizionale PGS (modificata da MILLI *et alii*, 2013).
- *Isobath map (meters a.s.l.) of the depositional sequence PGS basal unconformity.*

⁽³⁾ Linea acquisita nel 2002 nell'ambito del progetto "Tettonica recente e rischio sismico nell'area romana" (resp. Prof. Carlo Doglioni) e riprocessata nel 2006 presso l'ISMAR – CNR (dott.ssa Valentina Ferrante).

La cartografia geotematica *The Geothematic maps*

RIASSUNTO - La cartografia geotematica rappresenta lo sviluppo e l'approfondimento della cartografia geologica di base in campi specifici (geomorfologia, idrogeologia, geofisica, ecc.), con l'obiettivo di fornire ulteriori informazioni essenziali per la conoscenza delle condizioni generali di rischio e di vulnerabilità del territorio. La cartografia geotematica costituisce una tappa fondamentale per la conoscenza del territorio ed è propedeutica alle attività di programmazione in materia di pianificazione e gestione del suolo e del sottosuolo.

Parallelamente alla realizzazione della cartografia geologica, il Servizio geologico d'Italia ha in corso di realizzazione una serie di carte geotematiche; le prime sperimentazioni possono essere ricondotte ai fogli di geomorfologia dinamica 376 Subiaco e 332 Scansano alla scala 1:50.000 finalizzati a rappresentare l'evoluzione geomorfologica di un determinato territorio sulla base del tipo di processo morfogenetico e della sua intensità. A queste hanno fatto seguito carte con geotematismo morfologico, idrogeologico, carte di pericolosità geologica, carte degli eventi alluvionali, carte di stabilità dei versanti, carte gravimetrico-strutturali e carte geominerarie.

Sempre nell'ambito del progetto CARG, un sostanziale passo in avanti si realizza con l'introduzione per la prima volta nella cartografia geologica ufficiale, nelle grandi aree di pianura, dei fogli geologici di sottosuolo che possono, forse, essere classificati come speciali tematismi. Queste carte, insieme allo sviluppo delle moderne tecniche di elaborazione dei dati e di modellazione geologica tridimensionale, hanno dato un ulteriore importante impulso alla conoscenza, descrizione e rappresentazione del sottosuolo e reso possibile la ricostruzione tridimensionale di dettaglio di aree sempre più vaste del territorio nazionale.

PAROLE CHIAVE: Cartografia geotematica, carta geomorfologica, carta gravimetrica, carta di stabilità dei versanti, modelli geologici tridimensionali

ABSTRACT - The geothematic maps represents the development and the follow up of the geological cartography on specific fields, with the objective to provide further information for the general conditions of risk and vulnerability of the territory. The geothematic mapping forms the basis for the knowledge of the territory and it is preliminary to planning and management activities on surface and subsurface.

In conjunction to the realization of the geologic map, the Geological Survey of Italy is realizing a series of geothematic maps; the first example is represented by the Dynamic geomorphology maps 376 Subiaco and 332 Scansano 1:50.000 scale, realized in the '80-'90.

In addition to these maps has been realized morphological and hydrogeological maps, geological hazard maps, flood events maps, landslides maps, gravimetric-structural maps and mining maps.

Within the CARG project, a substantial advance is represented by the realization of the large plains underground geological maps, that can be classified as special geological theme. The information contained in these maps, together with the development of the modern data elaboration techniques and of three-dimensional geologic modeling, given an important impulse to the knowledge, description and representation of the bedrock geology and the 3D reconstruction of vast areas of the national territory.

KEYWORDS: Thematic mapping, Geomorphological maps, gravimetric maps, hazard maps, 3D models

È, comunque, con l'approvazione della Legge di difesa del suolo (L. 183/89) e con il successivo avvio del Progetto nazionale di cartografia geologica (Progetto CARG), coordinato dal Servizio Geologico d'Italia, che la cartografia geomorfologica ha assunto una determinata importanza a livello nazionale per la sua rilevante utilità scientifica e applicativa. Tutto ciò ha fornito un impulso non solo alla realizzazione, in alcune aree di particolare interesse del nostro territorio, di carte geomorfologiche ufficiali alla scala 1:50.000, ma anche alla produzione di una cartografia geomorfologica a livello regionale.

La produzione di una cartografia geomorfologica ufficiale non poteva, comunque, prendere avvio senza una normativa e dei criteri standard a livello nazionale. A tale scopo, tra il 1990 ed il 1994 è stato istituito presso il Servizio Geologico d'Italia un apposito Gruppo di lavoro con il compito di redigere delle linee guida al rilevamento della Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000, finalizzate alla definizione di criteri di rilevamento e rappresentazione cartografica unitari a carattere nazionale e alla produzione di una cartografia di base utile anche per scopi applicativi. Il Gruppo di lavoro, costituito da docenti universitari afferenti all'allora Gruppo nazionale geografia fisica e geomorfologia (GNGFG) del CNR e dai geomorfologi del Servizio Geologico d'Italia (ed in particolare del Settore

di geomorfologia costituito nei primi anni '90), dopo aver esaminato le numerose pubblicazioni riguardanti la cartografia geomorfologica nazionale e internazionale (in particolare: PANIZZA, 1972; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1981; REGIONE VENETO, 1989; GNGFG – CNR 1986, 1995; BASHENINA *et alii*, 1968; DEMEK, 1972; DEMEK & EMBLETON, 1978; TRICART, 1972; VERSTAPPEN & VAN ZUIDAM, 1968) ed aver fissato i criteri cartografici generali e di rilevamento, ha elaborato uno schema di legenda applicabile sull'intero territorio italiano. Nella stesura della legenda, comprensiva di circa 350 simboli, si è cercato di seguire dei principi rigorosi di rappresentazione dei dati, al fine di rendere chiaro il contenuto informativo di ciascun elemento simbolico.

I risultati del lavoro svolto, dopo essere stati sottoposti a test in aree campione e alla valutazione critica della comunità scientifica, sono stati pubblicati nel 1994 sul Quaderno 4, serie III del Servizio Geologico d'Italia (BRANCACCIO *et alii*, 1994) (fig. 2). Questa Guida al rilevamento geomorfologico, di seguito citata con la denominazione di "Linee guida al rilevamento", costituisce la base di partenza per la realizzazione di carte geomorfologiche ufficiali alla scala 1:50.000, prodotte dalla generalizzazione degli elaborati originali di terreno rilevati alla scala 1:25.000 o 1:10.000⁽¹⁾. Succes-

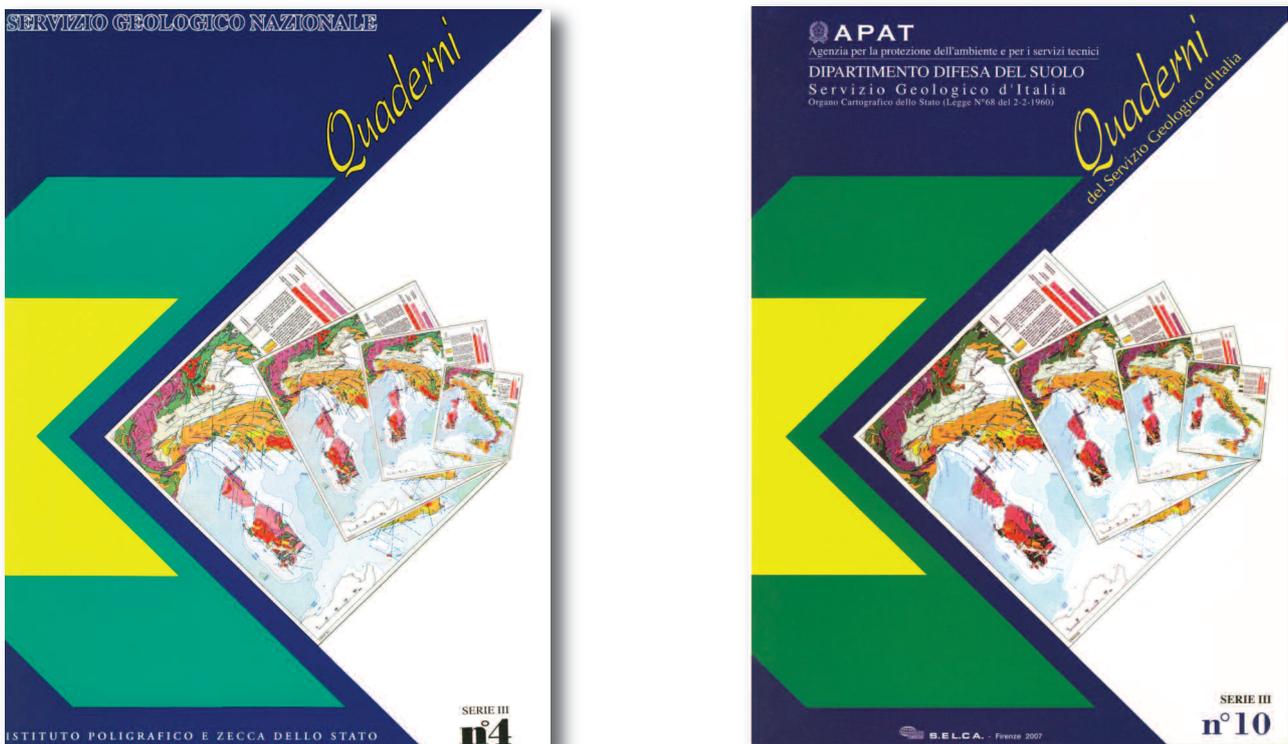


Fig. 2 - Frontespizio del Quaderno 4 (Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Guida al rilevamento; BRANCACCIO *et alii*, 1994) e del Quaderno 10, (Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Guida alla rappresentazione cartografica; COSCI *et alii*, 2007), serie III del Servizio Geologico d'Italia.
– Front cover of the Quaderno 4 and of the Quaderno 10, III series of the Geological Survey of Italy.

⁽¹⁾ A oltre un ventennio dalla pubblicazione delle Linee guida al rilevamento è sorta l'esigenza di un loro aggiornamento sia nei riguardi dei contenuti sia in merito ai criteri di rappresentazione dei dati. A tal fine, nel 2014 è stato istituito un nuovo Gruppo di lavoro congiunto tra ISPRA e AIGeo (Associazione italiana di geografia fisica e geomorfologia), finalizzato, appunto, alla revisione delle linee guida per la cartografia geomorfologica nazionale.

sivamente l'iter normativo è stato completato con la pubblicazione della Guida alla rappresentazione cartografica (COSCI *et alii*, 2007), in cui sono indicati i criteri e gli standard, omogenei a livello nazionale, necessari per la stampa della Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000, affiancati da una dettagliata libreria dei simboli (fig. 2).

Dopo la pubblicazione delle Linee guida al rilevamento il Servizio Geologico d'Italia, nell'ambito del Progetto CARG, ha avviato, sia direttamente sia in convenzione con alcune regioni, la realizzazione di sei fogli geomorfologici in aree del territorio nazionale reputate significative. Attualmente è in corso il rilevamento, da parte del Servizio Geologico d'Italia, di un settimo foglio geomorfologico (Foglio 353 Montalto di Castro).

Di seguito saranno sinteticamente descritti i principali aspetti geomorfologici delle aree ricadenti nei quattro fogli sinora stampati (fogli 063 Belluno, 389 Anagni, 367 Tagliacozzo, 289 Città di Castello), nel foglio 316-317-328-329 Isola d'Elba, per ora pubblicato solo sul *web*, e nel foglio 624 Monte Etna, in corso di stampa.

2.1. - FOGLIO BELLUNO

Il Foglio 063 Belluno (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2000; PELLEGRINI, 2000) costituisce la prima carta geomorfologica alla scala 000 realizzata, nell'ambito del Progetto CARG, dal Servizio Geologico d'Italia in convenzione con la Regione Veneto (fig. 3).

L'area ricadente nel foglio comprende l'ampio bacino del Vallone Bellunese, ad andamento NE-SO, impostatosi sulla grande struttura sinclinale di Belluno, con al nucleo sedimenti terziari prevalentemente terrigeni. Il versante settentrionale di questo Vallone è formato dagli aspri rilievi carbonatici delle Dolomiti Bellunesi, costituiti principalmente da una spessa sequenza di dolomie triassiche di piattaforma, seguita da calcari pelagici del Giurassico inferiore; quello meridionale, invece, più dolce ed ondulato, è modellato sulla dorsale calcarea cretacea delle Prealpi Bellunesi. Il fondo di questa vasta depressione strutturale è colmato da depositi continentali quaternari e attraversato dal fiume Piave, la cui valle, larga e svasata, occupa buona parte del foglio.

Dal punto di vista geomorfologico quest'area riveste un particolare significato, poiché durante l'ultimo periodo glaciale è stata interessata più volte dal passaggio del grande ghiacciaio del Piave, che ha profondamente modificato la forma delle valli e abbandonato grandi quantità di depositi di origine glaciale sui versanti e nei fondovalle. La maggior parte di questi depositi, riconoscibili sia come cordoni morenici di sponda sia come depositi di fondo, di ablazione e di contatto glaciale, sono stati messi in posto durante l'ultima grande espansione glaciale würmiana.

Il ritiro dei ghiacciai würmiani ha favorito l'innescò di grandi frane, ora per lo più inattive, caratterizzate da estesi accumuli a grandi blocchi. Considerata, comun-

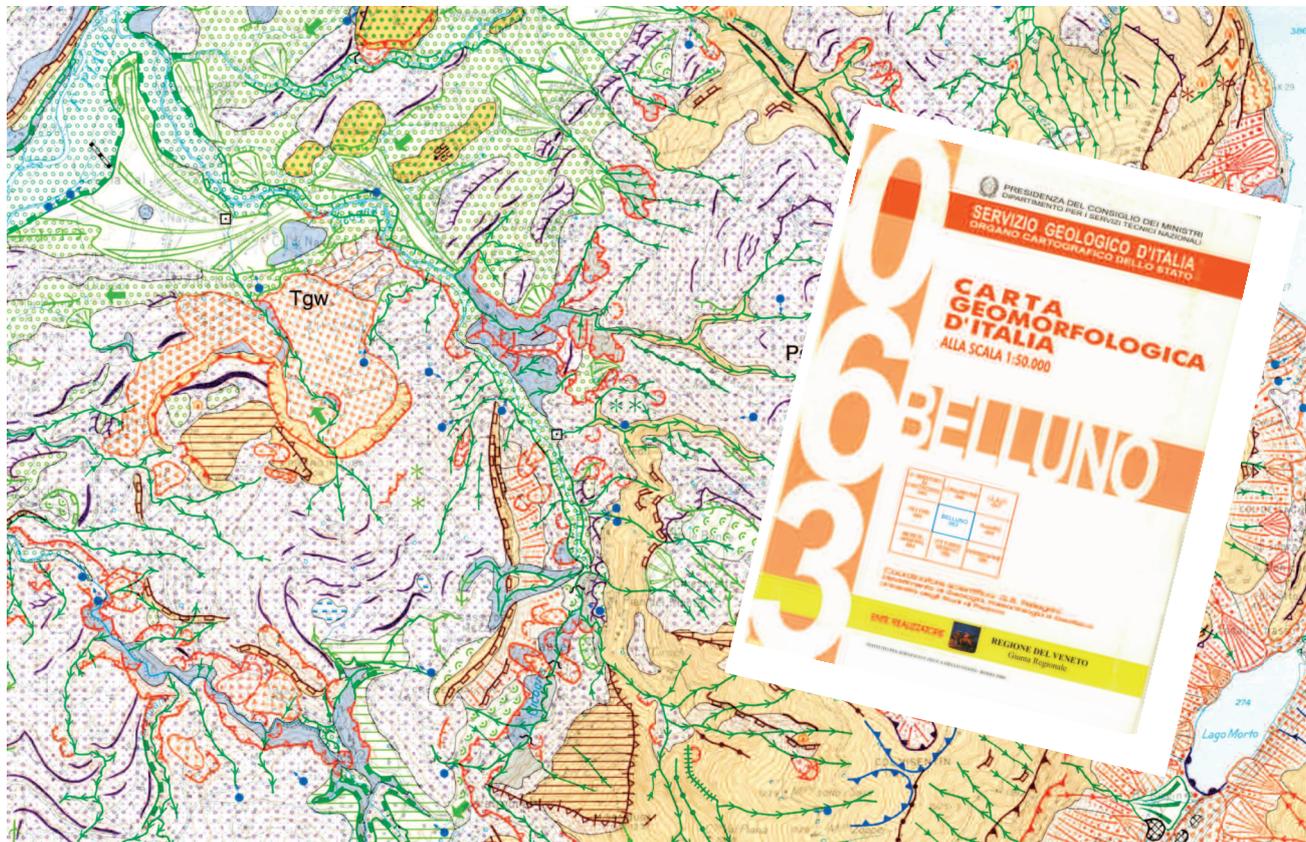


Fig. 3 - Stralcio del Foglio geomorfologico 063 Belluno.
- Detail from the Geomorphological Sheet 063 Belluno at 1:50,000 scale.

que, l'elevata energia del rilievo dell'area, numerosi sono anche i fenomeni franosi attivi, localizzati prevalentemente nel versante meridionale del Vallone Bellunese.

Anche il processo fluviale assume un'indubbia rilevanza all'interno del foglio, raggiungendo la sua massima azione morfogenetica lungo il fondovalle del Piave, dove convergono, con il loro apporto solido, la maggior parte dei corsi d'acqua e dove, per lunghi tratti, sono presenti, a varie quote, numerose superfici terrazzate ripartite sino ad un massimo di sei ordini.

Il processo crionivale, molto intenso in passato, come testimoniano sia le forme erosive (nicchie di nivazione) e sia i depositi crioclastici affioranti nelle zone di alta montagna, è attualmente confinato alle quote più elevate, caratterizzate da temperature invernali piuttosto basse.

Data la diffusione delle formazioni carbonatiche mesozoiche (che vanno dai Calcari Grigi alla Scaglia), il processo carsico si manifesta ampiamente con forme di erosione epigea, come doline e *karren*, e forme ipogee quali inghiottitoi e cavità a sviluppo verticale ed orizzontale.

2.2. - FOGLIO ANAGNI

Il Foglio geomorfologico 389 Anagni alla scala 1:50.000 è stato realizzato dal Servizio Geologico d'Italia in convenzione con la Regione Lazio (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2005; GENTILI & LUPA PALMIERI, 2005) (fig. 4).

Il foglio comprende una porzione del pre-Appennino centrale che racchiude il tratto centro-settentrionale della vasta depressione tettonica della Valle Latina, attraversata dal fiume Sacco con direzione di scorri-

mento NO-SE. Questa valle, caratterizzata dalla presenza, sul fondo, di depositi fluviali terrazzati ed estesi corpi travertinosi del Pleistocene-Olocene, è delimitata a SO dai rilievi dei M.ti Lepini e a NE dalla dorsale dei M.ti Ernici. Entrambe queste catene montuose sono costituite da litotipi calcarei, calcarenitici e dolomitici, in facies di piattaforma carbonatica, ben stratificati e debolmente piegati o basculati, di età cretaceo-miocenica. La fascia di raccordo tra i rilievi carbonatici e il fondovalle è rappresentata da una zona collinare costituita da unità torbiditiche pelitico-arenacee, del tortoniano-messiniano, blandamente piegate e ulteriormente disarticolate in blocchi monoclinali da faglie dirette.

Per quanto concerne gli aspetti geomorfologici salienti, il foglio è contraddistinto dalla presenza di numerosissime forme legate alla dinamica gravitativa di versante; all'interno del suo territorio sono stati, infatti, rilevati più di 700 fenomeni gravitativi, includendo tra questi anche le superfici dissestate da soliflusso e alcune deformazioni gravitative profonde di versante. Tali fenomeni sono concentrati soprattutto nella fascia collinare, che si estende ai piedi dei M.ti Lepini, dove i litotipi torbiditici affioranti sono di natura prevalentemente pelitica. A quello proposito, particolarmente interessante è uno dei quadri a margine del foglio, che evidenzia la pericolosità geomorfologica (distinta in cinque classi principali) per movimenti di massa di una zona campione.

Degne di nota sono, inoltre, le forme originate dal processo fluvio-denudazionale, da mettere soprattutto in relazione con la dinamica fluviale del fiume Sacco e dei suoi principali affluenti, e quelle prodotte sui rilievi carbonatici dal processo carsico.

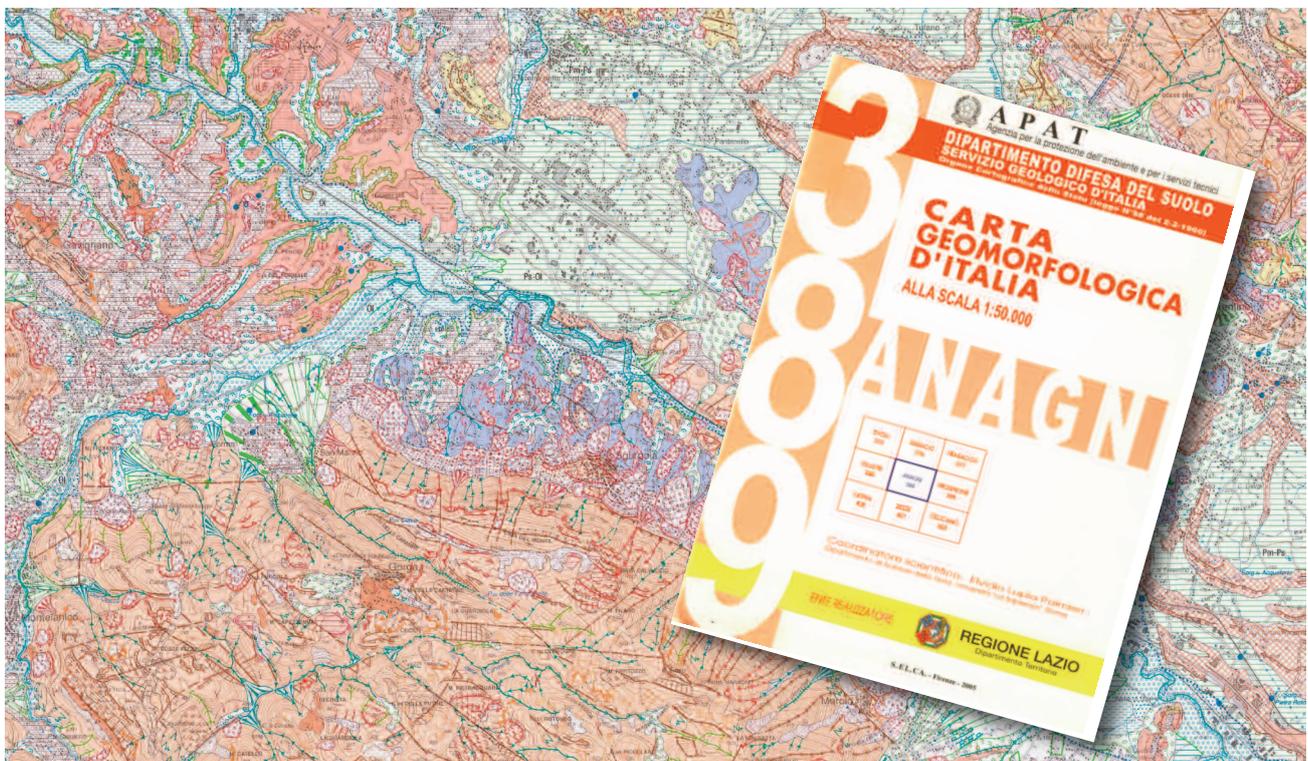


Fig. 4 - Stralcio del Foglio geomorfologico 389 Anagni.
- Detail from the Geomorphological Sheet 389 Anagni at 1:50,000 scale.

2.3. - FOGLIO TAGLIACOZZO

Il Foglio 367 Tagliacozzo alla scala 1:50.000 (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2008; CHIARINI *et alii*, 2008) è stato interamente realizzato dai geomorfologi del Servizio Geologico d'Italia (fig. 5).

Il territorio appartenente a questo foglio, compreso tra le province di L'Aquila, Rieti e Roma, è prevalentemente montuoso; infatti, l'area è interessata dalle propaggini orientali dei M.ti Sabini, da quelle nord-occidentali dei M.ti Simbruini, dai M.ti Carseolani e da un settore limitato della catena del monte Velino. Il foglio include, in maggior parte, i bacini idrografici dei fiumi Salto e Turano e in misura ridotta i bacini dei fiumi Aniene e Liri.

L'area è principalmente caratterizzata dalla presenza di una successione carbonatica cretaco-miocenica di piattaforma, seguita da depositi terrigeni alto-miocenici (marne a *Orbulina* e torbiditi silicoclastiche) e da depositi continentali e vulcanici quaternari (in buona parte d'origine locale).

Il paesaggio fisico dell'area, fortemente influenzato da una tettonica compressiva, cui si è andata successivamente sovrapponendo una tettonica distensiva, è generalmente contraddistinto da uno stile ad ampie depressioni, alternate e parallele alle principali strutture monocliniche, a direzione prevalentemente appenninica, appartenenti ai rilievi carbonatici sopra menzionati.

La grande diffusione di rocce carsogene, intensamente fratturate, ha favorito lo sviluppo del processo morfogenetico carsico, che si manifesta con la formazione di estese depressioni endoreiche, dalla caratteristica forma a conca allungata, e con una grande varietà di forme epigee (doline, docce, solchi, vaschette, ecc.) ed ipogee (pozzi, cavità, condotte, ecc.).

Il processo fluvio-denudazionale si esplica principalmente sulle formazioni terrigene, dove genera valli principali e vallecole secondarie, forme di versante connesse al dilavamento superficiale e forme di erosione e di accumulo tipiche della dinamica fluviale.

Di particolare interesse geomorfologico sono le forme e i sedimenti di origine glaciale che si rinvengono sulla dorsale monte Velino-Montagna della Duchessa, rappresentati da circhi, creste, valli dal tipico profilo ad "U" e da depositi morenici.

2.4. - FOGLIO CITTÀ DI CASTELLO

Il Foglio 289 Città di Castello è stato realizzato dal Servizio Geologico d'Italia in convenzione con la Regione Umbria (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2011; CATTUTO, 2011) (fig. 6).

L'area presa in esame, ricadente in gran parte nella provincia di Perugia ed in misura minore in quella di Arezzo, comprende un vasto settore della valle del fiume Tevere, nota come alta Valtiberina. Essa è caratterizzata da un ampio fondovalle, con valori altimetrici compresi tra i 250 e i 350 m s.l.m., racchiuso tra un versante occidentale che supera i 1000 m di quota s.l.m. ed un versante orientale che raggiunge una quota massima di 978 s.l.m.

Dal punto di vista geologico il foglio è contraddistinto dalla presenza di quattro domini (Dominio ligure esterno, Dominio toscano, Dominio umbro e Dominio umbro-romagnolo), costituiti da sedimenti marini, ai quali seguono depositi continentali quaternari. Particolarmente interessante è l'unità Ofiolitica dei Monti Rognosi, appartenente al Dominio ligure esterno, che affiora nella parte nord-occidentale del foglio.

L'orografia generale è strettamente controllata dall'assetto tettonico-strutturale locale, che ha determinato la formazione delle ampie conche intermontane di Sansepolcro e di Città di Castello, strettamente connesse tra loro. Tale assetto ha anche condizionato l'andamento del reticolo idrografico, essenzialmente caratterizzato da un *pattern* subangolare.

Il territorio è modellato principalmente dall'azione operata dalle acque dilavanti, che generano una grande varietà di forme di erosione e di accumulo, tipiche della morfogenesi fluvio-denudazionale, come la vasta piana alluvionale del fiume Tevere, gli ampi conoidi di deiezione, presenti soprattutto in sinistra idrografica del Tevere, le numerose vallecole a "V", i solchi di ruscellamento nei litotipi flyschoidi e le vistose forme erosive simili ai calanchi (pseudocalanchi).

Anche le forme di versante dovute alla gravità sono molto diffuse; in particolare le frane di scorrimento costituiscono la tipologia più frequente nell'ambito del foglio, mentre meno numerose sono le frane di crollo, che



Fig. 5 – a) Località le Grotte (Comune di Paganico). Grande torrione roccioso isolato costituito dalle breccie clinostratificate di versante del Monte Cervia.
b) Valle della Dogana. Esteso campo di piccole doline.

- a) *Le Grotte locality (Comune di Paganico). Isolated rock peak built by clinostratified scree-breccias.* b) *Valle della Dogana. Large field of small dolines.*

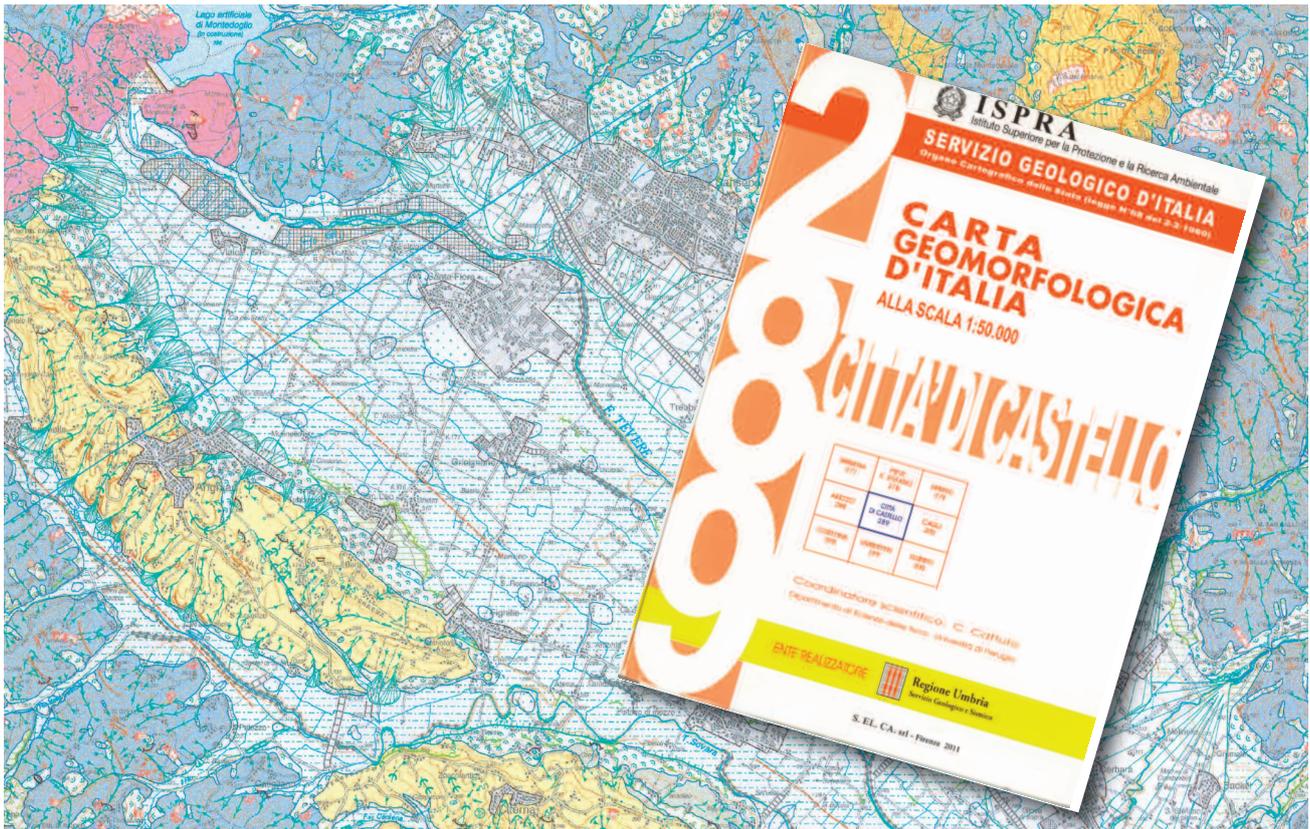


Fig. 6 - Stralcio del Foglio geomorfologico 289 Città di Castello.
- Detail from the Geomorphological Sheet 289 Città di Castello at 1:50,000 scale.

si manifestano in corrispondenza di ammassi rocciosi intensamente fratturati, e le frane di colamento, che interessano sia i litotipi del substrato ad elevato contenuto pelitico sia i depositi superficiali.

2.5. - FOGLIO ISOLA D'ELBA

Il Foglio 316-317-328-329 Isola d'Elba, pubblicato nel 2016 su *web*, è stato realizzato dal Servizio Geologico d'Italia, (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, in stampa - a; D'OREFICE & GRACIOTTI, in stampa) (fig. 7).

L'isola d'Elba, seppur di estensione limitata (224 km²), è contraddistinta da una estrema varietà geologica (rocce ignee, metamorfiche e sedimentarie) e da una complessità tettonico-strutturale rilevante. Il più recente modello geologico-strutturale prevede, infatti, la presenza, nel settore centro-orientale dell'isola, di nove unità tettoniche (BORTOLOTTI *et alii*, 2001), con numerose sottounità, che contengono successioni deposte in due differenti domini paleogeografici: Dominio toscano e Dominio ligure.

L'Elba, per il suo sviluppo areale, il particolare assetto morfostrutturale e la varietà litologica, è anche l'isola dell'Arcipelago Toscano con la maggiore complessità geomorfologica. Essa, infatti, presenta elementi di estremo interesse, con una vasta eterogeneità di forme, risultanti dall'interazione tra l'ampia diversità dei litotipi e l'azione morfogenetica dei numerosi processi che hanno modellato e che continuano tuttora a mo-

dellare il paesaggio attraverso peculiari forme d'erosione e di accumulo. Il processo morfogenetico che si manifesta più intensamente, con una molteplicità di forme, è sicuramente quello marino-costiero con morfotipi quali falesie, spianate d'abrasione marina, spiagge, lagune, ecc. In virtù dell'elevata energia del rilievo, che caratterizza la maggior parte dell'isola, è ben sviluppata anche la dinamica gravitativa di versante (rappresentata da scarpate di degradazione, frane di crollo e di scorrimento, *debris flow*, detriti di versante, ecc.) e quella fluvio-denudazionale (con valli, vallecole, forre, creste, piane alluvionali, depositi colluviali, ecc.).

In corrispondenza del plutone monzogranitico del monte Capanne sono frequenti i processi d'alterazione meteorica, che hanno generato forme d'erosione quali, *tors*, sculture alveolari, tafoni e spesse coltri d'alterazione.

Molto interessanti sono, infine, i depositi eolici antichi, formatisi nel corso di periodi di basso stazionamento del livello marino, avvenuti durante l'ultimo glaciale.

2.6. - FOGLIO MONTE ETNA

Il Foglio 624 Monte Etna, attualmente in fase di stampa, è stato realizzato dal Servizio Geologico d'Italia in convenzione con la Regione Siciliana (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, in stampa - b; AURELI, in stampa) (fig. 8).

Il territorio preso in esame comprende il fianco occidentale del monte Etna, che con i suoi prodotti vul-



Fig. 7 – Depositi eolici di Cala Mandriola con stratificazione incrociata a grande scala di tipo piana-tabulare.
- *Planar cross-bedded eolian deposits of Cala Mandriola.*

canici occupa l'intera zona orientale del foglio, ed una parte di terreni sedimentari appartenenti alle unità tettoniche sicilidi (costituite prevalentemente dalle formazioni del flysch numidico e delle argille varicolori) ed ai depositi marini neogenici, che ricadono nella parte occidentale del foglio. Questi due settori, nettamente di-

stinti dal punto di vista geolitologico e geomorfologico, sono separati dal fiume Simeto che, con tutti i suoi depositi, attraversa l'area in direzione meridiana, incidendo la porzione terminale delle colate laviche basaltiche provenienti dall'Etna.

L'importanza geomorfologica che riveste questo foglio è abbastanza evidente; il monte Etna, con una superficie di circa 1.600 km² ed una quota massima di circa 3.350 m s.l.m. rappresenta, infatti, il maggior vulcano attivo d'Europa. L'edificio vulcanico è costituito da una successione eterogenea, sia nelle forme sia nei volumi, di colate laviche intercalate a livelli discontinui di colate piroclastiche e vulcanoclastiti. Naturalmente, in un tale ambito le forme vulcaniche sono ben rappresentate e costituite principalmente da coni avventizi (alti anche più di 200 m), colate laviche di vario tipo (scoriacee, a corde e a fessurazione prismatica), *labars*, tunnel di lava, grotte (alcune molto famose dal punto di vista turistico), canali e gallerie di scorrimento.

Nel settore ove affiorano i terreni sedimentari, il paesaggio collinare è, invece, interessato da numerose frane e costellato da molti banconi quarzoarenitici, fratturati e tettonizzati, che emergono per erosione selettiva dalla frazione pelitica del flysch numidico, generando delle spettacolari linee di cresta e delle brusche rotture di pendio.



Fig. 8 - Vista panoramica del Monte Etna da Sud-Ovest.
- *Panoramic view of Etna mountain from South-West*

3 - LA CARTA IDROGEOLOGICA D'ITALIA, UNO STRUMENTO IN EVOLUZIONE

MARTARELLI L. (*)

La realizzazione di cartografie idrogeologiche in Italia ha una buona distribuzione territoriale (e.g., GIANNOTTI *et alii*, 1970; CIVITA *et alii*, 1973; PIETRACAPRINA *et alii*, 1980; CELICO, 1983; BONI *et alii*, 1984; BONI *et alii*, 1986; CENTAMORE *et alii*, 1991; BONI *et alii*, 1995; CALVI *et alii*, 2000; CIVITA & DE MAIO, 2002; BOSCHERINI *et alii*, 2005; CELICO *et alii*, 2005; CIVITA *et alii*, 2005) e riguarda la realizzazione di prodotti per differenti scopi e a differente scala di riferimento. I criteri cartografici di riferimento sono anche tra loro molto differenti, probabilmente anche per motivi legati alle differenze dei contesti geologici ed idrogeologici delle regioni italiane.

La scala di queste cartografie è variabile da circa 1:1.000.000 a 1:500.000 per tematiche concernenti il territorio nazionale, da 1:500.000 a 1:200.000 per un inquadramento regionale, da 1:200.000 a 1:100.000 per la descrizione di unità e sistemi idrogeologici a maggiore di 1:100.000 per studi operativi di gestione delle risorse idriche.

A partire dagli anni 80, la necessità di realizzare un progetto cartografico a livello nazionale ha aperto un tavolo di confronto per redigere linee guida di riferimento per la preparazione di una cartografia idrogeologica mediante la definizione dei criteri per realizzare sia una Legenda sia una Carta di buona qualità, cercando di risolvere la mancanza di uniformità dei criteri cartografici fino allora adottati nei diversi ambiti geologico-idrogeologici e climatici dei differenti distretti italiani.

Alcuni preliminari tentativi a carattere sperimentale di produrre cartografie idrogeologiche ufficiali con il coordinamento del Servizio Geologico d'Italia, furono realizzati combinando elementi tematici idrogeologici e contenuti geologici nelle aree dei due fogli 611 Mistretta (Regione Sicilia; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1973) e 291 Pergola (Regione Marche; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1976). Questi fogli idrogeologici consistono essenzialmente in una riclassificazione delle unità geologiche ai fini idrogeologici in classi di permeabilità (per tipo e grado) con (vedi foglio 611 Mistretta) o addirittura senza (vedi foglio 291 Pergola) considerazioni riguardo alla loro importanza idrogeologica e comunque senza considerare l'effettiva presenza di risorsa idrica nei vari corpi potenzialmente distinguibili (fig. 9). Ovviamente le informazioni riportate in queste Carte sono molto generiche, non immediatamente leggibili e sono chiaramente interpretabili solo da uno specialista idrogeologo.

Nel 1989, quando è iniziato il nuovo Progetto di cartografia geologica e geotematica d'Italia (Progetto CARG), ancora non esistevano linee guida condivise per la realizzazione della Carta Idrogeologica d'Italia, ma solo una raccolta di riferimenti normativi esistenti (JACOBACCI *et alii*, 1985).

Sempre prima della ratificazione di linee guida ufficiali è stata realizzata la Carta Idrogeologica d'Italia del foglio 389 Anagni (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1993; fig. 10), che ha di caratteristico l'adozione di una Legenda dei complessi idrogeologici basata sui valori dell'Infiltrazione efficace calcolata su basi quantitative e che può considerarsi un prototipo sperimentale delle linee guida ufficiali non ancora pubblicate, ma in discussione. Questo foglio, pur mancando di sezioni idrogeologiche verticali, ha senz'altro una leggibilità ottimale e la sua strutturazione cartografica è finalizzata ad una immediata evidenziazione delle caratteristiche idrogeologiche salienti dell'area ed alla possibilità di avere un quadro il più esaustivo possibile della potenzialità e della distribuzione della risorsa idrica sotterranea. In seguito, sarà deciso di adottare per la Legenda dei complessi idrogeologici il grado di permeabilità relativa dei terreni, in quanto generalmente applicabile alla maggior parte delle situazioni idrogeologiche italiane, e rappresentare informazioni a carattere più schiettamente quantitativo su carte complementari.

Le prime linee guida ufficiali per il rilevamento e la rappresentazione della Carta Idrogeologica d'Italia alla scala 1:50.000 sono state presentate dal Servizio Geologico d'Italia nel 1995. Esse sono pubblicate nella collana "SGN Quaderni, serie III, n. 5" (MARI *et alii*, 1995) e constano nella definizione di una Legenda di riferimento e di alcune specifiche tecniche volte all'ottenimento di un'ottimale uniformità di realizzazione della raccolta dati e della rappresentazione cartografica degli elementi idrogeologici. Questa Guida tratta degli aspetti cartografici riguardanti, tra gli altri, l'organizzazione della Legenda dei complessi idrogeologici, della legenda dei simboli concernenti l'idrologia superficiale, l'idrologia sotterranea e gli altri elementi d'interesse, delle mappe complementari da realizzare, delle sezioni idrogeologiche verticali. Si fa notare anche che tali linee guida sono state realizzate considerando la realizzazione di cartografie manuali e non ancora assistite da computer.

Queste linee guida per la cartografia idrogeologica d'Italia seguono le specifiche generali dell'*International Legend for Hydrogeological Maps*, a piccola scala (KARRENBERG *et alii*, 1974; IAH *et alii*, 1983; STRUCKMEIER & MARGAT, 1995), sebbene siano stato adottati criteri specifici alla scala di rappresentazione di maggior dettaglio ed alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche peculiari del territorio italiano.

Nel 2008, il Servizio Geologico d'Italia ha pubblicato (SCALISE & MARTARELLI, 2008) i risultati ottenuti dalla realizzazione di verifiche sperimentali delle linee guida per la cartografia idrogeologica in alcuni contesti idrogeologici del territorio italiano (i.e., aree carbonatiche e carsiche, depositi vulcanici, piane alluvionali) caratterizzati da particolari elementi d'interesse riguardo alle risorse idriche sotterranee ed alle connesse problematiche ambientali. Di conseguenza, sono state proposte, sebbene formalmente non an-

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

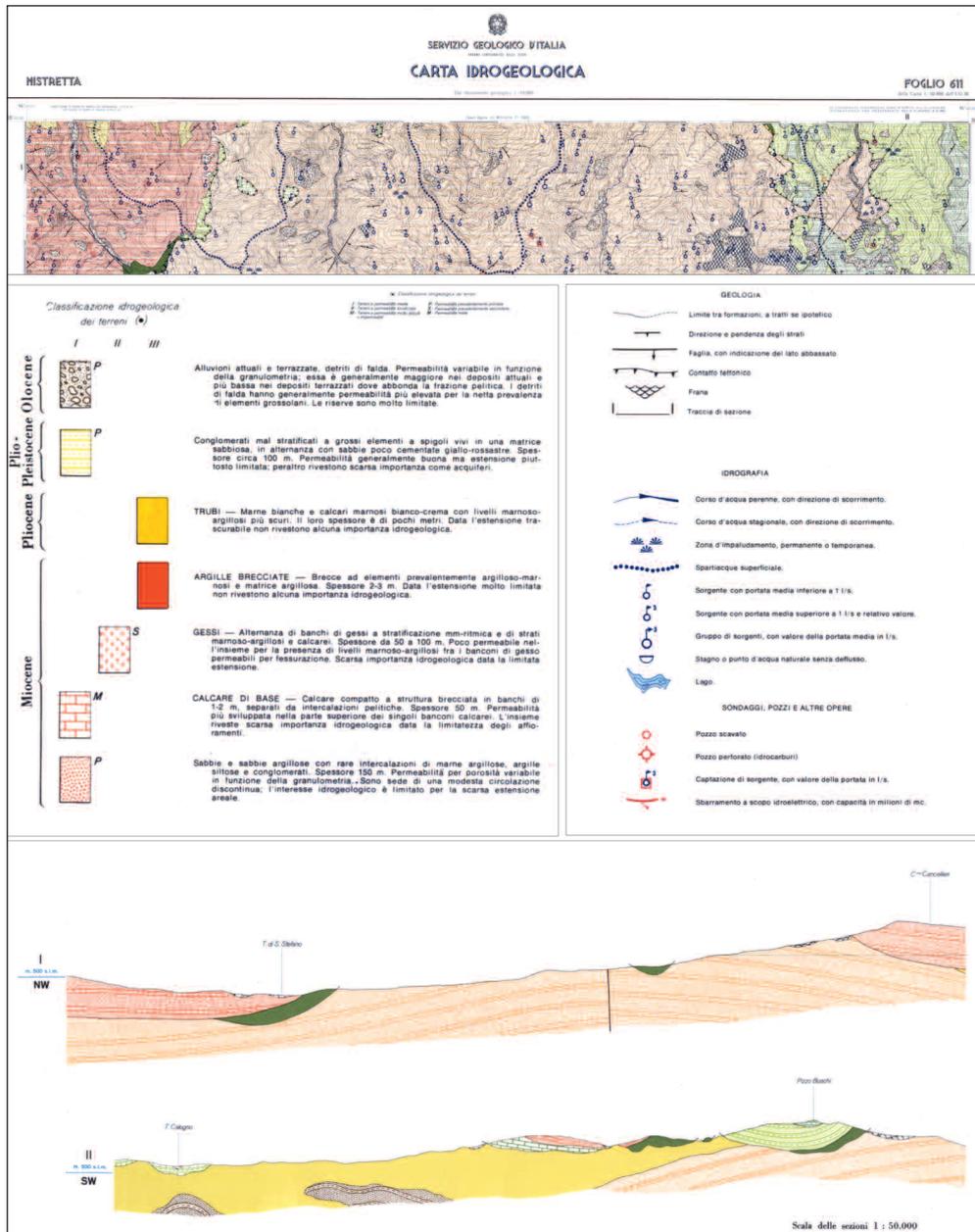


Fig. 9 – Stralci della Carta Idrogeologica del Foglio n. 611 Mistretta (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1973). La cartografia consiste essenzialmente in una riclassificazione delle unità geologiche ai fini idrogeologici con alcune considerazioni riguardo alla loro importanza idrogeologica e senza considerare l'effettiva presenza di risorse idriche sotterranee.

– Details from N. 611 Mistretta hydrogeological sheet map. The map consists in a hydrogeological reclassification of geological units with some information on their hydrogeological significance and without any consideration about groundwater resource occurrence.

cora approvate, alcune integrazioni e modifiche alle linee guida esistenti allo scopo di ottenere una carta idrogeologica immediatamente leggibile, di migliorarne l'efficacia descrittiva, di definire un chiaro quadro degli aspetti quantitativi e di protezione delle risorse idriche sotterranee e di contribuire a tracciare un'appropriata attività di monitoraggio, sempre in conformità ad un robusto database derivante da misure di campagna. Queste verifiche sperimentali hanno anche dato inizio alla discussione riguardo alla cartografia digitale, contribuendo alla definizione dei criteri per l'organizzazione, la gestione e la restituzione cartografica delle informazioni di un database idrologico ed idrogeologico tramite la costruzione di livelli informativi tematici specifici interfacciabili con un GIS.

Seguendo le specifiche delle suddette linee guida e relative proposte di modifica ed integrazione sono in preparazione i quattro fogli n. 505 Moliterno, 506 Sant'Arcangelo, 521 Lauria e 522 Senise della Regione Basilicata.

È stato inoltre recentemente rilevato direttamente dal personale del Servizio Geologico d'Italia il Foglio Idrogeologico n.348 Antrodoco (pubblicato in forma preliminare da CONTE *et alii*, 2016). Questa cartografia è stata realizzata seguendo il più fedelmente possibile le linee guida ufficiali fin dalla sua fase di pianificazione (e.g. raccolta dati con cadenza almeno mensile protratta per almeno due anni e misure seriate lungo l'alveo dei corsi d'acqua per rilevare incrementi/decrementi di portata) e nell'organizzazione del campo carta, della Legenda dei complessi idrogeologici, della Legenda dei

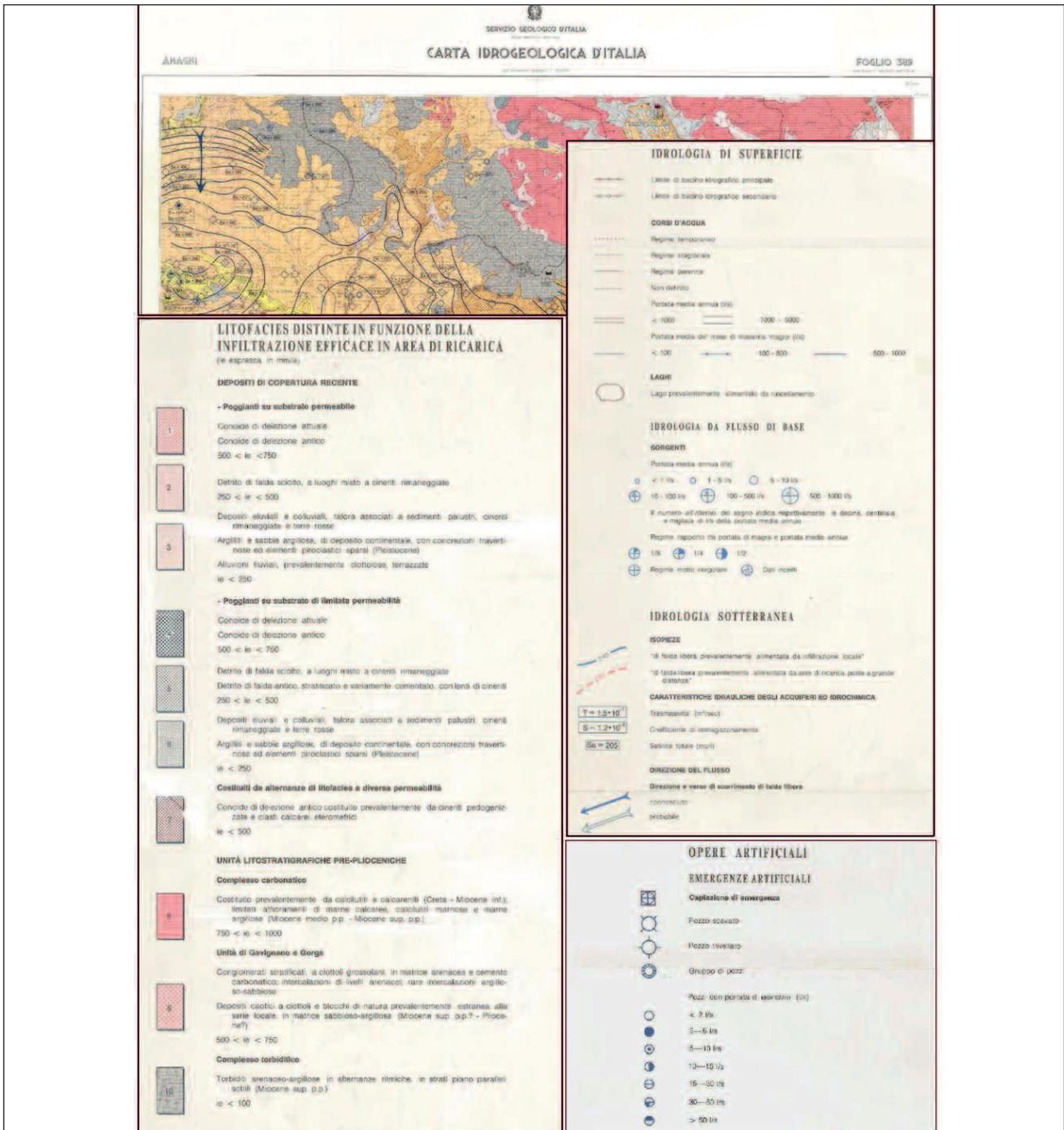


Fig. 10 – Stralci della Carta Idrogeologica d'Italia del Foglio n. 389 Anagni (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1993). La Legenda dei complessi idrogeologici è basata sui valori dell'Infiltrazione efficace calcolata su basi quantitative. La strutturazione cartografica di questo Foglio è finalizzata ad una immediata evidenziazione della potenzialità e della distribuzione della risorsa idrica sotterranea.
 - Details from N. 389 Anagni hydrogeological sheet map. Hydrogeological complexes have been classified on the basis of effective infiltration calculation. The map has been realized for showing an immediate outline of groundwater resource spatial distribution and potentiality.

simboli, delle sezioni idrogeologiche verticali e degli elementi e schemi a margine, ecc. (fig. 11).

È stata infine realizzata, mediante collaborazione tra vari Enti di ricerca e Atenei compreso il Servizio Geologico d'Italia e su proposta del Comune di Roma, la Carta Idrogeologica di Roma (LA VIGNA & MAZZA, 2015), non in un formato standard IGMI. Questa cartografia raccoglie le informazioni idrogeo-

logiche rilevate dai vari enti partecipanti, utilizzando al meglio le linee guida ufficiali e riuscendo a realizzare un prodotto di sintesi cartografica idrogeologica di notevole qualità.

In conclusione, si rileva con rammarico che, al momento, il solo ostacolo alla realizzazione di una Cartografia Idrogeologica d'Italia di qualità è il perdurare della mancanza di fondi di finanziamento.

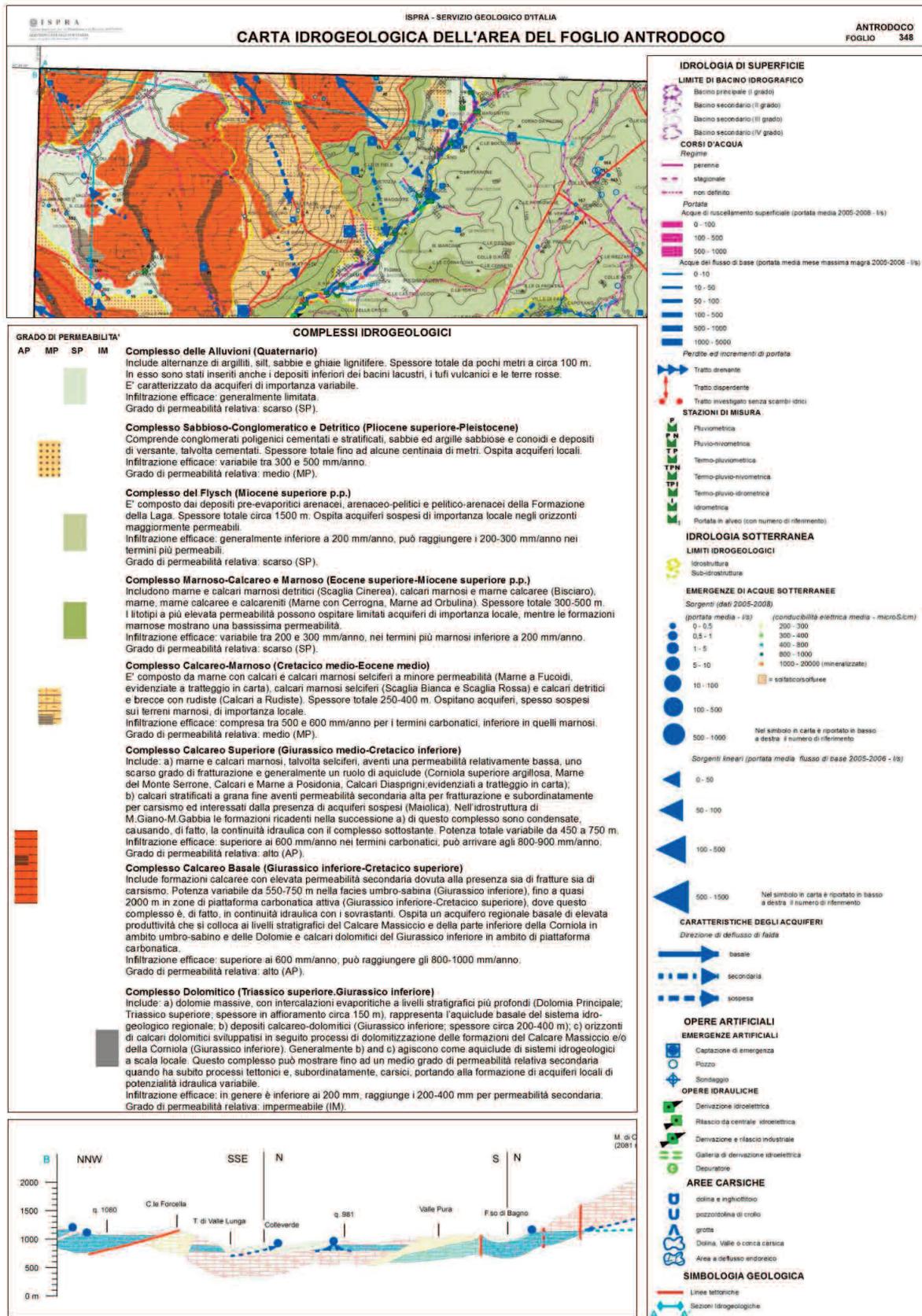


Fig. 11 – Stralci della versione preliminare della Carta Idrogeologica del Foglio n. 348 Antrodoco (CONTE *et alii*, 2016). L'organizzazione del campo carta, della Legenda dei complessi idrogeologici, della Legenda dei simboli, delle sezioni idrogeologiche verticali e degli elementi e schemi a margine, ecc., segue il più fedelmente possibile le linee guida ufficiali e le recenti proposte di modifica e integrazione.
 - Details from the preliminary version of N.348 Antrodoco hydrogeological sheet map. Map, hydrogeological complex and symbol legends, hydrogeological cross-sections, other sketch maps, etc., have been realized giving the best accuracy to official hydrogeological mapping guidelines and recent modification and implementation proposals.

4. - LA CARTA GRAVIMETRICA: L'ESPERIENZA DEI FOGLI IN SCALA 1:100.000 E 1:50.000

CESI C. (*), EULILLI V. (**), FERRI F. (**)

4.1. - CARTE GRAVIMETRICHE ALLA SCALA 1:100.000

Nel 1965 i geofisici del Servizio Geologico d'Italia iniziarono un programma di pubblicazione della gravimetria relativa ai Fogli geologici alla scala 1:100.000 editi "per consentire un confronto tra i dati ricavati dal rilevamento geologico e quelli ottenuti da uno dei metodi geofisici che più si prestano per lo studio strutturale" (AMADEI *et alii*, 1965). A questo riguardo va evidenziato come la rappresentazione gravimetrica, effettuata tramite linee di isovalore delle Anomalie di Bouguer, veniva restituita su foglio lucido trasparente in acetato per consentire la diretta sovrapposizione al foglio geologico e permettere in tal modo una lettura congiunta delle due carte e la loro interpretazione. Il rilevamento dei Fogli avveniva spesso in collaborazione con altri Enti, primo tra tutti l'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste, assicurando in media una densità di stazioni di circa 1 stazione/1,7-1,8 kmq. La qualità del prodotto finale risultava la migliore possibile in relazione agli strumenti all'epoca disponibili, laddove inoltre i calcoli e le restituzioni grafiche necessarie erano fatte spesso manualmente. Per tutti i fogli si è proceduto con una catena di elaborazione standard che prevedeva il calcolo delle anomalie per densità differenziate e l'utilizzo del metodo grafico delle "gravità medie" per la determinazione del campo regionale, la riduzione per la calotta e correzione topografica estesa fino a 166,736 km. I Fogli ufficiali venivano talora anche inseriti nella collana editoriale del Bollettino del Servizio Geologico d'Italia. Infine, sempre a fini interpretativi, la Carta gravimetrica comprendeva anche una serie di profili di gravità coincidenti con i rispettivi profili della carta geologica.

In totale sono stati editi 11 fogli gravimetrici in un periodo tra il 1965 e il 1980:

CARTOGRAFIA GRAVIMETRICA 1:100.000

Su supporto lucido trasparente (acetato)

<i>nome</i>	<i>n. foglio</i>	<i>anno di pubblicazione</i>
Bracciano	143	1973
Cerignola	175	1968
Cerveteri	149	1968
Civitavecchia	142	1973
Frosinone	159	1973
Gaeta	171	1980
Isola Ischia-Napoli	183-184	1968
Latina	158	1965
Roma	150	1968
Terracina	170	1974
Viterbo	137	1970

4.2. - CARTE GRAVIMETRICHE ALLA SCALA 1:50.000

Il Foglio 389 Anagni, edito come allegato al vol. XCIV del Bollettino del Servizio Geologico nel 1973, (fig. 12) intendeva essere il primo di una nuova serie di pubblicazioni affiancata a quella già esistente della Carta gravimetrica a scala 1:100.000. Differisce da questi ultimi nella veste tipografica non essendo più realizzato su supporto plastico trasparente, bensì presentando le isoanomalie di Bouguer sovrastampate alla base topografica corrispondente, con indicazione dei massimi e minimi gravimetrici e ubicazione dei punti di misura. Il lavoro di elaborazione è stato impostato con i medesimi criteri adottati per la realizzazione della Carta Gravimetrica 1:100.000.

Nel 1978 vengono pubblicati con lo stesso formato il Foglio 291 Pergola e il Foglio 332 Scansano; per quest'ultimo vengono però effettuate una correzione topografica e della calotta utilizzando una densità costante pari a 2,4 g/cm³.

Il Foglio 301 Fabriano, pubblicato nel 1981, nasce come primo foglio di una nuova "Carta Gravimetrica e Strutturale" in cui vengono integrati i risultati dello studio gravimetrico e di quello strutturale connesso al rilevamento geologico, effettuati in collaborazione con altri Enti: per la parte gravimetrica con Agip e per la parte di geologia strutturale con l'Università di Camerino. Oltre alle isoanomalie di Bouguer il Foglio presentava quindi tutti gli elementi strutturali di dimensione lineare superiore al km. La densità media di misure era di 1 stazione/kmq. Questo foglio introduce anche l'utilizzo di operatori filtro bidimensionali passa alto e passa basso, applicati nel dominio delle frequenze, per meglio evidenziare i caratteri gravimetrici di strutture poste a diversa profondità. Le Anomalie di Bouguer sono state calcolate per densità costante pari a 2,4 g/cm³. Quattro mappe filtrate, due passa alto e due passa basso, vengono collocate nell'inquadratura marginale del foglio, e rappresentate alla scala 1:200.000. Il Foglio è inoltre corredato da Note Illustrative, inserite in custodia plastica trasparente.

Con l'operatività del Progetto CARG, sin da metà degli anni '90 era nato il progetto di una nuova cartografia gravimetrica alla scala 1:50.000 a corredo del foglio geologico corrispondente, in quanto avrebbe fornito all'utente un ulteriore strumento di lettura ed interpretazione del quadro geologico e strutturale delle aree rilevate. Sempre nello stesso periodo erano state predisposte delle Linee Guida per la realizzazione della nuova cartografia gravimetrica recanti indicazioni sulle procedure operative comunemente adoperate presso la comunità scientifica per una corretta elaborazione delle Anomalie di Bouguer. Tali linee Guida suggerivano altresì degli elementi di riferimento per una uniforme rappresentazione cartografica delle informazioni gra-

(*) Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento per la programmazione e il coordinamento della politica economica

(**) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

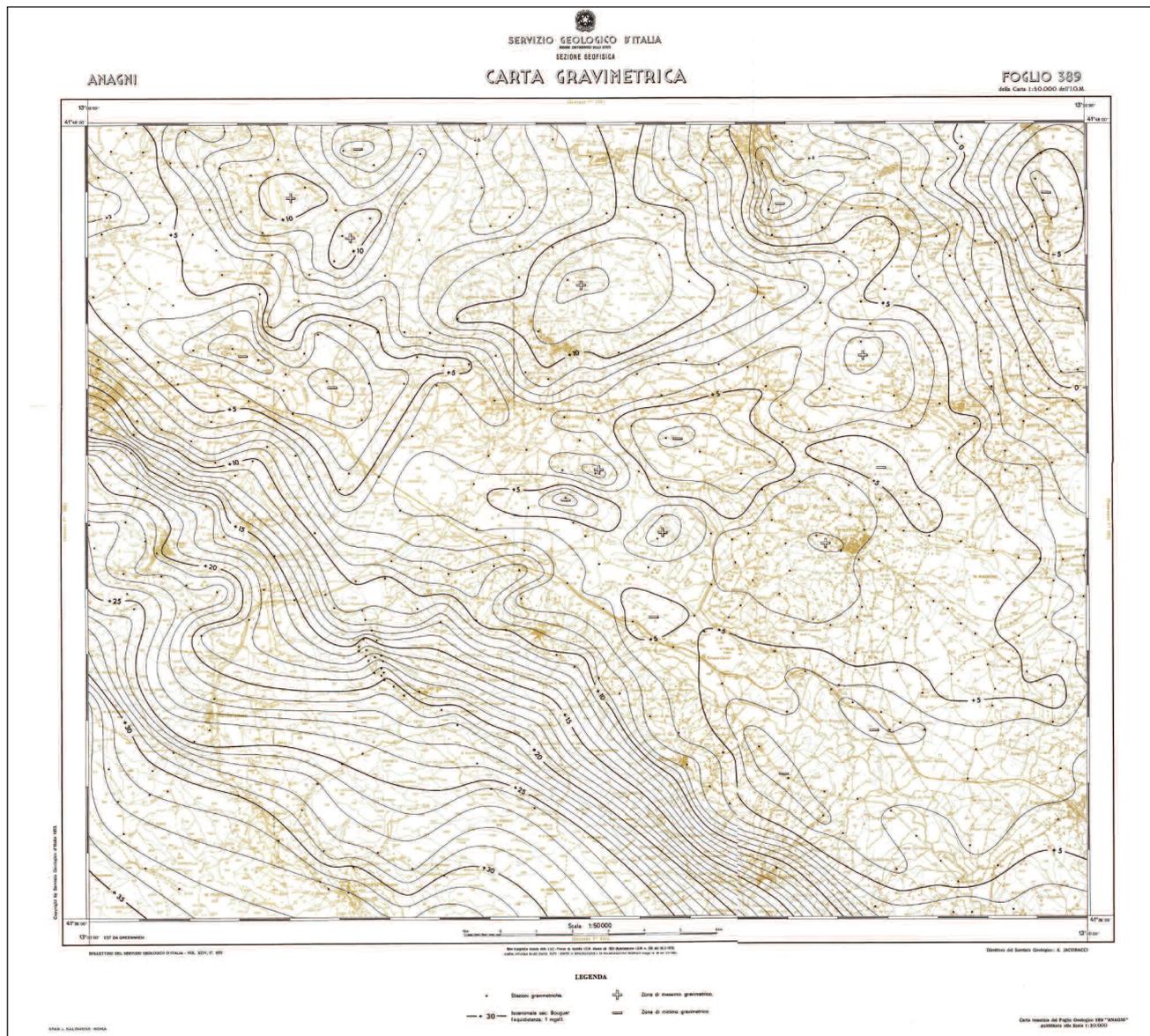


Fig. 12 - Carta Gravimetrica relativa al primo Foglio edito nel 1973 dalla Sezione geofisica del Servizio Geologico d'Italia alla scala 1:50.000 – foglio 389 Anagni. - *The first sheet 389 Anagni of the gravity map at 1:50.000 scale, published in 1973 by the Geophysical Section of the Geological Survey of Italy.*

vimetriche. Sia l'impianto della Nuova Carta che le informazioni contenute nelle linee guida sono stati sperimentati scegliendo il Foglio 373 Cerveteri come foglio prototipale. Il Foglio infatti interessava sia aree di terra che marine e la densità delle misure già disponibili non risultava adeguata per il calcolo delle anomalie, per cui si rendevano necessari nuovi rilievi di terra e soprattutto nelle aree marine, che integrassero le informazioni gravimetriche acquisite, in epoche differenti e da Enti diversi. Infatti oltre alla esecuzione di raffittimenti a terra ed alla omogeneizzazione di tutti i dati già esistenti, è stato eseguito un nuovo rilevamento di oltre 300 stazioni gravimetriche di fondo mare. La densità media di misura su tutto il Foglio è pari a 1 stazione/0,4 km². Seguendo le indicazioni delle Linee Guida, le Anomalie di Bouguer sono state calcolate per densità costante (per questo foglio pari a 1,9 gr/cm³) e tracciate con equidistanza di 0,5 mGal, con tratto più spesso ogni 1 mGal.

Le curve sono state sovrapposte ad una cartografia geologica semplificata, ottenuta accorpando le varie formazioni in base a criteri prevalentemente litostratigrafici e di densità. Nella porzione occupata dal mare vengono riportate le curve batimetriche e la distribuzione areale dei sedimenti, distinti per classi granulometriche. L'impianto grafico del Foglio comprende la legenda geologica e gravimetrica, uno stralcio dello Schema strutturale a scala 1:500.000 e la rappresentazione delle mappe filtrate alla scala 1:200.000 (tramite operatori filtro passa alto, passa basso e passa banda).

Il Foglio 374 Roma del 2008 rappresenta ad oggi la prima edizione del dato gravimetrico proposto in una collana editoriale impostata come le altre collane editoriali del Servizio Geologico d'Italia, secondo i tagli della corrispondente Carta topografica dell'Istituto geografico militare. È stato pubblicato contemporaneamente e conformemente al corrispondente Foglio

geologico e l'informazione gravimetrica, stampata su carta opaca piegata in formato A5 e corredata da Note illustrative, reca in appendice alle Note anche le "Linee Guida per la produzione di fogli ufficiali della cartografia gravimetrica d'Italia", revisionate ed aggiornate, in base alle quali è stato realizzato il Foglio stesso. Per quanto riguarda il calcolo delle Anomalie di Bouguer è stato possibile rendere adeguatamente omogenea la distribuzione dei punti di gravità misurati recuperando i dati di un lavoro eseguito nel centro urbano della Città di Roma nel 1984 dall'Istituto di Topografia e Geodesia dell'Università di Roma (DI FONZO *et alii*, 1986) e consistente di 205 stazioni. Dopo attenta verifica dei valori di gravità e delle ubicazioni, tali dati sono stati integrati con quelli della Banca Dati Geofisici del Servizio Geologico ottenendo una distribuzione spaziale delle stazioni gravimetriche di circa 1,3 punti di misura ogni km². Le isoanomalie sono state calcolate anche per le aree contermini al foglio, onde eliminare effetti di bordo nel loro calcolo, per un'estensione complessiva pari al doppio della superficie interessata dal foglio stesso (623 kmq). Le curve vengono rappresentate tramite *contour* sovrapposti alla base geologica semplificata derivante dal Foglio geologico a scala 1:50.000, così come i punti stazione e le zone di massimo e minimo gravimetrico. Le isoanomalie di Bouguer hanno equidistanza pari a 0,5 mGal.

Per omogeneità con gli elementi rappresentati nella cartografia geologica a pari scala, i profili delle anomalie di Bouguer sono stati ricavati lungo le tracce delle sezioni del corrispondente Foglio geologico. I profili gravimetrici sono presentati sovrapposti a tali sezioni geologiche nell'inquadratura marginale (campo sezioni). Le elaborazioni successive sono poi rappresentate nell'inquadratura marginale della Carta ad una scala 1:200.000 e consistono in filtri passa alto e passa basso ed in una carta delle anomalie residue ottenuta per sottrazione delle anomalie di Bouguer da un campo regionale, calcolato con un polinomio di II ordine.

Sempre nell'inquadratura marginale è inserito uno schema tettonico a scala 1:200.000 a cui è sovrapposta la mappa filtrata passa alto (lunghezza d'onda di taglio di 11 km) con la corrispondente interpretazione gravimetrica qualitativa (fig. 13).

In totale sono stati editi 6 fogli gravimetrici in un periodo tra il 1973 ed il 2008:

CARTOGRAFIA GRAVIMETRICA 1:50.000

nome	foglio n.	anno di pubblicazione
Anagni	389	1973
Pergola	291	1978
Scansano	332	1978
Fabriano	301	1981
Cerveteri	373	2007
Roma	374	2008

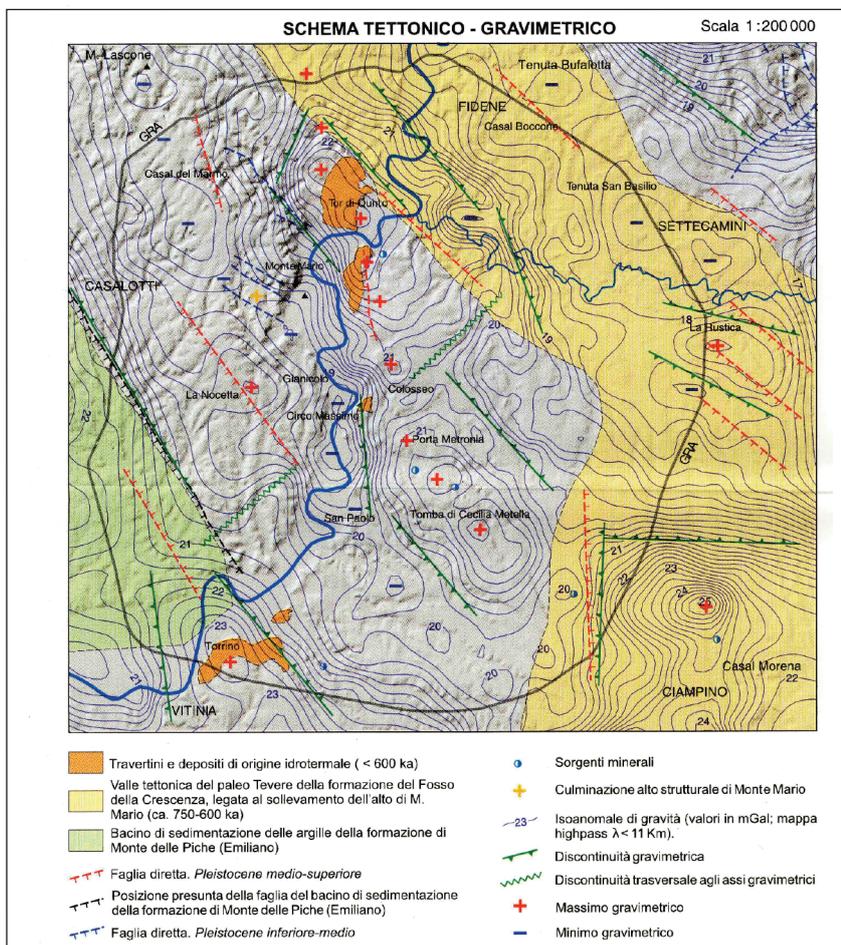


Fig. 13 - Schema tettonico - gravimetrico a scala 1:200.000 relativo alla Carta gravimetrica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio 374 Roma.
- Gravity-tectonic scheme at 1:200.000 scale, part of the Gravity Map of Italy at 1:50.000 scale - sheet 374 Roma.

5. - LE CARTE DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA PER FRANA. L'ESEMPIO DEL FOGLIO 348 ANTRODOCO

AMANTI M. (*), CHIESSI V. (*)

Le attività cartografiche in questo ambito sono nate in seno al Servizio Geologico d'Italia su indicazione della legge 183/89 sulla difesa del suolo nella quale si individua nel bacino idrografico l'unità più idonea per realizzare azioni organiche di tutela del territorio e salvaguardia ambientale. All'Autorità di bacino, per la prima volta, si affidano compiti di pianificazione e programmazione su di un territorio delimitato non su base politica, ma con criteri geomorfologici e ambientali. Tutto ciò costituisce un tentativo concreto di superare le suddivisioni amministrative che ostacolavano la possibilità di affrontare i problemi legati al ciclo dell'acqua e alla difesa del suolo unitariamente e ad una scala territoriale adeguata.

Tra i vari criteri per la redazione dei piani di bacino (DPR 18/7/1995) vi è "l'individuazione di situazioni a rischio idraulico, geologico e sismico". Successivamente per effetto di ulteriori disposizioni di legge emanate tra il 1998 ed il 2000 in seguito ad eventi eccezionali (L. 267/1998, L. 226/1999, L. 365/2000) alle Autorità di bacino fu affidato il compito di predisporre il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) che prevede la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico introducendo il concetto di rischio totale (R):

$$R = P \cdot V \cdot E \quad \text{dove}$$

- Pericolosità (P): probabilità che un fenomeno avverso (*Hazard*) di una certa intensità si verifichi in un dato periodo di tempo, in una data area e per determinate cause d'innescio;

- Vulnerabilità (V): grado di perdita atteso su un dato elemento o gruppi di elementi a rischio derivante da un potenziale fenomeno distruttivo di una data intensità (espressa in una scala da 0, nessuna perdita, a 1 perdita totale);

- Elementi a rischio (E): popolazione, proprietà, attività economiche a rischio in una data area.

Il primo aspetto da valutare nell'ambito della strategia della prevenzione è quindi connesso alla valutazione della pericolosità geologica; ovvero alla individuazione della probabilità che uno specifico processo potenzialmente calamitoso si verifichi in una determinata area, in un determinato intervallo temporale e con una determinata intensità. È evidente che la valutazione della pericolosità geologica secondo l'accezione canonica e completa del termine, implica, dal punto di vista dell'applicazione a casi reali, una serie di problemi non trascurabili, a causa della molteplicità e dell'elevato grado di indeterminazione delle variabili in gioco.

In particolare la visione temporale risulta di difficile applicabilità a valutazioni che riguardano i fenomeni franosi, dove le serie storiche sono spesso brevi o discontinue ed i fenomeni frequentemente si presentano come casi di neoformazione.

In ambito CARG sono stati finanziati 4 fogli di pericolosità geologica connessa con l'instabilità dei versanti, distribuiti sul territorio nazionale, al fine di testare diverse metodologie applicabili ai diversi ambiti geologici presenti sul territorio italiano ed alle differenti tipologie di fenomeni franosi. I 4 fogli (fig. 14) sono il foglio 028 Marmolada, 211 Deago, 250 Castelnuovo di Garfagnana e 407 San Bartolomeo in Galdo.

Il Servizio Geologico d'Italia ha deciso inoltre di realizzare una propria carta di Propensione al dissesto nell'area del foglio 348 Antrodoco, alla scala 1:50.000. Pur essendo tuttora in corso il rilevamento geologico della carta da parte dello stesso Servizio Geologico d'Italia, si è deciso di effettuare lo studio campione in tale area adottando e modificando all'uopo l'esistente rilevamento alla scala 1:100.000, con originali di campagna al 1:25.000, integrandolo con rilievi più moderni.

La scala adottata per la carta finale (1:50.000) risulta essere una scala intermedia tra quella locale di dettaglio e quella territoriale di area vasta e permette di analizzare differenti aspetti metodologici. I rilievi sul terreno sono stati comunque realizzati alla scala di 1:10.000, come di seguito meglio descritto.

L'area di studio è caratterizzata dalla presenza di successioni sedimentarie che abbracciano paleoambienti che variano dal bacino alla piattaforma interna, con tutte le facies intermedie di passaggio, ed età dal Triassico superiore al Neogene. I litotipi sedimentari registrano un'evoluzione tettonico-sedimentaria dei suoi bacini costituente un ciclo orogenetico completo.

L'area è caratterizzata da una orografia piuttosto accidentata, formata da crinali ad andamento meridiano, con morfologie molto accentuate e quote che arrivano oltre i 2000 m.

Dal punto di vista sismico l'area è caratterizzata da una elevata pericolosità, si sono infatti verificati in passato eventi di sismicità piuttosto rilevanti registrati anche in cataloghi storici.

L'approccio generale che è stato seguito per la realizzazione della carta è di tipo comparativo, sono state cioè applicate metodologie statistiche e deterministiche, confrontate ed analizzate allo scopo di mettere in luce aspetti negativi e punti di forza delle une e dell'altre.

I dati di base utilizzati provengono da banche dati pubbliche e liberamente fruibili, le elaborazioni effettuate, descritte nelle note illustrative, sono pertanto riproducibili da chiunque.

Il lavoro ha avuto le seguenti caratteristiche:

- Analisi Bibliografica

Per prima cosa è stata effettuata una analisi critica preliminare delle metodologie impiegate per la valuta-

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

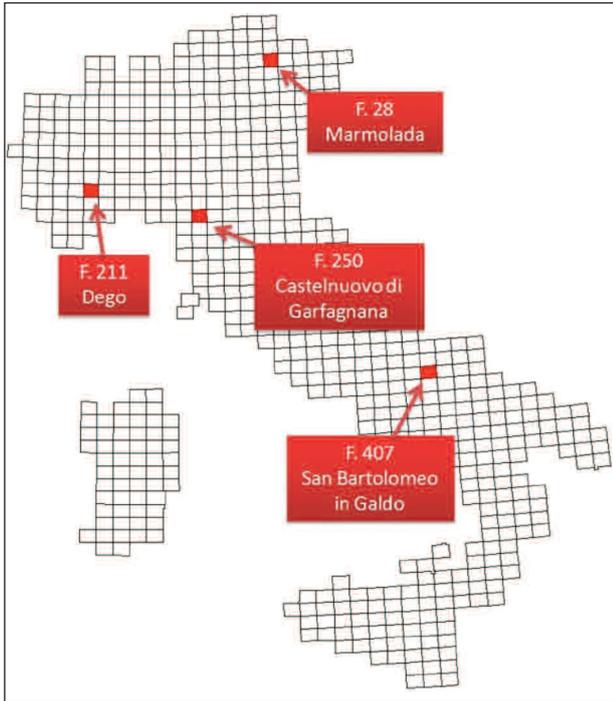


Fig. 14 - Localizzazione dei 4 fogli di pericolosità geologica per instabilità dei versanti.

- Position of the 4 experimental Geological hazard sheets in the Italian Country.

zione della pericolosità per frana. Si è proceduto ad una vasta ricerca bibliografica volta alla definizione dello stato dell'arte relativamente alle tecniche usate per la determinazione della pericolosità connessa all'instabilità dei versanti. La ricerca è stata condotta prendendo in considerazione la produzione scientifica nazionale ed internazionale inerente il tema, sia in termini teorici e metodologici, sia in termini applicativi a piccola e a grande scala,

- Carattere sperimentale attribuito allo studio

Come già detto ciò ha consentito di valutare più approcci e di individuare le metodologie più consone. Si è cercato di seguire un filo conduttore che partisse da metodi generali statistici a quelli più specifici deterministici;

- Ipotesi semplificative

Data la complessità del sistema si è operata la scelta, pur rimanendo in un'ottica di rigore scientifico, di introdurre alcune ipotesi semplificative in modo da poter impiegare procedure di individuazione della pericolosità facilmente applicabili;

- Interdisciplinarietà del gruppo di lavoro

Sono state coinvolte tutte le componenti interessate: il geologo innanzi tutto che contribuisce alla conoscenza dei processi geologici e delle loro interazioni con il territorio, l'ingegnere geotecnico, che affronta il problema delle implicazioni meccaniche, lo statistico, che affronta il problema spesso sottovalutato della gestione dei dati, l'informatico che formalizza il

tutto entro un modello concettuale per la progettazione e sviluppo di un Sistema Informativo Territoriale integrato.

- Utilizzo di dati *open source*

È stato utilizzato un Modello Digitale del Terreno a maglia 20 m proveniente dall'IGMI da cui sono state derivate le variabili morfometriche, topografiche ed idrologiche ed altri dati di libero accesso;

- Utilizzo di strumenti informatici

La strutturazione e gestione delle informazioni di base è avvenuta avvalendosi delle funzionalità consentite dai Sistemi Informativi Geografici e sviluppando specifiche interfacce per l'ingegnerizzazione della procedura;

- Elaborati cartografici e note illustrative

Si è cercato di predisporre un prodotto cartografico che pur derivando da un approccio scientifico rigoroso fosse di facile lettura, impiegando legende semplificate ed avendo come elementi a cornice diversi cartogrammi, schemi e tabelle di supporto all'interpretazione dell'elaborato tematico. Nelle note illustrative sono stati analizzati tutti gli aspetti teorici e pratici e discussi i risultati, al fine di fornire utili indicazioni a coloro che dovessero effettuare una analisi di pericolosità.

Al termine del lavoro che ha visto all'opera numerosi specialisti, come si è detto di differenti estrazioni, ed è stato utile a fare maturare in ambito ISPRA conoscenze e sviluppare aggiornati *skill* professionali è stato possibile definire alcuni criteri generali da condividere con il mondo scientifico e le realtà professionali pubbliche e private.

Grandissima attenzione e molte energie vanno indirizzate alla cura nella raccolta e definizione dei dati di base, che condizionano le analisi ed elaborazioni che possono essere effettuate. Una menzione particolare va fatta per l'archivio dei fenomeni franosi che deve essere il più aggiornato possibile, meglio se multi temporale, e per quanto possibile scevro da interpretazioni personali. Analogo discorso va fatto per l'accuratezza del modello digitale del terreno, dal quale direttamente ed indirettamente derivano molti dei fattori che contribuiscono alle elaborazioni.

È fondamentale valutare e validare i risultati ottenuti attraverso le metodologie che la statistica ci mette a disposizione (Curve ROC, curve *success/prediction*, etc.). Una previsione senza un test di affidabilità è poco più di una valutazione soggettiva.

Va scelta con cura e criterio anche la metodologia adottata per suddividere le classi di stabilità (alta - media - bassa). Una modellazione rigorosa può essere vanificata al momento di classificare l'attitudine delle classi, andando ad inficiare i risultati ottenuti.

Una modellazione molto spinta può essere non motivata in presenza di dati di base scadenti o mediocri e fungere solo da "copertura" ad una sostanziale ignoranza della situazione reale.

Nelle figure 15 e 16 sono mostrati due esempi delle elaborazioni effettuate e delle differenti possibili uscite di metodologie differenti.

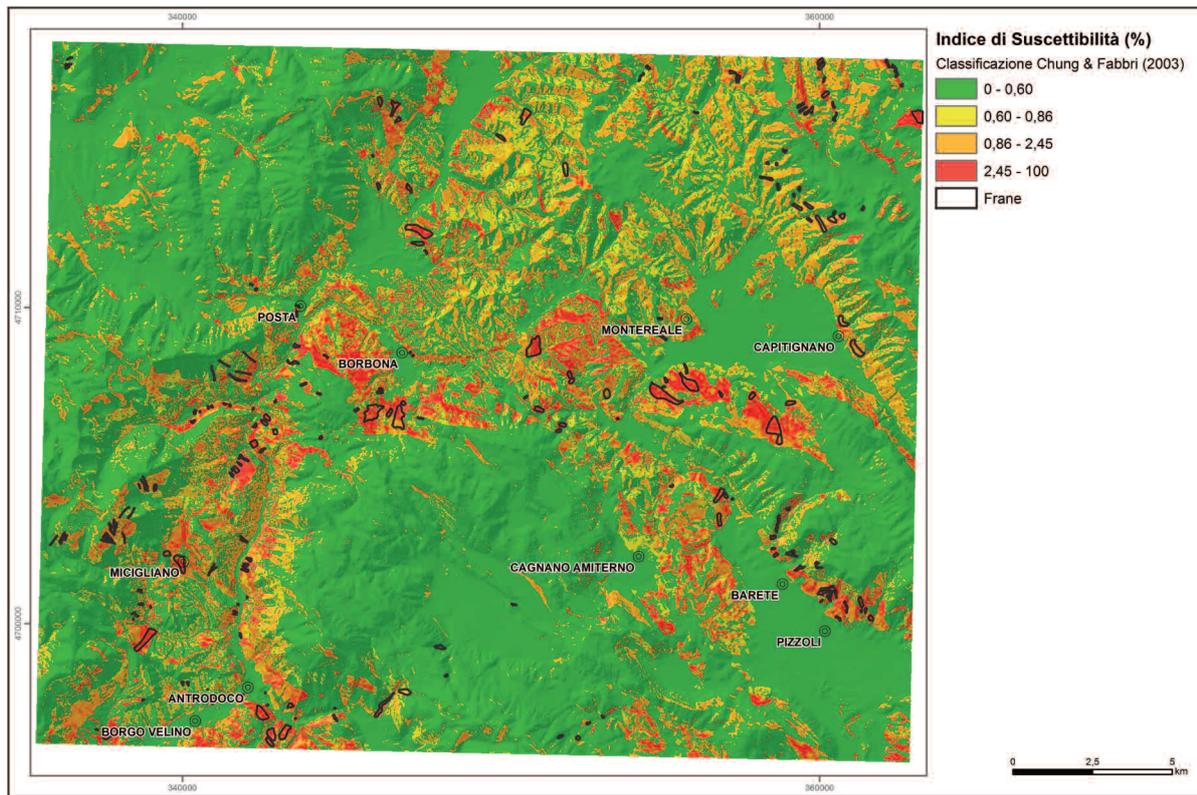


Fig. 15 – Elaborazione della suscettività di frana espressa in termini di probabilità utilizzando il metodo probabilistico della analisi logistica degli eventi rari. I regressori utilizzati dopo l'analisi bivariata sono l'esposizione, l'uso del suolo, il modello digitale del terreno, la pendenza, la litologia. Il territorio è suddiviso in quattro classi i cui limiti sono stati definiti mediante la metodologia di Chung e Fabbri del "ratio of effectiveness".

- *Landslide susceptibility in the area, defined according to the probabilistic approach of "logistics analysis of rare events". After a bivariate analysis, exposure, land use, digital terrain model, slope and lithology data were used as regressors. The study area was then classified in 4 classes whose limits are defined by the method of "ratio of effectiveness by Chung and Fabbri.*

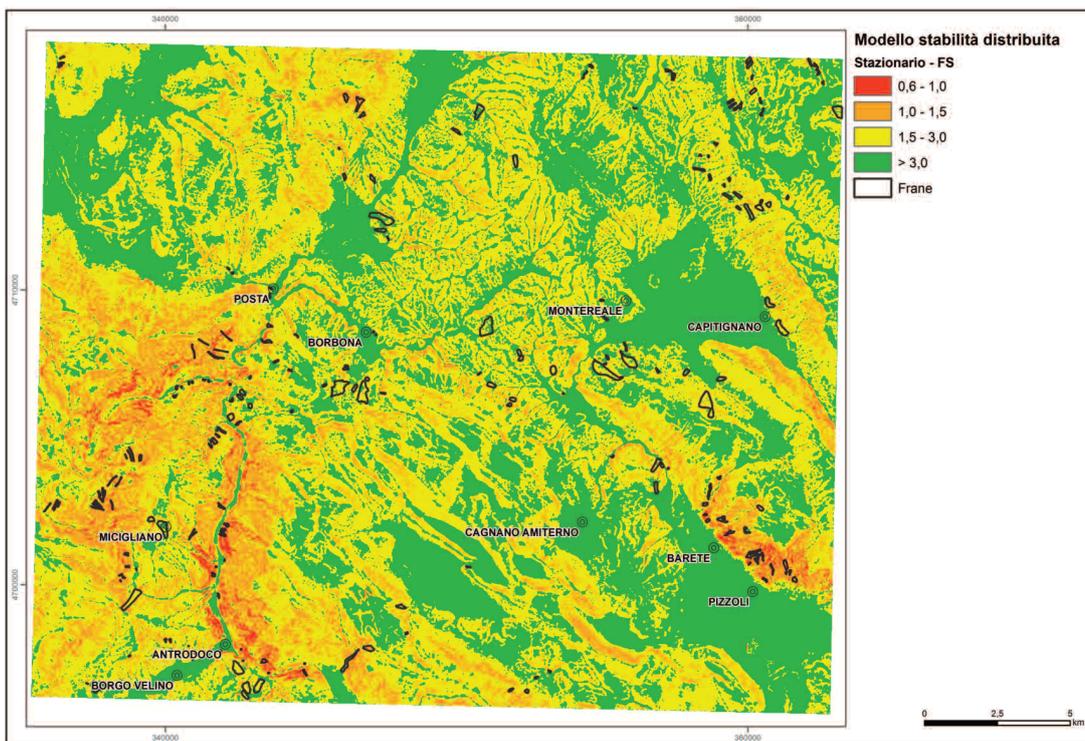


Fig. 16 - Elaborazione della suscettività di frana effettuata utilizzando il metodo deterministico del pendio infinito. Il risultato è espresso in termini di fattore di sicurezza. La modellazione effettuata consiste in una analisi di stabilità distribuita pixel a pixel della coltre superficiale su basamento rigido. Il modello di infiltrazione adottato è quello di Beven e Kirby, i dati di pendenza derivati dal DTM, le caratteristiche geotecniche da test di laboratorio. - *Landslide susceptibility in the area according to the deterministic approach of "infinite slope". The result is expressed in terms of safety factor. The modeling is carried out using a distributed stability analysis in each pixel of the superficial layer resting on the bedrock. The adopted infiltration model, by Beven and Kirby, uses slope data from DTM and geotechnical characteristics of the terrains coming from laboratory tests.*

6. - LA CARTA GEOLOGICA DEI MARI ITALIANI ALLA SCALA 1:250.000

D'ANGELO S. (*), FIORENTINO A. (*)

6.1. - CARTOGRAFIA DEI FONDALI A SCALA DI BACINO

La carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 rappresenta anche le aree marine (D'ANGELO, questo volume) entro il limite del taglio dei Fogli (fig. 17), ma ciò non consente di avere una visione sinottica della geologia di un intero bacino. Con i metodi utilizzati per il rilevamento a mare è molto difficile ottenere, con costi ragionevoli, una copertura areale di dati geologici in bacini profondi come il Mar Tirreno o il Mar Ligure. Il Mar Adriatico invece, per la sua costituzione fisiografica e geologica, permette di essere investigato con i comuni metodi di indagine, anche nel sottofondo. Inoltre, la notevole mole di dati raccolta, dalla sua fondazione, dall'Istituto di Geologia marina di Bologna (CNR-ISMAR) su questo mare ha consentito di realizzare e pubblicare, nell'ambito dei finanziamenti per il CARG, una cartografia dedicata esclusivamente alle aree marine, che fornisca una rappresentazione esaustiva e analitica delle conoscenze acquisite in questo bacino (FABBRI *et alii*, 2002). Per esprimere al meglio le informazioni raccolte si è stabilito di utilizzare la griglia di 1° di latitudine e 2° di longitudine utilizzata dall'IGMI per i Fogli della serie JOG, alla scala 1:250.000. Per raffigurare la maggior area marina possibile e mantenere la massima copertura delle acque territoriali ci si è avvalsi della possibilità di spostare in senso est-ovest la posizione dei Fogli JOG.

La geologia del Mare Adriatico è stata rappresentata alla scala 1:250.000, in 5 Fogli con relative note illustrative: NL-33-7 Venezia, NL 33-10 Ravenna, NK33-1/2 Ancona, NK33-5 Pescara, NK 33-6 NK 33-8/9 Vieste e Bari (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2001, 2011a, b, c, d) (fig. 17).

6.2. - STORIA GEOLOGICA DEL MARE ADRIATICO

Il Mare Adriatico si imposta fra l'Italia e i Balcani con profondità relativamente modeste: solo nel settore meridionale, al largo delle coste pugliesi, raggiunge la massima profondità di 1.200 metri (fig. 17). Geologicamente, il settore occidentale comprende l'avanfossa appenninica, mentre quello orientale appartiene all'avanfossa bradanica, separate dall'avampaese non deformato delle due catene (ARGNANI *et alii*, 1993). Le anomalie di Bouguer (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2005) mostrano valori minimi all'altezza del Conero, nella zona di Pescara e nei pressi della costa albanese; i valori massimi si riscontrano nelle zone del Gargano e dell'Istria.

La struttura di avanfossa continua, migrata verso est, durante il Pliocene-Quaternario; è evidenziata da due zone di accumulo di sedimenti in corrispondenza



Fig. 17 – Carta batimetrica del Mar Adriatico e carta-indice della Carta Geologica dei Mari italiani alla scala 1:250.000 (da TRINCARDI *et alii*, 2011). - Bathymetric map of the Adriatic Sea and Index Map of the Italian Seas Geological Map at 1:250,000 scale.

dei due minimi delle anomalie di Bouguer e da un riflettore sismico, acclive verso la catena appenninica, sul quale i depositi plio-quadernari terminano in *onlap* (ARGNANI & GAMBERI, 1997). Il riempimento dell'avanfossa nel Plio-Pleistocene è costituito da corpi sedimentari che vanno da torbiditi di mare profondo, depositi nel Pliocene inferiore, fino a progradazioni deltizie di mare basso succedutesi nel Pleistocene, con geometrie che hanno risentito delle variazioni relative del livello del mare (fig. 18).

6.2.1. - Informazioni su quattro dimensioni

I dati raccolti relativamente alle aree sommerse sono costituiti da profili sismici, sondaggi profondi e carotaggi, che permettono di investigare e dare un valore litologico e stratigrafico-sequenziale ai corpi geologici del fondo e del sottofondo marino, con una buona risoluzione verticale e una risoluzione spaziale che dipende dalla densità dei tracciati e dei prelievi. Data la variabilità spaziale dei depositi più superficiali investigati, l'unica tracciabilità laterale valida è quella delle superfici di discontinuità, mentre, per i corpi geologici più antichi, la griglia delle registrazioni sismiche consente di rappresentare l'assetto tettonico-strutturale delle formazioni relative alla superficie al di sotto della base del Pliocene, che coincide nell'area con la fase post-evaporitica.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

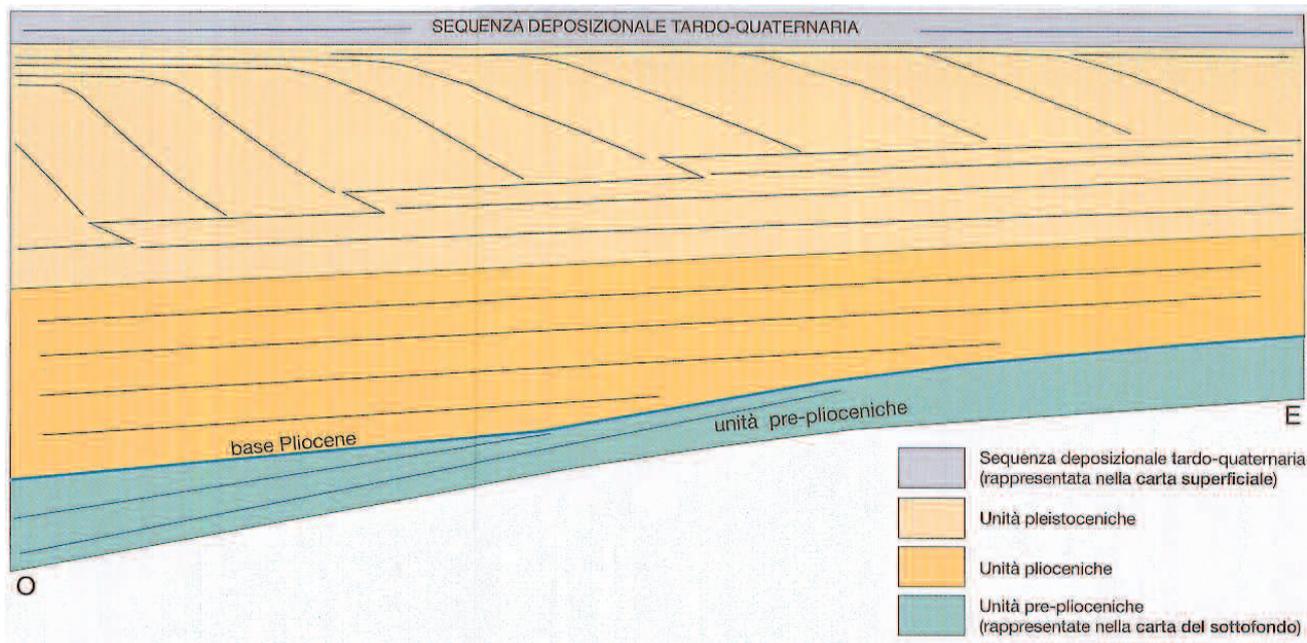


Fig. 18 – Schema dei rapporti stratigrafici e delle geometrie deposizionali (F. NL 33-10 Ravenna).
- Stratigraphical scheme and depositional patterns (sheet NL 33-10 Ravenna).

Per il Mare Adriatico è stato possibile quindi rappresentare la geologia di diversi orizzonti temporali in due carte per ciascun Foglio: la carta superficiale e la carta del sottofondo. I dati raccolti sono stati anche descritti, al di fuori del campo principale della carta, in numerose sezioni geologiche e carte accessorie che ricostruiscono lo spessore di corpi geologici sovrapposti, fornendo anche una descrizione spazio-temporale delle informazioni raccolte (FABBRI *et alii*, 2002) (fig. 19).

6.2.2. - Carta superficiale

La batimetria di dettaglio per lo studio dei fondali è stata ottenuta per mezzo di indagini acustiche *single-* e *multi-beam*. Le unità rappresentate sono state caratterizzate anche con l'ausilio di analisi delle bio e tafocenosi e di datazioni radiometriche dei campioni prelevati.

Sulle carte geologiche superficiali alla scala 1:250.000 del Mare Adriatico vengono rappresentati

tutti i corpi geologici che affiorano o sub-affiorano sul fondo, con particolare riferimento ai depositi relativi all'ultima fluttuazione tarso-quaternaria del livello marino (post 125.000 anni ca.); in particolare se ne descrivono l'estensione areale, lo spessore e le facies caratteristiche. I depositi maggiormente rappresentati sono quelli relativi al cuneo di stazionamento alto (*HST*) che si allunga parallelo alla costa attuale, alimentato dai sedimenti fini provenienti dai principali fiumi, dispersi lungo costa dalla circolazione antioraria delle acque del Mare Adriatico, e quelli trasgressivi (*TST*), di ambiente paralico-costiero e marino, che registrano il progressivo cambiamento nell'assetto fisiografico che accompagna la risalita del livello del mare; alla base della sequenza, i depositi relativi alla caduta e allo stazionamento basso del livello del mare (*FSST-LST*) sono costituiti da argille continentali, con orizzonti torbosi e corpi sabbiosi, delimitati al tetto da una superficie di esposizione subaerea (fig. 20).

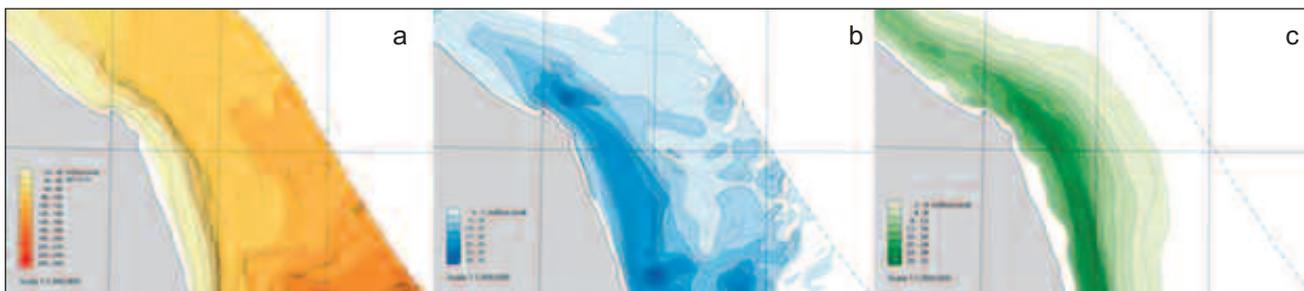


Fig. 19 – a) Carta delle isocrone della superficie di trasgressione del l.m.; b) carta degli spessori dei sistemi trasgressivi del l.m.; c) carta degli spessori dei sistemi di stazionamento alto del l.m. (dal F. NK 33-1-2 Ancona).

- a) Isochrone map of the transgressive s.l. surface; b) isopach map of the transgressive systems tract; c) isopach map of the Highstand Systems Tract. (sheet NK 33-1-2 Ancona)

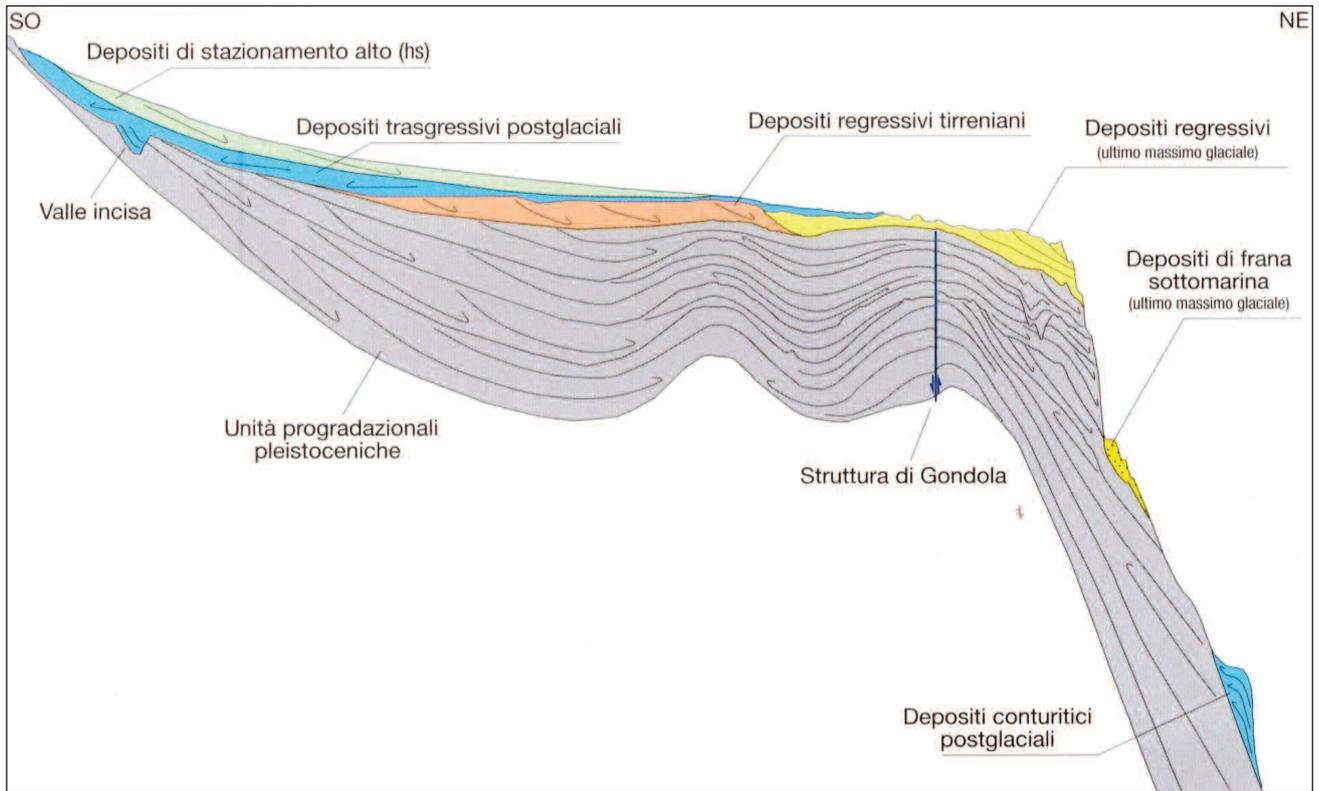


Fig. 20 – Schema dei rapporti stratigrafici delle unità tarso pleistoceniche-oloceniche (F. NK 33-8/9 Bari superficiale).
- Scheme of stratigraphic relationships of the late Pleistocene-Holocene units (NK 33-8/9 Bari seafloor sheet).

Le carte (fig. 21) riportano i depositi tarso-quadernari suddivisi, in base alle fasi principali dell'ultimo ciclo glacio-eustatico, in:

- sistemi di stazionamento alto *HST* (ultimi 5.000 anni ca.);
- sistemi trasgressivi *TST* (intervallo 18.000-5.000 anni ca.);
- sistemi di stazionamento basso *LST* (intervallo 25.000-18.000 anni ca.);
- sistemi di caduta del livello del mare *FST* (intervallo 125.000-25.000 anni ca.).

In alcuni casi i sistemi di caduta e di stazionamento basso del livello del mare non sono acusticamente separabili.

6.2.3. - Carta del sottofondo

Nelle carte geologiche del sottofondo alla scala 1:250.000 del Mare Adriatico sono rappresentate le unità "affioranti" al di sotto della base del Pliocene e le isocrone (in tempi doppi) della base della successione post-evaporitica; l'evoluzione tettono-stratigrafica dell'area è evidenziata da diagrammi crono-stratigrafici e da schemi tettono-stratigrafici basati principalmente sui dati dei pozzi per l'esplorazione petrolifera. Le formazioni che raggiungono questa paleo-superficie appartengono a una deposizione prevalentemente carbonatica di piattaforma di margine passivo, che nel Giurassico inferiore si suddivide in due domini paleogeografici: di piattaforma e di bacino pelagico. I raccordi della catena appenninica a partire dall'Oligocene provocano una flessurazione della placca adriatica che determina nell'area di bacino i primi arrivi di materiale silicoclastico e l'in-

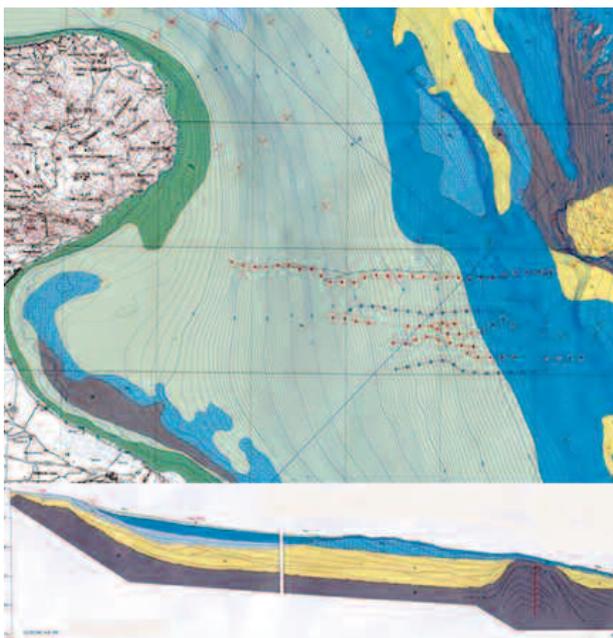


Fig. 21 – Campo carta e sezione sismica interpretata del F. NK 33-8/9 Bari (superficiale).
- Map and interpreted seismic profile of sheet NK 33-8/9 Bari (seafloor).

staurarsi del sistema orogenico di avanfossa-avampaese.

Le carte (fig. 22) descrivono le formazioni distribuite al di sotto della successione post-evaporitica e rappresentano:

- la carta delle isocrone della superficie che marca la base della successione pliocenico-quadernaria;
- le strutture tettoniche che interessano tale superficie;
- le sezioni geologiche e gli schemi stratigrafici che illustrano l'evoluzione geologica di lungo periodo e l'attuale assetto strutturale;
- dove presente, è riportata anche l'attività sismica e le sue relazioni con le strutture tettoniche.

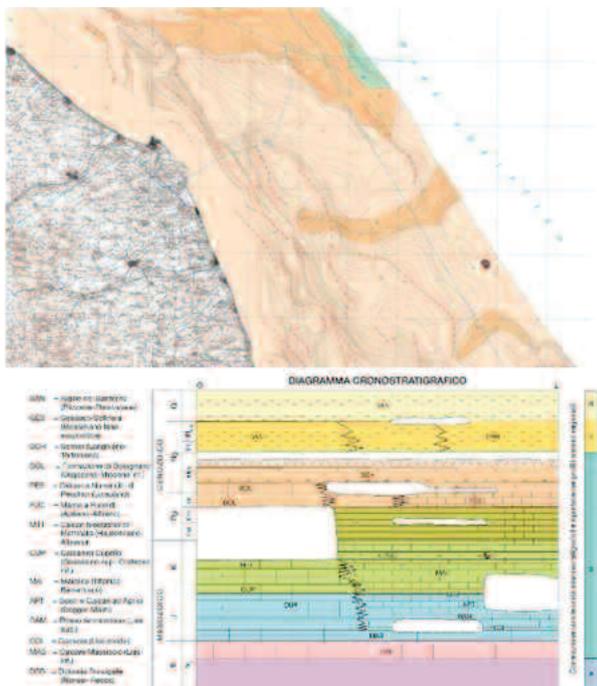


Fig. 22 - Campo carta e diagramma cronostratigrafico del F. NK 33-1-2 Ancona (sottofondo).

- Map and chronostratigraphic diagram of sheet NK 33-1-2 Ancona (subbottom).

6.2.4. - Linee guida e confronto con i Paesi confinanti

Le linee guida e i criteri di rilevamento per questo tipo di cartografia sono state redatte dall'ISMAR-CNR di Bologna, affiancato dal Servizio Geologico per definire gli standard cartografici (FABBRI *et alii*, 2002). La scala delle carte è risultata la più idonea per definire con il maggior dettaglio possibile l'assetto geologico-strutturale dell'area sommersa del territorio nazionale e, soprattutto, per costituire una base di confronto utile, riguardo alla stessa tematica, con Paesi confinanti sul lato orientale dell'Adriatico.

Dal 2013 il Servizio Geologico è coinvolto, insieme agli altri Servizi geologici europei, in un Progetto (EMODNet Geology, <http://www.emodnet.eu/geology>) per la raccolta sistematica ed armonizzazione dei dati geologici esistenti dei mari europei. Nell'ambito di tale Progetto è stato creato un Gruppo di lavoro con Slo-

venia, Croazia, Montenegro, Albania, OGS e ISMAR, per fornire un prodotto unico ed omogeneo di dati geologici del mare Adriatico, che ha messo a frutto e implementato la cartografia finora prodotta alla scala 1:250.000 (fig. 23).

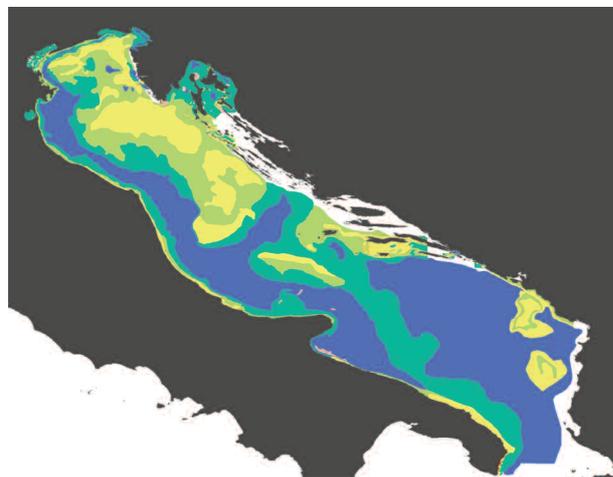


Fig. 23 - Carta dei sedimenti superficiali del Mare Adriatico - Elaborazione finalizzata al Progetto EMODNet Geology: <http://www.emodnet.eu/geology>.

- Sea floor sediments of the Adriatic Sea - Ongoing elaboration aimed at the EMODNet Geology Project: <http://www.emodnet.eu/geology>.

7. - LE CARTE GEOLOGICHE DI SOTTOSUOLO: DAI FOGLI CARG ALLE MAPPE DERIVATE DA MODELLI 3D

D'AMBROGI C. (*)

Fin dai primi passi della geologia come scienza moderna, la capacità di conoscere, descrivere e comunicare l'assetto geologico del sottosuolo ha rappresentato una delle principali sfide per i geologi. Rappresentazioni sorprendentemente efficaci delle strutture geologiche al di sotto della superficie topografica si trovano in numerosi trattati di scienze naturali e in alcune delle pubblicazioni più antiche e significative della geologia moderna (fig. 24) come *Theory of the Earth* di J. HUTTON (1795).

Per più di un secolo (es. SPADA LAVINI & ORSINI, 1867; MENEGUZZO, 1868), panorami geologici, tagli teoretici, spaccati e sezioni (fig. 25) hanno costituito lo strumento di rappresentazione e comunicazione più diffuso della geologia di sottosuolo; dati raccolti sul terreno e osservazioni sull'andamento delle strati, spesso grazie a panorami in zone montuose, costituivano gli unici vincoli disponibili per ipotizzare la geometria e i rapporti delle strutture nel sottosuolo.

Tuttavia quasi mai, se non accidentalmente, tali rappresentazioni includevano aree pianeggianti; queste

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

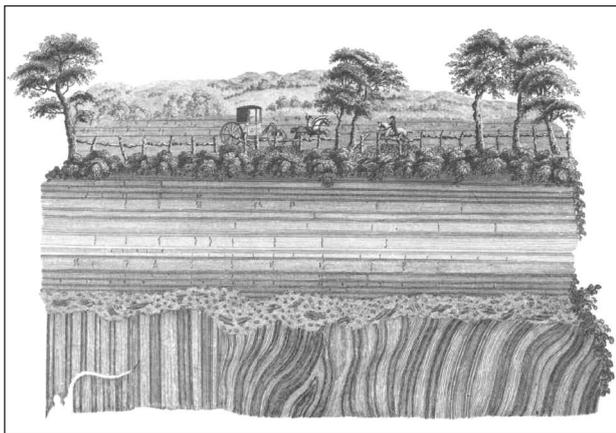


Fig. 24 - Incisione utilizzata da James Hutton nel volume I di Theory of the Earth, plate III (1795). Il disegno raffigura la superficie di *unconformity* tra gli strati verticali del Siluriano e le sovrastanti arenarie a giacitura orizzontale del Devoniano (Upper Old Red Sandstone). Il disegno è stato realizzato da John Clerk of Eldin (1787) presso Jedburgh.
 - Engraving by John Clerk of Eldin (1787) of the Hutton's unconformity used in volume I of Theory of the Earth, plate III. The artwork represents the unconformity between Silurian vertical strata and the above horizontal Devonian sandstones (Upper Old Red Sandstone), near Jedburgh. (CC-BY SA).

zone, dove “l'essenziale è invisibile agli occhi” (DE SAINT-EXUPÉRY, 1943), sono state quasi del tutto ignorate dai geologi per più di un secolo per l'impossibilità, in assenza di strumenti di indagine moderni e tecnicamente avanzati, di investigare ciò che non risultava visibile all'osservazione diretta.

Solo in tempi più recenti geologi e cartografi, in larga parte spinti dalle crescenti necessità di risorse mi-

nerarie, hanno dovuto orientare la loro attenzione anche alle vaste aree di pianura nel cui sottosuolo erano presenti giacimenti minerali (es. carbone, minerali, idrocarburi); la necessità di sviluppare metodi per la rappresentazione della distribuzione, della profondità e dell'assetto strutturale di unità geologiche di interesse economico è diventata sempre più pressante.

A partire dalla fine del 1800, e ancor di più nei primi decenni del 1900, diventano sempre più comuni carte tematiche (minerarie e delle materie prime) che tentano di rappresentare la geologia di sottosuolo.

Sono degli esempi particolarmente significativi le sezioni e mappe allegate al volume “*Les bouillères en 1867*” di BURAT (1868) (fig. 26) e la “*Carte Générale des Mines de Belgique – Bassin bouillère de Charlevoi*” (ICM, 1883).

Quest'ultima è una vera e propria “carta geologica” di sottosuolo che mappa, ad una quota di 150 metri sotto il livello del mare, l'andamento e l'estensione dei livelli a carbone e delle “*failles ou cassures*” ossia le “faglie o interruzioni” che li dislocano (fig. 27).

Queste prime mappe si basavano prevalentemente sull'osservazione diretta, effettuata in pozzo e galleria, oltre che su quanto desumibile dalle zone di affioramento; esse prevedevano già simbologie differenti per i livelli direttamente osservati, per quelli ipotizzati in vicinanza di controlli diretti e per quelli ipotizzati, ma a notevole distanza o in assenza di controlli diretti (fig. 4), fornendo di fatto anche un'indicazione sull'incertezza dei limiti stessi.

Le mappe di sottosuolo sono cominciate a diventare uno strumento diffuso ed utilizzato in modo continuativo a partire dai primi decenni del 1900, con l'intensi-

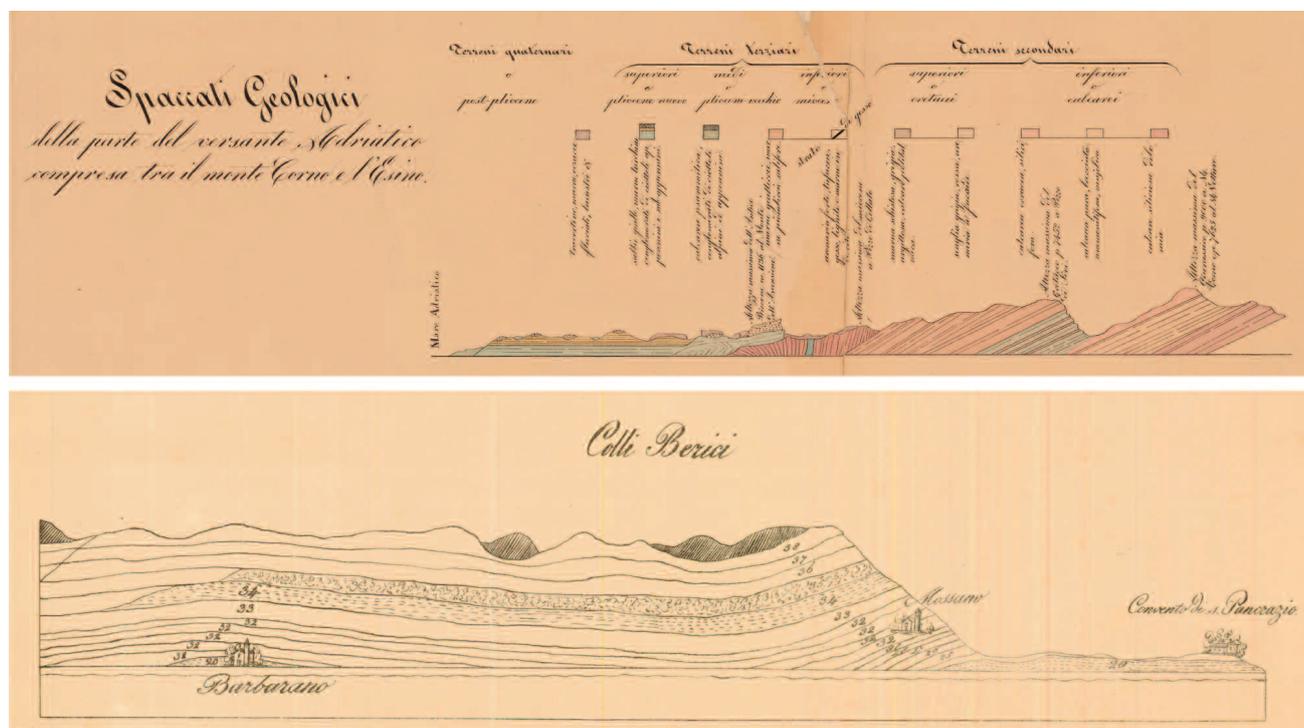


Fig. 25 - In alto, spaccato geologico dal monte Vettore al mar Adriatico, attraverso il Monte dell'Ascensione (SPADA LAVINI & ORSINI, 1867); in basso sezione attraverso i Colli Berici (MENEGUZZO, 1868). Collezione cartografica - Servizio Geologico d'Italia, Biblioteca ISPRA.
 - Above, geological cross section from Monte Vettore to Adriatic Sea, through Monte dell'Ascensione; below, schematic geological cross section through Colli Berici. Kindly permission ISPRA Library.

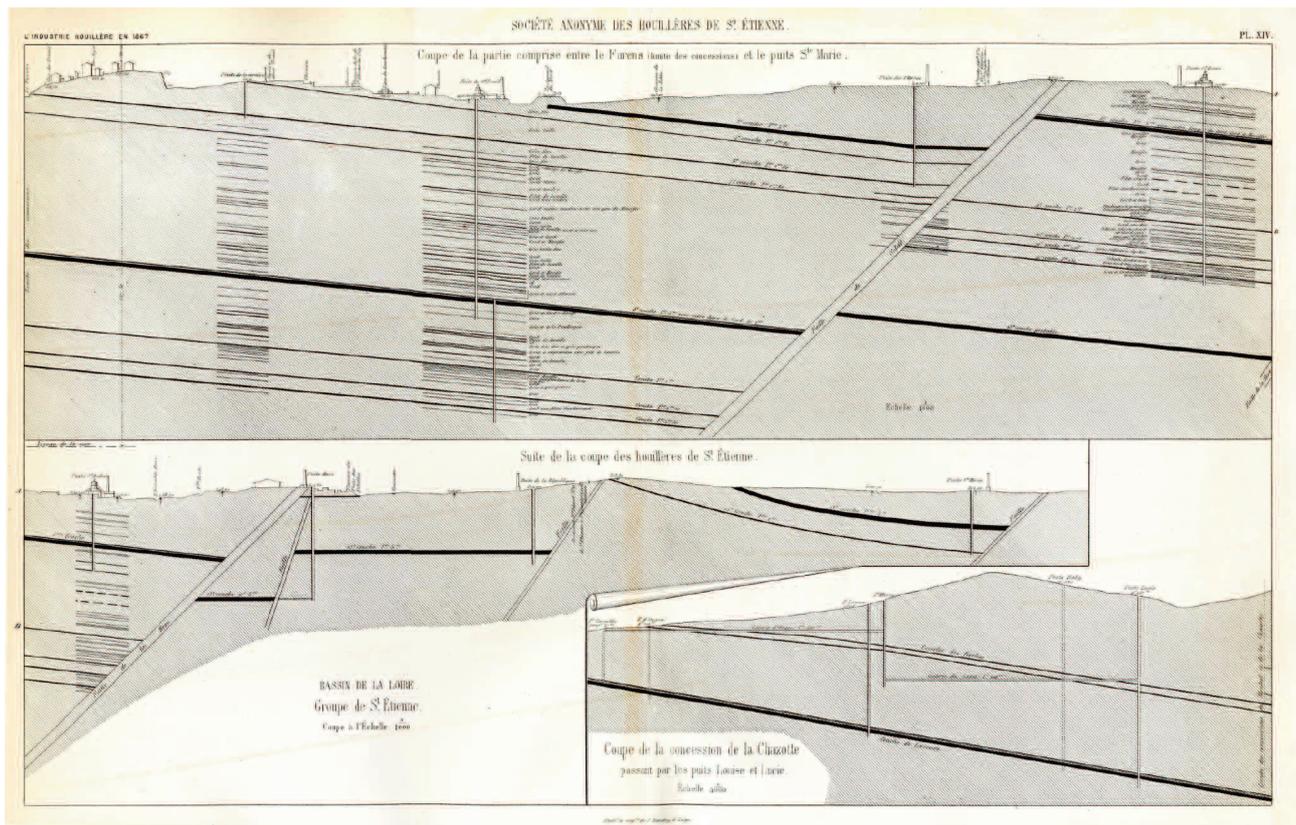


Fig. 26 – Esempi di sezioni geologiche attraverso giacimenti a carbone, contenute in BURAT (1868). Collezione cartografica - Servizio Geologico d'Italia, Biblioteca ISPRA.

– *Geological cross sections of coal fields, reported in BURAT (1868). Kindly permission ISPRA Library.*

ficarsi delle attività di ricerca delle risorse minerarie e degli idrocarburi, anche grazie allo sviluppo di metodi geofisici di indagine indiretta capaci di sopperire, soprattutto nelle aree pianeggianti, all'assenza di dati diretti sulle caratteristiche delle unità geologiche.

Mappe strutturali, mappe delle isobate e delle isopache, sono diventate lo strumento di base per la conoscenza del sottosuolo limitandosi, tuttavia, a descrivere porzioni di territorio relativamente ristrette in corrispondenza dei giacimenti e mappando solo orizzonti di interesse economico.

La prima mappa di sottosuolo a scala nazionale è rappresentata dalla Modello Strutturale (CNR, 1990) che include le isobate della base del Pliocene fornendo un'immagine generale dell'assetto strutturale del bacino di avanfossa Padano-Adriatico.

Successivamente sono state realizzate carte di sottosuolo, a scala regionale, con finalità applicative (REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998; REGIONE LOMBARDA & ENI DIVISIONE AGIP, 2002) nelle quali vengono mappati "gruppi acquiferi"; in questo caso si tratta di orizzonti e corpi geologici che raggiungono profondità massime di circa 1.000 metri. In tempi più recenti analogo approccio è stato proposto anche per il settore piemontese della Pianura Padana (IRACE *et alii*, 2009).

Un sostanziale passo in avanti si realizza con l'av-

vento del Progetto CARG; per la prima volta la carta geologica ufficiale dello Stato include, tra i suoi prodotti, fogli geologici di sottosuolo, che accompagnano, nelle grandi aree di pianura, i fogli geologici s.s.

La realizzazione di questi nuovi prodotti cartografici, sebbene non obbligatoria, è stata estesamente adottata per i fogli geologici della Pianura Padana: Milano, Salsomaggiore Terme, Parma Nord, Guastalla, Codigoro, Parma Sud, Reggio nell'Emilia, Modena, San Giovanni in Persiceto, Poggio Renatico, Portomaggiore, Comacchio, Sassuolo, Casalecchio di Reno, Bologna, Lugo, Ravenna, Faenza, Forlì-Cervia, Cesena, Rimini, Portogruaro, Venezia, Chioggia-Malamocco⁽¹⁾.

Il contenuto di questi fogli non è omogeneo; di volta in volta viene rappresentato, generalmente tramite isobate, l'elemento geologico di sottosuolo maggiormente significativo o di interesse per l'area (es. base di sintema, profondità del tetto di depositi grossolani quali ghiaie o sabbie) (fig. 28). Il campo carta è accompagnato da sezioni geologiche, talora a forte esagerazione verticale per consentire una rappresentazione di maggiore dettaglio, vincolate da carotaggi appositamente eseguiti nell'ambito del Progetto CARG, o da altri pozzi, carotaggi e indagini geognostiche. Se pubblicamente disponibili vengono rappresentate anche linee sismiche utili per la correlazione delle unità affioranti con quelle di sottosuolo.

⁽¹⁾ <http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/index.html>

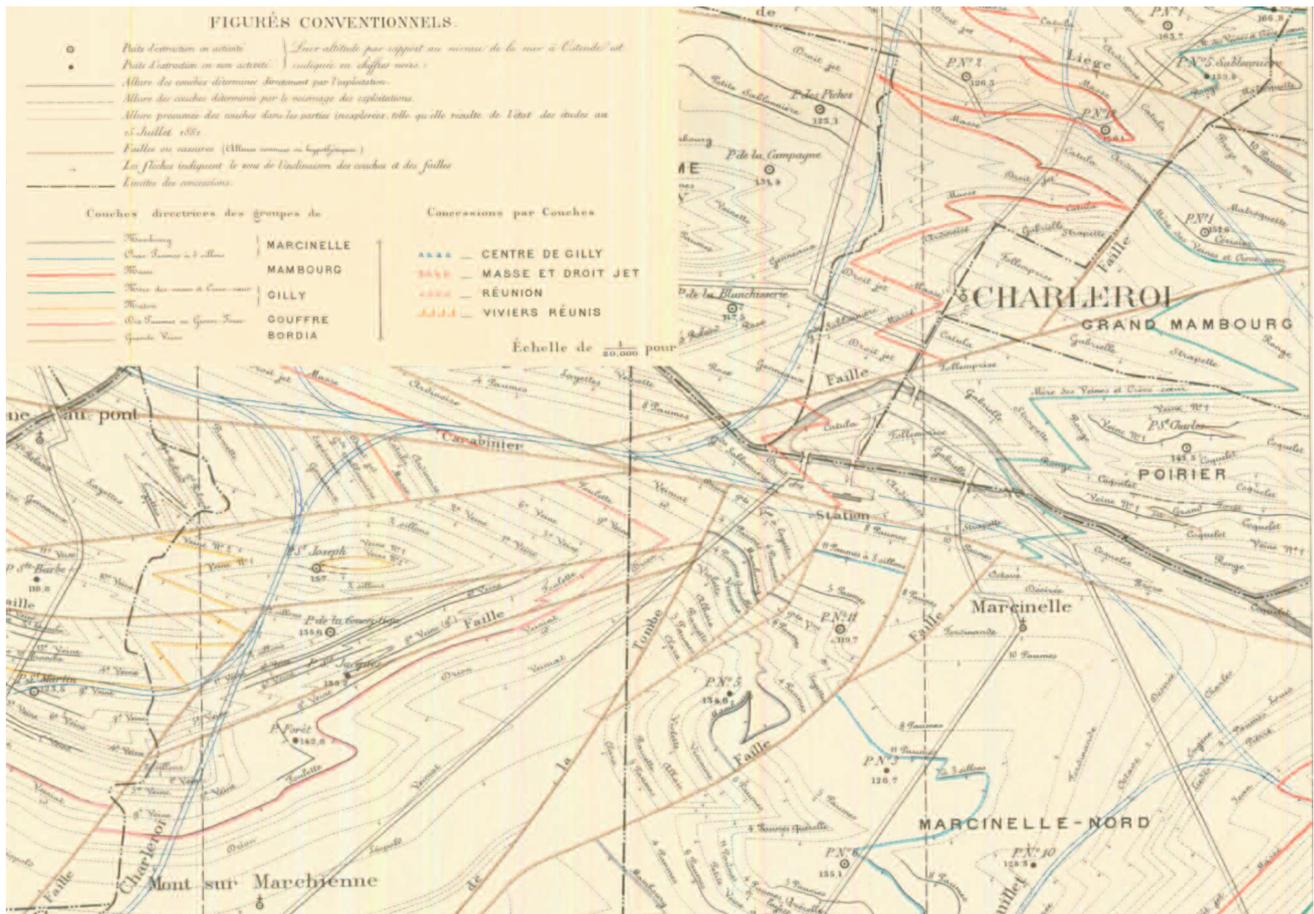


Fig. 27 – Stralcio della carta di sottosuolo del bacino carbonifero di Charleroi (ICM, 1883). La carta rappresenta l'andamento degli orizzonti a carbone ad una profondità di 150 metri. Collezione cartografica - Servizio Geologico d'Italia, Biblioteca ISPRA.
 – Detail of the subsurface map of the Charleroi coal field (ICM, 1883). The map shows the coal layers at depth of 150 m. Kindly permission ISPRA Library.

Lo sviluppo delle più moderne tecniche di elaborazione dei dati e di modellazione geologica tridimensionale ha dato un ulteriore importante impulso alla conoscenza, descrizione e rappresentazione del sottosuolo. La possibilità di integrare in modo veloce e consistente grandi quantità di dati, grazie a strumenti *hardware* e *software* dedicati, ha reso possibile la ricostruzione tridimensionale di dettaglio di aree sempre più vaste del territorio nazionale.

Il Servizio Geologico d'Italia ha sviluppato, a partire dal 1999, parallelamente alla realizzazione del progetto di cartografia geologica nazionale, specifiche attività di modellazione geologica 3D⁽²⁾ implementando *workflow* di costruzione per diverse tipologie di dati di partenza (DE DONATIS *et alii*, 2002; D'AMBROGI *et alii*, 2010; CHIARINI *et alii*, 2014; ISPRA, 2015), affiancando analoghe attività svolte da Servizi geologici di altri paesi stranieri (es. *British Geological Survey* – BGS⁽³⁾ *Bureau de Recherches Géologiques et Minières* – BRGM⁽⁴⁾ *Geoscience Australia*⁽⁵⁾ *Bayerisches Landesamt für Umwelt* – LfU⁽⁶⁾).

I modelli geologici 3D prodotti nell'ambito di queste attività interessano contesti geologici e fisiografici molto diversi (da zone di catena a pianure alluvionali), sono caratterizzati da estensione areale e verticale molto differente (da pochi km² a copertura nazionale, da poche centinaia di metri a diverse decine di km) e utilizzati per applicazioni differenti (dalle ricostruzioni paleogeografiche, all'analisi e caratterizzazione di faglie attive, alla parametrizzazione dei volumi rocciosi) (es. MAESANO & D'AMBROGI, 2015; MAESANO *et alii*, 2015).

Rispetto alle tradizionali carte geologiche i modelli 3D presentano alcuni vantaggi sostanziali: i) l'integrazione di grandi quantità e tipologie diverse di dati; ii) il rapido aggiornamento del modello all'acquisizione di nuovi dati; iii) la possibilità di interrogazione ed estrazione "in automatico" di informazioni dedicate a specifiche esigenze (es.: tagli geologici a profondità definite dall'utente, calcolo dei volumi di corpi geologici di interesse applicativo, mappe delle deformazioni su specifici orizzonti geologici, mappe

⁽²⁾ <http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/geoit3d-modellazione-e-visualizzazione-tridimensionali-dei-dati-geologici>

⁽³⁾ <http://www.bgs.ac.uk/services/3Dgeology/home.html>

⁽⁴⁾ <http://www.brgm.fr/activites/geologie/referentiel-geologique-france>

⁽⁵⁾ <http://www.ga.gov.au/data-pubs/interactive-3d-models>

⁽⁶⁾ http://www.lfu.bayern.de/geologie/3d_modelle/index.htm

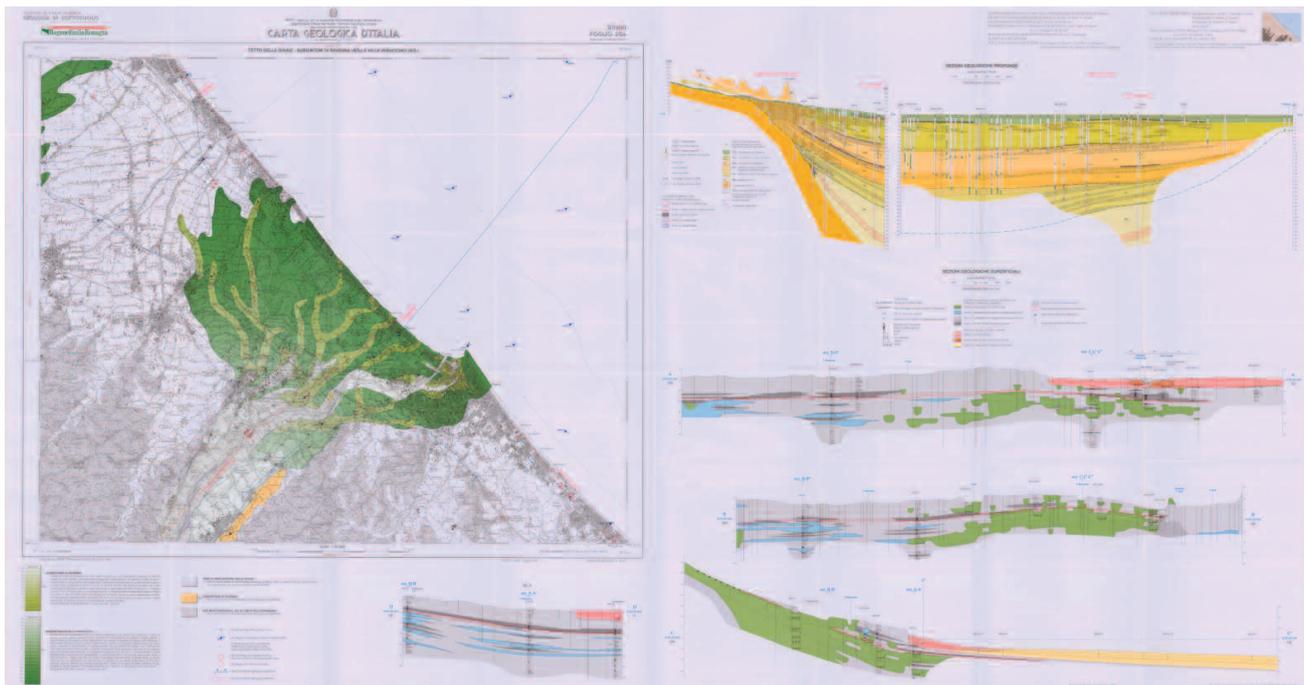


Fig. 28 – Geologia di sottosuolo. Allegato al Foglio 256 Rimini (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2005).
– *Subsurface geology. Enclosed to sheet 256 Rimini.*

degli spessori, ecc.); iv) la possibilità di fornire elaborazioni quantitative.

La produzione di mappe derivate dai modelli geologici 3D (es. mappe delle isobate di tutti gli orizzonti modellati, mappe geologiche a profondità costante) è stata testata dal Servizio Geologico d'Italia nell'ambito del Progetto europeo GeoMol⁽⁷⁾ attraverso lo sviluppo

di modalità di rappresentazione che consentissero di preservare al massimo il dettaglio presente nel modello geologico 3D e di rendere, pur in forma bidimensionale, il livello di complessità delle strutture, in particolare modo dei sistemi di *thrust* (o delle faglie a basso angolo) (fig. 29). I piani di *thrust* sono rappresentati attraverso la proiezione in mappa della por-

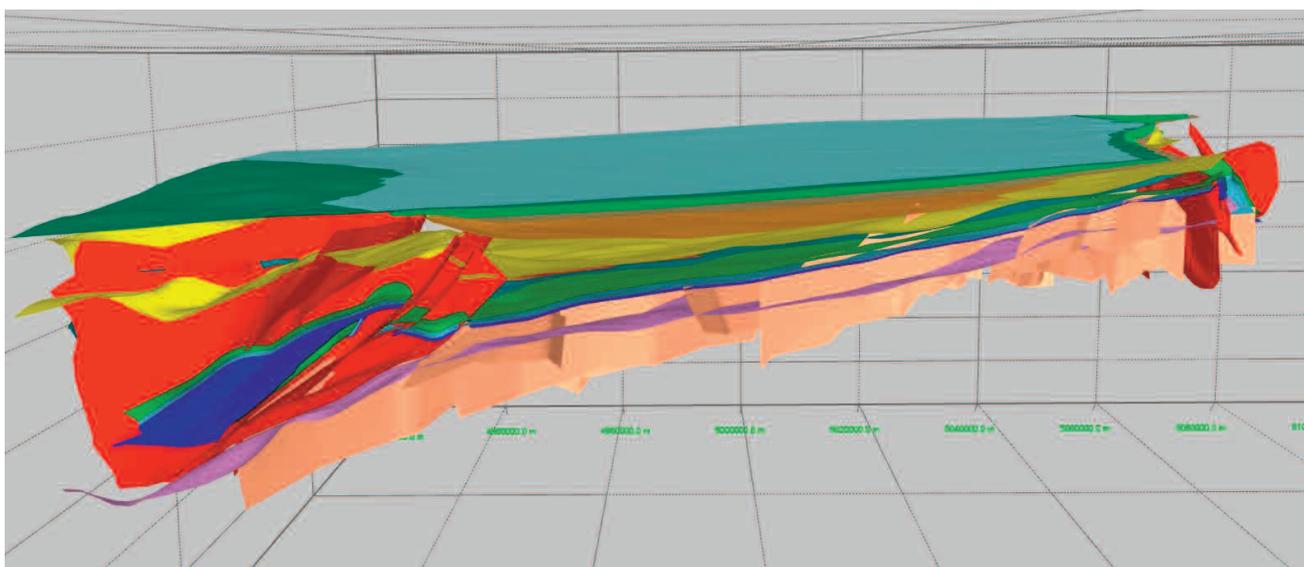


Fig. 29 – Modello geologico 3D della Pianura Padana centrale, visto da est. Le superfici in rosso sono i piani di *thrust*. Il modello è consultabile tramite un 3D Explorer (www.geomol.eu).
– *Geological 3D model of the central Po Plain, view from east. The red surfaces represent thrusts. The 3D model is accessible through a dedicated 3D Explorer (www.geomol.eu).*

⁽⁷⁾ www.geomol.eu

zione di piano di faglia compresa tra l'*upper tip* e l'*hangingwall cutoff* (fig. 30).

Il confronto tra la base del Pliocene rappresentata nel Modello Strutturale (CNR, 1990) e la medesima superficie derivata dal modello 3D e mappata secondo le modalità descritte evidenzia le differenze tra le due forme di rappresentazione (fig. 31).

Inoltre le mappe derivate dal modello geologico 3D contengono informazioni quali:

i) la non occorrenza dell'orizzonte mappato (perché non deposto o eroso);

ii) le aree nelle quali non è stato possibile modellare l'orizzonte con i dati disponibili;

iii) la posizione dei dati che hanno costituito vincoli per la costruzione del modello;

iv) la densità dei dati (fig. 34).

Per la prima volta carte di sottosuolo di aree estese del territorio nazionale sono rese pubblicamente disponibili in formato digitale tramite un Mapviewer dedicato: GeoIT3D – 3D model-derived maps of the Italian subsurface⁽⁸⁾. Tutte le mappe sono accessibili tramite Web Map Services (WMS) e un catalogo di metadati.

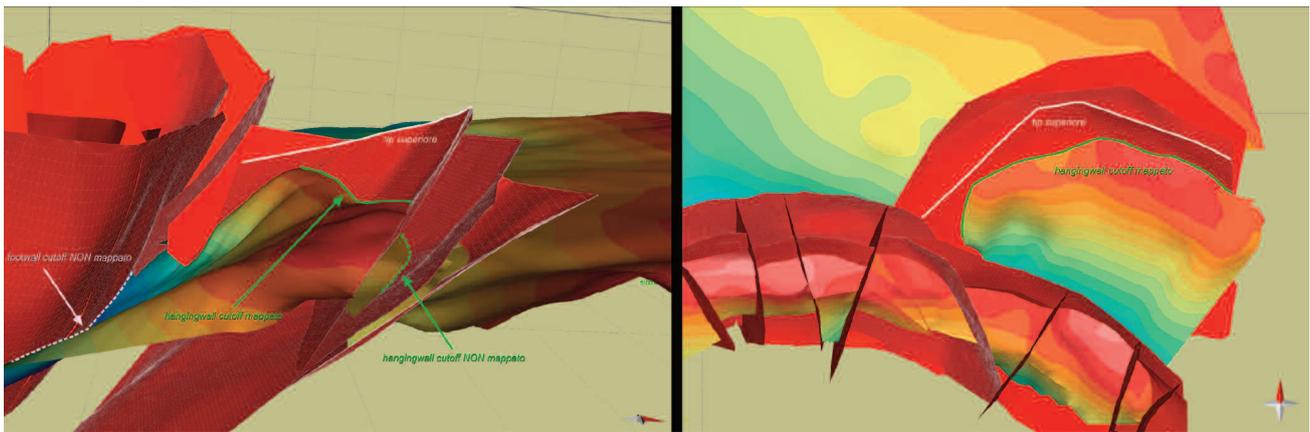


Fig. 30 – Porzione del modello geologico 3D della Pianura Padana centrale con indicazione del *tip* delle faglie e dell'*hangingwall cutoff* rappresentati in mappa. L'orizzonte mappato è il *top* della Scaglia (ISPRA, 2015).

– Portion of the geological 3D model of the central Po Plain; the mapped fault upper tips and hangingwall cutoffs are indicated. The mapped horizon is the top of the Scaglia formation.

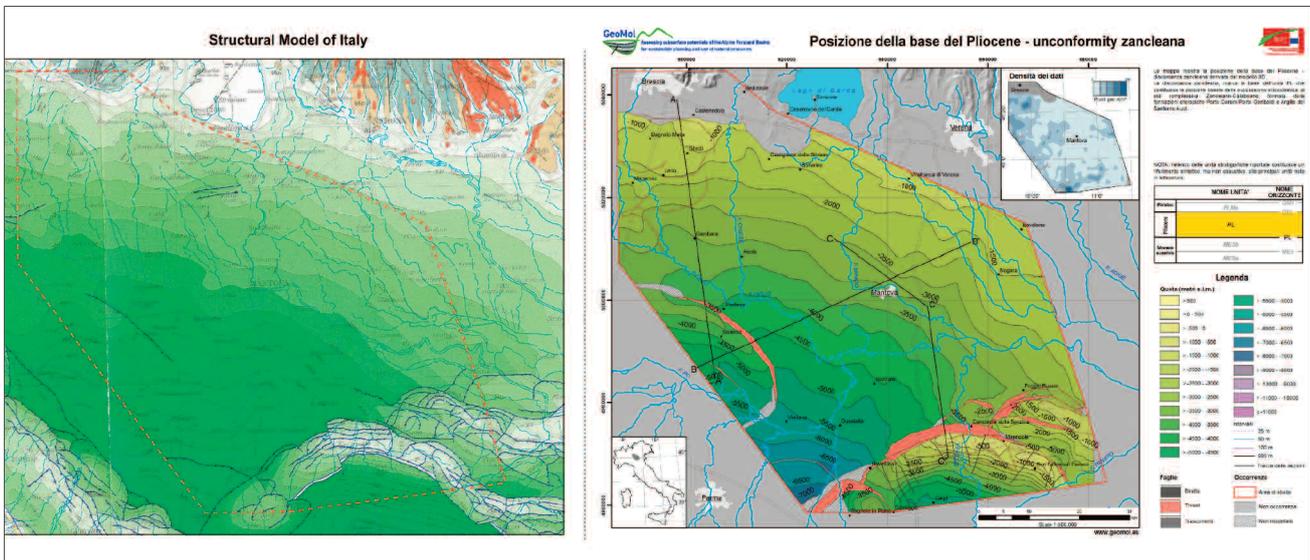


Fig. 31 – A sinistra, stralcio del Foglio 1 *Structural Model of Italy* (CNR, 1990). Le isobatte rappresentano la profondità del Pliocene; il limite a tratteggio rosso indica la posizione dell'area mappata nella mappa a destra. A destra, mappa delle isobatte della base del Pliocene – *unconformity zancleana* (ISPRA, 2015) derivata dal modello geologico 3D (fig. 29).

– To the left, detail of the *Structural Model of Italy* – Sheet 1. The isobaths represent the depth of Pliocene; the red dashed line is the boundary of the area mapped on the right figure. To the right, isobath map of the base of the Pliocene – *Zanclean unconformity* derived from the 3D geological model (fig. 29).

⁽⁸⁾ <http://sgi2.isprambiente.it/GeoIT3D/>

8. – LA CARTA GEOLOGICA CON ELEMENTI TEMATICI E CARTA DEI PAESAGGI SOTTOMARINI DEL PARCO NAZIONALE DEL CILENTO, VALLO DI DIANO E ALBURNI - EUROPEAN AND GLOBAL GEOPARK

LETTIERI M. (*), MURARO C. (*)

La *Carta Geologica con elementi tematici e Carta dei Paesaggi Sottomarini del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni - European and Global Geopark* è il prodotto di una convenzione stipulata tra il Servizio Geologico d'Italia ed il Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni. Questa collaborazione rientra nell'ambito delle pubbliche finalità affidate dal Legislatore ad entrambi gli Enti che hanno, quale interesse comune, lo svolgimento di attività volte alla valorizzazione, tutela e promozione del patrimonio geologico, alla realizzazione di prodotti conoscitivi del territorio, alla promozione dello sviluppo della conoscenza del territorio e dell'educazione ambientale (fig. 32). Dal 2010 il Parco ha ricevuto il titolo di Geoparco ed è stato inserito nell'*European and Global Geopark Network* patrocinato dall'UNESCO. Per rispondere alle finalità istituzionali sia in ambito nazionale che internazionale, l'Ente Parco ha ritenuto di doversi dotare di una carta geologica che ha costituito un importante documento scientifico-divulgativo e una base geologica di riferimento ufficiale delle attività istituzionali dello stesso Ente e che è stata presentata alla conferenza internazionale dei Geoparchi tenutasi nel settembre 2013.

Parallelamente questo prodotto cartografico è un esempio di sperimentazione delle possibili applicazioni ed elaborazioni dei dati prodotti nell'ambito del Progetto CARG da parte del Servizio Geologico d'Italia, anche a fini divulgativi e di pianificazione. Si è cercato, infatti, di realizzare uno strumento di facile utilizzo atto a favorire la divulgazione della geologia della parte emersa e di quella sommersa del Geoparco. La carta è stata redatta alla scala 1:110.000 sia in italiano che in inglese ed è disponibile on line sul sito dell'ISPRA. È stata inoltre, creata un'applicazione WebGIS, sia in italiano che in inglese, che permette di consultare la carta direttamente su Google Earth (<http://193.206.192.231/suolo/cilento/index.html>).

La realizzazione della carta geologica è avvenuta mediante un processo di elaborazione e di sintesi ragionata dei dati contenuti nei cinque fogli geologici alla scala 1:50.000, realizzati nell'ambito del Progetto CARG: fogli 502 Agropoli, 519 Capo Palinuro, 520 Sapri, oggetto della convenzione stipulata tra il Servizio Geologico d'Italia e la Regione Campania (ex lege 226/99), nei fogli geologici 503 Vallo della Lucania (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2005) e 504 Sala Consilina (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2010) alla scala 1:50.000, oggetto di un accordo di programma stipulato tra il SGI e l'Università di Napoli Federico II (ex lege 438/95). Per le aree del Parco non "coperte" da Cartografia CARG alla scala 1:50.000 sono stati utilizzati i



Fig. 32 - Immagine di copertina della Carta Geologica con elementi tematici e Carta dei Paesaggi Sottomarini del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni - European and Global Geopark.

- Cover image of the Geological Map with thematic elements and Submerged Landscapes Map of the National Park of Cilento, Vallo di Diano And Alburni - European and Global Geopark.

Fogli geologici alla scala 1:100.000 198 Eboli, 199 Potenza, 210 Lauria e dati di letteratura.

La carta geologica è stata arricchita degli elementi geomorfologici e idrogeologici ritenuti più rilevanti; sono stati rappresentati inoltre gli elementi di maggior pregio del patrimonio geologico e archeo-zoologico dell'area, ivi compresi alcuni dei geositi inventariati dal Parco. La carta è stata completata con la rappresentazione e la descrizione dei caratteri geologico-geomorfologici e bionomici delle aree sommerse prospicienti il Parco, descritti in termini di "paesaggi sottomarini". Anche in questo caso le elaborazioni sono state realizzate partendo dal rilevamento geologico CARG delle aree sommerse comprese nei fogli suddetti ed integrate da studi bionomici a cura del Dipartimento di Scienze per l'Ambiente dell'Università Parthenope di Napoli.

Dal punto di vista strettamente metodologico, per la progettazione del lavoro e la scelta dei criteri per effettuarlo, si è dovuto tener conto che il geoparco ricade in un settore dell'Appennino Meridionale caratterizzato da una notevole complessità stratigrafico-strutturale. Quest'area, infatti, presenta una grande variabilità di depositi, riferibili a differenti ambienti deposizionali, deformati da più fasi tettoniche, per cui si è reso necessario elaborare ed omogeneizzare una grande mole di dati e le loro differenti interpretazioni. In se-

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

guito sono state effettuate scelte interpretative per accorpate tra loro i differenti depositi in base ai criteri adottati e alla scala di realizzazione della carta. Il principale criterio adottato per la stesura della carta geologica di sintesi e per l'organizzazione della legenda è stato quello di suddividere i differenti tipi di rocce e depositi affioranti nell'area del Parco in base al contesto geodinamico, quindi in funzione del momento della loro deposizione rispetto alla strutturazione della catena appenninica, cioè prima, durante o dopo l'orogenesi. Sono state così distinte: unità post-orogene; unità sin-orogene e unità pre-orogene.

I depositi post-orogene, rappresentati da un'estrema variabilità di sedimenti da marini a continentali depositatisi a partire dal tardo Pliocene, sono stati suddivisi in base ai processi di origine (in alluvionali, lacustri, detriti di falda, litorali, lagunari, depositi di versante, etc.) e in base all'età (in antichi e recenti e/o attuali). I depositi sin-orogene sono stati suddivisi in base all'ambiente deposizionale in: depositi di *thrust top* e depositi di avanfossa. I depositi pre-orogene sono stati suddivisi in unità interne ed esterne in base al dominio paleogeografico e in depositi di bacino pelagico, scarpata/bacino prossimale, piattaforma carbonatica e rampa carbonatica, in base all'ambiente deposizionale.

Al fine di rendere più agevole e fruibile la lettura della Carta, si è deciso di utilizzare numeri identificativi di litologie, associazioni di facies e/o di depositi per la codifica delle unità in carta e dei relativi tasselli di legenda. Per ogni unità di legenda è stata riportata una breve descrizione di litologie, spessori, limite inferiore e superiore, ambiente deposizionale ed età. Le unità sono state riportate dall'alto verso il basso, dalla più giovane alla più antica, rispettando il più possibile l'ordine di sovrapposizione geometrica; in tal modo l'ordine rispecchia i principali eventi geologici di importanza regionale che si sono susseguiti nel tempo.

Le unità geologiche ovviamente continuano anche in mare, dove mantengono la loro morfologia e struttura primarie. Nel corso del tardo Pleistocene queste sono state modellate e ricoperte dai sedimenti provenienti dalle aree emerse, a loro volta rielaborati dall'azione di onde e correnti. Queste unità sono colonizzate da comunità bentoniche che si integrano con la morfologia e la costituzione dei fondali e le modificano leggermente creando un paesaggio ecologico (INGEGNOLI, 2011) peculiare. Per la descrizione dei paesaggi sommersi, oltre ai dati provenienti dal rilevamento delle aree sommerse presenti nei fogli CARG, sono stati analizzati dati *Multibeam* di dettaglio e dati *Sidescan Sonar*, che forniscono informazioni sulla morfologia e sulla riflettività dei fondali, integrati da informazioni anche di tipo biologico provenienti da filmati ottenuti con telecamera filoguidata (ROV). Sono state individuate e descritte unità di paesaggio, ognuna caratterizzata in base all'analisi integrata del dato geologico, morfologico e biocenotico.

Gli elementi geomorfologici presenti in carta sono stati rappresentati come punti (tor, inghiottitoio, grotta), linee (orlo di falesia, tratto di corso d'acqua in forra, etc.) e poligoni (spianata carsica). I geositi

individuati all'interno del Parco del Cilento sono molto numerosi, ma nella carta è stata riportata solo una selezione dei quelli principali e di differente tipologia: idrogeologia (sorgenti), geomorfologia (terrazzi marini), paleontologia, carsismo e litologia. Anche le grotte sono molto diffuse nell'area del Parco, per cui sono state riportate solo quelle di origine carsica e significative dal punto di vista paleontologico, di queste alcune sono anche geositi come le Grotte di Castelcivita e le Grotte dell'Ausino.

La carta geologica è corredata da uno Schema cronostratigrafico, in cui le unità sono rappresentate rispetto al tempo geologico e da uno Schema tettonico rappresentativo della messa in posto delle principali unità tettono-stratigrafiche. Quest'ultime sono costituite da depositi formati in contesti geodinamici differenti, ma poi coinvolti in blocco nella deformazione compressiva, come ad esempio l'Unità tettonica Alburno-Cervati-Pollino che comprende sia depositi carbonatici pre-orogene che depositi di avanfossa sin-orogene. Lo schema tettonico rappresenta un'ulteriore sintesi dei dati riportati nella carta e fornisce una maggiore completezza alle informazioni sulla tettonica.

Nel retro della Carta sono state inserite la *Carta dei paesaggi sottomarini dell'area Marina Protetta Santa Maria di Castellabate* alla scala 1:30.000, una sperimentazione cartografica che ha consentito di rappresentare tutti gli elementi geologici, morfologici e biologici utili alla caratterizzazione del paesaggio sottomarino per rendere immediatamente leggibile l'"architettura" dei fondali marini e una *Carta idrogeologica del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni* alla scala 1:240.000, nella quale sono rappresentate le caratteristiche idrogeologiche del territorio del Parco, le unità idrogeologiche, gli acquiferi e i loro rapporti idrogeologici, le caratteristiche e la tipologia delle falde acquifere.

Nel retro della carta è stata riportata una breve spiegazione degli scopi del lavoro e delle metodologie adottate, un inquadramento geologico molto sintetico, la descrizione delle differenti unità litostratigrafiche riportate in carta, una breve trattazione della grotte di interesse paleontologico e dei geositi e, come detto, due carte tematiche di approfondimento quali: la Carta idrogeologica e la Carta dei paesaggi sottomarini dell'area marina protetta di Santa Maria di Castellabate alla scala 1:30.000.

La carta idrogeologica è una sintesi delle principali caratteristiche idrogeologiche dell'area del geoparco. Gli elementi salienti rappresentati sono: le sorgenti, distinte in funzione della portata e dell'eventuale utilizzazione, i complessi idrogeologici e le principali direttrici del flusso idrico sotterraneo. I complessi idrogeologici sono stati individuati mediante l'analisi delle caratteristiche litologiche e di facies delle rocce e dei depositi affioranti nell'area del Parco, nonché dei loro rapporti spaziali e giaciture. L'analisi del contesto geodinamico, del dominio paleogeografico, dell'ambiente deposizionale e dell'assetto strutturale unita alla caratterizzazione idrogeologica in termini di strutture e/o unità idrogeologiche, ha permesso di delineare i probabili schemi di circolazione idrica sotterranea.

Per descrivere con un buon dettaglio l'insieme delle componenti biologiche e fisiche, la cui stretta correlazione concorre a delineare il paesaggio sommerso nella sua diversità e complessità, si è stabilito, in accordo con la funzione divulgativa che il Parco ha richiesto per questa carta, di rappresentare anche una Carta dei paesaggi sottomarini dell'area marina protetta di Santa Maria di Castellabate alla scala 1:30.000. Quest'area è di grande interesse per il turismo conoscitivo subacqueo, per la sua biodiversità e la presenza di faune particolari (ad es. la tartaruga marina *Caretta caretta*). Anche ad una scala di maggior dettaglio si può mantenere l'approccio multidisciplinare che è alla base di questa cartografia sperimentale, con gli stessi indicatori: geologia, morfologia, biologia. Le unità di paesaggio indeterminate possono rimanere le stesse passando dal generale al particolare, assicurando in tal modo la correttezza dell'approccio (fig. 33).

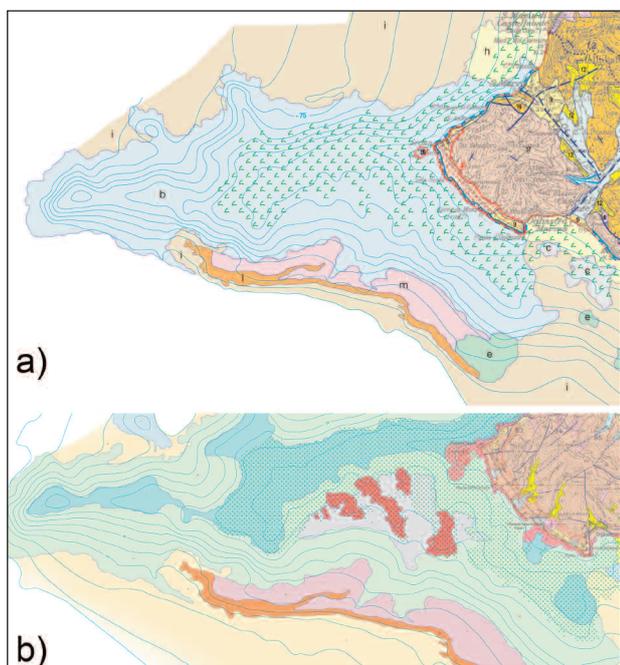


Fig. 33 – a) Particolare della carta alla scala 1: 110.000: paesaggi sommersi al traverso di Punta Licosa. b) – La stessa area alla scala 1:30.000.
– a) Part of 1: 110.000 scale map: submerged landscapes of Punta Licosa. b) The same area at 1:30.000 scale.

Il progetto è stato realizzato da un *team* operativo istituito da ISPRA nell'ambito del Servizio Geologico d'Italia e del Dipartimento Difesa della Natura, con la collaborazione scientifica di esperti provenienti dal Dipartimento di Scienze della Terra, delle Risorse e dell'Ambiente – DiSTAR dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, dal Dipartimento di Scienze e Tecnologia dell'Università di Napoli Parthenope e dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del CNR di Napoli.

9. - LA CARTOGRAFIA GEOTEMATICA SU RICHIESTA ESTERNA: IL PRG DI GAETA E LA CARTA DI PERICOLOSITÀ IN CONOIDE IN VALLE D'AOSTA

AMANTI M. (*), CHIESSI V. (*)

Il Servizio Geologico d'Italia, nel corso della propria ultrasecolare esistenza, ha svolto frequentemente opera di consulenza specifica, in ambito geologico applicativo, per Enti ed Amministrazioni della Repubblica. In particolare per il Ministero dell'Ambiente, la Presidenza del Consiglio dei Ministri, il Ministero/Dipartimento della Protezione Civile, il Ministero degli Interni, i vari corpi di polizia e Carabinieri, Il corpo delle Guardie Forestali e numerose Regioni ed Amministrazioni provinciali e Comunali.

Mentre in molti casi la consulenza professionale richiesta ha riguardato singoli casi di grande interesse o difficoltà tecnico-scientifica ma di limitata estensione (fig. 34) talvolta si è presentata la necessità ed opportunità di effettuare su richiesta studi di tipo areale, al fine di supportare attività di pianificazione di Enti locali.

In questo ambito si presentano due casi di studio, svolti dal Servizio Geologia Applicata ed Idrogeologia del Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia negli anni passati, con preparazione di cartografie geotematiche: lo studio geologico propedeutico alla variante del Piano regolatore Generale del Comune di Gaeta (LT) e la Carta di pericolosità su Conoide del comune di Nus, in valle d'Aosta.

9.1. - LO STUDIO GEOLOGICO PROPEDEUTICO ALLA VARIANTE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI GAETA (LT)

Nel 1996, nell'ambito delle attività propedeutiche alla realizzazione della variante al PRG del Comune di Gaeta (LT) (fig. 35), l'allora Servizio Geologico d'Italia fu incaricato dalla Amministrazione Comunale di redigere lo studio geologico del proprio territorio (superficie di circa 28,5 km²).

La collaborazione sollecitata al Servizio Geologico riproponeva la consulenza dello stesso alla Regione Lazio, ai sensi dell'art. 107 del DPR n. 616/1977 inerente la trattazione delle pratiche attinenti al rilascio del parere di cui all'art. 13 della L. n. 64/74 sulla zonazione sismica; nell'ambito di tale consulenza il Servizio Geologico elaborò i "Criteri di valutazione atti a definire i requisiti minimi indispensabili per i terreni di fondazione in zone sismiche" della Regione Lazio, la quale con idonea circolare del 1982 li rese ufficiali.

Lo studio in questione rappresentava quindi per il Servizio Geologico un aggiornamento di linee guida elaborate nei primi anni '80, nella prospettiva di un continuo avanzamento delle conoscenze e dei metodi nel campo della geologia ambientale. Va da sé che per il

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

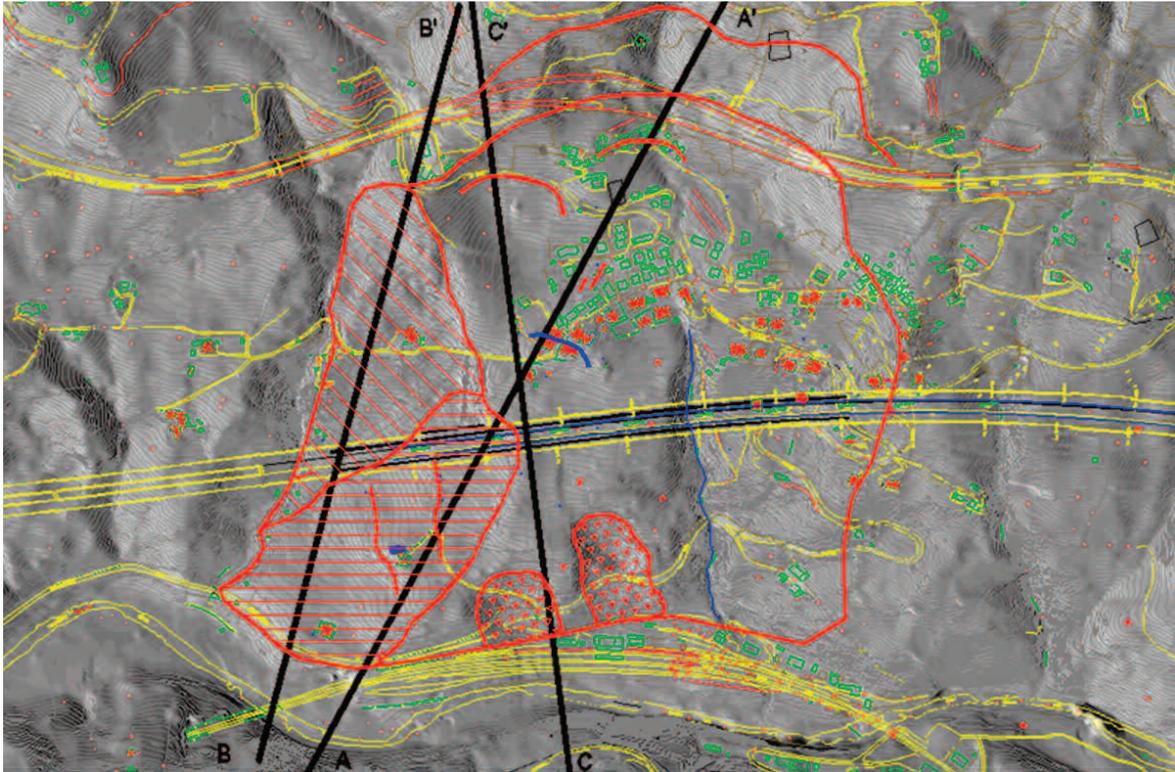


Fig. 34 - Esempio di cartografia morfologica legata alla presenza di deformazioni superficiali e frane presumibilmente indotte dallo scavo di una galleria nel versante. Variante di valico (2012).

- An example of morphological map linked to superficial and deep seated deformations in a slope, presumably induced by a tunnel excavation. Central Apennines, Variante di Valico.

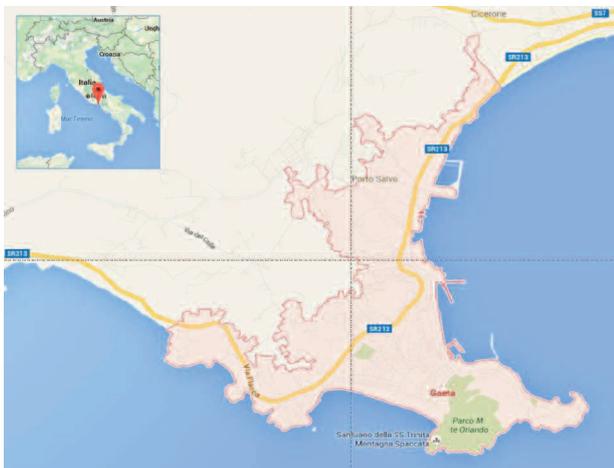


Fig. 35 - Inquadramento geografico del Comune di Gaeta, in provincia di Latina, nel Lazio meridionale.

- Geographical setting of Gaeta Municipality, Southern Lazio, Central Italy.

Servizio Geologico lo studio geologico per la variante al PRG di Gaeta ha rappresentato un caso isolato, una sorta di laboratorio idoneo all'applicazione di nuove metodologie e nello stesso tempo un utile aggiornamento professionale del personale sulle problematiche della geologia applicata alla pianificazione territoriale ed urbanistica, in particolare ai PRG.

Nell'ambito dello studio furono realizzate numerose cartografie geotematiche che, oltre ad essere strumenti

di conoscenza del territorio, furono utilizzate per l'elaborazione e la redazione di due carte di sintesi: la *Carta della stabilità - sintesi della pericolosità idrogeologica* e la *Carta della zonazione del territorio ai fini sismici*.

La scala di rilevamento dei dati di campagna e quindi di realizzazione delle carte di base fu di 1:5.000, mentre le carte tematiche di sintesi furono prodotte alla scala di 1:10.000.

In generale la realizzazione di carte di sintesi si basa essenzialmente sulla sovrapposizione e confronto di carte tematiche che rappresentano i vari fattori presi in considerazione; da tale operazione nasce la carta finale in cui le varie aree presenti sono raggruppate per caratteristiche omogenee, per maggiore chiarezza e leggibilità accompagnate dalla legenda esplicativa.

L'azione dei vari fattori non si esplica mai in maniera isolata, anzi i singoli fattori interagiscono tra loro per dare luogo a fenomeni o a comportamenti dei materiali interessati assai diversi a seconda delle circostanze. In questo caso una cartografia di sintesi dovrà tenere conto non solo della distribuzione dei singoli fattori ma anche della loro possibile sovrapposizione o interazione.

All'epoca della realizzazione del lavoro in questione era da poco iniziato l'uso dei *Sistemi Informativi Geografici (GIS)* che permetteva un eccezionale miglioramento nell'efficienza e nella efficacia del confronto tra carte tematiche georeferenziate e rendeva agevole la realizzazione di carte derivate, con una capacità assai maggiore che in passato.

In particolare il Servizio Geologico Nazionale usò allora all'avanguardia *ArcInfo ver.7.1*, che consentì di gestire in maniera assai agevole la grande mole di dati rilevati, permettendo inoltre l'export finale dei dati stessi e dei risultati delle elaborazioni in formati compatibili con il software utilizzato nel SIT del Comune di Gaeta.

I fattori presi in considerazione per la realizzazione della *Carta della stabilità - sintesi della pericolosità idrogeologica* furono: la litologia, le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni, la morfologia, la pendenza e la quota, l'assetto stratigrafico e strutturale, la presenza d'acqua in superficie e nel sottosuolo.

Per la raccolta dei dati il Servizio Geologico effettuò rilievi diretti di campagna, producendo cartografie di dettaglio, raccogliendo dati da stazioni puntuali, effettuando il censimento dei pozzi e dei punti d'acqua, eseguendo prospezioni sismiche a rifrazione, effettuando sondaggi con trivelle a mano, seguendo l'esecuzione di due sondaggi geognostici ed eseguendo prove di laboratorio su 19 campioni di materiali terrosi e 18 campioni di rocce.

La Carta della stabilità - sintesi della pericolosità idrogeologica derivò quindi in massima parte dalla sovrapposizione e dal confronto di tre carte:

- *Carta della caratterizzazione geomeccanica dei terreni affioranti,*

- *Carta delle condizioni idrogeologiche,*

- *Carta delle aree franose e soggette a crolli*

che contribuivano direttamente alla zonazione e di altre tre carte:

- *Carta delle aree con caratteristiche giaciture e di fratturazione sfavorevoli*

- *Carta dei fattori geomorfologici attivi*

- *Carta dei geotipi*

che aggiungevano elementi utili alla carta di base.

La figura 36 mostra uno stralcio della carta mentre in tabella 1 è descritta la legenda con le relative prescrizioni suggerite.

Per quanto riguarda invece la *Carta della zonazione del territorio ai fini sismici* (fig. 37) si sottolinea che l'oggetto del lavoro non fu di realizzare una carta di microzonazione sismica, bensì uno studio quali-quantitativo da utilizzare come indirizzo alla pianificazione territoriale. L'elaborazione di una carta di microzonazione sismica comportava, e comporta tuttora, una valutazione della risposta dei siti alle sollecitazioni indotte da un evento sismico, per poterne prevedere gli effetti e fornire prescrizioni da applicare alle costruzioni. A tal fine avrebbe dovuto essere realizzata una campagna geognostica di

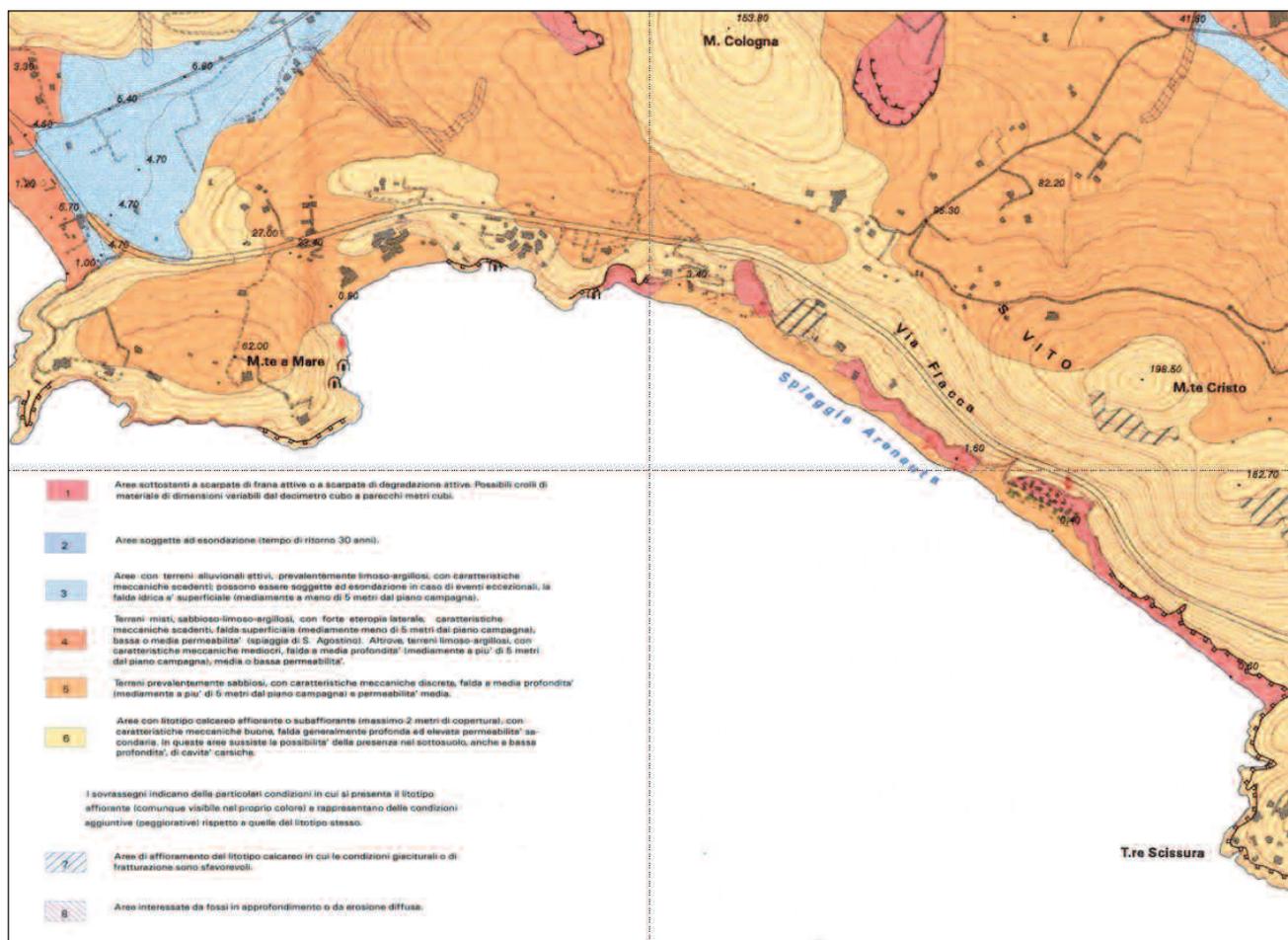


Fig. 36 - Stralcio della *Carta della stabilità - sintesi della pericolosità idrogeologica* in un'area costiera del territorio comunale e della relativa legenda che può essere meglio valutata nella tabella 1, insieme alle rispettive prescrizioni per gli insediamenti.

- An extract of the "Stability Map - Hydrogeological hazard synthesis" in a coastal area. Contents of the legend and related regulations can be easily read in Table 1.

Tab. 1 - *Legenda della “Carta della stabilità - sintesi della pericolosità idrogeologica” e relative prescrizioni.*
 - Legend of the “Stability Map – Hydrogeological hazard synthesis” and building regulations.

Voce di Legenda	Descrizione litotipi	Indicazioni sulle possibili attività e relative prescrizioni
Classe 1	Aree sottostanti a scarpate di frana attive o a scarpate di degradazione attive. Possibili crolli di materiale di dimensioni variabili dal dm ³ a parecchi m ³	<i>Escluso ogni tipo di insediamento stabile.</i>
Classe 2	Aree soggette ad esondazione (tempo di ritorno 30 anni).	<i>Escluso ogni tipo di insediamento stabile.</i>
Classe 3	Aree con terreni alluvionali attivi in affioramento, prevalentemente limoso-argillosi, con caratteristiche meccaniche scadenti; possono essere soggette ad esondazione in caso di eventi straordinari, la falda idrica è superficiale (mediamente a meno di 5 m dal p.c.), la permeabilità bassa.	<i>Insedimenti stabili sconsigliati, a meno di effettuazione di studi specifici relativi alla possibile esondabilità.</i>
Classe 4	Terreni misti, sabbioso-limoso-argillosi, con forte eteropia laterale, con caratteristiche meccaniche scadenti, falda superficiale (mediamente a meno di 5 m dal p.c.), bassa o media permeabilità (spiaggia di S. Agostino). Altrove terreni limoso-argillosi, con caratteristiche meccaniche mediocri, falda a media profondità (mediamente a più di 5 m dal p.c.), media o bassa permeabilità.	<i>Insedimenti consentiti purché preceduti da accurate indagini geognostiche volte ad appurare le condizioni locali, che possono variare anche in breve spazio. Possibili cedimenti differenziali.</i>
Classe 5	Terreni prevalentemente sabbiosi, con caratteristiche meccaniche discrete, falda mediamente profonda (mediamente a più di 5 m dal p.c.) e permeabilità media.	<i>Insedimenti consentiti, previa effettuazione delle normali indagini geognostiche.</i>
Classe 6	Aree con litotipo calcareo affiorante o subaffiorante (massimo 2 m di copertura), con caratteristiche meccaniche buone, falda generalmente profonda ed elevata permeabilità secondaria. In queste aree sussiste la possibilità della presenza nel sottosuolo, anche a bassa profondità, di cavità carsiche.	<i>Insedimenti consentiti; dovranno essere condotte indagini per valutare preventivamente la possibile presenza di cavità carsiche sotterranee, anche con acque circolanti. La presenza di cavità sotterranee al di sotto di una struttura, a seguito dell'azione erosiva e di dissoluzione del calcare da parte delle acque circolanti, può causare il collasso del tetto della cavità e quindi della struttura stessa.</i>
Classe 7 (Sopress.)	Aree di affioramento del litotipo calcareo in cui le condizioni giacitureali o di fratturazione sono sfavorevoli.	<i>Valgono le indicazioni per il litotipo calcareo; inoltre, in caso di scavi, particolare attenzione dovrà essere fatta sulla stabilità delle pareti, sia durante che dopo lo scavo stesso. Le condizioni di franapoggio della giacitura infatti, favoriscono i crolli di blocchi o cunei di roccia, mentre l'intensa fratturazione, anche in condizioni giacitureali favorevoli, trasforma la roccia massiva in una breccia, con conseguente diminuzione della stabilità.</i>
Classe 8 (Sopress.)	Aree interessate da fossi in approfondimento o da erosione diffusa.	<i>Oltre alle indicazioni per il litotipo sottostante, esiste la possibilità di scalamiento al piede di scarpate o di asportazione di suolo e terreno agricolo. Insedimenti in queste aree devono quindi tenere conto di questa eventualità e valutare la possibilità di eseguire delle opere di drenaggio o protezione del versante.</i>
Classe 9 (Sopress.)	Aree di particolare interesse geologico e/o naturalistico (geotopi).	<i>In queste aree, che presentano singolarità di tipo geologico o sono già aree protette (parco regionale di M. Orlando) dovrebbe essere evitato qualsiasi tipo di insediamento, con esclusione solo di quelli volti a valorizzare il geotopo stesso.</i>

rilevante entità con prove di laboratorio ed *in situ* distribuite su tutto il territorio comunale, non giustificabile comunque, vista la bassa sismicità dell'area (allora classificato in 2a categoria ai sensi della legge 64/74).

Il criterio seguito è stato quindi di quello di stabilire la sismicità di riferimento per un inquadramento generale dell'area e successivamente, utilizzando le carte rilevate per la carta di sintesi sopra descritta (carta litotecnica, geomorfologica, idrogeologica, delle pendenze), delimitare le aree che avessero una risposta sismica omogenea e le aree che potessero presentare problemi in prospettiva di un evento sismico di entità rilevante.

Furono inoltre prese in considerazione quelle fenomenologie connesse ai forti terremoti che possono generare rischi per l'ambiente ed il cui studio è indispensabile ai fini della pianificazione, quali liquefazioni o onde di tsunami; da ultimo fu redatta una legenda in cui si suggeriscono le possibili limitazioni all'uso del territorio, nonché una specifica geognostica finalizzata alla quantificazione del rischio. La carta fu presentata in un'unica tavola di sintesi in scala 1:10.000.

In conclusione fu chiaramente indicato al Committente che le indicazioni presenti sulle carte di sintesi realizzate erano da considerarsi come una lettura del

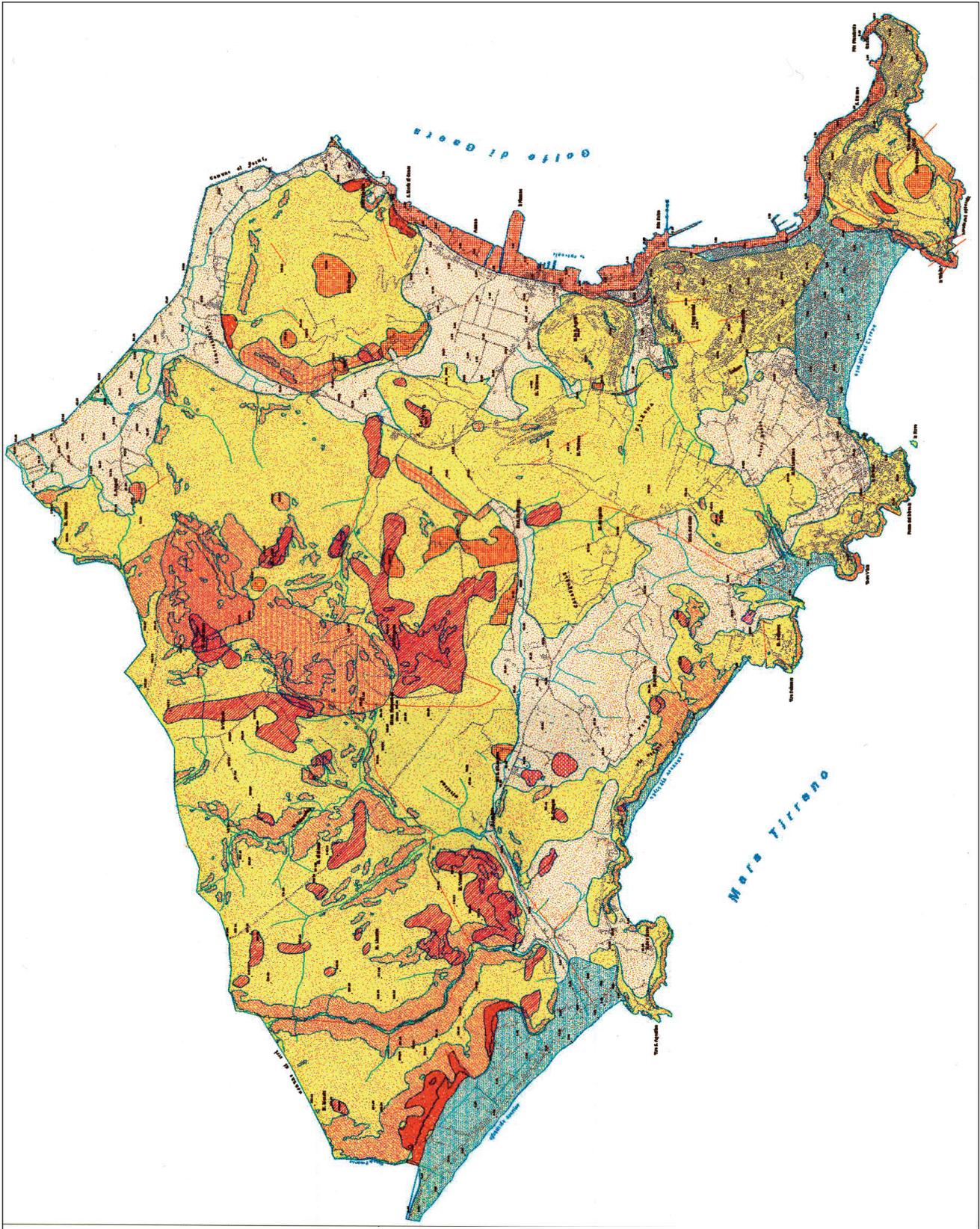


Fig. 37 - La Carta della zonazione del territorio ai fini sismici mostrata nella figura non è stata redatta sulla base di uno studio di risposta sismica locale e pertanto non costituisce un carta di microzonazione sismica bensì uno studio quali - quantitativo da utilizzare come indirizzo alla pianificazione territoriale. Sono esplicitati come allora indicato dal Gruppo Nazionale Difesa Terremoti del CNR i due spettri di risposta estremi S1 e S2 da associare al territorio ed in soprassegno le eventuali penalità e criticità presenti.

- The Seismic zoning map shown in the figure was not drawn on the basis of a local seismic response study and therefore does not constitute a seismic micro-zoning map but nevertheless it represents a quali-quantitative study to be used to address spatial planning. Two extremes response spectra (s1 and s2) are used as suggested by the National Earthquakes Defense Group of CNR in that period, to classify the territory and with different graphic patterns any penalty and critical issues are shown.

territorio allo stato attuale e non potevano sostituirsi interamente alle indagini di dettaglio, comunque necessarie, nella realizzazione di opere e infrastrutture; dovevano bensì essere recepite come idonei suggerimenti per la scelta delle tipologie e del grado di approfondimento delle indagini da effettuare, al fine di una valutazione della fattibilità e del rapporto costi/benefici delle opere stesse.

Lo studio venne adottato nella successiva variante al PRG di Gaeta.

9.2 - CARTA DI PERICOLOSITÀ SU CONOIDE DEL COMUNE DI NUS (AO)

Questo lavoro è stato effettuato nel 2001 dall'allora Servizio Geologico Nazionale a supporto della Regione Autonoma Valle d'Aosta ed in collaborazione con l'IRPI di Torino, nell'ambito di uno studio avente finalità di mettere a confronto diversi metodi per la valutazione della pericolosità da *debris flow* in zone di conoidi alpine e di proporre una metodologia di zonazione, sia all'interno del bacino che sulla conoide, che tenesse conto del maggior numero possibile di esperienze per una possibile utilizzazione a fini pianificatori.

L'area studiata ricade all'interno del territorio comunale di Nus (AO) (fig. 38) che, nei giorni 14-16 ottobre del 2000, al pari della intera regione, fu colpito da un evento alluvionale di rilevante entità (fig. 39).

La tipologia dei fenomeni di versante verificatisi è



Fig. 39 - Un'immagine del territorio comunale di Nus, all'apice del conoide sul quale si è verificato il massimo dei danni alle abitazioni con l'esondazione del Torrente San Barthelemy.

- An example of the damages caused by the debris flows occurred on the alluvial fan of Saint Barthelemy torrent, Nus municipality, during year 2000 flooding in North-West Italy.

stata prevalentemente del tipo *debris flow*; tali fenomeni hanno interessato una vasta porzione del territorio comunale, ricadente nel bacino idrografico del Torrente St. Barthelemy, affluente di sinistra della Dora Baltea, e la conoide alluvionale su cui sorge il nucleo abitato.

Gli approcci esistenti in letteratura e quelli derivanti dalla esperienza degli Autori, anche in altri contesti geologici e territoriali, hanno permesso di

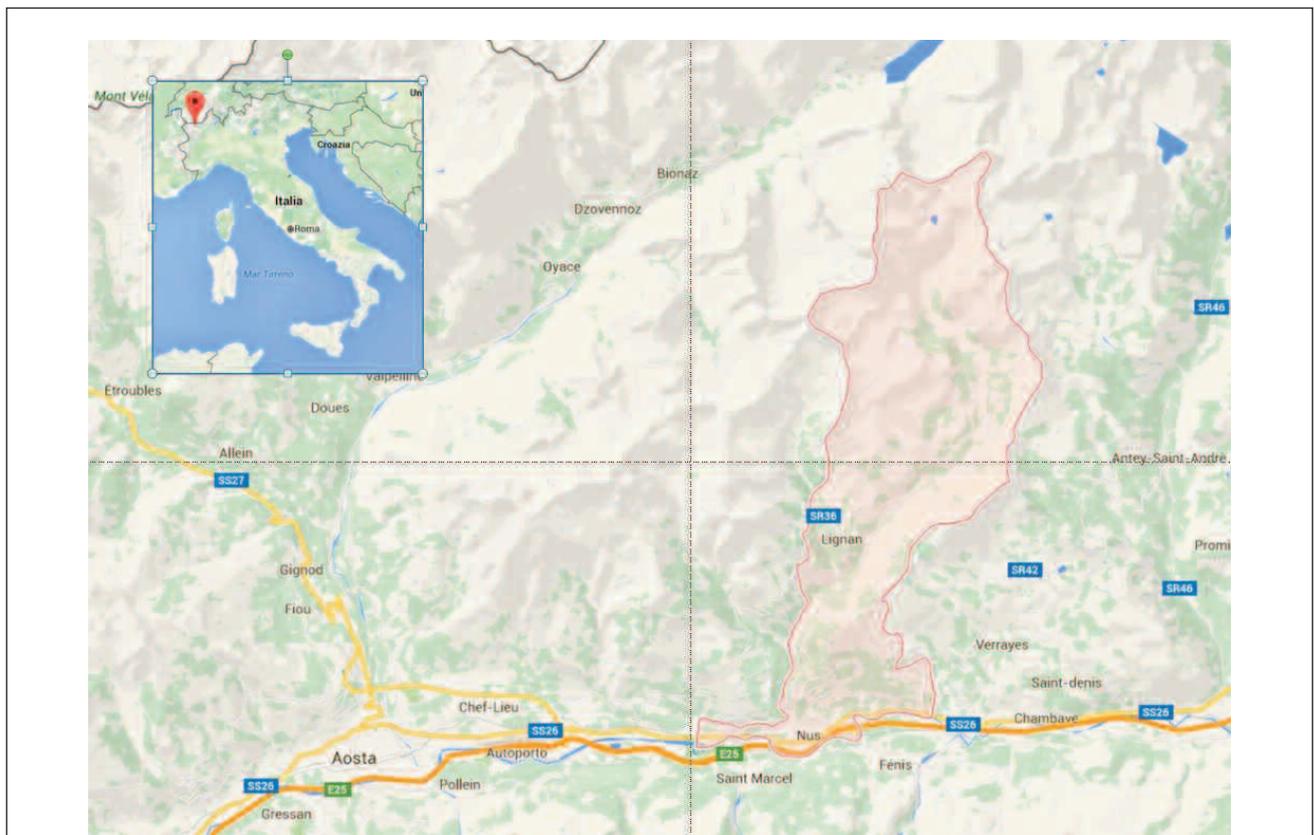


Fig. 38 - Inquadramento geografico del Comune di Nus, in provincia di Aosta, in Valle d'Aosta.

- Geographical setting of Nus Municipality, Valle d'Aosta, Northern Italy.

selezionare alcune metodologie che potessero essere agevolmente applicabili sul territorio in esame ma anche esportabili, con le opportune parametrizzazioni relative ai differenti contesti, in altre zone e fornire così indicazioni ai vari possibili utenti, istituzionali e professionali.

Il lavoro ha previsto una iniziale raccolta dei dati esistenti e la loro standardizzazione e introduzione in un sistema informativo territoriale; è seguita una fase di raccolta dati sul terreno, finalizzata a completare il rilevamento sul bacino ed a raccogliere i dati quantitativi necessari alla corretta parametrizzazione dei modelli proposti.

Infine si è svolta la fase di elaborazione dei dati e di applicazione dei modelli proposti fino al raggiungimento di risultati soddisfacenti e coerenti con la realtà terreno, validati attraverso una verifica sul terreno della congruità dei risultati ottenuti.

Come sempre accade in queste attività, il lavoro è stato effettuato da uno staff interdisciplinare che comprende professionalità che vanno dal rilevamento geologico-geomorfologico al rilievo geotecnico, con i relativi aspetti di caratterizzazione in laboratorio ed in sito, tecnici informatici ed esperti di modellazione numerica.

La Regione Valle D'Aosta ha messo a disposizione i dati topografici di base ed ha supportato i rilevatori nelle operazioni di campagna e gli esperti di modellazione nelle operazioni di valutazione dei risultati.

Il lavoro effettuato ha messo in luce una serie di aspetti rilevanti dal punto di vista tecnico: le metodologie empiriche geomorfologiche hanno dato risultati non affidabili per quanto riguarda la delimitazione delle

aree a rischio nel conoide, in quanto eccessivamente dipendenti da parametri in input difficilmente determinabili con precisione.

Al contrario, nel caso in esame, è risultata accettabile la simulazione ed analogamente la zonazione risultante da una metodologia idraulica completa quale quella utilizzata con il supporto di *software* quali *Flow 2D*.

Gli aspetti problematici relativi alla zonazione di conoidi interessati da *debris flows* sono connessi con la qualità e la quantità di informazioni necessarie affinché le simulazioni di evento abbiano significato e pone una seria ipotesi sulla estendibilità di questo aspetto in maniera rapida ed economicamente sostenibile.

In conclusione lo studio ha proposto un approccio alla conoscenza graduale, che discrimini le situazioni critiche su cui intervenire con una modellazione completa da quelle in cui un approccio semplificato risulta giustificabile.

In questo ambito l'analisi di stabilità distribuita potrebbe contribuire a mettere in luce quali possano essere i bacini idrografici a maggior rischio, comparandoli tra loro ed utilizzando l'analisi storica come discriminante finale.

Alla fine del lavoro fu proposta la realizzazione di uno studio comparativo delle situazioni di rischio così valutabili sull'intero fondovalle della Dora nella Regione Aostana, ma il progetto non venne mai realizzato, pur essendo stata dimostrata a più riprese una precisa volontà della Regione Valle d'Aosta di affidare al Servizio Geologico tale incarico.

Nella figura 40 e figura 41 alcune immagini delle modellazioni effettuate.

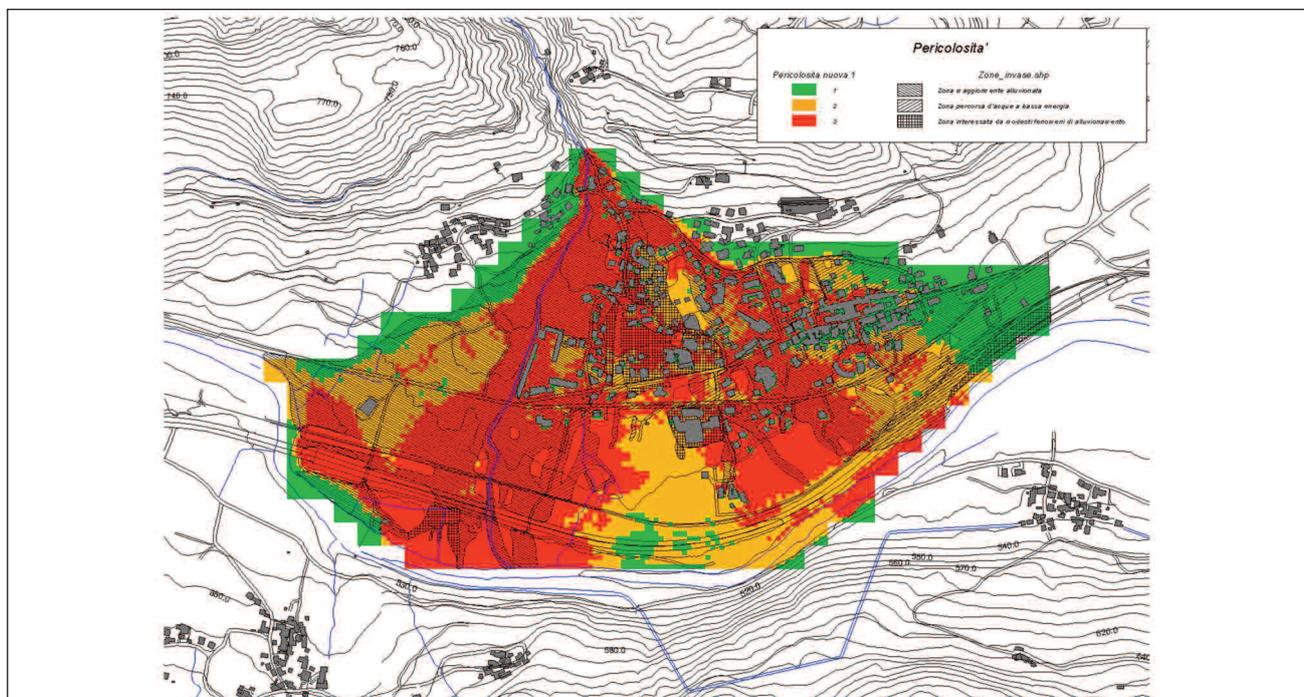


Fig. 40 - Valutazione della pericolosità effettuata con metodi idraulici. Lo scenario d'evento è stato ricostruito mediante il software specialistico FLO-2D che permette di analizzare fluidi con caratteristiche differenti dall'acqua come colate, *debris flow*, ecc. Il territorio analizzato è stato successivamente classificato in 3 classi, in funzione di velocità e altezza del flusso modellato. In retinato è sovrapposto l'effetto dell'evento del 2000 per un confronto.

- Hazard assessment performed by hydraulic methods. The scenario was reconstructed using FLO-2D specialized software; it permits to model fluids with characteristics different from the plain water such as mud flows, debris flows, etc. The analyzed area was subsequently classified into 3 classes, according to speed and height of the modeled flow. The actual area hit by the 2000 event is shown for comparison.

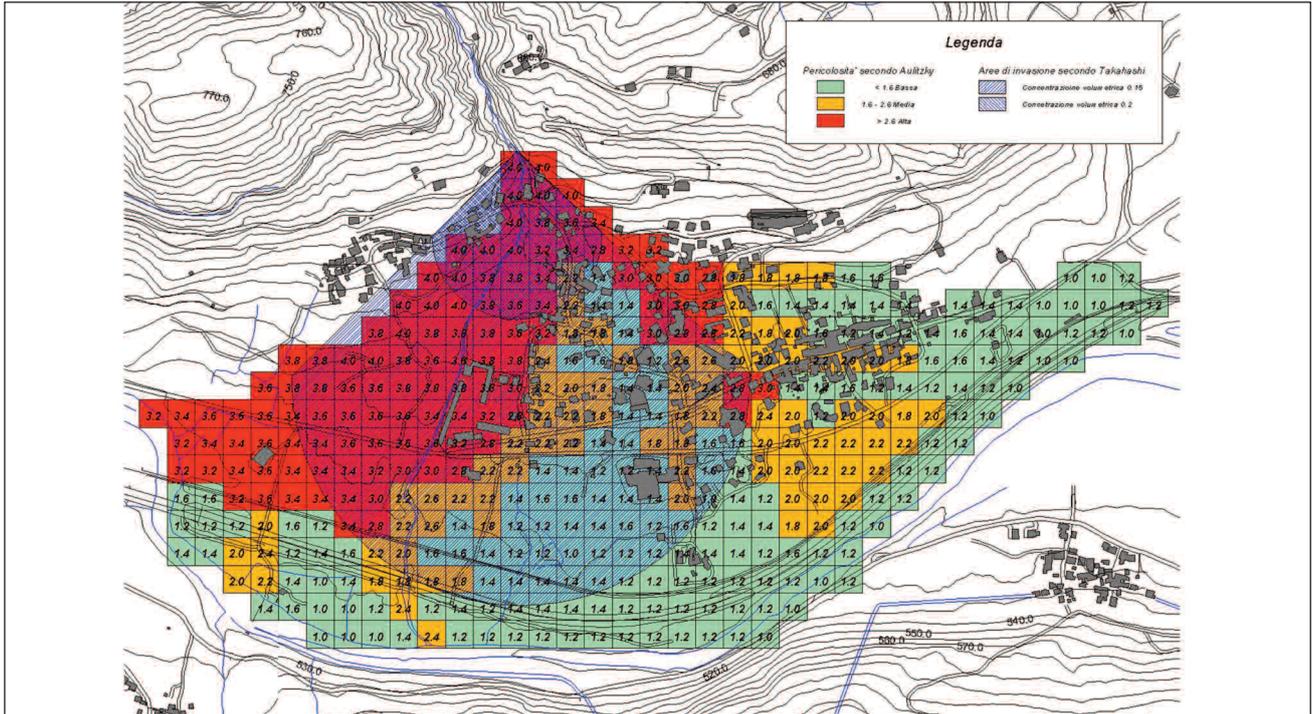


Fig. 41 - In questa tavola sono presentati i risultati di 2 metodi di zonazione di pericolosità semplificati. A) il metodo di Aulitzky modificato secondo quanto proposto da CERIANI *et alii* (1998), integrato da valutazioni degli autori del presente studio. B) In retinato il metodo di TAKAHASHI (1991) che identifica l'area mediante settori circolari posti allo sbocco della colata e diametro funzione della concentrazione volumetrica.
 - In this table the results of two different simplified hazard zoning methodologies are presented A) the Aulitzky method modified as proposed by CERIANI *et alii* (1998), supplemented by assessments of the authors of this study. B) TAKAHASHI (1991) method that identifies the possible invasion area using circular sectors placed at the foot of the mud/debris flow and a diameter depending on the volumetric concentration of the flow.

La cartografia numerica geologica e geofisica

The geologic and geophysic digital maps

RIASSUNTO - A partire dagli anni '90 il Servizio Geologico d'Italia, in conformità con i propri compiti istituzionali, è stato chiamato a realizzare un Sistema Informativo Unico Geologico come strumento razionale ed efficiente per l'acquisizione, l'archiviazione, l'aggiornamento e l'elaborazione di tutti i dati geologici e geotematici provenienti dalla realizzazione della cartografia geologica d'Italia alla scala 1:50.000 del Progetto CARG.

Questi dati, archiviati alla scala di 1:25.000, derivano da campagne di rilevamento, analisi di laboratorio, prospezioni e ricerche effettuati per la realizzazione della Carta geologica.

Le relative banche dati sono organizzate e strutturate secondo specifici modelli logici e vengono rese disponibili mediante procedure codificate. Per tale motivo si sono predisposti specifici strumenti tecnico-scientifici atti a definire il modello dei dati e a normalizzare le relazioni tra le informazioni geologiche e i database.

PAROLE CHIAVE: Database, progetto CARG, cartografia geologica

ABSTRACT - The Geological Survey of Italy, in conformity with its own institutional assignments, has the aim to realize a geological informative system as a rational and efficient system for the acquisition, storage, updating and elaboration of geologic and geothematic data deriving from the realization of the geological maps of Italy at 1:50.000 scale. These data, stored at 1:25.000 scale, derive from field geological surveys, laboratory analysis, explorations and researches.

The relative database are organized and structured according to specific logical models and are realized through encoded procedures. For this reasons has been realized specific technical-scientific tools to define the data model and to normalize the relationships among the geologic information and the database.

KEY WORDS: Database, CARG project, geological mapping

1. - BANCA DATI GEOLOGICI DEL PROGETTO CARG

BATTAGLINI L. (*), CARTA R. (*)

1.1. - BANCA DATI GEOLOGICI CARG

A partire dagli anni '90 il Servizio Geologico d'Italia, in conformità con i propri compiti istituzionali, è stato chiamato a realizzare un Sistema Informativo Unico Geologico come strumento razionale ed efficiente per l'acquisizione, l'archiviazione, l'aggiornamento e l'elaborazione di tutti i dati geologici e geotematici provenienti dalla realizzazione della nuova cartografia geologica d'Italia alla scala 1:50.000 del Progetto CARG (CARA & CRYAN, 1991).

Tali dati, aventi un dettaglio corrispondente alla scala 1:25.000, disponibili per il territorio nazionale e derivanti da campagne di rilevamento, analisi di laboratorio, prospezioni e ricerche effettuati per la realizzazione della Carta geologica nazionale, dovevano essere organizzati e strutturati secondo un preciso modello logico e forniti mediante procedure codificate.

A tal proposito il Servizio Geologico d'Italia ha ritenuto indispensabile la predisposizione di strumenti normativi per definire e regolare le relazioni tra il rilevamento geologico e la Banca Dati (BD).

In particolare sono stati redatti due documenti pubblicati nei Quaderni SGN serie III. Il primo dal titolo "Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Linee guida per l'informatizzazione e per l'allestimento per la stampa dalla banca dati" (ARTIOLI *et alii*, 1997) è nato per definire la struttura della banca dati e le specifiche dei metodi produttivi, delle modalità di collaudo sia in corso d'opera che finali nonché per definire i collegamenti logici e fisici tra la BD e la conseguente stampa "da file". Il secondo volume dal titolo "Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 Progetto CARG: Modifiche ed integrazioni ai Quaderni n.2/1996 e n.6/1997" (BATTAGLINI *et alii*, 2009) contiene le modifiche ed integrazioni alla Banca Dati ed in particolare l'implementazione nella struttura delle informazioni derivanti dal rilevamento geologico delle aree marine.

Nel Quaderno 6 è stato definito il modello concettuale per l'archiviazione dei dati provenienti dal rilevamento geologico dei Fogli, organizzati in Strati informativi, un tipo di *file* in cui viene garantita la connessione tra gli elementi spaziali (punti, linee, poligoni) e gli elementi descrittivi gestiti in forma di tabelle di dati di tipo relazionale. La fonte dei dati geologici è rappresentata dall'Originale d'Autore (OA), contenente l'insieme dei dati derivanti dal rilevamento geologico, e dalle informazioni relative ai campioni geologici, colonne stratigrafiche, misurazioni, ecc. I dati geologici, forniti alla scala 1:25.000, devono essere corredati dalla topografia di base, dai Metadati e altra documentazione che diventano componenti intrinseche della banca dati.

Gli strati informativi sono distinguibili in alcune categorie come: geologia (unità geologiche, lineamenti strutturali, processi geologici particolari, campioni geologici, etc.), risorse e prospezioni (cave, miniere, sorgenti, ecc.), elementi di geomorfologia (forme puntuali, lineari e poligonali, elementi antropici, ecc.), informazioni geologiche di corredo (colonne stratigrafiche, sezioni geologiche, ecc.)

Il Quaderno 6 ha costituito un primo valido strumento per l'informatizzazione dei dati geologici ma è risultato subito chiaro che non affrontava alcune problematiche e non completava tutti gli argomenti che emergono nella trasformazione complessa da foglio geologico a banca dati per cui si è reso necessario intraprendere una attività di manutenzione, integrazione e sperimentazione.

Le procedure di *manutenzione* della banca dati geologica sono state quindi attuate per la risoluzione dei problemi riguardanti le carenze e le eventuali imprecisioni contenute nel documento e per l'assistenza dei responsabili CARG per l'informatizzazione nell'applicazione corretta delle Linee guida.

Contemporaneamente si è portato avanti un processo di *integrazione* e aggiornamento con la produzione di nuovi documenti tecnici per colmare le lacune presenti nella struttura della Banca Dati e anche alcuni sezioni come lo "Schema dei vincoli sulle tabelle della Banca Dati" e i "Codici delle Unità geocronologiche".

La fase di *sperimentazione* ha portato alla realizzazione dello schema logico del database ASC relativo alle schede campioni ignei e metamorfici e, in stretta collaborazione con gli esperti di geologia marina del Servizio Geologico d'Italia, delle nuove "Linee Guida per il rilevamento geologico, la cartografia e l'informatizzazione dei dati delle aree marine".

Nell'ambito di queste attività è stato redatto il Quaderno 12, stampato nel 2009, ad integrazione e modifica del numero 6. In esso sono stati riportati in particolare il nuovo schema fisico della BD, i vincoli aggiornati per la corretta compilazione degli strati informativi (fig. 1) e delle tabelle relazionate (fig. 2) e l'elenco delle unità geocronologiche. In un fascicolo dedicato, vengono descritte le linee guida per il rilevamento geologico, la cartografia, i criteri di integrazione della Banca Dati geologici marini e l'informatizzazione dei dati delle aree sommerse.

1.2. - PROCEDURE DI VALIDAZIONE DEI DATI

La procedura di validazione di una BD da parte del Servizio Geologico segue un percorso articolato composto da più fasi che prevedono verifiche sia mediante un *software* proprietario dedicato, denominato CHKCARG, sia attraverso controlli non automatizzati a video.

Le fasi di controllo sono strutturate in modo tale che dopo una consegna della fornitura informatizzata da parte del Soggetto realizzatore segua un'attività contraddistinta dalla verifica della congruità tra le informazioni della BD con quelle analoghe dell'originale

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

STRATO	DESCRIZIONE	GEOMETRIA
ST010.PAT	Elementi geomorfologici ed antropici in forma simbolica	punti
ST011.PAT	Elementi geomorfologici ed antropici cartografabili	poligoni
ST011.AAT	Elementi geomorfologici ed antropici cartografabili	linee
ST012.AAT	Elementi geomorfologici ed antropici lineari	linee
ST013.PAT	Risorse e prospezioni	punti
ST017.PAT	Campioni geologici	punti
ST018.PAT	Unità cartografabili geologiche	poligoni
ST018.AAT	Unità cartografabili geologiche	linee
ST019.PAT	Punti di osservazioni geologiche	punti
ST020.AAT	Unità cartografabili geologiche in forma simbolica	linee
ST021.AAT	Strutture plicative ed elementi strutturali	linee
ST022.PAT	Processi geologici e biologici particolari	poligoni
ST023.PAT	Unità stratigrafico-sequenziali	poligoni
ST023.AAT	Unità stratigrafico-sequenziali	linee
ST024.PAT	Facies acustiche	poligoni
ST027.PAT	Tracciati geologici e geofisici	linee
ST028.PAT	Aree di rilevamento	poligoni
ST030.PAT	Descrizione del sottosuolo tramite isolinee	linee

Fig. 1 - Elenco degli Strati informativi della Banca Dati CARG.
 - List of layers of C.A.R.G. database.

d'Autore, della completezza dei dati, della corretta compilazione delle tabelle, dell'osservanza delle congruenze geometriche e dei requisiti di qualità.

Prima di avviare il processo di validazione si controlla che il materiale per la fornitura informatizzata sia corrispondente a quanto stabilito nelle specifiche per la consegna della BD in quanto la mancanza dei file fondamentali invaliderebbe la procedura di collaudo.

Successivamente si procede alla fase di controllo automatico attraverso il software CHKCARG che effettua una serie di controlli per verificare la congruenza geometrico-formale tra la BD consegnata e quanto specificato dalla normativa espressa nelle Linee Guida, producendo una serie di *report* che descrivono gli errori riscontrati. Nello specifico i controlli riguardano la struttura degli strati informativi e delle tabelle relazionate, i nomi, la tipologia e la lunghezza dei campi, la topologia, la georeferenziazione, la conformità ai vincoli ammessi e ai domini dei campi, il controllo tra il database ASC (Automazione Schede Campione) e lo strato dei Campioni Geologici ed infine un controllo di congruenza geometrica tramite i vincoli di tipo spaziale.

I risultati dei *report* vengono analizzati a video in ambiente GIS in quanto le incongruenze riscontrate dal

software non sempre risultano essere errori formali da rettificare ma evidenziano in alcuni casi una errata corrispondenza tra il contenuto geologico dell'Originale d'Autore e quanto riportato negli strati informativi e in altri casi rappresentano particolari situazioni per cui si deroga a quanto espresso dai vincoli logici (fig. 3).

Il controllo a video prosegue con una serie di verifiche specifiche e capillari che riguardano il confronto tra il contenuto e le geometrie degli OA e gli strati informativi e le tabelle relazionate, al fine di accertare che gli elementi presenti nel Foglio geologico siano tutti coerentemente riportati e codificati. Questa fase risulta essere la più consistente sia per la quantità di controlli sia perché non essendo automatizzata è particolarmente onerosa per l'addetto al collaudo.

Alla fine della procedura di validazione si effettua un bilancio degli errori riscontrati e si determina la validità della fornitura informatizzata.

1.3. - GEODATABASE DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

Le banche dati, risultate conformi alla normativa, vengono inserite, tramite le funzionalità del CHKCARG nel Geodatabase generale del Servizio

STRATO	DESCRIZIONE	Tablelle relazionate
ST018.PAT	Unità cartografabili geologiche	T0180801000 <i>Caratteri dei depositi quaternari</i>
		T0180802000 <i>Unità cartografabile geologica di Legenda del Foglio</i>
		T0180803000 <i>Caratteri tessiturali</i>
		T0180804000 <i>Ambienti deposizionali</i>
ST018.AAT	Unità cartografabili geologiche	T0180201000 <i>Informazioni sui limiti geologici delle unità cartografabili geologiche</i>
		T0180202000 <i>Informazioni sugli elementi strutturali</i>
ST023.PAT	Unità stratigrafico-sequenziali	T0230103000 <i>Caratteri tessiturali</i>
		T0230104000 <i>Ambienti deposizionali</i>
ST028.PAT	Aree di rilevamento	T0280811000 <i>Tabella dei responsabili di rilevamento</i>
		T0280811000 <i>Tabella dei rilevatori</i>
		T0280800001 <i>Tabella di relazione tra le sigle delle aree e i rilevatori</i>
		T0280800002 <i>Tabella di relazione tra le sigle generali delle aree e i responsabili del rilevamento</i>

Fig. 2 - Elenco delle tablelle relazionate agli Strati informativi.
- *List of related tables to layers.*

Geologico d'Italia. La fase di inserimento della singola BD prevede ulteriori accertamenti sulla qualità ed adeguamento agli standard della fornitura collaudata.

L'insieme delle banche dati immagazzinate nel Geodatabase unico, riportate ad un sistema di riferimento di tipo geografico, costituisce una mosaicatura per ogni strato informativo realizzando, ove possibile, una continuità territoriale che consente una visione complessiva delle diverse tipologie di dati sul territorio nazionale.

Dall'analisi di questi livelli si possono rilevare ulteriori imprecisioni: per es. dal confronto tra fogli geologici contigui emergono talvolta disomogeneità tra le informazioni geologiche che il collaudo del singolo foglio non può mettere in evidenza. Questa problematica si riscontra quando il rilevamento geologico dei fogli condotto in tempi diversi e le interpretazioni delle situazioni geologiche riconducibili ad Autori differenti producono cartografie spesso non confrontabili tra di loro ed evidenziano aree in cui è necessario effettuare un ulteriore processo di omogeneizzazione per eliminare le incongruenze rilevate.

Al fine di uniformare le informazioni archiviate nel Geodatabase generale sono stati analizzati in dettaglio i contenuti informativi delle singole banche dati per stabilire quali fossero i criteri e la procedura da applicare ad aree geografiche più ampie del singolo foglio.

Ad esempio si porta il caso in cui la stessa unità geologica, identificata da una sigla unica codificata, riporta età differenti in fogli limitrofi; oppure il caso che fogli confinanti presentino per la stessa formazione geologica una sigla differente (fig. 4).

L'utilizzo di sigle diverse per la stessa formazione può essere risolto con l'allineamento delle sigle sulla base delle risoluzioni dei Comitati d'Area (Comitati di coordinamento per aree geologiche omogenee, che garantiscono la qualità dei fogli geologici con verifiche tecnico-scientifiche), mentre l'assenza di continuità tra Unità lito-stratigrafiche limitrofe costituisce un problema risolvibile con una fase di coordinamento più approfondita.

Un'altra fase di lavoro ha comportato un'analisi dei

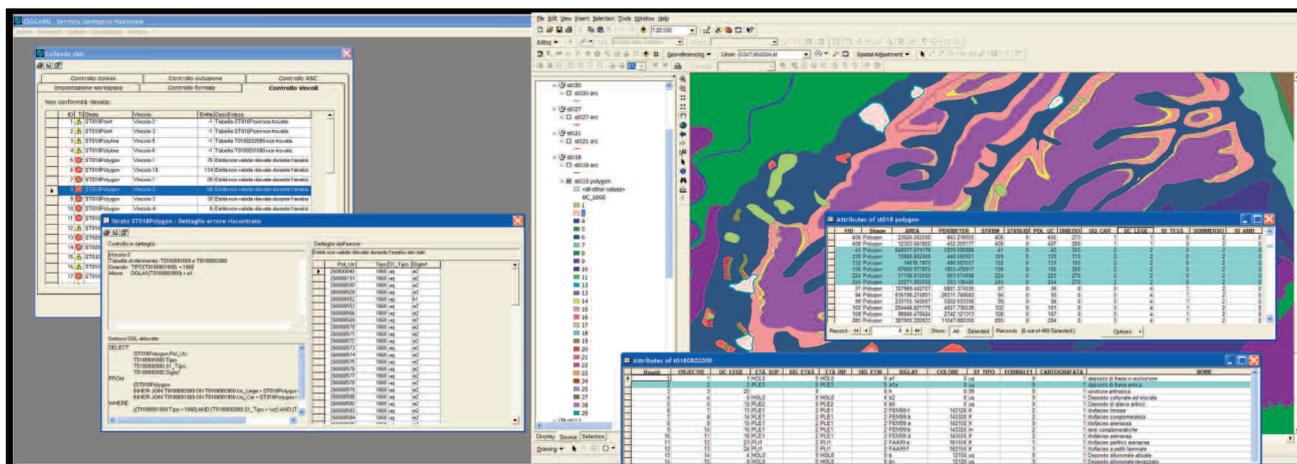


Fig. 3 – Dalla verifica in CHKCARG alla verifica a video.
 - From check by CHKCARG to check on video.

dati tabellari al fine di rilevare eventuali lacune e incongruenze rispetto a quanto previsto dalla normativa citata, al fine di omogeneizzare e completare le informazioni mancanti; bisogna tener presente inoltre che la stessa normativa di riferimento ha subito nel tempo un processo di integrazione e aggiornamento che ha reso necessario un riallineamento delle banche dati più vecchie.

Il lavoro di rettifica più consistente riguarda essenzialmente le tabelle e i campi relativi alle unità geologi-

che, focalizzando l'attenzione sui seguenti aspetti:

- la correzione dei codici presenti nelle tabelle relative alle unità geologiche talora erroneamente compilati o imprecisi;
- l'omogeneizzazione dei codici relativi ai depositi quaternari secondo quanto presente nelle Linee guida;
- l'integrazione e revisione dei contenuti del campo relativo alla Legenda del foglio;
- l'inserimento delle informazioni mancanti in alcuni campi obbligatori.

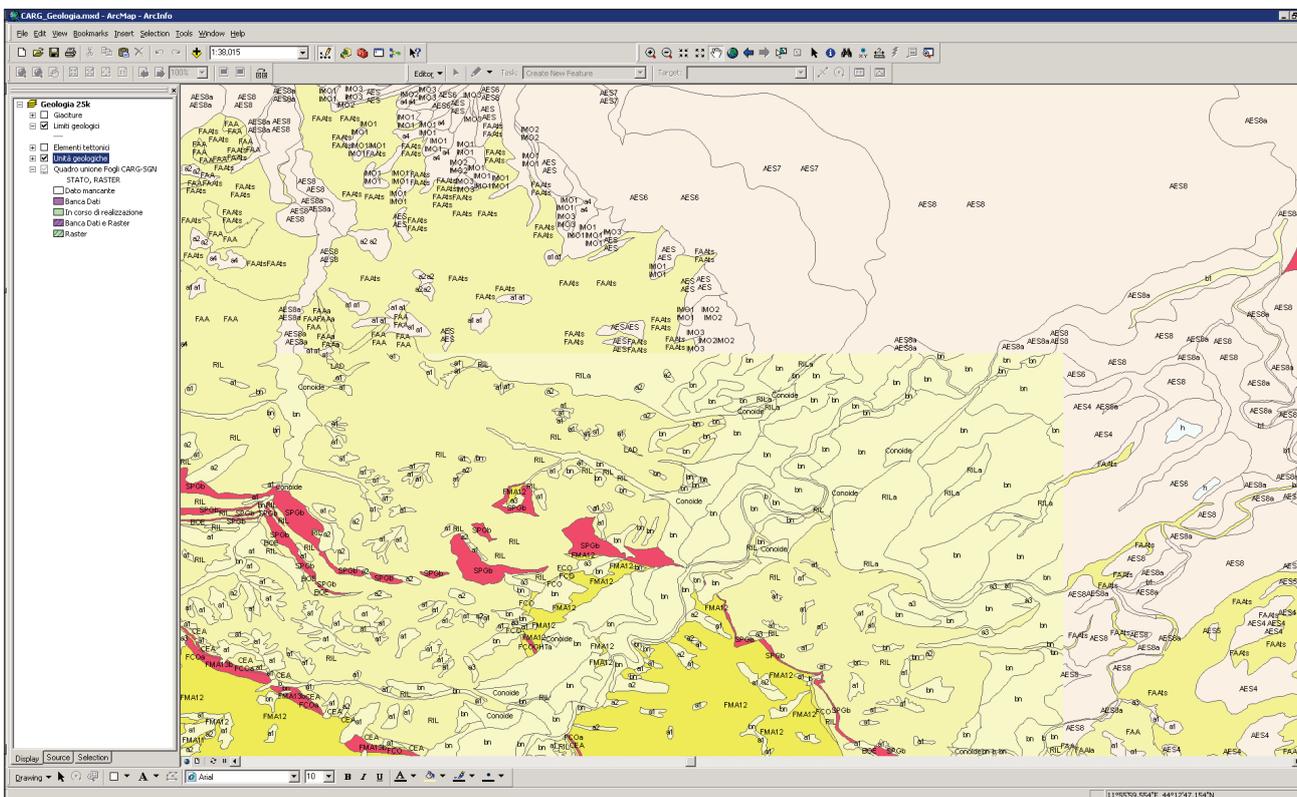


Fig. 4 – Esempio di discontinuità tra le Banche Dati di Fogli geologici adiacenti.
 - Example of discontinuity between databases of adjacent geological sheets.

- Il processo di revisione e correzione, che interessa una mole di dati notevole, ha lo scopo di migliorare l'attuale archivio con informazioni più corrette ed omogenee e prevede, come risultato più immediato, una più chiara rappresentazione delle informazioni in esso contenute, ma soprattutto una valida base per tutte le future elaborazioni e interrogazioni necessarie per una analisi territoriale.

1.4. - LA BANCA DATI CARG E LA CONSEGUENTE STAMPA DA "FILE" (QUADERNO 6)

Il Progetto CARG ha previsto sin dalla Legge 305/89 l'acquisizione dei dati in forma numerica a monte del processo di stampa della Carta geologica ufficiale alla scala 1:50.000, e come sopra detto, nel 1997 fu pubblicato il Quaderno 6, in cui venne altresì proposto uno schema descrittivo del processo produttivo che a partire dalla Banca Dati potesse pervenire alla stampa (fig. 5). È stato subito chiaro che l'allestimento cartografico costruito sulla base delle informazioni della BD poteva riguardare esclusivamente il 'campo cartografico' in quanto gli elementi riportati in cornice alla carta, ad eccezione delle voci di Legenda del Foglio, non sono contemplati nel database CARG.

Nel Quaderno 6 si proponevano due procedure per l'estrazione dei dati: una prevedeva la generalizzazione delle entità geometriche ed un primo allestimento per la stampa in ambiente GIS, il secondo lo sfoltimento manuale e l'allestimento cartografico dei dati geologici informatizzati direttamente in ambiente grafico-vettoriale.

Seguendo la prima procedura le operazioni di sfoltimento dei dati vengono attuate, attraverso criteri

precisi di selezione, direttamente sui dati della BD (per es. eliminazione di poligoni o linee le cui dimensioni non sono significative alla scala 1:50.000); in ambiente grafico-vettoriale invece la generalizzazione viene effettuata manualmente, attraverso il ridisegno grafico, dal cartografo affiancato dal geologo. Quest'ultimo metodo potrebbe introdurre un disallineamento tra l'informazione geologica riportata nel campo cartografico e il dato corrispondente in BD.

Nonostante le procedure proposte dal Quaderno 6 durante la prima fase del CARG si è verificato che l'allestimento cartografico e la compilazione della banca dati seguissero strade separate o parallele e in tempi differiti, portando a disomogeneità ed incongruenze tra i due prodotti.

L'esperienza maturata in questi ultimi anni nell'ambito del Progetto CARG, sia all'interno del Servizio Geologico d'Italia che da parte dei Soggetti realizzatori, ha portato a seguire la seconda procedura cercando di migliorare l'integrazione tra le attività in ambiente GIS e quelle editoriali. L'evoluzione delle capacità grafiche dei sistemi PC in ambiente Windows ha permesso di sviluppare tecniche di trasferimento dei dati informatizzati in ambiente di grafica vettoriale, permettendo un editing evoluto che parte dalla Banca Dati fino alla produzione di file digitali per la stampa.

Il Servizio Geologico d'Italia, nella realizzazione dei fogli di sua competenza, segue quest'ultima procedura, in relazione all'evolversi delle tecnologie informatiche. A partire dagli Originali d'Autore (OA) realizzati dal geologo rilevatore viene allestita una banca dati nel rispetto delle linee guida del Progetto CARG. Dopo varie fasi di validazione, sopra accuratamente descritte, le entità archiviate nella banca dati geologici possono essere trasferite, con tutto il loro contenuto informativo necessario per la definizione della libreria di simboli, in ambiente grafico-vettoriale (fig. 6). Nello specifico viene utilizzato principalmente il livello informativo relativo alle *Unità cartografabili geologiche* (ST018) che costituisce la base dell'impianto cartografico. Questo strato risulta fondamentale in quanto, composto da entità poligonali, lineari e puntuali gestite da relazioni topologiche, contiene informazioni inerenti il substrato geologico, i depositi quaternari, i tipi di unità geologiche, le età geocronologiche delle unità, i caratteri tessiturali, gli ambienti deposizionali e gli elementi tettonici principali. Ulteriori livelli informativi contribuiscono ad incrementare il contenuto geologico come gli strati relativi ai punti di osservazione geologica, alle strutture plicative, ai filoni e livelli guida e ai processi geologici particolari. Inoltre poiché il foglio geologico riporta anche le occorrenze di tipo geomorfologico vengono forniti anche gli strati inerenti agli *Elementi geomorfologici ed antropici cartografabili* che sono sia di tipo poligonale che lineare e puntuale. Per ultimo viene utilizzato anche lo strato puntuale riguardante le *Risorse e prospezioni* che comprende entità come sorgenti, pozzi e sondaggi.

Gli strati informativi estrapolati dalla BD che vengono forniti al cartografo rispettano la congruenza

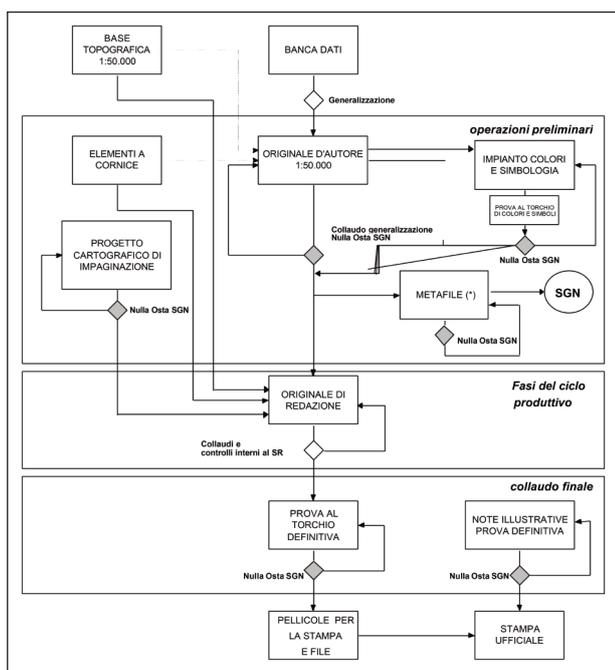


Fig. 5 - Processo produttivo per la stampa dalla banca dati (Quaderno 6, pag.94).

- Production process for printing maps from database.

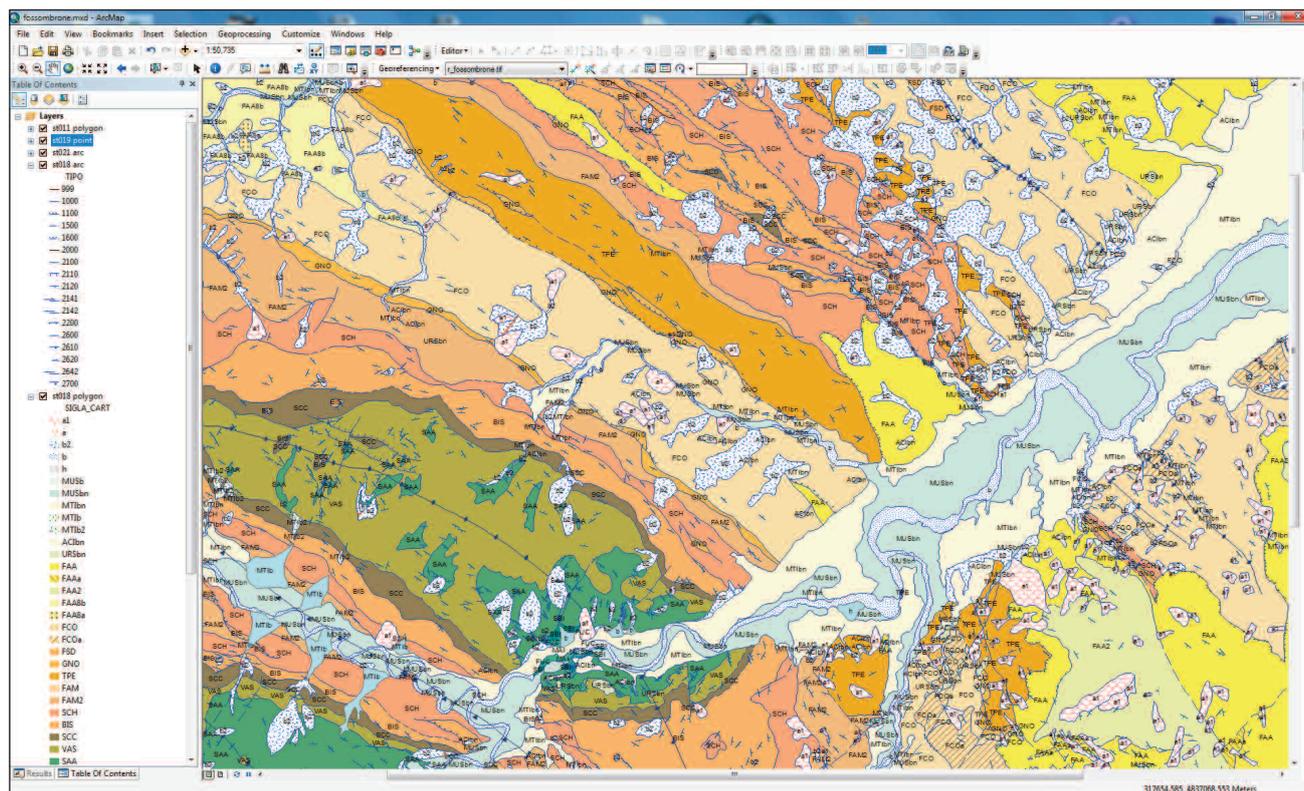


Fig. 6 – Visualizzazione dei livelli informativi della banca dati del Foglio geologico 280 Fossombrone.
- Visualization of layers of the database of the Fossombrone geological sheet.

dei dati con gli OA, le relazioni topologiche presenti, la congruità geometrica tra elementi geologici e la base topografica garantendo quindi il rispetto delle proprietà geometriche del dato di partenza, ma anche di tutto il contenuto descrittivo tabellare delle diverse entità.

Si arriva quindi alla fase di *editing* ad opera del cartografo che ha il compito di vestire in maniera appropriata secondo le normative CARG le entità presenti nel campo cartografico e comporre il *layout* della mappa con gli elementi a cornice come: la legenda, gli schemi stratigrafici e tettonici, le sezioni geologiche e lo schema dei rilevatori.

1.5. – CONCLUSIONI

Fino ad oggi sono state processate ed approvate il 90% circa delle Banche Dati relative ai 255 fogli geologici finanziati; a queste si aggiungono le BD realizzate per i fogli in corso d'opera all'interno del Servizio Geologico.

L'insieme delle informazioni contenute nella banca dati CARG per struttura, organizzazione e contenuti rappresenta una piattaforma per elaborazioni, approfondimenti ed applicazioni su specifiche tematiche di carattere geologico.

Gli elementi presenti nei vari livelli informativi vengono utilizzati in numerosi progetti aventi finalità differenti. Infatti sono in corso di realizzazione approfondimenti relativi alla caratterizzazione dal punto di vista litologico delle unità litostratigrafiche riportate

come voce di legenda nei Fogli CARG che confluiranno in un database specifico; i dati relativi alle risorse e prospezioni saranno elaborati per essere inseriti in un database nazionale delle attività estrattive, altre occorrenze andranno ad implementare un database idrogeologico progettato all'interno del Servizio Geologico; le informazioni relative alle aree sommerse sono state per la maggior parte elaborate secondo normative specifiche afferenti a progetti europei di geologia marina. Altri dati sono stati utilizzati per l'elaborazione di carte tematiche, destinate a scopi prettamente divulgativo-scientifici corredate di una banca dati specifica e di una carta stampata.

Le BD dei fogli geologici CARG derivate da rilevamenti di dettaglio effettuati alla scala 1:10.000 o alla scala 1:25.000 vengono spesso richieste da Enti pubblici e Istituzioni in quanto sono riconosciute come strumento prioritario per garantire una razionale pianificazione e programmazione degli interventi necessari alla tutela del territorio, per la configurazione di scenari di pericolosità e di prevenzione dei vari rischi naturali, nonché per la conoscenza, gestione e salvaguardia delle risorse fisiche naturali. Inoltre la possibilità, prevista nella nuova Carta geologica, di estendere il rilevamento anche alla piattaforma continentale antistante le coste italiane, permette di ottenere numerose e dettagliate informazioni di tipo geologico-ambientale di fondamentale importanza per la tutela e la corretta gestione del territorio costiero e marino.

2. – LA BANCA DATI DEI CAMPIONI E DELLE ANALISI, L'APPLICATIVO ASC

FIORENTINO A. (*), GIOVAGNOLI M.C. (**),
PICHEZZI R.M. (*), ROSSI M. (*)

Una delle innovazioni più utili della cartografia geologica del Progetto CARG risiede nella creazione della banca dati che contiene tutte le informazioni utilizzate per la realizzazione di ogni foglio geologico. Ai livelli informativi che si riferiscono alla rappresentazione cartografica, si accompagna un database contenente i dati relativi ai campioni prelevati nel corso del rilevamento e ai risultati delle analisi paleontologiche e sedimentologiche su essi effettuate.

A questo fine è stato elaborato un applicativo, sviluppato su base Microsoft Office Access, denominato ASC (Automazione Schede Campione, CARA & GIOVAGNOLI, 1995), che permette di archiviare informazioni fondamentali come la descrizione dei campioni, la loro età e ubicazione, i fossili identificati nel corso delle analisi paleontologiche su micro e macro associazioni, insieme alle determinazioni biostratigrafiche e geocronologiche ottenute, le analisi di facies e le analisi granulometriche dei sedimenti.

Per quanto riguarda le analisi mineralogiche e petrografiche, pur essendo stato elaborato lo schema logico per la realizzazione delle schede ad esse dedicate, non è ancora stato possibile sviluppare le relative estensioni dell'applicativo.

2.1. - DESCRIZIONE DELL'APPLICATIVO

L'impianto della struttura del database è stato predisposto secondo una organizzazione ad albero a partire dal Foglio⁽¹⁾ che rappresenta il contenitore principale (fig. 7), all'interno del quale le Schede sono suddivise in Schede Insieme Campioni e eventualmente in Elementi costitutivi dell'Insieme.

Il criterio della suddivisione in Insiemi ed Elementi è affidato alla scelta degli autori. Per ogni Insieme deve essere specificata la sua appartenenza alle aree emerse (Terra) o sommerse (Mare). Esso sarà poi caratterizzato da una Geometria di campionamento che può essere Areale (nel caso di Campioni prelevati su superfici ampie), Lineare (per Campioni prelevati lungo una sezione) o Puntuale (per Campioni isolati o prelevati in un singolo affioramento). La Geometria Lineare può risultare a sua volta Misurabile qualora sia stato misurato lo spessore che separa un Campione dal successivo.

Ogni Campione deve essere accompagnato da informazioni riguardanti la sua Ubicazione in carta, la Quota, la Litologia e l'Unità stratigrafica alla quale è stato attribuito. Ulteriori informazioni facoltative inclu-

dono l'eventuale spessore stratigrafico che lo separa dal Campione precedente (Livello, nel caso di Geometria Lineare Misurabile), datazioni radiometriche (Unità radiometrica) e cronostratigrafiche (Unità geocronologica).

A ogni Scheda Campione possono essere associate più Schede Analisi Micropaleontologiche, Macropaleontologiche e Sedimentologiche. Ognuna di tali schede è articolata in diverse Maschere.

Le Schede Analisi Macro e Micropaleontologica sono costituite rispettivamente da quattro e cinque Maschere relative a Macro o Microassociazione, Risultati (Unità biostratigrafica), Geocronologia (Periodo, Epoca, Età), Paleoecologia. La Scheda Analisi Micropaleontologica presenta inoltre la Maschera Metodo di preparazione del Campione e Determinabilità.

Le Schede Analisi Sedimentologica, oltre a consentire una descrizione più dettagliata della Litologia macroscopica, sono corredate da Maschere aggiuntive dedicate a Rocce Carbonatiche (Ca), Terrigene cementate (TC) e Terrigene non cementate (TnC), nelle quali è possibile inserire ulteriori informazioni. In particolare per le Terrigene non Cementate sono predisposti i Campi per i risultati dell'analisi granulometrica che si prestano ad essere compilati anche per Campioni di sedimento prelevati nelle aree sommerse.

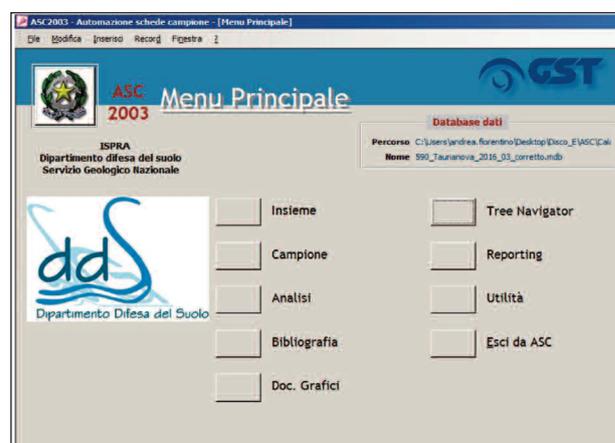


Fig. 7 - Menù principale dell'applicativo ASC.
- Main Menu of the ASC software.

Le Unità stratigrafiche e biostratigrafiche citate in ogni database devono essere corredate dai relativi riferimenti bibliografici che vanno inseriti nelle apposite Schede Bibliografia. Ad ogni Insieme e ad ogni Campione deve essere associata una Mappa ubicazione campioni, cioè un Documento grafico nel quale sia ri-

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

(**) Dipartimento Difesa della Natura, ISPRA

⁽¹⁾ I termini che compaiono nel testo con iniziale maiuscola si riferiscono a Schede o Campi delle Schede contenute nel database.

portata l'esatta posizione del Campione in carta. Per inserire queste ultime sono predisposte delle Schede Documenti grafici nelle quali è possibile aggiungere il riferimento ad altri documenti utili a completare le informazioni, come fotografie, log di sezioni, grafici, ecc.

Il software è completato da un Menù Reporting che consente di selezionare i contenuti, interrogare il database e stampare le Schede, e da un Menù Utilità che permette di visualizzare le Tabelle anagrafiche ed effettuare alcune operazioni di sistema, come lo Spostamento di Campioni e l'Accorpamento di Insiemi (Ricodifica) o la creazione di un Nuovo database.

2.2. - VALIDAZIONE DEI DATABASE ASC

La verifica e validazione dei dati contenuti nei database ASC pervenuti al Servizio Geologico d'Italia - ISPRA si articola in due fasi. La prima riguarda gli aspetti formali: i Campi delle diverse Schede del database devono essere compilati in maniera corrispondente alle specifiche previste dalla normativa di riferimento (CARA *et alii*, 1995). In questa fase la funzione Esportazione dati del Menù Utilità rappresenta lo strumento che permette di verificare rapidamente se tutti i Campi obbligatori delle Schede del database sono stati compilati. Il Menù Tree Navigator offre inoltre la possibilità di visualizzare la struttura del database per una valutazione complessiva. Un esame più dettagliato delle singole Schede e la verifica della coerenza dei dati inseriti vengono effettuati a video, anche per mezzo di confronti tra le tabelle del database e di queste con le tabelle degli strati informativi.

La seconda fase si occupa invece dei contenuti scientifici: sempre a video vengono valutate le Descrizioni generali e litologiche degli Insiemi, dei loro Elementi e litofacies, dei Campioni e delle loro Ubicazioni geografiche e altimetriche, la coerenza delle Associazioni paleontologiche e la loro corrispondenza con le Unità biostratigrafiche e geocronologiche indicate. Viene inoltre valutata la coerenza interna del database e la sua congruenza con le informazioni riportate nelle Note Illustrative e nella Legenda del Foglio.

2.3. - CONCLUSIONI

Il collegamento tra database ASC e strati informativi digitalizzati avviene per mezzo delle Sigle Insieme e Sigle Campione che devono corrispondere a quelle riportate nello strato relativo ai campioni geologici. L'obiettivo è quello di far confluire anche i database ASC nella banca dati centralizzata relativa al Progetto CARG, in modo che sia possibile consultare le informazioni così archiviate. Attualmente è in fase di sperimentazione una pagina web (fig. 8) sulla quale è possibile visualizzare i contenuti di numerosi database ASC già approvati. La struttura delle Schede è organizzata in livelli secondo una gerarchia ad albero analoga all'applicativo.

Il database ASC si è rivelato uno strumento utile per raccogliere i risultati degli studi eseguiti sui fogli, per

conservarli e, grazie alla realizzazione dell'applicativo web, per renderli consultabili sul sito dell'ISPRA e quindi disponibili all'intera comunità scientifica.

La verifica dei database ASC ha fatto talora emergere incongruenze derivanti dai diversi tempi di realizzazione delle analisi biostratigrafiche e dell'interpretazione geologica dei dati; una migliore comunicazione e interazione tra biostratigrafi e rilevatori consentirebbe di incrementare la qualità dei risultati ottenuti e la coerenza degli elaborati.

Gli sviluppi futuri dei database ASC dovranno progredire su quattro fronti:

- 1) far crescere la consapevolezza che il database ASC rappresenta uno strumento importante per la documentazione del lavoro svolto e per la sua condivisione;
- 2) migrazione di tutto il software su un applicativo web che ne faciliterebbe la funzionalità (attualmente vincolata da compatibilità di sistema), l'inserimento di dati e la consultazione;
- 3) estensione dell'applicativo alle Schede Analisi Mineralogiche e Petrografiche;
- 4) possibilità di consultazione delle Schede dalla pagina del Portale del Servizio Geologico d'Italia e dal Geomapviewer, creando dei link attraverso i quali accedere direttamente alle Schede dei Campioni ubicati nell'area di interesse.

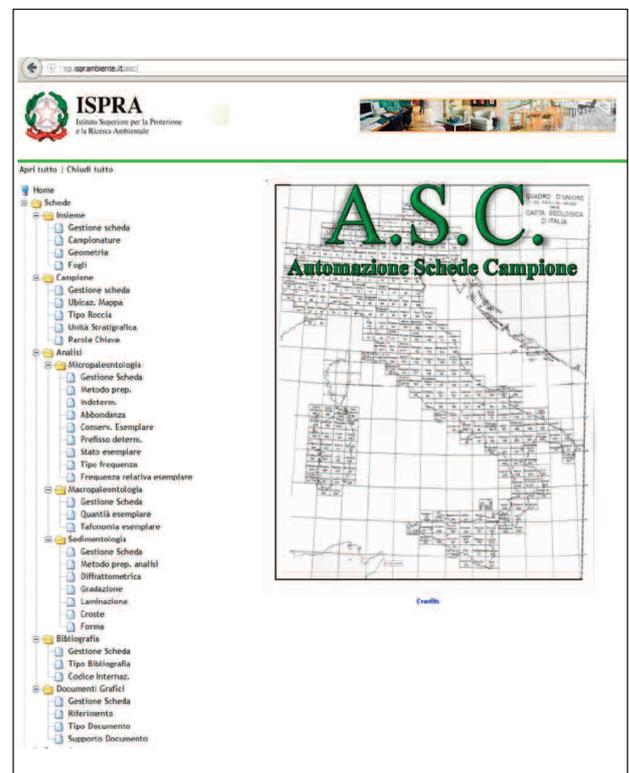


Fig. 8 - Schermata dell'applicativo web che illustra l'organizzazione gerarchica ad albero.

- ASC web page showing the hierarchically organized tree structure of the software.

3. - DALLE INFORMAZIONI NUMERICHE ALLA PUBBLICAZIONE CARTOGRAFICA

ROMA M. (*), FALCETTI S. (*)

Il progresso tecnologico avuto in questi ultimi anni, a partire dalla fine del secolo scorso fino ad oggi, ha coinvolto, e in un certo senso stravolto, l'intero iter di pubblicazione dei dati geografici tra i quali anche quelli geologici.

La pubblicazione dei dati, intesa nelle sue diverse forme, dalla stampa fisica su supporto cartaceo, per la quale riporteremo qui una sintesi delle esperienze dirette all'interno del settore di cartografia del Servizio Geologico d'Italia, alla forma *on-line* sempre in continua evoluzione attraverso il web o le APPs (DELOGU *et alii*; VENTURA & CARTA, questo volume), ha beneficiato e sta beneficiando dell'enorme progresso informatico. Questo progresso ha coinvolto palesemente interi settori di comunicazione come l'editoria, i canali istituzionali di pubblicazione o le attività di divulgazione delle biblioteche, che si avvalgono di *hardware* sempre più performanti e *software* sempre più dotati di strumenti; questi, a partire dalle informazioni numeriche opportunamente strutturate, restituiscono la rappresentazione

spaziale e le informazioni geografiche in modo sempre più soddisfacente per gli utenti del territorio.

3.1. - IL PROCESSO DI ALLESTIMENTO CARTOGRAFICO FINALIZZATO ALLA STAMPA

Il Settore di cartografia del Servizio Geologico d'Italia, sin dagli inizi della sua istituzione, ha tendenzialmente mantenuto l'attitudine al proporsi verso le soluzioni più innovative del momento in merito agli approcci di allestimento cartografico e ai processi di stampa.

Un primo grande passo verso le nuove frontiere informatiche fu intrapreso negli anni '90 in occasione della stampa delle cartografie geologiche allegate al volume n. 56 delle Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia (GIULIANI *et alii*, 1998; fig. 9) o del Foglio geologico 376 Subiaco alla scala 1:50.000; in queste occasioni i dati numerici utili alla stampa furono predisposti attraverso i file di interscambio formato .e00 (formato nativo di ESRI ArcInfo®) e successivamente presi in carico dall'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato (IPZS) che all'epoca era il riferimento del Servizio Geologico per le attività di stampa. Fu questo un momento importante per il processo di stampa, e in generale per la cartografia, che fino ad allora era da considerarsi un processo totalmente analogico.

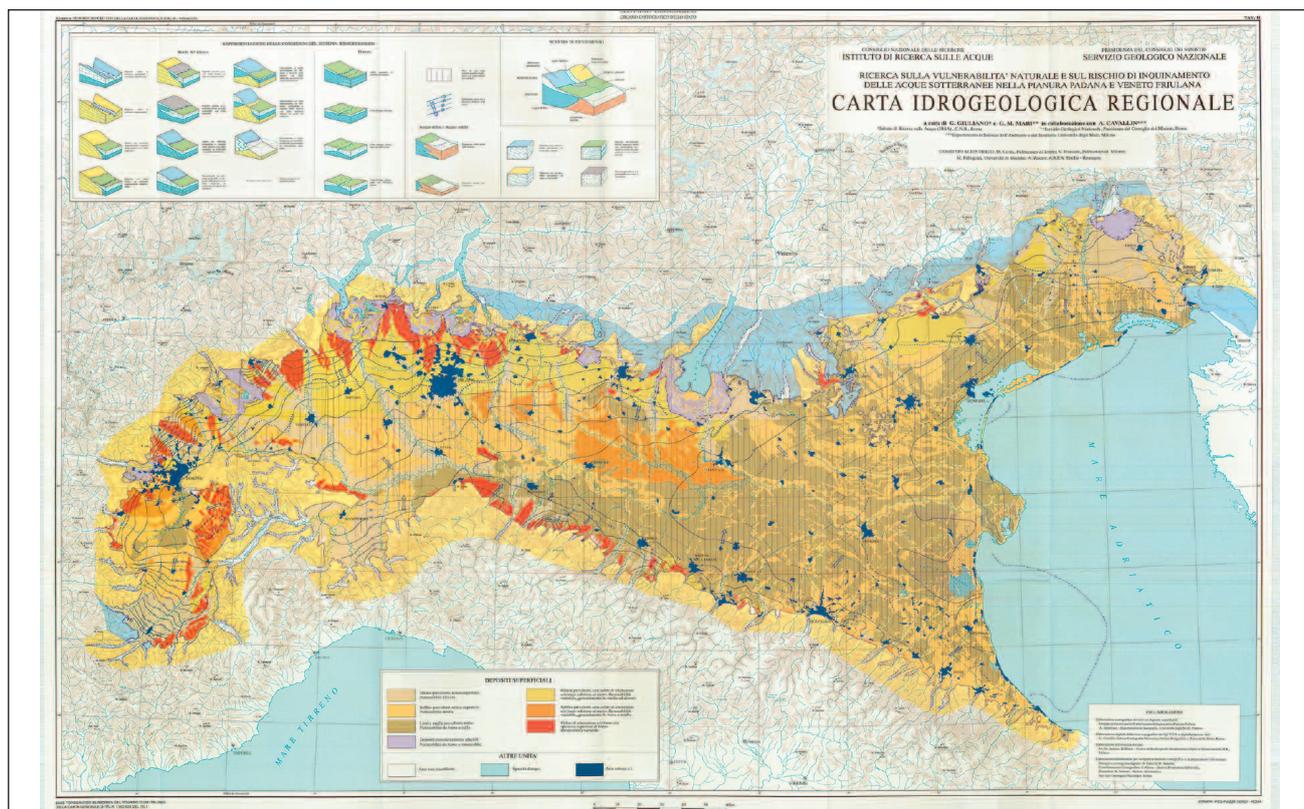


Fig. 9 – Prima esperienza di stampa da file vettoriali del Servizio Geologico d'Italia, in collaborazione con l'Istituto di Ricerca delle Acque - CNR e il Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio dell'Università di Milano.

- First experience of the Geological Survey of Italy about the printing from vector files in cooperation with the "Istituto di Ricerca delle Acque - CNR" and the "Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Milan University".

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

Arrivando ai giorni nostri, i dati geologici informatizzati ed organizzati secondo un formato numerico per programmi GIS, spesso ordinati all'interno di *database* geografici (BATTAGLINI & CARTA, questo volume), risultano idonei per un allestimento alla stampa solo in linea di massima. Infatti, i software GIS, pensati e sviluppati per finalità di informatizzazione, gestione dati, controllo e analisi, non garantiscono ancora un accurato processo di allestimento cartografico mancando degli opportuni *tools* di grafica, seppur riconoscendo nelle interfacce di lavoro delle ultime versioni dei software GIS, sia commerciali che *open source*, un rafforzamento della dotazione di strumenti dedicati al *layout* di stampa. Questa categoria di *software* assume però un ruolo senz'altro fondamentale nelle fasi che precedono l'allestimento cartografico finale, in particolare nella preparazione dei dati e nel controllo delle relazioni topologiche tra le primitive geometriche.

A partire dai dati numerici organizzati e validati, la pratica consolidata ormai da molti anni nel Servizio Geologico designa la categoria dei software di grafica vettoriale all'allestimento per la stampa. È attraverso questo ambiente grafico di lavoro che viene a concretizzarsi la preparazione dei file tipografici.

Le enormi potenzialità grafiche di questa categoria di software facilitano la "vestizione" degli oggetti geografici e degli elementi grafici di corredo quali la legenda o altri elementi a margine dello spazio di rappresentazione del territorio. Per fare qualche esempio, solo in questa sede è possibile creare e applicare articolate simbologie, gestire agevolmente la posizione e la geometria degli oggetti o verificare, attraverso la proprietà colore di ogni singolo oggetto grafico, la corretta attribuzione alla relativa pellicola di stampa della quadricromia o dell'univoco colore PANTONE®. Inoltre, sempre in questo ambiente di lavoro, si sottopone ad un attento e capillare controllo grafico ogni singolo elemento oggetto di rappresentazione, sia nelle sue proprietà simboliche (geometria, colore, risoluzione grafica) sia nei rapporti di coesistenza con gli elementi simbolici adiacenti. Quest'ultima attenta attività di controllo si è stabilita ormai come consuetudine in quanto assicura una sorta di continuità qualitativa tra le odierne cartografie ed i prodotti cartografici del passato curati dal Servizio Geologico, sposando lo stile grafico dei cartografi esperti che pazientemente elaboravano la rappresentazione grafica dapprima con disegno manuale su supporti indeformabili per essere poi trasferiti alla fotoincisione delle lastre di stampa.

Anche per l'ultimissima fase di restituzione fisica su supporto cartaceo l'evoluzione tecnologica ha introdotto grandi innovazioni (fig. 10); le odierne macchine rotative di stampa sono quasi totalmente automatizzate ed acquisiscono gli *input* da fonti esclusivamente digitali.

3.2. - LE RECENTI MODALITÀ DI ALLESTIMENTO PER LA STAMPA

Le esperienze avute negli ultimi anni, in occasione delle recenti cartografie curate dal Servizio Geologico d'Italia, hanno dato modo di intraprendere un per-



Fig. 10 – Un momento della fase di stampa.
– A printing stage.

corso di allestimento cartografico innovativo a partire direttamente dalle informazioni numeriche georiferite utilizzando applicativi dedicati alla grafica vettoriale e anche in grado di accedere alle informazioni memorizzate in *database* geografici o nell'ormai comune formato vettoriale alla base dei software GIS, lo *shapefile* (.shp), o dalle informazioni numeriche in formato CAD. Tutto ciò è consentito attraverso delle "estensioni-GIS" che facilitano l'accesso diretto ai dati informatizzati, comprese le informazioni tabellari che descrivono e accompagnano gli oggetti geografici.

Una volta avvenuta l'importazione delle geometrie, gli oggetti sono trattati e gestiti in ambiente grafico; qui l'allestimento cartografico trova il suo affinamento mediante gli efficienti *tools* dedicati proprio alla gestione grafica degli oggetti e, particolarmente importante, senza mai perdere il collegamento alle informazioni alfanumeriche che descrivono i singoli elementi geografici. Queste estensioni risultano essere in pratica dei mini *software* GIS che ampliano le potenzialità all'interno del *software* di grafica vettoriale (fig. 11) proprio con le principali funzionalità di interrogazione, selezione, etichettatura automatica, ecc., presenti comunemente nei *software* GIS.

In tale ambiente di lavoro inoltre è ovviamente consentita la realizzazione diretta di una libreria di simboli, coerentemente alle linee guida vigenti sulla rappresentazione (Quaderni Serie III), per una chiara ed immediata lettura dell'informazione geologica. Dopo numerosi anni di esperienze dirette sulla cartografia, si ritiene ormai consolidato l'*iter* di stampa geologica che, a partire dalle informazioni numeriche, può concludersi oggi con risultati ottimali in accordo con gli *standard* prestabiliti, impiegando *software* di computer grafica nella fase finale di allestimento cartografico.

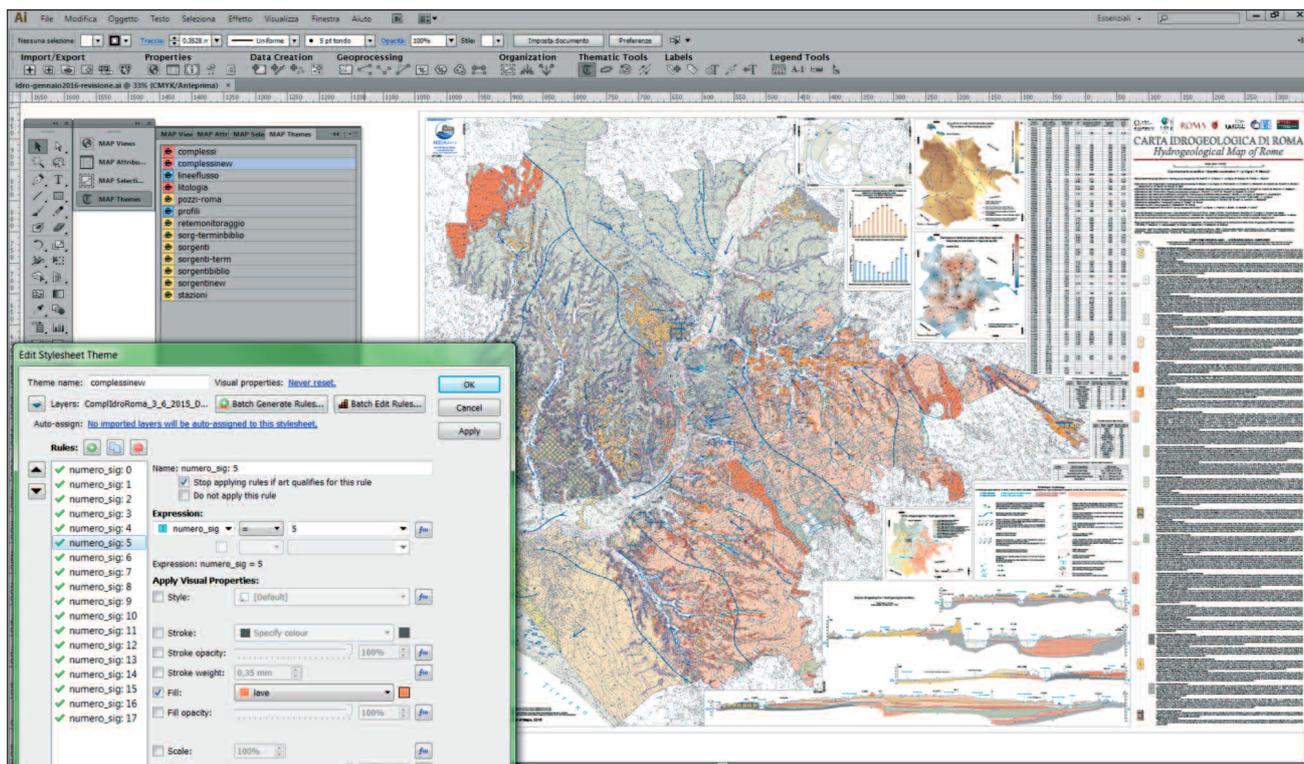


Fig. 11 – Interfaccia di lavoro del software di grafica vettoriale integrata da estensione GIS.
 – Job interface of the vector graphic editor software with an integrated GIS extension.

4. - L'INFORMAZIONE CARTOGRAFICA GEOLOGICA SU WEB ATTRAVERSO IL PORTALE DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

DELOGU D. (*), CAMPO V. (*),
 CONGI M.P. (*)

Il Portale del Servizio Geologico d'Italia è stato realizzato con l'obiettivo di fornire ad utenti di qualsiasi livello, sia operatori tecnici che semplici cittadini, una gamma di strumenti web che permettano un accesso facilitato e completo alle informazioni geologiche e geotematiche (DELOGU *et alii*, 2012). Queste rappresentano l'informazione di base utile alla conoscenza dei fenomeni territoriali, la cui condivisione e divulgazione si concretizza attraverso una Infrastruttura dei dati territoriali (*Spatial Data Infrastructure*, SDI), nel rispetto della normativa europea INSPIRE. L'evoluzione tecnologica dell'ultimo decennio ha fatto crescere il settore della 'geovisualizzazione' in concomitanza con la comparsa di innumerevoli interfacce grafiche che via web consentono la condivisione di informazioni geografiche e strumenti di analisi (fig. 12).

La realizzazione dell'infrastruttura dei dati territoriali (SDI) era partita già nel 1990 e, allo stato attuale, è composta da oltre 15 geodatabase relazionali contenenti dati

geologici e geotematici (BATTAGLINI *et alii*, 2010).

Il portale è basato sulla piattaforma tecnologica ESRI open-source Geoportal Server 10.3 e, nel corso dell'ultimo periodo si è lavorato al potenziamento delle capacità di ricerca ed interoperabilità di questo strumento, inserendo, ad esempio, nel motore di ricerca il Thesaurus multi-lingua specifico per le Scienze della Terra, denominato ThIST (Thesaurus Italiano di Scienze della Terra) (CARUSONE & OLIVETTA, 2006), disponibile all'indirizzo <http://sgi.isprambiente.it/geoportal>.

In questo modo, utilizzando l'interoperabilità semantica anche attraverso l'uso di strumenti quali i *LinkedOpenData*, sono stati impiegati specifici thesauri di termini con l'obiettivo di migliorare l'interfaccia di ricerca. Tale implementazione ha dimostrato efficacemente come l'uso dei thesauri e dei servizi ontologici, collegati a metadati e dati, faciliti l'utente nell'individuare quanto di suo interesse, dando come risultato un maggior numero di record di risposta e arricchendo l'informazione ad essi associata.

Il ThIST grazie al progetto europeo eENVplus (<http://www.eenvplus.eu>) è connesso ad altri thesauri e vocabolari specifici sui temi ambientali.

L'uso del ThIST, combinato con altri servizi ontologici come il GEMET, aumenta in modo esponenziale le capacità esplorative del motore di ricerca.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

Inoltre il Geoportale supporta anche termini multilingua.

4.1. - FUNZIONI DI INTEROPERABILITÀ

Le funzioni implementate hanno lo scopo di trovare le definizioni collegate ad un termine dato e di comporre una *query* utilizzata dal motore di ricerca metadati per l'interrogazione del catalogo; tale *query* si interfaccia con il Thesaurus che è pubblicato come *Link Data* nel formato RDF/Skos di cui si presenta un esempio nella sezione seguente.

La ricerca iniziale, a sua volta, può essere potenziata concatenando i vocabolari e i servizi di ontologia, permettendo così una ricerca ramificata più efficace e completa.

Nel portale sono inoltre presenti una serie di servizi WMS e WFS che sfruttano l'interoperabilità semantica (CONGI, 2014), collegando gli attributi a termini specifici di vocabolari geologici; anche in quest'ottica le attività in corso ora sono orientate alla messa in linea dei vocabolari geologici nazionali da affiancare a quelli internazionali già presenti, per facilitare l'utente nella lettura e nella ricerca delle informazioni (INSPIRE *codelist*, CGI) (CAMPO *et alii*, 2013a).

4.2. - I METADATI

Il Portale espone un catalogo standard di metadati, ovvero di documenti descrittivi delle banche dati, dei servizi web di visualizzazione e consultazione dati, nonché dei documenti collegati, quali relazioni, indagini, progetti, cartografie statiche, vocabolari e altro materiale informativo, che, sulla base degli standard INSPIRE, ha presentato una conformità pari al 97,13% (CAMPO *et alii*, 2013b).

La complessità del dato geologico, anche al fine di evidenziare la peculiarità dell'informazione, ha reso indispensabile uno studio accurato dei diversi profili relativi ai dataset, ai servizi e ai cataloghi tali da essere in linea con gli standard di riferimento europeo (INSPIRE, OneGeology) e nazionale (RNDD - Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali di DigitPA).

All'interno del portale vi sono due grandi gruppi di metadati, quelli associati ai *database* o ai singoli *dataset* e quelli relativi a servizi web di mappe e dati. In particolare lo standard di riferimento internazionale è rappresentato dall'ISO nella versione 19119 per la catalogazione dei servizi di mappa e da quella 19115 per la catalogazione dei *dataset* vettoriali. A livello europeo, a seguito della normativa INSPIRE, è stato definito uno standard che rappresenta una porzione significativa degli standard ISO di cui sopra. L'insieme di tutte queste informazioni viene gestito all'interno di un unico catalogo presente in un formato standard CS-W 2.02 che costituisce un punto d'accesso per la fase di *discovery* dei dati da parte di altri geoportali e consente esso stesso l'implementazione di ulteriori cataloghi di dati nella fase di ricerca e visualizzazione. Il metadato del catalogo è consultabile attraverso il suo Endpoint. Essendo il catalogo compatibile con INSPIRE, è possibile consultare lo stesso in lingua italiana o in inglese (CIPOLLONI *et alii*, 2014).

4.3. - IL GEOMAPVIEWER

Il GeoMapView rispetto alla versione iniziale, presentata la prima volta in concomitanza della pubblicazione del Portale SGI nel maggio 2010, ha evidenziato la necessità di predisporre ulteriori nuovi strumenti per due motivi principali: mettere a disposizione un applicativo di più facile utilizzo e più ricco di strumenti, anche di analisi, e rispondere alla necessità di riorganizzare i contenuti sulla base dei numerosi *feedback* ricevuti dagli utenti stessi (fig. 13).

Il geovisualizzatore è realizzato con tecnologia Adobe flash, utilizzando le specifiche librerie flex di Esri. Sulla base di tale piattaforma, è stato eseguito uno sviluppo specifico per mettere a disposizione dell'utente i contenuti organizzati secondo *widget* tematiche, al fine di fornire strumenti di interrogazione, anche attraverso *query* combinate, e per ampliare l'interfaccia al caricamento di dati esterni. (figg. 14-15)

Inoltre, in parallelo con l'impostazione del Portale SGI, sono stati individuati alcuni canali/temi ritenuti di maggior interesse allo scopo di facilitare la consultazione e la ricerca delle informazioni.

Il patrimonio di dati a disposizione dell'utente è stato ulteriormente arricchito con l'inserimento di una selezione delle migliori cartografie idrogeologiche realizzate in contesto nazionale, per ora consultabili solo in formato *raster*.

4.4. - CONTENUTI

La pagina principale del Geoportale si presenta suddivisa in sezioni e menu: è importante evidenziare la presenza di servizi multipli per accedere ai dati sia attraverso standard internazionali quali OCG, INSPIRE e OneGeology, sia attraverso piattaforme commerciali



Fig. 12 - Home page del Portale del Servizio Geologico d'Italia.
- Home Page of Geological Survey of Italy Portal.

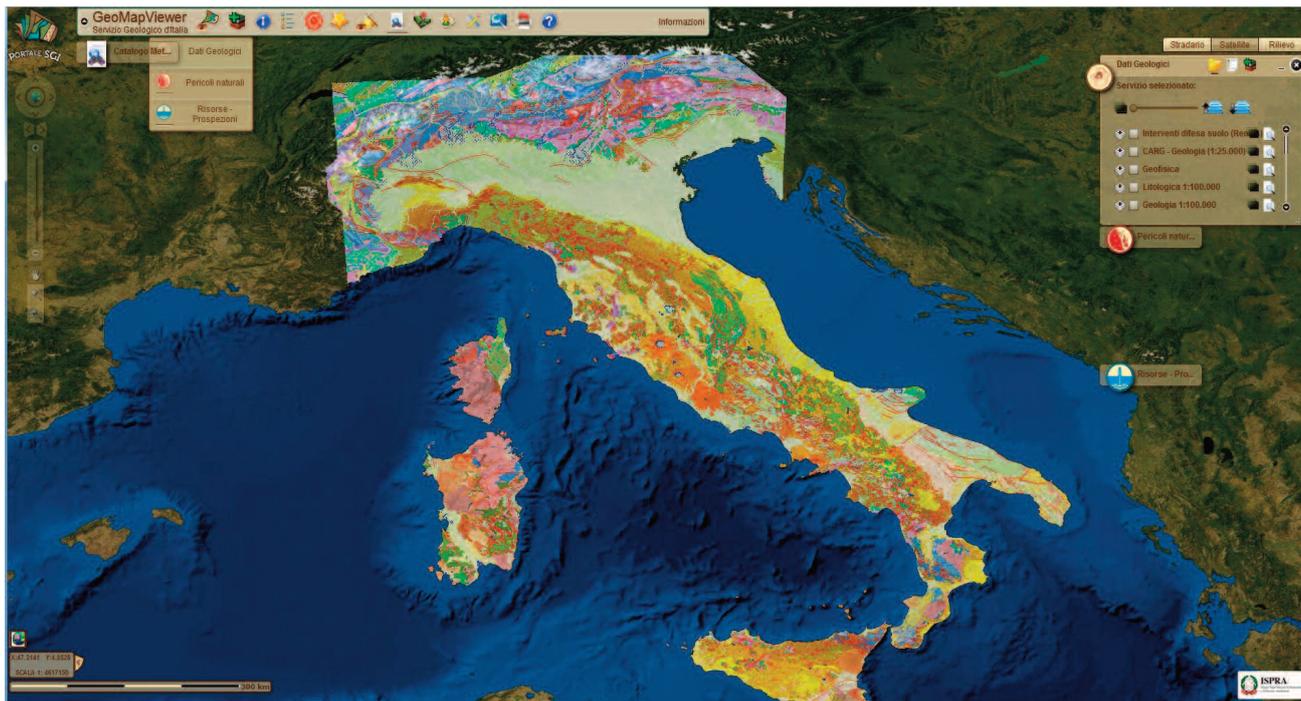


Fig. 13 - GeoMapViewer. Rappresenta lo strumento integrato per la visualizzazione di tutti i dati del Servizio Geologico d'Italia.
 - *The GeoMapViewer: integrated tool for the visualization of all data of the Geological Survey of Italy.*



Fig. 14 - GeoMapViewer. Carta Litologica d'Italia alla scala di 1:100.000 e Progetto Ithaca. Interrogazione degli strati informativi: nella maschera dell'identifi i link rimandano alle banche dati dei progetti.
 - *The Lithological map of Italy at 1:100.000 and the Ithaca Project on GeoMapViewer. Query of the information layers: the links of identify mask refer to project databases.*

molto diffuse. I dati sono disponibili in formati standard WMS, WCS, WFS e KML.

Sono state realizzate anche pagine specifiche per la consultazione dei servizi erogati in WMS, WCS e WFS:

per quest'ultimo tipo, spesso poco utilizzato per le sue funzioni native, sono stati predisposti degli esempi di utilizzo che illustrano le capacità di interrogazione verso le banche dati nel linguaggio di codifica standard

PHYSICAL AND GEOLOGICAL ATTRIBUTES			
GEOLOGICAL SETTING	The Lunigiana and Garfagnana basins are Plio-Quaternary asymmetric grabens that lie in the hanging wall of a regional, east-dipping, low-angle detachment (LADF) that is imaged in seismic profiles deepening beneath the Apennines down to a depth of ~ 13 km. Seismic lines highlight E-dipping synthetic faults dipping between 30° and 60° down to a depth of ~ 5 km before splaying onto the low-angle detachment. In contrast, W-dipping antithetic faults show an average higher dip angles of ~ 50° to ~ 70° and root on the detachment at depths of less than 5 km. According to Argenti et al. (2003) the east-dipping, low-angle detachments are part of the NE-dipping low-angle fault system that bound the Val di Magra graben (Lunigiana s.l.) to the West and to the South. These authors state that both the areal extent of the deformation and the geometry observed at depth on seismic profiles suggest that the Lunigiana extension can be linked to the paleo-Iguzzine thrusting via a shallow detachment. Moreover the Authors believe that an uplift-driven gravitational instability could have originated the presently observed deformation system. To summarize, in the view of Argenti et al. (2003) this sector of the Northern Apennines is affected by gravity-driven deformation.		
SYNOPSIS	W-dipping antithetic fault system that show an average dip angles of ~ 50° to ~ 70° and root on east-dipping, low-angle detachment (LADF) at depths of less than 5 km (Di Naccio et al., 2009). It constitutes the NE border of the Garfagnana basin. The fault is evident in the seismic lines. According to Argenti et al. (2003) the east-dipping, low-angle detachments are part of the NE-dipping low-angle fault system that bound the what they call the Val di Magra graben (Lunigiana s.l.) to the West and to the South.		
FAULT NAME	Monte Prato		
FAULT CODE	61914		
MACROZONE	3		
REGION NAME	Toscana		
SYSTEM NAME	NE border of the Garfagnana Basin		
RANK	SUBORDINATE		
AVERAGE STRIKE	135		
DIP	0		
LENGTH (km)	0		
GEOMETRY			
SEGMENTATION			
DEPTH (km)	0		
LOCATION RELIABILITY (MAPPING SCALE)	1:25000		
LAST ACTIVITY			
ACTIVITY RELIABILITY	Low reliability		
RECURRENCE INTERVAL (yr)	0		
SLIP-RATE (mm/yr)	0		
MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH	0		
MAX CREDIBLE SLIP (m)	0		
KNOWN SEISMIC EVENTS			
MAX CREDIBLE MAGNITUDE (Mw)	0		
MAX CREDIBLE INTENSITY (RI/MSK scale)			
STUDY QUALITY	LOW		
NOTES			
REFERENCES			
FAULT CODE	AUTHORS	TITLE	REFERENCES
61914	Argenti, A., Bernini, M., Di Dio, G.M., Fasan, G., Rogledi, S.	Stratigraphic record of crustal-scale tectonics in the Quaternary of the Northern Apennines (Italy)	Quaternary 10, 555-602, 1997
61914	Argenti, A., Baracchini, G., Bernardi, M., Camuffo, F., Ghisleri, M., Farnig, G., Giordano, P., Nodolini, A., Pizzoli, L.	Gravity tectonics driven by quaternary uplift in the Northern Apennines: insight from the La Spezia-Reggio Emilia grabenward	Quaternary International, 203-202, 19-26, 2003
61914	Bertoni, F., Bonaventura, G., Cori, R., Fiori, A., Fieschi, L., Scamaroni, S., Lorenzi, M.A., Bruni, A., Iannacelli, M., 2011.	Pre-Pliocene geological evolution of the post-tensile area of Tuscany and Lazio	Memorie Descritive Carta Geologica d'Italia 69, 77-134, 1994
61914	Bertoni, C., Bernini, M., Cariani, G.C., Caporini, A., Fedeli, P.R., Grazzi, G., Lazzarini, A., Martelli, C., Mazzanti, T., Pagan, G., Pignani, G., Paoletti, G., Santoni, F., Varini, F., Castellani, D., Francavilla, P., 2011.	Carta tectono-strutturale dell'Appennino settentrionale. Note illustrative	Bollettino Società Geologica Italiana 101, 323-560, 1983
61914	Bertoni, C., Caputo, R., Paoletti, M., 2009.	Quaternary sedimentation in the Northern Apennine Foredeep and related denudation	Geological Magazine 123 (3), 359-374, 2009

Fig. 15 - Cliccando sul link generato con l'interrogazione si apre la scheda del progetto originario, in questo caso Il Catalogo delle faglie capaci ITHACA. - The Catalogue of capable faults ITHACA: clicking the query link opens the original project sheet.

GML 3.1.1 e nel linguaggio standard specifico per i dati geologici GeoSciML 2.1.

La possibilità di utilizzare il servizio in formato KML è per ora limitata ai dati di maggior interesse nazionale, solo per questi, quindi, è attualmente possibile cercare il metadato del servizio e scaricare il file per Google Earth KML.

Nella sezione pubblicazioni c'è la possibilità di consultare relazioni tecniche e linee guida.

Con l'utilizzo di un semplice browser (FireFOX, Internet Explorer, Chrome, ecc.) gli utenti possono accedere ai dati territoriali della propria Regione, Provincia o Comune, attraverso le funzioni tipiche di un GIS (zoom, pan, semplici interrogazioni di oggetti geografici, selezioni dalla mappa) potendo avvalersi, in relazione al proprio grado di competenza, di uno strumento che non solo permette la consultazione dei dati, ma anche la loro integrazione con informa-

zioni elaborate in locale o provenienti da altri server.

Dalla pagina principale del Portale è possibile accedere ad alcune applicazioni web, create in occasione di eventi naturali di particolare entità, con cui è possibile visualizzare i dati geologici più aggiornati del Servizio Geologico d'Italia, che descrivono l'evento in maniera più esaustiva.

4.5. - BANCHE DATI

Il contenuto informativo e la struttura delle diverse banche dati del Dipartimento, più nel dettaglio si riferiscono a:

- Progetto CARG - Cartografia geologica alla scala 1:50.000 comprensivo di tutti i dati della geologia, prodotti dal rilevamento alla scala 1:10.000 e 1:25.000;
- Progetto IFFI - costituisce il primo inventario omogeneo e aggiornato dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale, realizzato secondo procedure standardizzate;
- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 - prodotto dal rilevamento geologico eseguito nell'arco di un secolo, dal 1870 al 1970, vettorializzata e riorganizzata in strati informativi secondo le indicazioni del Servizio Geologico d'Italia;
- Archivio indagini nel sottosuolo ex Legge 464/84 - rappresenta il database delle indagini di sottosuolo eseguite tramite perforazioni sia per scopi di ricerche idriche che per opere di ingegneria civile, i cui documenti sono pervenuti al Servizio Geologico d'Italia in ottemperanza alla Legge 464/84;
- Sondaggi profondi - che permette di visualizzare i sondaggi profondi liberalizzati dal Ministero dello Sviluppo Economico realizzati per la ricerca di idrocarburi;
- Geofisica - cartografia geofisica digitale - Carta gravimetrica d'Italia alla scala 1:1.000.000 ed alla scala 1:250.000. Sono inoltre visualizzabili le linee sismiche del progetto CROP e le indagini geofisiche effettuate ex Legge 464/84 oltre a quelle effettuate dal Servizio Geologico d'Italia - ISPRA;
- ReNDiS (Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo) - nel quale sono presenti i dati degli interventi realizzati per la mitigazione del rischio idrogeologico e delle risorse impegnate nel campo della difesa del suolo;
- GeoIT3D - per la consultazione di modelli 3D di vari fogli geologici e la fruizione di altri dati ed elaborazioni disponibili a scala nazionale, realizzati a seguito di sperimentazioni di tecniche di modellazione e visualizzazione tridimensionale su diverse aree del territorio italiano;
- Progetto ITHACA - che raccoglie tutte le informazioni disponibili riguardo le faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali;
- Carta litologica d'Italia - ottenuta dalla rielaborazione della Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, attribuendo alle formazioni ivi descritte una classe litologica e altri parametri quali la genesi, l'ambiente di formazione della roccia, la struttura della formazione, la strut-

tura e la consistenza della roccia relativo alla carta litologica alla scala 1:100.000;

- Progetto OneGeology - per la consultazione immediata attraverso un portale geografico dei dati delle carte geologiche di tutto il mondo;
- Progetto modello dati GeoSciML - relativo all'elaborazione di un linguaggio per la trasmissione delle informazioni geologiche prodotte dalla comunità delle Scienze della Terra attraverso servizi di visualizzazione mappe e dati via web;
- Progetto Database Nazionale dei Sinkhole - per la consultazione e la fruizione dei dati raccolti dall'ISPRA relativi al censimento dei fenomeni naturali di sprofondamento, in aree di pianura, sul territorio italiano;
- Dati di base - relativi all'orografia, all'idrografia, ai limiti amministrativi, alla rete viaria, alla toponomastica e ai centri abitati, ecc.

Sono inoltre disponibili sfondi cartografici in formato raster relativi alla cartografia geologica (scala 1:1.250.000, 1:500.000, 1:100.000, 1:50.000) e a quella topografica IGMI (scala 1:500.000, 1:250.000, 1:25.000).

5. - EVOLUZIONI NELLA CONSULTAZIONE WEB-MOBILE DELLA CARTOGRAFIA GEOLOGICA

VENTURA R. (*), CARTA R. (*)

La sempre più ampia diffusione di dispositivi mobili, siano essi *smartphone* o *tablet*, apre grandi opportunità a tutti coloro che hanno come obiettivo quello di creare applicazioni cartografiche con cui offrire servizi da consultare attraverso questi dispositivi. Le applicazioni ed i servizi offerti per *mobile* devono affrontare una sfida molto difficile: fornire informazioni/*tools* tenendo in considerazione gli aspetti legati a chi, dove, quando e cosa un utente sta facendo, operare nelle condizioni più "ostili", distribuirle il più rapidamente possibile, a costi sempre più bassi e competitivi ad una comunità di utenti con aspettative sempre più ampie. Chi realizza le applicazioni/servizi di riferimento deve al tempo stesso tenere in considerazione e dimostrare di saper governare al meglio l'eterogeneità del mondo *mobile* che è amplissima: dispositivi, sistemi operativi, linguaggi di sviluppo, diverse *user interface* (UI), tipologia di applicazioni (*web app*, *app native*) (EFTOS *et alii*, 2012). Più il prodotto realizzato è trasversale e versatile, cioè in grado di operare in modo indistinto su diversi dispositivi e piattaforme, maggiore è il potenziale di diffusione dell'applicazione.

Le applicazioni per *mobile* possono essere di due categorie: le *web app* e le *app* spesso denominate anche *app native*. La distinzione tra le due è legata al fatto che le *web app* "girano" sostanzialmente dentro un browser presente sul dispositivo, mentre le *app native* "girano" direttamente sul dispositivo.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

Per sviluppare un'applicazione *mobile* è necessario individuare il linguaggio di sviluppo da cui partire e qui ci si scontra sin da subito con l'eterogeneità di questo mondo: per ogni tipo di sistema operativo abbiamo praticamente un diverso linguaggio tra cui spiccano Java (nelle sue diverse accezioni), C (nelle sue varie accezioni), SWIFT, .NET, HTML, Javascript, CSS+HTML5 (HILLEGASS & WARD, 2014; DEITEL et alii, 2015; PICCHI, 2015; SELVAGGIO, 2015; GORELICK & OZVALD, 2015; NOVELLI, 2013).

Il quadro sintetico è il seguente:

Tipo Mobile OS	Linguaggio di sviluppo
Apple iOS	C, Objective C, SWIFT
Google Android	Java
BlackBerry	Java
Symbian	C, C++, Python, TML/CSS/JS
Window Mobile	.NET
HP Palm webOS	HTML/CSS/JS
Samsung bada	C++

Chi volesse garantire la funzionalità sui vari dispositivi della propria *app* per *mobile*, dovrebbe avere la capacità di sviluppare lo stesso progetto per ciascun sistema operativo, cosa praticamente impossibile.

In realtà un elemento in comune è possibile individuarlo: tutti questi sistemi operativi supportano il *browser mobile* accessibile da codice nativo. Ogni piattaforma quindi permette di istanziare un *browser* ed interagire con la sua interfaccia Javascript via codice nativo. Questa possibilità, nota come tecnica PhoneGap, è un *framework open source* che fornisce un ambiente agli sviluppatori in cui possono creare *app* in HTML, CSS e Javascript e richiamare caratteristiche del *device* attraverso uno strato API Javascript comune. La scelta Javascript/HTML5 al momento sembra quindi essere la principale scelta di sviluppo per le *web app*. L'evoluzione di Javascript e HTML5 è anche determinata dalla spinta che stanno ponendo i principali attori nel mondo dei *browser mobile*, Microsoft, Google, Apple, Opera e Mozilla per cercare di migliorare la loro offerta in particolare sul fronte delle prestazioni.

Discorso leggermente diverso va fatto per le soluzioni *app* native: qui, oramai, molti produttori offrono agli sviluppatori diverse librerie *software* specifiche per la piattaforma scelta, che permettono alle applicazioni la completa accessibilità alle funzionalità del dispositivo *mobile* e ai servizi *web* offerti.

5.1. - APPLICAZIONI CROSS-PLATFORM

Negli anni ci sono stati diversi tentativi di creare ambienti *cross-platform* già sul mondo *desktop*; Java è l'esempio più significativo ed eclatante, ma non l'unico. Tutti questi tentativi non hanno mai avuto un vero e proprio successo su tutta la linea anche se, casi come Java, rappresentano quelli di maggior lustro. Sarà diverso con il

mondo *mobile*? E se sì perché? Si saprà fare tesoro delle esperienze passate? Si riadatteranno gli stessi modelli di soluzione? Uno degli aspetti su cui spesso questi tentativi sono caduti è quello legato alla variabilità dei controlli di *user interface* (UI) sulle diverse piattaforme, aspetto che si ripropone, enfatizzato, anche nel caso del *mobile*.

Differenti piattaforme hanno diverse modalità con cui i loro utenti, inconsciamente, si aspettano di interagire. "Portare" un'applicazione pensata per una piattaforma (es. Android), su un'altra piattaforma (es. iOS), può comportare anche la completa revisione delle modalità di interazione tra le due piattaforme, un costo che, se non pensato inizialmente, può essere insostenibile anche per una buona *app*, e al tempo stesso, se pensata inizialmente può aumentarne i costi di prima realizzazione. Queste motivazioni sono quelle che portano a considerare che, per quanto tecnicamente fattibili, le soluzioni *cross-platform* nel mondo *mobile* continueranno, forse con maggior enfasi, ad essere un mito.

Discorso leggermente diverso è per le *web app* in cui abbiamo già un elemento accomunante e allo stesso tempo disaggregante che è il *browser* stesso. In questo contesto è quindi più facile realizzare un'applicazione in grado di essere fruita in modo analogo da dispositivi diversi, eterogenei tra loro, e non curandosi degli aspetti del *look and feel* in quanto l'approccio è del tutto analogo a quello utile per la realizzazione di una *web application* tradizionale. In questo caso il limite dell'approccio *web app* è l'uso offline, in caso di mancanza di rete, che non può non essere considerato. Esistono soluzioni che permettono lo *storage* di informazioni in locale ma è ovvio che non potrà mai essere come un'*app* nativa.

5.2. - L'ATTIVITÀ DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

Il Servizio Geologico d'Italia ha iniziato a sviluppare un'applicazione in ambiente android (CARLI, 2013; GARGENTA & NAKAMURA, 2014) che permette, a chi è dotato di dispositivo *mobile* (*smartphone*, *tablet*, ecc.), di consultare la Carta geologica d'Italia 1:100.000 in qualsiasi area coperta da rete telefonica. Ad oggi molti dati geologici relativi alle attività del Servizio sono stati digitalizzati e resi disponibili sia attraverso un Portale cartografico che attraverso servizi REST, WMS. La consultazione quindi può avvenire attraverso il *viewer* del Portale (sviluppato in Adobe Flash Player) o attraverso un qualsiasi strumento GIS che permetta la connessione ai servizi pubblicati. Per adempiere a questo scopo il Servizio Geologico ha dovuto acquisire, configurare e gestire un'infrastruttura *hardware* e *software* che ha permesso la gestione completa dei dati, dall'informatizzazione alla visualizzazione su *web*. La struttura informatica può essere schematizzata in grandi linee dalla figura 16, dove è sintetizzato il processo di pubblicazione.

Il GIS Server permette di creare, gestire e distribuire nel web servizi GIS a supporto di applicazioni *client* eterogenee in ambiente *desktop*, *mobile* e *web*. Esso rende più facile l'accesso ai servizi GIS da parte di utenti che

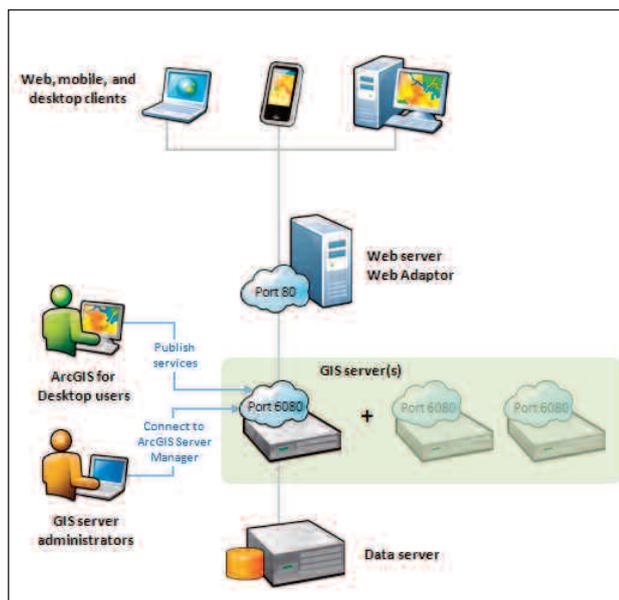


Fig. 16 – Schema della infrastruttura informatica per la pubblicazione dei dati geografici
- Diagram of the infrastructure to publish geographic data.

non possiedono particolare esperienza con la tecnologia GIS. Inoltre assicura la possibilità di gestire in maniera centralizzata tutti i tipi di dati GIS, vettoriali, immagini e *raster*.

Altra possibilità di condivisione dei dati è lo sfruttamento della piattaforma *cloud*, “pronta all’uso”, per creare e condividere mappe, applicazioni, dati e contenuti geografici, grazie alla possibilità di accedere a una ricca collezione di dati geografici di base a copertura mondiale. La piattaforma *cloud* di gestione permette di creare mappe e applicazioni per condividerle con i propri utenti, attraverso contenuti pronti all’uso, applicazioni e *template*. La piattaforma è disponibile via *web* e può essere utilizzata anche con *smartphone* e *tablet*. Semplice da usare, non richiede operazioni di installazione e configurazione.

5.3. - ESEMPIO DI APP NATIVE

L’enorme difficoltà da affrontare nell’utilizzo delle tecnologie *webgis* è quella della resa grafica delle informazioni cartografiche. Nel tempo gli utenti hanno acquisito la capacità di comprendere l’informazione cartografica attraverso segni e colori convenzionali che aiutano la decodifica dell’informazione visiva. Anche se il *webgis* permette l’accesso a un’informazione che va al di là del contenuto della carta stessa, l’impatto visivo, a tutt’oggi, non è quello della cartografia convenzionale. La resa grafica dell’informazione via *webgis* è molto difficile da realizzare, in quanto l’utente ha più gradi di libertà rispetto alla carta tradizionale: può zoomare, sovrapporre più informazioni, può interrogare ed interagire con le informazioni. Una soluzione adottata per la cartografia edita, in questo caso quella della Carta geologica d’Italia alla scala 1:100.000 è stata quella di nascondere le primitive geometriche (punti, linee e poligoni) relative agli elementi geologici al di

sotto nel mosaico delle carte (fig. 17). In questo modo l’utente vede esattamente quello che vedeva sulla carta, ma cliccando sulla mappa in realtà si interrogano gli elementi geografici nascosti eliminando la necessità di consultare la legenda.

Dalla figura 17 si vede come funziona l’applicazione: dalla schermata principale si seleziona la zona di interesse e poi, cliccando in un punto della mappa, si ottengono le informazioni degli elementi incontrati. Chiaramente può essere attivata la funzionalità *gps* dello *smartphone* e l’ubicazione dell’utente viene automaticamente indicata sulla mappa, così sarà possibile conoscere la geologia della zona in cui si trova. In questo modo vengono messe a disposizione dell’utente l’intera copertura di carte geologiche relative al territorio nazionale.

5.4. - ESEMPIO DI WEB APP

La figura 18 illustra un altro esempio di consultazione delle cartografie via *web* che è quello dello sviluppo di *viewer* responsivi (*Responsive Design*) che consistono nell’approccio per il quale la progettazione e lo sviluppo di un sito dovrebbero adattarsi al comportamento e all’ambiente dell’utente in base a fattori come le dimensioni dello schermo, la piattaforma e l’orientamento del *device*. Quando l’utente passa dal suo *PC desktop* ad un *tablet* o uno *smartphone*, il sito dovrebbe automaticamente adattarsi alla nuova risoluzione, modificare le dimensioni delle immagini e le interazioni basate sugli *script*. In altre parole, un sito dovrebbe implementare tutte quelle tecnologie utili per un adattamento automatico alle preferenze dell’utente.

Inoltre si stanno facendo ulteriori sperimentazioni per l’acquisizione dei dati direttamente in campagna attraverso *software* specifici. La difficoltà in questo caso è l’eventualità che nella zona di indagine non ci sia segnale. In questo caso l’applicazione deve permettere l’utilizzo *offline* dei dati, precedentemente scaricati sul dispositivo, registrare le informazioni sul dispositivo e inviarle al *server* nel momento in cui viene ripristinato il collegamento.

5.5. - CARGMAP

Al fine di visualizzare attraverso queste tecnologie la cartografia del Progetto CARG è stato sviluppato il progetto CARGMAP. Il libero accesso alla *web app* ne consente l’utilizzo sia a scopi scientifici che divulgativi. La grafica è molto semplice e funzionale rendendo agevole l’utilizzo ad un pubblico variegato (fig. 19).

Sono stati sfruttati i *web mapping services* più utilizzati al mondo quali Google Maps, Open Street Map e Open Cycle. Google Maps è impostato come servizio di *default*.

All’accesso dell’utente, il Foglio è posizionato al centro dello schermo e sono disponibili una serie di *utility* che ne permettono la visualizzazione personalizzata. Lo strumento di zoom consente la visione della cartografia a differenti livelli di ingrandimento. Il menu di trasparenza permette di regolare l’opacità del Foglio rispetto alla rappresentazione della superficie terrestre fornita dal *web service*.

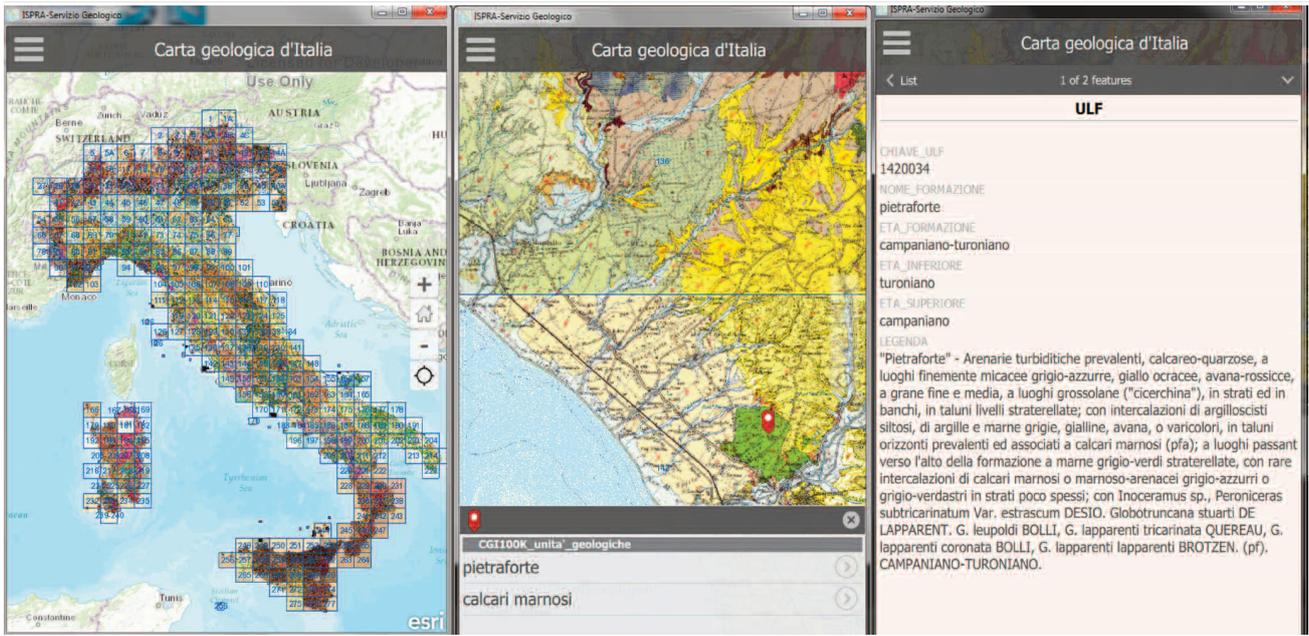


Fig. 17 – Esempio di consultazione e visualizzazione della Carta Geologica d'Italia 1:100,000 attraverso un'App su Android.
 - Example of consultation and visualization of the Geological Map of Italy :100,000 by an Android app.

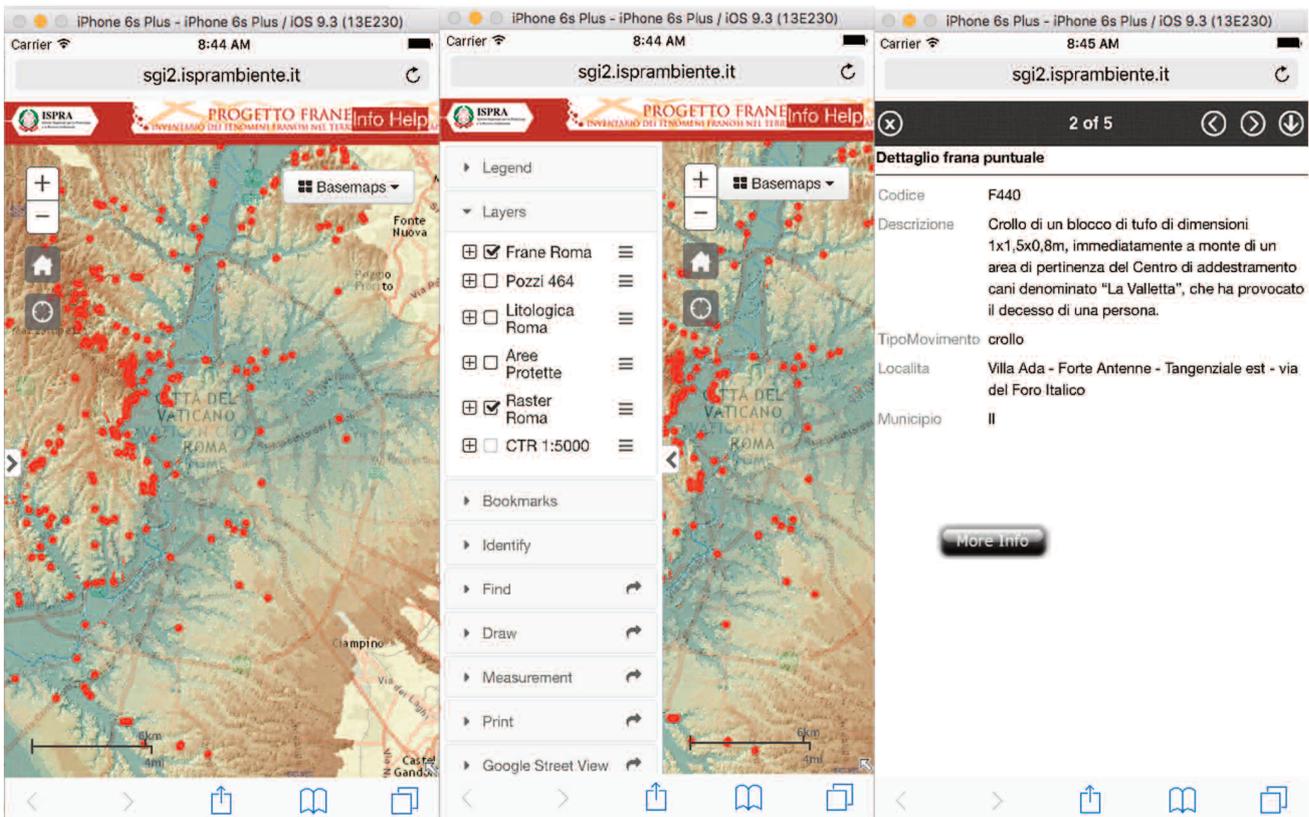


Fig. 18 - Esempio di consultazione e visualizzazione della Carta dei Dissesti della città di Roma attraverso un sito web responsivo.
 - Example of consultation and visualization of the Map of instability of Rome by a responsive website.

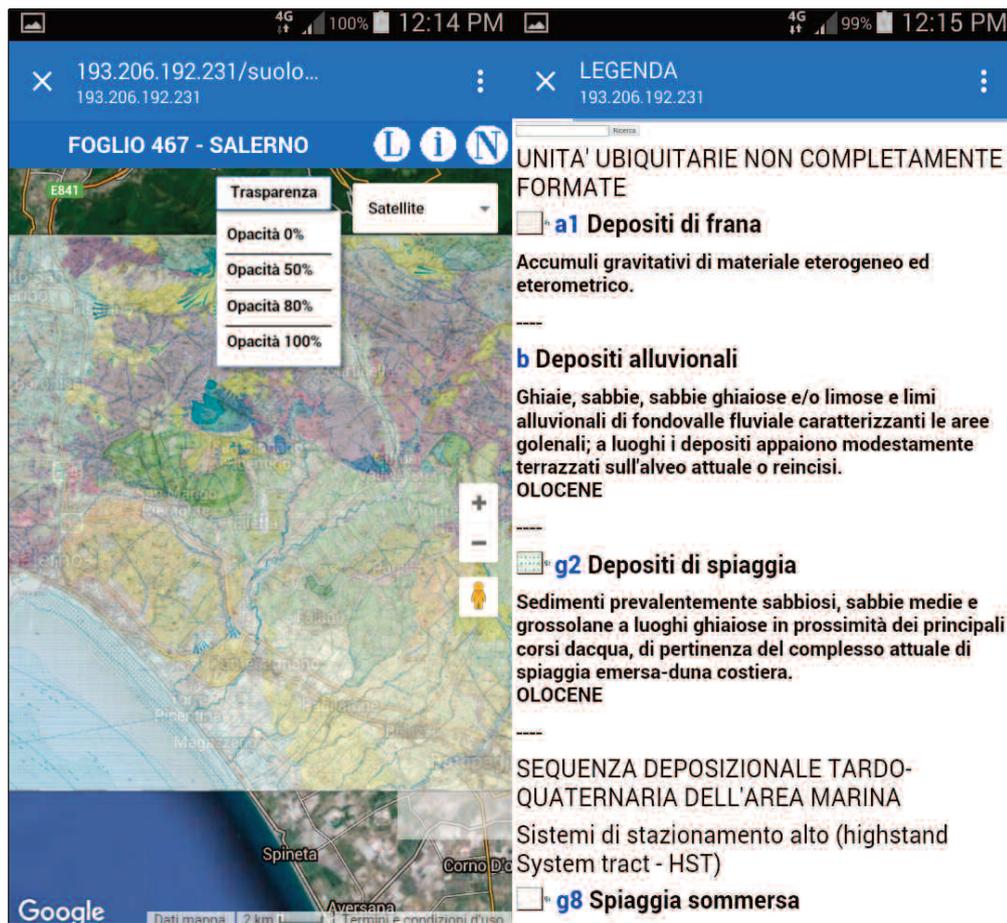


Fig. 19– Visualizzazione dei Fogli geologici CARG attraverso CARGMAP.
- Visualization of the CARG geological sheets by CARGMAP.

Open Street Map, al quale si accede utilizzando l'icona distintiva, è di grande funzionalità poiché mediante esso il contenuto cartografico da astrazione diventa realtà: l'utente può osservare gli affioramenti delle formazioni presenti ed avere piena consapevolezza di ciò che il Foglio attraverso i segni convenzionali esprime. Il geologo di campagna, utilizzando tale strumento, potrà verificare il luogo in cui andrà ad operare e la viabilità di accesso al sito da ispezionare.

Nel margine superiore è presente il titolo che indica il numero ed il nome del Foglio geologico CARG e a destra un menu che permette di interrogare il *database*.

Cliccando sul pulsante indicato con la lettera **L** l'utente accede alla legenda del Foglio. In essa sono riportate le medesime informazioni presenti nella carta stampata. Nella finestra di legenda è anche presente una barra nella quale si può ricercare la descrizione di una formazione digitando la sigla della Formazione geologica riportata in carta.

Mediante il pulsante **i** del menu, si accede ad una finestra in cui sono presenti tutte le informazioni relative alla realizzazione ed alla stampa del Foglio: l'ente realizzatore, il direttore del rilevamento, i rilevatori, i revisori delle aree, gli analisti ecc. Infine, cliccando sul pulsante **N** si accede al documento pdf contenente le Note Illustrative del foglio.

5.6. - APPLICAZIONI WEB DISPONIBILI

La grande disponibilità di dati geografici organizzati in banche dati e resi disponibili attraverso *web services* e la forte diffusione dei dispositivi *mobile* ha incentivato molti Enti e *software house* allo sviluppo di applicazioni mirate e/o *general purpose* per la consultazione dei dati geografici. Molte di queste applicazioni riguardano dati a carattere geologico e alcune di queste permettono anche la consultazione dei dati del Servizio Geologico d'Italia. In più la crescente copertura del territorio della rete mobile rende possibile l'utilizzo dei *devices* in qualsiasi zona, e la crescente velocità di trasmissione rende utilizzabili questi *devices* anche per le applicazioni di tipo geografico, per le quali devono essere scaricate grosse moli di dati. Queste applicazioni permettono la consultazione e la modifica dei dati anche agli operatori sul territorio.

In ambito geologico le applicazioni *mobile* di riferimento sono quelle del *Bureau de Recherches Géologiques et Minières* (BRGM) e *British Geological Survey* (BGS). I Servizi geologici francese e inglese hanno da molto tempo avviato l'informatizzazione e organizzazione dei dati geologici in potenti database, sfruttando poi la diffusione dei dispositivi *mobile* (*smartphone* e *tablet*) per la diffusione dei dati. Altri Servizi geologici, come il *Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe* (BGR) e l'*Instituto Geológico y Minero de España* (IGME) hanno optato per dei siti *web* responsivi.

6. - LA CARTOGRAFIA GRAVIMETRICA DIGITALE E LA BANCA DATI GEOFISICI

FERRI F. (*), PORFIDIA B. (*)

Il Servizio Geofisica del Servizio Geologico d'Italia - ISPRA è impegnato da anni in attività di rilevamento, elaborazione ed interpretazione di dati geofisici a varia scala. Esso ha quindi avuto la necessità di gestire e conservare i dati sperimentali anche ai fini di produrre cartografie tematiche, quale Organo cartografico dello Stato, alcune delle quali riguardano l'intero territorio nazionale come la Carta gravimetrica d'Italia (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1989, 2005) e di fornire un adeguato supporto ad una migliore ricostruzione degli aspetti geologico strutturali ed a studi di dettaglio a carattere applicativo ed ambientale.

Nel 1975 la Commissione geodetica italiana decise la realizzazione di una nuova carta delle anomalie di Bouguer dell'Italia, a corredo del Modello Strutturale (CNR, 1991). Il Servizio Geologico d'Italia fu incaricato di curare l'archivio dei dati gravimetrici originali disponibili per tale progetto. Tali dati provengono quindi da diverse fonti: ENI, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), Società di esplorazione, Istituzioni accademiche e lo stesso Servizio Geologico d'Italia.

Per alcune serie di dati, scarse o nulle sono risultate le informazioni relative all'accuratezza dei valori osservati o ad altre variabili di calcolo. Inoltre molti rilevamenti furono eseguiti a scopo di esplorazione regionale dove una stima realistica dell'accuratezza risulta compresa nel decimo di mGal. Solo per le più recenti misure si è potuto stimare un'accuratezza di alcuni centesimi di mGal. L'archivio originale a disposizione conteneva inoltre dati elaborati secondo procedure diverse, tra gli elementi variabili si può citare ad esempio l'estensione e la modalità di calcolo della correzione topografica.

6.1. - DALL'ARCHIVIO STORICO ALLA BANCA DATI GEOFISICI: ELABORAZIONI NUMERICHE

Lo sviluppo avvenuto nel tempo degli standard di elaborazione delle misure (LAFEHR, 1991; TALWANI, 1998; HINZE et alii, 2005) ha comportato l'esigenza di adeguare o realizzare alcune procedure di calcolo delle anomalie gravimetriche, anche in funzione alla necessità di predisporre un *dataset* il più possibile omogeneo. Il Servizio geofisica di ISPRA ha quindi definito una normativa tecnica interna di riferimento secondo la quale vanno acquisite ed elaborate le misure gravimetriche. Per la parte di calcolo strettamente connessa alla predisposizione della banca dati, tale procedura in sintesi comprende le seguenti specifiche:

- riferimento di tutti i valori gravimetrici osservati alla *International Gravity Standard Network* 1971 (MORELLI, 1974);
- adozione di una proiezione cartografica standard (WGS84, UTM, ED 50);
- gravità normale calcolata in base alla formula del

Geodetic Reference System 1980 (MORITZ, 1980);

- densità di calcolo costante di 2,67 g/cm³;
- correzione in Aria libera del secondo ordine;
- correzione di Bouguer effettuata calcolando l'effetto di una calotta sferica con raggio di 166,736 km dal punto stazione;
- correzione topografica estesa a 166,736 km dal punto stazione utilizzando modelli digitali del terreno.

Particolare impegno per l'applicazione di tali requisiti è stato dedicato all'applicazione di un corretto *datum shift* per le misure gravimetriche più datate ed all'elaborazione della correzione topografica. Come è noto, tale correzione è basata sul calcolo dell'effetto gravitazionale di un eccesso o difetto di massa rispetto al modello della calotta sferica e necessita dei dati di quota della superficie topografica che circonda la stazione di misura.

Per poter elaborare ex novo la correzione topografica per le stazioni gravimetriche è stato necessario realizzare un modello digitale del terreno (*Digital Elevation Model - DEM*) per l'Italia che comprenda anche i valori di quota del fondo marino. Il DEM utilizzato si basa su quello creato per la Carta gravimetrica d'Italia 1: 500.000 (CARROZZO et alii, 1982), che consisteva in una griglia di quote medie con cella elementare di 7.5" in latitudine e 10" in longitudine (cella di circa 230 m); tale modello è stato integrato ove necessario con dati SRTM (JPL, 1999) per l'area della Corsica e lungo le aree settentrionali di confine. Un modello digitale delle aree emerse dell'Italia con una risoluzione di 20 m è stato reso disponibile dall'Istituto Geografico Militare (IGM) e viene usato per le correzioni topografiche delle zone vicine alla stazione di misura a terra. Per le aree *offshore* si è utilizzato il modello altimetrico Gtopo30 dell'USGS con una risoluzione di 30" (USGS, 1996). Tramite un adeguato ricampionamento del DEM dell'USGS si è potuto assicurare la copertura della porzione del DEM italiano mancante di dati. Il modello digitale risultante, con un passo della griglia di 250 metri, è stato infine adoperato per la correzione topografica che come detto viene estesa a 166.7 km dal punto stazione.

Infine le Anomalie di Bouguer delle stazioni di terra sono state calcolate usando la seguente formula:

$$BA = Go - (N + F + B + T) \text{ dove:}$$

BA = Anomalia di Bouguer; Go = gravità osservata; N = gravità teorica o normale; F = correzione in Aria libera; B = correzione di Bouguer per la calotta; T = correzione topografica.

Il termine B è stato calcolato utilizzando la soluzione esatta tramite la formula di Talwani (TALWANI, 1973).

Per i dati gravimetrici *offshore* si è proceduto applicando le necessarie modifiche alla formula generale sopracitata.

6.2. - IL SEGMENTO GRAVIMETRICO DELLA BANCA DATI GEOFISICI

L'archivio gravimetrico originale si è quindi evoluto in una Banca dati geofisici, attualmente realizzata in ambiente *open source* (PostgreSQL, PostGIS) che consente una efficace gestione della stessa e la consultazione ed utilizzo dei dati in ambiente GIS. Lo schema logico per la parte gravimetrica prevede che le varie *Stazioni di misura* siano organizzate in *Campagne*

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

(intese come periodi di rilevamento) le quali si riferiscono ad un specifico progetto di studio. Inoltre sono presenti le tabelle *Rete gravimetrica* e *Grid*.

In sintesi sono previste le tipologie di seguito elencate:

- *Stazioni di riferimento gravimetrico* (sono le stazioni della Rete Internazionale IGSN71 in territorio italiano);
- *Misure gravimetriche* (sono le stazioni dell'archivio storico sopra descritto e quelle relative ai nuovi rilevamenti effettuati dal Servizio geofisica);
- *Misure gravimetriche di controllo* (stazioni gravimetriche di alta precisione che prevedono misure ripetute nel tempo ai fini di monitorare eventuali variazioni di massa nel sottosuolo);
- *Misure gravimetriche assolute* (stazioni ove la misura riguarda il valore assoluto di gravità).

Un applicativo di gestione permette sia l'inserimento, tramite opportune interfacce, dei metadati sia il caricamento delle misure vere e proprie, organizzate in *files* di opportuno formato.

6.3. - IL PROGETTO DI CARTOGRAFIA GRAVIMETRICA DIGITALE D'ITALIA 1:250.000

La Banca dati geofisici così realizzata può consentire la produzione di cartografia a varia scala secondo standard aggiornati. È stato così deciso di affiancare alla cartografia geofisica tradizionale, su supporto cartaceo, una nuova tipologia che consiste nella produzione di elementi cartografici digitali, sia vettoriali che *raster*. La larga diffusione e la forte evoluzione degli strumenti GIS permette infatti di visualizzare ed elaborare in maniera efficace i vari tematismi cartografici e tali strumenti si sono rivelati uno strumento spesso indispensabile per l'interpretazione geologica e geofisica di un'area. È inoltre da tenere presente che la produzione in formato digitale è più rapida ed economica e permette facilmente di realizzare versioni aggiornate dello stesso oggetto, frutto di nuove misure sul terreno e di migliori elaborazioni. Lo sviluppo delle tecniche di elaborazione geofisica offre la possibilità di creare e rendere disponibili velocemente mappe derivate digitali che completano l'informazione ricavabile dalla mappa di base.

In questo ambito è stato attivato il progetto di Cartografia gravimetrica digitale d'Italia 1:250.000 che si avvale della collaborazione scientifica di ENI ed OGS. Esso nasce dall'esigenza di coprire il "vuoto" esistente, nell'attuale cartografia gravimetrica ufficiale, tra le mappe delle anomalie di Bouguer a piccola scala quali la Carta gravimetrica d'Italia alle scale 1:1.250.000 (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2005), 1:500.000 (CNR, 1991) e le mappe a scala 1:100.000 e 1:50.000 pubblicate dal Servizio Geologico d'Italia per una porzione alquanto esigua del territorio nazionale.

Attualmente sono disponibili sul sito internet di ISPRA le Anomalie di Bouguer calcolate con una densità di $2,67 \text{ g/cm}^3$.

La scala di rappresentazione prescelta è in uso in diverse nazioni europee per analoghi progetti ed assicura un'adeguata informazione sull'andamento delle anomalie di Bouguer ai fini di uno studio geofisico e geologico strutturale di tipo regionale. La definizione di una scala specifica, in ambito digitale, nasce dall'esigenza di indicare l'utilizzo ottimale dei prodotti, in relazione alla loro relativa accuratezza. Il taglio cartografico è basato

su quello dei fogli IGM della serie JOG, modificato in estensione secondo le esigenze specifiche di rappresentazione del dato gravimetrico disponibile.

Nonostante l'adozione di una "catena di elaborazione" il più possibile omogenea, applicata a partire dai valori di g osservata (riferiti alla *International Gravity Standardization Net* 1971), molteplici discrepanze erano presenti, imputabili alla diversa accuratezza dei *dataset* ed errori nei valori inseriti nei *files* di origine (quote, posizionamento, g osservata, valore gravità di riferimento, ...). L'*editing* dei dati (368.393 valori di gravità osservata di cui 4000 nodi di *grids* per aree di terra esterne al territorio nazionale) è stato focalizzato sugli errori e conseguente "rumore" nel segnale gravimetrico evidenti alla scala di lavoro (1:250.000) ed ha cercato ove possibile di correggere tali discrepanze, limitando al minimo il numero di valori eliminati (circa 1%). Sono stati eseguiti diversi controlli di qualità dei dati relativamente all'appartenenza al dominio geografico, alla posizione, ridondanza e duplicazione, e soprattutto controlli di attendibilità in "senso stretto", ovvero volti all'individuazione degli eventuali valori anomali delle misure, il tutto ovviamente nell'ambito della accuratezza richiesta dalla scala cartografica di progetto. Per l'identificazione e trattamento degli errori e/o artefatti sono stati utilizzati funzionalità GIS e di *cross-validazione* con *grids* preliminari.

Il risultato ottenuto è stato un *dataset* omogeneo che consta di oltre 360.000 punti di misura distribuiti sia sul territorio nazionale che sui mari circostanti.

Le fasi successive hanno riguardato l'interpolazione su griglia regolare tramite *Kriging* ed il relativo filtraggio passa basso finalizzato all'eliminazione del "rumore" di alta frequenza. Il filtraggio, seppur conservativo e di minima entità, è stato diversificato a seconda delle condizioni del rumore presente, variabile da foglio a foglio, evitando l'introduzione di effetti spuri di bordo.

Il risultato conclusivo consta di 39 "fogli" (come previsto dalla porzione del territorio nazionale della carta "Jog -1501 Il Mondo serie 250/G") alla scala 1:250.000 disponibili in formato digitale. Per ciascun foglio sono stati prodotti i seguenti *files*:

Punti stazione:

Files ascii comprendente i seguenti campi:

("Id", "Xutm32", "Yutm32", "Latwgs84", "Lonwgs84", "Xutm33", "Yutm33", "Objectid", "Nome_sigla")

Dati vettoriali:

Files .shp (Esri shapefile) delle Isoanomalie di Bouguer ($d=2,67 \text{ g/cm}^3$), contour interval 2 mGal, georiferiti in UTM 32

Dati raster:

Files .tif (250 dpi) delle Isoanomalie di Bouguer ($d=2,67 \text{ g/cm}^3$) rappresentate con aree a colori, georeferenziate in UTM 32, UTM 33, WGS84.

File .tif della Scala Cromatica (unica per tutto il dataset)

Grids:

anomalie di Bouguer ($d=2,67 \text{ g/cm}^3$), passo 1 km, in formato .grd Surfer, Golden Software, anch'esse proiettate in UTM 32, UTM 33, WGS84.

Le griglie possono avere aree con nodi nulli (*blank*) in base alla autorizzazione alla diffusione da parte degli Enti proprietari.

7. – IL GEODATABASE IDROGEOLOGICO

MARTARELLI L. (*), ROMA M. (*)

Il Servizio Geologico d'Italia ha curato nel corso degli anni la realizzazione di una serie di cartografie idrogeologiche, principalmente alla scala 1:50.000 (MARTARELLI, questo volume) e di alcune proposte e studi finalizzati alla realizzazione di una base informativa idrogeologica che rappresentasse il riferimento per gli odierni strumenti informatici di consultazione; allo stesso tempo ha anche coordinato una serie di studi idrogeologici realizzati secondo la normativa di rappresentazione cartografica (fig. 20).

La maggioranza delle cartografie prodotte e stampate finora dal Servizio Geologico d'Italia fa riferimento alle linee guida riportate nel Quaderno SGN, serie III, n. 5 (MARI *et alii*, 1995); nonostante l'osservanza e l'applicazione nel corso degli anni di questo riferimento normativo, si è reso necessario dare omogeneità a tutta la cartografia idrogeologica ufficiale prodotta all'interno del Servizio. Contemporaneamente, si è palesata l'esigenza di unificare i *set* di dati disponibili che afferiscono al tematismo idrogeologico attraverso la raccolta dei dati già informatizzati anche per altre tipologie di cartografie. Inoltre, per le cartografie idrogeologiche prodotte nell'ultimo trentennio, parecchie delle quali disponibili solo su supporto cartaceo, è in corso la loro informatizzazione a partire dai primi Fogli idrogeologici stampati fino alla recente cartografia idrogeologica del territorio di Roma, non in formato

standard IGMI, realizzata con vari Enti di ricerca (LA VIGNA & MAZZA, 2015).

Queste premesse hanno indirizzato un gruppo di lavoro (MARTARELLI *et alii*, 2015) a sviluppare un database geografico che possa raccogliere, e allo stesso tempo unificare, tutte le informazioni idrogeologiche finora elaborate all'interno del Servizio Geologico d'Italia, in modo da rendere fruibili i dati idrogeologici attraverso gli strumenti GIS o WEB-GIS e, inoltre, proporre lo stesso schema di Geodatabase come *standard* di organizzazione dei dati per gli studi idrogeologici in corso e futuri.

7.1. - L GEODATABASE PER LA CARTOGRAFIA IDROGEOLOGICA

Il modello concettuale del Geodatabase è stato elaborato a partire dalle Linee guida per la cartografia idrogeologica (MARI *et alii*, 1995) traducendo le indicazioni analogiche contenute in esse verso una forma informatizzata; a queste si accompagnano le indicazioni pervenute sulle primissime proposte elaborate in ambito di informatizzazione dei dati idrogeologici (MARI *et alii*, 2003, 2004) e sulle esperienze avute in campo cartografico in occasione delle cartografie idrogeologiche del progetto CARG (in particolare, quattro Fogli della Regione Basilicata, in preparazione) e di quelle pervenute dalle recenti cartografie di alcuni studi idrogeologici sperimentali effettuati su aree campione del territorio nazionale (SCALISE & MARTARELLI, 2008) e della citata nuova Carta Idrogeologica di Roma, quest'ultima come riferimento di cartografia idrogeologica in un contesto urbano (LA VIGNA & MAZZA, 2015).

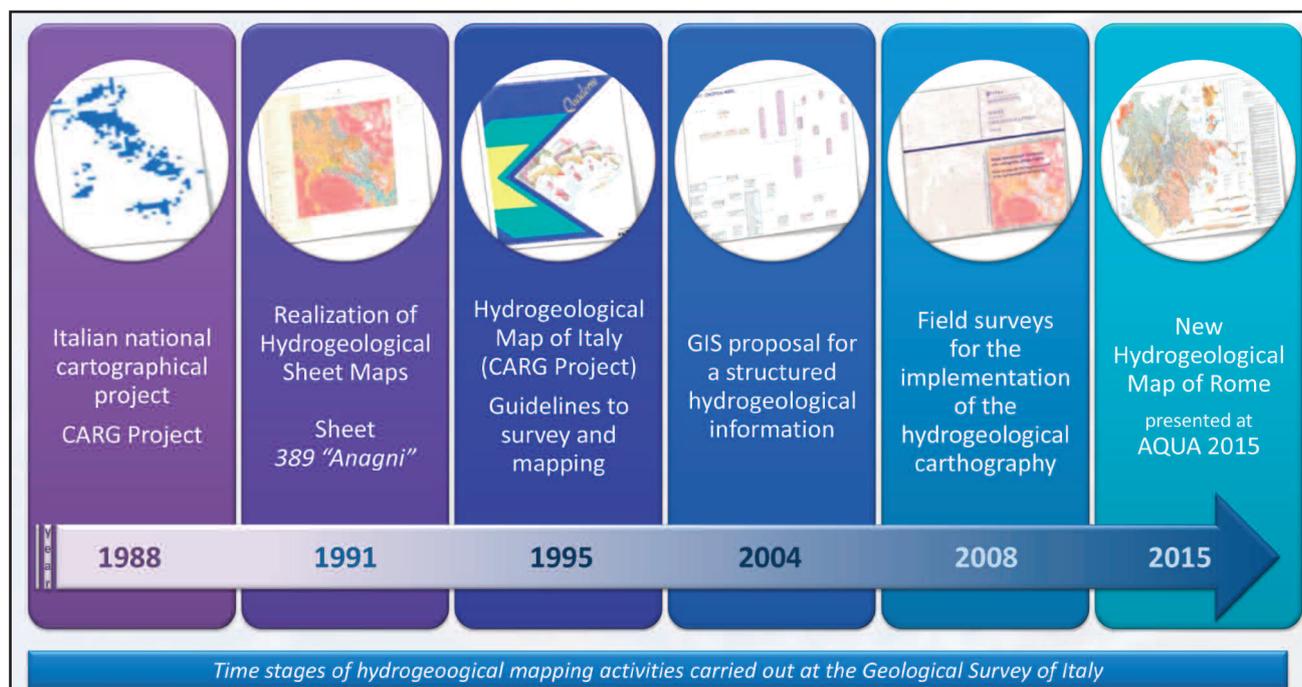


Fig. 20 – Principali tappe delle attività connesse alla Cartografia idrogeologica d'Italia svolte dal Servizio Geologico d'Italia dall'inizio del Progetto CARG. - Main time stages of hydrogeological mapping activities carried out at the GSI from the beginning of the National Project on Geological Mapping at 1:50,000 scale (CARG Project) to present.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

Gli elementi costitutivi del modello concettuale sono rappresentati da entità (oggetti geografici), relazioni (associazioni tra entità attraverso campi chiave) e domini (classi di valori ammissibili). Le entità geografiche sono attualmente raggruppate secondo sette “macro-suddivisioni” idrogeologiche: progetto, complessi idrogeologici, emergenze, opere artificiali, idrologia sotterranea, carsismo, idrologia superficiale (fig. 21); un’ulteriore area del modello è stata prevista per gli elementi grafici utili per l’allestimento cartografico.

Il modello dati del Geodatabase geografico è configurato come un ESRI File Geodatabase (.gdb) e organizzato secondo *feature dataset* (macro-suddivisioni) e *feature class* (punti, linee e poligoni), ovvero specifici livelli informativi dedicati alle diverse tipologie di entità idrogeologiche e relativi attributi; inoltre, sono state predisposte delle tabelle per la raccolta di informazioni alfanumeriche descrittive e quantitative e tabelle di definizione o di transcodifica.

Il modello di Geodatabase relazionale ha l’obiettivo di rendere il dato idrogeologico utilizzabile in ambiente GIS attraverso le numerose relazioni tra entità spaziali e non-spaziali all’interno delle macro-suddivisioni e tra macro-suddivisioni differenti. Ciò fornisce una enorme potenzialità per le interrogazioni e la ricerca sulle informazioni idrogeologiche, laddove la sola connessione geografica potrebbe non essere sufficiente per la piena comprensione qualitativa e/o quantitativa di determinate situazioni idrogeologiche.

Oltre che per gli aspetti di archiviazione informatica, un unico *geodatabase* di riferimento offre vantaggi anche per gli aspetti cartografici; nel prossimo futuro, l’elaborazione di una apposita categoria di simboli grafici, con diretta corrispondenza con i livelli informativi del *geodatabase*, potrà garantire una uniformità di rappresentazione cartografica in ambito idrogeologico, sia essa analogica o digitale.

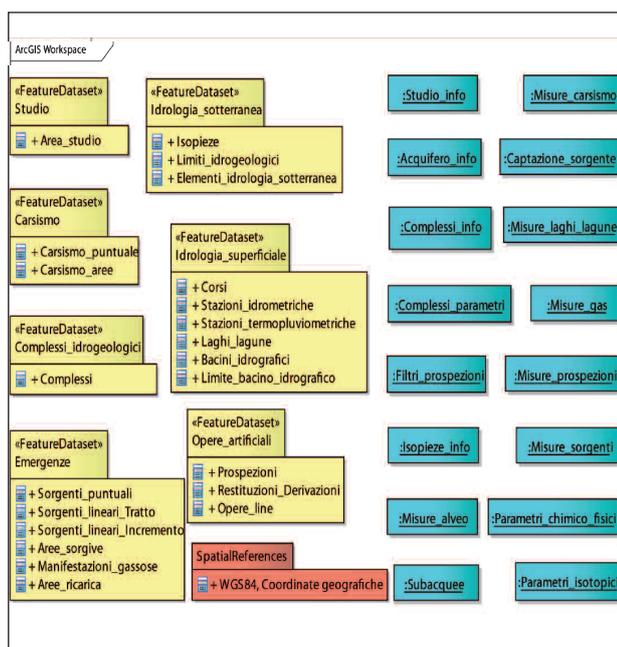


Fig. 21 – Elementi del Geodatabase: *feature datasets*, *feature classes*, tabelle dati, domini di attribuzione e sistema geografico di riferimento adottato.
- Elements of the Geodatabase: *feature datasets*, *feature classes*, data tables, domains, spatial references.

8. - LA STANDARDIZZAZIONE DEI DATI GEOLOGICI

CIPOLLONI C. (*), PANTALONI M. (*)

Il Servizio Geologico d’Italia è attivamente coinvolto da alcuni anni nello sviluppo del linguaggio di interscambio dei dati geologici GeoSciML allo stesso tempo, tramite Gruppi di lavoro europei, alla definizione e implementazione delle specifiche geologiche previste negli Annessi II e III sui dati della direttiva INSPIRE.

Le potenzialità di tali modelli dati sono quelle offerte attraverso l’erogazione di servizi interoperabili in standard WMS 1.3.0 (OGC, 2006) e WFS 2.0.0 (OGC, 2010), che permettono l’integrazione dei dati anche attraverso l’armonizzazione dei dati pubblicati da ogni paese.

Un primo esempio di applicazione reale è stato proposto nel progetto *OneGeology-Europe* (realizzato nell’ambito del programma *eContent-plus*), ma è soprattutto con gli ultimi progetti e sperimentazioni che, seguendo le indicazioni della direttiva INSPIRE e utilizzando le potenzialità offerte del nuovo modello GeoSciML 4.1 (OGC, in corso di pubblicazione) e dalla moltitudine di vocabolari terminologici del IUGS-CGI, che si è potuto realizzare dei servizi interoperabili e armonizzati della geologia.

8.1. - DESCRIZIONE DEL MODELLO DATI

Il modello GeoSciML nasce come strumento e linguaggio per descrivere e rappresentare le informazioni geologiche come carte, sezioni e rapporti, nonché per modellare in modo uniforme a livello globale i dati presenti nel database prendendo come riferimento l’oggetto geologico nella sua complessità tridimensionale. Il modello GeoSciML (anche denominato GSML) è stato sviluppato inizialmente dal Gruppo di lavoro sull’interoperabilità della commissione IUGS-CGI fino al 2013 (versione 3.1) e in seguito, dovendo garantire una stabilità e utilizzabilità maggiore del modello, si è scelto di operare la migrazione verso una nuova versione che fosse certificata dall’OGC, per cui il gruppo di lavoro è stato assorbito dallo *Standard Working Group OGC* (<http://www.opengeospatial.org/projects/groups/geoscimlswg>).

La versione 4.1 si basa su servizi OGC/INSPIRE WFS 2.0 e WMS 1.3 ed è strutturata in 3 livelli di complessità degli oggetti geografici associati: la versione semplificata (L0) per le semplici rappresentazioni cartografiche è denominata GeoSciML-Lite; la versione con oggetti complessi e annidati (L1), allineata al modello dati INSPIRE, viene detta GeoSciML-Basic; mentre la versione più estesa (L2) con cui è possibile erogare digitalmente tutte le informazioni geologiche associate ad un oggetto 2D o 3D è codificata come GeoSciML-Extension.

GeoSciML 4 (<http://www.geosciml.org>), quindi, è un modello modulare, molto semplificato rispetto alle precedenti versioni e che, come mostrato in figura 22,

(*) Servizio Geologico d’Italia, ISPRA

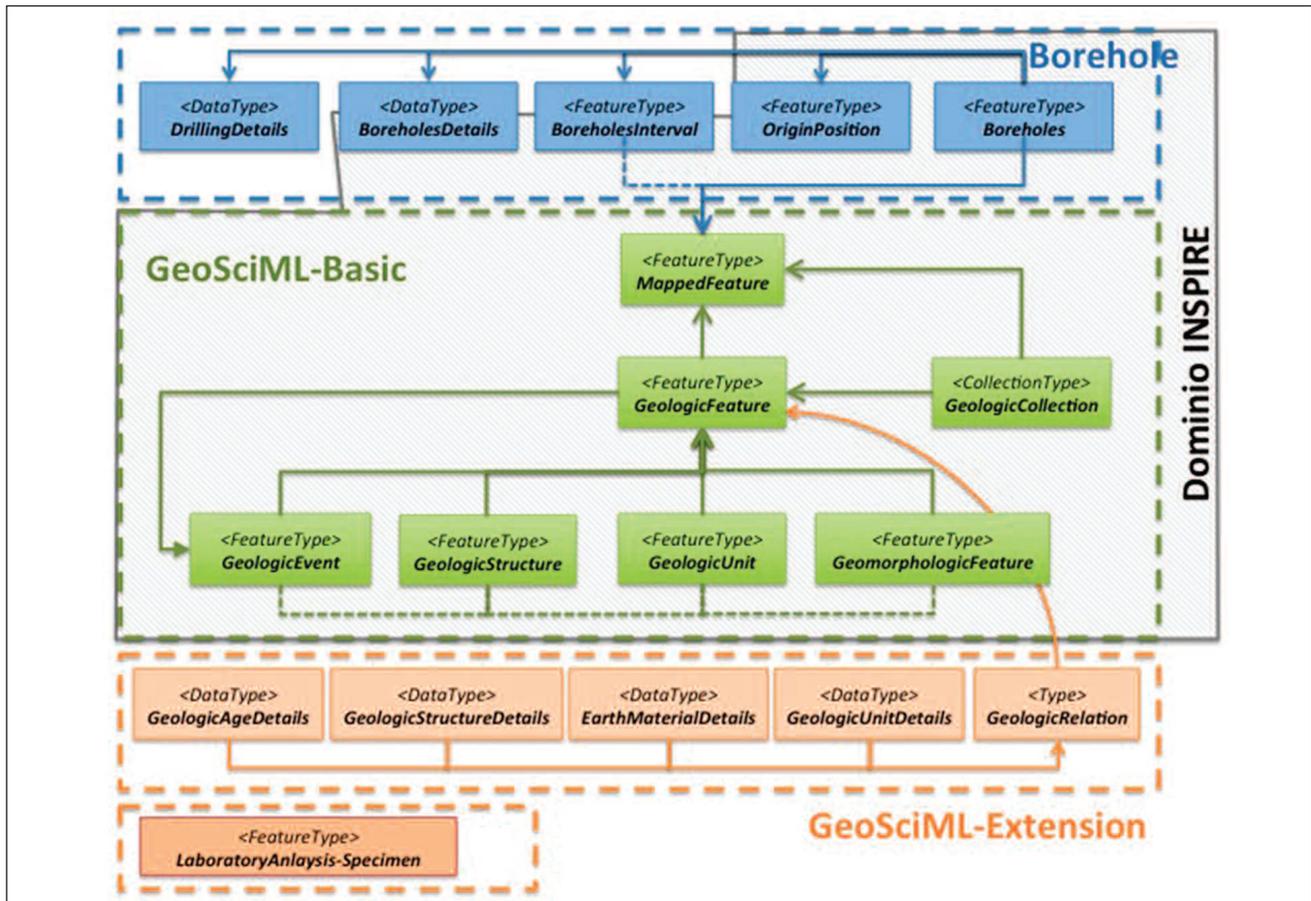


Fig. 22 - Struttura modulare dello standard GeoSciML 4 e sue relazioni con INSPIRE.
 – GeoSciML 4 data model and its INSPIRE relationship.

può essere utilizzato in base alle proprie necessità e alla complessità dell'informazione presente nel database con i diversi moduli; il linguaggio di codifica con cui vengono organizzate le informazioni vettoriali è quello OGC e INSPIRE del GML 3.2.1 (OGC, 2007; 2009).

Le informazioni geologiche sono complesse e possono essere rappresentate con più oggetti geometrici che descrivono l'ubicazione o la rappresentazione su un piano tramite identificativi nella classe *MappedFeature*. Il modello è stato strutturato per poter descrivere oggetti geologici nella loro tridimensionalità e nella complessità di informazioni collegate; ad ogni elemento geologico (classe *GeologicFeature*) si possono collegare diversi elementi di base ma anche altri elementi del modulo esteso. La classe base è quella delle unità geologiche (classe *GeologicUnit*) che contiene informazioni sulla definizione nomenclaturale e composizione dell'oggetto geologico; a questa si possono associare altre informazioni sugli elementi di base come: età e ambiente di formazione (classe *GeologicEvent*), struttura e tettonica (classe *GeologicStructure*), caratteri geomorfologici (classe *GeomorphologicFeature*), oppure una raccolta di elementi geologici (classe *GeologicCollection*). A sua volta ad ognuno degli elementi o sotto-moduli base possono collegarsi altri sotto-moduli o estensioni con cui è possibile modellizzare informazioni di maggior dettaglio come le caratteristiche chimico-fisiche della roccia analizzate in laboratorio, la composizione mineralogico-petrografica, lo stato di alte-

razione, la facies metamorfica, il contenuto fossilifero o le informazioni di dettaglio sui processi formativi e deformativi. In associazione al modulo base vi è quello di rappresentazione dei sondaggi (*Borehole*) che permette di schematizzare tutte le informazioni tecnico-amministrative associate alle indagini di sottosuolo permettendo la connessione tramite la classe *LogElement* a tutti gli attributi descritti nel modulo base (GSML-Basic, fig. 23).

Un discorso a parte merita il modulo degli oggetti semplificati *GeoSciML-Lite*, nato soprattutto per assolvere all'esigenza informatica di distribuire e rendere fruibili in modo semplice la cartografia geologica e, almeno parzialmente, quella geotematica. Questo modulo risulta composto da 7 classi indipendenti tra loro, ognuna disegnata per rappresentare in modo sintetico specifiche informazioni geologiche; nel dettaglio queste classi sono: *GeologicUnitView*, per rappresentare le formazioni geologiche; *ShearDisplacementStructureView*, per rappresentare le informazioni tettonico-strutturali; *ContactView*, per i contatti lito-stratigrafici; *GeomorphologicUnitView*, per le cartografie geomorfologiche; *BoreholeView*, per le informazioni di base dei sondaggi; *GeologicSpecimenView*, per rappresentare le campionature sul terreno e infine *SiteObservationView*, per rappresentare le informazioni associate ai punti di osservazione. Data la complessità del modello si rimanda comunque alla consultazione del sito ufficiale dove ogni classe e attributo viene descritta in dettaglio.

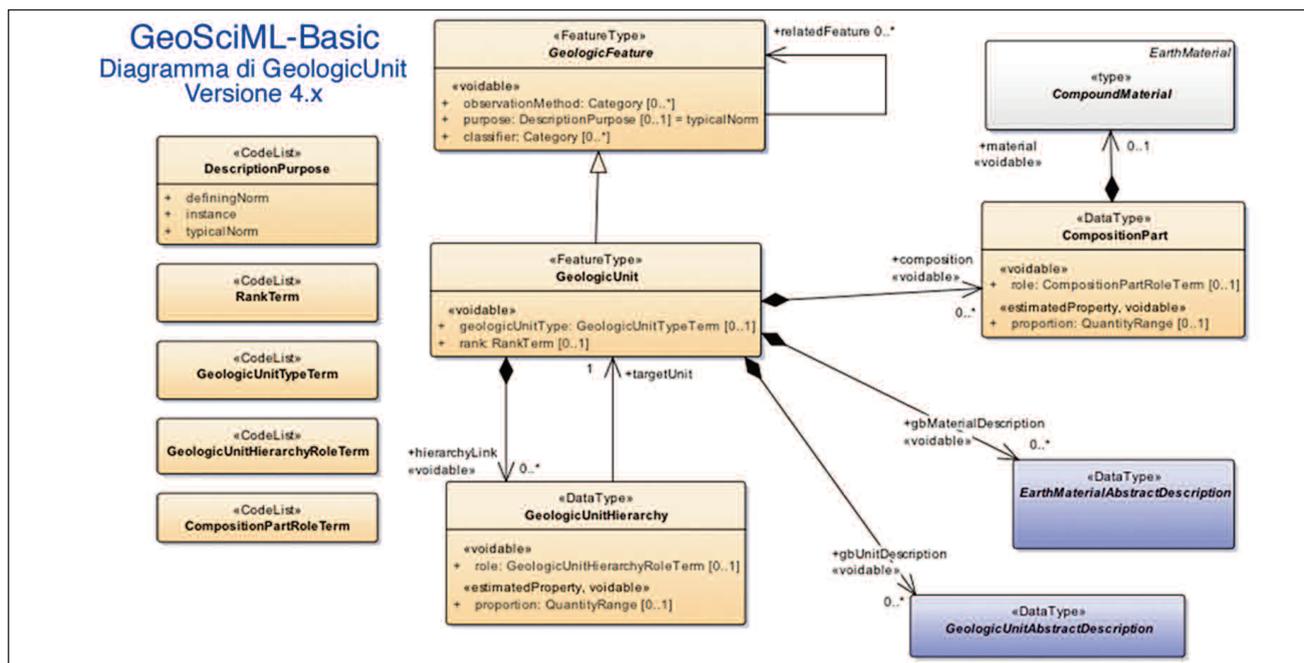


Fig. 23 - Schema del modulo GeoSciML-Basic e delle informazioni primarie che costituiscono il Core.
- *GeoSciML-Basic module.*

8.2. - ARMONIZZAZIONE SEMANTICA

Se da una parte è essenziale avere un modello logico di riferimento per la strutturazione dei dati digitali, dall'altra risulta fondamentale il processo di armonizzazione semantica per garantire una continuità dell'informazione geologica, che vada oltre i limiti amministrativi e di competenza. Per assicurare questo processo, sempre all'interno dello IUGS-CGI, inizialmente come parte integrante del gruppo di lavoro che sviluppava GeoSciML, è stato istituito il nuovo gruppo di lavoro *Geoscience Terminology Working Group (GTWG)* per definire vocabolari dei termini di riferimento da associare al modello GeoSciML.

Tale gruppo ha già definito circa 90 vocabolari di riferimento in parte adottati, con le opportune modifiche, anche dal modello INSPIRE; l'uso di questi vocabolari, concepiti secondo il nuovo protocollo ontologico RDF/SKOS, permette di armonizzare da un punto di vista semantico i termini geologici, garantendo una maggiore continuità e comprensione dei contenuti geologici e mineralogico-petrografici.

8.3. - ESEMPI APPLICATIVI DEL MODELLO STANDARD

Al fine di applicare il modello dati ad alcuni *dataset* geologici, sono stati effettuati dei test di applicazione, sia per il modello che per il linguaggio, su diversi *database*. In particolare il modello dati è stato sperimentato sulla Carta geologica d'Italia alla scala 1:500.000 e su quella in scala 1:1.000.000, su un sottoinsieme del database relativo alla Carte geologica d'Italia in scala 1:100.000 e sul database dei Sondaggi profondi realizzato digitalizzando circa 1200 log di pozzo resi disponibili dall'Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e le Georisorse (UNMIG) del Ministero

dello Sviluppo Economico. I tentativi di applicazione hanno seguito l'evoluzione dello stesso modello per cui nel tempo ai due database cartografici sono stati applicate le diverse versioni di GeoSciML, fino alla recente applicazione della versione OGC 4.0.

Il primo database, realizzato partendo dalla cartografia geologica realizzata dal Servizio Geologico d'Italia negli anni '80 (COMPAGNONI *et alii*, 1976-83; COMPAGNONI, questo volume) ha al suo interno solo informazioni di tipo litostratigrafiche; pertanto è stato possibile applicare solo una piccola parte del modello. In particolare è stato testato il pacchetto semplificato di dati (*GeoSciML-portrayal*) dove le uniche informazioni obbligatorie sono quelle relative alla litologia e all'età della roccia.

Il database relativo alla Carta geologica d'Italia alla scala 1:1.000.000, elaborato da un dataset di recente realizzazione (CIPOLLONI *et alii*, 2009; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2011; PANTALONI, questo volume) è stato ottenuto da una cartografia ricca d'informazioni in cui le unità geologiche oltre alla suddivisione in base alla loro origine (sedimentaria, metamorfica, intrusiva ed effusiva), sono state ulteriormente suddivise in base alla litologia, all'età, all'ambiente deposizionale, al ciclo orogenetico nel quale sono state coinvolte e al grado di metamorfismo. Il database è stato disegnato tenendo in considerazione sia l'informazione di partenza, sia la possibilità di esplicitare in modo semplice le informazioni secondo il modello dati GeoSciML 2.1. Questo ha comportato, dopo un lungo lavoro di revisione, la realizzazione di una serie di tabelle di conversione che trasformassero la terminologia geologica del modello dati originario in quella definita dagli standard CGI e *OneGeology-Europe*.

Il modello geologico alla scala 1:1.000.000 ha quindi permesso l'utilizzo di altre parti del modello relative alle informazioni sulla tettonica (*GeologicStructure*), sulle facies delle

rocce metamorfiche (*MetamorphicFaciesDescription*, all'interno dell'*EarthMaterial*) e sull'ambiente di formazione delle rocce (*eventEnvironment*, parte del pacchetto *GeologicEvent*).

Le applicazioni effettuate (come l'esempio di figura 24) sia all'interno del Gruppo di lavoro dell'IUGS-CGI che nell'ambito di progetti europei hanno dato esiti più che soddisfacenti dimostrando, a meno di incongruenze geometriche, una buona armonizzazione semantica soprattutto con i paesi confinanti come Francia e Slovenia.

Inoltre, queste sperimentazioni hanno permesso il miglioramento della qualità dell'informazione geologica.

La complessità del modello è tale che si è dimostrata sufficiente a descrivere in modo completo tutte le informazioni geologiche rappresentate nelle cartografie utilizzate; rimane comunque aperta una fase di sperimentazione nella quale al modello geologico digitale standard siano associate una serie di informazioni ontologico-semantiche in grado di migliorare il modello geologico concettuale.

```

<gsmlb:geologicUnitType xlink:href="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/GeologicUnitTypeValue/lithostratigraphicUnit" xlink:title="Lithostratigraphic Unit"/>
- <gsmlb:composition>
- <gsmlb:CompositionPart>
  <gsmlb:role xlink:href="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/CompositionPartRoleValue/unspecifiedPartRole" xlink:title="unspecifiedPartRole"/>
  - <gsmlb:material>
    - <gsmlb:RockMaterial gml:id="gsmlb.rockmaterial-1010">
      <gsmlb:lithology xlink:href="http://inspire.ec.europa.eu/codelist/LithologyValue/impureLimestone" xlink:title="impure_limestone"/>
      </gsmlb:RockMaterial>
    </gsmlb:material>
  - <gsmlb:proportion>
    - <gsmlb:GSML_QuantityRange>
      <swe:uom code="%" xlink:href="http://unitsofmeasure.org/ucum.html#para-29" xlink:title="percent"/>
      <swe:value>10 90</swe:value>
      <gsmlb:lowerValue>10.0</gsmlb:lowerValue>
      <gsmlb:upperValue>90.0</gsmlb:upperValue>
    </gsmlb:GSML_QuantityRange>
  </gsmlb:proportion>
</gsmlb:CompositionPart>
</gsmlb:composition>
</gsmlb:GeologicUnit>

```

Calcari marnosi

Fig. 24 - Esempio di applicazione GeoSciML. Parte relativa alla decodifica delle informazioni litologiche associate ad un oggetto geometrico.
- GeoSciML application example.

Le pubblicazioni editoriali del Servizio Geologico d'Italia

The Geological Survey of Italy publication

R. COMITATO GEOLOGICO
D' ITALIA.

BOLLETTINO N.° 1.

Gennaio 1870.

SOMMARIO.

Introduzione.

Provvedimenti ufficiali. — Il Decreto 15 Dicembre 1867 N.° 1113 — Nominazione dei membri del Comitato. — Regolamento del 20 Agosto 1868. — Esame di concorso per Geologi operatori. — Personale del Comitato al fine del 1868.

RIASSUNTO - Le collane editoriali del Servizio Geologico d'Italia nascono contemporaneamente con l'istituzione del R. Comitato Geologico. Una delibera del giugno 1869 sancisce che la pubblicazione della Carta geologica deve essere affiancata dalla stampa del Bollettino e delle Memorie per diffondere alla comunità scientifica quanto prodotto in Italia, oltre a favorire lo scambio di riviste e monografie con gli altri Servizi geologici. Il primo numero del "Bollettino del R. Comitato Geologico" venne pubblicato nel 1870, continuando le sue pubblicazioni con il titolo di "Bollettino del R. Ufficio Geologico d'Italia". La pubblicazione delle "Memorie per servire alla descrizione della Carta geologica d'Italia" prende avvio nel 1871, con il primo volume curato da Igino Cocchi. La serie delle "Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia" invece, comincia a essere pubblicata nel 1886 e prosegue, seppure con discontinuità, fino ad oggi.

Nel febbraio 2009 il "Bollettino del Servizio geologico d'Italia" e quello della "Società geologica italiana", fondato nel 1882, danno vita ad una nuova rivista scientifica internazionale: l'*Italian Journal of Geosciences*.

Nello stesso anno, sempre in collaborazione con la Società geologica italiana, è stata attivata una nuova rivista semestrale online, i *Geological Field Trips*, che pubblica itinerari geologici presentati in occasione di convegni e congressi nazionali e internazionali.

ABSTRACT - The Geologic Survey of Italy publishing series started with the foundation of the R. Geologic committee. The publication of the geological map should be complemented by two different bibliographic series: the Bulletin and the Memories.

The first number of the "Bulletin of the R. Geologic committee" was published in 1870, while the publication of the Memories started in 1871, with the first volume edited by Igino Cocchi.

The publication of the series of the "*Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia*" started in 1886, and it continues, even though with discontinuity, until today.

In February 2009 the fusion between the "Bulletin of the Geologic Survey of Italy" and the "Bulletin of the Italian Geological Society", founded in 1882, give rise to a new international scientific magazine: the "Italian Journal of Geosciences".

In the same year, always in collaboration with the Italian Geological Society, a new semestral online magazine has been activated, the *Geological Field Trips*.

PAROLE CHIAVE: Pubblicazione, carta geologica, storia della geologia

KEYWORDS: Publications, geological maps, history of geology

1. - LE COLLANE EDITORIALI

PAMPALONI M.L. (*), VATOVEC M.L. (*)

È del 1869 la decisione del Comitato Geologico (adunanza n. 5 del 29 giugno 1869) di affiancare la produzione cartografica con la stampa di pubblicazioni periodiche per mostrare al paese quanto fosse stato fatto e favorire così, attraverso lo scambio scientifico, le relazioni con i Servizi geologici esteri.

Il Servizio Geologico d'Italia, quale organo cartografico dello Stato (Legge n. 68 del 2 febbraio 1960) realizza e stampa la cartografia geologica ufficiale e le pubblicazioni ad essa connessa. È proprio in virtù di questa Legge che, nell'impossibilità di proseguire i rapporti con l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato (IPZS) che per anni ha curato la vendita, la distribuzione, la conservazione nonché le attività di carattere editoriale delle pubblicazioni del Servizio Geologico, si è sentito il dovere più che la necessità di proseguire nella stampa e nella diffusione dei prodotti cartografici ed editoriali derivanti dalle attività di rilevamento geologico in corso. Oggi le funzioni prima demandate all'IPZS, pur se parzialmente modificate, sono attivamente portate avanti dal Servizio Cartografico del Dipartimento della Difesa del suolo dell'Ispra.

Nonostante i numerosi cambiamenti di tipo legislativo e organizzativo e le conseguenti difficoltà di carattere economico in cui il Servizio Geologico si è venuto a trovare durante la sua lunga storia infatti, si è sempre cercato di operare in modo di proseguire nella produzione cartografica ed editoriale.

Il Servizio è parte attiva dell'intero ciclo produttivo, attraverso le diverse fasi di allestimento, produzione, stampa, diffusione online, distribuzione e commercializzazione dei prodotti cartografici ed editoriali; produce cartografia geologica con continuità fin dalla sua istituzione mentre le collane editoriali connesse alle attività di studio e rilevamento presentano una cronologia più articolata, spesso legata alle disponibilità economiche del momento.

La crisi dell'editoria scientifica e in particolare dei periodici, ha stimolato l'idea di una cooperazione tra la Società geologica Italiana e il Servizio Geologico d'Italia con l'obiettivo condiviso di una migliore circolazione ed impatto della produzione scientifica nel campo delle Scienze della Terra, per far fronte allo scarso *budget* dovuto ai tagli al bilancio delle istituzioni pubbliche, agli alti costi di investimento e gestione dei periodici scientifici.

1.1. - LE TESTATE EDITORIALI

Riportiamo qui di seguito alcune indicazioni circa le testate editoriali ancora attive, che nel corso degli anni hanno comunque subito diverse trasformazioni nei contenuti, nel formato e nella veste editoriale.

Il *Bollettino del Servizio Geologico* con diverse denomi-

nazioni, che risentivano delle successive modifiche circa la collocazione istituzionale e la configurazione giuridica, è andato alla stampa per la prima volta nel 1870 (fig. 1) con l'intento di aggiornare la comunità scientifica nazionale e internazionale sullo sviluppo delle ricerche geologiche in Italia. Successivamente la rivista ha proseguito la stampa più o meno regolarmente, con vicende alterne fino al 2003 (fig. 2) con l'ultimo volume, il 117.

Una tappa importante della sua storia è contrassegnata dalla recente fusione con l'omologo Bollettino della Società Geologica Italiana in una nuova rivista scientifica internazionale *peer-reviewed* di Geoscienze *l'Italian Journal of Geosciences* (IJG), attraverso la stipula di una convenzione tra le due Istituzioni a partire dal 2009. (PETTI *et alii*, in questo volume). Questa operazione è stata effettuata nella prospettiva di contribuire alla crescita e allo sviluppo delle Geoscienze, senza rinunciare alla tradizione ma riconfermandola e dandole nuovo vigore (fig. 3).

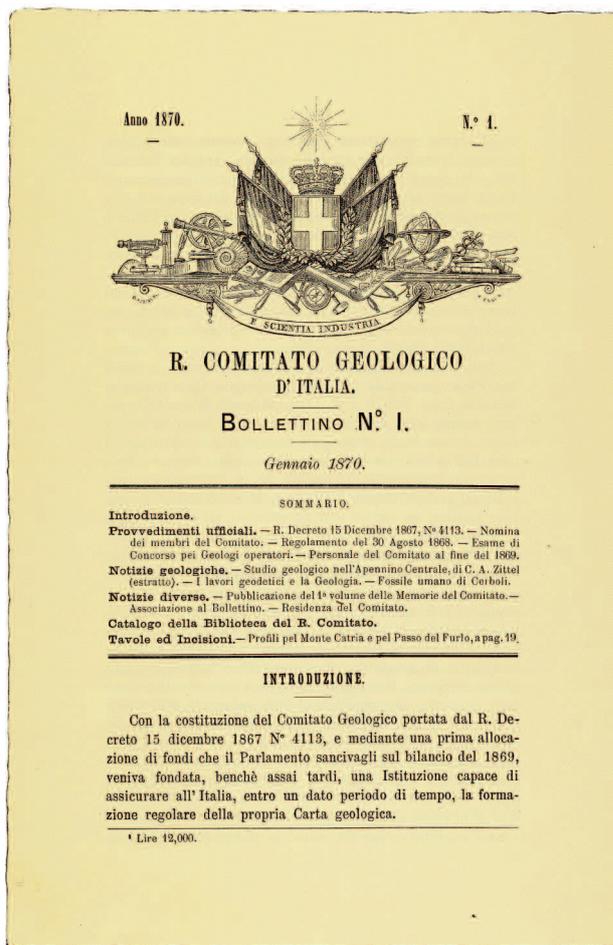


Fig. 1 - Frontespizio del primo numero del Bollettino, R. Comitato Geologico, Gennaio 1870.

- Frontispiece of the first number of the Bollettino in 1870.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA



Fig. 2 - Le diverse copertine adottate dalla rivista nel tempo.
 - *The different covers adopted by the journal over time.*

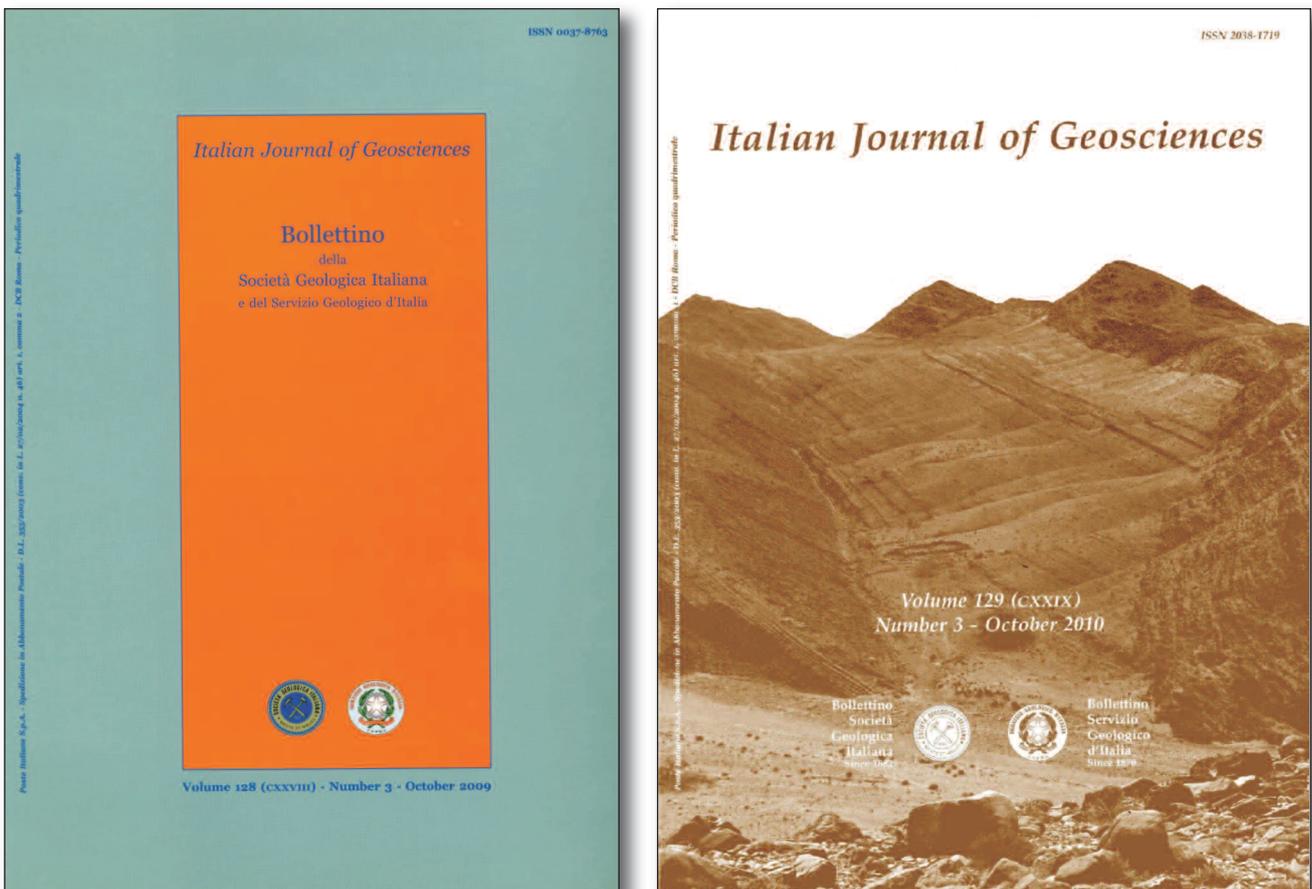


Fig. 3 - Le copertine con i loghi dei due Enti, il primo dell'ottobre 2009 e l'ultimo stampato nel 2016 (135/2).
 - *The covers of the first and the last volume with the logos of the two institutes.*

Sempre nell'ambito delle attività in convenzione con la Società Geologica Italiana ricade l'implementazione della rivista *Memorie descrittive della carta geologica d'Italia*, testata attiva fin dal 1886. È l'interesse per gli aspetti pratici e in particolare quelli economici che favorì alla fine del 1800 l'esplorazione mineraria che richiedeva una importante attività di studio e rilevamento. È così che vedono la stampa diversi lavori in aree di particolare interesse economico.

Il primo volume, riportava i risultati a supporto della ricerca geologica necessaria per sostenere l'industria estrattiva dello zolfo in Sicilia alla fine dell'800. In figura 4 sono riportate la copertina del primo volume e la carta allegata a firma di L. Baldacci.

Le difficoltà inerenti la gestione delle pubblicazioni scientifiche relative sia al Bollettino del Servizio Geologico d'Italia che alle Memorie della Società Geologica Italiana, la cui pubblicazione è sospesa nel 2002 con il volume 57, hanno portato a definire, in virtù delle affinità scientifiche dei due Enti, una collaborazione che prevede l'assegnazione concordata di monografie alla nostra rivista.

Si tratta di una rivista a cadenza non periodica, che pubblica articoli scientifici originali, anche in lingua inglese su argomenti di geologia, cartografia, geologia applicata, geofisica, geomorfologia, paleontologia oltre ad atti di convegni e congressi. Inoltre la pubblicazione di cartografia geologica e tematica allegata, generalmente non prevista in analoghe iniziative editoriali, rende questa rivista particolarmente interessante nella diffusione delle Geoscienze.

È sempre la Sicilia che ha offerto recentemente spunto per la pubblicazione di due monografie che hanno ricevuto da parte del pubblico un particolare riconoscimento (fig. 5).

Le *Memorie per servire alla descrizione della carta geologica d'Italia* hanno carattere monografico e non presentano regolarità nella stampa. Come si può arguire dal titolo sono finalizzate alla descrizione, illustrazione e da supporto ai lavori preparatori della cartografia in corso di realizzazione. Il primo volume, che ha visto la stampa nel 1871, conteneva tra l'altro una monografia di Igino Cocchi dedicata alla geologia dell'Isola d'Elba a supporto della Carta geologica della parte orientale dell'Isola d'Elba alla scala 1:50.000 precedentemente stampata (Litografia Borrani, Firenze), (fig. 6).

Ancora oggi per il particolare contenuto scientifico iconografico e/o storico/geologico, la rivista viene pubblicata con una veste editoriale di pregio. L'ultimo della serie è il volume 17, un atlante pubblicato nel 2012 dal titolo: *Microfacies e microfossili delle successioni carbonatiche mesozoiche del Lazio e dell'Abruzzo. Italia centrale; Parte 1 – Cretacico* (fig. 7). Attualmente è in lavorazione il volume 18: *Microfacies e microfossili delle successioni carbonatiche mesozoiche del Lazio e dell'Abruzzo. Italia centrale; Parte 2 – Triassico Superiore – Giurassico*.

I *Quaderni serie III*, rappresentano una collana editoriale nata nel 1992 a supporto delle attività di realizzazione della cartografia geologica e geotematica alla scala 1:50.000 (Progetto Carg).

I dodici volumi, redatti a cura di Gruppi di Lavoro istituiti *ad hoc*, hanno svolto e svolgono tuttora un ruolo



Fig. 4 - La copertina del Volume 1 che contiene allegata la "Carta geologica della Sicilia nella scala 1 a 500.000 ridotta dalle Carte a 1:50.000 e 1:25.000 rilevate dal 1877 al 1882 dagli ingegneri de Regio Corpo delle Miniere", comprende 4 sezioni geologiche alla scala 1:250.000 per le altezze, la presente serve di quadro d'unione per la Carta Geologica della Sicilia, stampata alla scala 1:100.000 in 27 fogli.

- The covers of the Volume 1 that contains attached the "Geological map of Sicily in the scale of 1 to 500,000 reduced by maps to 1:50,000 and 1:25,000 surveyed from 1877 to 1882 by engineers of the Royal Corps of Mines", includes 4 geological sections.



Fig. 5 - Le copertine del volume “Geologia della Sicilia” e del volume “Carta Geologica del Vulcano Etna”.
 - The covers of the volume “Geology of Sicily” and of the volume “Geological Map of Etna Volcano”.

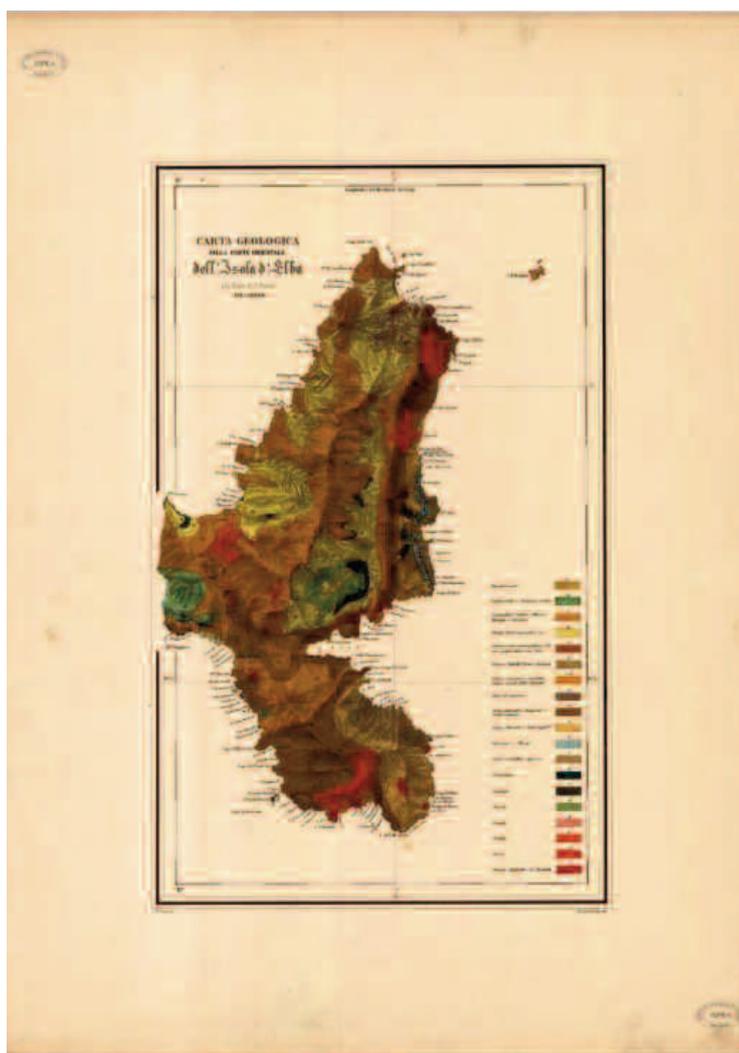


Fig. 6 - La copertina del primo volume delle Memorie per Servire contenente la carta geologica della porzione orientale dell'Isola d'Elba realizzata da Igino Cocchi.
 - The covers of the first volume of the Memorie per Servire containing the geological map of the Eastern Elba island.



Fig. 7 - La copertina del volume 17.
- The cover of the volume 17.

di stimolo agli operatori del Progetto che hanno determinato, anche attraverso i loro suggerimenti, un'importante attività di aggiornamento e integrazione in corso d'opera (fig. 8) (GALLUZZO, in questo volume).

Ancora oggi, ad oltre venti anni dalla sua prima uscita, la collana è oggetto di particolare interesse, testimoniato dai numerosi accessi *online* alle pagine dedicate sul nostro sito (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/i-quaderni-serie-iii-del-sgi>).

1.2. - EDITORIA ONLINE

Geological Field Trips è la nuova testata editoriale in comune con la Società geologica Italiana, nata nel 2009 (fig. 9), a seguito della convenzione sopra ricordata. È una rivista esclusivamente *online* e offre la possibilità di accedere agli itinerari geologici effettuati durante convegni e congressi dei diversi settori delle Geoscienze (PETTI *et alii*, in questo volume).

1.3. - RIFLESSIONI

Nei tanti anni di attività abbiamo visto il susseguirsi delle diverse tecniche di produzione della cartografia, accompagnata dall'evoluzione delle figure professionali che operano all'interno. Si è passati dal disegno manuale con inchiostro e pennino, che veniva poi inciso sulle lastre, alla moderna realizzazione digitale delle carte, fino alla produzione di cartografia multifunzionale.

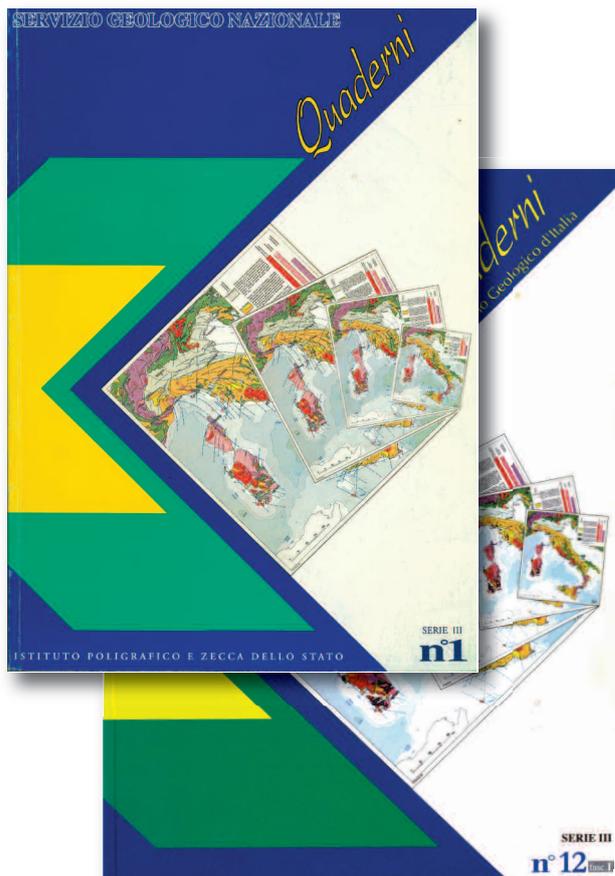


Fig. 8 - Le copertine dei volumi 1 e 12, Quaderni serie III.
- The covers of the volumes 1 and 12, Quaderni serie III.

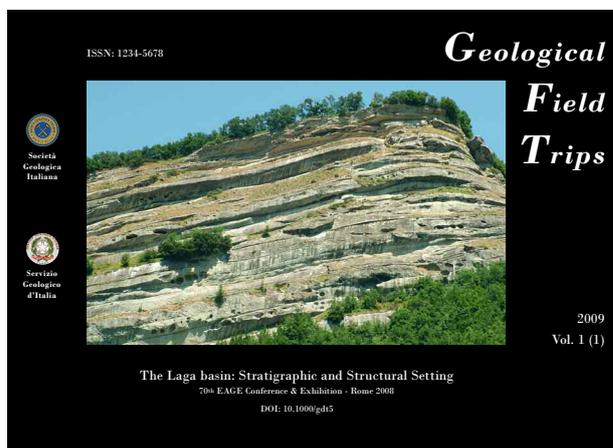


Fig. 9 - *Geological Field Trips*.
- *Geological Field Trips*.

Il processo produttivo è oggi completamente computerizzato, ma dietro un allestimento seppur completamente effettuato con programmi e *software* all'avanguardia per arrivare all'eccellenza non dobbiamo dimenticarci di dare valore alla tradizione e all'esperienza.

“I computer sono incredibilmente veloci, accurati e stupidi. Gli uomini sono incredibilmente lenti, inaccurati e intelligenti. L'insieme dei due costituisce una forza incalcolabile.”

Albert Einstein

2. - MONOGRAFIE CON CARTOGRAFIE GEOLOGICHE

BONOMO R. (*)

Le Memorie del Servizio Geologico d'Italia si distinguono in due serie: Memorie per servire alla Descrizione della Carta Geologica d'Italia, una collana di volumi di pregio a cura del Regio Comitato Geologico del Regno, pubblicate a partire dal 1872; e le Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, a cura del Regio Ufficio Geologico, poi Servizio Geologico d'Italia, pubblicate a partire dal 1886.

In entrambi i casi, numerosi sono i volumi che hanno come allegati carte geologiche di sintesi a piccola, media e, talvolta, a grande scala. Si tratta infatti di carte alla scala da 1:10.000 a 1:1.250.000 a corredo di monografie relative alla geologia di una intera regione, o un'area più limitata, come un distretto vulcanico, un'isola o un'area urbana, o più ampia, come l'intero territorio nazionale, o relativi a specifici temi come, ad es., le risorse minerarie o la geomorfologia.

La prima carta geologica presente all'interno di una delle "Memorie per servire" è la Carta geologica del S. Gottardo, realizzata nel 1871 alla scala 1:50.000 con la relativa relazione di accompagnamento dal titolo "Esame geologico della catena Alpina del San Gottardo che deve essere attraversata dalla grande galleria della ferrovia italo-elvetica", pubblicata nel vol. 2 (1872). La Memoria, scritta da Felice Giordano racchiude *"un succinto studio geologico della catena centrale alpina del San Gottardo che deve essere attraversata dalla nuova ferrovia progettata per quel valico fra l'Italia e la Svizzera"*. Lo scopo dello studio era determinare con una certa approssimazione sia la natura ed estensione delle varie rocce che dovevano essere forate nel punto tra Airolo e Goeschenen sia *"quale ne fosse il miglior tracciato, e se vi fosse o no convenienza a variare la direzione che negli studii preliminari sinora eseguiti"*.

In quello stesso volume è presente la Monografia geologica "L'Isola d'Ischia", del Prof. C.W.C. Fuchs articolata in studi geognostici, petrografici, chimici e descrittivi delle eruzioni storiche avvenute sull'isola e corredata da una carta geologica alla scala 1:25.000 (Stab. Lit. C. Barrani, Firenze).

Il vol. 3 "Il gruppo vulcanico delle Isole Ponza" (DOELTER, 1876) è illustrato da una serie di tavole con disegni B/N delle vedute delle Isole Pontine con allegata la Carta geologica di Ponza, Palmarola e Zannone, in scala 1:20.000.

Infine nel vol. 5 delle "Memorie per servire" dal titolo "La fauna coralligena del Cretaceo dei Monti d'Ocre nell'Abruzzo aquilano" (PARONA *et alii*, 1909), il capitolo di geologia curato da C. Crema si chiude con una tavola e con la Carta geologica del Monte d'Ocre, in scala 1:50.000.

Con il primo volume delle "Memorie descrittive" Descrizione Geologica dell'Isola di Sicilia (BALDACCI, 1886), viene pubblicata la Carta Geologica dell'Isola di

Sicilia a scala 1:500.000 (R. CORPO DELLE MINIERE, 1886), stampata a colori nel 1883 dal Regio Stab. Litografico Virano, e ottenuta per riduzione dai 27 fogli alla scala 1:100.000 rilevati tra il 1877 e il 1881 dagli ingegneri del Regio Corpo delle Miniere sotto la Direzione scientifica del prof. Giorgio Gemmellaro, fondatore dell'Istituto e del Museo Geologico di Palermo. L'utilizzo della base topografica dei 46 fogli a scala 1:50.000 della Carta Topografica dello Stato Maggiore Italiano, del 1862, facilitò la redazione di tale carta rispetto a quelle di altre aree italiane; per l'importanza economica e mineraria della zona rappresentata, *"tutti i fogli della zona solfifera e regioni limitrofe"* furono ingranditi alla scala 1:25.000. La carta prende le mosse dalla carta geologica di Luigi Baldacci, alla scala 1:50.000, redatta dall'Autore durante il suo lavoro all'Ufficio Geologico di Roma (di cui poi divenne Direttore) sulla base dei suoi rilievi geologici in Sicilia, e presentata a Bologna nel 1881 in occasione del Secondo Congresso Internazionale di Geologia (CONSOLE, 2014).

A distanza di 128 anni da quella prima stesura, il volume 95 "Nota Illustrativa della Geologia della Sicilia" (LENTINI & CARBONE, 2014) costituisce una corposa trattazione dei caratteri stratigrafici e strutturali dell'Isola: la monografia rappresenta l'aggiornamento dei dati editi disponibili, integrati da revisioni e da numerosi rilevamenti inediti, utilizzando come base i fogli del Progetto CARG alla scala 1:50.000 che hanno permesso di arrivare, soprattutto quando accompagnati da studi geofisici e dati di sottosuolo, ad una visione aggiornata della conformazione geologico-strutturale dell'Isola. La Memoria è corredata da una ricca iconografia, da una vasta bibliografia e contiene in allegato la nuova edizione ufficiale della "Carta Geologica della Sicilia alla scala 1:250.000", realizzata da S.EL.CA, Firenze, presentata nel 2004 al 32° CGI a Firenze.

In quell'occasione fu presentata anche la Nuova Carta Geologica d'Italia 1:1.250.000 (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2005), realizzata da un gruppo di lavoro formato da geologi del Servizio Geologico coordinati da B. Compagnoni e F. Galluzzo, e contenuta in allegato al vol. 71 (AMANTI, 2005) delle Memorie descrittive, volume che illustra in vari aspetti i contributi forniti dal Servizio Geologico nello svolgere funzioni chiave come la preparazione e organizzazione di *field trip* e sessioni scientifiche. Basata sulla rielaborazione di una carta geologica alla scala 1:500.000, realizzata dallo stesso gruppo di lavoro, nella stesura di questa nuova edizione i geologi del Servizio hanno utilizzato i prodotti cartografici acquisiti nell'ambito del Progetto CARG. Per le aree non ancora oggetto dei nuovi rilevamenti, le informazioni geologiche sono state invece tratte dalla precedente edizione alla scala 1:100.000. La Carta geologica d'Italia del 2004 adotta criteri originali, basati su una suddivisione dei terreni e delle rocce per cicli orogenetici e per cicli geologici, e rappresenta un prodotto di sintesi dal quale si ottiene una chiave di lettura della evoluzione geodinamica della penisola, parallelamente ad una tradizionale "lettura" di tipo litostratigrafico.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

Altra carta a scala nazionale presente nelle Memorie descrittive è quella allegata alla monografia del vol. 14 “Memoria illustrativa della Carta Mineraria d’Italia”, realizzata con il coordinamento di G. Castaldo e G. Stamparoni (1975). Il gruppo di Autori da essi coordinati sono rappresentanti dei principali Istituti di Giacimenti Minerari d’Italia e di Geologia e Mineralogia delle Università italiane, ma sono presenti anche rappresentanti del Servizio Geologico e del Corpo Siciliano delle Miniere. La memoria è preceduta da un ampio elenco dei giacimenti, distinti per regione e loro caratteristiche. La carta rappresenta un lavoro di coordinamento e raccolta dati avviata nel 1873, esattamente un secolo prima dell’anno di pubblicazione. Stampata dalla LAC di Firenze in due fogli (N e S), sotto il coordinamento di G. Stamparoni, la “Carta Mineraria d’Italia alla scala 1:1.000.000” è una carta di sintesi che mostra la distribuzione delle risorse minerarie disponibili (e, in parte, di quelle coltivate fino ai tempi recenti), correlate a schematiche informazioni geologiche, e fornisce il quadro fino a quell’anno ricostruibile per l’Italia e utilizzabile con finalità di sviluppo della conoscenza mineraria più dettagliata (fig. 10).

Alla geologia regionale sono dedicati diversi volumi delle Memorie descrittive.

E. Cortese curò la Descrizione geologica della Calabria (vol. 9, 1895), suddivisa in 11 capitoli, dai terreni pre-Paleozoico – Arcaico ai terreni Quaternari e recenti, sulla base di rilievi originali condotti da solo dal 1881 al 1884 e insieme a un gruppo di altri ingegneri dal 1885 al 1891. Inserite nel testo si trovano due tavole a colori di sezioni e incisioni e due di vedute prospettive. Allegata la Carta geologica della Calabria alla scala 1:500.000.

Il vol. 21, Descrizione geologica dell’Umbria (LOTTI, 1926) presenta una sintesi cartografica geologica alla scala 1:500.000 di quella regione e alla scala 1:1.000.000 delle “Linee tettoniche di Umbria e un’area di raccordo con Toscana e Abruzzi”, stampate a cura dello Stab. Salomone, Roma. L’autore, Direttore del R. Ufficio geologico, descrive in modo ordinato le sue osservazioni, integrate con quelle di altri autori, ricavate nel corso delle sue ricerche in Umbria, Sabina e in parte Marche e Abruzzi, regioni le cui carte geologiche non erano più aggiornate dal 1888.

Lo stesso Autore in precedenza aveva curato già la pubblicazione del volume 13 “Geologia della Toscana” (LOTTI, 1910), un’ampia Memoria suddivisa in studio dei Terreni sedimentari, delle Rocce eruttive e depositi metalliferi dipendenti; i capitoli di Tettonica e Orogenia, e di analisi delle Sorgenti termominerali, Emanazioni gassose, Forze idrauliche e Giacimenti di sostanze utili completano il volume. Chiudono la pubblicazione due tavole con disegni originali di sezioni geologiche e stralci geologici, e due tavole sciolte con la Carta Geologica della Toscana alla scala 1:500.000 e la Carta delle direttrici tettoniche regionali.

Il vol. 60 presenta le Note illustrative della Carta Geologica della Sardegna a scala 1:200.000, realizzata per iniziativa del Comitato per la Cartografia Geologica e Geotematica della Sardegna, sotto il coordinamento scientifico del Prof. Luigi Carmignani. Il volume è corredato da due carte, la Carta Geologica della Sardegna alla scala 1:200.000 (articolata in due fogli, Nord e Sud) e la Carta Geologica e Strutturale della Sardegna e della

Corsica in scala 1:500.000. L’intento del Comitato realizzatore era quello di fornire un quadro d’unione geologico valido a scala regionale che fungesse da riferimento per il coordinamento geologico dei vari fogli del Progetto CARG Sardegna in corso di realizzazione alla scala 1:50.000. Inoltre la carta al 500.000 è nata dall’esigenza di coordinamento e correlazione del foglio di confine “S. Teresa di Gallura” del progetto CARG con i fogli alla medesima scala 1:50.000 rilevati dal BRGM in Corsica. Come per la Sicilia, anche nella redazione della carta dell’Isola sarda, gli Autori si sono avvalsi di tutti i dati editi disponibili, integrati con numerosi rilevamenti inediti. Le note descrittive seguono l’ordine con cui in legenda sono presenti le formazioni, dalla più antica alla più recente; figure e ingrandimenti di scala della rappresentazione cartografica agevolano l’individuazione delle formazioni e dei loro areali di distribuzione sulla carta degli affioramenti. Oltre 750 titoli arricchiscono il repertorio bibliografico.

Numerosi i volumi con carte geologiche a media e piccola scala di aree di particolare interesse scientifico, economico o storico/politico.

Il vol. 2 (LOTTI, 1886) è la Descrizione Geologica dell’Isola d’Elba, contenente la Carta geologica dell’Isola alla scala 1:50.000, realizzata sulla base di rilievi alla scala 1:10.000 dall’autore, coadiuvato da P. Fossen e per la parte petrografica dall’ing. E. Mattiolo, sotto l’alta direzione scientifica del Presidente del R. Uff. Geologico, Prof. G. Meneghini.

I volumi 4 e 5 delle Memorie descrittive sono dedicati alle principali aree minerarie della Sardegna. Il volume 4 (ZOPPI, 1888) è la Descrizione Geologico-Mineraria dell’Iglesiente, contenente la Carta medesima, alla scala 1:50.000, rilevata tra il 1876 e il 1886 dall’autore e altri ingegneri del R. Corpo delle Miniere. Realizzata dallo Stab. Litografico Virano, Roma, la Memoria contiene inoltre un atlante con 30 tavole con disegni, sezioni e stralci geologici e 8 tavole in zincografia inserite nel testo. Il volume 5 (DE CASTRO, 1890) raccoglie la sintesi geologico-mineraria della zona sarda del Sarrabus, alla cui carta alla scala 1:50.000 si è arrivato dopo un lavoro di triangolazioni e altre operazioni di ordine topografico per ottenere una base topografica di quella zona di interesse minerario. Il volume è arricchito da 6 tavole litografiche inserite nel testo.

Restando nell’area mineraria della Sardegna sud-occidentale, il volume 48 “*Sedimentological, stratigraphical and ore deposits field guide of the autochthonous cambro-ordovician of southwestern Sardinia*” I e II (BECHSTADT & BONI, 1994) è una guida geologico mineraria al Paleozoico inferiore dell’Iglesiente (Carta geologica del Paleozoico dell’Iglesiente, scala 1:50.000, di CARMIGNANI L., COCOZZA T. & PERTUSATI P.C., LAC, Firenze), messa a punto da due studiosi dell’area. La carta fu compilata sulla base di rilievi originali, editi da altri autori, e della Carta geologica d’Italia alla scala da 1:25.000 a 1:100.000. Curiosità dell’opera è la presenza in allegato, oltre che della suddetta carta, anche della riproduzione anastatica dell’Ist. Poligrafico e Zecca di Stato di 5 tavole geologiche alla scala 1:25.000 (carte geologico-minerarie di Iglesias, Nèbida, Miniera di S. Benedetto, Barbusi e Buggerru), redatte tra il 1919 e il 1930 dagli ingegneri del R. Ufficio Geologico.

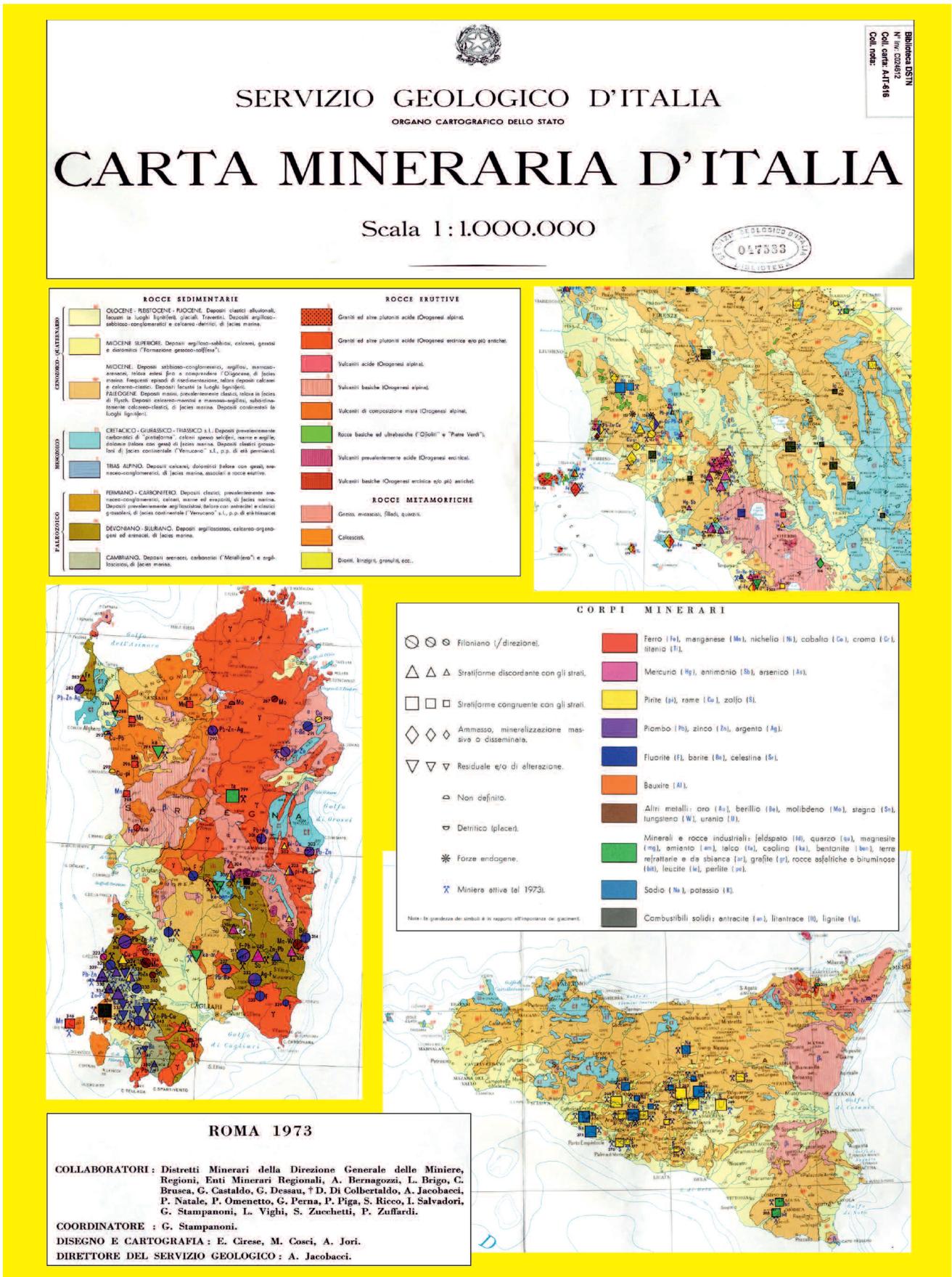


Fig. 10 - Stralci (non in scala) dai fogli 1 e 2 della Carta Mineraria d'Italia.
- Details (not in scale) from sheets N and S of the Mining Map of Italy.

Baldacci (1891) fu autore del volume 6, una Memoria descrittiva dedicata alle Osservazioni fatte nella Colonia Eritrea, e della carta geologica allegata, realizzata alla scala 1:400.000, della regione compresa tra Massaua, Keren, Aksum e Adigrat. Sulla carta è presente l'avvertenza che, poiché i disegni di molte aree sono tratti dai racconti e diari di viaggi degli osservatori più accreditati ma anche di ufficiali dell'esercito che le percorsero, si possono riscontrare delle incongruenze all'interno di essa.

Nel 1892 lo Stab. Litografico Virano & C., Roma, curò la realizzazione delle tavole geologiche alla scala 1:50.000 delle isole Eolie (Alicuri, Filicuri, Salina, Lipari, Vulcano, Stromboli, Panaria, Basiluzzo, ecc.) e di Ustica e di una alla scala 1:500.000 dell'intero arcipelago e di Ustica nel "Mare Siculo", come era ancora chiamato il Tirreno nelle basi topografiche del R. Istituto Geografico Militare a quell'epoca. Il volume 7, "Descrizione Geologico-Petrografica delle Isole Eolie", cui le tavole sono allegate, fu curato dall'ing. E. Cortese e per la parte petrografica dall'ing. V. Sabatini. Quest'ultimo curò anche la pubblicazione "I vulcani dell'Italia centrale e i loro prodotti", parte prima (vol. 10, 1900) e parte seconda (vol. 15, 1912). La parte prima studia i depositi vulcanici a sud di Roma ed è corredata dalla Carta Geologica del Vulcano laziale alla scala 1:75.000. All'interno della Memoria sono inserite 10 tavole tra cui una Carta dei piani eruttivi del Vulcano laziale alla scala 1:100.000 e 79 figure. Alla parte seconda, che studia i depositi a nord di Ronciglione, contenente 17 tavole e 76 figure, è allegata la Carta geologica dei Vulcani Cimini, alla scala 1:75.000.

Un ricco Atlante di carte geologiche costituisce la seconda parte del volume 20, "Studi geologici per la Ricerca del petrolio in Italia" (R. UFFICIO GEOLOGICO, 1926). Oltre ad una tavola con sezioni geologiche attraverso l'Appennino emiliano (F. SACCO) e ad una Carta dimostrativa delle manifestazioni di idrocarburi nell'Emilia in scala 1:500.000 (E. CAMERANA), l'atlante raccoglie numerose tavole con stralci geologici in scala 1:50.000 e 1:100.000 di diverse aree dell'Appennino meridionale (S. Angelo dei L., Avellino, F. Sele, Frigento, Pescopagano, Vallo Diano, Bovino, Rocca d'Aspide, etc.) e della Sicilia (Nicosia, Palagonia, Bivona, Lercara F., Patti, Randazzo, Termini I., Polizzi G., Petralia, etc.), a cura di E. CORTESE; della Valle del Pescara, a cura di LOTTI & FIORENTIN; della Zona petrolifera del Tramutola, e di Cersosimo, a cura di E. Crema; dei dintorni di Ascoli P., a cura di C. Porro.

Il volume 25 "Descrizione geologica delle Alpi Apuane" (ZACCAGNA, 1932) raccoglie i rilievi geologici iniziati più di 40 anni prima in una carta di sintesi alla scala 1:250.000. La pubblicazione articolata in diverse parti (Descrizione fisica, geologica, dei terreni, tettonica ed orogenica, e dei materiali utili), contiene inoltre profili geologici attraverso la regione in scala 1:75.000 e 5 tavole fotografiche di vedute panoramiche del gruppo apuano.

Il volume 36 "Carta della vulnerabilità per franosità" (JACOBACCI *et alii*, 1987), presenta in cinque carte la sintesi per riduzione dalla carta geologica litostratigrafica alla scala 1:500.000 della distribuzione lungo il territorio nazionale delle due classi di vulnerabilità per franosità (basso ed alto grado, per condizioni morfologiche e litologiche generali rispettivamente poco favorevoli e del tutto sfavorevoli), in cui sono state raggruppate le unità

litologiche con equivalenti caratteristiche fisiche.

Passando alle carte di sintesi di maggiore dettaglio pubblicate con un volume delle Memorie descrittive, si possono citare diversi esempi di ampie monografie. Il volume 38 raccoglie gli atti delle Giornate di Studio, in memoria del collega Carlo Bergomi, "Studi geologici e idrogeologici sull'Italia Centrale" (ANTONIOLI *et alii*, 1990) e presenta in allegato la Carta geomorfologica della Piana di Fondi e aree marginali in scala 1:40.000 (ANTONIOLI *et alii*, 1987).

Anche gli atti delle Giornate di Studio "Ricerche geologiche correlate all'ambiente" (Roma, 1988), sono raccolti in una Monografia, il volume 42 delle Memorie (GIARDINI, 1988), che presenta allegate tre tavole (carta geomorfologica, delle acclività e di stabilità di un'area nel comune di Ariano Irpino, alla scala 1:25.000).

Con il "Secondo seminario di Cartografia geologica" (Bologna, 1990), vengono presentati i primi risultati di un progetto che segna nella sua attuazione il rinnovamento dell'attività principe del Servizio Geologico d'Italia, quella cioè di svolgere funzioni di indirizzo e coordinamento nella realizzazione della nuova carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Progetto CARG), vista come un vero e proprio programma strategico nazionale finalizzato alla tutela dell'ambiente (L. 305/1989). Coadiuvato dalla partecipazione di Università e CNR, il ruolo assunto in questo programma dalle Regioni viene pragmaticamente "collaudato" con la presentazione della Carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo in scala 1:50.000, allegata insieme a numerosi altri elaborati cartografici (carte e sezioni geologiche schematiche, geologico-strutturali, stratigrafiche, etc.: di particolare rilievo la carta alla scala 1:50.000 dei depositi continentali degli ultimi 4 cicli eustatici tardo-quadernari lungo il margine appenninico tra Forlì e Rimini) alla Memoria descrittiva del volume 46, a cura dell'Ufficio cartografico dalla Regione Emilia Romagna.

Il volume 49 (CAMPOBASSO *et alii*, 1991), raccoglie una serie di lavori e di carte geologiche ad essi relative presentati a Pisa al *workshop* dal titolo "Evoluzione dei bacini neogenici e loro rapporti con il magmatismo plio-quadernario nell'area toscano-laziale", che sotto il coordinamento scientifico di F. Barberi, R. Cioni, S. Iaccarino, A. Sbrana e L. Vernia, ebbe l'intento di analizzare l'insieme dei fenomeni tettonici, magmatici, vulcanici, geotermici e geofisici di quella regione per fornire un quadro completo e aggiornato delle conoscenze acquisite.

Rimanendo nell'ambito della regione toscana, il volume 86, "Carta Geomorfologica dell'Arcipelago toscano" (D'OREFICE *et alii*, 2006), contiene in allegato in formato digitale carte a scale di diverso dettaglio e BD inerenti i risultati di un progetto di ricerca sulla geomorfologia dell'arcipelago e del "collaudo" operativo finalizzato alla verifica, aggiornamento e applicabilità delle Linee Guida al rilevamento della Carta Geomorfologica d'Italia.

Alla geologia dell'area urbana di Roma il Servizio Geologico d'Italia ha dedicato due delle sue Memorie, il volume 50 "La Geologia di Roma – Il centro storico" (FUNICIELLO, 1995) e il volume 80 "La Geologia di Roma – Dal centro storico alla periferia" (FUNICIELLO *et alii*, 2008) (fig. 11). Entrambi i volumi sono presentati in edi-



Fig. 11 - Memorie, il vol. 50 “La Geologia di Roma – Il centro storico” e il vol. 80 “La Geologia di Roma – Dal centro storico alla periferia”.
- The vol. 50 “La Geologia di Roma – Il centro storico” and the vol. 80 “La Geologia di Roma – Dal centro storico alla periferia”.

zione speciale e fanno parte del Progetto Roma. Il primo delle due opere di sintesi è stato curato da un gruppo di lavoro formato da ricercatori dell'Istituto Nazionale di Geofisica, del Dipartimento di Scienze Geologiche della Sapienza di Roma, del Servizio Geologico d'Italia e di altri enti (Università di RomaTre, ENEA, Servizio Sismico Nazionale, Provincia di Roma, etc.). Essa include 8 capitoli che trattano gli aspetti geologici e geofisici dell'urbe e una cartografia geologico-technica formata da una carta in scala 1:10.000 e 16 carte tematiche (tra le quali 7 riproduzioni di carte già esistenti), oltre che una ricca iconografia e molteplici tabelle. La Monografia del 2008, in due volumi, è suddivisa in quattro parti (I: Roma e il suo territorio; II: Le Risorse del territorio; III: I rischi urbani; IV: Le municipalità di Roma), include la Carta geologica del Comune di Roma alla scala 1:50.000 (FUNICIELLO R., GIORDANO G. & MATTEI M.), allestita dal Servizio Cartografico del Servizio Geologico d'Italia e stampata da S.EL.CA., Firenze. Tale carta scaturisce dal completamento dei lavori di rilevamento geologico dei fogli del Progetto CARG 374 Roma e dagli attigui fogli 375 Tivoli e 387 Albano laziale, affidati al Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università di RomaTre. Altre aree municipali ricadono nei fogli 373 Cerveteri e 386 Fiumicino già rilevati dal Servizio Geologico d'Italia, e 364 Bracciano delle cui aree il P.F. Geodinamica del CNR ha fornito cartografie geologiche aggiornate al 1995. Nell'allestimento della nuova carta geologica di Roma sono state seguite procedure moderne, normalizzate a scala nazionale secondo i codici stratigrafici del Progetto CARG, con rappresentazione delle unità geologiche affioranti e di quelle coperte dallo sviluppo urbano (quasi il 50% all'interno del GRA), seguendo una metodologia speciale riservata alle aree urbane.

La Laguna di Venezia è oggetto della Cartografia geo-

logica allegata al volume 83 “*Areas of the Lagoon of Venice on the Official Geological Map of Italy – Sheets 128 Venezia*”, 148-149 Chioggia-Malamalocco (REGIONE VENETO, 2008). Il volume presenta una speciale monografia del Servizio Geologico che raccoglie i risultati dei rilievi geologici di superficie e di sottosuolo dei fogli CARG alla scala 1:50.000 della Regione Veneto ricadenti nell'area di laguna, presentati in occasione del 33° CGI di Oslo del 2008.

Già in precedenza l'area veneziana era stata indagata per cercare una soluzione al problema della subsidenza dal gruppo di lavoro del “Comitato per la difesa di Venezia” formato da geologi e geofisici impegnati tra l'altro nello studio del sottosuolo padano e del fondo marino adriatico. Il risultato dell'elaborazione dei molteplici dati è presentato nel volume 34 delle Memorie descrittive “Sintesi geologica e geofisica riguardante l'area veneziana e zone limitrofe” (LEONARDI *et alii*, 1973). Allegati lo Schema geologico del Veneto orientale, alla scala 1:500.000, e relative sezioni geologiche, oltre una serie di tavole del sottosuolo con le curve batimetriche del tetto del substrato pre-Pliocene e dei calcari cretaci, delle anomalie di Bouguer dell'Italia NE, e delle isocrone dei vari riflettori geofisici nell'area della laguna veneziana.

Altra monografia delle Memorie descrittive con allegata una carta geologica è il volume 98 “Carta Geologica del Vulcano Etna” (BRANCA *et alii*, 2015), scaturita dalla revisione dei rilievi geologici e dagli aggiornamenti geocronologici e stratigrafici del Foglio 625 Acireale e dall'applicazione della metodologia stratigrafica proposta nell'ambito delle aree vulcaniche quaternarie dalle Linee guida al rilevamento della Carta geologica d'Italia nella stesura dei fogli del Progetto CARG. Redatta alla scala 1:50.000, la carta dell'Etna è la versione italiana del *Geological Map of Etna Volcano* pubblicata dall'*Italian Journal of Geosciences* nel 2011.

3. - ARCHIVIO RALLO: LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA DELL'ITALIA DA SCALA 1:5.000 A 1:50.000 PUBBLICATA NEL PERIODO 1967 - 1998

PERINI P. (*)

Il volume LIX delle Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia "Cartografia geologica dell'Italia pubblicata da scala 1:5.000 a 1:50.000 nel periodo 1967-1998", pubblicato nel 2001, costituisce parte del più ampio database realizzato dal Dr. Fabrizio Rallo nell'ambito del Progetto SITMI (Sistema Informatico Territoriale del Mezzogiorno d'Italia).

Nel 1997 venne presentato, come prodotto della Collana Multimediale "Progetti Strategici" del Progetto Mezzogiorno CNR, l'Atlante di posizione e Banca Dati della cartografia tematica nel Mezzogiorno. Il Database bibliografico e cartografico su tematiche ambientali e territoriali conteneva dati sulle Regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Lazio, Molise, Puglia, Sardegna e Sicilia; era composto da 300.000 record e prevedeva l'acquisizione di 60.000 documenti strutturati in uno schema interdisciplinare di classificazione dei soggetti ripartito in 6 componenti fondamentali (Aria, Acque, Terra, Piante, Animali, Uomo) afferenti a 43 settori e/o discipline suddivise in 710 soggetti. Il database venne esteso nel 1996 a tutto il territorio nazionale, rinominandolo Sistema Informatico Territoriale Multidisciplinare d'Italia, e fu progettata l'estrazione dell'inventario della cartografia geologica disponibile finalizzata al progetto CARG. Gli scopi dichiarati del progetto (informalmente denominato Archivio Rallo) erano quelli di contribuire alla conservazione del patrimonio cartografico come patrimonio culturale proprio delle Scienze della Terra. Si cercava di valorizzare i risultati delle ricerche costate tempo e risorse e poi dimenticate, rendere disponibile l'acquisizione di una base di conoscenze in materia di rilevamento geologico, individuare lacune nella cartografia geologica ed evitare duplicazioni, segnalare autori e rilevatori che avevano acquisito esperienze su specifiche problematiche geologiche, determinare le priorità di rilevamento dei Fogli.

Il volume, pubblicato solo in versione cartacea dal Servizio Geologico d'Italia, contiene l'inventario minuzioso della cartografia geologica (carte autonome, carte allegate, figure, schemi) presente nell'archivio del progetto SITMI e tre cataloghi ordinati per primo Autore, Titolo, Regione/Scala, oltre ad un Indice analitico dei nomi geografici. Un Quadro di posizione in scala 1:1.000.000, sul quale è riportato il reticolo dei Fogli in scala 1:50.000, consente di visualizzare le aree già oggetto di rilevamento geologico. Tutti i documenti cartografici e bibliografici sono identificabili e tra loro relazionati grazie al 'N° Inv'.

Nell'inventario sono state inserite "le carte geologiche s.s. e quelle che, indipendentemente dal titolo, con-

tergono quegli elementi litologici, stratigrafici e nici che servono per costruire una carta geologica. Pertanto, sono state inventariate anche le carte geotematiche (geomorfologiche, idrogeologiche, litologiche, petrografiche, strutturali vulcanologiche ed altre) che - oltre ai dati riguardanti il tematismo specifico - contengono tutti gli elementi geologici suddetti".

Alla data di pubblicazione di questo volume il materiale che costituiva il database del Progetto SITMI e l'Archivio Rallo, che occupava quattro stanze della sede CNR di Via Nizza a Roma, risulta conservato presso i Laboratori CNR di Montelibretti. La maggior parte del materiale cartografico raccolto da Rallo, pubblicato sulle principali riviste afferenti alle Scienze della Terra, è consultabile presso la Biblioteca ISPRA. Tuttavia, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA è impegnato per il recupero e la pubblicazione del volume tra quelli disponibili *on-line* della collana Memorie Descrittive, ritenendo ancora valido, come scriveva Antonio Praturlon nella presentazione, che "i maggiori pregi di quest'opera consistono, a mio avviso, nella precisione e nella completezza dei record contenenti le notizie bibliografiche".

4 - STUDI SPERIMENTALI FINALIZZATI ALLA CARTOGRAFIA IDROGEOLOGICA D'ITALIA

MARTARELLI L. (*)

La cartografia idrogeologica rappresenta un patrimonio conoscitivo di base ed è uno strumento tecnico-scientifico di riferimento per la tutela e la corretta gestione delle risorse idriche sotterranee. La realizzazione di un'appropriata cartografia idrogeologica richiede linee guida che consentano una omogeneità dei contenuti e della rappresentazione. La "Guida al rilevamento e alla rappresentazione - Carta idrogeologica d'Italia - scala 1:50.000" (SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE, 1995), è stata pubblicata nell'ambito del progetto CARG e detta i criteri per il rilevamento, la rappresentazione e l'informatizzazione dei dati della cartografia idrogeologica.

Il Servizio Geologico d'Italia, a quel tempo presso il Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali della PCM, ha promosso nel 2001, in collaborazione con alcuni atenei italiani, un progetto di sperimentazione della "Guida" in aree di studio rappresentative dei principali contesti idrogeologici del territorio nazionale (e.g., depositi carbonatici e aree carsiche, depositi vulcanici, depositi alluvionali) e caratterizzate dalla presenza di risorse idriche d'interesse. Inoltre, la sperimentazione cartografica idrogeologica è stata avviata direttamente dal Servizio Geologico d'Italia in altri settori.

Le aree in cui è stata portata a termine la sperimentazione sono:

1) Monti Cimini sud-orientali (convenzione con il Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università degli Studi "Roma Tre"). Ha interessato l'area vulcanica a SE del Lago di Vico, nel bacino idrografico del Fiume

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

5. - MAPPING GEOLOGY IN ITALY

PANTALONI M. (*), VENTURINI C. (**)

La finalità del volume *Mapping Geology in Italy* (fig. 13), pubblicato nel 2004, è quella di esemplificare, attraverso 38 contributi prodotti da oltre un centinaio di autori – italiani, europei ed extraeuropei – l'iter concettuale e metodologico che presiede tanto alla realizzazione di indagini geologiche condotte sul territorio quanto alla restituzione cartografica dei relativi dati. Per tale motivo sono state “sperimentate” differenti metodologie, sia di acquisizione dati che di restituzione cartografica, entrambe mirate a coprire i numerosi settori d'investigazione delle Scienze della Terra.

Tutti i contributi hanno in comune la produzione di specifiche cartografie geologiche. Tali studi concentrano la loro attenzione su aree del territorio nazionale considerate rappresentative dei principali caratteri della geologia stratigrafica e strutturale, della geologia del Quaternario nonché del vulcanismo, non trascurando i temi relativi alla geologia dei fondali marini.

L'idea del volume nasce dalle numerose innovazioni suggerite durante la realizzazione del progetto di cartografia geologica nazionale alla scala 1:50.000 (progetto CARG). L'opera sintetizza l'evoluzione metodologica connessa alla raccolta e rappresentazione di dati geologici della più varia natura.

I contributi che compongono il volume sono organizzati per aree tematiche. Un primo gruppo di lavori si occupa del territorio inteso come il risultato dell'evoluzione geologica e morfogenetica recente (analisi dei depositi quaternari, geologia marina, geomorfologia e neotettonica). Un'altra serie di lavori sviluppa metodi di analisi legati al rilevamento e studio delle successioni vulcaniche recenti ed attuali. Si passa poi a un gruppo di contributi che analizza le classiche successioni appenniniche meso-cenozoiche, valutandone l'aspetto tettono-stratigrafico e cinematico. Si prosegue infine con un argomento d'attualità: lo studio del basamento alpino e le possibili modalità di rappresentazione cartografica delle sue deformazioni.

Inoltre, considerando che in ambito europeo il territorio italiano presenta una storia geologica tra le più complesse e coinvolgenti, in grado di affascinare – se raccontata in modo appropriato – anche il vasto pubblico dei non esperti, si è voluto affidare la conclusione dell'opera alla rappresentazione cartografica e all'esemplificazione dei significati evolutivi di due particolari geositi. I due esempi rappresentano anche un elemento di sensibilizzazione alla tutela e conservazione del vasto patrimonio geologico italiano.

La gran parte dei contributi di questo volume è unita da un motivo conduttore: l'imponente uso di tecnologie digitali, impiegate sia nella fase di acquisizione dei dati che nella loro rappresentazione. Una peculiarità questa che, per le aree emerse, si presenta sempre come

tappa successiva rispetto a quell'indispensabile fase di raccolta dati effettuata sul territorio (rilevamento geologico), indice e garanzia di un lavoro qualitativamente accurato.

Come risultato collaterale, nei contributi spiccano le rappresentazioni tridimensionali, in sintonia con gli obiettivi dell'opera. Le ricostruzioni in 3D mirano alla rappresentazione moderna, completa e coerente, dei dati geologici. Una rappresentazione al passo coi tempi che, come valore aggiunto, si prefigge di avvicinare al complesso mondo della geologia anche il pubblico dei non addetti ai lavori.

Ogni contributo si apre con una carta geologica, tuttavia l'opera non si presenta come una raccolta cartografica, ma si propone come l'illustrazione concreta e ragionata – effettuata con approccio didattico e divulgativo – delle moderne metodologie di riconoscimento ed interpretazione dei dati che stanno alla base della cartografia stessa.

Il pregio dell'opera, sottolineato dall'accurata veste grafica e favorito dalla rigorosa scelta dei singoli contributi, consiste nel taglio didattico-divulgativo che gli editori hanno inteso dare a questo volume, con l'obiettivo di fornire agli studiosi, ai ricercatori, ai tecnici e, non ultimi, agli studenti delle diverse discipline afferenti alle Scienze della Terra, un moderno strumento di analisi territoriale.

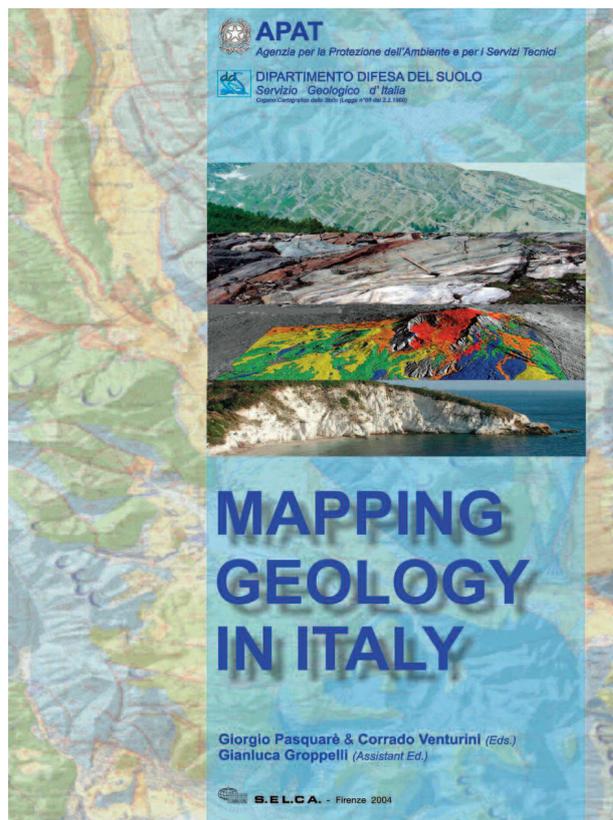


Fig. 13 - Giorgio Pasquaré & Corrado Venturini (Eds), Gianluca Groppelli (Ass.t Ed.) (2004).

- *Mapping Geology in Italy*. S.E.L.C.A., Firenze, 336 pp.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

(**) Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna

6. - L'ITALIAN JOURNAL OF GEOSCIENCES E I GEOLOGICAL FIELD TRIPS: LA SFIDA EDITORIALE DEL NUOVO MILLENNIO DELLA SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA E DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

PETTI F.M. (*), PAMPALONI M.L. (**),
ZUCCARI A. (*), ROMA M. (**),
CAVAZZA W. (***), CIARAPICA G. (***),
CONTICELLI S. (****), DOGLIONI C. (*****),
CAMPOBASSO C. (**), ERBA E. (*****)

6.1. - SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA E SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA

Il Servizio Geologico d'Italia, già Comitato Geologico e successivamente Regio Servizio Geologico, e la Società Geologica d'Italia sono tra le più antiche istituzioni di ambito geologico ancora in attività a scala planetaria. Entrambe hanno iniziato a produrre carte geologiche e pubblicazioni scientifiche nella seconda metà del diciannovesimo secolo. Il Comitato Geologico, costituitosi a Firenze, lancia nel 1870 la pubblicazione del *Bollettino del Servizio Geologico d'Italia*, in seguito ad una delibera presa nell'adunanza del 29 giugno 1869 con la quale fu deciso di affiancare la produzione cartografica con la stampa di articoli e monografie finalizzate a favorire le relazioni con i servizi geologici esteri (CORSI, 2007a, b).

La Società Geologica d'Italia fondata a Bologna nel 1881 lancerà, a partire dall'anno successivo, la pubblicazione del *Bollettino della Società Geologica Italiana* con la finalità di favorire la diffusione dell'informazione scientifica di natura geologica con particolare attenzione al territorio nazionale e che da allora sarà distribuito ai suoi associati all'atto della sottoscrizione alla Società.

Entrambe le riviste scientifiche hanno proseguito senza soluzione di continuità l'attività pubblicistica di carattere scientifico per quasi 130 anni, sino al 2009 quando, in base ad un accordo bilaterale intercorso tra Società Geologica Italiana e ISPRA, l'ente che ha nel frattempo ha inglobato il Servizio Geologico d'Italia, le due riviste si sono fuse per proseguire unitariamente il loro cammino attraverso la nascita nell'anno successivo dell'*Italian Journal of Geosciences*. In base allo stesso accordo, nell'ambito di una revisione globale dell'attività scientifica e pubblicistica delle due istituzioni più antiche della geologia nazionale, nasce nel 2009 anche il *Geological Field Trips*, una rivista scientifica innovativa di profilo internazionale che si dedicherà alla pubblicazione di guide geologiche specializzate e finalizzata alla diffusione delle peculiarità geologiche del territorio nazionale e peri-Mediterraneo.

6.2. - LA NASCITA DELL'ITALIAN JOURNAL OF GEOSCIENCES

L'*Italian Journal of Geosciences* viene registrato ufficialmente nella primavera del 2010 dalla fusione del *Bollettino della Società Geologica Italiana* con il *Bollettino del Servizio Geologico d'Italia* mantenendo del primo sia la periodicità quadrimestrale sia l'indicizzazione internazionale. Quest'ultima è stata concessa nel 2004 dal *Journal of Citation Report® (JCR®)*, operante all'interno dell'*Institute for Scientific Information (ISI)* della Thomson Reuters, e si è coronata con l'acquisizione del fattore di impatto (IF = impact factor) nel 2006.

Con il nuovo corso l'*Italian Journal of Geosciences* si è proiettato nel panorama delle riviste internazionali consentendo la sottomissione ai soli manoscritti redatti in lingua inglese e per far fronte alle esigenze dell'allargato interesse scientifico determinato dal passaggio dalla categoria scientifica JCR di "Geologia" a quella "Multidisciplinare delle Geoscienze" (*i.e.*, *subject category: Geosciences multidisciplinary*). Per tale motivo si è dovuto ridisegnare anche il sistema di valutazione passando dal singolo responsabile scientifico (*Editor in Chief*) ad un gruppo di co-responsabili scientifici (*Editorial Board*) capaci di coprire tutte le tematiche inerenti alle discipline delle Geoscienze (CAMERLENGHI et alii, 2010, 2011).

L'*Italian Journal of Geosciences* pubblica oggi articoli originali di ricerca, carte geologiche, articoli di revisione e di discussione su argomenti caldi di interesse della comunità delle geoscienze internazionali, senza però tradire il compito originario che i fondatori della Società Geologica Italiana avevano pensato per la rivista, pubblicando articoli di livello internazionale sulle tematiche delle geoscienze legate al territorio italiano ed alle regioni circostanti il bacino del mediterraneo per il ruolo straordinario che queste aree svolgono nella comprensione dei processi geologici e nello sviluppo delle moderne Scienze della Terra. La rivista, collocandosi all'interno della categoria multidisciplinare delle Geoscienze, si è data l'ambizioso compito di coprire un ampio spettro di tematiche tra le quali ad esempio: la geologia strutturale e stratigrafia, la sedimentologia e l'analisi di bacino, la paleontologia e gli ecosistemi in genere, la paleoceanografia e paleoclimatologia, le scienze planetarie, la geomorfologia e la glaciologia, la vulcanologia, la mineralogia, la geochemica e la petrologia, la geofisica e la geodinamica, l'idrogeologia e le georisorse, la modellazione del processo geologico, la storia della geologia, la conservazione del patrimonio geologico, i rischi geologici, la geologia applicata all'ingegneria, e tutte le discipline delle geoscienze applicate (http://www.italianjournalofgeosciences.it/238/about_the_journal.html).

Per far fronte al nuovo ambizioso "focus" che Società Geologica Italiana e Servizio Geologico d'Italia

(*) Società Geologica Italiana

(**) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

(***) Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna

(****) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Perugia

(*****) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze

(******) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

(******) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Milano

avevano pensato per il nuovo corso delle loro pubblicazioni con la creazione dell'*Italian Journal of Geosciences*, nell'autunno del 2009 sono stati chiamati a far parte del comitato di redazione della rivista Angelo Camerlenghi dell'Università di Barcellona (Spagna), William Cavazza dell'Università di Bologna, Raffaello Cioni dell'Università di Cagliari, Sandro Conticelli dell'Università di Firenze, Giovanni Crosta dell'Università di Milano Bicocca, Elisabetta Erba dell'Università di Milano, Claudio Faccenna dell'Università di Roma Tre, Stefano Mazzoli dell'Università Federico II di Napoli, e Daniela Pantosti dell'INGV (fig. 14). A questi negli anni si sono uniti altri colleghi di varie discipline tra i quali Marco Balini dell'Università di Milano, Hugo Bucher dell'Università di Zurigo (Svizzera), Josè Carcione dell'OGS, Antonio Cattaneo dell'IFREMER (Brest), Domenico Cosentino dell'Università Roma Tre, Giulio Ottonello e Laura Crispini dell'Università di Genova, Maurizio Mazzucchelli dell'Università di Modena e Reggio Emilia, Simonetta Cirilli dell'Università di Perugia, Carmelo Mo-

naco dell'Università di Catania, Massimo Frezzotti dell'ENEA, Roberto Sulpizio dell'Università di Bari, e Lorenzo Rook dell'Università di Firenze (CAMERLENGHI *et alii*, 2013; BALINI *et alii*, 2014). Sandro Conticelli ha coordinato il comitato di redazione dal 2010 al 2014, al quale è subentrato William Cavazza dal 1 gennaio 2015 (CAVAZZA, 2015).

Il comitato di redazione (*Editorial Board*), sin dal suo primo insediamento, ha operato collegialmente definendo unanimemente sia la tipologia di contributi scientifici da pubblicare sia il protocollo di valutazione dei manoscritti sia liberali che legati ad una collezione tematica, prevedendo l'ingaggio di due revisori, dei quali uno preferibilmente internazionale. I revisori forniscono gli elementi necessari alla decisione finale che viene presa in autonomia da ciascun responsabile scientifico della procedura di valutazione (*associate editor*), lasciando al coordinatore (*chief editor*) il solo onere della comunicazione agli autori. Nel caso specifico delle collezioni tematiche le proposte vengono sottomesse al comitato di redazione degli eventuali curatori, ed una volta approvate i manoscritti seguono un iter di valutazione regolare, nel quale i vari membri del comitato editoriale (*Editorial Board*) sono i responsabili scientifici del manoscritto, processo analogo a quello degli altri manoscritti sottomesse liberalmente, così da garantire una uniformità di valutazione di tutte le opere sottomesse. I curatori ospitati dalla rivista vengono informati periodicamente dal coordinatore del comitato editoriale (*Editor in Chief*) degli sviluppi del processo di valutazione e ricevono copia del manoscritto approvato per la pubblicazione alla sua accettazione.

Per facilitare il processo di sottomissione e contenere la tempistica legata all'iter di valutazione dei manoscritti, con il nuovo corso dell'*Italian Journal of Geosciences*, nel 2010, è stato adottato il sistema elettronico di gestione dei manoscritti *ScholarOne* della *Thomson Reuters* attraverso la piattaforma *Manuscript Central* (<https://mc.manuscript-central.com/ijg>); tale sistema consente il rapido caricamento di testi e figure e il monitoraggio dello stato di avanzamento della valutazione da parte degli autori in attesa della risposta del responsabile scientifico della procedura (*associate editor*) (CAMERLENGHI *et alii*, 2010). Questo sistema ha facilitato il compito del comitato di redazione, portando a una consistente riduzione dei tempi legati alla valutazione del manoscritto dalla sottomissione alla risposta finale di accettazione o meno per la pubblicazione. Il tempo medio di attesa dalla sottomissione alla decisione è attualmente di circa 60 giorni (CAMERLENGHI *et alii*, 2010, 2013).

Allo sforzo scientifico del comitato di redazione si è unito lo sforzo dell'ufficio editoriale della Società Geologica Italiana che ha cercato di contrastare il crescente successo dell'*Italian Journal of Geosciences* che si manifesta con una lunga "pipeline" di manoscritti in attesa di pubblicazione. L'ufficio editoriale della Società Geologica ha mostrato sensibilità ed attenzione tese a soddisfare le esigenze degli autori di vedere l'immediata pubblicazione del loro contributo introducendo, sin dal 2010, la pubblicazione anticipata (*Online first*) sul sito web della rivista (http://www.italianjournalofgeosciences.it/236/on_line_first.html) dei manoscritti accettati per la stampa (*accep-*

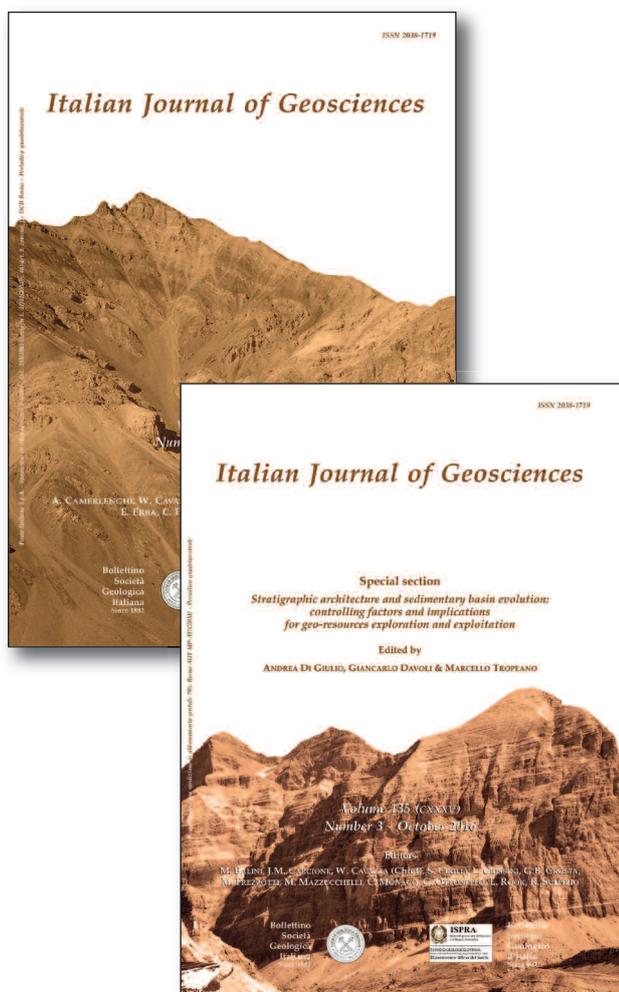


Fig. 14 - Copertine di uno dei primi fascicoli del nuovo corso dell'*Italian Journal of Geosciences* (a sinistra, fascicolo 1 del volume 130) e dell'ultimo fascicolo (a destra, fascicolo 3 del volume 135) con una sezione speciale dedicata su "Stratigraphic architecture and sedimentary basin evolution".

- Covers of one of the first (left, issue 1, volume 130) and of the last issue new course of the *Italian Journal of Geosciences* (right, issue 3, volume 135), the latter containing a special section devoted to the papers on "Stratigraphic architecture and sedimentary basin evolution".

ted manuscript), corredati del doi (*Digital Object Identifier*). Grazie a questa nuova procedura gli Autori hanno avuto il duplice vantaggio di: i) una più rapida diffusione delle loro ricerche scientifiche; ii) citazioni anticipate dell'articolo prima che questo venga stampato sui fascicoli ordinari (CAMERLENGHI *et alii*, 2010). Tutte queste azioni hanno indiscutibilmente migliorato l'appeal della rivista (CAMERLENGHI *et alii*, 2013) come mostrato dalla distribuzione delle sottomissioni le quali per un 37% provengono da autori appartenenti ad istituzioni di 36 diversi paesi sia europei che extraeuropei (fig. 15).

Dal 2010 l'*Italian Journal of Geosciences* ha pubblicato contributi originali di ricerche effettuate in ogni disciplina del vasto campo delle geoscienze. In questi anni sono state pubblicate anche numerose collezioni di articoli su argomenti caldi di interesse della comunità geoscientifica internazionale e di seguito menzioniamo alcune delle sezioni speciali tematiche pubblicate in questi anni: “*The geology of the Karakoram range*”, curato da Andrea Zanchi (2011, vol. 2/130); “*Understanding the April 6th, 2009 L'Aquila earthquake: the geological contribution*”, curato da Daniela Pantosti e Paolo Boncio (2012, vol. 3/131); “*The Plio Pleistocene Upper Valdarno Basin (Northern Apennines, Italy)*” curato da Massimiliano Ghinassi e Mario Sagri (2013, vol. 1/132); “*Geology of the Cabo de Gata area*” curato da Carles C. Soriano, Nancy R. Riggs e Massimiliano Porreca (2014, vol. 3/133); “*GeoHab 2013 conference: marine geological habitat mapping*” curato da Silvana D'Angelo, Andrea Fiorentino e Crescenzo Violante (2015, vol. 1/134); “*Fractured carbonate reservoirs*” curato da Emanuel Tondi, Alessandro Iannace, Fabrizio Storti, Marco Antonellini, Fabrizio Agosta e Stefano Mazzoli.

L'*Italian Journal of Geosciences* è attualmente una delle pochissime riviste internazionali censite da JCR® che offre spazio alla pubblicazione di carte geologiche, in formato sia cartaceo sia digitale, sotto forma di allegati ad articoli scientifici originali pubblicati regolarmente. Le carte geologiche sono sottoposte anch'esse al processo di valutazione tra pari (*peer review*) con le stesse modalità e separatamente dagli articoli a cui esse sono associate (*companion paper*). Tra quelle pubblicate negli ultimi anni possiamo menzionare le due carte geologiche del “*Central Western Karakoram*” allegate come supplementi al fascicolo 2 del volume 130 del 2011, la nuova carta geologica dell'Etna (*Geological map of Etna volcano, 1:50,000 scale*) allegata come supplemento al fascicolo 3 del volume 130 del 2011, la carta geologica del Bacino del Valdarno Superiore (“*Geological map of the Upper Valdarno Basin*”, 1:35,000 scale) allegata come supplemento al fascicolo 1 del volume 132 del 2013, la carta geologica di un settore dei Monti Lepini (*Geological map of Segni – Montelanico – Carpineto – Roccaporga sector, 1:25,000 scale*) allegata come supplemento al fascicolo 2 del volume 132 del 2013, la carta geologica dei Monti Sibillini (*Geological map of the Sibillini Mountains, 1:40,000 scale*) allegata come supplemento al fascicolo 3 del volume 132 del 2013, la carta geologica del “*settore orientale del bacino dell'Ofanto*” allegata come supplemento al fascicolo 1 del volume 133 del 2014, la carta geologica della “*Cabo de Gata Region, Southeastern Spain*” allegata come supplemento al fascicolo 3 del volume 133 del 2014, e la carta geologica del Monte Amiata (*Geological Map of Monte Amiata Region, 1:50,000*

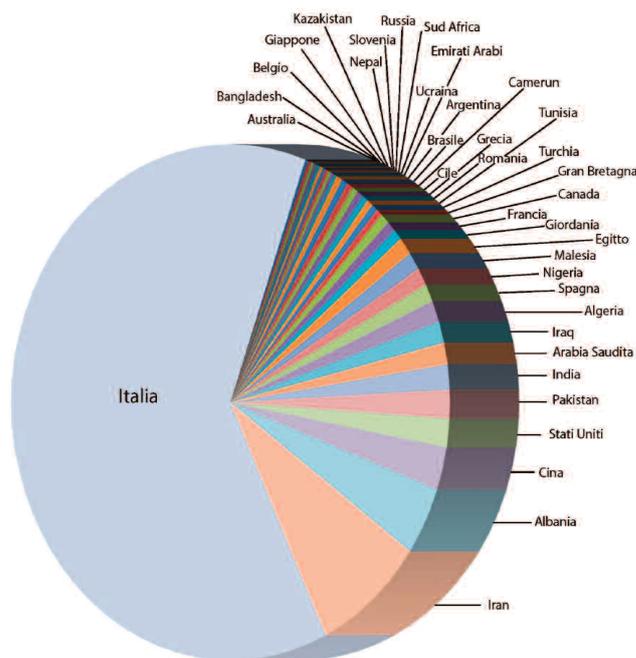


Fig. 15 - Diagramma a torta che mostra la provenienza delle sottomissioni all'*Italian Journal of Geosciences* dal 2010 al 2016. Le sottomissioni italiane sono attestate intorno al 63%, con circa il 30% proveniente da paesi extra-europei.
- Pie-chart showing the provenance of submissions to *Italian Journal of Geosciences* during 2010-2016 time interval. National submissions are about 63% with about 30% from extra-European countries.

scale) allegata come supplemento al fascicolo 2 del volume 134 del 2015.

Sul fronte della diffusione dell'indicizzazione e della diffusione dell'*Italian Journal of Geosciences* la Società Geologica Italiana si è impegnata sin dal 2010 nel processo di accreditamento della rivista da parte di Scopus e dell'adesione al portale di *Geosciences World* operazioni elaborate che hanno raggiunto l'obiettivo in entrambi i casi nel 2011. In particolare l'accREDITAMENTO presso Scopus ha permesso alla rivista di ricevere l'indicizzazione bibliometrica da parte di SciMago, con la definizione dell'indicatore SJR, e del *Centre for Science and Technology Studies* (CWTS) dell'Università di Leiden, con la definizione degli indicatori SNIP e IPP (<http://www.italianjournalofgeosciences.it>).

L'inclusione dell'*Italian Journal of Geosciences* nella piattaforma digitale *GeoScienceWorld* ha permesso una maggiore e più capillare diffusione della rivista e dei suoi contenuti scientifici nella comunità internazionale delle geoscienze. *GeoScienceWorld* è un portale che attualmente ospita i principali periodici *peer-reviewed* nel campo delle Scienze della Terra di proprietà di Società ed associazioni scientifiche (48 eJournals e 28 editori) e non legati ai principali *publisher* scientifici con finalità commerciali. Inoltre la piattaforma di proprietà del *GeoRef* è strettamente legata al suo sistema di indicizzazione il quale oggi è costituito da più di 3,9 milioni di riferimenti ad articoli scientifici, libri, carte, *conference paper*, *reports*, tesi di laurea e tesi di dottorato. Su *GeoScienceWorld* (<http://www.geoscienceworld.org>) sono attualmente disponibili tutti i fascicoli dell'*Italian Journal of Geosciences*, a partire dall'anno 2009, ed i riassunti degli articoli pubblicati sul precedente *Bollettino della So-*

cietà Geologica Italiana tra il 1972 e il 2009. La presenza su *GeoScienceWorld* ha aumentato notevolmente la visibilità dell'IJG presso la comunità geologica internazionale, come dimostrato dal numero di visitatori della pagina dedicata e dal numero dei *download*, molti dei quali provenienti da paesi extra-europei.

Nel luglio del 2013 l'*Italian Journal of Geosciences* ha ricevuto il primo *impact factor* (IF₂₀₁₂) del nuovo corso, poiché quelli degli anni precedenti erano ancora riferiti al Bollettino della SGI. L'*Impact Factor* è un indice bibliometrico sintetico che viene calcolato annualmente dal JCR dell'*Institute of Scientific Information* (ISI) della Thomson Reuters, e che conteggia il numero di citazioni ricevute in un anno solare dagli articoli pubblicati da una rivista nei due anni precedenti, valore che viene rapportato al numero di articoli pubblicati nello stesso periodo. Il fatto che l'*Italian Journal of Geosciences* abbia mantenuto in continuità l'indicizzazione JCR del *Bollettino della Società Geologica Italiana* ha permesso una diretta valutazione delle *performances* legate al cambio di gestione e di indirizzo della rivista avvenuto nel 2010 (figura 3; BALINI *et alii*, 2014).

L'*impact factor* dell'*Italian Journal of Geosciences* è cresciuto in maniera regolare passando da 0,442 nel 2006 all'attuale 1,028 (tab. 1), con un picco per l'IF2013 che ha raggiunto il valore di 1,679 (fig. 16).

L'*Italian Journal of Geosciences* è stato assegnato, da ISI-JCR, alla categoria Geosciences, Multidisciplinary, che raggruppa il maggior numero di riviste internazionali (2012-2013 = 175), con il maggior numero di articoli pubblicati (2014 = 23.465) e di citazioni totali (49.837 citazioni nel 2012, 61.725 nel 2013) inerenti alle Scienze della Terra. La suddetta categoria raccoglie le prime dieci riviste in termini di IF, che vanno da un valore massimo IF₂₀₁₄ di 11,740 ad un valore minimo di 0,188, una mediana IF₂₀₁₄ di 1,605, e con i valori corrispondenti al 25° e 75° percentile corrispondente, rispettivamente, a 0.837 e 2.490. L'*Italian Journal of Geosciences* è pertanto posizionato al 133° posto all'interno del quartile Q4, con

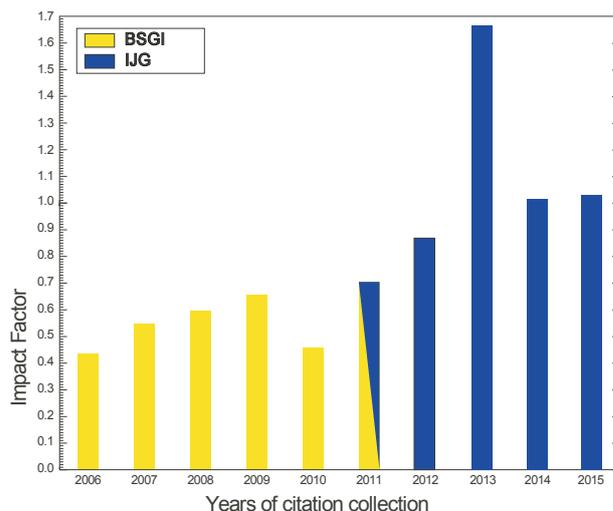


Fig. 16 - *Impact Factor* del Bollettino della Società Geologica Italiana (barre gialle) e dell'*Italian Journal of Geosciences* (barre blu). Dati provenienti da *Journal Citation Reports*.

- *Impact Factor* for the Bollettino della Società Geologica Italiana (yellow bars) and *Italian Journal of Geosciences* (blue bars). Data from *Journal Citation Report*.

una progressione nella classifica in crescita dal 2010 ad oggi. I numeri sopra esposti pongono l'*Italian Journal of Geosciences* al pari di altre riviste internazionali con maggiori risorse, ma la difficoltà che si presenta ora al rinnovato e sempre più competente *Editorial Board*, sarà quella di proseguire il percorso tracciato negli ultimi sei anni, con il principale obiettivo di continuare ad operare in maniera aperta, trasparente ed equilibrata nei confronti degli autori e dei lettori nel segno di aumentare l'autorevolezza della rivista nella sua comunità di riferimento. Sarà cruciale in questa sfida che la rivista attragga sempre più contributi provenienti da diverse discipline e che pubblici risultati di ricerche su temi emergenti nel campo delle geoscienze (CAMERLENGHI *et alii*, 2011).

Tab. 1 - L'ISI-JCR ha fornito due distinti *Impact Factor*, uno per il Bollettino della Società Geologica Italiana e uno per l'*Italian Journal of Geosciences*. I valori riportati per il 2011 sono stati calcolati dall'Ufficio editoriale della SGI seguendo le regole ISI-JCR. - The ISI-JCR provided two distinct *Impact Factor*, one for the *Bollettino della Società Geologica Italiana* and the other for the *Italian Journal of Geosciences*. The data herewith reported for 2011 has been calculated according to the ISI-JCR rules by the Editorial Office of the SGI.

	<i>Journal Title</i>	<i>ISSN</i>	<i>Impact Factor</i>	<i>Articles</i>	<i>Subject Category</i>	<i>Quartile</i>
IF ₂₀₀₆	Boll. Soc. Geol. Italiana	0037-8763	0.442	104	<i>Geology</i>	Q4
IF ₂₀₀₇	Boll. Soc. Geol. Italiana	0037-8763	0.553	125	<i>Geology</i>	Q3
IF ₂₀₀₈	Boll. Soc. Geol. Italiana	0037-8763	0.603	63	<i>Geology</i>	Q3
IF ₂₀₀₉	Boll. Soc. Geol. Italiana	0037-8763	0.663	98	<i>Geology</i>	Q3
IF ₂₀₁₀	Boll. Soc. Geol. Italiana	0037-8763	0.440	116	<i>Geology</i>	Q3
IF ₂₀₁₁	<i>Italian Journal of Geosciences</i> Boll. Soc. Geol. Italiana	2038-1719 0037-8763	0.742	93	<i>Geoscience, Multidisciplinary</i>	Q4
IF ₂₀₁₂	<i>Italian Journal of Geosciences</i>	2038-1719	0.875	61	<i>Geoscience, Multidisciplinary</i>	Q3
IF ₂₀₁₃	<i>Italian Journal of Geosciences</i>	2038-1719	1.679	56	<i>Geoscience, Multidisciplinary</i>	Q2
IF ₂₀₁₄	<i>Italian Journal of Geosciences</i>	2038-1719	1.014	70	<i>Geoscience, Multidisciplinary</i>	Q4

6.3. - LA NASCITA DEL GEOLOGICAL FIELD TRIPS

Nell'ambito degli accordi tra Servizio Geologico d'Italia e Società Geologica Italiana nel 2009 è stata attivata una nuova rivista *on-line* a periodicità semestrale dedicata alla pubblicazione di itinerari geologici predisposti ed effettuati in occasione di convegni e congressi nazionali e internazionali, un patrimonio culturale che spesso rimane confinato alla stretta cerchia dei partecipanti all'evento.

Il *Geological Field Trips* (GFT) è una rivista *open access* e *peer reviewed*, diffusa tramite il portale ISPRA (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/geological-field-trips>). È possibile accedere alle pagine ISPRA con collegamento diretto sia

dalla sezione dedicata agli itinerari geologici del portale del Servizio Geologico d'Italia, che dal sito della Società Geologica Italiana. L'allestimento editoriale di GFT viene curato dal Servizio cartografico dell'ISPRA. La modalità *online* ha certamente contribuito alla diffusione e al successo presso la comunità scientifica, testimoniata dal costante incremento nel computo delle visite e dei *download* di questi anni. Al momento della redazione di questo volume si contano 28 itinerari pubblicati, variamente distribuiti sul territorio italiano, che hanno focalizzato l'attenzione su particolarità geologiche in diversi settori della geologia quali ad esempio: stratigrafia, petrografia, geotermia, pericolosità sismica, etc. (fig. 17).



Fig. 17 – Distribuzione degli itinerari geologici ad oggi pubblicati in *Geological Field Trips*, classificati per tematismo geologico.
- Location map of geological field trips published, classified with geological thematism.

Ogni guida è strutturata secondo tre principali sezioni: *Information*, *Excursion Notes* e *Itinerary* che illustrano dal punto di vista scientifico e logistico l'area interessata all'escursione. Le località sono facilmente localizzabili, accessibili e mediamente alla portata di tutti. Nella sezione *Information* inoltre, accanto ai consigli pratici riguardanti l'abbigliamento, l'attrezzatura, i tempi di percorrenza o i dislivelli da affrontare lungo il percorso suggerito, sono riportate anche eventuali indicazioni di tipo storico-culturale. Gli stop consigliati lungo l'itinerario sono documentati sia dalla descrizione che da una ricca iconografia.

A partire dal volume 7 (2015) la rivista *Geological Field Trips* è stata inserita in un nuovo circuito di indi-

cizzazione delle riviste scientifiche della piattaforma *Web of Science*TM; dal novembre 2015 infatti, tra i prodotti Thomson Reuters, prende vita una nuova sezione di indicizzazione dedicata alle fonti scientifiche emergenti, denominata *Emerging Sources Citation Index* (ESCI), (fig. 18). I fattori presi in considerazione da Thomson Reuters nel processo di selezione ricadono nella qualità dello standard di pubblicazione e del contenuto editoriale. Questo riconoscimento consente alla rivista di entrare in un circuito di valutazione ancora più rigoroso che consentirà, auspicchiamo nel prossimo futuro, il conseguimento di riconoscimenti ancora più importanti e l'inserimento nel *Science Citation Index Expanded*TM.

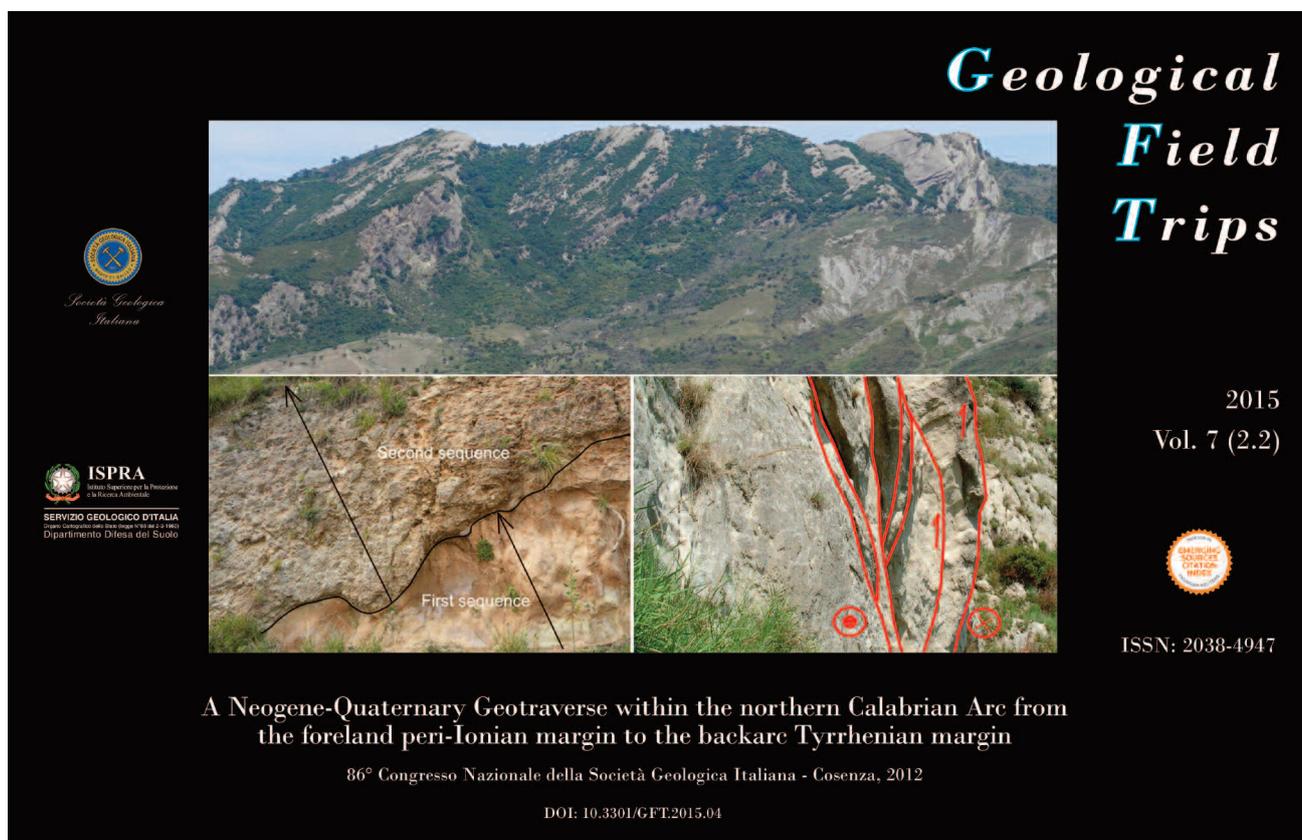


Fig. 18 – Il logo ESCI (*Emerging Sources Citation Index*) ben visibile sulla copertina a partire dal volume 7 (2015).
- *ESCI logo clearly visible on the cover of the GFT magazine from volume 7 (2015).*

7. - DISTRIBUZIONE E DIFFUSIONE DELLE COLLANE CARTOGRAFICHE ED EDITORIALI

PAMPALONI M.L. (*), PESCI G. (*)

La stampa e la diffusione della Carta geologica d'Italia sono compiti assegnati al Servizio Geologico d'Italia dalla Legge n. 68 del 2 febbraio 1960. Nelle pagine del sito ISPRA⁽¹⁾ vengono pubblicati per la visualizzazione, suddivisi per Regione, i fogli geologici stampati, quelli in corso di stampa e in avanzata fase di elaborazione.

Il Servizio geologico d'Italia è un editore specializzato che pubblica e diffonde, oltre alla cartografia geologica e geotematica a varie scale, una produzione editoriale rappresentativa nell'ambito delle Geoscienze.

Recentemente è stata intrapresa un'attività di diffusione degli studi scientifici preparatori finalizzati alla realizzazione della cartografia geologica e geotematica attraverso le pagine web. Partendo dai volumi più recenti delle testate ancora attive e andando a ritroso nel tempo, si stanno rendendo i prodotti editoriali accessibili in formato digitale, comprese le cartografie allegate, facilitandone così la fruizione da parte dell'utente⁽²⁾.

Consapevoli del ruolo sociale che i prodotti cartografici ed editoriali svolgono da sempre nei confronti della comunità scientifica, delle istituzioni centrali e periferiche, ma anche del cittadino comune, si è recentemente intrapresa anche l'attività di vendita delle pubblicazioni in formato cartaceo. La delicata questione relativa alla vendita, ancora oggi non del tutto risolta, è stata oggetto di discussione già nel lontano 1873 (fig. 19 a), come si legge dal verbale della seduta del 7 marzo del Comitato geologico.

In quella occasione, analogamente a quanto veniva fatto in Prussia, il Commendatore Giulio Curioni prospettò l'idea di mettere in commercio la carta geologica, così come riportato nello stralcio del documento (fig. 19 b).

La mancanza di una apposita regolamentazione, le difficoltà logistiche di carattere organizzativo e commerciale, probabilmente anche legate alla mancanza di autonomia economica, hanno infatti portato a considerare per lungo tempo l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato (IPZS) l'unico organo deputato alla commercializzazione delle pubblicazioni ufficiali di carattere geologico. Oggi, nonostante permangano alcune difficoltà, si è iniziata la vendita diretta dei nostri prodotti.

Il consenso ricevuto da parte dell'Utenza esterna in questo senso, trova esplicitate le motivazioni concrete dell'impegno intrapreso: da una parte la consapevolezza di permettere la fruizione del dato oltre che in formato digitale anche in formato cartaceo, dall'altra l'evidenza di fornire contemporaneamente un prodotto di pubblica utilità ed attuare una più opportuna politica di gestione del magazzino.

L'attività *in itinere* rivela delle potenzialità molto interessanti a livello economico, emerse recentemente dal crescente numero di richieste di acquisto che giungono quotidianamente anche dall'estero. La questione dovrà sicuramente essere affrontata in modo più organico di

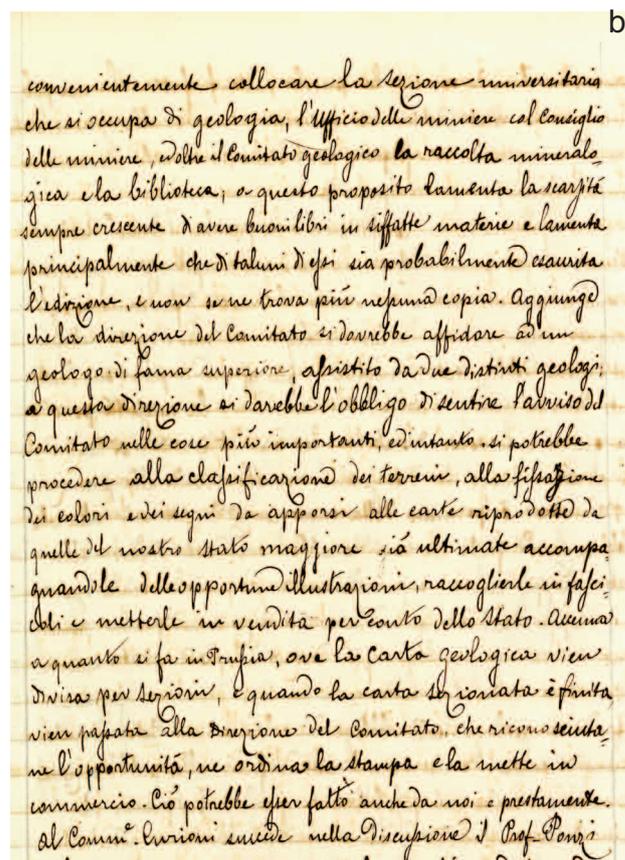
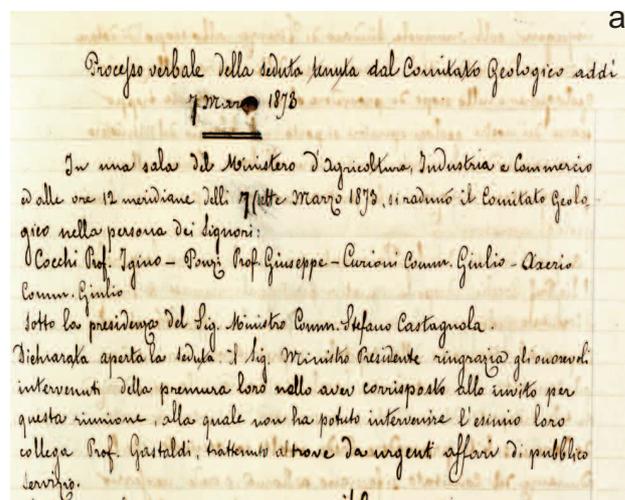


Fig. 19 - Stralci dal verbale dell'Adunanza del Comitato Geologico del 7 marzo 1878 - Archivio del Servizio Geologico d'Italia, Biblioteca ISPRA. - Details from the Geological Committee document of March 7th, 1878.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

⁽¹⁾ <http://www.isprambiente.gov.it/it/cartografia/carte-geologiche-e-geotematiche/carte-geologiche-e-geotematiche>

⁽²⁾ <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici>

quanto fatto fino ad oggi e dovrà considerare l'utilizzo di personale dedicato. Appare necessario attivare quindi una struttura idonea a far fronte alle numerose richieste dell'Utenza che tenga conto di tutte problematiche legate ai diversi aspetti (contabilità, archiviazione, spedizione).

Da questa breve esperienza deriva la consapevolezza che è possibile ridurre gli sprechi, migliorare il servizio offerto alla collettività (soprattutto in merito alle risposte dedicate e ai tempi di invio dei prodotti), e riuscire ad accedere a risorse economiche altrimenti non disponibili. In questa ottica, attraverso una fase di sperimentazione condotta da circa un anno, sono state testate e avviate diverse azioni, alcune delle quali già adottate. Tra queste vale la pena ricordare la collaborazione con altri servizi e uffici dell'Istituto: protocollo, contabilità, WEB, Ufficio Relazioni con il Pubblico, che stanno portando a azioni ed interazioni significative.

Nonostante le difficoltà logistiche l'attività del Servizio geologico è anche rivolta alla diffusione attraverso lo scambio di pubblicazioni e cartografia; questa attività, condotta in collaborazione con la Biblioteca ISPRA, è da sempre stata una risorsa fondamentale per accrescere il patrimonio fin dalla sua istituzione. La distribuzione capillare della produzione scientifica a ca-

attere geologico presso istituzioni italiane e straniere è avvenuta regolarmente fino al 2011 principalmente ad opera dell'IPZS. Ciò ha permesso nel tempo di implementare il "posseduto" cartografico ed editoriale della Biblioteca relativamente alla sezione di Scienze della Terra attraverso lo scambio con le altre Istituzioni. A riprova di questa importante attività sono le 50.000 carte, i 2.000 periodici di cui oggi solo 70 attivi e le 40.000 monografie presenti in Biblioteca (ERCOLANI, questo volume).

A seguito del trasferimento nella nuova sede, si è provveduto in questi anni alla sistemazione razionale dei prodotti cartografici ed editoriali editi anche se non sono del tutto risolti i problemi relativi all'immagazzinamento per questioni logistiche e di spazi necessari. Questo problema è strettamente correlato al mancato invio del materiale in scambio a Biblioteche di Enti, Università italiane e straniere e Servizi geologici stranieri, attività particolarmente curata fino al 2012.

Sulla base di quanto esposto è del tutto evidente che il nuovo servizio di vendita diretta dei prodotti editoriali e cartografici rappresenta una risorsa importante per l'Istituto anche nell'ottica di rispondere alle esigenze di quanti sono interessati all'acquisizione dei nostri prodotti in formato cartaceo.

BIBLIOGRAFIA

La bibliografia che segue è divisa in due parti: la prima comprende i lavori monografici e i contributi presenti in volumi e in periodici; la seconda comprende esclusivamente la cartografia.

Questa scelta è legata alla natura del volume che, riportando un elevato numero di citazioni cartografiche, ha reso fondamentale un ordinamento per tipologia di materiale.

Non ultima, tuttavia, è stata la spinta a valorizzare e a rendere facilmente individuabili le carte geologiche e geotematiche citate nel testo che risultano essere strumento imprescindibile per gli studiosi e gli addetti ai lavori.

SEVERINO F., CONSOLE F.

- ALBERTI A.U., BERGOMI C., CATENACCI V., CENTAMORE E., CESTARI G., CHIOCCHINI M., CHIOCCHINI U., MANGANELLI V., MOLINARI-PAGANELLI V., PANSERI-CRESCENZI C., SALVATI L. & TILIA-ZUCCARI A. (1975) - *Note Illustrative del F. 389 Anagni. Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*. Servizio Geologico d'Italia, LAC, Firenze.
- ALFONSI L. FUNICIELLO R. & MATTEI M. (1991b) - *Strike-slip tectonics in the Sabina area*. Boll. Soc. Geol. It., **110**: 481-488.
- ALFONSI L. FUNICIELLO R., MATTEI M., GIROTTI O., MAIORANI A., MARTINEZ M.P., TRUDU C. & TURI B. (1991a) - *Structural and geochemical features of the Sabina strike-slip fault (Central Apennines)*. Boll. Soc. Geol. It., **110**: 217-230.
- AMADEI G., SEGRE A.G. & TRIBALTO G. (1965) - *Alcune considerazioni sulla gravimetria e sulla geologia del F. 158 Latina della Carta geologica d'Italia*. In: *Atti 14. Conv. Ann. Ass. Geofis. Ital. Roma, 18 19 e 20 febbraio 1965*, : 301-308.
- AMANTI M. (2006) - *32 Congresso Geologico Internazionale, Firenze 2004*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It. **71**, Servizio Geologico. d'Italia, APAT, Roma, 251 pp.
- AMANTI M., BATTAGLINI L., CAMPO V., CIPOLLONI C., CONGI M.P., CONTE G., DELOGU D., VENTURA R. & ZONETTI C. (2008) - *The Lithological map of Italy at 1:100.000 scale: An example of re-use of an existing paper geological map*. In : *33rd International Geological Conference, IEI02310L - 6-14th August, Oslo (Norway)*.
- ANTONIOLI F. et alii (1990) - *Studi geologici e idrogeologici sull'Italia Centrale*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It. **38**, Servizio Geologico d'Italia, 355 pp.
- ARGAND E. (1909) - *L'exploration géologique des Alpes pennines centrales*. Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., **45**: 217-276.
- ARGAND E. (1911a) - *Les nappes des recouvrement des Alpes pennines et leurs prolongements structuraux*. Mat. Carte Géol. Suisse, **31**: 1-26.
- ARGAND E. (1911b) - *Les nappes des recouvrement des Alpes occidentales et les territoires environants. Essai de carte structurale*. Mat. Carte Géol. Suisse, Carte Spec., **64**: 3 tavv.
- ARGAND E. (1923) - *Le géologie des environs de Zermatt*. Ver. Der Schweizerischen Nat. Gesellschaft., **104**: 96-110.
- ARGENTIERI A. & PANTALONI M. (2013) - *Novarese, Vittorio*. In: *Dizionario Biografico degli Italiani. Enciclopedia Treccani*. **78**.
- ARGNANI A. & GAMBERI F. (1997) - *Stili strutturali al fronte della catena appenninica nell'Adriatico centro-settentrionale*. Studi Geologici Camerti, **95**(1): 19-27.
- ARGNANI A., FAVALI P., FRUGONI F., GASPERINI M., LIGI M., MARANI M. & MELE G. (1993) - *Foreland deformational pattern in the Southern Adriatic Sea*. Ann. Geof., **36**: 229-247.
- 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.
- AURELI A. (in stampa) - *Note illustrative della Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 624 Monte Etna*. ISPRA - Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- AZZAROLI A. & CITA M.B. (1968) - *Codice Italiano di Nomenclatura Stratigrafica*. Boll. Serv. Geol. d'It., **89**: 1-22.
- BALDACCI L. (1886) - *Descrizione geologica dell'Isola di Sicilia*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **1**, R. Ufficio Geologico, Roma, 400 pp.
- BALDACCI L. (1891) - *Osservazioni fatte nella Colonia Eritrea*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **6**, R. Ufficio Geologico, Roma, 119 pp.
- BALDACCI L. (1911) - *La carta geologica d'Italia*. Boll. R. Com. Geol. d'It., **42**(2): 99-169.
- BALINI M., BUCHER U., CAMERLENGHI A., CAVAZZA W., CIONI R., CIRILLI S., CRISPINI L., CONTICELLI S., CROSTA G.B., FACCENNA C., MAZZUCHELLI M. & OTTONELLO G. (2014) - *Editorial. The Italian Journal of Geosciences is increasing its appeal among Geoscientists*. Italian Journal of Geosciences, **133**(1): 3-4.
- BASHENINA N.V., GELLERT J., JOLY F., KLIMASZEWSKI M. & SCHOLZ E. (1968) - *Project to the unified key to the detailed geomorphological map of the world*. Folia Geographica ser. Geogr. Phys., **2**: 1-40.
- BATTAGLINI L., CAMPO V., CARTA R., CIPOLLONI C., CONGI M.P., DELOGU D., PORFIDIA B., ROMA M., VENTURA R. & ZONETTI C. (2010) - *La consultazione dei servizi web di mappe nel portale geografico del Servizio Geologico d'Italia*. In: *Atti 14 Conferenza ASITA, Brescia novembre 2010*.
- 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 C.A.R.G.: Modifiche ed integrazioni ai Quaderni n. 2/1996 e n. 6/1997*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, Serie III, **12**(1), 166 pp.
- BATTAGLINI L., D'ANGELO S. & FERRI F. (2009b) - *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 - Progetto C.A.R.G.: 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**(2), 28 pp.
- BECHSTADT T. & BONI M. (1994) - *Sedimentological, stratigraphical and ore deposits field guide of the autochthonous cambro-ordovician of southwestern Sardinia*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **48**(1-2), Servizio Geologico d'Italia, Roma, 434 pp.
- BELLOTTI P., MILLI S., TORTORA P. & VALERI P. (1995) - *Physical stratigraphy and sedimentology of the Late Pleistocene-Holocene Tiber Delta depositional sequence*. Sedimentology, **42**: 617-634.
- BELTRANDO M., STOCKLI D.F., DE CARLIS A. & MANATSCHAL G. (2015) - *A crustal-scale view at rift localization along the fossil Adriatic margin of the Alpine Tethys preserved in NW Italy*. Tectonics, **34**(9): 1927-1951.

- BIGI S., BEAUBIEN S.E., CIOTOLI G., D'AMBROGI C., DOGLIONI C., FERRANTE V., LOMBARDI S., MILLI S., ORLANDO L., RUGGIERO L., TARTARELLO M.C. & SACCO P. (2014) - *Mantle-derived CO₂ migration along active faults within an extensional basin margin (Fiomicino, Rome, Italy)*. *Tectonophysics*, **637**: 137-149.
- BINI A., CARRARO F., RICCI LUCCHI F. & SEVERI P. (1999) - *La carta geologica di pianura in scala 1:50.000. Linee guida per il rilevamento e la cartografia*. Servizio Geologico Nazionale, Roma, 13 pp.
- BLUMETTI A.M. (1995) - *Neotectonic investigations and evidence of paleoseismicity in the epicentral area of the January-February 1703, Central Italy, earthquakes*. In: Serva L. & Slemmons B. (Eds.), *Perspectives in Paleoseismology*, Ass. Eng. Geol., Spec. Publ., **6**: 83-100.
- BOLLI H.M., SAUNDERS J.B. & PERCH-NIELSEN K. (Eds.) (1985) - *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press, 1032 pp.
- BONI C.F., BONO P. & CAPELLI G. (1986) - *Schema idrogeologico dell'Italia centrale*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **35**: 991-1012.
- BONOMO R., RICCI V. & VITA L. (2014) - *La cartografia geologica delle grandi aree urbane italiane: Viterbo*. In: *X Rapporto*. ISPRA, Roma: 147-149.
- BORTOLOTTI V., FAZZUOLI M., PANDELI E., PRINCIPI G., BABBINI A. & CORTI S. (2001) - *Geology of Central and Eastern Elba Island, Italy*. *Ofioliti*, **26**(2): 97-150.
- BOSI C., FERRARI G.A., JACOBACCI A., MAGALDI D., MARTINIS B., MERLO C., OROMBELLI G., RODOLFI G., RONCHETTI G., DAMIANI A.V. & PANNUZI L. (1985) - *Norme per il rilevamento del Quaternario continentale*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie II, **1**: 59-71.
- BRANCA S., COLTELLI M. & GROPELLI G. Eds. (2015) - *Carta Geologica del Vulcano Etna*. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, **98**, Servizio Geologico d'Italia, Roma, 180 pp.
- BRANCACCIO L., CASTIGLIONI G.B., CHIARINI E., CORTEMIGLIA G., D'OREFICE M., DRAMIS F., GRACIOTTI R., LA POSTA E., LUPA PALMIERI E., ONORATI G., PANIZZA M., PANNUZI 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**, 47 pp.
- BRIANTA D. (2007) - *Europa mineraria: circolazione delle elites e trasferimento tecnologico*. Franco Angeli, Milano, 447 pp.
- BURAT A. (1868) - *Les houillères en 1867 d'après les documents de l'Exposition Universelle. Text e Atlas*. Librairie Polytechnique de J. Baudry (Ed.), 192 pp., XXV tavv.
- CALVI F., CONTINO A., CUSIMANO G., DI CARA A., FORCADA A.F., HAUSER S. & PELLERITO S. (2000) - *Hydrostructures related to the Piana di Palermo aquifers and their hydrogeological characteristics*. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, **55**: 473-481.
- CAMERLENGHI A., CAVAZZA W., CIONI R., CONTICELLI S., CROSTA G.B., ERBA E., FACCENNA C., MAZZOLI S., PANTOSTI D. (2010) - *The challenge of the new millennium*. *Italian Journal of Geosciences*, **129**(1): 2.
- CAMERLENGHI A., CAVAZZA W., CIONI R., CONTICELLI S., CROSTA G.B., ERBA E., FACCENNA C., MAZZOLI S., PANTOSTI D. (2010) - *Editorial*. *Italian Journal of Geosciences*, **130**(1): 2.
- CAMERLENGHI A., CAVAZZA W., CIONI R., CONTICELLI S., CROSTA G., ERBA E., FACCENNA C., MAZZOLI S., PANTOSTI D. (2013). *Editorial - Consolidating the new deal of the Italian Journal of Geosciences*. *Italian Journal of Geosciences*, **132**(1): 3-4.
- CAMPO V., CIPOLLONI C., CONGI M.P., DELOGU D. & VENTURA R. (2013b) - *The INSPIRE Annex II, III in the Geological Survey of Italy*, In: *Proceeding of INSPIRE Conference 2013, Florence 23-27 June 2013*.
- CAMPOBASSO C., MARTARELLI L., PARIS F., POLICICCHIO R. & SCALISE A.R. (2007) - *The database of the stratigraphic and groundwater resource information provided by the Italian law n. 464/84*. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, **76**: 109-116.
- CAMPOBASSO C., SALVATI L. & VITA L. (1994) - *Evoluzione dei bacini neogenici e loro rapporti con il magmatismo plio-quaternario dell'area tosco-laziale (Pisa, 1991)*. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, **49**, Servizio Geologico d'Italia, Roma, 375 pp.
- CANTILE A. (2004) - *Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare in Italia*. In: *Atlante dei tipi geografici*, Istituto Geografico Militare, Firenze: 28-48.
- CANTILE A. (2007) - *Sulla nascita della cartografia ufficiale italiana: gesuiti, scolopi, laici e militari, tra le esigenze della polemologia, le occorrenze dell'amministrazione e le necessità della scienza e Sfide e prodigi di una professione antica e viva. Riflessioni sul ruolo sociale del cartografo nel XXI secolo*. In: *La cartografia in Italia: nuovi metodi e nuovi strumenti dal settecento ad oggi*, Istituto Geografico Militare, Firenze: 31-57; 225-227.
- CANTILE A. (2013) - *L'epoca post unitaria. Dal problematico esordio, alla Gran carta d'Italia e oltre*. In: *Lineamenti di storia della cartografia italiana*, Geoweb, Roma, **2**: 391-465.
- CAPELLI G., MAZZA R., PAGANELLI D. & SCALISE A.R. (2008) - *Cartografia idrogeologica sperimentale nel settore sud-orientale dei Monti Cimini*. In: SCALISE A.R. & MARTARELLI L. (Eds.): *Studi sperimentali finalizzati alla cartografia idrogeologica*. *Mem. Descr. della Carta Geol. d'It.* **81**: 59-88.
- CAPELLINI G. (1911a) - *Discorso in commemorazione del 50 anniversario della carta geologica d'Italia e del 30 anniversario della Società Geologica*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **30**: 175-194.
- CAPELLINI G. (1911b) - *Relazione della Giunta al Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio*. In: BALDACCIO L., *La Carta geologica d'Italia*, Roma, 1911, allegato B.
- CAPITANIO F. (2014) - *Marmi antichi delle Collezioni Pescetto e De Santis*. ISPRA, Roma, 278 pp.
- CARA P. & CRYAN S. (1991) - *Guida all'informatizzazione della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000: note tecniche per la fornitura dei dati geologici digitali alla scala 1:25.000*. *Boll. Serv. Geol. It.*, **110**: pp. 23-90
- CARA P. & GIOVAGNOLI M.C. (1995) - *Schede per la raccolta di dati relativi a campioni geologici*. In: CARA P., GIOVAGNOLI M.C., SPAZIANI A., VENTURA F.A. & VISICCHIO F.: *Carta geologica d'Italia - 1:50.000 Guida all'informatizzazione*. Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III, **3**: 77-108.
- 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.
- CARLI M. (2013) - *Android 4 guida per lo sviluppatore*. Apogeo, Milano, 670 pp.
- CARMIGNANI L. (2001) - *Geologia della Sardegna. Note illustrative della Carta Geologica della Sardegna a scala 1:200.000*. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, **60**, Serv. Geol. d'It., Roma, 283 pp.
- CARROZZO M.T., CHIRENTI A., GIADA M., LUZIO D., MARGIOTTA C., MIGLIETTA D., PEDONE M., QUARTA T. & ZUANNI F. (1982) - *Data bases of mean height values and of gravity values*, *Proceed. of the 2nd Intern. Symposium of the Geoid and Mediterranean*.
- CARTA R. & LETTIERI M. T. (2009) - *Stato di realizzazione del Progetto CARG nelle aree vulcaniche*. In: BATTAGLINI L., CARTA R., FALCETTI S., LETTIERI M., RICCI V. & VITA L. *Guida al Workshop: I vulcani nella Carta Geologica d'Italia: risultati inusuali e problemi aperti*, Roma, 21 maggio 2009, ISPRA, Servizio Geologico d'Italia, Roma: 6-14.
- CARUSONE A. & MORRONI E. (1996) - *Il progetto Geodoc. Un*

- viaggio durato tre anni*. Bollettino AIB, **36**: 167-183.
- CARUSONE A. & OLIVETTA L. (2006) - *TbIST: Thesaurus Italiano di Scienze della Terra*. APAT, Roma, 591 pp.
- CARUSONE A., MORRONI E. & ZANFRÀ S. (1996) - *La Carta geologica d'Italia: un itinerario bibliografico*. Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato Roma, 149 pp.
- CASCIO CORTESE G. (1865) - *Istruzione popolare di Storia Naturale*. Tipografia Modica Romano, Trapani: 362 pp.
- CASTALDO G. & STAMPANONI G. (1975) - *Memoria illustrativa della Carta mineraria d'Italia*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It. **14**, Servizio Geologico d'Italia, Roma, 213 pp.
- CASTELLARIN A., COLACICCHI R. & PRATURLON A. (2011) - *Una tappa importante della geologia italiana: la rivoluzione degli anni '60*. In: *Uomini e Ragioni: i 150 anni della Geologia unitaria. Sessione F4 - Geotitalia 2011, VIII Forum Italiano di Scienze della Terra*, Torino: 161-174.
- CATANZARITI R., RIO D. & MARTELLI L. (1997) - *Late Eocene to Oligocene Calcareous Nannofossil Biostratigraphy in Northern Apennines: the Ranzano Sandstone*. Mem. Sci. Geol., **49**: 207-253.
- CATENACCI V. & D'ARGENIO B. (1985) - *Criteri generali per la redazione delle norme per il rilevamento delle rocce carbonatiche*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, Serie II, **1**: 91-94.
- CAVALERI P. (2013) - *La biblioteca crea significato*. Editrice Bibliografica, Milano, 287 pp.
- CAVAZZA W. (2015) - *A message from the new Editor-in-Chief*. Italian Journal of Geosciences, **134**(1): 3.
- CENTAMORE E., CANTALAMESSA G., MICARELLI A., POTETTI M., BERTI D., BIGI S., MORELLI C. & RIDOLFI M. (1991) - *Stratigrafia ed analisi di facies dei depositi del Miocene e del Pliocene inferiore dell'avanfossa marchigiano-abruzzese e delle avanfosse limitrofe*. Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. **2**, 125-132.
- CENTAMORE E., PANBIANCHI G., DEIANA G., CALAMITA F., CELLO G., DRAMIS F., GENTILI B. & NANNI T. (1991) - *Ambiente fisico delle Marche. Geologia, Geomorfologia, Idrogeologia alla scala 1:100.000*. Regione Marche.
- CERIANI M., FOSSATI D. & QUATTRINI S. (1998) - *Valutazione della pericolosità geologica sulle conoidi*. Notiziario dell'Ordine dei geologi della Regione Lombardia.
- CERMENATI M. (1891) - *Il R. Comitato geologico d'Italia. Brevi cenni di cronaca*. Rassegna delle Scienze Geologiche in Italia, **1**, Roma.
- CHIARINI E., D'OREFICE M. & GRACIOTTI R. (2008) - *Le unità stratigrafiche di riferimento nella rappresentazione cartografica dei depositi plio-quadernari continentali nel Progetto CARG. Esempi: Arco alpino, Pianura Padana e Sardegna*. Il Quaternario, **21**(1A): 51-56.
- CHIARINI E., D'OREFICE M., GRACIOTTI R., LA POSTA E. & PAPASODARO F. (2008) - *Note illustrative della Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000*. F. 367 *Tagliacozzo*. APAT, Servizio Geologico d'Italia, 200 pp.
- CHIARINI E., LA POSTA E., CIFELLI F., D'AMBROGI C., EULILLI V., FERRI F., MARINO M., MATTEI M. & PUZZILLI L.M. (2014) - *A multidisciplinary approach to the study of the Montereale Basin (Central Apennines, Italy)*. Rend. Fis. Acc. Lincei, **25** (2): 177-188.
- CHIOCCHINI M., CHIOCCHINI R.A., DIDASKALOU P. & POTETTI M. (2008) - *Ricerche micropaleontologiche e biostratigrafiche sul Mesozoico della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese (Italia centrale)*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **84**: 5-170.
- CHIOCCHINI M., FARINACCI A., MANCINELLI A., MOLINARI V. & POTETTI M. (1994) - *Biostratigrafia a foraminiferi, dasciudadali e calpionelli delle successioni carbonatiche mesozoiche dell'Appennino Centrale (Italia)*. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec.: 21-44.
- CHIOCCHINI U. (1998) - *Affioramento di arenarie di Manciano (Miocene) nel Lazio nord-occidentale*. Boll. Serv. Geol. d'It., **117**: 17-26.
- CHIOCCHINI U. (2006) - *La geologia della città di Viterbo*. Gangemi Editore, 190 pp.
- CIPOLLARI P. & COSENTINO D. (1991) - *La Linea Olevano-Antrodoco: contributo della biostratigrafia alla sua caratterizzazione cinematica*. Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. **2**: 143-149.
- CIPOLLONI C., CONGI M.P. & CAMPANILE G. (2014) - *A fly into the semantic metadata catalogue*. In: *INSPIRE Conference 2014, 18-20 June 2014, Aalborg (DK)*.
- CIPOLLONI C., PANTALONI M., VENTURA R., VITALE V. & TACCHIA D. (2009) - *The GEO1MDB: the database of the 1:1.000.000 scale geological map of Italy*. In: *6th EUREGEO Proceeding*, **1**: 218-221.
- CIVITA M. & DE MAIO M. (2002) - *Atlante delle carte di vulnerabilità delle regioni italiane*. Dipartimento della Protezione Civile, CNR-GNDICI, 366 pp.
- COCCHI I. (1871) - *Brevi cenni sui principali Istituti e Comitati Geologici e sul R. Comitato Geologico d'Italia per servire di introduzione al primo volume delle Memorie*. Mem. R. Com. Geol. d'It., **1**: 3-33.
- COMMISSIONE PER IL PROGETTO DI LEGGE SULLA CARTA GEOLOGICA (1882) - *Verbali delle sedute 6, 7, 8 marzo 1882*. In: *Bollettino del Regio Comitato Geologico d'Italia*, ser. 2, a. 1, Atti Ufficiali - v. 13 - 1882: 37-63.
- COMPAGNONI B. (2004) - *La Carta geologica d'Italia, alla scala 1:1.000.000*. Mem. Descr. Carta Geol. It., **71**: 207-212.
- CONGI M.P. (2014) - *La ricerca semantica nel catalogo del portale del Servizio Geologico d'Italia*. In: *Conferenza Italiana Utenti ESRI, 9-10 aprile 2014*, Roma.
- CONGI M.P., CONSOLE F., PANTALONI M., PERINI P. & ROMA M. (2016) - *Raccontare la geologia attraverso le story-telling: Roma dal 1820 al 2008*. GeoMedia, **20**(2): 12-16.
- CONGRES GEOLOGIQUE INTERNATIONAL - *Compte Rendu de la 2^e Session Bologna 1881 - (1882) - Resolutions Concernant la nomenclature et les couleurs* - Bologna.
- CONGRES GEOLOGIQUE INTERNATIONAL - *Compte Rendu de la 2^e Session Bologna 1881 - (1882) - Resolutions votees par le congres geologique international* - Bologna.
- CONGRES GEOLOGIQUE INTERNATIONAL - *Compte Rendu de la 2^e Session Bologna 1881 - (1882) - Rapports des commissions internationales* - Bologna (in particolare : N. 11 - Unification des procedes graphiques en geologie a cura del segretario della commissione internazionale Renevier E. 75 - 109).
- CONGRES GEOLOGIQUE INTERNATIONAL A BOLOGNE - *Guide a l'exposition geologique et paleontologique Bologna 1881 - (1882) - Carte italiane esposte 45 - 48* - Bologna.
- CONSOLE F. (2014) - *1877, Luigi Baldacci e la Carta geologica della Sicilia*. In: LENTINI F. & CARONE S., *Geologia della Sicilia*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **95**, Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- CONSOLE F. & PANTALONI M. (2014) - *Gli albori della cartografia geologica italiana all'Esposizione Universale di Parigi del 1878*. Bollettino Associazione Italiana di Cartografia, **150**: 20-33.
- CONSOLE F., PANTALONI M. & PETTI F.M. (2015) - *The historical analysis of the original manuscript Geologische Spezialkarte maps on the Austro-Italian war front*. Rendiconti Online Società Geologica Italiana, **36**: 49-52.
- CONTE G., MARTARELLI L., MONTI G.M., MOTTERAN G., SCALISE A.R., SERAFINI R. & SILVI A. (in press) - *Caratteristiche idrogeologiche dell'area del F. 348 Antrodoco alla scala 1:50.000*. Mem. Descr. della Carta Geol. d'It.
- CORPO REALE DELLE MINIERE (1904) - *Guida all'Ufficio geologico: con appendice sulle collezioni di pietre decorative antiche*. Tipografia nazionale di G. Bertero, Roma, 103 pp.
- CORSI P. (1982) - *Cocchi, Igino*. In: *Dizionario Biografico degli Italiani, Enciclopedia Treccani*, **26**.

- CORSI P. (2003) - *La Carta geologica d'Italia: agli inizi di un lungo contenzioso*. In: G.B. VAI & W. CAVAZZA, *Quadricentenario della parola Geologia. Ulisse Aldrovandi 1603* Bologna, Minerva edizioni: 271-300.
- CORSI P. (2007a) - *Introduction to thematic set of paper on Geological Surveys*. Earth Sciences History, **26**(1): 5-12.
- CORSI P. (2007b) - *Much ado about nothing: the Italian Geological Survey, 1861-2006*. Earth Sciences History, **21**: 97-125.
- CORTESE E. (1895) - *Descrizione geologica della Calabria*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **9**: pp. 310.
- CORTESE E. (1930) - *La Carta geologica d'Italia*. Rassegna mineraria e metallurgica italiana, **70**: 121-123.
- CORTESE E. & SABATINI V. (1892) - *Descrizione geologico-mineraria delle Isole Eolie*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **7**, R. Ufficio Geologico, Roma, 131 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**, pp. 97.
- COSCI M., MASELLA G. & PANNUTI V. (2007) - *Carta geomorfologica d'Italia - 1.50.000 - Guida alla rappresentazione cartografica*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, Serie III, **10**, 177 pp.
- COSSA A. & TARAMELLI T. (1867) - *Sui combustibili fossili del Friuli: ricerche*. Tip. G. Seitz, Udine: 14 pp.
- D'AMBROGI C., SCROCCA D., PANTALONI M., VALERI V. & DOGLIONI C. (2010) - *Exploring Italian geological data in 3D*. In: BELTRANDO M., PECCERILLO A., MATTEI M., CONTICELLI S. & DOGLIONI C. : *The Geology of Italy*. Journal of the Virtual Explorer, **36**, paper 33.
- D'ANDREA M. (2012) - *Le Collezioni Geologiche e Storiche dell'ISPRA: la Collezione dei plastici storici del Regio Ufficio Geologico, Introduzione*. In: S. FULLONI (a cura di), *I plastici storici del Servizio Geologico d'Italia*, ISPRA: III-V.
- D'ANDREA M. (2013a) - *La rappresentazione plastica del territorio tra ottocento e novecento*. Ideambiente, **66** (nov - dic): 26-28.
- D'ANDREA M. (2013b) - *I piani-rilievo del Servizio Geologico d'Italia nel contesto della produzione plasticistica geologica a cavallo tra '800 e '900*. In: *La rappresentazione plastica del territorio tra ottocento e novecento*, Firenze, 29. nov. 2013, Abstract.
- D'ANDREA M., FULLONI S. & CAPITANIO F. (con la collaborazione di TARABOCHIA M.L.) (2011) - *The Collection of relief-maps by the geological Survey of Italy (La collezione dei plastici storici del Servizio Geologico d'Italia: il 3d geologico a cavallo tra XIX e XX secolo)*. In : *Geitalia 2011, VIII Forum Italiano di Scienze della Terra*, Sessione F4: Uomini e ragioni: i 150 anni della geologia unitaria, Torino, 23/11/2011, **8**, Abstract: 139-140.
- D'ANDREA M., PATANÉ A., ROSSI R., CONSOLE F. & ERCOLANI G. (2015) - *Origini e storia delle Collezioni e della biblioteca del Servizio Geologico d'Italia*. In: M. ARIZZA, M. SERLORENZI, *La scoperta di una struttura templare sul Quirinale presso l'ex Regio Ufficio Geologico. Atti della giornata di studi, 16 ottobre 2013. Palazzo Massimo (Roma)*, IUNO edizioni.
- D'OREFICE M., DRAMIS F., FEDERICI P.R., GRACIOTTI R., MOLIN P. & RIBOLINI A. (2006) - *Carta Geomorfologica dell'Arcipelago toscano*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **86**, Servizio Geologico d'Italia, Roma. 107 pp.
- D'OREFICE M. & GRACIOTTI R. (2015) - *Rilevamento geomorfologico e cartografia. Realizzazione, lettura, interpretazione*. Dario Flaccovio Editore s.r.l.: 360 pp.
- D'OREFICE M. & GRACIOTTI R. (in stampa) - *Note illustrative della Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 316-317-328-329 "isola d'Elba"*. ISPRA - Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- DAL PIAZ G. (1922) - *Notizie sommarie sull'Istituto Geologico dell'Università di Padova nel 1922*. Memorie dell'Ist. Geol. Padova, **4**: 4.
- DAL PIAZ G.B. & DAL PIAZ G.V. (1984) - *Sviluppo delle concezioni faldistiche nell'interpretazione tettonica delle Alpi (1840-1940)*. In: *Cento anni di geologia italiana. Volume giubilare*, Società Geologia Italiana: 41-70.
- DAL PIAZ G.V. (2001) - *History of tectonic interpretations of the Alps*. Journal of Geodynamics, **32**: 99-114.
- DAL PIAZ G.V. (in stampa) - *Note illustrative della Carta geologica d'Italia 1:50.000. F. 070 Monte Cervino*.
- DAMIANI A.V., CATENACCI V., MOLINARI V., PANSERI C. & TILIA A. (1998) - *Note Illustrative del F. 376 Subiaco. Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*. Servizio Geologico Nazionale. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- DAMIANI A.V. & PANNUZI L. (1979) - *Carta di geomorfologia dinamica in funzione della pianificazione territoriale*. Boll. Serv. Geol. d'It., **99**: 77-84, Roma.
- DE CASTRO C. (1890) - *Descrizione geologica geologico-mineraria della zona argentiera del Sarrabus (Sardegna)*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **5**, R. Ufficio Geologico, Roma, 68 pp.
- DE CASTRO P. (1991) - *Mesozoic*. In: BARATTOLO F., DE CASTRO P. & PARENTE M.: *Field trip guide-book of the 5th International Symposium on Fossil Algae. Capri 7-12 aprile 1991*: 21-44.
- DE DONATIS M., JONES S., PANTALONI M., BONORA M., BORRACCINI F. & D'AMBROGI C. (2002) - *A National Project on Three-Dimensional Geology of Italy: Sheet 280 - Fossombrone in 3D. Episodes*, **25**(1), 29-32.
- DE RITA D., FABBRI M. & CIMARELLI C. (2004) - *Evoluzione pleistocenica del margine tirrenico dell'Italia centrale tra eustatismo, vulcanismo e tettonica*. Il Quaternario, **17**(2): 523-536.
- DE RITA D., FABBRI M., GIORDANO G., RODANI S. & TRIGARI A. (2000) - *L'utilizzo delle Unità stratigrafiche a Limiti Inconformi in ambiente vulcanico e vulcanoclastico: proposta di una metodologia di terreno e di organizzazione informatica dei dati*. Boll. Soc. Geol. It., **119**: 749-760.
- DE RITA D., FABBRI M., MAZZINI I., G., PACCARA P., SPOSATO A. & TRIGARI A. (2002) - *Volcanoclastic sedimentation in coastal environments: interplay between volcanism and Quaternary sea level change (Central Italy)*. Quaternary Int., **95, 96**: 141-154.
- DE RITA D. & GIORDANO G. (2009) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 387 Albano Laziale*. S.E.L.C.A., Firenze.
- DE SAINT-EXUPÉRY A. (1943) - *Le Petit Prince*. Reynal and Hitchcock, 93 pp.
- DE STEFANI C. (1882) - *Osservazioni sulla Carta geologica d'Italia pubblicata in occasione del Congresso di Bologna*. Boll. Soc. Geol. It., **1**: 165-182.
- DE STEFANI C. (1891) - *La Carta geologica d'Italia pubblicata per cura del R. Ufficio Geologico nel 1889*. Boll. Soc. Geol. It., **10**: 92-97.
- DE STEFANI C. (1893) - *La Carta geologica d'Italia e lo Stato*. In: *Atti della R. Accademia dei Georgofili*, Firenze.
- DEITEL P., DEITEL H. & DEITEL A. (2015) - *Sviluppare applicazioni IOS con Swift*. Apogeo, Milano, 352 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.
- DELA PIERRE F., POLINO R. (COORD), BORGHI A., CARRARO F., FIORASO G., M. GIARDINO M. (con contributi di BELLARDONE G., CONTI A., GATTIGLIO M., MALUSÀ M. & MOSCA P.) (2002) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 132-152-153 Bardonecchia*. 128 pp., Litografia Geda, Nichelino (TO).
- DELOGU D., CAMPO V., CIPOLLONI C., CONGI M.P., FALCETTI S., MORETTI P., PAMPALONI M. L., PANTALONI M., ROMA M. & VENTURA R. (2012) - *Il Portale del servizio Geologico d'Italia: uno strumento al servizio dei geologi professionisti*. Professione Geologo, **32**(4): 24-27

- DEMEK J. (Ed.) (1972) - *Manual of detailed geomorphological mapping*. IGU Commission for Geomorphological Mapping, Academia, Prague, 344 pp.
- DEMEK J. & EMBLETON C. (eds.) (1978) - *Guide to medium-scale geomorphological mapping*. IGU Commission Geomorphological Survey and Mapping. E. Schweizerbart'sche Verlagbuchhandlung, Stuttgart, 348 pp.
- DI CAPUA G., PEPPOLONI S., AMANTI M., CIPOLLONI C., CONTE G., AVOLA D., DEL BUONO A., BORGOMEIO E., NEGRI ARNOLDI C. & SCRIVIERI S. (2011) - *Il Progetto SEE-GeoForm: uno strumento per la consultazione di dati geologici e di pericolosità sismica riferiti all'intero territorio nazionale*. In: *Proceedings of the XIV conference ANIDIS, Bari 18-22 September 2011*.
- DI FONZO F., GIANNONI U. & MARUFFI F. (1983-84) - *Rilievo gravimetrico della città di Roma*. Boll. Serv. Geol. D'It., **104**: 225-258
- DI STEFANO G. (1904) - *Osservazioni geologiche nella Calabria settentrionale e nel circondario di Rossano*. R. Ufficio Geologico, Tipografia nazionale di G. Bertero & C., Roma: 119 pp.
- DOELTER C. (1876) - *Il gruppo vulcanico delle Isole Ponza*. *Monografia geologica*. Mem. Serv. Descr. Carta Geol. d'It., **3(3)**, R. Comitato Geologico del Regno, Roma, 43 pp.
- DRAMIS F., GUIDA D. & CESTARI A. (2011) - *Nature and aims of geomorphological mapping*. In: M.J. SMITH, P. PARON, J.S. GRIFFITHS, *Geomorphological mapping: methods and applications*. Elsevier, *Developments in Earth Surface Processes*, **15**: 39-73.
- EFTOS M., WHEELER M. & CASTLEDINE E. (2012) - *Mobile design. Progettare siti, webapp e app native*. Apogeo, Milano, 266 pp.
- FABBI S., CONSOLE F. & PANTALONI M. (2016) - *1876-1881: Lovisato in Calabria. Un itinerario tra scienza e poesia*. In: *Atti Centenario Domenico Lovisato* - APGS, Iglesias (in stampa).
- 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* (a cura di) D'ANGELO S. & VENTURA G., Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, Serie III, **8**: pp. 98.
- FABRI A. (1887) - *Relazione sulle miniere di ferro dell'isola d'Elba*. Mem. Serv. Descr. Carta Geol. d'It., **3**, R. Ufficio Geologico, Roma, 162 pp.
- FARINACCI A. (1967) - *La serie giurassico-neocomiana di Monte Lacerone (Sabina). Nuove vedute sull'interpretazione paleogeografica delle aree di facies umbro-marchigiana*. Geol. Rom., **6**: 421-480.
- FINKLE CH.F.J. (1988) - *The Encyclopedia of Field and General Geology*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 911 pp.
- FINNEY S.C. (2010) - *Formal definition of the Quaternary System/Period and redefinition of the Pleistocene Series/Epoch*. *Episodes*, **33(3)**:159-163.
- FIORASO G., TARABRA M. & NEGRO N. (2010) - *La deformazione gravitativa profonda di Sauze d'Oulx (Alpi Occidentali): analisi dei meccanismi deformativi in relazione all'evoluzione tardo quaternaria dell'alta Valle di Susa*. *Il Quaternario - It. Journ. Quat. Sci.*, **23(1)**: 37-54.
- FORNACIARI E., DI STEFANO A., RIO D. & NEGRI A. (1996) - *Middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean Region*. *Micropaleontology*, **42**: 37-63.
- FORNACIARI E. & RIO D. (1996) - *Latest Oligocene to Early Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean Region*. *Micropaleontology*, **42**: 1-36
- FRANCHI S. & NOVARESE V. (1895) - *Appunti geologici e petrografici sui dintorni di Pinerolo*. Boll. R. Com. Geol. It., **26**: 385-432.
- FRANCHI S. (1897) - *Appunti geologici e petrografici sui monti di Bussoleno sul versante destro della Dora Riparia*. Boll. R. Com. Geol. It., **28**: 3-46.
- FRANCHI S. (1898) - *Sull'età Mesozoica della zona delle pietre verdi nelle Alpi Occidentali*. Boll. R. Com. Geol. It., **29**: 173-247.
- FRANCHI S. (1904) - *Ancora sull'età Mesozoica della zona delle pietre verdi nelle Alpi occidentali*. Boll. R. Com. Geol. It., **35**: 125-179.
- FRANCHI S. & DI STEFANO G. (1896) - *Sull'età di alcuni calcari e calcescisti fossiliferi delle valli Grana e Maira nelle Alpi Cozie*. Boll. R. Com. Geol. It., **27**: 171-180.
- FUCHS C.W.C. (1873) - *L'Isola d'Ischia. Monografia geologica*. Mem. Serv. Descr. Carta Geol. d'It., **2**, I, 5-58, R. Comitato Geologico del Regno, Roma.
- FULLONI S. (a cura di) (2012) - *I plastici storici del Servizio Geologico d'Italia*. ISPRA, Roma, 232 pp.
- FUNICIELLO R. (1995) - *La geologia di Roma. Il centro storico*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **50**, Servizio Geologico d'Italia, Roma, 550 pp.
- FUNICIELLO R. & GIORDANO G. (2008) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000. F. 374 Roma*. ISPRA, Roma.
- FUNICIELLO R., PRATURLON A. & GIORDANO G. (2008) - *La geologia di Roma. Dal centro storico alla periferia*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **80(1-2)**, Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- GALADINI F. & MESSINA P. (2004) - *Early-Middle Pleistocene eastward migration of the Abruzzi Apennine (central Italy) extensional domain*. *Journal of Geodynamics*, **37**: 57-81.
- GALLUZZO F. (1999a) - *Indicazioni per la compilazione della legenda*. In: *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(3)** (2009): 7-8.
- GALLUZZO F. (1999b) - *Indicazioni per la compilazione delle note illustrative*. In: *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(2)** (2009): 9-12.
- GALLUZZO F. (2005) - *Elementi di geologia applicata sulle carte geologiche alla scala 1:50.000*. In: *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(2)** (2009): 33-35.
- GALLUZZO F., CACCIUNI A., CHIARINI E., D'OREFICE M., FALCETTI S., GRACIOTTI R., LA POSTA E., PAPASODARO F., RICCI V. & VITA L. (2009) - *Modifiche ed integrazioni delle Linee Guida della Carta geologica d'Italia 1:50.000*. Quaderni, serie III, **12(1-3)**, Roma.
- GALLUZZO F., CACCIUNI A., CHIARINI E., D'OREFICE M., GRACIOTTI R., LA POSTA E. & PAPASODARO F. (2001) - *Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale*. In: *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(3)** (2009): 19-25.
- GALLUZZO F., PAPASODARO F. & FALCETTI S. (2003) - *Indicazioni per la rappresentazione cartografica del Quaternario continentale*. In: *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(2)**(2009): 27-31.
- GALLUZZO F. & SANTANTONIO M. (2002) - *The Sabina Plateau; a new element in the Mesozoic palaeogeography of central Apennines*. *Boll. Soc. Geol. Vol. Spec.*, **1**: 561-588.
- GALON R. (1963) - *Geomorphological map of the Polish Lowland on 1:50.000 scale*. *Prace Geogr.*, **46**: 47-50.
- GARGENTA M. & NAKAMURA M. (2014) - *Sviluppare con Android. Realizzare applicazioni mobili con Java ed Eclipse*. Hoepli, Milano, 254 pp.

- GENCHI M. (2012) - *Bibliografia dei lavori di Francesco Minà-Palumbo: integrazioni ed emendamenti al saggio di Béguinot*. Erre20, Palermo: 212 pp.
- GENTILI B. & LUPIA PALMIERI E. (2005) - *Note illustrative della Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 389 Anagni*. APAT, Servizio Geologico d'Italia, 87 pp.
- GERMANI D. & ANGIOLINI L. (2003) - *Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, Serie III, **9**: pp. 155.
- GIARDINI G. (1988) - *Ricerche geologiche correlate all'ambiente*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **42**, Servizio Geologico d'Italia, Roma, 537 pp.
- GIARDINO M. & FIORASO G. (1998) - *Cartografia geologica delle formazioni superficiali in aree di catena montuosa: il rilevamento del F. "Bardonecchia" nell'ambito del progetto CARG*. Mem. Sci. Geol., **50**: 133-153.
- GIARRATANA A. (1965) - *La Carta geologica d'Italia*. La Rivista Italiana del Petrolio e delle altre fonti di energia, gen.: 8-10.
- GIORDANO F. (1872) - *Esame geologico della Catena Alpina del San Gottardo (che deve essere attraversata dalla grande galleria della ferrovia italo-elvetica)*. Mem. Serv. Descr. Carta Geol. d'It., **2(2)**: 62-93, R. Comitato Geologico del Regno, Roma.
- GIORDANO F. (1880) - *Sopra un progetto di legge pel compimento della Carta geologica d'Italia*. [s.e], Roma.
- GIORDANO F. (1882) - *Relazione annuale dell'Ispettore Capo al Comitato Geologico sul lavoro della carta geologica (1881-1882)*. Boll. R. Com. Geol. d'It., Atti Ufficiali, **13**: 9-36.
- GIRAUDI C. (1998) - *Il glacialismo tardo-pleistocenico del massiccio del Terminillo (Lazio - Appennino centrale)*. Il Quaternario It. J. of Quat. Sc., **11(1)**: 121-125.
- GIRAUDI C. (2005) - *Middle to Late Holocene glacial variations, periglacial processes and alluvial sedimentation on the higher Apennine massifs (Italy)*. Quaternary Research, **64**: 176-184.
- GIROTTI O. & MANCINI M. (2003) - *Plio-Pleistocene stratigraphy and relations between marine and non-marine successions in the middle valley of the Tiber river (Latium, Umbria)*. Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, **16** (1 bis): 89-106.
- GNGFG - CNR (1986) - *Ricerche geomorfologiche nell'alta Val di Pejo (Gruppo del Cevedale)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, **9(2)**: 137-191.
- GORELICK M. & OZVALD I. (2015) - *Python alla massima potenza; Programmazione pratica ad alte prestazioni*. Hoepli, Milano, 359 pp.
- GREGORY J. W. (1894) - *The Waldensian Gneisses and their place in the Cottian Sequence*. Quarterly Journal of the Geological Society, **50**: 232-278.
- GRG - CNR (1982) - *Geomorfologia del territorio di Febbio, tra il M. Cusna e il F. Secchia (Appennino emiliano)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, **5(2)**: 285-360.
- GSUEG (1976) - *Geomorfologia dell'area circostante la Pietra di Bismantova (Appennino reggiano)*. Boll. Ser. Geol. d'It., **97**: 107-213.
- HEDBERG H.D. (Ed.) (1976) - *International Stratigraphic Guide*. Wiley, New York, 200 pp.
- HILLEGASS A. & WARD M. (2014) - *Programmare con Objective-C*. Apogeo, Milano, 386 pp.
- HINZE W.J., AIKEN C., BROZENA J., COAKLEY B., DATER D., FLANAGAN G., FORSBERG R., HILDENBRAND T., KELLER GORDON R., KELLOGG J., KUCKS R., LI X., MAINVILLE A., MORIN R., PILKINGTON M., PLOUFF D., RAVAT D., ROMAN D., URRUTIA-FUCUGAUCHI J., VERONNEAU M., WEBRING M. & D. WINESTER (2005) - *New standards for reducing gravity data: The North American gravity database*. Geophysics, **70**: 1125-1130.
- HUTTON J. (1795) - *Theory of the Earth with proofs and illustrations*. **1**, 429-30.
- IACCARINO I. (1985) - *Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera*. In: BOLLI H.M., SAUNDERS J.B. & PERCH-NIELSEN K.: *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press: 283-314.
- IACCARINO S. & PREMOLI SILVA I. (2005) - *Practical manual of Oligocene to middle Miocene Planktonic Foraminifera*, Università degli studi di Perugia.
- IACCARINO S. & PREMOLI SILVA I. (2007) - *Practical manual of Neogene Planktonic Foraminifera*. Università degli studi di Perugia.
- IAH, IAHS & UNESCO (1983) - *International Legend for Hydrogeological Maps*. UNESCO, Paris, France, 51 pp.
- INGEGNOLI V. (2011) - *Bionomia del paesaggio*. Springer Verlag, Berlino, 346 pp.
- 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., Serie A, **106**: 113-124.
- INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC SUBCOMMISSION ON STRATIGRAPHIC CLASSIFICATION (1994) - *International Stratigraphic Guide (ISG)*. IUGS: 213 pp.
- INTERNATIONAL SUBCOMMISSION ON STRATIGRAPHIC CLASSIFICATION (1987) - *Unconformity-bounded stratigraphic units*. Geol. Soc. Amer. Bull., **98(2)**: 232-237.
- IRACE A., CLEMENTE P., NATALICCHIO M., OSSELLA L., TRENKWALDER S., DE LUCA D.A., MOSCA P., PIANA F., POLINO R. & VIOLANTI D. (2009) - *Geologia e idrostratigrafia profonda della Pianura Padana occidentale*. La Nuova Lito, Firenze, 110 pp.
- ISTITUTO CENTRALE PER IL CATALOGO UNICO (1992) - *ISBD(CM): International Standard Bibliographic Description for Cartographic Materials*. ICCU, Roma.
- ISTITUTO VENETO DI SCIENZE, LETTERE E ARTI (1862) - *Monografia delle acque minerali del Veneto*. Antonelli, Venezia: 257 pp.
- IUGS-CGI IWG (2010) - *Cookbook: How To Map Data to GeoSciML Version 2.1*, version 1.0, pp.44.
- JACOBACCI A. (1975) - *Il centenario del Servizio Geologico*. Boll. Serv. Geol. d'It., **94**: 3-26.
- JACOBACCI A. (1976) - *Relazione sulle attività del Servizio geologico nell'anno 1976*. Boll. Serv. Geol. d'It., **97**: 215-235.
- JACOBACCI A., ANGELELLI F., MOTTERAN G., PRAT E., SCALISE A.R., VITTORI P. & ZATTIN N. (1987) - *Carta della vulnerabilità per franosità*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., Servizio Geologico d'Italia, **36**, 9 pp.
- JACOBACCI A., BONI C., GOVI M., MERLO C., PANNUZI L., VALDINUCCI A. & ZATTINI N. (1985) - *Norme per la cartografia idrogeologica e del rischio geologico*. In: Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, Serie II, **1**: 53 pp.
- JRC (2008) - *D2.6: Methodology for the development of data specifications, version 3.0*, pp. 123 JURY INTERNATIONAL (1868) - *Exposition Universelle de 1867 à Paris. Rapports du Jury International publiés sous la direction de M. Michel Chevalier*. Imprimerie administrative de Paul Dupont, Paris.
- J.P.L. (1999) - <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> (accesso 27/05/2016)
- KARRENBERG H., DEUTLOFF O. & STEMPEL C.V. (1974) - *General Legend for the International Hydrogeological Map of Europe 1:1.500.000*. BGR-UNESCO, Hannover, 49 pp.
- KLIMASZEWSKI M. (1956) - *The principles of the geomorphological map of Poland*. Przegląd Geograficzny, **28** (Suppl.): 32-40.
- KLIMASZEWSKI M. (1963) - *Landform list and signs used in the detailed geomorphological maps*. Geographical Studies, Polska Academia Nauk, **46**: 139-179.
- LA FEHR T.R. (1991) - *Standardization in gravity reduction*. Geophysics, **56**: 1170-1178
- LA POSTA E., NISIO S. & PAPANASODARO F. (2008) - *Le unità stratigrafiche di riferimento nella rappresentazione cartografica dei*

- depositi plio-quadernari continentali nel Progetto C.A.R.G. Esempi relativi all'Italia centro-meridionale. Il Quaternario, **21**(1A): 57-60.
- LAURENZI M.A., MATTIOLI M., BONOMO R., RICCI V. & VITA L. (2014) - ^{40}Ar - ^{39}Ar geochronology and evolution of the Cimini Volcanic District (Central Italy) - Rend. Online Soc. Geol. it., **31**, suppl. 1.
- LAURETI L. (2002) - *La cartografia mondiale nel XX secolo*. L'Universo, **82**(5): 688-703.
- LAURETI L. (2011) - *Inizi e sviluppi della cartografia geologica dell'Italia prima della sua unità nazionale*. In: *Geitalia 2011, VIII Forum Italiano di Scienze della Terra*, Sessione F4: Uomini e ragioni: i 150 anni della geologia unitaria, Torino, 23/11/2011, **8**, Abstract: 13-33.
- LAVECCHIA G., FERRARINI F., BROZZETTI F., DE NARDIS R., BONCIO P. & CHIARALUCE L. (2012) - *From surface geology to aftershock analysis: Constraints on the geometry of the L'Aquila 2009 seismogenic fault system*. Ital. J. Geosci., **131**(3): 330-347.
- LENTINI F. & CARBONE S. Eds. (2014) - *Geologia della Sicilia*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **95**, Serv. Geol. d'It., Roma, 413 pp.
- LEONARDI P., MORELLI C., NORINELLI A. & TRIBAUTO G. (1973) - *Sintesi geologica e geofisica riguardante l'area veneziana e zone limitrofe*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **34**, Servizio Geologico d'Italia, 24 pp.
- LETTIERI M. (2012) - *La conoscenza geologica del territorio e la sua rappresentazione: l'esperienza italiana*. Scienza & Società **13/14** feb.: 53-62
- LETTIERI M.T. & CARTA R. (2008) - *Carta Geologica d'Italia. Stato di attuazione del Progetto C.A.R.G. Rapporto informativo periodico (aggiornamento agosto 2008)*. APAT, Servizio Geologico d'Italia.
- LORY M.C. (1863) - *Carte géologique et coupes géologiques générales du Briançonnais*. Bul. Soc. Geol. Fr., **20**: 3-4.
- LOTTI B. (1886) - *Descrizione geologica dell'Isola d'Elba*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **2**, R. Ufficio Geologico, 255 pp.
- LOTTI B. (1910) - *Geologia della Toscana*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **13**, R. Ufficio Geologico, 484 pp.
- LOTTI B. (1926) - *Descrizione geologica dell'Umbria*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **21**, R. Ufficio Geologico, 303 pp.
- MAESANO F.E. & D'AMBROGI C. (2015) - *Coupling sedimentation and tectonic control: Pleistocene evolution of the central Po Basin*. Italian Journal of Geosciences, **135**(3), 394-407.
- MAESANO F.E., D'AMBROGI C., BURRATO P. & TOSCANI G. (2015) - *Slip-rates of blind thrusts in slow deforming areas: Examples from the Po Plain (Italy)*. Tectonophysics, **643**: 8-25.
- MAESTRI P. (1868) - *L'Italie économique en 1867. Avec un aperçu des industries italiennes à l'Exposition Universelle de Paris publié par ordre de la Commission Royale*. Imprimerie de G. Barbèra, Florence: 348 pp.
- MAINO A., SALVATI L., LEMBO P., SACCHI L., SCALISE A. & IACOBONE C. (1983) - *Studio sui fondali marini prospicienti le aree minerarie dell'Isola d'Elba per la ricerca di sabbie metallifere*. Boll. Serv. Geol. d'It., **104**: 264-308.
- MALUSÀ M., MOSCA P., BORGHI A., DELA PIERRE F. & POLINO R. (2002) - *Approccio multidisciplinare per la ricostruzione dell'assetto tettono-stratigrafico e dell'evoluzione metamorfico-strutturale di un settore di catena orogenica: l'esempio dell'Alta Valle di Susa (Alpi Occidentali)*. Memorie della Società Geologica Italiana, **57**: 249-257.
- MANCINI M., GIROTTI O. & CAVINATO G.P. (2003-2004) - *Il Pliocene e il Quaternario della media Valle del F. Tevere*. Geologica Romana, **37**: 175-236.
- MARI G.M., CECILI A., CINNIRELLA A., LISI A., MARTARELLI L., SCALISE A.R., TACCHIA D. & VENTURA R. (2003) - *Proposta di modello dati GIS per la strutturazione dell'informazione idrogeologica a partire dalla Guida al rilevamento e alla rappresentazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*. In: *Quaderno SGN N.5, serie III. Atti del Convegno FIST Geitalia 2003, 4 Forum Italiano Scienze della Terra, Bellaria, 16-18 settembre 2003*.
- MARI G.M., CECILI A., LISI A., SCALISE A.R., TACCHIA D. & VENTURA R. (2004) - *GIS proposal for a structured hydrogeological information* (poster). Proceedings of the 32nd International Geological Congress, Florence 2004.
- 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*. In: *Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, Serie III, 5*: 33 pp.
- MARTARELLI L., ROMA M., SCALISE A.R., VENTURA R., BATTAGLINI L., CARTA R. & LETTIERI M.T. (2015) - *The hydrogeological geodatabase developed by the Geological Survey of Italy* (poster). In: *42nd LAH International Congress AQUA 2015, September 13-18th, Rome*, Abstract
- MARTINI E. (1971) - *Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation*. In: A. FARINACCI, *Proceedings II Planktonic Conference, Roma 1970*, **2**: 739-785.
- MARTINO S., MOSCATELLI M. & SCARASCIA MUGNOZZA G. (2003) - *Quaternary mass movements controlled by a structurally complex setting in the central Apennines (Italy)*. Engineering Geology, **72**: 33-55.
- MASSALONGO A. (1857) - *Flora fossile del Monte Colle nella provincia veronese*. Mem. R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere e Arti, **6**: 557-588.
- MATTIOLI E. & ERBA E. (1999) - *Synthesis of calcareous events in Tethyan Lower and Middle Jurassic successions*. Riv. It. Paleont. Strat., **105**: 343-376.
- MENEGUZZO G. (1868) - *Stratigrafia della provincia vicentina in correlazione a quella del veronese e del trivigiano: guida montanistica. Con undici tavole illustrative*. Tipografia di Gir. Burano, Vicenza: 27 pp.
- MILLI S., D'AMBROGI C., BELLOTTI P., CALDERONI G., CARBONI M.G., CELANT A., DI BELLA L., DI RITA F., FREZZA V., MAGRI D., PICHEZZI R.M. & RICCI V. (2013) - *The transition from wave-dominated estuary to wave-dominated delta: The Late Quaternary stratigraphic architecture of Tiber River deltaic succession (Italy)*. Sedim. Geol., **284-285**: 159-180.
- MINISTERO INDUSTRIA COMMERCIO E ARTIGIANATO - Direzione Generale delle Miniere - Servizio Geologico d'Italia (1968) - *Impianto generale dei colori per la stampa dei fogli geologici*.
- MOLINARI PAGANELLI V., TILIA ZUCCARI A. & PICHEZZI R.M. (1985) - *Precisazioni sulla scala cronostatigrafica delle Norme generali per il rilevamento della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, s. II, n. **1**: 239-244.
- MONTI L., DONADIO C., PUTIGNANO M.L. & TOCCACELI R.M. (2003) - *Geologia subacquea delle aree marine costiere*. Regione Campania. Assessorato Ambiente ed Ecologia, Disinquinamento, Protezione civile. Napoli.
- MORELLI C. (Ed.) (1974) - *The International Gravity Standardization Net 1971*, International Ass. Geod. Spec. Publ. **4**.
- MORETTI A. (1990) - *Ricordo di Enzo Beneo*. Rend. Soc. Geol. It., **13**: 155-166.
- MORITZ H. (1980) - *Geodetic Reference System 1980*. Bulletin Geodesique, **54**, 395-405
- MORRONI E. (1996) - *Progetto GEODOC: una breve disamina dalle origini alla realizzazione*. In: CARUSONE A., MORRONI E. & ZANFRÀ S. (1996), *La Carta geologica d'Italia. Un itinerario bibliografico*, Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali, Biblioteca, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 149 pp.

- NAPPI G. & MATTIOLI M. (2003) - *Evolution of the Sabatinian Volcanic District (central Italy) as inferred by stratigraphic succession of its northern sector and geochronological data*. Per. Mineral., **72**: 79-102.
- NAPPI G., MATTIOLI M., BONOMO R., RICCI V., VITA L., CHIOCCHINI U. (per il sedimentario), con i contributi di MADONNA S., CAVICCHIA D., CHIOCCHINI M., POTETTI M., DI STEFANO A., FIORENTINO A., BARBIERI M. & LAURENZI M.A. (in prep.) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000. F. 345 Viterbo*. ISPRA, Roma.
- NAPPI G., MATTIOLI M. & VALENTINI L.; CHIOCCHINI U. & MADONNA S. (in stampa) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 355 Ronciglione*. ISPRA, Roma.
- NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE (1983) - *North American Stratigraphic Code*. AAPG Bull., **67**: 841-875.
- NICOLETTI M. (1969) - *Datazioni argon potassio di alcune vulcaniti delle regioni vulcaniche Cimina e Vicana*. Per. Mineral., **38**: 1-20.
- NOVARESE V. (1895) - *Sul rilevamento geologico eseguito nel valle della Germanasca (Alpi Cozie)*. Boll. R. Com. Geol. It., **26**: 253-282.
- NOVARESE V. (1898) - *I giacimenti di grafite delle Alpi Cozie*. Boll. R. Com. Geol. It., **29**: 4-36.
- NOVARESE V. (1929) - *La zona del Canavese e le formazioni adiacenti*. Mem. Desc. Carta Geol. It., **22**: 65-223.
- NOVARESE V. (1932) - *La Carta geologica d'Italia nella scala di 1:1.000.000*. Boll. R. Uff. Geol. It., **57**(8): 1-9.
- NOVELLI F. (2013) - *Programmare applicazioni per iPhone e iPad*, voll. 1-2, Edizioni FAG, Milano.
- NTC (2008) - *Norme Tecniche per le Costruzioni*. DM 14 gennaio 2008, Gazzetta Ufficiale, n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento Ordinario n. 30, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- OGC (2006) - *OpenGIS® Web Map Server Implementation Specification*. Doc. 06-042, pp. 85.
(http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=14416)
(http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=14145)
- OGC (2007) - *OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Standard*, Doc. 07-036, pp. 426.
(http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=20509)
- OGC (2009) - *OpenGIS® Geography Markup Language (GML) 3.2.1 Encoding Standard*, Doc. 09-036, pp. 426.
(http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=20509)
- OGC (2010) - *OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard*. OGC 09-160025r1 and ISO/DIS 19142, pp. 239, (http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=39967).
- OGC (2016) - *OGC Geoscience Markup Language 4.1 (GeoSciML)*. OGC 16-008, pp. 265.
- PAGLIA E. (1860) - *Sulle colline del terreno erratico intorno all'estremità meridionali del Lago di Garda*. Atti della Società Italiana di Scienze Naturali, **2**: 337-347.
- PANIZZA M. (1966) - *Carta ed osservazioni geomorfologiche del territorio di Calopezzati (Calabria)*. Rivista Geografica Italiana, **73**: 1-32.
- PANIZZA M. (1968) - *Carta e lineamenti geomorfologici del territorio di San Giorgio Lucano e Colobraro (Lucania orientale)*. Rivista Geografica Italiana, **75**: 437-476.
- PANIZZA M. (1972) - *Schema di legenda per carte geomorfologiche di dettaglio*. Bollettino della Società. Geologica Italiana, **91**: 207-237.
- PANIZZA M. & CARTON A. (1975) - *Geomorfologia della valle dei Monzoni (Dolomiti)*. Memorie del Museo Tridentino di Scienze Naturali, **21**: 1-40.
- PANIZZA M. & MANTOVANI F. (1974) - *Geomorfologia del territorio di Pavullo nel Frignano (Appennino Modenese)*. Atti della Società dei Naturalisti e dei Matematici, Modena, **105**: 85-117.
- PANTALONI M. (2011) - *La Carta geologica d'Italia alla scala 1:1.000.000: una pietra miliare nel percorso della conoscenza geologica*. Geologia Tecnica & Ambientale, **2-3**(11): 88-99.
- PANTALONI M. (2012) - *La geologia: una scienza italiana*. Scienza & Società, **13-14**(feb.): 41-51.
- PANTALONI M. (2014) - *15 giugno 1873, nasce il R. Ufficio geologico. 140 anni di geologia in Italia*. Geologia Tecnica & Ambientale, **1**: 37-44.
- PANTALONI M., CONSOLE F. & PERINI P. (2014) - *A contribution to environmental studies of the Fucino area from the historical archive of the Geological Survey of Italy*. Miscellanea INGV, **27**: 341-342.
- PANTALONI M., CONSOLE F. & PETTI F.M. (2015) - *The historical analysis of the original manuscript Geologische Spezialkarte maps on the Austro-Italian war front*. Rend. Online Soc. Geol. It., **36**: 49-52.
- PANTALONI M. & LUBERTI G.M. (2015) - *Elementi di attualità della Carta geologica di Roma di Antonio Verri nel centenario della sua pubblicazione*. Professione Geologo, **44**: 10-15.
- PANTALONI M., TACCHIA D. & VITALE V. (2008) - *La Carta geologica d'Italia alla scala 1:1.000.000: un esempio della moderna cartografia geologica*. Rendiconti online Soc. Geol. It., **2**: 101-104.
- PARO L. (1846) - *Carta geologica della Liguria marittima*. Gênes.
- PARONA C.F., CREMA C. & PREVER P.L. (1873) - *La fauna coralligena del Cretaceo dei Monti d'Ocre nell'Abruzzo aquilano*. Mem. Serv. Descr. Carta Geol. d'It., **5**(2), R. Comitato Geologico del Regno, 242 pp.
- PASINI L. (1841) - *Adunanza del di 27 settembre 1841*. Atti della terza riunione degli Scienziati italiani, tenuta a Firenze nel settembre 1841, **3**: 165-172.
- 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**: pp. 203.
- PASSARGE S. (1914) - *Morphologischer Atlas. Erläuterungen zu Lief. 1, Morphologie des Messtischblattes Stadtremba (1:25.000)*. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft, **28**.
- PATACCA E., SCANDONE P., BELLATALLA M., PERILLI N. & SANTINI U. (1991) - *La zona di giunzione tra l'arco Appennino settentrionale e l'arco Appennino meridionale nell'Abruzzo e nel Molise*. Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. **2**: 417-441.
- PELLATI N. (1904) - *Contribuzione alla storia della Cartografia Geologica in Italia*. Atti del Congresso Internazionale di Scienze Storiche, Tip. Regia Accademia dei Lincei, Roma: 35 pp.
- PELLEGRINI G.B. (1975) - *Carta geomorfologica del bacino del T. Valda (Prealpi dell'Alpago)*. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- PELLEGRINI G.B. (ed.) (2000) - *Note illustrative della Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000. F. 063 Belluno*. Servizio Geologico d'Italia: 141 pp.
- PENCK A. & BRUCKNER E. (1909) - *Die Alpen im Eiszeitalter*. Leipzig, bd.: **3**.
- PICCHI A. (2015) - *Programmare con Objective-C 2.0 per i OS e OS X*. LSWR srl, Milano.
- PICCININI R. (1869-1870) - *Studi geologici sull'Appennino centrale*. Rivista Urbinate, **2, 3, 4-5, 6, 8**.
- PIERI P., SABATO L., SPALLUTO L. & TROPEANO M. (2011) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 F. 438 Bari*. ISPRA, Servizio Geologico d'Italia, LAC, Firenze.
- PIETRACAPRINA A., DETTORI B. & MOUTON J. (1980) - *Carta delle risorse idriche della Sardegna alla scala 1:250.000. Schema Idrogeologico*. Ricerche idriche sotterranee in Sardegna. Università degli Studi di Sassari, Cassa per il

- Mezzogiorno, Progetto speciale, **25**.
- PILLA L. (1836) - *Coupe géologique de la Calabre, du Cap Vaticano, sur le Tyrrhenienne, a la pointe de Stilo, sur la mer Ionienne*. Bull. Soc. Geol. France, **26**
- PIRONA G.A. (1861) - *Nota sulle antiche morene del Friuli*. Atti Soc. It. Sc. Nat., **2**: 548-556.
- PREMOLI SILVA I., RETTORI R. & VERGA D. (2003) - *Practical manual of Paleocene and Eocene Planktonic Foraminifera*, Università degli Studi di Perugia.
- PREMOLI SILVA I. & SLITER W.V. (1995) - *Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy and evolutionary trends from the Bottaccione section, Gubbio, Italy*. Palaeontographia Italica, **82**: 1-89.
- PRINCIPE C. & GIANNANDREA P. (2006) - *Storia evolutiva del Monte Vulture*. In: PRINCIPE C., *La geologia del Monte Vulture* CNR, Regione Basilicata: 49-53.
- PRINCIPE C. & GIANNANDREA P. (2008) - *UBSU e cartografia geologica: problemi e potenzialità di utilizzo delle Unità a Limiti Inconformi nell'interpretazione e nella rappresentazione cartografica dei depositi vulcanici quaternari: l'esempio dei fogli n. 451 Melfi e n. 452 Rionero in Vulture*. Il Quaternario, **21**(1A): 61-68.
- PROVINCIA DI PISA (1863) - *Statistiche della Provincia di Pisa*. Tip. Nistri, Pisa: 91pp.
- R. COMITATO GEOLOGICO (1886) - *Capitolato d'oneri per la fornitura in cromo-litografia della Carta geologica del regno d'Italia in appendice al Bollettino del R. Comitato Geologico - Serie IIa - Anno VII° -1886* Atti Ufficiali.
- R. COMMISSIONE ITALIANA (1867) - *Esposizione Universale del 1867 a Parigi. Regno d'Italia*, Atti Ufficiali della R. Commissione Italiana parte prima, Barbèra, Firenze.
- R. CORPO DELLE MINIERE (1886) - *Carta geologica della Sicilia*. In: Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **1**, R. Ufficio Geologico, 400 pp.
- R. UFFICIO GEOLOGICO (1889) - *Brevi cenni relativi alla Carta Geologica della Campagna Romana con le regioni limitrofe*. Tipografia Nazionale, Roma: 23 pp.
- R. UFFICIO GEOLOGICO (1926) - *Studi geologici per la ricerca del petrolio in Italia*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **20**, R. Ufficio Geologico, 283 pp.
- RALLO F. (2001) - *Cartografia geologica dell'Italia pubblicata da scala 1:5.000 a 1:50.000 nel periodo 1967 - 1998*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **59**, 620 pp.
- REGIONE EMILIA ROMAGNA (1990) - *Secondo seminario di Cartografia geologica (Bologna 1990)*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**, Servizio Geologico d'Italia, 580 pp.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP (1998) - *Riserve idriche sotterranee nella Regione Emilia-Romagna*. DI DIO G. (a cura di), S.EL.CA., Firenze, 119 pp.
- REGIONE LOMBARDIA & ENI DIVISIONE AGIP (2002) - *Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia*. CARCANO C. & PICCIN A. (a cura di), S.EL.CA., Firenze, 132 pp.
- REGIONE VENETO (1989) - *Progetto della Carta Geomorfologica del Veneto in scala 1:50.000*. Documenti del Territorio, **15-16**: 43-51.
- REGIONE VENETO (2008) - *Areas of the Lagoon of Venice on the Official Geological Map of Italy - Sheets 128 Venezia, 148-149 Chioggia-Malamalocco*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **83**, Servizio Geologico d'Italia, 98 pp.
- RENEVIER E. (1881) - *Le Congres Geologique International de Bologne - settembre e ottobre 1881*. Archives des sciences physiques et naturelles - 3 periode - tom. 6 1881: 525-556.
- RICCI V. & VITA L. (2005) - *Indicazioni per la cartografia delle aree vulcaniche*. In: *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**(3) (2009): 37-54.
- RIO D., RAFFI I. & VILLA G. (1990) - *Pliocene - Pleistocene calcareous nannofossil distribution patterns in the western Mediterranean*. In: K. KASTENS et alii, Proc. ODP Sci. Results, **107**: 513-533.
- ROGHI G. (2011) - *Divagando tra fossili e Risorgimento*. Paleoitalia, **4**: 1-2.
- ROMANO M., CONSOLE F., PANTALONI M. & FRÖBISCH J. (2016) - *One hundred years of continental drift: the early Italian reaction to Wegener's 'visionary' theory*. Historical Biology, January 2016. DOI: 10.1080/08912963.2016.1156677
- ROSSI R. (2015) - *The Type fossils of the Paleontological Collections*. ISPRA, 177 pp.
- SABATINI V. (1900) - *I vulcani dell'Italia centrale e i loro prodotti. Parte prima, Vulcano Laziale*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **10**, R. Ufficio Geologico, 392 pp.
- SABATINI V. (1912) - *I vulcani dell'Italia centrale e i loro prodotti. Parte seconda, Vulcani Cimini*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **15**, R. Ufficio Geologico, 636 pp.
- SACCO F. (1938) - *Lo stato di rilevamento della Carta Geologica d'Italia al 100.000*. Boll. Soc. Geol. It., **57**: 381-386.
- SALVADOR A. (1987) - *Unconformity-bounded stratigraphic units*. Geol Soc. America Bull. **98**: 232-237.
- 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.), The Geological Society of America, pp. 214
- SANTANTONIO M. (1994) - *Pelagic Carbonate Platforms in the Geologic Record: Their Classification, and Sedimentary and Paleotectonic Evolution*. A.A.P.G. Bull., **78**(1): 122-141.
- SANTANTONIO M. & GALLUZZO F. (1996) - *Geometrie e facies delle pelagiti del Giurassico sabino e umbro-marchigiano. Guida al seminario del Gruppo Informale di Sedimentologia del CNR, 2-5 maggio 1996*.
- SARTI C. (2007) - *I plastici geologici del Museo Capellini (Università di Bologna, Italia) nella storia della Geologia*. In: BURGI A., *Europa Miniature. Die kulturelle Bedeutung des Reliefs, 16-21. Jahrhundert, Il significato culturale dei rilievi plastici, XVI-XXI secolo*, Zurigo: Neue Zurcher Zeitung.
- SAURO U. (1973) - *Il paesaggio degli Alti Lessini: studio geomorfologico*. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 160 pp.
- SCALISE A.R. & MARTARELLI L. (Eds.) (2008) - *Studi sperimentali finalizzati alla cartografia idrogeologica*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **81**: 176 pp.
- SCARSELLA F. (1963) - *Lo stato attuale della Carta geologica d'Italia*. Atti dell'Accademia Pontaniana, **5**(12): 313-315.
- SCHIATTARELLA M., BENADUCE P., DI LEO P., GIANO S. I., GIANNANDREA P. & PRINCIPE C. (2005) - *Assetto strutturale ed evoluzione morfotettonica quaternaria del vulcano del Monte Vulture (Appennino lucano)*. Boll. Soc. Geol. It., **124**: 543-562.
- SEGUENZA G. (1868) - *La Formation Zancléenne, ou recherches sur une nouvelle formation tertiaire*. Bull. Soc. géol. France, s. 2, **25**: 465-485.
- SELLA Q. (1862) - *Sul modo di fare la Carta geologica del Regno d'Italia*. Atti della Società Italiana di Scienze Naturali. Tip. Bernardoni, Milano.
- SERVAGGIO A. (2015) - *HTML5 e CSS3 Guida completa*. LSWR srl, Milano, 511pp.
- SERRA-KIEL J., HÖTTINGER L., CAUS E., DROBNE K., FERRANDEZ C., JAHURI A.K., LESS G., PAVLOVEC R., PIGNATTI J., SAMSO J.M., SCHAUB H., SIREL E., STROUGO A., TAMBAREAU Y., TOSQUELLA J. & ZAKREVSAYA E. (1998) - *Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene*. Bull. Soc. Geol. France, **169**(2): 337-353.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1968) - *Schema cromatico per l'impianto colori*. Ministero Industria, Commercio e Artigianato.

- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1968-1980) - *Formazioni Geologiche. Studi illustrativi della Carta Geologica d'Italia*. Fascicoli 1-7, Nuova Tecnica Grafica, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1976) - *Norme generali per il rilevamento della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (1° fascicolo)*. Boll. Serv. Geol. d'It., **97**: 259-320.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1989a) - *Progetto per la gestione informatica della Biblioteca del Servizio geologico Nazionale, linee generali di automazione*. Boll. Serv. Geol. d'It., **108**: 55-113.
- SIMI E. (1855) - *Sull'Alpe della Versilia e la sua ricchezza minerale: saggio corografico*. Frediani, Massa Carrara, 304 pp.
- SISMONDA A. (1839) - *Memoria sui terreni stratificati delle Alpi*. Mem. R. Acc. Sci. Torino, **9**: 53.
- SISMONDA A. (1852) - *Classificazione dei terreni stratificati delle Alpi tra il monte Bianco e la contea di Nizza*. Stamperia Reale, Torino, 70 pp.
- SISMONDA, A. (1848) - *Notizie e schiarimenti sulla costituzione delle Alpi Piemontesi*. Mem. R. Acc. Sci. Torino, **9**, 123 pp.
- SISSINGH W. (1977) - *Biostratigraphy of Cretaceous Calcareous Nannoplankton*. Geol. En. Mijnbouw, **56**: 37-65.
- SMITH W. (1815) - *A memoir to the map and delineation of the strata of England and Wales, with part of Scotland*. Printed for John Cary, London.
- SPADA LAVINI A. & ORSINI A. (1855) - *Quelques observations géologiques sur les Apennins de l'Italie centrale*. Bull. Soc. Géol. Fr., s.2, **12**: 1202-1233.
- SPERANDIO S. & ZANFRÀ S. (1995) - *Primi programmi per la carta geologica d'Italia - Verbali delle adunanze del Regio Comitato Geologico d'Italia negli anni 1868-1877*. Boll. Serv. Geol. d'It., Suppl., **114**.
- SPROVIERI R., BONOMO S., CARUSO A., DI STEFANO A., DI STEFANO E., FORESI L., IACCARINO S., LIRER F., MAZZEI R. & SALVATORINI F. (2002) - *An integrated calcareous plankton biostratigraphic scheme and biochronology for the Mediterranean middle Miocene*. Riv. It. Paleont. Strat., **108**: 337-353.
- STELLA A. (1894) - *Relazione sul rilevamento eseguito nell'anno 1893 nelle Alpi Occidentali (Valli dell'Orco e della Soana)*. Boll. R. Com. Geol. It., **25**: 343-371.
- STRUCKMEIER W.F., MARGAT J. (1995) - *Hydrogeological maps. A guide and a standard legend*. Intern. Contrib. Hydrog., **17**, 77 pp.
- STUR D. (1856) - *Die geologische Verhältnisse der Thaler der Dran, Isel, Moll und Gail in der Umgebung von Lienz, ferner der Carnia im venetianischen Gebiete*. Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt, **7**(3): 405-459.
- TACCHIA D. (2004) - *Cartografia ufficiale geologica e geomorfologica*. In: Atlante dei tipi geografici - IGMI, Firenze, 60-61 pp.
- 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.
- TACCHIA D. (2007) - *La produzione del Servizio Geologico d'Italia*. In: *La cartografia in Italia: nuovi metodi e nuovi strumenti dal settecento ad oggi*, Istituto Geografico Militare, Firenze 157-160 pp.
- TACCHIA D. (2009) - *La cartografia del Servizio Geologico d'Italia: dalle vicende storiche alle prospettive*. In: Bollettino AIC, 135: 13-35.
- TAKAHASHI T. (1991) - *Debris flows*. Balkema Rotterdam, 156 pp.
- TALWANI M. (1973) - *Computer usage in the computation of gravity anomalies*. In: BOLT B.A., *Geophysics: Methods in computational physics*, **13**:343 - 389
- TALWANI M. (1998) - *Errors in the total Bouguer reduction*, *Geophysics*, **63**, 1125-1130.
- TARAMELLI T. (1867) - *Sulla orografia della provincia di Udine: considerazioni*. Tip. Giuseppe Seitz, Udine: 13 pp.
- TARAMELLI T. & PARONA C.F. (1911) - *Sull'età da assegnare alla zona delle pietre verdi nella carta geologica delle Alpi occidentali*. Boll. R. Com. Geol. It., **42**: 9-24.
- TENORE G. (1863) - *Ragguaglio sulle miniere di ferro nel distretto di Sora e sui lavori della commissione destinata a ricercarle durante gli anni 1853-54-55*. Stab. Tip. G. Nobile, Napoli, 48 pp.
- TESSARI F. (1973) - *Geomorfologia del bacino di Lamon (Val Cison, Alpi Dolomitiche)*. Memorie del Museo Tridentino di Scienze Naturali, **19**: 29-113.
- TRICART J. (1972) - *Normes pour l'établissement de la carte geomorphologique détaillée de la France: (1:20.000, 1:25.000, 1:50.000)*. Memoires et Documents, **12**, 105 pp.
- TRINCARDI F., ARGNANI A., CORREGGIARI A. (2011) - *Note Illustrative della Carta Geologica dei Mari italiani alla scala 1:250.000. Fogli NK 33-6 NK 33-8/9 Vieste e Bari*, Firenze.
- UNESCO-IUGS (2016) - *International Stratigraphic chart (versione aggiornata reperibile nel sito: <http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>)*
- USGS (1996) - <https://lta.cr.usgs.gov/GTOPO30> (accesso 27/05/2016)
- VAI G.B. (2004) - *The Second International Geological Congress, Bologna, 1881*. Episodes, **27**(1): 13-20.
- VAI G.B. (2007) - *Origine e prospettive della Società Geologica Italiana. I 125 anni della SGI: quale passato e quale futuro?* Boll. Soc. Geol. It. (Ital. J. Geosci.), **126**(2): 131-157.
- VAI G.B. (2011) - *La nostra Italia dei geologi In : Geotalia 2011, VIII Forum Italiano di Scienze della Terra, Sessione F4: Uomini e ragioni: i 150 anni della geologia unitaria, Torino, 23/11/2011, 8, Abstract: 39-56.*
- VENZO S. (1963) - *Il foglio geologico Conegliano*. Memorie degli Ist. Geol. Miner. di Padova, **23**: 10 pp.
- VERSTAPPEN H.TH & VAN ZUIDAM R.A. (1968) - *ITC system of geomorphological survey*. In: *ITC Textbook of Photointerpretation*, **2**(7): 1-49
- VILLA A. (1866) - *Di alcuni marmi e rocce della Valtellina*. Giornale dell'Ing-Arch ed Agron., **14**(7).
- VILLA A. & VILLA G.B. (1844) - *Sulla costituzione geologica e geognostica della Brianza e segnatamente sul terreno cretaceo*. Presso gli editori dello Spettatore Industriale, Milano: 46 pp.
- VILLA G.B. (1866) - *Le rocce dei dintorni di Morbegno*. Giornale dell'Ing-Arch ed Agron., **14**(3).
- VINASSA DE REGNY P. (1933) - *La carta geologica d'Italia. La ricerca scientifica ed il progresso tecnico nell'economia nazionale*. Roma.
- ZACCAGNA D. (1887) - *Sulla geologia delle Alpi occidentali*. Boll. R. Com. Geol. It., **18**: 346-417.
- ZACCAGNA D. (1892) - *Riassunto di osservazioni geologiche fatte sul versante occidentale delle Alpi Graje*. Boll. R. Com. Geol. It., **23**: 311-404.
- ZACCAGNA D. (1901) - *Alcune osservazioni sugli ultimi lavori geologici intorno alle Alpi occidentali*. Boll. R. Com. Geol. It., **32**: 4-71
- ZACCAGNA D. (1902) - *Alcune osservazioni sugli ultimi lavori geologici intorno alle Alpi occidentali*. Boll. R. Com. Geol. It., **33**: 149-160.
- ZACCAGNA D. (1903) - *Alcune osservazioni sugli ultimi lavori geologici intorno alle Alpi occidentali*. Boll. R. Com. Geol. It., **34**: 297-332.
- ZACCAGNA D. (1932) - *Descrizione geologica delle Alpi Apuane*. Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia, **25**, Provveditorato Generale dello Stato, Roma, 440 pp.
- ZANONI E. (2014) - *Scienza, patria e religione. Antonio Stoppani e la cultura italiana dell'Ottocento*. Franco Angeli, Milano, 304 pp.
- ZEZI P. (1878) - *Cenno intorno ai lavori del Comitato Geologico*. Boll. R. Comitato geologico d'Italia, **9**: 3-7.
- ZOPPI G. (1888) - *Descrizione geologico - mineraria dell'Iglesiente (Sardegna)*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **4**, R. Ufficio Geologico, 154 pp.

CARTOGRAFIA

- ANTONIOLI F., FREZZOTTI M. & VALPREDA E. (1987) - *Carta geomorfologica della Piana di Fondi e delle aree marginali alla scala 1:40.000*. Enea, Roma.
- ASCH K. (2005) - *The 1:5 million international geological map of Europe and adjacent areas*. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Commission of the Geological Map of the World, Subcommission for Europe, BGR, Hannover.
- BONI C.F., BONO P., FUNICIELLO R., PAROTTO M., PRATURLON A. & FANELLI M. (1984) - *Carta delle manifestazioni termali e dei complessi idrogeologici, scala 1:1.000.000*. In: *Contributo alla conoscenza delle risorse geotermiche del territorio italiano*. CNR, Progetto Finalizzato Energetica, Sottoprogetto Energia Geotermica, Roma.
- BONI C., CAPELLI G. & PETITTA M. (1995) - *Carta idrogeologica dell'alta e media valle del Fiume Velino – alle scale 1:100.000 e 1:25.000*, SystemCart, Roma.
- BONOMO R., CAPOTORTI F., D'AMBROGI C., DI STEFANO R., GRAZIANO R., MARTARELLI L., PAMPALONI M.L., PANTALONI M., RICCI V., COMPAGNONI B., GALLUZZO F., TACCHIA D., MASELLA G., PANNUTI V., VENTURA R. & VITALE V. (2005) - *Carta geologica d'Italia alla scala 1:1.250.000*. Servizio Geologico d'Italia, APAT, Roma.
- BOSCHERINI A., CHECCUCCI R., NATALE G. & NATALI N. (2005) - *Carta Idrogeologica della Regione Umbria (scala 1:100.000)*. Giornale di Geologia Applicata, 2.
- CAMPANINO F. & POLINO R. (2002) - *Carta geologica delle Alpi piemontesi (1868-1879). Fotomosaico alla scala 1:380.000 dei 29 fogli alla scala 1:50.000 rilevati da: BARETTI M., GASTALDI B., GERLACH H., BRUNO C., BRUNO L., MICHELOTTI G., Regione Piemonte, Museo Regionale di Scienze naturali, Torino.*
- CATANZARITI R., OTTRIA G. & CERRINA FERONI A. (2002) - *Carta geologico-strutturale dell'Appennino Emiliano-Romagnolo. Scala 1:250.000*. RER - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli; CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse, Pisa.
- CELICO P.B. (1983) - *Carta Idrogeologica dell'Italia centro-meridionale alla scala 1:400.000*. Cassa per il Mezzogiorno, Roma.
- CELICO P.B., DE VITA P., MONACELLI G., SCALISE A.R. & TRANFAGLIA G. (2005) - *Carta idrogeologica dell'Italia Meridionale, scala 1:250.000*. ISPRA, Roma.
- GNGFG - CNR (1995) - *Carta geomorfologica del bacino del Trionto alla scala di 1.500.000* S.EL.CA., Firenze
- CIVITA M., DE MEDICI G.B., DE RISO R., NICOTERA P. & NOTA D'ELOGIO E. (1973) - *Carta idrogeologica della Campania nord occidentale alla scala 1:100.000*. In: *Atti 2, Conv. Int. Acque Sotterranee*, IAH, Palermo.
- CIVITA M., LO RUSSO S. & VIGNA B. (2005) - *Carta Idrogeologica schematica del Piemonte (NW Italia) alla scala 1:250.000*. CNR-GNDICI, Politecnico di Torino, Firenze.
- COMPAGNONI B., DAMIANI A.V. & VALLETTA M. (1976-1983) - *Carta geologica d'Italia alla scala 1:500.000*. In 5 fogli e note illustrative, Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (1990) - *Structural model of Italy and gravity map*. Quaderni della Ricerca Scientifica, 114(3).
- CORPO REALE DELLE MINIERE (1926-1935?) - *Carta mineraria d'Italia*. Scala 1:500.000, Roma.
- DUPRÉNOY MM. & DE BEAUMONT E. (1841) - *Carte géologique de la France exécuté sous la direction de M. Brochant de Villiers Inspecteur Général des Mines*. Imprimerie Royale, Paris.
- GIANNANDREA P., LA VOLPE L., PRINCIPE C. & SCHIATTARELLA M. (2006) - *Carta geologica del Monte Vulture*. Scala 1:25.000. In: PRINCIPE C., *La geologia del Monte Vulture*, CNR, Regione Basilicata. 217 pp.
- GIANNOTTI G.P., LOMBARDI L. & SIDO G. (1970) - *Carta idrogeologica della Sicilia sud occidentale alla scala 1:200.000*. Com. Naz. Energia Nucleare.
- GIORDANO G., MATTEI M. & FUNICIELLO R. (Eds.) (2010) - *Geological map of the Colli Albani Volcano*. Scala 1:50.000. S.EL.CA., Firenze.
- HEEZEN B.C. & HARP M. (1965) - *The Floor of the Oceans Map*. Geological Society of America.
- ICM (1883) - *Bassin Houiller de Charleroi*. Echelle de 1:200.000.
- ISPRA (2015) - *Modello geologico 3D e geopotenziali della Pianura Padana centrale (Progetto GeoMol)*. Rapporti ISPRA, 234, 104 pp.
- ISPRA & PARCO NAZIONALE DEL CILENTO, VALLO DI DIANO E ALBURNI (2013) - *Carta geologica con elementi tematici e carta dei paesaggi sottomarini del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni (European and Global Geopark)*. Salerno.
- LA VIGNA F. & MAZZA R. (2015) - *Carta Idrogeologica di Roma, scala 1:50.000*. POLI.GRAF, Roma.
- R. UFFICIO GEOLOGICO (1910) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 - F. 55 Susa*. Roma.
- R. UFFICIO GEOLOGICO (1911) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 - F. 54 Oubx*. Roma.
- REGIONE CAMPANIA (2011) - *Carta geologica Isola di Ischia*. Scala 1:10.000. L.A.C., Firenze.
- REGIONE CAMPANIA (2012) - *Carta geologica Isola di Procida*. Scala 1:10.000. System Cart, Roma.
- SANTACROCE R. & SBRANA A. (2003) - *Carta geologica del Vesuvio*. Scala 1:15.000. S.EL.CA., Firenze.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000 - F. 199 Potenza*. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. F. 109 Pesaro*. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1970) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000 - F. 198 Eboli*. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1970) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 - F. 210 Lauria*. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1973) - *Carta mineraria d'Italia in scala 1:1.000.000*. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1973) - *Carta idrogeologica alla scala 1:50.000 - F. 611 Mistretta*.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1976) - *Carta idrogeologica alla scala 1:50.000 - F. 291 Pergola*.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1981) - *Carta di geomorfologia dinamica alla scala 1:50.000, F. 376 Subiaco*. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1989) - *Carta gravimetrica d'Italia alla scala 1:1.000.000*. Roma
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1993) - *Carta idrogeologica alla scala 1:50.000 - F. 389 Anagni*.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1995) - *Carta di geomorfologia dinamica. Scala 1:50.000. F. 332 Scansano*. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2000) - *Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 063 Belluno*. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2001) - *Carta Geologica dei mari italiani alla scala 1:250.000, F. NL 33-10, Ravenna*.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2002) - *Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.00, F. 132-152-153, Bardonecchia*.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2004) - *Carta geologica d'Italia interattiva. Interactive geological map of Italy: 1:100.000*. 3 CD. M. AMANTI, R. BONTEMPO, P. CARA (a cura di). 1ª edizione, Realizzato da Etruria innovazione.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2005) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 428 Arzachena*. APAT, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2005) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 503 Vallo della Lucania*. APAT, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2005) - *Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 256 Rimini*. APAT, Roma.

- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2005) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:1.250.000*. APAT, S.EL.CA., Firenze.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2005) - *Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 389 Anagni. APAT, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2005) - *Carta Gravimetrica d'Italia alla scala 1:1.250.000*. APAT, S.EL.CA., Firenze.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2005) - *Gravity Map of Italy and Surrounding Seas, Carta Gravimetrica d'Italia 1:1.250.000*. APAT, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2007) - *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. 058 Monte Adamello. APAT, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2008) - *Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 367 Tagliacozzo. APAT, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2009) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 467 Salerno. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2009) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 203 Poggio Renatico. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2009) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 387 Albano Laziale. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2009a) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 486 Foce del Sele. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2010) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 258-271 San Remo. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2010) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 504 Sala Consilina. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2011) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 99 Iseo. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2011) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 587-600 Milazzo-Barcellona P. G., ISPRA, S.EL.CA., Firenze.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2011) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:1.000.000*. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2011) - *Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 289 Città di Castello. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2011a) - *Carta Geologica dei mari italiani alla scala 1:250.000*, F. NL-33-7 Venezia. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2011b) - *Carta Geologica dei mari italiani alla scala 1:250.000*, F. NK33-1/2 Ancona. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2011c) - *Carta Geologica dei mari italiani alla scala 1:250.000*, F. NK33-5 Pescara. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2011d) - *Carta Geologica dei mari italiani alla scala 1:250.000*, F. NK 33-6 NK 33-8/9 Vieste e Bari. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2014) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 443 Tempio Pausania. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2015) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 070 Monte Cervino. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2016) - *Carta geologica d'Italia in scala 1:50.000* - F. 70 Monte Cervino. Note Illustrative.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in prep.) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 345 Viterbo. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in prep.) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 446-447 Napoli. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in stampa-a) - *Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 316-317-328-329 isola d'Elba. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in stampa-b) - *Carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 624 Monte Etna. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in stampa) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 502 Agropoli. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in stampa) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 519 Capo Palinuro. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in stampa) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 520 Sapri. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in stampa) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 452 Rionero in Vulture. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in stampa) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 355 Ronciglione. ISPRA, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in stampa) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, F. 451 Melfi.
- SISMONDA A. (1866) - *Carta geologica di Savoia, Piemonte e Liguria*. Scala 1:500.000.
- SPADA LAVINI A. & ORSINI A. (1867) - *Spaccati geologici della parte del versante Adriatico compresa tra il monte Corno e l'Esino*. Scala indeterminata, colorata e disegnata a mano; carta inedita, Biblioteca ISPRA.

Indice / Index

Prefazione.....»	3
Presentazione	4
<i>1867: notizie geologiche dalle Province del Regno d'Italia - 1867: geological knowledge from the Italian Provinces</i>	
Riassunto - Abstract.....»	7
1. - PANTALONI M., CONSOLE F., PETTI F.M. - <i>1867: notizie geologiche dalle Province del Regno d'Italia.....»</i>	8
<i>Il patrimonio cartografico del Servizio Geologico d'Italia conservato presso la Biblioteca ISPR4 - The cartographic patrimony of the Geological Survey of Italy preserved in the ISPR4 Library</i>	
Riassunto - Abstract.....»	45
1. - ERCOLANI G. - <i>Dal Regio Comitato geologico all'ISPR4: una Biblioteca al servizio delle geoscienze.....»</i>	46
2. - SEVERINO F. - <i>Il catalogo on-line della Biblioteca</i>	53
3. - CONSOLE F., PANTALONI M. - <i>La cartografia storica: dal cartaceo al digitale.....»</i>	56
<i>La Carta geologica delle Alpi Occidentali in scala 1:400.000 del Regio Ufficio Geologico: inestimabile documento della cartografia geologica italiana - The Geological Map of the Western Alps 1:400,000 scale of the Royal Geological Survey: an inestimable document of the Italian geologic cartography</i>	
Riassunto - Abstract.....»	61
1. - MOSCA P., FIORASO G. - <i>La Carta geologica delle Alpi Occidentali in scala 1:400.000 del Regio Ufficio Geologico: inestimabile documento della cartografia geologica italiana.....»</i>	62
<i>Le carte geologiche a piccola scala - The small scale geological maps</i>	
Riassunto - Abstract.....»	73
1. - COMPAGNONI B. - <i>La Carta geologica internazionale dell'Europa e delle aree adiacenti in scala 1:5.000.000.....»</i>	74
2. - PANTALONI M. - <i>La Carta geologica d'Italia alla scala di 1:1.000.000 dal 1881 al 2011.....»</i>	74
3. - CESI C., EULLI V., FERRI F. - <i>Le Carte aeromagnetiche e gravimetriche d'Italia alla scala 1:1.000.000 e la Carta gravimetrica d'Italia alla scala 1:1.250.000.....»</i>	79
4. - COMPAGNONI B. - <i>La Carta geologica d'Italia alla scala 1:500.000.....»</i>	82
5. - PANTALONI M. - <i>Le Carte geologiche regionali.....»</i>	84
6. - D'ANDREA M. - <i>La Collezione dei piani-rilievo del Servizio Geologico d'Italia: dal recupero delle opere alla valorizzazione.....»</i>	87
<i>La Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 - The Geological map of Italy 1:100,000 scale</i>	
Riassunto - Abstract.....»	93
1. - ERCOLANI G. - <i>La "grande impresa": la Carta geologica d'Italia alla scala di 1:100.000.....»</i>	94
2. - TACCHIA D. - <i>Dalle Basi Topografiche alla pubblicazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.....»</i>	98
3. - PANTALONI M., GALLUZZO. F., MARINO M. - <i>Gli aspetti scientifici della Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000.....»</i>	106
4. - AMANTI M. - <i>La Carta litologica e litosismica derivata dalla Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000.....»</i>	121
<i>La Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Progetto CARG - The Geological map of Italy 1:50,000 scale - The CARG project</i>	
Riassunto - Abstract.....»	127
1. - LETTIERI M. - <i>La Carta geologica d'Italia in scala 1:50.000.....»</i>	128
2. - TACCHIA D. - <i>Basi Topografiche, norme cartografiche e pubblicazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.....»</i>	132
3. - GALLUZZO F. - <i>Le normative geologiche.....»</i>	150
4. - FIORENTINO A., PAMPALONI M.L., PICHEZZI R.M., ROSSI M. - <i>L'uso della biostratigrafia nel progetto CARG.....»</i>	155
5. - PAMPALONI M.L., PICHEZZI R.M. - <i>Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica e il Catalogo delle formazioni geologiche italiane.....»</i>	158
6. - BONOMO R., RICCI V., VITA L. - <i>Applicazione sperimentale della stratigrafia a limiti inconformi per le aree vulcaniche.....»</i>	160
7. - D'ANGELO S. - <i>La cartografia geologica delle aree sommerse nel Progetto CARG.....»</i>	164
8. - CHIARINI E., LA POSTA E. - <i>Studio e rappresentazione dei depositi quaternari nella Carta geologica d'Italia al 50.000.....»</i>	169

9. - MARTARELLI L., PANTALONI M., MARINO M. - <i>La legenda delle unità di basamento metamorfico-cristallino</i>»	173
10. - PERINI P., MARINO M. - <i>Attività di coordinamento stratigrafico dei Comitati d'area</i>»	174
11. - FIORASO G., MOSCA P. - <i>Innovazione e sperimentazione nell'ambito del progetto. L'esempio del foglio 132-152-153 Bardonecchia</i>»	177
12. - GALLUZZO F., PICHEZZI R.M. - <i>I primi fogli sperimentali precedenti il Progetto CARG</i>»	180
13. - PANTALONI M., PICHEZZI R.M. - <i>Il foglio 280 Fossombrone</i>»	184
14. - BONOMO R., RICCI V., VITA L. - <i>Il foglio 345 Viterbo</i>»	187
15. - CAPOTORTI F., GALLUZZO F. - <i>Il foglio 347 Rieti</i>»	189
16. - CAPOTORTI F., CHIARINI E., LA POSTA E., MURARO C. - <i>Il foglio 348 Antrodoco</i>»	191
17. - CAMPOBASSO C., VITA L. - <i>Il foglio 355 Ronciglione</i>»	193
18. - D'AMBROGI C. - <i>Il foglio 386 Fiumicino</i>»	195

La cartografia geotematica - The Geothematic maps

<i>Riassunto - Abstract</i>»	199
1. - D'OREFICE M., GRACIOTTI R. - <i>La Carta geomorfologica: dalle sperimentazioni precedenti il Quaderno n. 4 alle sue applicazioni</i>»	200
2. - MARTARELLI L. - <i>La Carta idrogeologica d'Italia, uno strumento in evoluzione</i>»	207
3. - CESI C., EULILLI V., FERRI F. - <i>La Carta gravimetrica: l'esperienza delle Carte in scala 1:100.000 e 1:50.000</i>»	210
4. - AMANTI M., CHIESSI V. - <i>Le carte di pericolosità geologica per frana. L'esempio del foglio 348 Antrodoco</i>»	214
5. - D'ANGELO S., FIORENTINO A. - <i>La Carta geologica dei mari italiani alla scala 1:250.000</i>»	217
6. - D'AMBROGI C. - <i>Le Carte geologiche di sottosuolo: dai fogli CARG alle mappe derivate da modelli 3D</i>»	220
7. - LETTIERI M., MURARO C. - <i>La Carta geologica con elementi tematici e Carta dei paesaggi sottomarini del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni - European and Global Geopark</i>»	226
8. - AMANTI M., CHIESSI V. - <i>La Cartografia geotematica su richiesta esterna: il PRG di Gaeta e la Carta di pericolosità in conoide in Valle d'Aosta</i>»	228

La cartografia numerica geologica e geofisica - The Geologic and Geophysic digital maps

<i>Riassunto - Abstract</i>»	237
1. - BATTAGLINI L., CARTA R. - <i>Banca dati geologici del Progetto CARG</i>»	238
2. - FIORENTINO A., GIOVAGNOLI M.C., PICHEZZI R.M., ROSSI M. - <i>La Banca dati dei campioni e delle analisi: l'applicativo ASC</i>»	244
3. - ROMA M., FALCETTI S. - <i>Dalle informazioni numeriche alla pubblicazione cartografica</i>»	246
4. - DELOGU D., CAMPO V., CONGI M.P. - <i>L'informazione cartografica geologica su web attraverso il Portale del Servizio Geologico d'Italia</i>»	248
5. - VENTURA R., CARTA R. - <i>Evoluzioni nella consultazione web-mobile della cartografia geologica</i>»	250
6. - FERRI F., PORFIDIA B. - <i>La Cartografia gravimetrica digitale e la Banca dati geofisici</i>»	257
7. - MARTARELLI L., ROMA M. - <i>Il geodatabase idrogeologico</i>»	259
8. - CIPOLLONI C., PANTALONI M. - <i>La standardizzazione dei dati geologici</i>»	260

Le pubblicazioni editoriali del Servizio Geologico d'Italia - The publications related to the Geological map of Italy

<i>Riassunto - Abstract</i>»	265
1. - PAMPALONI M.L., VATOVEC M.L. - <i>Le collane editoriali</i>»	266
2. - BONOMO R. - <i>Monografie con cartografie geologiche</i>»	271
3. - PERINI P. - <i>Archivio Rallo: la cartografia geologica dell'Italia da scala 1:5.000 a 1:50.000 pubblicata nel periodo 1967 - 1998</i>»	276
4. - MARTARELLI L. - <i>Studi sperimentali finalizzati alla cartografia idrogeologica d'Italia</i>»	276
5. - PANTALONI M., VENTURINI C. - <i>Mapping Geology in Italy</i>»	278
6. - PETTI F.M., PAMPALONI M.L., ZUCCARI A., ROMA M., CAVAZZA W., CIARAPICA G., CONTICELLI S., DOGLIONI C., CAMPOBASSO C., ERBA E. - <i>L'Italian Journal of Geosciences e i Geological Field Trips: la sfida editoriale del nuovo millennio della Società Geologica Italiana e del Servizio Geologico d'Italia</i>»	279
7. - PAMPALONI M.L., PESCI G. - <i>Distribuzione e diffusione delle collane cartografiche ed editoriali</i>»	285

BIBLIOGRAFIA.....»	287
--------------------	-----