

INTRODUZIONE

La prospezione geofisica è consistita nell'esecuzione di sondaggi elettrici verticali (S.E.V.) e doppio dipolo che hanno interessato le pendici meridionali di Monte Campese nel Comune Formia (LT), in prossimità della piana costiera.

Scopo dello studio è stato quello di definire l'assetto litostratigrafico e idrogeologico dal punto di vista geoelettrico integrando i dati provenienti dal rilevamento geologico e da alcuni sondaggi meccanici limitrofi, per la progettazione della variante pedemontana alla s.s. 7 Appia in un tratto di galleria artificiale che interesserà le pendici meridionali di Monte Campese (v. cartografia allegata).

Come base topografica si è utilizzata la carta CTR 1:10.000 n. 415120 (Formia).

La prospezione elettrica è stata eseguita nel mese di Dicembre del 2000, per un totale di n.4 sondaggi elettrici verticali (1240 ml di stendimenti) e n.19 sondaggi elettrici a doppio dipolo (2622 ml di stendimenti). In relazione al nuovo tracciato (2003-2004) della variante la presente prospezione geoelettrica interessa la galleria artificiale "Campese 2"

METODOLOGIA DI PROSPEZIONE GEOELETRICA

Le metodologie applicate in questo caso (metodo dei SEV e del Doppio dipolo) risultano essere, abbinate, le più idonee a valutare variazioni verticali nel comportamento elettrico dei terreni.

Il Sondaggio Elettrico Verticale, infatti, consiste nell'eseguire successive misure di resistività del terreno allargando progressivamente gli elettrodi di corrente, mantenendo fisso il centro del dispositivo di misura. Si è constatato infatti che la frazione della corrente che fluisce in profondità dipende dalla distanza tra gli elettrodi di corrente.

Supponendo che il terreno sia costituito da due strati orizzontali di resistività ρ_1 e ρ_2 , ipotizzando inoltre il primo strato abbastanza potente, per piccole distanze interelettrodiche saranno solo piccole porzioni del primo strato ad essere interessate, per cui si determina la resistività ρ_1 .

A mano a mano che si allargano gli elettrodi, volumi di terreno via, via maggiori saranno interessati dalla corrente sino a comprendere porzioni del secondo strato.

La resistività che così si determina non è né quella del primo strato né quella del secondo, ma una resistività apparente. Il medesimo discorso vale per il caso di più strati o, in generale, in presenza di terreno non omogeneo e isotropo. I valori di resistività apparente, ottenuti nelle successive misure, vengono riportati in un diagramma bilogarithmico in funzione di $AB/2$ espresso in metri.

Il dispositivo elettrodico impiegato per i Sev è SCHLUMBERGER, mentre per il doppio dipolo è assiale.

L'interpretazione dei dati sperimentali è stata processata tramite il software interattivo RESIXPlus della *Interpex Ltd.*

In allegato vengono riportati i risultati delle interpretazioni ed i relativi fogli riassuntivi per ogni

SEV e Doppio dipolo, con le dizioni in lingua Inglese.

La traduzione dei termini è la seguente:

- Client = committente; - Location = località;
- County = unità territoriale; - Project = progetto;
- Elevation = altitudine in metri s.l.m.;
- Fitting error = errore di allineamento percentuale;
- Thickness = spessore;
- Long. Cond. = conduttanza longitudinale ($S = \rho / h$);
- Trans. Res. = resistenza trasversale ($T = \rho * h$);
- Spacing = spaziatura dello stendimento;
- Sounding = numero sondaggio elettrico;
- Equipment = attrezzatura impiegata;
- Data = valore di resistività apparente misurato in campagna (curva sperimentale);
- Synthetic = valore di resistività apparente individuato dalle curve (curva teorica);
- Difference = differenza percentuale fra il valore di resistività apparente misurato in campagna ed il valore di resistività apparente individuato dalla curva teorica.

I sondaggi elettrici con disposizione elettrodica a doppio dipolo assiale differiscono dai Sev per la geometria del posizionamento degli elettrodi sul terreno, in quanto i due elettrodi di corrente AB (a distanza reciproca fissa = a) vengono spostati in una direzione, mentre i due elettrodi di potenziale MN vengono mossi in direzione opposta. Si forma così un doppio dipolo ben distinto da una classica configurazione Schlumberger (con linea AB esterna e linea MN interna).

I primi tabulati allegati sono numerati da $1a$ a $4a$ per i dati relativi ai n.4 sondaggi elettrici verticali, seguiti dai n.19 sondaggi elettrici a doppio dipolo numerati da 1 a 19.

Gli stendimenti (interdistanza elettrodica dei picchetti di corrente e potenziale allineati lungo una linea retta) dei sondaggi elettrici verticali e doppio dipolo sono stati effettuati nei limiti connessi all'agibilità dei singoli punti, parallelamente alle isoipse.

RISULTATI DELLA PROSPEZIONE GEOELETRICA

L'indagine geoelettrica per la variante alla S.S. n.7 nel comune di Formia (LT), nel tratto che interessa la galleria artificiale "Campese 2", è stata effettuata alla base del versante sud di Monte Campese; le ubicazioni dei sondaggi elettrici eseguiti sono riportate nella planimetria allegata.

L'analisi delle interpretazioni dei Sondaggi Elettrici eseguiti, unita ai dati litostratigrafici disponibili, ha permesso la definizione di alcuni "domini" di variabilità dei valori di resistività elettrica ad ognuno dei quali è stata attribuita una associazione di terreni o un litotipo singolo:

- a) resistività variabile da 50 a 150 Ohmxm riferibile a terreno di copertura o alterazione dei conglomerati;**
- b) resistività compresa tra 350 e 1500 Ohmxm riferibile a rocce carbonatiche (conglomerati);**
- c) resistività inferiore o pari a 50 Ohmxm riferibile a terreni argillosi;**

E' possibile individuare, al di sotto dei termini conglomeratici, intercalate nei depositi schiettamente argillosi, alternanze a resistività compresa tra 35 e 80 Ohmxm (resistivi relativi) interpretabili come orizzonti ad elevata componente detritica carbonatica in matrice "terrigena".

Le elettrostratigrafie prodotte dall'interpretazione dei SEV, confrontate con i dati del rilevamento geolitologico, evidenziano una buona sovrapposizione dei dati elettrostratigrafici con i dati litostratigrafici. Si rammenta che nell'area in oggetto non sono stati effettuati sondaggi meccanici a carotaggio continuo, anche a causa dell'inagibilità del sito a macchine da perforazione. Il carotaggio meccanico più vicino eseguito è il S2.

Inoltre, si sottolinea che i valori delle resistività vere, riportate nei tabulati allegati, rappresentano principalmente la resistività propria del liquido interstiziale eventualmente presente nel livello considerato e subordinatamente la resistività propria del litotipo asciutto.

Il **sev n.1a** rileva circa 1.6 m di terreno di copertura a resistività intorno ai 148 ohm/m seguito fino a ca. 15.2 m da un livello a resistività elevata (1264 ohm/m) interpretabili come conglomerati asciutti, da 15.2 a 44.4m dal p.c. si evidenziano 17 ohm/m attribuibili ad argille, chiude la serie individuata un termine a 33 ohm/m.

Il **sev n. 2a** evidenzia un livello di circa 0.5m a resistività di 439 ohm/m, seguito da ca. 1.3 m a resistività di 20 ohm/m, entrambi interpretabili come terreni di copertura con pezzame conglomeratico, da 1.3 a 3.3m si rilevano 349 ohm/m riferibili a conglomerati, chiude la serie individuata una successione che da 6 ohmxm fino a 12.2m, passa a 74 ohmxm fino a 19.8m per terminare con un livello conduttivo a 4 ohm/m. Questa successione profonda è stata interpretata come una alternanza di materiali argillosi con intercalazioni detritiche carbonatiche (da 12.2 a 19.8m).

Il **sev n.3a** individua circa 1.7m di terreno di copertura a resistività intorno ai 39 ohm/m seguito fino a 3.7m da una resistività pari a 55 ohm/m, fino a ca. 22.2m si evidenziano 12 ohm/m, da 22.2 a 63.6m da p.c. abbiamo 36 ohmxm, chiude la serie individuata un termine conduttivo a 6 ohm/m.

Il presente sev non ha quindi rilevato la presenza di conglomerati nel sottosuolo, seppur presenti in affioramento come una serie di “placche”, discontinue e di limitato spessore (rappresentanti la base dell’Unità), poggianti sui depositi argillosi caotici.

Il **sev n.4a**, molto simile al n.3, rileva circa 1.6 m di terreno di copertura a resistività intorno ai 38 ohm/m seguito da ca. 29.5m a resistività di 14 ohm/m, fino a ca. 50.5m dal p.c. si evidenzia

una resistività di 56 ohm/m, chiude la serie individuata un termine conduttivo a 6 ohm/m. Come per il sev n.3 anche il n.4 non ha individuato la presenza di conglomerati nel sottosuolo.

I sondaggi elettrici a doppio dipolo hanno evidenziato, in sintesi, la presenza di litotipi conduttivi riferibili ad argille per tutte le verticali investigate dal n.1 al n.10 ubicati “a valle”.

I d.d. dal n.11 al n.19 ubicati nell’allineamento “a monte” hanno rilevato la presenza di una esigua copertura composta da terreni residuali e vegetali seguiti da termini resistivi di spessore variabile da un minimo di 6 ad un massimo di 20m circa, attribuibili ai conglomerati (sovrastanti i termini argillosi caotici). La base dei conglomerati è stata individuata, riguardo all’allineamento dei d. d. a monte, ad una profondità variabile da 10 a 22m da p.c.

La presente prospezione ha individuato una serie di elettrostratigrafie verticali che sono state correlate ai dati del rilevamento geolitologico, così permettendo l’attribuzione, sempre interpretativa, di intervalli di resistività riferiti a litotipi distinti.

La prospezione geoelettrica è stata finalizzata principalmente all’individuazione del contatto litostratigrafico sepolto tra litotipi a notevole contrasto elettrico, come per esempio conglomerati carbonatici su argille, ed all’individuazione di una eventuale falda idrica presente alla base dei conglomerati.

L’Unità dei conglomerati di Monte Campese si comporta come una roccia “serbatoio” dotata di permeabilità secondaria con il lato a valle “aperto” (non “chiuso” dal punto di vista idraulico), dove l’acqua piovana che s’infiltra (su tutta la superficie di M.Campese composta da conglomerati corrispondente a circa 1.1 kmq) viene drenata all’interno dei conglomerati, parzialmente immagazzinata e rilasciata con un tempo di ritardo (di entità limitata), e portate unitarie anche notevoli, concentrate in direttrici di flusso localizzate.

I punti di emergenza sono così localizzati al piede del versante sudorientale del monte, in quanto le quote assolute del contatto con le “argille caotiche”, che costituiscono

“l'impermeabile relativo” di base ai conglomerati pliocenici, raggiungono i valori minimi. Generando così delle sorgenti per soglia di permeabilità sottoposta, le cui emergenze esistenti si trovano poste a quote sensibilmente più basse della galleria artificiale.

Nell'area dove è stata eseguita la prospezione elettrica non è stata rilevata la presenza di una falda idrica al contatto con i conglomerati. Nel contempo sono state individuate delle “risalite” nei valori di resistività, all'interno dei depositi “terrigeni” conduttivi sottostanti, che sono state interpretate come imputabili alla presenza di livelli a notevole percentuale carbonatica quindi assimilabili ad orizzonti conglomeratici e/o detritici con breccia anche di spessore plurimetrico, inglobati nei depositi argilloso-caotici.

Concludendo, in base alla interpretazione dei risultati della presente indagine geoelettrica nelle aree investigate riguardanti una parte del tracciato della galleria artificiale “Campese 2” (da sez.305 a sez.313), è possibile riportare quanto segue:

- Lungo il tracciato della galleria artificiale, al di sotto dei conglomerati dovrebbero essere presenti termini argillosi conduttivi ad una quota assoluta variabile intorno ai 76-78m s.l.m. nell'intorno della sez. 305, 67-69m nell'intorno della sez. 307 e 55-57m nell'intorno della sez. 313. I sondaggi elettrici hanno rilevato la presenza dei conglomerati nel sottosuolo solo in parte, seppur presenti in affioramento come una serie di “placche”, discontinue e di spessore variabile estese verso valle (rappresentanti la base dell'Unità dei conglomerati neritici), poggianti sui depositi argillosi caotici miocenici.
- Questi terreni argillosi presentano in profondità delle intercalazioni a resistività più elevata interpretate come detrito carbonatico (presumibile breccia e/o ghiaia in matrice terrigena), probabilmente sede di drenaggi di entità limitata.
- Non è stata rilevata la presenza di una falda idrica perenne alla base dei conglomerati, che costituiscono un volume notevole di roccia serbatoio dotata di permeabilità secondaria, “tamponata” inferiormente, in grado di drenare in tempi brevi gli apporti meteorici, risultanti dall'aliquota d'infiltrazione efficace, verso valle.