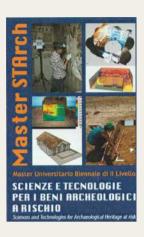
Silvano Agostini

silvano.agostini@unich.it

silagogeo@libero.it

silagogeo@gmail.com





## Il geologo e (o per) i beni culturali

Silvano Agostini
UniCH - CAAM
già Servizio geologico e paleontologico SABAP Abruzzo

Università degli Studi Roma3

24 aprile 2020



C A A M
Centro di Archeomatica
Archeometria Microanalisi
"Domenico Fossataro"



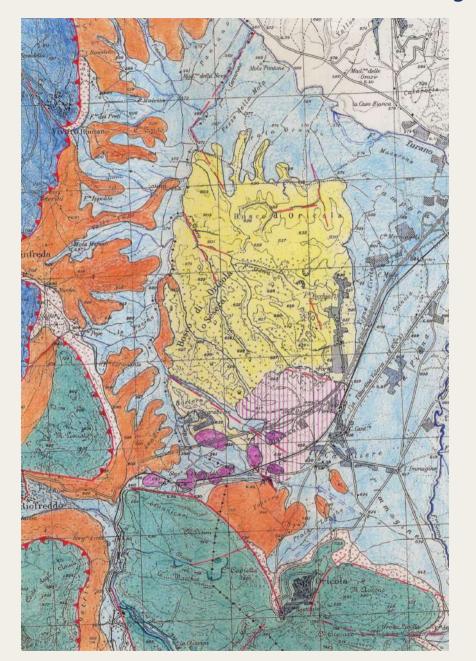


## Studio geoarcheologico di un territorio

- > caratterizzazione geolitologica e fisiografica geomorfologica (UGF \*) del territorio di interesse;
- > individuazione delle aree da investigare sulla base della interpretazione delle immagini telerilevate;
- > strategia della fase di ricognizione archeologica s.s.
- > scelta dei metodi di prospezione geofisica da impiegare;
- > elaborazione ed interpretazione di tutti i dati acquisiti;
- > saggi di scavo
- > taratura dei dati prerilevati

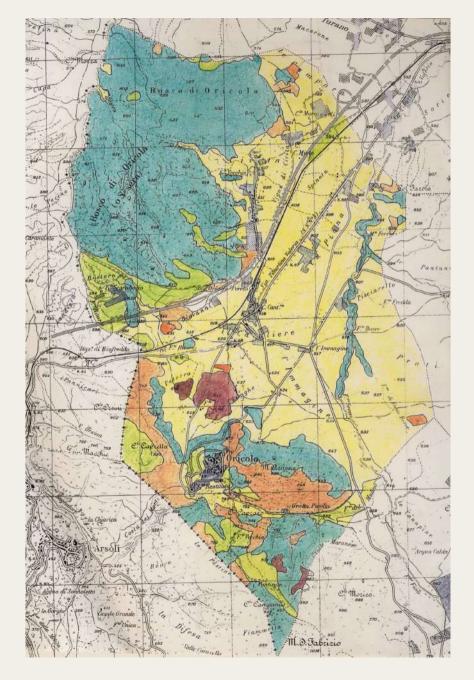
<sup>\*</sup> defizione di unità e sottounità geomorfologica fondamentale (UGF)

## Carta Geologica





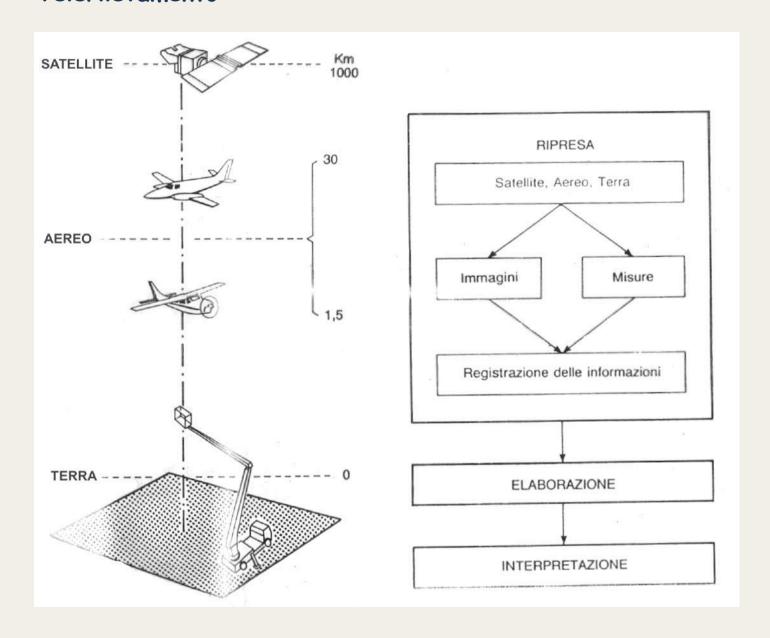
## Carta dell'Uso del Suolo



5.57	COGNIZIONE JL TERRENO	TELERILEVAMENTO
USO DEL SUOLO SO	DE TERRENO	TELERILEVAIMENTO
Seminativo irriguo	Alta	Alta
Vigneto specializ. Frutteto specializ. Oliveto specializ.	Alta Alta	Media
Incolto con alberi	Bassa	Bassa
Incolto cespugliato	Bassa-media	Bassa-media
Pascolo prato permanente prato pascolo pascolo degradato	Media	Media
Bosco di latifoglie fustaia, bosco di latifoglie ceduo, bosco di conifere, bosco misto	Bassa	Bassa

Uso del Suolo <table-cell-rows>

## Telerilevamento



#### Telerilevamento con droni



>rilievi fotogrammetrici di siti archeologici a bassa quota (dai 20 ai 150 metri);

Danalisi di nuclei abitativi edificati per la lettura della viabilità antica ed i rapporti tra essa e l'edificato storico, per la migliore comprensione delle dinamiche evolutive del tessuto urbano e delle paleomorfologie

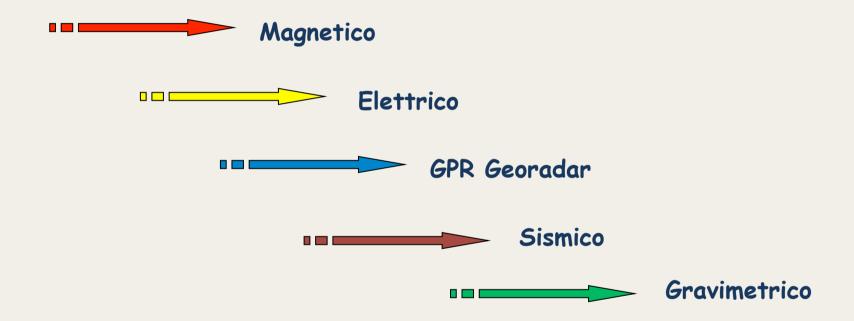
➢ispezioni e rilievi fotografici di dettaglio di strutture architettoniche in elevato come acquedotti antichi, palazzi storici, monumenti e tutte quelle tipologie di strutture in cui sia necessario analizzare le parti più alte o non raggiungibili senza l'ausilio di mezzi meccanici o ponteggi per le ispezioni ispezioni

>di strutture architettoniche in interni non accessibili direttamente o di dimensioni ridotte mediante l'utilizzo di "micro-droni"

>documentazione immediata delle varie fasi di scavo archeologico stratigrafico nella sua interezza per una mappatura e restituzione grafica (anche 3D) che permetta la "reversibilità" degli interventi di scavo mediante l'analisi delle diverse fasi stratigrafiche sovrapposte

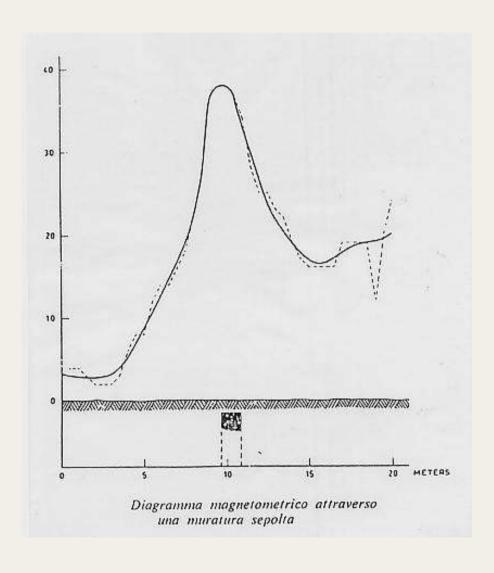
## Metodi Geofisici di indagine del sottosuolo:

Le prospezioni geofisiche consentono una ricognizione del sottosuolo di una determinata area mediante la misura, effettuata dalla superficie terrestre, delle variazioni di alcune grandezze fisiche. Dalle variazioni spaziali e temporali di queste grandezze si può ipotizzare la presenza di strutture sepolte.



La scelta del tipo di metodologia da impiegare dipende dalla costituzione geolitologica dei terreni nei quali risulta inserito l'elemento archeologico, dalle condizioni logistiche dell'area oggetto dell'intervento di prospezione, nonché dagli eventuali disturbi causati dalle infrastrutture dei centri abitati e industriali, dalle linee elettriche e ferroviarie.

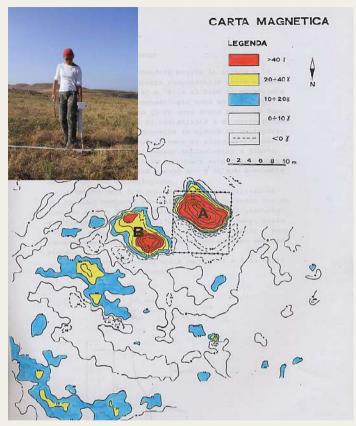
## Metodo Magnetico



L'applicazione del metodo magnetico in archeologia si basa sull'individuazione delle variazioni del campo magnetico terrestre causate dalla presenza di resti archeologici (murature, tombe, strade, fossati etc.) nel sottosuolo

Le strutture archeologiche e il terreno che le ingloba sono caratterizzati da proprietà magnetiche differenti tra loro (diversa suscettività magnetica)

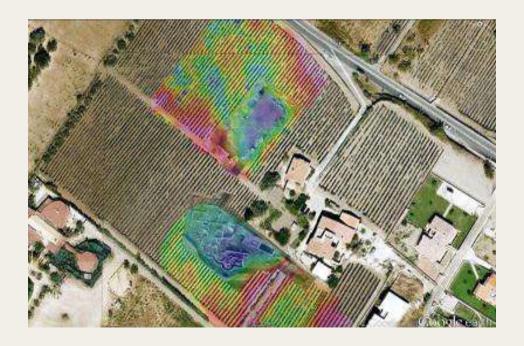
Per questo motivo, eseguendo delle misure del campo magnetico in un'area in cui sono presenti delle strutture sepolte, è possibile localizzare le strutture stesse sulla base delle *anomalie* cui esse danno luogo





Sul campo il lavoro avviene con un'acquisizione dei dati eseguita, mediante uno strumento chiamato magnetometro, lungo profili paralleli che nel loro complesso costituiscono una maglia regolare che ricopre l'intera area da investigare

Prima di procedere con le misure è necessario impostare sul sito una griglia le cui dimensioni possono variare a seconda degli obiettivi e tempi della ricerca archeologica



#### Metodo Elettrico

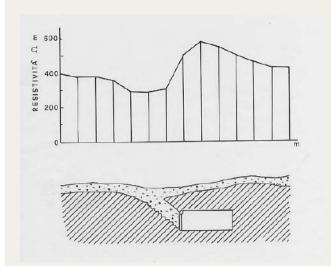
L'applicazione del metodo elettrico in archeologia si basa sul fatto che le strutture archeologiche possono essere caratterizzate da proprietà elettriche differenti da quelle del terreno che le ingloba. In particolare questo metodo sfrutta il contrasto di resistività che esiste tra strutture e terreno

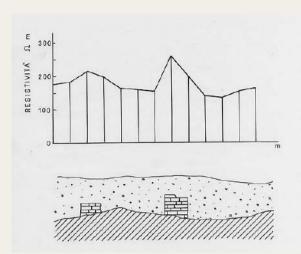


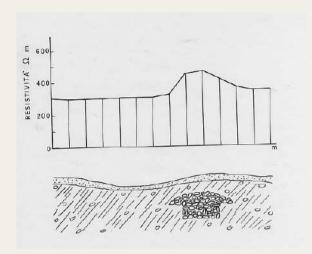
Il metodo consiste nell'inviare nel sottosuolo, tramite due elettrodi A e B detti di energizzazione, una corrente di intensità I nota. Tramite altri due elettrodi, M e N detti di potenziale, si misura la differenza di potenziale  $\Delta V$  provocata nel terreno dal passaggio della corrente

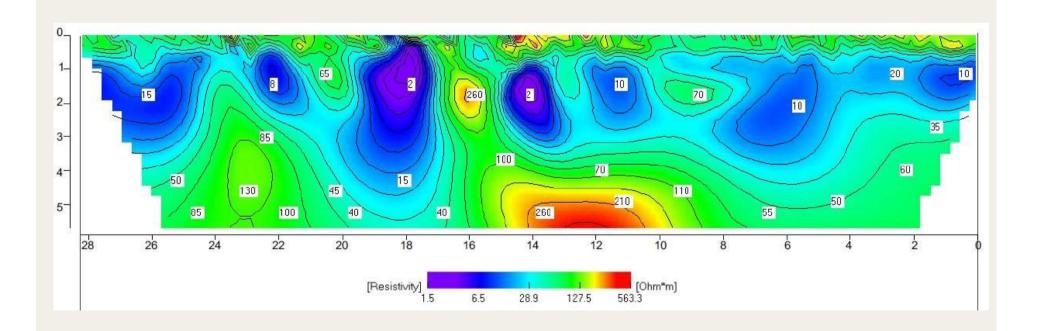
Dalla misura della differenza di potenziale  $\Delta V$  si ricava la *resistività*  $\rho$ , che è una proprietà intrinseca del conduttore, in questo caso il terreno che ingloba le eventuali strutture archeologiche

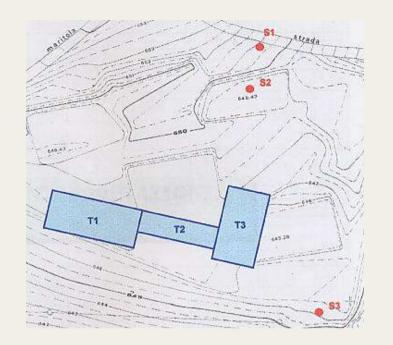
Il contrasto di resistività tra le strutture archeologiche e il terreno permette, attraverso l'esecuzione di misure su tutta l'area, di definire la loro geometria, volume (tomografia elettrica e slice) ed ipotizzare la tipologia delle strutture stesse

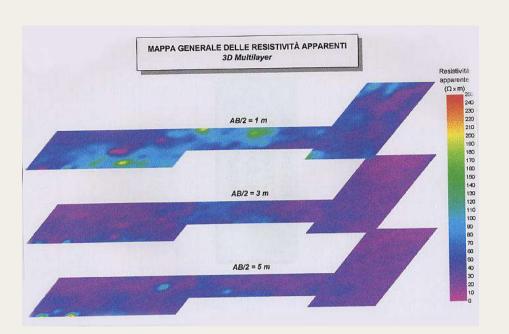


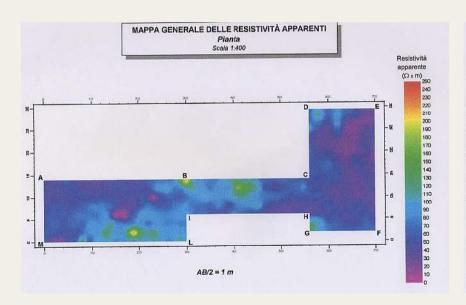


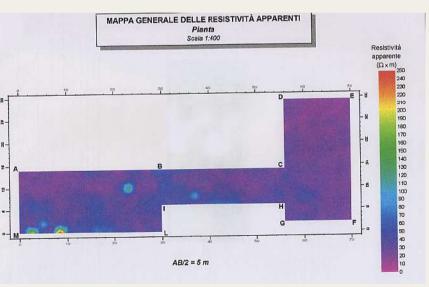




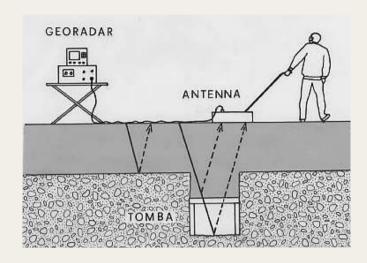








#### GPR Georadar

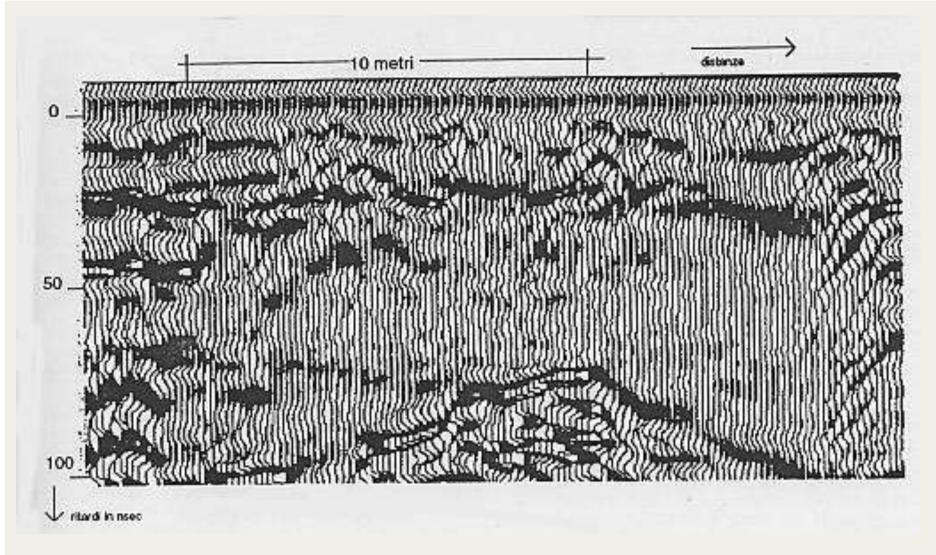


Il sistema trasmettitore-ricevitore viene spostato lungo la superficie da indagare e per ogni punto di questa viene ricavato un radargramma. Il range di esplorazione (profondità) è funzione del tempo di andata e ritorno programmato. I segnali possono essere continui lungo la linea di acquisizione oppure discontinui.

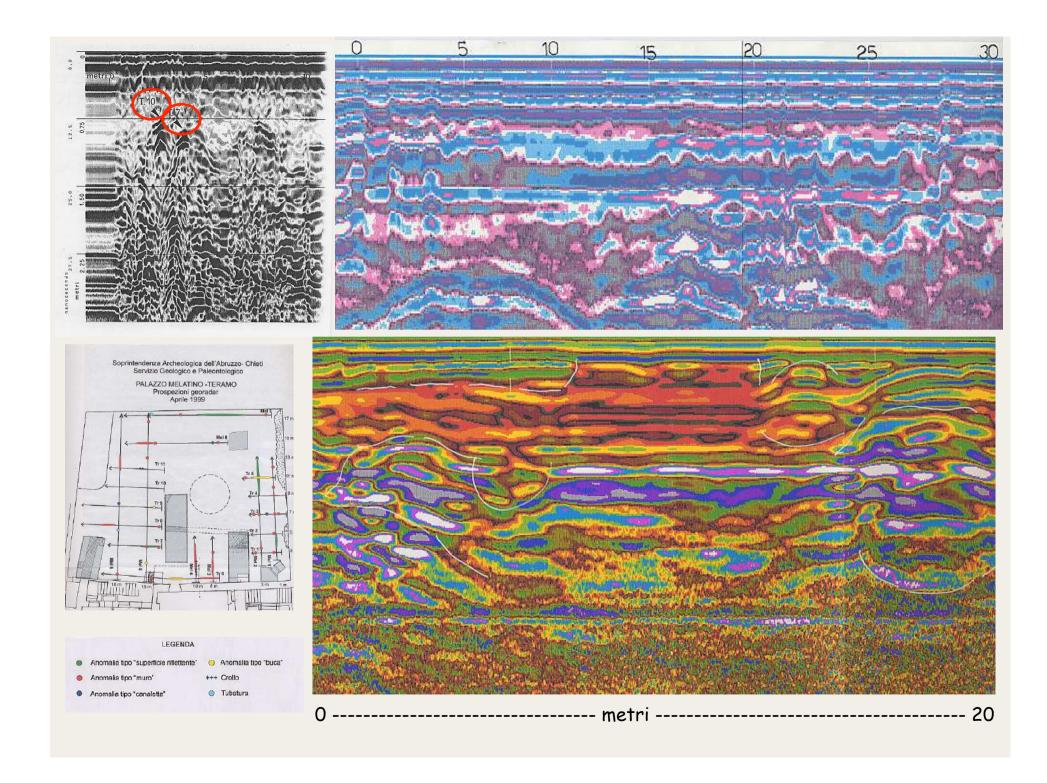
Dal radargramma è possibile determinare la forma e il volume degli "oggetti" e conoscendo i valori di velocità di propagazione in ogni strato del segnale, anche la loro profondità assoluta e non relativa.



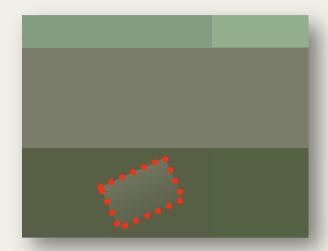
Anche il metodo Georadar (GPR Ground Penetrating Radar) si basa sull'ipotesi che le strutture archeologiche siano caratterizzate da proprietà elettriche – in questo caso la costante dielettrica – differenti da quelle del terreno che le ingloba. Il metodo consente, di rilevare la posizione di un oggetto sepolto misurando l'intervallo di tempo che un impulso elettromagnetico generato da un'antenna impiega per propagarsi nel terreno, raggiungere l'oggetto, venire riflesso da esso (la riflessione è causata dalla diversa costante dielettrica dell'oggetto rispetto a quella del terreno che lo ricopre) e tornare all'antenna con funzione ricevente.



Radargramma o sezione radar raffigurata attreverso le tracce elementari

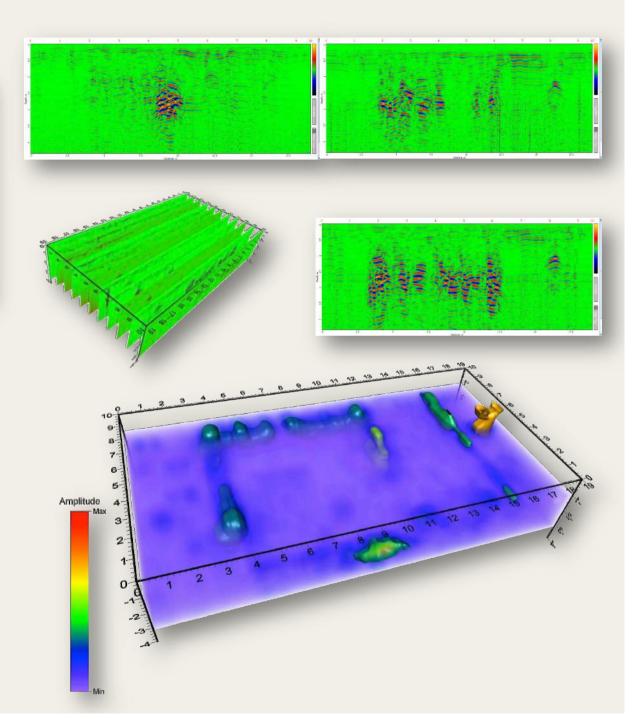


## GPR slice e 3D



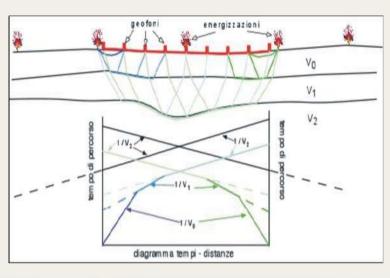
Scontrone (AQ): prospezioni geofisiche GPR per i Carabinieri del Nucleo Operativo Tutela Beni Culturali) nell'ambito di indagini della Magistratura

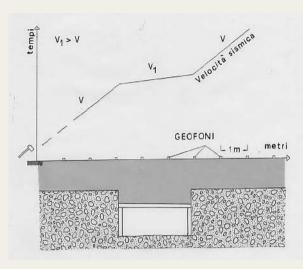
Radargrammi acquisiti con una antenna da 500 MHz, il range di profondità è stato posto a 80 ns: i risultati dopo l'elaborazione sono espressi in formato 3D

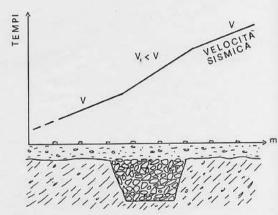


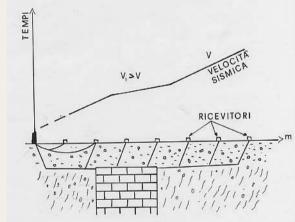
#### Metodo Sismico

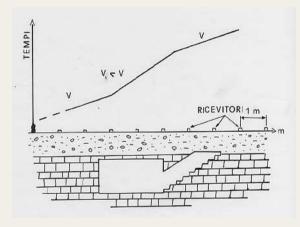












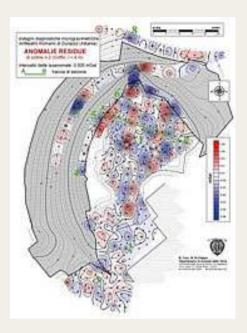
Il metodo sismico effettua l'esplorazione del sottosuolo, attraverso lo studio delle propagazione delle onde elastiche generate sia mediante l'utilizzazione di masse battenti sia tramite esplosioni controllate. Oggi nel campo della ricerca archeologica il metodo sismico è utilizzato meno frequentemente rispetto agli altri metodi (magnetico, elettrico, georadar).

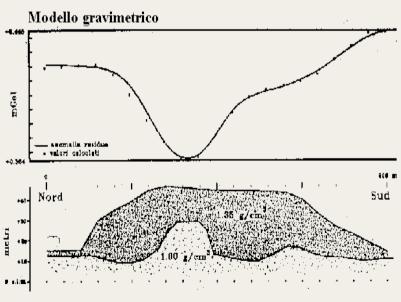
## Microgravimetria

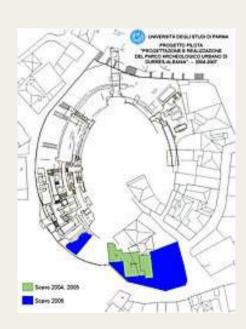
Nella prospezione micro gravimetrica sono misurate con estrema precisione dopo un rilievo topografico di dettaglio, le variazioni delle componenti verticali della gravità tra diversi punti del terreno, di norma disposti secondo una maglia regolare. In archeologia il metodo microgravimetrico trova la sua applicazione soprattuto nella ricerca di ambienti e cavità ipogee, o di corpi a forte contrasto di massa.

Interessanti risultati si sono ottenuti nei contesti da urbani caratterizzati da una articolata e complessa stratificazione storica che nel tempo ha sepolto strutture e ambienti, o dove le aree risultano poco de accessibili, o gli altri metodi riscontrano limiti di impiego.









La **geoarcheologia** è un processo di indagine che si serve dell'ausilio di metodi geologici quali la stratigrafia e la geomorfologia, abbinate anche a tecniche proprie della pedologia.

L'approccio "geoarcheologico" è di tipo ambientale, ossia cerca di situare il sito archeologico o un insieme di siti archeologici in un contesto più ampio: il territorio in cui è/sono inseriti.

La geoarcheologia si pone come obiettivo di ricostruire la storia culturale del sito, la sua dinamica ed evoluzione (nella definizione di cultura di C. Lorenz); definisce la capacità di utilizzo ed i modi, delle risorse che il territorio offriva.

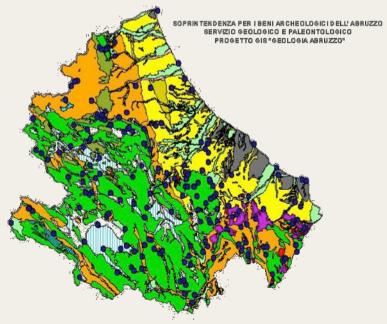
La geoarcheologia integra gli studi archeometrici dei reperti rinvenuti in uno o più siti.

Geoarchaeology is the application of concepts and methods of the earth sciences (especially geology, geomorphology, hydrology, sedimentology, pedology, and exploration geophysics) to archaeological problems.

It provides evidence for the development, preservation, and destruction of archaeological sites, and for regional-scale environmental change and the evolution of the physical landscape, including the impact of human groups.

Archaeometry, the study of archaeological and art history materials using the techniques of the physical and biological sciences, including radiometric dating and the chemical and isotopic analysis of artefacts.

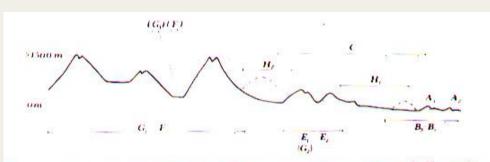




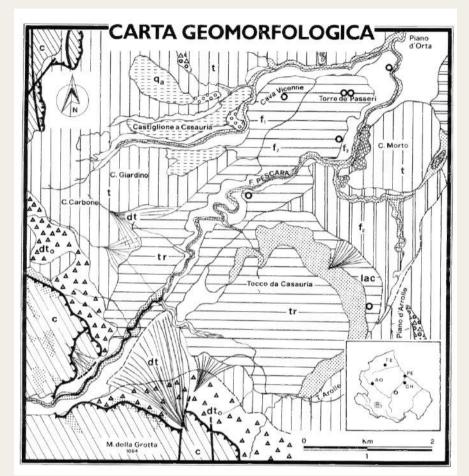
# Caratterizzazione idrogeomorfologica del territorio di interesse (UGF e sottounità) a diversa scala

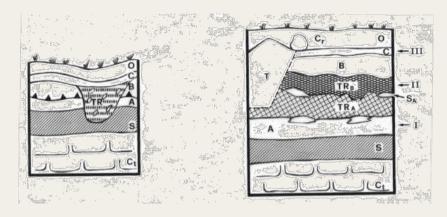
Nella carta sono stati riportati alcuni paesaggi (i numeri corrispondono all'elenco sottostante) lungo un asse appennino-adriatico.

Paesaggi	8	U.G.F
1) Conca intermontana		$(G_1)$
2) Zona montana		$G_1$
3) Zona pedemontana		$(\mathbf{G}_1)$
4) Zona collinare		$\mathbf{E}_{1}$ , H
5) Zona dei terrazzi alluvion	ali	$\mathbf{B}_1 \mathbf{B}_2$
6) Zona costiera e dunare		$A_1, A_2$
7) Valli intermontane		$(\mathbf{G}_1)$
8) Altipiano montano		$(G_1)$
9) Zona calanchiva		$(\mathbf{E}_1)$



Transet ideale Appennino-Adriatico ed ubicazione delle principali U.G.F. (fuori scala)



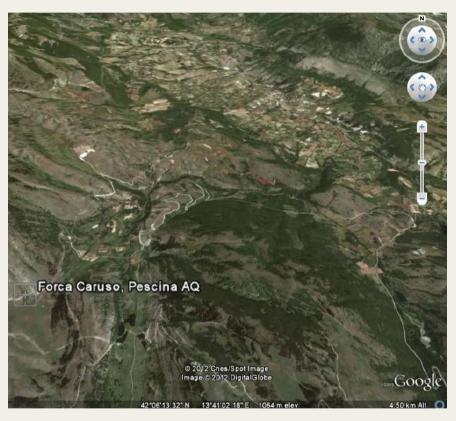


stratigrafia naturale stratigrafia "antropica

Neolitico, età del bronzo e del ferro, contesti di abitato e di necropoli, problemi relativi a fasi erosive e deposizionali del fiume Pescara, a fasi di deposizione dei *tufa carrbonate* (cambiamenti climatici).

concetto di paesaggio naturale – paesaggio disegnato – paesaggio costruito e loro rapporti nel tempo

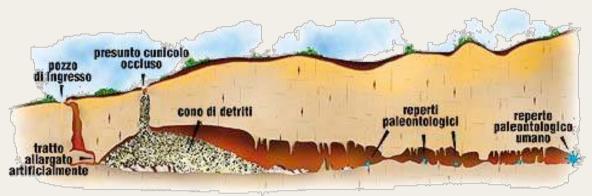
# Carta geomorfologica con elementi antropici



Forca Caruso Castelvecchio Subequo (AQ)



Grotta dell'uomo di Altamura (BA) e Grotta dei Cervi di Porto Badisco Otranto (LE): rilievo e studio geologico, morfologico, sedimentologico e tafonomico: Paleolitico medio.



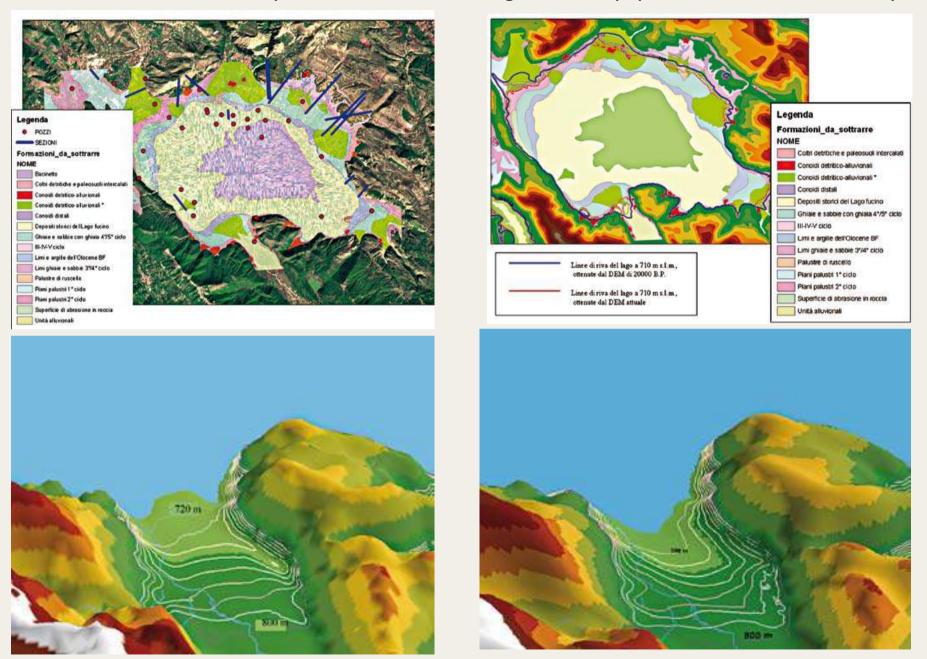


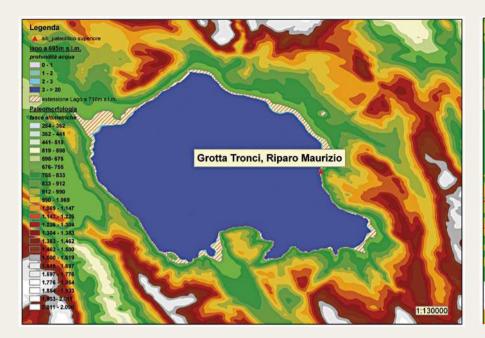


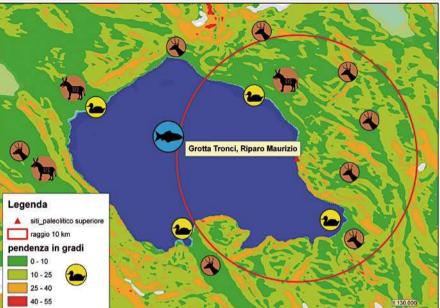


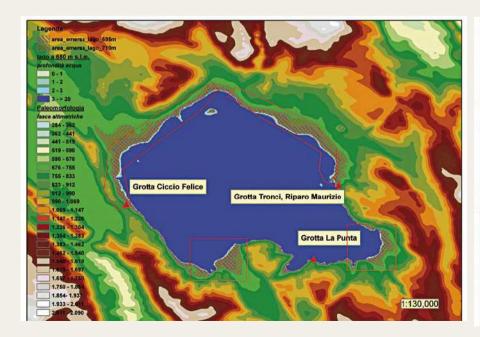


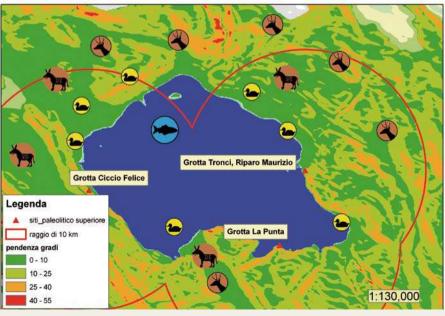
## Bacino del Fucino studio paleoambientale, ecologico e del popolamento: Paleolitico superior



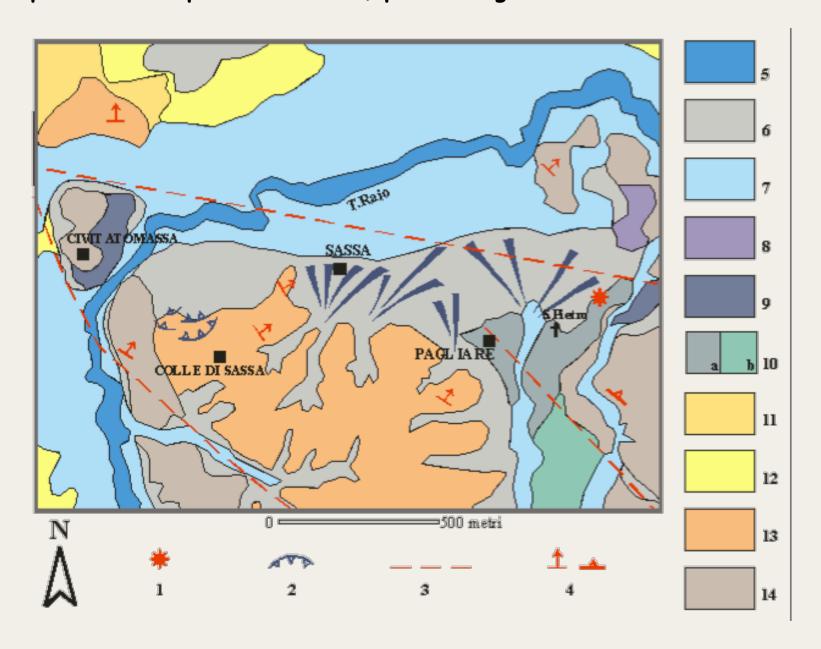


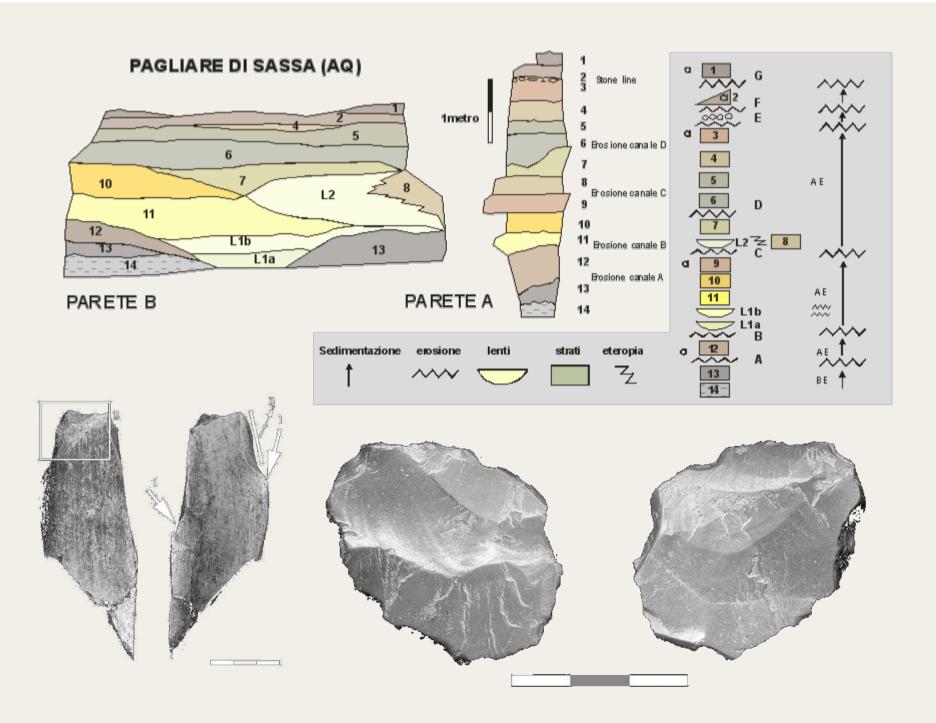






## Bacino aquilano studio paleoambientale, paleontologico e tafonomico: Paleolitico inf.

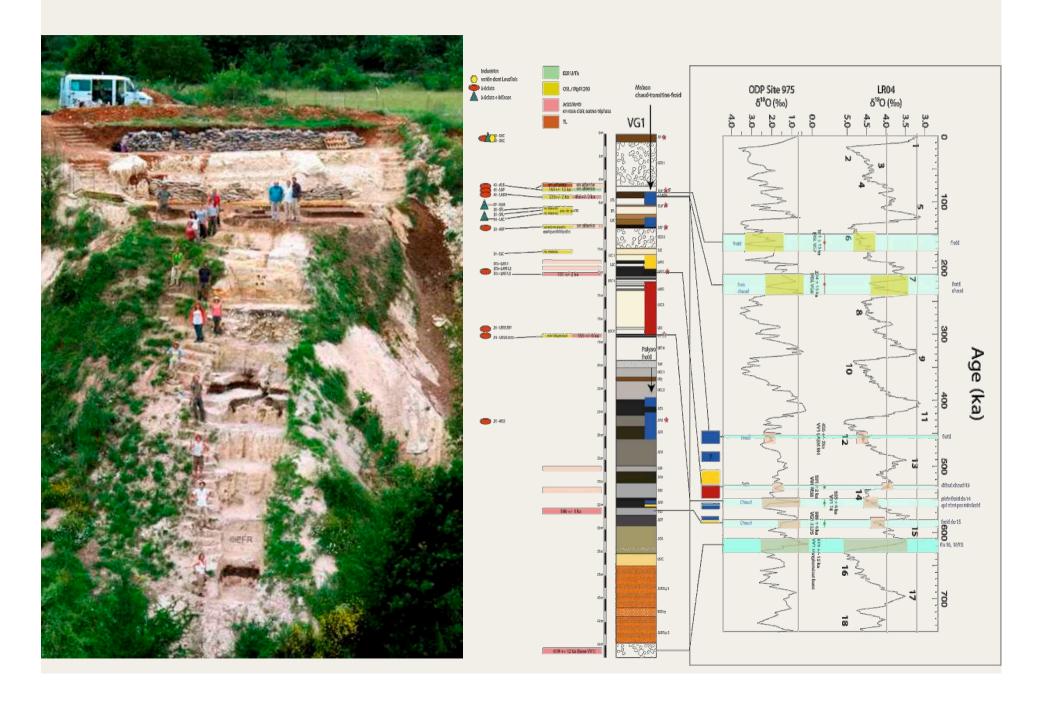




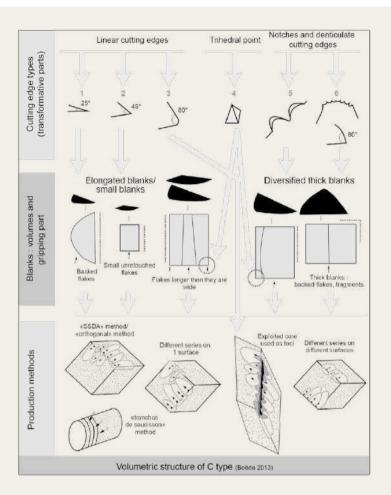




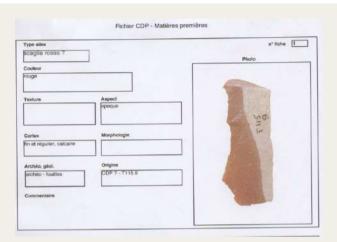
## Valle Giumentina studio geologico e paleoambientale: Paleolitico inf., medio e superiore



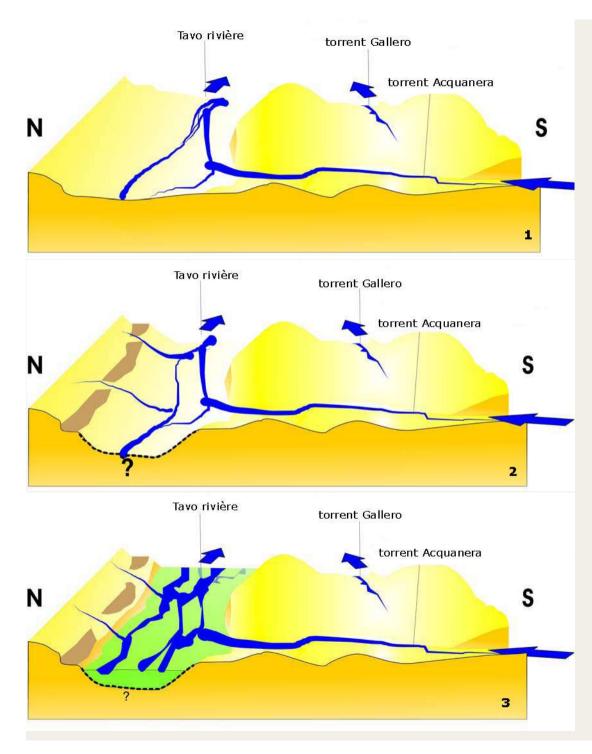




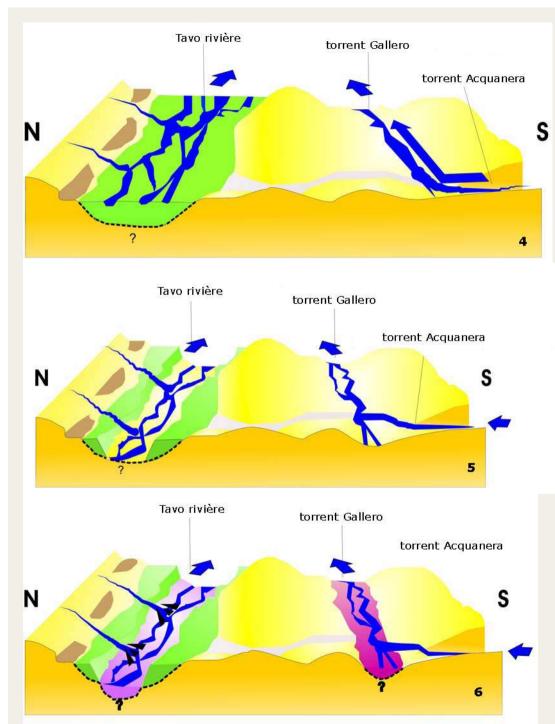




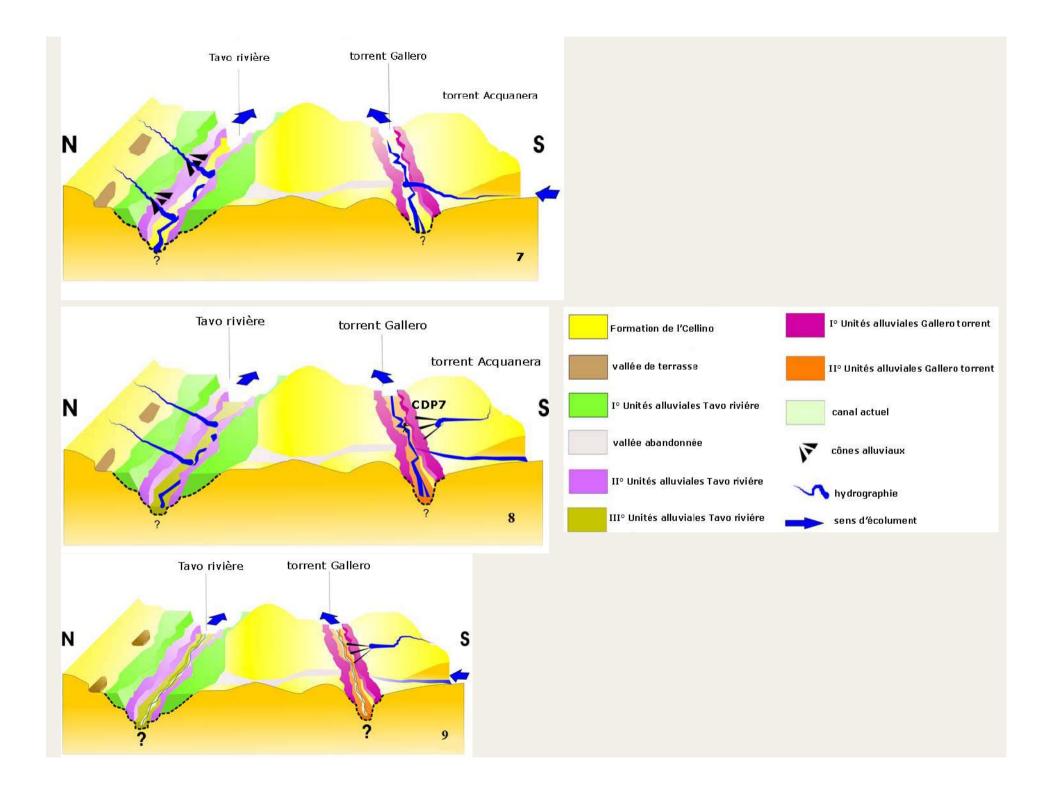












### Archeometria e Diagnostica

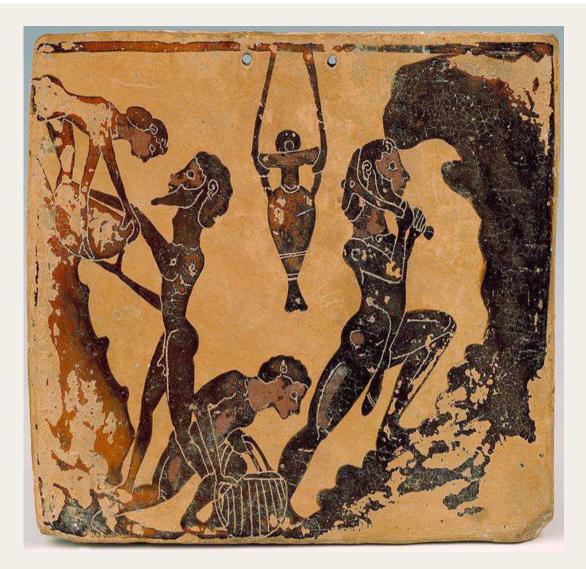
un sistema in equilibrio è un sistema statico ... un sistema dove si è arrivati alla fine di processi irreversibili

da bambini smontiamo le "cose" per capire come funzionano da grandi ... continiuamo ancora a farlo!



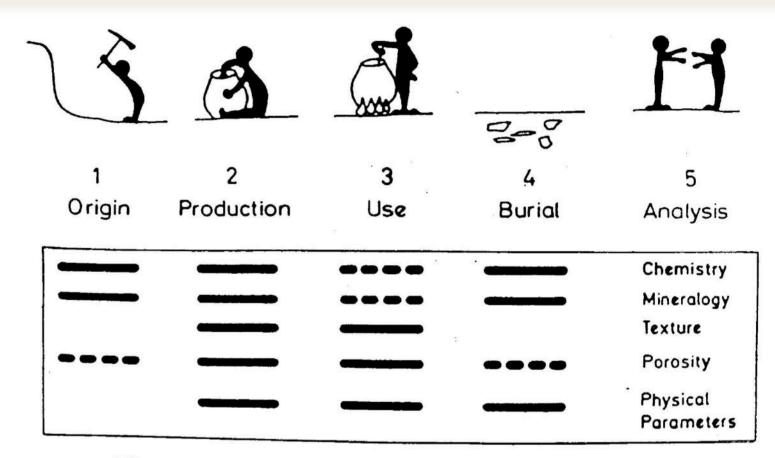






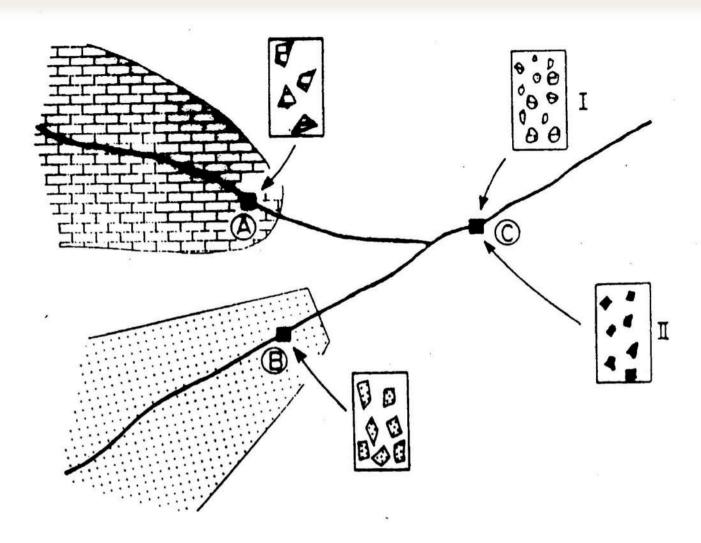
Pinax da Penteskouphia

I pinakes, al singolare **pinax** (in greco  $\pi$ ívakeç, singolare  $\pi$ íva $\xi$ ), sono dei quadretti votivi in terracotta, legno dipinto, marmo o bronzo tipici dell'antica Grecia. Era usuale trovarli sui templi come forma di pittura.

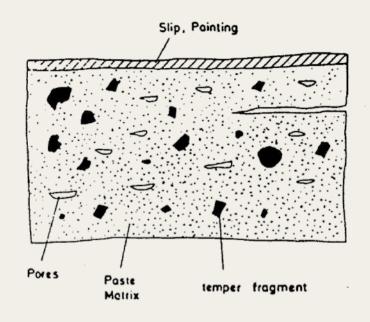


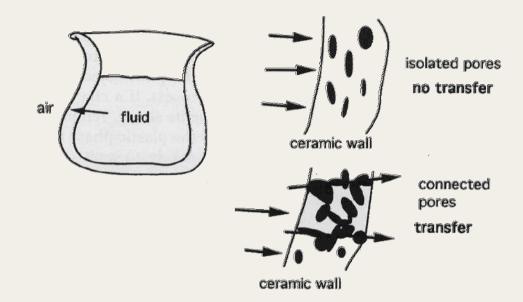
Life span of a sherd (MAGGETTI 1982).

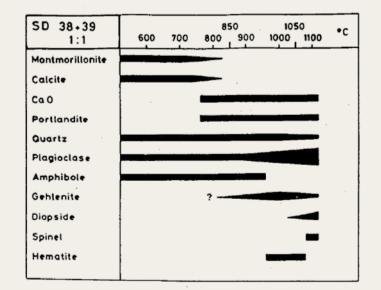
As shown in Fig. 2, the lifespan of a piece of pottery can be divided into five steps: 1) extraction of the clay from the pit; 2) manufacture of the object (processing, firing); 3) use, with

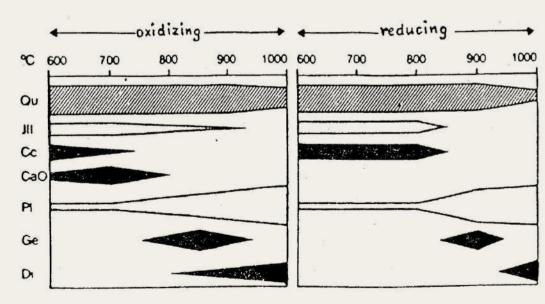


Principle of source localization of the temper fragments by petrographic analysis (MAGGETTI 1982).









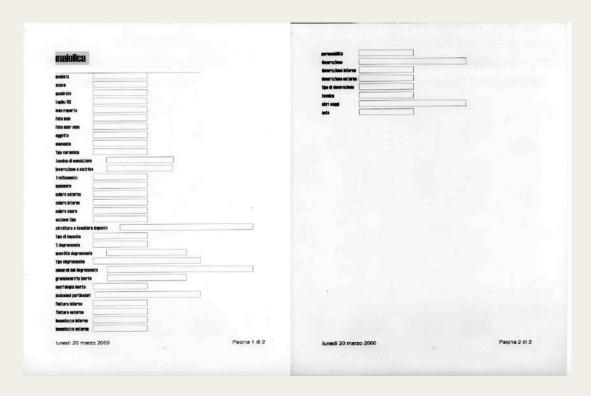
# Classificazione della ceramica

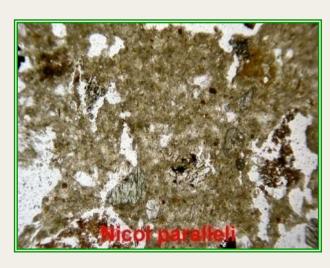
In base alla temperatura raggiunta nella cottura, si possono classificare i prodotti ceramici in:

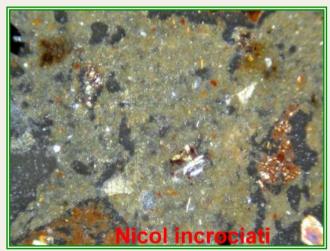
- · se la temperatura è non superiore a 900°C si ha la *terracotta*, una ceramica molto porosa e poco resistente
- tra 900 e 1100°C si ottiene la *terraglia* o *earthenware*, una ceramica meno porosa a cui la presenza impartisce un colore rosso
- · tra 1100 e 1200°C la presenza di calcio favorisce lo sviluppo di un color crema
- · tra 1200 e  $1300^{\circ}C$  si ha un prodotto fortemente vetrificato e impermeabile, il *gres* o *stoneware*, molto resistente e trascurabilmente poroso
- · sopra i  $1300^{\circ}C$  si ottiene un prodotto altamente vetrificato, translucido e impermeabile, la *porcellana*, che si ottiene a partire da un'argilla completamente incolore, il caolino

#### ANALISI IN SEZIONE SOTTILE AL MICROSCOPIO POLARIZZATORE

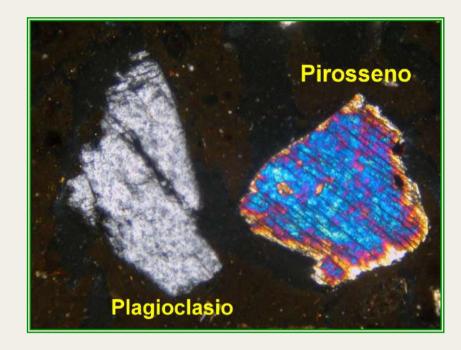
protocollo analitico – guida scheda data base atlante

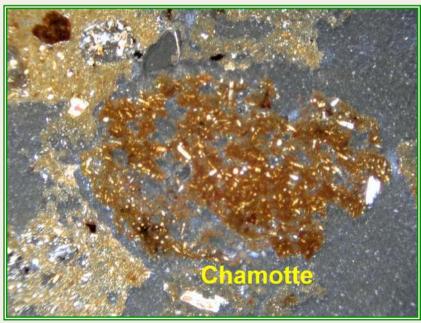


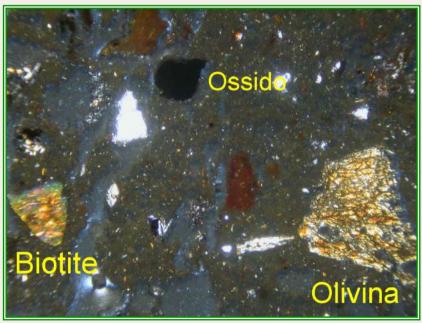




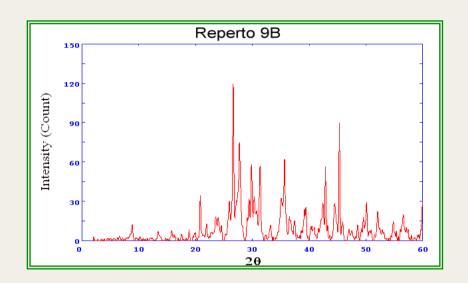


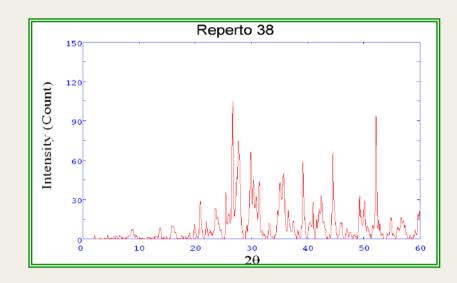


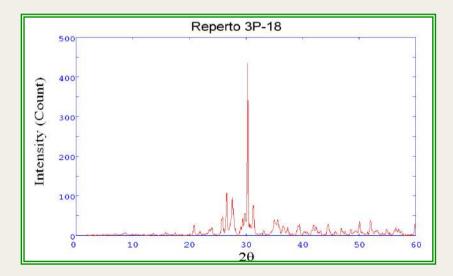




#### DIFFRATTOMETRIA (XRD) degli impasti fasi e neo fasi mineralogiche

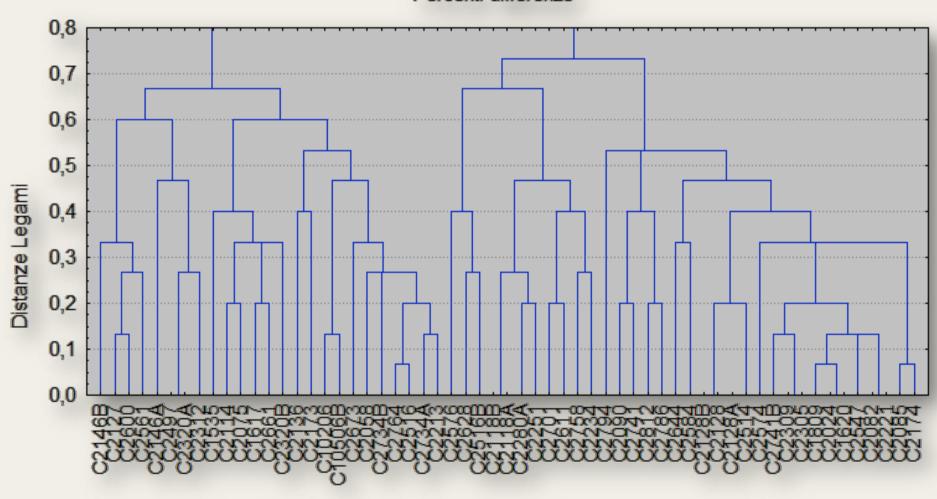






	Camp. 38	Camp. 9B	Camp. 3P-18
Augite	***	***	***
Calcite	**	**	**
Plagioclasio	*	*	*
Flogopite	**	**	
Gehlenite	**	**	*
Quarzo	***	***	***

Dendrogramma per 59 Casi Legame Completo Percent. differenze





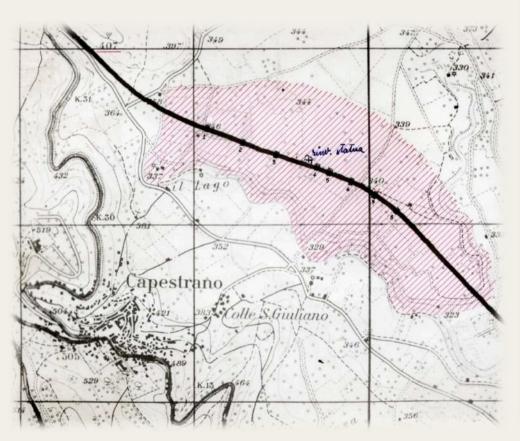






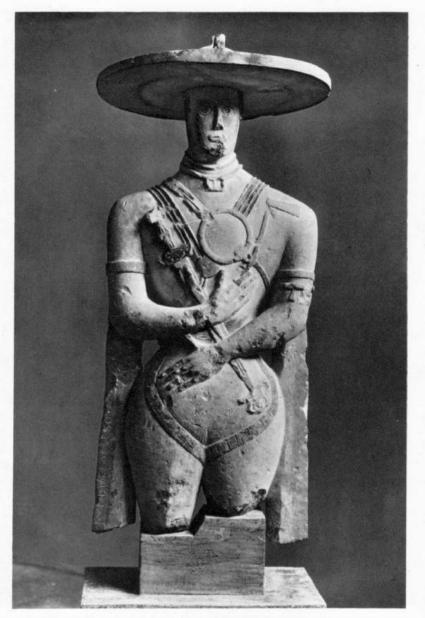


### Il Guerriero di Capestrano: storia dei restauri e diagnostica





Firs. 9, 1935



THE CAPESTRANO WARRIOR: A NEWLY - UNEARTHED ITALIAN STATUE DATING FROM THE SIXTH CENTURY B.C., AND SHOWING DISTINCT ORIENTAL AFFINITIES; WITH AN INSCRIPTION ON THE RIGHT SUPPORT (POSSIBLY IN OSCAN OR PICENAN) WHICH CAN BE MORE CLEARLY TRACED IN THE UPPER ILLUSTRATION ON THE OPPOSITE PAGE.

## THE CAPESTRANO WARRIOR. A STRANGE 6th - CENTURY B.C. STATUE RECENTLY UNEARTHED IN AN ITALIAN VINEYARD.

IN our limit of January 12 we give that photograph of the "Capastrano A Warnive" which is espendanced an the appoints page. So much interest was around that we have so hesitation in regimining its nonjunction with the two additional photographs here inspendanced, and with a descriptive note-constraint of the second of the property o



THE MYSTREDUS "ARNOURED" CAPESTRANG WARLIOS—WITH A HELMET WHOSE BEEN IS OVER TWO PERT ACROSS! AN EDIGMATIC RELIC OF THE CIVILASTION OF THE "ITALE" PROPLES WED INSIDITED ASSTERN ITALY IN THE SIXTH CENTURY B.C.; SHOWING INSTINCT ORIENTAL APPIXITIES.

THAT IN THE EXERGENCENCENCE, INCOMPOND DISTINCT ORIGINAL APPRICED.

Consisted, the Grant States of Italia, the meantain range from which the valley of the first States of Italia, the meantain range from which the valley of the Thine decommend. The Department of the Superintendent of Astropation as Rome recovered aimset all the mining parts of the larger states during successive exacurations, The figure, which is now being reconstructed, only lacks the creet of the hintert—as important monaideration, name the loss, for the appreciation of the apprearance that the complete statute must have presented. The piece of sculpture, newly installed in the Masso Nazionale Romano, it already stratesting that attention from men of adence to which its superone importance strainten of many tombs found in the warrier's passephy has with the grave. Foreign on the Adriatio include, the epigraphic affinition of the inscription cut on the right suppose of the Agrantian fall off the states, all off the states all off the states, all off the states all of some of the Agrantian follows the constitution of the states and the states of the Agrantian follows the state of the states all off the states and the account of the states of the Agrantian forms, and imported from the East. The accident Italia, arctico-figure of Gaputrano, a work of the successful of the Agrantian for senting that it is the accident "Italia" overlassion of central Italy."



THE CAPERTIAND FIGURE SEEN FROM BEHIND: A WARRIOR WEARING RIMPLE HARRISS WHICH DOLUTES A CRECULAR PLATE RETWENT THE SHOULDESS, MATCHING THAT OR THE RELATE; WHILE THE RESENS OF THE CREEN WHICH CAN'T SEEN OF THE CREEN WHICH CAN'T SEEN OF THE CREEN WHICH CAN'T SEEN OF THE SERMOUNTED THE BELIEF CAN BE CLEARLY NEWS.