



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA E DELL'AMBIENTE



Piano Nazionale
Lauree Scientifiche

Piano Nazionale Lauree Scientifiche 2014-2016 (DM 976/2014, art. 3 comma 4 e 5 ed art. 4)
Progetto Nazionale Geologia
PLS-L34 – UniPV, Università di Pavia

LABORATORIO PLS PER LE SCUOLE SECONDARIE DI SECONDO GRADO
“ESPLORANDO IL SOTTOSUOLO”

Anno Scolastico 2016-2017
Attività sperimentali svolte nel periodo 14-16 giugno 2017
presso il DSTA dell'Università di Pavia, Via Ferrata 1, Pavia

RELAZIONE SUL LABORATORIO SVOLTO

Responsabile del laboratorio PLS per l'Università di Pavia
Prof. **Patrizio Torrese**

Responsabile del laboratorio PLS per l'Istituto d'Istruzione Superiore
“A. Omodeo” di Mortara (PV)
Prof. **Flavio Polledri**

Responsabile del laboratorio PLS per l'Istituto d'Istruzione Superiore
“A. Maserati” di Voghera (PV)
Prof.ssa **Marialuisa Castoldi**

Responsabile PLS-L34 – UniPV
Prof. **Patrizio Torrese**

Studente
Chiara Balladori
Istituto d'Istruzione Superiore
“A. Omodeo” di Mortara (PV)
Classe III ^A

METODI DI MISURA DELLA RESISTIVITÀ SUL TERRENO

La **geoelettrica di resistività** è un metodo geofisico che si basa sull'applicazione di correnti elettriche nel sottosuolo mediante due elettrodi (Fig. 20a) detti "**elettrodi di corrente**" e sulla misura della tensione (differenza di potenziale) indotta, mediante altri due elettrodi, detti "**elettrodi di potenziale**". Gli elettrodi, infissi nel terreno, sono collegati mediante un cavo (Fig. 20b, 20c) multipolare (i.e., in grado di collegare simultaneamente molte coppie di elettrodi) a uno strumento detto "georesistivimetro" (Fig. 20d, 20e) che controlla l'erogazione della corrente elettrica e permette di eseguire misure elettriche.

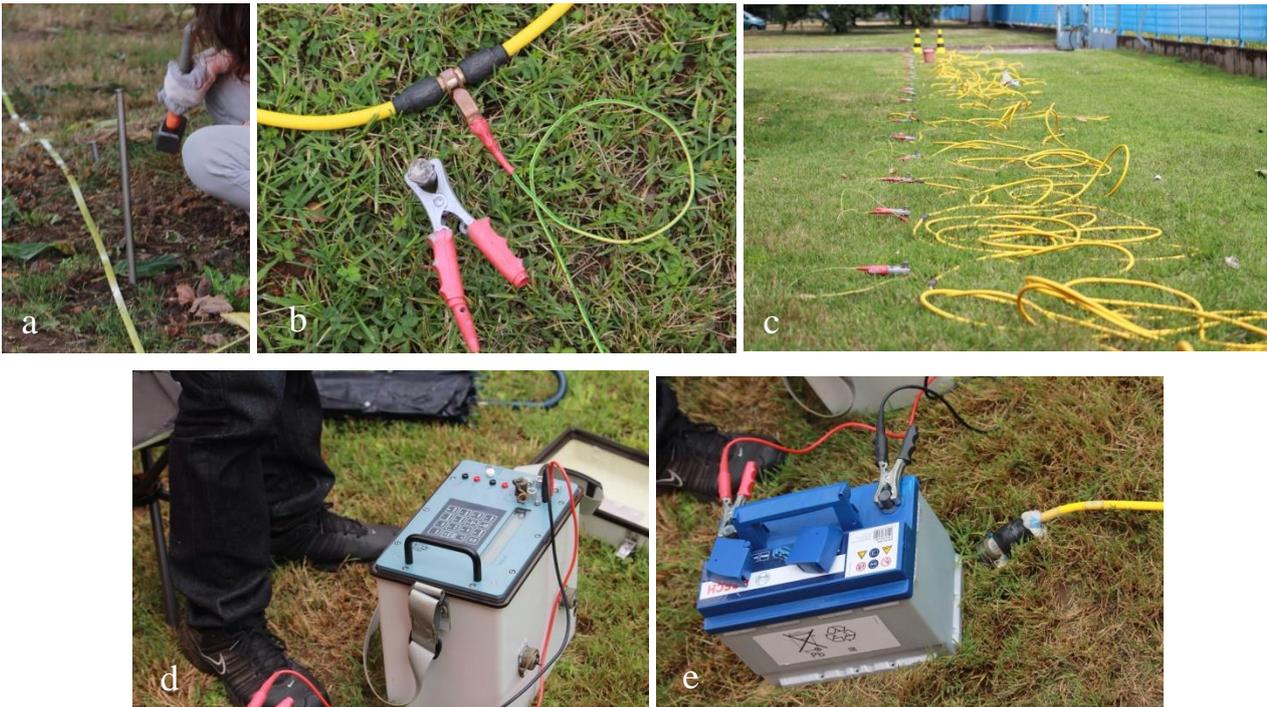


Figura 19: elettrodi di corrente (a), cavo di collegamento tra gli elettrodi (b, c), georesistivimetro (d, e).

La distanza tra gli "elettrodi di corrente" influenza la **profondità d'investigazione**, mentre la distanza tra gli "elettrodi di potenziale" influenza la **risoluzione laterale** dell'indagine.

Il parametro che viene misurato è la resistività elettrica delle rocce che dipende dal tipo di roccia, dalla sua porosità, dalla presenza di fluidi (e.g., acqua di falda), dal contenuto ionico di questi. La ricostruzione di **modelli di resistività** permette di caratterizzare le rocce del sottosuolo, individuare **falde acquifere, siti inquinati, strutture sepolte, cavità, faglie**.

I metodi geoelettrici di resistività consistono nella determinazione sperimentale dei valori di resistività elettrica che caratterizzano il sottosuolo. Mediante l'utilizzo di strumentazione appropriata, si effettuano misure con una serie di elettrodi opportunamente posizionati e infissi nel terreno, immettendo corrente elettrica nel terreno (applicando una differenza di potenziale elettrico). La strumentazione per la misura della resistività è formata da:

- un **generatore di corrente elettrica** (i.e., batteria) per l'immissione di corrente nel terreno;
- una serie di **elettrodi** (minimo quattro: A e B elettrodi di corrente, M e N elettrodi di potenziale) (fig. 20a);
- **strumenti per la misura** dell'intensità di corrente (amperometro) immessa nel terreno mediante gli elettrodi A e B e della differenza di potenziale (voltmetro) tra i due elettrodi M e N.

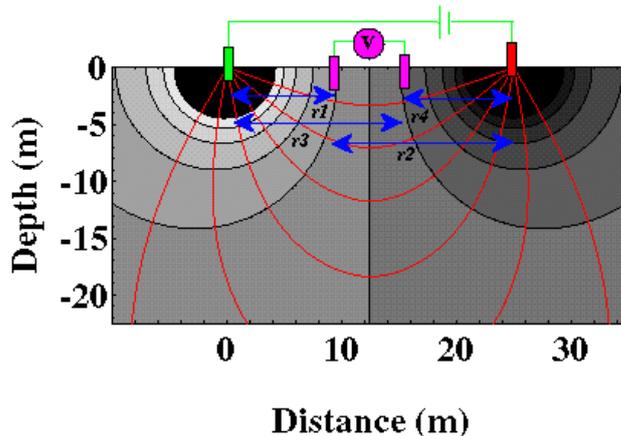


Figura 20: linee di corrente e superfici equipotenziali in un semispazio omogeneo: elettrodi di corrente in verde e rosso, elettrodi di misura in viola.

Per la maggior parte delle applicazioni è utilizzata **corrente continua**. Per evitare fenomeni di **polarizzazione** si **inverte la polarità** della corrente e si effettua una media dei valori misurati. È anche necessario annullare i **potenziali spontanei** naturali e antropici. Può essere utilizzata anche **corrente alternata a bassa frequenza** (60-120 Hz).

Gli elettrodi sono usualmente dei picchetti di **acciaio inox**, **bronzo** o **rame** con lunghezza tipica di 40 cm. Gli elettrodi sono inseriti nel terreno in modo da produrre un **buon contatto**. In caso di **suoli asciutti** o a **granulometria grossolana**, è possibile migliorare il contatto con l'uso di **soluzioni saline** o semplicemente di acqua attorno agli elettrodi. Nel caso di pavimentazioni stradali si possono utilizzare speciali elettrodi costituiti da piastre in acciaio inox poggiate sul pavimento; il contatto elettrodo-pavimentazione è assicurato dall'utilizzo di soluzioni saline.

I dati acquisiti sono valori di **resistività apparente**, diversi dai valori di **resistività reale**: la resistività apparente è definita come la resistività di un semispazio elettricamente **omogeneo ed isotropo** che presenti gli stessi rapporti misurati tra la corrente applicata e la differenza di potenziale per una data disposizione e spaziatura degli elettrodi. L'equazione che esprime la resistività apparente in funzione dell'intensità di corrente, del potenziale e della disposizione degli elettrodi può essere sviluppata attraverso l'esame della distribuzione di potenziale dovuta ad un singolo elettrodo di corrente; da questa, per sovrapposizione, può essere ricostruito l'effetto di una coppia di elettrodi o di ogni altra combinazione. Si consideri un elettrodo puntiforme in un mezzo semi-infinito elettricamente omogeneo, che rappresenta un ipotetico terreno omogeneo: se questo

eroga corrente, il potenziale in ogni punto del mezzo o sulla superficie limite del semispazio è dato da:

$$U = \rho \frac{I}{2\pi r}$$

In cui:

U = potenziale in Volt;

ρ = resistività del mezzo in Ohm·m;

r = distanza dall'elettrodo in m;

I = intensità di corrente in Ampere.

Per una coppia di elettrodi, con corrente I nell'elettrodo A e corrente $-I$ nell'elettrodo B, il potenziale in un punto è dato dalla somma algebrica dei singoli contributi:

$$U = \rho \frac{I}{2\pi r_A} - \rho \frac{I}{2\pi r_B} = \frac{\rho I}{2\pi r} \left[\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right]$$

Dove r_A e r_B sono le distanze del punto dagli elettrodi A e B. Tra gli elettrodi M e N viene misurata la differenza di potenziale V . In base all'equazione precedente, la differenza di potenziale risulta così definita:

$$V = U_M - U_N = \frac{\rho I}{2\pi} \left[\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN} - \frac{1}{AN} \right]$$

In cui U_M e U_N sono i potenziali in M e N; AM , BM , BN e AN sono le distanze tra gli elettrodi. La quantità tra parentesi quadra, funzione della spaziatura tra gli elettrodi, può essere indicata con la notazione $1/K$, che permette di riscrivere l'equazione come:

$$V = \frac{\rho I}{2\pi} \frac{1}{K}$$

e risolvendo per la resistività:

$$\rho = 2\pi K \frac{V}{I}$$

La resistività del mezzo può quindi essere ricavata dai valori misurati di V , I e dal fattore geometrico K , funzione unicamente della disposizione elettrodica. Nelle misure reali sul terreno, la notazione ρ relativa ad un mezzo fittizio è sostituita da ρ_a o resistività apparente. Il rilievo geoelettrico consiste nell'uso dei valori di resistività apparente derivati da misure di terreno in vari punti e con diverse configurazioni per stimare la resistività reale dei diversi strati e ricostruire

spazialmente i loro limiti al di sotto della superficie topografica. Una configurazione di elettrodi con spaziatura costante viene utilizzata per riconoscere variazioni laterali di resistività apparente che possono riflettere variazioni litologiche. Per indagare sui cambiamenti in profondità, si aumenta la spaziatura degli elettrodi.

