

Premessa

Introduzione

Fasi e criteri di lavoro

1. Creazione dell'archivio

- 1.1 Reperimento dati geognostici esistenti e creazione di un archivio informatizzato
- 1.2 Consultazione bibliografica

2. Studio dell'archivio

- 2.1 Analisi della banca dati

3. Rilevamento geologico

- 3.1 Unità di riferimento
- 3.2 Strumenti di datazione
- 3.3 Rilievi di superficie
 - 3.3.1 Fotointerpretazione e telerilevamento
 - 3.3.2 Rilievi di terreno
- 3.4 Indagini di sottosuolo
 - 3.4.1 Indagini dirette
 - 3.4.2 Indagini indirette

4. Campionatura per analisi

5. Analisi riassuntiva e produzione della cartografia definitiva di superficie e di sottosuolo

- 5.1 Carta di superficie
- 5.2 Carte di sottosuolo
- 5.3 Sezioni geologiche
- 5.4 Master Log

Bibliografia

A cura del Comitato Geologico delle aree di pianura

Dr. F. Benelli, Prof. A. Bini, Prof. F. Carraro, Dr. V. Cocco, Prof. U. Simeoni, Prof. G.B. Pellegrini, Dr. R. Pignone, Dr. M. Presbitero, Prof. F. Ricci Lucchi, Dr. L. Scaramuzza, Dr. T. Tirelli, Dr. A. Todisco.

Hanno curato la stesura del testo:

Prof. A. Bini, Prof. F. Carraro, Prof. F. Ricci Lucchi, Dr. P. Severi.

Hanno fornito contributi specifici:

Dr. A. Amorosi, Dr. G. Di Dio, Dr. M. D'Orefice, Dr. L. Martelli, Dr. A. Piccin, Dr. D. Preti, Dr. R. Pignone, Prof. G.B. Pellegrini, Dr. F. Toffoletto

Premessa

Il presente documento si propone di integrare quanto indicato nella "Guida al rilevamento della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000" (Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III n. 1; Guida al Rilevamento, d'ora in poi) per quel che riguarda il capitolo "Cartografia geologica del Quaternario continentale".

Quanto segue si riferisce, più specificamente, al rilevamento e alla rappresentazione cartografica del sottosuolo delle porzioni di pianura; per quel che concerne le porzioni affioranti, resta fundamentalmente valido quanto indicato nella Guida al rilevamento, a parte alcune precisazioni di seguito illustrate.

Tale integrazione si rende necessaria, alla luce dei lavori prodotti negli ultimi anni dal Gruppo di lavoro del Comitato di Coordinamento delle aree di pianura.

Introduzione

La carta geologica di pianura, così come quella di montagna, è un documento di base, il cui scopo principale è quello di rappresentare corpi sedimentari nelle loro tre dimensioni spaziali. Questa carta, quindi, va intesa come una qualsiasi altra carta in cui siano rappresentate delle unità stratigrafiche. I criteri di rilevamento e di rappresentazione dei dati sono tuttavia in parte diversi da quelli delle aree montuose, data la configurazione peculiare della pianura che rende di norma molto difficile lo studio tridimensionale delle unità mappate. Rispetto alle produzioni precedenti, la carta geologica di pianura dovrà quindi prendere in considerazione, oltre alla superficie, anche le porzioni non affioranti; a tale scopo è pertanto necessario acquisire anche dati di sottosuolo. Il prodotto finale quindi prevederà, oltre ad una carta della superficie, anche un sistema di rappresentazione dei dati di sottosuolo, che potranno essere descritti tramite carte di litofacies, isopache, isobate e sezioni geologiche. Una cartografia così fatta colmerà, almeno in parte, la lacuna di conoscenze geologiche relativa al sottosuolo delle pianure italiane e servirà come base per ogni tipo di applicazione specifica. Ciascun tipo di applicazione dovrà comunque sempre prevedere degli approfondimenti rispetto ai contenuti della presente carta.

Lo studio geologico di sottosuolo richiede innanzitutto l'acquisizione di tutti i dati prodotti in passato. Questi, essendo stati realizzati per finalità diverse, andranno verificati con cura.

L'interpretazione preliminare di questi dati permetterà di elaborare un primo modello geologico di sottosuolo che andrà poi verificato attraverso la produzione di dati originali. I nuovi dati di sottosuolo, siano essi sondaggi, prove penetrometriche, o prospezioni geofisiche, comportano costi notevoli; per questo motivo devono essere progettati con oculati criteri di rappresentatività e significatività.

Data la mancanza di un quadro stratigrafico di superficie e di sottosuolo chiaro per tante pianure italiane, quanto segue vuole essere una proposta metodologica non restrittiva, che possa trovare applicazione in contesti stratigrafici e strutturali diversi.

Segue l'illustrazione delle diverse fasi di lavoro da seguire per la realizzazione della cartografia: ogni punto comprende la descrizione dei metodi da seguire (paragrafo: "Metodi"), e dei prodotti da realizzare (paragrafo: "Prodotti attesi").

Si precisa infine che i dati relativi al sottosuolo potranno essere contenuti solamente nelle note illustrative, oppure, preferibilmente, in un apposito foglio. Non si prevede comunque l'informatizzazione di questo secondo foglio in quanto esso costituisce una sorta di allegato al foglio principale.

Fasi e criteri di lavoro.

1. Creazione dell'archivio

1.1 Reperimento dati geognostici esistenti e creazione di un archivio informatizzato.

a) Metodi

Si reperiscono tutti i dati geognostici esistenti; principalmente stratigrafie di pozzi per acqua, stratigrafie di sondaggi geognostici e prove penetrometriche e si ubicano gli stessi sulle rispettive Carte Tecniche Regionali in scala 1:10.000, oppure I.G.M.I. in scala 1:25.000.

Occorre considerare che i dati di sottosuolo prodotti in passato, essendo stati ottenuti in tempi diversi, da operatori diversi e con finalità diverse, hanno un grado di comprensibilità e di affidabilità estremamente variabile. Le stratigrafie sono frequentemente descritte con linguaggio non scientifico, a volte intraducibile se non incomprensibile; non sono rari poi i casi di stratigrafie inaffidabili.

Durante la fase di immissione dei dati non è tuttavia possibile valutarne l'attendibilità; i dati, quindi, saranno immessi con il minor grado di interpretazione possibile, eventualmente anche introducendo delle codifiche relative ai termini scorretti; la validazione dei dati sarà possibile solo a posteriori, dal confronto integrato tra tutte le stratigrafie raccolte e i nuovi dati acquisiti (vedi paragrafo 5).

Oltre alla informatizzazione del dato, è comunque sempre necessario conservare e rendere disponibile anche il dato originale, in fotocopia o passato allo scanner.

Per poter utilizzare i dati informatizzati in modo efficiente, nell'immissione dei dati si è fatto un largo uso di codifiche che permettono interrogazioni rapide; sarà comunque utile inserire in banca-dati, oltre al dato codificato, anche la dicitura "tal quale" utilizzata da chi ha eseguito la descrizione della perforazione.

Tale lavoro, per quanto lungo e difficoltoso, permette di facilitare enormemente tutte le fasi seguenti e di migliorare sensibilmente il prodotto finale; esso non andrà quindi in alcun modo sottovalutato, né tanto meno effettuato solo parzialmente.

La densità di dati ottenibile attraverso una raccolta capillare in zone abbastanza ricche di dati (ad esempio nella pianura emiliano-romagnola) varia da circa 10 dati per kmq in zone urbane a circa 1 dato per kmq in zone agricole.

Nei casi in cui siano ancora disponibili le campionature recuperate durante la perforazione, queste andranno visionate e descritte accuratamente.

E' auspicabile che la raccolta dei dati geognostici non si esaurisca con la realizzazione della carta geologica; si consiglia pertanto di effettuare ad intervalli di tempo da stabilirsi delle nuove raccolte dati. Queste, implementando le informazioni disponibili, potranno permettere la realizzazione di aggiornamenti della cartografia sia di superficie che di sottosuolo.

b) Prodotti attesi

Files con i dati informatizzati. Carte con le ubicazioni. Copia cartacea del materiale recuperato o sua scansione.

1.2. Consultazione bibliografica

a) Prodotto atteso

Elenco informatizzato delle opere consultate con note, commenti e parole-chiave da concordarsi tra i vari autori.

2. Studio dell'archivio

2.1 Analisi della banca-dati

a) Metodi

Si traccia e si studia il maggior numero possibile di sezioni geologiche orientate parallelamente e trasversalmente agli assi deposizionali del bacino. Le sezioni devono essere tracciate in modo da passare in corrispondenza o in prossimità dei sondaggi; i sondaggi vicini alla traccia della sezione possono essere proiettati sulla sezione se la distanza tra la traccia e i pozzi rimane nella stessa unità morfologica e non esistono ragionevoli dubbi sulla presenza di discontinuità nel sottosuolo, ciò è valido essenzialmente per le alte pianure dove i terrazzi sepolti sono molto diffusi.

In questa fase di lavoro si dovranno privilegiare le sezioni che contengono i dati più profondi e meglio descritti, che potranno servire come guida per l'interpretazione geologica preliminare. In genere soddisfano a questo scopo i campi-pozzi per acquedotti delle Aziende Municipalizzate o dei Comuni, che sono vicini tra loro, profondi e spesso con buone descrizioni stratigrafiche.

Nel lavoro di correlazione tra le stratigrafie dei sondaggi, si dovrà tenere conto della complessa architettura deposizionale dei depositi alluvionali, caratterizzati spesso da geometrie fortemente lenticolari, dalla presenza di superfici di inconformità complesse e di superfici erosive subverticali. La correlazione di superfici sulla sola base di dati litologici di pozzo dovrà quindi essere operata con estrema cautela.

Le correlazioni possono essere guidate dall'individuazione di "oggetti" utilizzabili come marker stratigrafici, quali corpi tabulari argillosi di spessore rilevante, paleosuoli, orizzonti di torba caratterizzati da notevole continuità laterale, sabbie fossilifere testimonianti possibili ingressioni marine, livelli di origine vulcanica, ecc...

Lo studio delle sezioni geologiche dovrà permettere di:

1. definire la geometria dei principali corpi sedimentari di sottosuolo;
2. individuare il substrato dei depositi continentali;
3. fornire gli strumenti per una caratterizzazione preliminare dell'architettura stratigrafica del sottosuolo.

b) Prodotti attesi

Schema stratigrafico preliminare dell'area.

Sezioni stratigrafiche interpretate.

3. Rilevamento geologico

3.1 Unità di riferimento

La "Guida al Rilevamento" indica le Unconformity Bounded Stratigraphic Units (UBSU d'ora in poi) come le unità stratigrafiche da usarsi per il Quaternario continentale.

A riguardo, i vari capitoli della "Guida" sono in contraddizione tra loro sull'uso delle UBSU.

In questa sede è importante osservare che le UBSU, così come definite dai codici, non sono applicabili al rilevamento dei depositi quaternari continentali, se non modificando in parte la loro definizione sino a farle coincidere con le Unità Allostratigrafiche (Bini, 1994). Queste ultime, definite come "corpi stratificati mappabili di rocce sedimentarie, definiti e identificati sulla base delle discontinuità che li limitano" (North American Stratigraphic Code, 1983), sono in generale più efficacemente utilizzabili per la maggior parte dei depositi nel rilevamento del Quaternario continentale. La differenza tra UBSU e Unità Allostratigrafiche risiede nella estensione laterale delle discontinuità, che devono essere tracciabili per le Unità Allostratigrafiche, visibili e identificabili per le UBSU. Nel rilevamento del Quaternario le superfici limite dei corpi geologici, anche se non effettivamente visibili, sono tracciabili lateralmente, almeno per la maggior parte della loro estensione, in base ad una serie di parametri (geometria dei corpi, geomorfologia, variazioni di facies, caratteristiche dell'alterazione, posizione dei depositi, ecc.).

Dove possibile, potranno inoltre essere cartografate le diverse litofacies distinguibili all'interno di una determinata Unità Allostratigrafica.

Nei casi in cui le caratteristiche geologiche dell'area o la base di dati disponibile rendono le Unità Allostratigrafiche non idonee per la cartografia, potranno essere utilizzate altre unità stratigrafiche, quali, ad esempio le Unità Litostratigrafiche, se i corpi oggetto del rilevamento vengono riconosciuti esclusivamente in base alle loro caratteristiche interne; in questo caso Unità Allostratigrafiche del rango dell'Alloformazione possono essere comprese insieme ad Unità Litostratigrafiche del rango della Formazione, all'interno di un Allogruppo.

In ogni caso le relazioni tra le diverse unità stratigrafiche utilizzate dovranno essere esplicitate nello schema stratigrafico a margine del foglio.

I concetti sopra esposti valgono anche nella cartografia di unità di sottosuolo.

Queste sono in genere investigabili solo sulla base di stratigrafie di sondaggi, dato che linee sismiche di alta qualità sono molto rare. Lo studio del sottosuolo viene quindi normalmente eseguito correlando tra loro i dati dei vari sondaggi lungo sezioni opportunamente tracciate, così come indicato nel paragrafo 2.1.

A tal riguardo si ricorda che:

- quando si compie l'operazione di correlare tra loro i dati di sondaggi si stanno in realtà ricostruendo le geometrie di un bacino sedimentario nello spazio e nel tempo. Le geometrie dei corpi devono perciò essere compatibili con gli ambienti sedimentari di quel bacino. Correlare tra loro corpi sedimentari solo sulla base della litologia senza tenere conto delle geometrie deposizionali e delle loro variazioni nel tempo può portare a grossi errori.
- poichè la maggior parte delle pianure è costituita da sedimenti alluvionali, dalle operazioni di correlazione deve emergere l'andamento di varie superfici di pianura sovrapposte, corrispondenti a fasi di biostasia, incise da canali e separate da corpi sedimentari corrispondenti a fasi di aggradazione.

Questi corpi costituiscono valide Unità Allostratigrafiche.

Generalmente nelle aree di bassa pianura alluvionale le superfici limite, identificate come sopra, non sono oggettivamente tracciabili, qui difatti le superficie di discontinuità sfumano nelle superficie di "continuità relativa". In questo caso si potranno utilizzare le Unità Allostratigrafiche impiegando unità di rango maggiore come gli Allogruppi, oppure si potranno cartografare unità stratigrafiche di tipo diverso come ad esempio le unità litostratigrafiche o ciclostratigrafiche (vedi Guida al rilevamento, par. 1.7.1). Queste ultime, più affini concettualmente alle unità allostratigrafiche, possono permettere una migliore comprensione stratigrafica della zona in studio.

3.2 Strumenti di datazione

Data la difficoltà di tracciare nei depositi continentali linee di correlazione con significato di linee-tempo, è di primaria importanza disporre di strumenti di datazione dei terreni.

Come già in parte indicato nella Guida al rilevamento, si ricorda che i principali metodi a disposizione, sia diretti che indiretti, sono:

- Datazioni radiometriche, ^{14}C , K-Ar, Ar-Ar, tracce di fissione, U-Th;
- Analisi paleontologiche;
- Tefrocronologiche;
- Magnetostratigrafiche;
- Racemizzazione degli amminoacidi;
- Analisi palinologiche;
- Archeologia preistorica; vista l'abbondanza dei reperti, e lo stadio avanzato degli studi da parte degli specialisti del settore, ottime informazioni possono derivare da contatti con le Sovrintendenze e i Musei Archeologici.
- Analisi pedologiche (es. rapporto ferro ditionito/ferro ossalato); il grado di maturità dei paleosuoli, grossolanamente proporzionale al tempo di esposizione subaerea precedente il seppellimento, fornisce un'età minima del sedimento pedogenizzato.

3.3 Rilievi di superficie

3.3.1 Fotointerpretazione e telerilevamento

a) Metodi

Questa fase di lavoro ha come finalità quella di individuare gli elementi morfologici che caratterizzano i depositi quaternari nei diversi contesti deposizionali ed erosivi (terrazzi, alti e depressioni morfologiche), tramite l'analisi delle riprese aereofotogrammetriche e del microrilievo desumibile dai rilievi topografici.

La fotointerpretazione ed il telerilevamento possono indirizzare, ma non condizionare, il rilievo di terreno che è il solo strumento attraverso il quale è possibile interpretare correttamente e classificare le forme individuate.

In contesti morfologicamente complessi, questa fase di lavoro può anche essere preceduta da rilievi di terreno di cui al paragrafo seguente, che permettono l'osservazione diretta sia delle forme che dei depositi.

b) Prodotto atteso

Carta interpretata, in scala 1:10.000 o 1:25.000, a seconda della complessità della zona.

3.3.2 Rilievi di terreno

a) Metodi

A complemento di quanto indicato nella Guida al rilevamento, si ricorda che le stagioni migliori per eseguire i rilievi sono l'estate, dopo il periodo dell'aratura, e l'inverno, quando l'assenza di vegetazione consente un maggior numero di osservazioni (spesso occorre rilevare sia in una stagione che nell'altra per poter disporre del maggior numero di informazioni).

Data la generale carenza di affioramenti, sarà molto importante visionare tutti gli scavi disponibili (cave, scavi di fondazione di edifici, ecc.); dati utili sulla natura dei terreni possono anche essere desunti da interviste degli agricoltori. Data la temporaneità degli scavi, è necessario conservarne bene la documentazione in un apposito archivio fotografico.

In tutti i casi in cui non siano disponibili affioramenti, le unità dovranno essere rilevate attraverso l'apertura di profili, aperti con pala meccanica, di profondità non inferiore a 1,5 metri, e di dimensioni sufficienti a garantire la stabilità dei fronti di scavo ed a permettere lo studio del profilo su due sezioni ortogonali. E' opportuno eseguire almeno una osservazione su profilo per ciascuna unità rilevata, estendendo ed infittendo le osservazioni mediante l'esecuzione di trivellazioni (manuali o meccaniche) a profondità di almeno 1,5 metri. Ad ogni osservazione saranno rilevate tutte le informazioni necessarie per la caratterizzazione dell'unità in questione (tessiture degli strati attraversati, ambiente deposizionale, caratteristiche dei suoli,...). Il numero di osservazioni dovrà essere tale da consentire una esauriente descrizione dell'unità; la densità minima proposta è di una osservazione per kmq. In questa operazione, come peraltro nella descrizione degli affioramenti, per garantire la completezza e la omogeneità dei dati è altamente raccomandabile l'uso di schede predisposte.

Dato che le unità che si cartografano molto spesso sono di spessore modesto, è molto importante che vengano rilevate con particolare attenzione le quote sul livello del mare degli affioramenti studiati. Ciò aiuterà nella costruzione di sezioni geologiche di dettaglio che serviranno per le correlazioni sia all'interno dell'unità, che tra le diverse unità. In particolare, nelle zone di margine delle pianure alluvionali, queste sezioni geologiche potranno permettere di correlare geometricamente i depositi intravallivi con quelli di pianura sia di superficie che di sottosuolo. Si raccomanda di costruire sezioni geologiche sia con una certa esagerazione della scala verticale rispetto alla scala orizzontale (ad esempio di 10 volte), che senza differenza di scala. Le prime sezioni permetteranno di percepire meglio le relazioni tra le diverse unità, le seconde serviranno per apprezzare i reali valori angolari dei rapporti.

Per quel che riguarda le forme, si consiglia (in accordo con quanto indicato nella Guida al rilevamento già disponibile), di riportare soltanto quelle che contribuiscono all'identificazione della unità in oggetto, demandando all'apposita cartografia geomorfologica la mappatura di dettaglio delle forme.

I suoli costituiscono un elemento descrittivo e caratterizzante delle unità geologiche; nella descrizione del profilo pedologico sarà opportuno porre particolare attenzione alla caratterizzazione dei vari orizzonti pedologici e alla stima del grado evolutivo del paleosuolo. Ciò permetterà di differenziare i depositi sulla base del loro grado di alterazione e di attribuire loro un'età relativa. Resta inteso che nella carta saranno indicate le ubicazioni di tutti gli affioramenti naturali, le cave, le trivellazioni manuali, gli scavi per fondazioni e di quant'altro studiato durante il rilevamento.

b) Prodotti attesi

Carta geologica preliminare in scala 1:10.000 o 1:25.000, con relativa legenda.

Alcune sezioni geologiche trasversali e longitudinali agli assi deposizionali del bacino, rappresentative della zona di studio.

Sezioni stratigrafiche misurate e schema stratigrafico preliminare dell'area.

3.4 Indagini di sottosuolo

a) Metodi

L'acquisizione di nuovi dati di sottosuolo è nella maggior parte dei casi strumento indispensabile per la produzione di una carta geologica di pianura di elevata qualità, che possa rappresentare corpi sedimentari nelle loro tre dimensioni. Tale acquisizione va comunque progettata tenendo conto in misura adeguata dell'elevato costo che essa comporta.

Per la progettazione delle indagini di sottosuolo si terrà presente che gli obiettivi da raggiungere sono molteplici:

1. verificare ed integrare il modello stratigrafico preliminare di sottosuolo;
2. caratterizzare i corpi, gli orizzonti e le superfici individuabili nel sottosuolo dal punto di vista litologico, geometrico, sedimentologico, petrografico, mineralogico, pedologico,...;
3. consentire la campionatura per analisi di laboratorio (es. torbe per la datazione al ^{14}C , materiale per analisi paleontologiche, petrografiche, palinologiche,...);
4. reperire informazioni in aree povere di dati;
5. acquisire eventuali dati ad uso applicativo, quali ad esempio la permeabilità degli orizzonti sia grossolani che fini.

Per il conseguimento degli obiettivi sopradetti è consigliabile l'esecuzione delle indagini di seguito elencate. Il loro numero, profondità e tipologia dipendono dalla natura dei depositi investigati, dalla complessità del quadro stratigrafico, dalla quantità e qualità di informazioni pregresse e dal budget a disposizione.

b) Prodotti attesi

Di ciascuna nuova indagine andrà compilata una documentazione apposita che la motivi, ne descriva gli obiettivi e le modalità esecutive .

3.4.1 Indagini dirette

Metodi

a) Sondaggi a carotaggio continuo:

In ciascuna pianura si dovrà eseguire almeno un carotaggio continuo, ubicato nella presunta zona depocentrale, finalizzato alla caratterizzazione dell'intera coltre di depositi alluvionali e al raggiungimento, se possibile, del substrato. In caso di pianure molto estese, sarà opportuno che il numero di sondaggi che arrivano al substrato permetta di caratterizzare i depositi laddove ci si aspettano le principali variazioni di spessore o di facies.

A questo/i sondaggio/i dovranno essere aggiunti ulteriori carotaggi continui, spinti a minor profondità, allo scopo di caratterizzare in dettaglio i corpi di sottosuolo che si intendono mappare. Nelle carote i singoli strati dovranno essere descritti accuratamente, indicando per ciascuno di essi la granulometria, l'eventuale organizzazione interna e le strutture sedimentarie, la petrografia dei sedimenti grossolani; si dovrà inoltre porre particolare attenzione allo studio dei suoli eventualmente presenti.

A titolo di esempio, per la realizzazione della carta geologica di pianura della Regione Emilia-Romagna (pianura bolognese) sono stati eseguiti mediamente 15 sondaggi a circa 50 metri e 3 sondaggi a circa 150 metri in ogni Foglio.

Dato l'alto costo e l'importanza di questo tipo di indagini, si raccomanda di attrezzarsi con magazzini per conservare le casse contenenti le carote per ogni eventuale ulteriore indagine.

Durante la perforazione dei sondaggi potranno anche essere rilevati dati di tipo idrogeologico (prove di permeabilità, prove di pompaggio,...) o geotecnico (prove S.C.P.T., prelievo di campioni indisturbati per analisi specifiche di laboratorio,...), in particolare se esistono Enti interessati (es. Aziende Municipalizzate Acqua, ..) all'utilizzo di questo genere di informazioni. Il rilevamento di questi dati comporta una spesa aggiuntiva modesta e può permettere di caratterizzare da un punto di vista applicativo, seppur in prima approssimazione, le unità di sottosuolo cartografate.

b) Sondaggi a distruzione di nucleo

Sono consigliabili nell'attraversamento di corpi sedimentari non carotabili, quali ad esempio corpi ghiaiosi di forte spessore.

3.4.2 Indagini indirette

Metodi

Attraverso questo tipo di indagini si possono ottenere informazioni di tipo indiretto sulla stratigrafia del sottosuolo, che viene dedotta attraverso l'interpretazione di alcuni parametri rilevati. Si ricorda

che per avere una interpretazione stratigrafica più affidabile, è indispensabile che ogni indagine indiretta sia calibrata con una indagine diretta.

L'utilizzo di queste indagini è da valutare di volta in volta, in relazione alle caratteristiche delle unità di sottosuolo che si vuole studiare. In questo senso le indagini indirette sono meno versatili rispetto a quelle dirette e in nessun modo possono sostituirle in toto.

a) Prove penetrometriche statiche

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

Dato il grado di dettaglio decisamente superiore ed il costo non troppo diverso, è preferibile utilizzare penetrometri dotati di punta elettrica e, dove possibile, anche di piezocono.

A titolo di esempio, per la realizzazione della carta geologica di pianura della Regione Emilia-Romagna (piana costiera nei pressi di Ravenna) sono state eseguite circa 200 prove penetrometriche a profondità massima di 30 ÷ 35 metri in un foglio 1:50.000.

b) Esecuzione di profili sismici a riflessione

A differenza di tutti gli altri tipi di indagine, l'analisi sismostratigrafica permette una rappresentazione bidimensionale del sottosuolo e quindi la correlazione di superfici. Ciò permette di analizzare direttamente le geometrie di sottosuolo, altrimenti deducibili solo tramite correlazioni di dati di pozzo.

Dati gli alti costi, il loro utilizzo deve avere motivazioni particolari.

E' invece auspicabile visionare, dove disponibili, le linee sismiche di proprietà dell'AGIP S.p.A..

A titolo di esempio, per la realizzazione della carta geologica di pianura della Regione Emilia-Romagna sono stati eseguiti 3 km di linea sismica ad alta risoluzione, nel Foglio 221. Gli alti costi di realizzazione e il risultato non particolarmente valido, hanno scoraggiato l'ulteriore impiego di indagini di questo tipo.

c) Sondaggi geoelettrici

Il loro utilizzo da buoni risultati se il sottosuolo è costituito da corpi ad elevato contrasto di resistività, di spessore decametrico. In alcuni casi, possono anche essere utilizzati per mappare il tetto del substrato qualora questo abbia una resistività marcatamente diversa da quella dei depositi continentali.

In aree con substrato fortemente tettonizzato, sono particolarmente indicati sondaggi elettrici di tipo multipolare (SEM). Per studi di maggior dettaglio finalizzati a definire con migliore accuratezza la geometria di corpi sepolti, può essere utilizzato il metodo della tomografia elettrica dipolare computerizzata, a condizione che i terreni circostanti abbiano caratteristiche di resistività ben diverse da quelle del corpo oggetto di indagine.

d) Carotaggi geofisici in pozzo

Particolarmente importante è l'utilizzo del carotaggio radioattivo Gamma ray log, basato sul rilevamento della radioattività naturale dei terreni. Infatti questo tipo di carotaggio può essere utilizzato per ottenere informazioni litologiche su pozzi per acqua esistenti dei quali non si conosce la stratigrafia, o per verificarla, in caso di informazioni litologiche ritenute poco attendibili. In considerazione del fatto che generalmente non si dispone di stratigrafia per la stragrande maggioranza dei pozzi esistenti, questo tipo di indagini è teoricamente molto interessante.

A titolo di esempio, per la realizzazione della carta geologica di pianura della Regione Emilia-Romagna sono state eseguite alcune prove di questo tipo di indagine in pozzi a stratigrafia nota nel conoide del Marecchia (nei pressi di Rimini), con esito incoraggiante.

Se dal punto di vista tecnico queste indagini sono molto interessanti, la loro applicazione diffusa è tuttavia inibita da problemi logistici legati alla difficoltà di accesso ai pozzi nelle proprietà private.

Altro tipo di carotaggi geofisici utilizzabili sono le indagini sismiche down-hole da effettuarsi nei fori di sondaggio per il rilevamento delle velocità delle onde sismiche nei terreni attraversati. I

valori ottenuti sono fondamentali per l'interpretazione delle linee sismiche passanti per il punto dove è stata eseguita l'indagine sismica down-hole.

A titolo di esempio, per la realizzazione della carta geologica di pianura della Regione Emilia-Romagna sono state eseguite con buon esito numerose prove di questo tipo in sondaggi profondi perforati dalla Regione stessa.

4. Campionatura per analisi

a) Metodi

Le sezioni migliori per continuità e chiarezza, sia di sottosuolo che di superficie, dovranno essere campionate per analisi di laboratorio.

Oltre alle analisi volte alla caratterizzazione stratigrafica descritte al punto 3.2, potranno essere effettuate analisi mineralogiche e petrografiche, per la caratterizzazione dei sedimenti fini e grossolani. Lo studio in sezione sottile dovrà essere effettuato anche in sedimenti non consolidati e nei suoli.

Nei casi in cui si ritenga utile dare una caratterizzazione applicativa alle unità mappate, si potranno eseguire analisi geotecniche quali granulometrie, edometrie, ecc...

Come più sopra precisato, queste analisi comportano costi aggiuntivi modesti e possono corredare le note illustrative di alcuni dati applicativi preliminari.

E' auspicabile che la campionatura per le analisi di laboratorio venga fatta direttamente con l'esperto che eseguirà le analisi.

Le schede per l'archiviazione delle suddette analisi dovranno essere concordate nell'ambito del presente progetto di cartografia geologica 1:50.000.

b) Prodotti attesi

Ubicazione e risultati delle analisi effettuate ed loro inquadramento nello schema stratigrafico dell'area.

5. Analisi riassuntiva e produzione della cartografia definitiva di superficie e di sottosuolo

a) Metodi

L'analisi riassuntiva dei dati acquisiti nelle fasi precedenti (rilevamenti di superficie e analisi di sottosuolo, analisi di laboratorio, datazioni) permette di verificare il quadro stratigrafico preliminare di superficie e di sottosuolo e di stendere la legenda definitiva.

Per quel che riguarda il sottosuolo, sarà a questo punto anche possibile validare in modo concreto la banca-dati geognostici, ed inserire nella banca-dati stessa l'informazione relativa all'affidabilità del dato.

I dati relativi al sottosuolo potranno essere esplicitati in diversa forma, a seconda della quantità di informazioni disponibili. Tali dati potranno quindi essere contenuti solamente nelle note illustrative, oppure, preferibilmente, in un apposito foglio allegato al foglio principale. Questo secondo foglio conterrà carte di sottosuolo e sezioni geologiche di sottosuolo, ad integrazione di quelle già riportate nel foglio principale.

5.1 Carta di superficie

a) Metodi

La carta geologica di superficie in scala 1:50.000 è ottenuta mediante un'operazione di sintesi interpretativa delle carte prodotte durante i rilievi, in scala 1:10.000 o 1:25.000.

Nell'esecuzione dei rilievi, l'attribuzione di una unità geologica ad un territorio di pianura può essere complicata dal fatto che lo strato lavorato (in generale i primi 50 cm.) è frequentemente caratterizzato da tessiture mescolate o da riporti; in questi casi quindi lo strato lavorato potrà non essere preso in considerazione per l'attribuzione dell'unità geologica.

Oltre a quanto indicato a tal proposito sulla Guida al Rilevamento, nella carta di superficie potrebbero essere riportate le isobate riferite al livello del mare, della base di una unità di sottosuolo; in tal caso si consiglia di mappare l'unità di rango principale (ad esempio la base dei depositi continentali).

La carta di superficie potrebbe anche riportare lo spessore dell'unità affiorante nei punti in cui questo è stato rilevato; in questo caso, un numero indicherebbe direttamente sulla carta lo spessore in metri dell'unità in questione.

Sulla carta dovranno essere riportate anche le localizzazioni dei sondaggi utilizzati per il tracciamento delle isobate; qualora la carta risultasse poco leggibile, isobate e localizzazioni saranno riportate su un'apposita carta di sottosuolo.

Spesso nella stesura di fogli contigui elaborati da gruppi di lavoro diversi si generano problemi di attacco; questo problema impone che i gruppi di lavoro si coordinino in corso d'opera, soprattutto per quel che riguarda l'elaborazione della legenda.

Si segnala inoltre che i sovrassegni per i sedimenti quaternari continentali indicati nella Guida al Rilevamento e nella Guida alla rappresentazione cartografica (Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III, n. 2) non esauriscono le situazioni riscontrabili nei sedimenti alluvionali, ed andrebbero pertanto integrate.

b) Prodotti Attesi

Carte geologiche di superficie in scala 1:25.000 e carta geologica di superficie in scala 1:50.000, complete di sezioni geologiche, schemi stratigrafici e legenda.

5.2 Carte di sottosuolo

a) Metodi

Le carte di sottosuolo riguardano la mappatura di corpi di sottosuolo importanti dal punto di vista stratigrafico e sufficientemente documentati.

Per ogni corpo dovranno essere tracciate le isobate (del tetto o della base) e le isopache e, se le informazioni lo consentono, anche le isolite o le isofacies. Dovranno essere inoltre riportate le localizzazioni dei punti utilizzati per la stesura della carta stessa.

Per motivi di leggibilità, su ogni carta potrà essere mappato un solo corpo di sottosuolo. Ciascuna carta dovrà riportare quindi lo schema stratigrafico del sottosuolo con evidenziata l'unità in questione.

La capacità predittiva della cartografia di sottosuolo, è evidentemente funzione della quantità dei dati disponibili e della complessità propria del sottosuolo; sarà compito del coordinatore del foglio mettere adeguatamente in evidenza questi concetti, nella redazione delle note illustrative o anche nelle legende delle carte di sottosuolo.

Resta da definire in modo adeguato la rappresentazione cartografica relativa a tale cartografia di sottosuolo.

b) Prodotti attesi

Tutte le carte geologiche di sottosuolo prodotte in scala 1:50.000 complete di legenda.

5.3 Sezioni geologiche

a) Metodi

L'illustrazione del sottosuolo sarà resa anche attraverso la realizzazione di numerose sezioni geologiche parallele e perpendicolari agli assi deposizionali del bacino. Anche per queste sezioni si raccomanda di utilizzare un'esagerazione verticale sufficiente per evidenziare i rapporti tra le diverse unità, e di realizzare nel contempo anche il profilo a scala unica; la scala orizzontale sarà invece 1:50.000.

Queste sezioni permetteranno di descrivere anche le unità di sottosuolo che, per scarsa quantità di dati, non sono state mappate.

Nel caso di fogli in cui siano presenti anche porzioni di rilievo con unità continentali o marino - marginali quaternarie, le sezioni geologiche dovranno indicare le possibili correlazioni tra le unità di superficie e quelle di sottosuolo, soprattutto per quanto riguarda le unità di rango maggiore.

La localizzazione di queste sezioni dovrà essere riportata sulla carta geologica di superficie, o, nel caso in cui vi siano problemi di leggibilità, su un'apposita carta a parte.

b) Prodotti attesi

Tutte le sezioni geologiche realizzate

5.4 Master Log

a) Metodi

Si tratta del documento riassuntivo attraverso il quale viene illustrato ogni sondaggio realizzato. In esso sono riportate: modalità di perforazione, descrizione litologica dettagliata dei terreni attraversati, interpretazione sedimentologica delle facies, risultati delle analisi eseguite sia durante la perforazione che in laboratorio

b) Prodotti attesi

Master log di tutti i pozzi realizzati.

Bibliografia

AA.VV. (1983) " North American Stratigraphic Code" AAPG Bull. 67 , 841-875.

Bini A. (1994) "Problems and methods of geologic survey of quaternary continental deposits: examples from glacial deposits" 1st European Congress on Regional Geological Cartography and Information Systems, Volume I, 65-66.

Servizio Geologico Nazionale (1992) " Carta Geologica d'Italia - 1:50.000, Guida al rilevamento " Quaderni, serie III, vol. 1.

Servizio Geologico Nazionale (1996) " Carta Geologica d'Italia - 1:50.000, Guida alla rappresentazione cartografica " Quaderni, serie III, vol. 2.