

La conoscenza geologica e la progettazione di grandi infrastrutture

Geological knowledge and infrastructural design

BOERIO V. (*), POLATTINI S. (**),
TOGNALA B. (**)

ABSTRACT – In this article we illustrate the way in which SPEA uses geological bibliographical data, with the precise reference to the National Geological Cartography (CARG). So, we will use a specific example, referring to the Genova motorway section, as this lay-out follows an extremely complex geological-structural context. It is clear that the geological configuration can influence technological choices (a choice related to the use of the most efficient systems to carry out the excavation of the tunnels, e.g. perforation – shot, TBM, EPB, etc.), or can determine the geotechnical feasibility of certain works. It is also evident that the geological bibliography should supply a significant additional value to engineering projects, provided that the limits of the models expressed are respected. In order to define these limits, the universal principles of linguistic modelling are used (BANDLER, 1982) and in particular the following elements:

(1) generalisation, (2) cancellation (3) deformation.

In conclusion, we confirm that any geological map designed by those with technical and engineering expertise contains information which are mostly different with respect to a similar map conceived on a geological-scientific basis; as a consequence, it would be impossible to make a geological model of the other, without carrying out specific on-site activities (geological-technical surveys and investigations).

PAROLE CHIAVE: Autostrada, CARG, Genova, Geologia, Progetto, SPEA.

KEY WORDS: CARG, Design, Genova, Geology, Motorway, SPEA.

1. - PROGETTAZIONE E GEOLOGIA

Progettare, costruire e mantenere infrastrutture autostradali, cioè opere che attraversano il territorio senza soluzione di continuità, significa adottare un punto di vista che integri gli aspetti tecnici di dettaglio a quelli territoriali; da qui deriva il ruolo prioritario degli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici. In particolare si intende focalizzare l'attenzione sia sul valore dei dati bibliografici, sia sui limiti intrinseci al loro utilizzo, ciò in conformità con le indicazioni contenute nelle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni (Decreto 14 gennaio 2008). Il legislatore sancisce infatti la necessità di scindere le indagini di progetto in due distinte fasi ed in particolare di concepire una prima fase di “caratterizzazione e modellazione geologica del sito” ed una seconda fase di “indagine, caratterizzazione e modellazione geotecnica”.

La prima fase rappresenta l'oggetto dei progetti preliminari, i quali perseguono i seguenti obiettivi prioritari: ricostruzione dei caratteri litologici, dei rapporti stratigrafico - strutturali, degli elementi geomorfologici e degli elementi idrogeologici; cioè la definizione di tutto ciò che possa esse-

(*) SPEA Ingegneria Europea - Responsabile Ufficio Geologico

(**) SPEA Ingegneria Europea - Ufficio Geologico

re riferito al concetto di “pericolosità geologica del territorio”.

Mediante un esempio specifico, riferito al tratto autostradale di potenziamento del Nodo Genovese, si intende illustrare la prospettiva adottata dalla SPEA per l'utilizzo di dati bibliografici quali ad esempio quelli della Cartografia Geologica Nazionale (CARG).

2. - DATI PROGETTUALI DI BASE

La prima attività da svolgere, propedeutica a qualsiasi progettazione preliminare, consiste nella ricerca dei dati di base. Tale indagine viene svolta sia presso enti pubblici, sia presso enti privati, con il fine di collezionare i seguenti elementi:

- cartografia tematica (es. CARG, PAI, studi geologico - applicativi e scientifici);
- cartografia degli strumenti urbanistici (es. piani strutturali, PTCP);
- indagini geognostiche pregresse (es. c/o Autostrade, Province, Regioni, ISPRA);
- censimento pozzi e sorgenti (es. c/o ARPA, Province, enti gestori delle reti acquedottistiche);
- dati pluviometrici (es. c/o ARPA, servizi idrografici ed idrologici).

3. - PROGETTO PRELIMINARE DI POTENZIAMENTO DEL NODO DI GENOVA

Il Nodo stradale e autostradale di Genova prevede:

1) la realizzazione di un nuovo tratto in variante rispetto all'autostrada esistente tra Vesima e Genova Ovest (16,5 km di tracciato con sviluppo prevalentemente sotterraneo: “Gronda di Ponente”);

2) l'adeguamento dell'autostrada A7 nel tratto compreso tra Begato e Genova Ovest e la sua continuazione verso la zona portuale di Sampierdarena;

3) la realizzazione della nuova carreggiata est dell'autostrada A12 tra Begato e Genova Est;

4) vari interventi di svincolo e di connessione alla viabilità ordinaria preesistente.

Per quanto attiene alla cartografia geologica generale si è fatto riferimento all'atlante cartografico geologico del comune di Genova alla scala 1:10.000, oltre che ai Fogli “Pegli” e “Genova” della cartografia CARG, in particolare degli elaborati alla scala 1:25.000.

Per quanto attiene alla cartografia strutturale di base si è fatto riferimento principalmente al modello strutturale d'Italia del CNR alla scala 1:500.000 ed all'inquadramento strutturale CARG alla scala 1:25.000.

Il quadro generale evidenzia la presenza di

unità metamorfiche derivanti da rocce di crosta oceanica e dalle relative coperture sedimentarie; in particolare si individua:

a) un settore occidentale interessato da metamorfismo in facies scisti blu, con successiva riequilibratura in facies scisti verdi;

b) un settore orientale contraddistinto da metamorfismo decrescente dalla facies scisti blu, fino ad una totale assenza di metamorfismo;

c) la presenza diffusa in parecchie aree di sedimenti non metamorfici tardo e post orogenici. Dal punto di vista strutturale si riconosce:

I) la giustapposizione dei domini orogenici alpino ed appenninico;

II) la presenza di tre distinte zone con differenti stili deformativi (Gruppo di Voltri, zona Sestri - Voltaggio, dominio dei flysch appenninici);

III) una distribuzione deformativa molto eterogenea nell'ambito delle differenti litologie;

IV) una complessa evoluzione polifasica, soprattutto nel Gruppo di Voltri (fig. 1).

Nell'ambito di un contesto geologico-strutturale di tale complessità si ravvisa la presenza di numerosi elementi tali da influenzare sia le scelte tecnologiche (scelta dei sistemi di scavo per le gallerie fra perforazione-sparo, TBM, EPB, ecc.), sia la fattibilità geotecnica di alcune opere.

A titolo d'esempio si citano tre elementi di rilievo dal punto di vista delle ripercussioni progettuali:

1) presenza di litotipi molto eterogenei e di elementi tettonici regionali, che si esplica sia in termini di resistenze molto variabili, sia in termini di estrema deformabilità di alcune porzioni d'ammasso;

2) differenti modalità di circolazione idrica negli ammassi rocciosi tettonizzati, che determina afflussi idrici in pressione nelle gallerie;

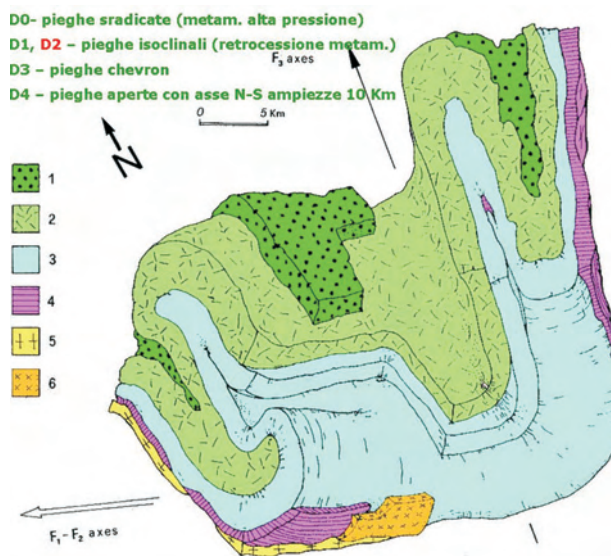


Fig. 1 - Schema strutturale del Gruppo di Voltri, (CAPPONI *et alii* 1994).
- *Tridimensional interpretation of the Voltri Group* (CAPPONI *et alii* 1994).

3) presenza di dissesti interferenti con le opere.

La definizione di tali aspetti ha implicato lo sviluppo delle seguenti attività a tema geologico:

- programmazione ed esecuzione di indagini geognostiche in sito (1.490 m di carotaggio continuo, 1.000 m di sismica a rifrazione, 1.300 m di stendimenti geoelettrici) ed in laboratorio (prove geotecniche);

- rilievo geologico e geomorfologico in sito alla scala 1:5.000 (55 km²);

- analisi geomorfologica e strutturale dei fotogrammi aerei;

- censimento in sito dei punti d'acqua;

- studio sull'amianto naturale;

- esecuzione di rilievi geostrutturali.

Gli elaborati tecnici prodotti sono consistiti in alcuni rapporti sulle indagini, in una relazione geologica ed idrogeologica ed in una serie di carte tematiche alla scala 1:5.000, in particolare: carta geologica (fig. 2), carta strutturale (fig. 3), carta geomorfologica, carta idrogeologica, carta dei vincoli, profilo geologico – geomeccanico, studio relativo alla presenza di amianto naturale.

4. - MECCANISMI DI MODELLAMENTO

I dati bibliografici, quali ad esempio quelli derivabili dalla Cartografia Geologica Nazionale (CARG), forniscono un significativo valore aggiunto per i progetti ingegneristici, ciò a patto che siano rispettati i limiti dei modelli che rappresentano. Al fine di definire tali limiti è possibile ricorrere ai principi universali del modellamento

(BANDLER, 1982) ed in particolare ai modelli linguistici, con i loro tre meccanismi di base, che possono essere facilmente espressi anche in un contesto di modellazione geologica:

1) meccanismo di “generalizzazione”, che consiste nell’assimilare ciò che viene osservato a modelli mentali costruiti sulla base delle specifiche esperienze dei singoli rilevatori;

2) meccanismo di “cancellazione”, che consiste nell’ignorare tutti gli elementi che esulano dallo specifico scopo che persegue il rilevatore;

3) meccanismo di “deformazione”, che consiste nel distorcere il significato di ciò che viene osservato e nell’adattarlo al modello mentale più “comodo” tra quelli che il rilevatore si è costruito nel corso del rilevamento.

A questo punto risulta evidente come una carta geologica, costruita da geologi che posseggono esperienze per lo più tecnico – ingegneristiche e che operano con finalità di tipo applicativo, possa contenere informazioni differenti rispetto ad un elaborato concepito su base scientifica per gli scopi della Cartografia Geologica Nazionale.

Risulta altresì evidente come non sia possibile derivare un modello geologico dall’altro, nemmeno in fase di progettazione preliminare, se non a valle di specifiche attività conoscitive condotte in sito (rilevamento geologico – tecnico ed indagini geognostiche).

A titolo d’esempio si citano le serpentiniti presenti in corrispondenza del Nodo autostradale di Genova: si tratta di un litotipo che, nell’ambito della legenda CARG è stato differenziato in funzione delle paragenesi metamorfiche, il che ha



Fig. 2 - Progetto preliminare potenziamento del Nodo di Genova (planimetria e profilo geologico). SPEA Ingegneria Europea 2008.
- Gronda di Genova, geological advanced preliminary project. SPEA Ingegneria Europea 2008.

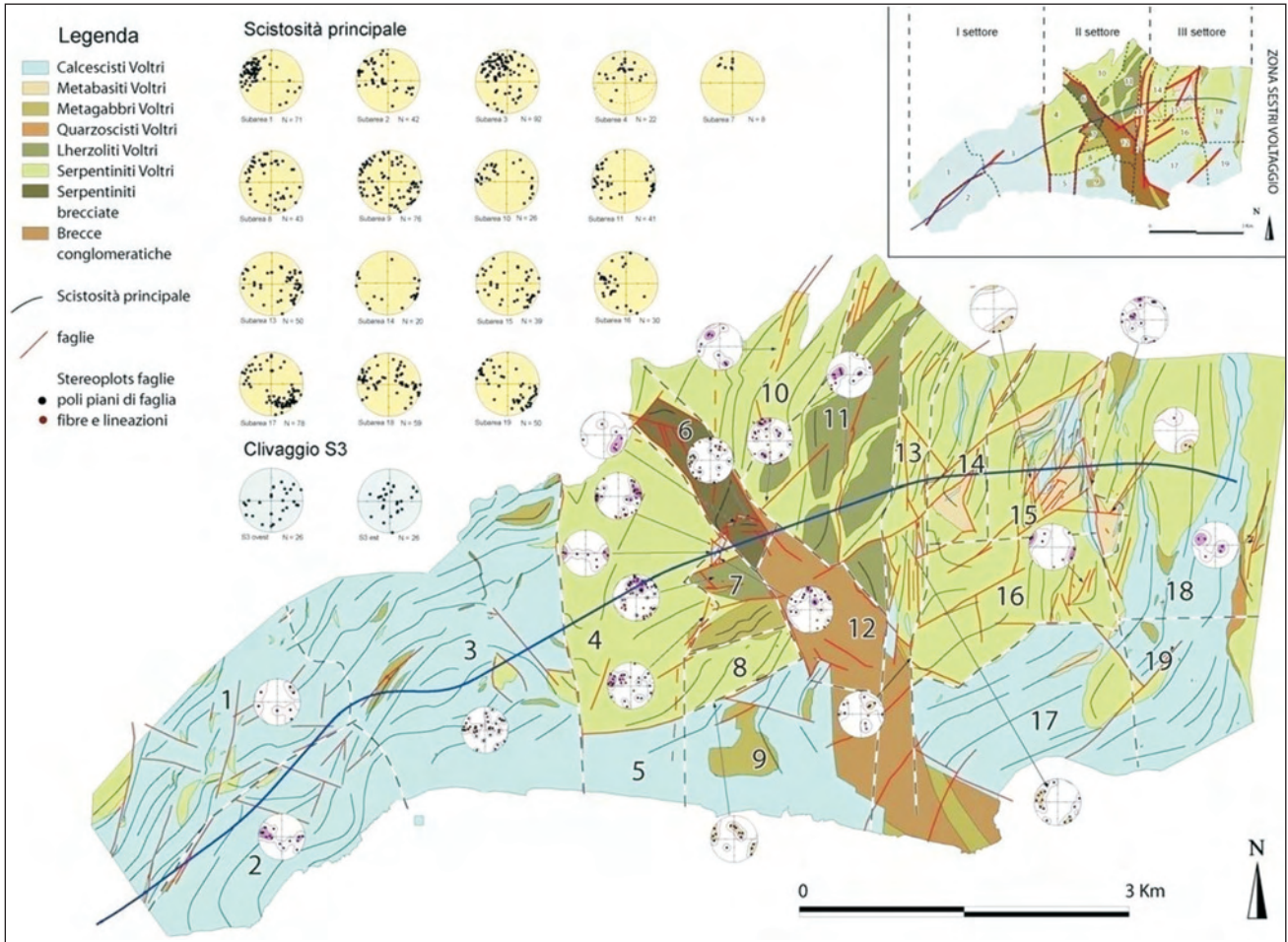


Fig. 3 - Progetto preliminare potenziamento del Nodo di Genova (studio strutturale con analisi di scistosità e clivaggio). SPEA Ingegneria Europea 2008. - Gronda di Genova, structural geology advanced preliminary project. SPEA Ingegneria Europea 2008.

determinato l'identificazione di quattro unità tettoniche che si differenziano in modo netto dal punto di vista petrografico (Figogna, Cravasco-Voltaggio, Palmaro-Caffarella e Voltri), ma che sono del tutto assimilabili dal punto di vista meccanico. Viceversa nell'ambito della legenda geologico-tecnica predisposta da SPEA viene aggiunta una suddivisione in funzione degli elementi tessuturali e strutturali, che generano un significativo riscontro meccanico (serpentiniti massicce-foliate, tessitura brecciata, tessitura cataclastica fissile, foliazione spinta fino a milonisi). Le serpentiniti massicce - foliate rappresentano rocce resistenti (40 - 100 MPa), con un indice qualitativo d'ammasso GSI di 40-50; le serpentiniti brecciate sono materiali rocciosi deboli (10 - 20 MPa), con un indice qualitativo GSI di 20-30; le serpentiniti cataclastiche sono materiali molto deboli (4 - 15 MPa), con indice qualitativo GSI di 12-22.

Ringraziamenti

Oltre ai colleghi che quotidianamente contribuiscono alla costruzione del patrimonio d'esperienza della SPEA, un particolare ringraziamento al Dr. D. Battaglia ed alla Dr.ssa A. Cavaliere.

SINTESI BIBLIOGRAFICA

- Foglio 213-230 "Genova" - Sezioni 213-2 Genova e 213-3 Pegli (scala 1:25.000). Progetto CARG.
- BANDLER R. (1982) - *Programmazione Neurolinguistica; lo studio della struttura dell'esperienza soggettiva*. Astrolabio Ubaldini edizioni.
- CAPPONI G. & CRISPINI L. (2002) - *Structural and metamorphic signature of alpine tectonics in the Voltri Massif*. *Eclogae geol. Helv.*, **95**: 31-42.
- CAPPONI *et alii* (1994) - *Carta geologico strutturale del settore centro meridionale del Massiccio di Voltri e note illustrative*, *Boll. Soc. Geol. It.*, **113**: 383-394.
- COMUNE DI GENOVA, LIGURIA REGIONE INTEGRATA, AMGA spa (scala 1:10.000) - *Atlante cartografico geologico del comune di Genova*.