

PROSPEZIONE GEOFISICA NELL'ABITATO ETRUSCO ROMANO DI PIANELLO, NEL COMUNE DI CASTIGLIONE IN TEVERINA

N. Brizi, G. Bruti, C. D'Ambrosi, S. Tamantini, G. Veralli



Loc. Pianello: particolare dello scavo dell'abitato etrusco (V sec. a.C.).

In collaborazione con il Gruppo Archeologico della Teverina, sotto la guida della Soprintendenza Archeologica per l'Etruria Meridionale, nell'Agosto 1989 è stata eseguita una prospezione geofisica per rilevare presenze archeologiche in un sito adiacente ad un'area dove recenti scavi hanno riportato alla luce un abitato di epoca etrusca (V sec. a.C.) in continuità con un impianto rustico di età romana (I sec. d.C.). Nella prospezione geofisica è stata utilizzata la metodologia elettrica mediante sondaggi elettrici orizzontali in allineamenti adiacenti agli scavi preesistenti. Si è riscontrata una netta differenziazione geofisica tra terreno e struttura muraria sepolta, definendo una continuità tra i vari elementi archeologici in affioramento. La sintesi delle ricerche è illustrata nella "Carta delle corrispondenze archeologiche" nella quale si ha la disposizione planimetrica delle misure geoelettriche con l'andamento delle strutture murarie.

PRINCIPI E METODI DELLA PROSPEZIONE GEOFISICA

La Geofisica in senso generale è lo studio dei fenomeni fisici naturali inerenti il Pianeta Terra. Si divide in vari

settori, ognuno dei quali comprende l'analisi e le applicazioni di questi fenomeni fisici. Alcune di queste branche sono:

- gravimetria
- geomagnetismo
- geoelettromagnetismo
- sismologia
- geotermia

La prospezione geofisica, nata e sviluppata nei primi decenni di questo secolo, in particolare costituisce il settore applicativo con la ricerca nel sottosuolo di questi fenomeni fisici che possono essere presenti in distribuzione varia nella litosfera. Si hanno quindi vari metodi che analizzano ciascuno uno o più fenomeni fisici insiti nelle rocce e nei terreni, nella loro interazione e le risposte che si ottengono tramite sollecitazioni artificiali. Tutto ciò ha lo scopo di interpretare e correlare le strutture geologiche nascoste nel sottosuolo in continuità con quelle di superficie. Ogni metodo, proprio perché analizza una singola fenomenologia, non esclude la concomitanza degli altri, ma si rende utile il loro confronto per discriminare i disturbi che possono essere rilevati nella campagna di prospezione geofisica. Ai fini della domanda dell'archeolo-

gia è importante anteporre la necessità di poter esplorare il sottosuolo nella porzione più prossima alla superficie, piuttosto che una esplorazione profonda. Infatti generalmente è negli strati superficiali che si ha la concentrazione dei possibili reperti e testimonianze del passato storico, con manufatti litici e livelli di recente costituzione geologica. Un altro elemento è importante in questa visione: il rapporto costo-benefici. Infatti occorre avere una economia di esercizio nel quale si abbia un numero maggiore di risultati con un impiego minimo di mezzi e di tempi e conseguentemente costi minori. E' chiaro che trattandosi di prospezioni, le informazioni ottenute sono relative, e soltanto l'esplorazione diretta, mediante scavi e perforazioni, può dare la certezza assoluta di ritrovamenti archeologici.

La *Geoelettrica* trova in questo caso la sua massima accezione: si ha con essa la possibilità di esplorare il sottosuolo in tempi rapidi e con un impiego minimo di mezzi tecnici che permette un rapido spostamento sul suolo. Nella buona parte dei casi ove essa si applica si hanno valide risposte con le quali è possibile effettuare lo studio delle strutture sotterranee.

Anche la *Geosismica* offre questi vantaggi pur con maggiori limitazioni per ciò che riguarda gli ambienti di studio, ma permette di ben evidenziare le omogeneità strutturali. Altri metodi sono anche essi molto validi e forse anche più precisi nella risoluzione definitiva, ma hanno vari inconvenienti che ne limitano una applicazione più ampia (ambienti di ricerca privi di disturbi tecnici, tempi e costi elevati).

PROSPEZIONE GEOELETTICA

La prospezione geoelettrica consiste nello studio delle modalità di propagazione della corrente elettrica nel terreno. Il sistema tecnico impiegato ha avuto origine nel secolo scorso, ma si è sviluppato soprattutto grazie a Conrad Schlumberger, che già nel 1913 iniziò la sperimentazione del metodo. In seguito un grande impulso si è avuto nelle ricerche in campo petrolifero, per la possibilità di esplorare grandi profon-

dità, in particolare nei continenti americano ed africano.

In pratica si effettua una energizzazione del terreno mediante l'invio di corrente continua, con appositi elettrodi in esso infissi. L'energia elettrica è erogata da batterie a secco o da generatori che abbiano la potenza necessaria per emanare una corrente in grado di attraversare il volume di terreno in esame.

La corrente iniettata nel terreno si distribuisce in relazione alle caratteristiche di **conduttività** della stratigrafia presente, secondo un modello fisico di onde semisferiche che rappresentano superfici di equipotenzialità elettrica. L'esplosione può avvenire in profondità operando una spaziatura progressivamente maggiore degli elettrodi **A** e **B**, creando così degli involucri di terreno sempre più grandi nel sottosuolo. La legge fisica (denominata di **Ohm**) determina l'entità della corrente elettrica (**I**) in rapporto alle caratteristiche del mezzo conduttore e del *potenziale elettrico* applicato. Si definisce *resistività*

(**Ra**) l'ostacolo alla circolazione della corrente ed è un elemento diagnostico per ogni formazione litologica, nelle sue diverse condizioni giaciture e strutturali.

Il calcolo della resistività richiede inoltre la misura della differenza di potenziale (**V**) e dei parametri geometrici per soddisfare la **Legge di Ohm**:

$$Ra \text{ (Ohm} \cdot \text{m)} = \frac{V \text{ (Volt)}}{I \text{ (ampere)}} = \frac{m^2}{m}$$

La misura della **V** viene effettuata tramite due elettrodi infissi nel terreno (**M** e **N**) simmetricamente rispetto al centro dello stendimento. Si ha pertanto un dispositivo di misura a quadripolo nel quale la strumentazione è costituita in linea di principio da un *amperometro* per la corrente **I** e da un *voltmetro* per la **V**.

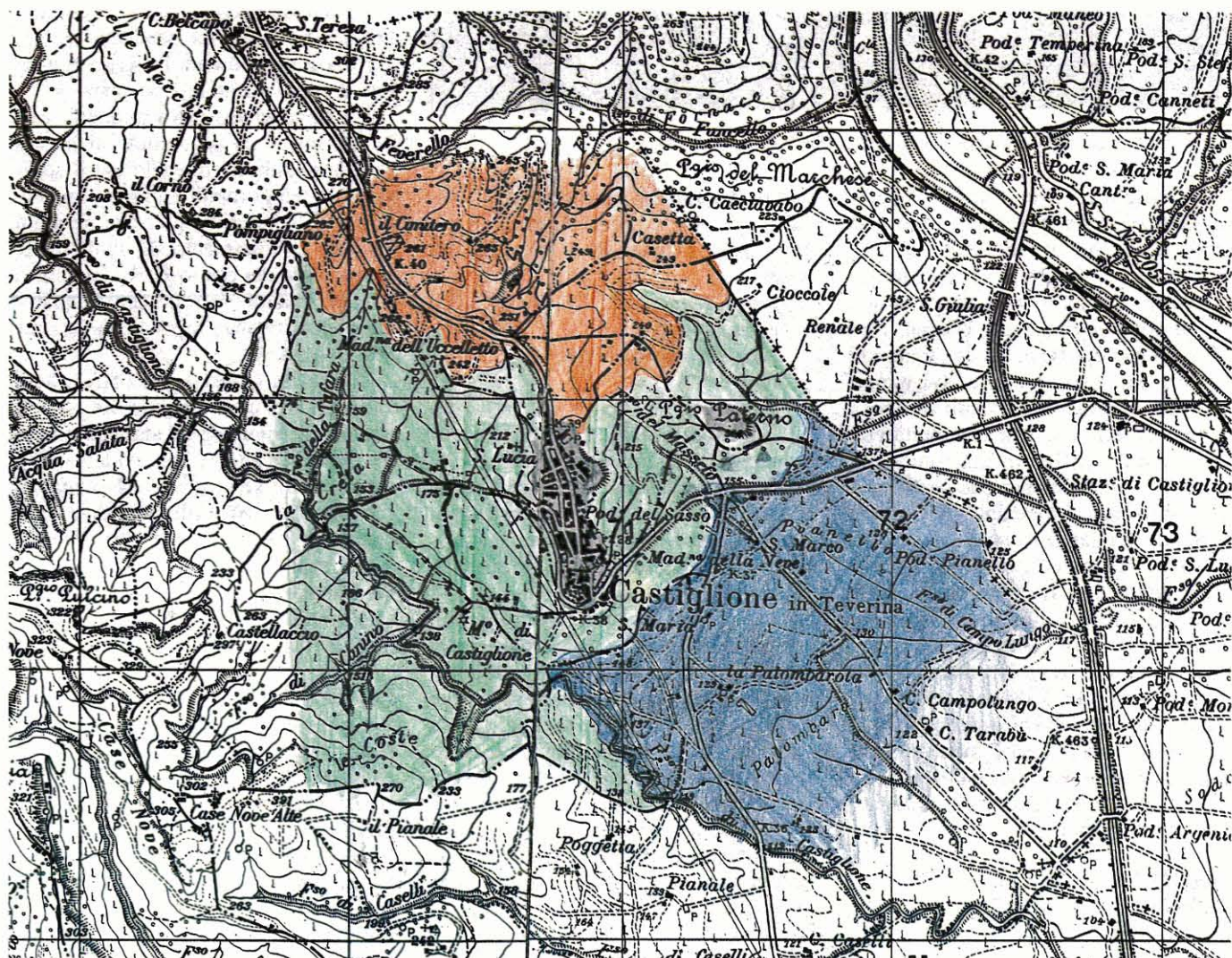
E' importante che la differenza di potenziale misurata sia imputabile soltanto all'azione energizzante della corrente inviata nel terreno. Si opera sem-

pre pertanto una preventiva compensazione dei *potenziali spontanei* naturali presenti nel terreno, attribuibili a eventi di varia natura (dispersione di *messa a terra*, effetto *pila*, correnti vacanti, ecc.).

Lo studio del potenziale spontaneo rappresenta un altro metodo di prospezione geofisica. Le varie misure di resistività, operate con il variare della distanza o della posizione degli elettrodi, definiscono le forme e le dimensioni dei corpi litologici elettricamente distinguibili attraverso l'interpretazione dei dati ottenuti. Infatti i valori di resistività vengono rapportati alla profondità, ottenendo così una *elettrostratigrafia*, correlabile ad una equivalente litostratigrafia.

L'esplorazione può avvenire in senso verticale o orizzontale modificando la procedura di esecuzione nel dispositivo descritto.

Il **Sondaggio Elettrico Verticale** (**S.E.V.**), che prende nome di metodo Schlumberger, aumenta progressiva-



Rilievo geotopografico del territorio circostante lo scavo archeologico di Pianello (scala 1:25000).

mente la distanza degli elettrodi A e B l'infiltrazione dell'energizzazione e la profondità in investigazione.

Il **Sondaggio Elettrico Orizzontale (S.E.O.)** mantiene invece inalterata la distanza tra loro degli elettrodi traslando omogeneamente in superficie tutto il dispositivo, che prende nome di *metodo Wenner*. Si mantiene così sempre la stessa profondità di investigazione che si sposta nella direzione voluta.

Le finalità dei due metodi sono diverse ed hanno diversi campi di applicazione, ma il "Wenner" ha maggiore specificità per l'archeologia proprio perché analizza con maggiore dettaglio le discontinuità in senso orizzontale. I valori di resistività misurati possono essere raccolti in mappe e carte dove la loro distribuzione in isolinee definisce una zonazione dell'area esaminata, evidenziando in una morfologia sotterranea le strutture sepolte (cavità, muri, giacimenti, ecc.).

UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA DI RICERCA

L'area in esame è ubicata all'estremo limite nord-orientale del Lazio al confine con l'Umbria, nelle immediate vicinanze del fiume Tevere. La quota topografica è circa 145 metri s.l.m.

Le campagne di scavo condotte dal Gruppo Archeologico della Teverina dal 1984 hanno portato alla luce delle presenze archeologiche di un insediamento etrusco del VI-V sec. a. C. costituito da un reticolo di murature a secco in assi ortogonali NW-SE e NE-SW. Il materiale utilizzato è costituito sia da pietrame raccolto localmente (tufo, travertino e calcareniti) che da argilla essiccata al sole. Un successivo insediamento riferibile ad età romana del I sec. d. C. ha probabilmente utilizzato parte di questi materiali per l'edificazione di una villa. E' stato rilevato che l'abbandono degli ambienti etruschi sia stato dovuto ad un vasto movimento franoso della collina posta a settentrione di Poggio Paterno, a cui si cercò di porre rimedio mediante drenaggi e murature di contenimento. Ciò nonostante deve esserci stato un grosso fenomeno di colamento fangoso che ha sommerso e distrutto le abitazioni, di cui ne sono rimaste evidenti tracce. L'ubicazione del sito è probabilmente da ricercare nell'esistenza di un guado sul fiume Tevere in un settore fluviale che ha sempre conservato nei secoli la stabilità morfologica. Infatti è probabile che il nuovo insediamento in età romana fosse posto in adiacenza di una importante via di transito che collegava tra loro le strade



Particolare degli strumenti impiegati per il sondaggio elettrico.

consolari *Cassia*, nella zona di Bolsena, e *Flaminia* nei pressi di Todi.

OBIETTIVI DELLA PROSPEZIONE GEOFISICA

I precedenti lavori di scavo hanno prodotto un taglio non più largo di 10 metri in una morfologia costituita da un pendio degradante verso SSE, portando alla luce murature a secco. La problematica era dunque data: se procedere sistematicamente con gli scavi su tutta un'ampia zona o piuttosto concentrarsi nelle aree con le maggiori probabilità di rinvenimenti archeologici, ottenendo così notevole risparmio sia economico che di tempo. La prospezione geofisica ha avuto quindi il compito di analizzare il settore in esame definendo la probabile disposizione delle murature in continuità con quelle già rinvenute.

QUADRO GEOLOGICO D'INSIEME

L'area di studio compresa nelle tavole 137 IV NE e 137 I NO è interessata soprattutto dai depositi alluvionali del fiume Tevere. I prodotti vulcanici presenti sono quelli legati all'attività del Vulsino, non ultimi i travertini presenti in bancate superiore a m. 50 da quota 225 a quota 300 circa.

I depositi alluvionali in affioramento hanno un colore avana-giallastro con ciottoli levigati e di piccole dimensioni, sono poco cementate e presentano intercalazioni sabbiose a stratificazione incrociata. Questi sono riconducibili alle alluvioni di 2° ordine ampiamente estese in tutta la zona e che lambiscono ancora oggi l'alveo fluviale situato ad una distanza di Km. 1,5 dalla zona di scavo. Il tufo presente da quota 250 metri s.l.m. circa sovrastante ed in contatto con il travertino, è quello basale riconducibile all'attività dell'apparato vulcanico Vulsino: appare di colore rosso-bruno, ma non è raro incontrarlo in alternanza di livelli dal grigio al giallo chiaro con piccoli brandelli di rocce.

Morfologicamente parlando la zona si può suddividere in tre parti: la prima pianeggiante, interessata dalle alluvioni di 1° e 2° ordine del fiume Tevere, coltivata a vigneti e colture intensive; la seconda a N-W dell'abitato di Castiglione in Teverina, calanchifera con forre a volte anche molto profonde; con poca vegetazione spontanea; la terza a nord dell'abitato, è interessata dai prodotti del vulcanesimo Vulsino. La zona risulta piuttosto pianeggiante ma con numerose valli dai fianchi anche ripidi, dovuti al dilavamento

delle acque torrentizie. La zona è ricca di vegetazione, quella coltivata è a vigneti e oliveti, quella boschiva è ricca di querce.

Il territorio da noi preso in esame ha comunque avuto uno sconvolgimento a livello morfologico durante l'attività vulcanica dell'apparato Cimino (1.300.000 anni circa). L'esplosione ignimbratica del peperino tipico, ha ricoperto e livellato una estesa porzione di territorio invadendo anche l'antico alveo del fiume Tevere, nella zona di Bomarzo-Chia. Lo sbarramento ignimbrico alto anche 80 metri ha favorito la formazione di un grosso bacino lacustre, interessante anche l'attuale territorio del comune di Castiglione in Teverina. Il ristagno del bacino formatosi ha favorito la formazione del travertino su cui sorge l'abitato, e che localmente presenta uno spessore anche di m. 50.

IDROGEOLOGIA

Il quadro idrogeologico è dato dall'infiltrazione e percolamento delle acque meteoriche nei sedimenti alluvionali fino al contatto con il substrato argilloso di natura impermeabile. Si ha pertanto l'instaurarsi di falde freatiche discontinue con aumento della potenzialità idrica verso l'asse fluviale dove le alluvioni assumono una potenza maggiore. Nel luogo in esame invece si è al limite della loro estensione e pertanto le falde sono scarsamente produttive. Comunque il tetto della falda è posto presumibilmente alla profondità di una decina di metri dal piano di campagna.

PROSPEZIONE GEOFISICA

E' stata utilizzata la metodologia elettrica mediante l'esecuzione di sondaggi elettrici orizzontali (S.E.O.) secondo maglie regolari a geometria variabile, in funzione della topografia in allineamenti ortogonali nei luoghi accessibili adiacenti agli scavi preesistenti. Sono state utilizzate configurazioni Wenner con $A = 2$ metri e $A = 3$ metri in 11 profili di misura per valutare le disomogeneità di resistività su un'unica quota topografica. I valori dei S.E.O. (77 punti di lettura), elaborati su carta delle iso-resistive, hanno permesso l'individuazione delle aree anomale.

Nel particolare periodo stagionale in cui sono state eseguite le misure geoelettriche i terreni sono pressoché secchi ed è quindi probabile che non vi fosse un notevole contrasto di resistività tra il terreno e le murature costituite da conci in argilla essiccata.

Le maggiori anomalie si sono riscontrate nelle stese poste a settentrione dove è stato possibile identificarle con le strutture murarie, in corrispondenza dei maggiori valori di resistività apparente (20-30 ohm*metro). Nelle stese poste a meridione soltanto nella n.8 si è avuta una analoga identificazione, mentre nelle altre stese si ha una relativa omogeneità intorno i 13-15 ohm*metro, caratteristico proprio delle sabbie limose drenate. Fanno eccezione due punti lungo la stesa n.6 e un'anomalia nell'incrocio delle stese n.8 e n.10. Come già accennato è probabile che sia stato dovuto alla ridotta discriminazione tra terreno e conci in argilla essiccata.

CONCLUSIONI

Dall'insieme dei dati rilevati si riscontra generalmente una buona differenziazione geofisica tra terreno e strutture murarie. Nelle stese poste a Nord si è evidenziata una maggiore presenza delle anomalie da cui deriva il convincimento che in tal luogo si può intensificare sia la ricerca indiretta che quella diretta. In particolare si può definire con maggiore certezza l'andamento delle strutture murarie con analisi in dettaglio dei settori circostanti ad esse. Quindi in prima istanza si esclude l'interesse per il settore meridionale, mentre rimane da verificare l'esistenza di una continuità verso Sud-Est delle anomalie evidenziate nella stesa n.8. E' allegata la figura che rappresenta la sintesi delle ricerche.

CARTA DELLE CORRISPONDENZE ARCHEOLOGICHE

In essa si ha la corrispondenza tra le aree di anomalia geoelettrica e i ritrovamenti archeologici posti in adiacenza. È possibile osservare una evidente continuità tra i due insiemi offrendo una guida alle successive campagne di scavo.

I disegni relativi ai ritrovamenti archeologici sono tratti dalla planimetria fornita dalla Soprintendenza Archeologica per l'Etruria Meridionale.

BIBLIOGRAFIA

- M. BERTINI, C. D'AMICO, M. DERIU, O. GIROTTI, S. TAGLIAVINI, L. VERNIA, *Carta Geologica d'Italia - F° 137 Viterbo*, Ser. Geol. It., ROMA, 1971.
- E. LOCARDI, M. MITTEMPERGHER, *Sulla Genesi delle ignimbriti*, «Rendiconto Società Mineralogica Italiana», 23, 1967, pp. 139-162.
- G. MERCALLI, *Contribuzione allo studio geologico dei vulcani Viterbesi*. In «Memorie della Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei», 20, 1903, pp. 1-38.
- P.P. MATTIAS, U. VENTRIGLIA, *La regione vulcanica dei Monti Sabatini e Cimini*, in «Memorie della Società Geologica Italiana», IX, 3, 1970, pp. 331-384.
- G. NAPPI, *Stratigrafia e petrografia dei Vulsini Sud -Occidentali*, in «Bollettino Società Geologica Italiana», 88, pp. 171-181.
- A. PRATURLON, B. DI SABATINO, R. FUNICELLO, M. PAROTTO, *Metodi e risultati preliminari dello studio delle esplosioni freato-magmatiche*, in «Quaderni Facoltà di Ingegneria», Ancona 1978.
- A. RITTMAN, *I Vulcani e la loro attività*, Capelli Ed. Bologna 1967.
- N. BRIZI, C. D'AMBROSI, B. DI SABATINO, *Rilievo geopetrografico dell'area del Teatro di Ferento e studio dei principali litotipi usati per la sua costruzione*, in «Informazioni» n.4-5, maggio 1988, pp.22-37.



Particolare del travertino su cui sorge l'abitato di Castiglione in Teverina.

