

# Laboratorio di Idrogeofisica

## Docente responsabile

Prof. Mauro Giudici

email: [mauro.giudici@unimi.it](mailto:mauro.giudici@unimi.it)

Telefono: +39 02 503 18478

## Strumentazione

### 1.

Sistema di acquisizione integrato geoelettrica (3×16 canali) e sismica (12 canali) PASI mod. 16G-12S

Questo strumento permette la realizzazione di indagini ERGI (Electrical Resistivity Ground Imaging) con singole acquisizioni che utilizzano fino a 48 elettrodi e in modalità roll-along. La spaziatura massima tra gli elettrodi permessa dagli accessori disponibili è di 5 m. Con questo strumento si possono ricostruire pseudo-sezioni di resistività apparente, che, attraverso software specifici che implementano un processo di inversione, permettono di ottenere sezioni verticali di resistività elettrica.

Lo strumento permette anche la registrazione di dati sismici con un sistema a 12 canali, con energizzazione a massa battente, adeguato per dimostrazioni di tipo didattico.

Geoelectrical (3×16 channels) and seismic (12 channels) integrated acquisition system PASI mod. 16G-12S

This instrument permits the realization of ERGI (Electrical Resistivity Ground Imaging) surveys, with single acquisitions with up to 48 electrodes and with a roll-along procedure. The maximum spacing between the electrodes is 5 m. With this instrument pseudo-sections of apparent resistivity are obtained and they are inverted with specific software tools to get vertical cross sections of electrical resistivity.

The instrument permits the collection of seismic refraction data with a 12 channel system, with a hammer seismic source, which is adequate for teaching demonstrations.

### 2.

#### 2 Georesistivimetri PASI 16GL

Questi strumenti permettono di misurare la resistività apparente con un sistema a 4 elettrodi classico: lo strumento viene quindi utilizzato prevalentemente per eseguire VES (Vertical Electrical Sounding) che permettano di ricostruire la variazione verticale della resistività elettrica con la profondità, in aree in cui l'eterogeneità del sottosuolo sia approssimabile con una stratificazione orizzontale. Gli accessori disponibili permettono di raggiungere una ampiezza massima del dipolo energizzante pari a 1000 m.

#### 2 Georesistivimeters PASI 16GL

These instruments permit the measurement of apparent resistivity with standard four-electrode, Schlumberger or Wenner arrays. The instrument is mainly used to perform VES (Vertical Electrical Sounding) that allow to reconstruct the vertical variation of electrical resistivity in areas where the subsoil heterogeneity can be approximated as a horizontal layering. The available accessories permit to reach a maximum opening of the current dipole equal to 1000 m.

### 3.

#### Gradiometro GEM mod. GSM-19TG

Permette l'esecuzione di misure magnetiche e gradiometriche, queste ultime possibili grazie ai due sensori di cui è dotato lo strumento. Lo strumento viene utilizzato prevalentemente per dimostrazioni didattiche e permette di mettere in evidenza la presenza di corpi metallici nel sottosuolo.

#### Gradiometer GEM mod. GSM-19TG

This instrument is equipped with two sensors of the magnetic Earth's field, which permit the execution of magnetic and gradiometric measurements. The instrument is mostly used for teaching demonstrations and allows to reveal the presence of metallic bodies in the subsoil.

### 4.

Celle per la misura di conducibilità elettrica di campioni ricostruiti di sedimenti sciolti, in condizioni di saturazione, con campi elettrici stazionari e transitori (generatore di forme d'onda Agilent 33500B; scheda di acquisizione a 4 canali PicoScope 4424)

Questo sistema di acquisizione dati è composto da celle che possono contenere sedimenti sciolti e che sono attrezzate con quattro elettrodi: due dischi di rame agli estremi delle celle per permettere il passaggio di corrente attraverso il campione; due griglie metalliche (in rame per le misure con campi stazionari, in Ag-AgCl per le misure con campi alternati) poste in posizione intermedia nella cella, per la misura della differenza di potenziale. La cella e il sistema di amplificazione, basato su quello proposto da Zimmermann et al. (2008) [doi:10.1088/0957-0233/19/10/105603](https://doi.org/10.1088/0957-0233/19/10/105603), sono stati realizzati completamente nel laboratorio. Per le misure con campi stazionari si può utilizzare uno dei georesistivimetri PASI 16GL, mentre per le misure in corrente alternata si usano il generatore di forme d'onda Agilent 33500B e il sistema di acquisizione digitale a 12 bit PicoScope 4424. Queste celle permettono l'esecuzione di misure SIP (dipendenza della resistività elettrica complessa dalla frequenza nell'intervallo da 1 mHz a 10 kHz).

Cells for SIP and DC measurements of electrical conductivity of reconstructed samples of water-saturated unconsolidated sediments (waveform generator Agilent 33500B; four-channels digital oscilloscope PicoScope 4424)

This system of data acquisition uses cells that contain alluvial unconsolidated sediments and are equipped with four electrodes: two copper discs at the extremes to generate an electrical field and current flow through the sample; two metallic grids (copper for measurements with stationary fields; Ag-AgCl for measurements with alternate fields) located at intermediate positions of the cells, to measure potential differences. The cells and the amplification system, which is based on that proposed by Zimmermann et al. (2008) [doi:10.1088/0957-0233/19/10/105603](https://doi.org/10.1088/0957-0233/19/10/105603), have been realized in the Hydrogeophysics Laboratory. For measurements with stationary fields the georesistivimeter PASI 16GL can be used, whereas the measurements with alternate fields are performed with the waveform generator Agilent 33500B and the 12-bit digital acquisition system PicoScope 4424. These cells permits the execution of SIP measurements (dependence of complex electrical resistivity on frequency in the interval from 1 mHz to 10 kHz).

## 5.

### Geofono 3D PASI mod. Gemini 2 per misure HVSR

Questo strumento esegue misure HVSR (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio), che permettono, con opportuni software di inversione, di ricostruire la stratificazione del sottosuolo in termini di velocità di propagazione delle onde S.

### 3D geophone PASI mod. Gemini 2 for HVSR measurements

This instruments is used to collect HVSR (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio) data, to reconstruct the subsoil layering in terms of s-wave propagation-velocity after inversion with dedicated software tools.

## 6.

### Conduttimetro per acqua WTW Cond 330i/SET

Strumento portatile per la misura della conducibilità elettrica di campioni di acqua.

### Water conductivity meter WTW Cond 330i/SET

Portable instrument to measure electrical conductivity of water samples.

## 7.

### 3 PC + Software per analisi e interpretazione dati

I pacchetti software installati sui PC e dedicati all'elaborazione e interpretazione dei dati geofisici sono: Res2Dinv e Res3Dinv (<http://www.geotomosoft.com/>); RADAN (<http://www.geophysical.com/software.htm>); winMASW (<http://www.winmasw.com/>); WinSism & VisualSUNT (<http://www.geo2x.com/>).

### 3 PCs + Software for data processing and interpretation

Software packages installed on the PCs and dedicated to the processing and interpretation of geophysical data are: Res2Dinv and Res3Dinv (<http://www.geotomosoft.com/>); RADAN (<http://www.geophysical.com/software.htm>); winMASW (<http://www.winmasw.com/>); WinSism & VisualSUNT (<http://www.geo2x.com/>).

## Attività di ricerca

Il laboratorio permette di eseguire indagini geofisiche con svariate applicazioni: idrostratigrafia e sedimentologia degli acquiferi, idrogeologia, geoarcheologia, geotecnica, geomorfologia, geologia forense, agricoltura di precisione, ecc.

The laboratory supports geophysical prospecting for a wide range of applications: hydrostratigraphy and aquifer sedimentology (<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2478.2005.00506.x>, <http://dx.doi.org/10.1016/j.sedgeo.2007.05.002>, <http://dx.doi.org/10.1007/s00531-012-0754-7>, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jappgeo.2013.03.015>), hydrogeology (<http://dx-doi.org/10.5194/hess-7-297-2003>, <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2478.12102>), geoarchaeology (<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2013.06.033>), geotechnics, geomorphology, forensic geology, precision agriculture (<http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2013.06.051>, <http://dx.doi.org/10.1109/IWAGPR.2013.6601550>), etc.