

Le modifiche apportate alla Valle Murcia per la realizzazione del Circo Massimo

Changes made in the Murcia Valley for the Circus Maximus construction

CARPENTIERI ELENA*, DE RITA DONATELLA**, DELLA MONICA GIUSEPPE**, ZANZI GIAN LUCA***

RIASSUNTO - Viene presentata la ricostruzione dell'evoluzione morfologica e idrogeologica, comprese le recenti modifiche indotte dall'uomo, degli ultimi 10.000 anni nella pianura alluvionale della Valle Murcia, presso il Circo Massimo a Roma. La metodologia di indagine ha previsto l'uso di indagini ERT, la revisione e l'interpretazione dei dati di sondaggi archeologici e le datazioni al radiocarbonio, migliorando la conoscenza della struttura del sottosuolo e permettendo di collegare le informazioni archeologiche a quelle stratigrafiche per valutare il tasso di sedimentazione nella valle. I dati indicano una pianura alluvionale pre-romana anastomizzata, successivamente modificata dall'intervento umano come descritto in CARPENTIERI *et alii* (2015). L'analisi di diversi documenti storici ha permesso di ricostruire le modifiche della valle fino ad oggi.

PAROLE CHIAVE: Valle, Roma Italia, Geofisica, Archeologia, Geocronologia, Tasso di sedimentazione.

ABSTRACT - We presents a morphological and hydrogeological reconstruction, including human-induced modification, during the last 10.000 years of the evolution of the Murcia Valley floodplain at the location of the great Roman stadium *Circus Maximus* in Rome (Italy). Methodology included geophysical method ERT, revision and interpretation of data from archaeological surveys and radiocarbon age determinations, improving knowledge of the structure of the subsoil and allowing making links between archaeological and stratigraphic information, to assess the sedimentation rate in the valley. Data indicate

a pre-Roman anastomosed alluvial plain subsequently modified by human intervention, as described in CARPENTIERI *et alii* (2015). Analyses of several historical documents allowed reconstructing modifications of the valley until present.

KEY WORDS: Valley, Rome Italy, Geophysics, Archaeology Geochronology, Sedimentation rates.

1. - GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA DELLA VALLE MURCIA

Negli ultimi milioni di anni, cicli glaciali-interglaciali hanno causato cambiamenti nel livello di base dovuti alle fluttuazioni del livello del mare, contribuendo a plasmare il paesaggio attraverso erosioni e deposizioni fluviali (MARRA, 1995; MARRA, & FLORINDO, 2014, MILLI 2013). Durante il periodo glaciale del Würm (110–12,5 ka), i fiumi hanno creato valli profondamente incise con letti larghi e piatti. Attualmente, le valli che circondano Roma si stanno aggradando a causa dell'innalzamento del livello del mare post-glaciale. La Valle Murcia, in particolare, è approfondita fino a 34 m sotto il livello del mare (SIGNORINI, 1939; PAROTTO, 2008) incidendo le argille

* PhD, libero professionista - elenacarpentieri79@gmail.com;

** Università degli Studi di Roma Tre;

*** Soprintendenza Capitolina ai Beni Culturali;

Plio-Pleistoceniche (Formazione di Monte Vaticano – MVA). I margini della vallata sono costituiti da un'alternanza di unità vulcaniche e sedimentarie plio-pleistoceniche (Fig. 1), alcune formanti terrazzamenti riconoscibili nel profilo morfologico del Colle Palatino (FUNICIELLO & GIORDANO, 2008a; PAGLIAROLI *et alii*, 2011, MANCINI, 2014). Questa sequenza include la Formazione Santa Cecilia, la Formazione Valle Giulia, le unità vulcaniche del Palatino (533 ± 5 ka) e Prima Porta, l'Unità dei Tufi Stratificati Varicolori di Sacrofano (488 ± 2 ka), la Formazione del Fosso del Torrino, le Pozzolane Rosse (457 ± 4 ka),

la Formazione di Villa Senni (357 ± 2 ka) e la Formazione Aurelia (KARNER & RENNE, 1998; KARNER *et alii*, 2001). Il riempimento Olocenico della valle consiste in sedimenti fluvio-palustri del Tevere e dei suoi affluenti (FUNICIELLO & GIORDANO, 2008a; FUNICIELLO & GIORDANO, 2008b; RASPA, 2008; PAGLIAROLI *et alii*, 2011; MANCINI *et alii*, 2013a, b).

Ad oggi il reticolo fluviale è completamente obliato dall'urbanizzazione, ciononostante sono stati condotti degli studi per il rilevamento delle direzioni di flusso e della superficie piezometrica nell'area romana (Fig. 3 - LA VIGNA *et alii*, 2015), che hanno permesso

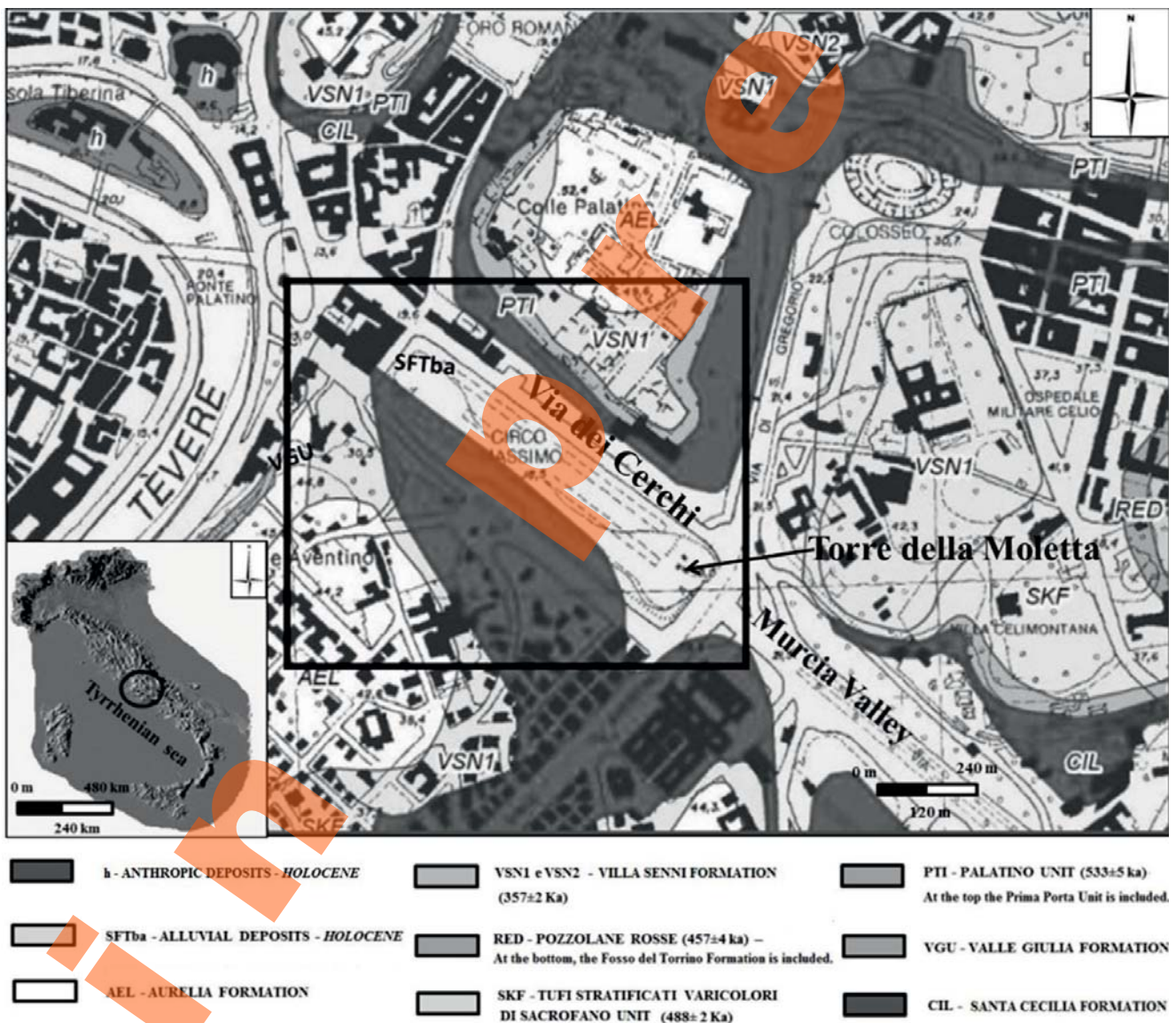


Fig. 1 - Il Circo Massimo di Roma (nel riquadro nero) si trova nella Valle Murcia, tra il Palatino e l'Aventino. Stralcio della carta Geologica di Roma da FUNICIELLO & GIORDANO (2008b), modificata.

- The Circus Maximus of Rome (in the black box) is located in the Murcia Valley, between the Palatine and the Aventine. Excerpt from the Geological Map of Rome from FUNICIELLO & GIORDANO (2008b), modified.

LE MODIFICHE APPORTATE ALLA VALLE MURCIA PER LA REALIZZAZIONE DEL CIRCO MASSIMO

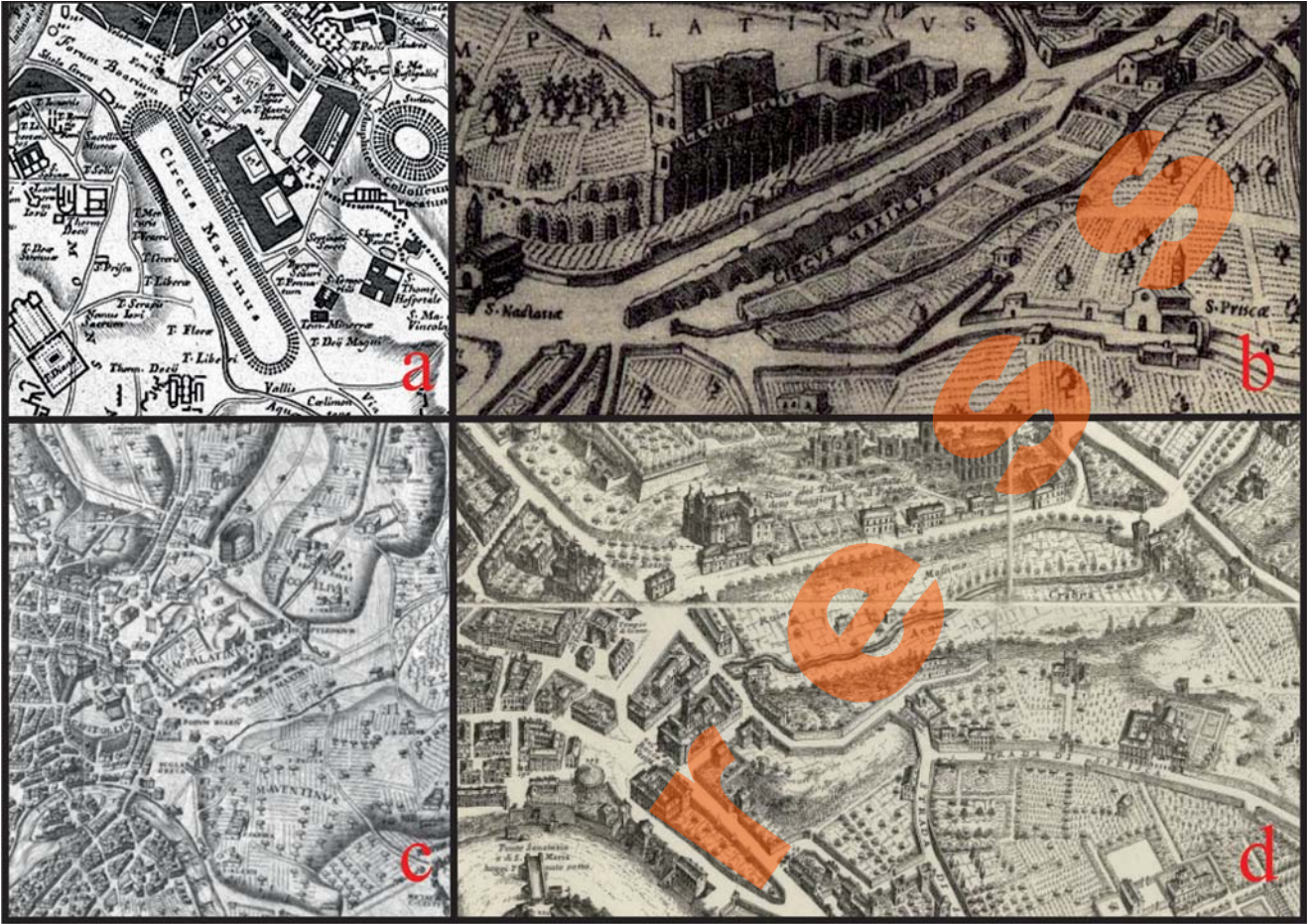


Fig. 2 - a) Mappa di Leonardo Bufalini del 1551-prima mappa di Roma a stampa- stralcio; b) Marco Cartaro - Stralcio della veduta di Roma del 1576; c) Beatrixet & Lafrery 1557 - veduta da occidentale; d) Stralcio della Mappa della Città di Roma - G.B. Falda 1676 - incisione su rame - Esemplare conservato presso la Biblioteca dell'Istituto di Archeologia e Storia dell'Arte di Roma.

- a) Map of Leonardo Bufalini of 1551 - first printed map of Rome - excerpt; b) Marco Cartaro - Excerpt of the view of Rome in 1576; c) Beatrixet & Lafrery 1557 - view from the west; d) Excerpt of the Map of the City of Rome - G.B. Falda 1676 - copper engraving - Specimen preserved at the Library of the Institute of Archaeology and Art History of Rome.

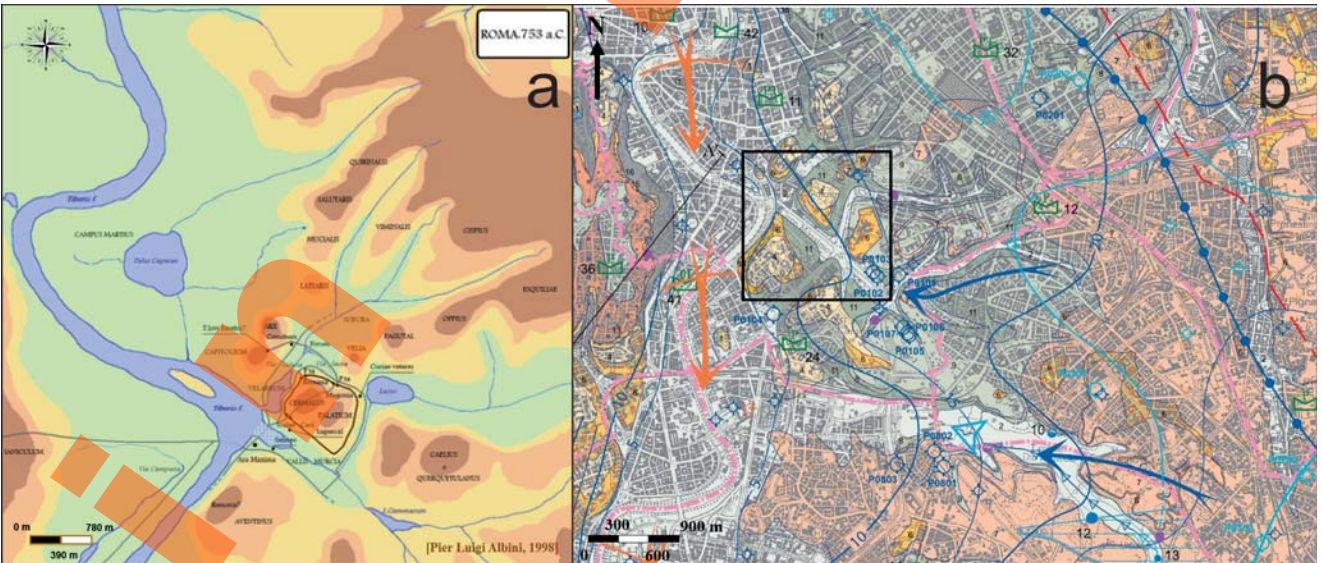


Fig. 3 - a) Idrogeologia dell'area romana nel 753 a.C. secondo Albini (1998); b) Idrogeologia dell'area romana in cui insiste la Valle Murcia (riquadro nero). Le frecce blu indicano la direzione di flusso della falda regionale, mentre le linee blu sono le isopieze. Stralcio tratto dalla Carta Idrogeologica di Roma di LA VIGNA et alii, 2015. - (a) Hydrogeology of the Roman area in 753 BC according to Albini (1998); (b) Hydrogeology of the Roman area in which the Murcia Valley lies (black box). The blue arrows indicate the flow direction of the regional aquifer, while the blue lines are the isopiezes. Excerpt taken from the Hydrogeological Map of Rome by LA VIGNA et alii, 2015.

di rilevare la falda regionale tra i 10,00 m s.l.m. nell'area a monte ed i 5,00 m s.l.m. in prossimità del Tevere.

2. - LA STORIA ROMANA DEL CIRCO MASSIMO

Il Circo Massimo è uno dei monumenti più antichi di Roma. Gli archeologi ipotizzano che il primo intervento nella Valle Murcia risalga all'epoca dei Tarquini e sia collegato alla famosa Cloaca Circi, che avrebbe permesso il primo drenaggio della valle (Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali, 2016). Solo con Giulio Cesare vennero realizzate nel Circo delle strutture in muratura, mentre successivamente Augusto, completato e restaurato il Circo, vi pose al centro della spina un grande obelisco (quello che oggi si trova in Piazza del Popolo) e costruì il pulvinar (un palco) sul lato Palatino. Un altro importante elemento architettonico, di recente riportato alla luce è un arco trionfale dedicato a Tito nell'anno della sua morte (81 A.D.), posto al centro dell'emiciclo meridionale del Circo Massimo. Dopo molte vicissitudini Traiano operò una sostanziale ricostruzione delle strutture (cui appartengono la maggior parte delle murature visibili). Quasi alla fine dei suoi fasti nel 357 A.D. Costanzo II (LIVERANI, 2012) vi portò il secondo obelisco, oggi in piazza Laterano.

Devastato più volte dagli incendi, il Circo è stato ricostruito da Domiziano e Traiano e successivamente ogni qualvolta ce ne fosse necessità. Durante il periodo di maggior splendore (~ 27 a.C. al 476 A.D.) il Circo Massimo raggiunse una lunghezza di circa 600 m, una larghezza da 124 a 160 m e ospitò fino a 250.000 spettatori.

A partire dal V secolo per il Circo iniziò una fase di defunzionalizzazione con l'occupazione delle *tabernae* e di molti spazi mentre le acque, che ancora scorrevano nella valle erano convogliate in una sorta di forma identificata come l'aqua Iovia. Tuttavia le fonti ricordano un ultimo evento celebrato nel 549 A.D. quando Totila (re degli Ostrogoti) diede gli ultimi giochi. (Zanzi 2019).

Nel XII secolo il fornice centrale l'Arco di Tito

demolito quasi completamente dopo il X secolo, era occupato dal canale dell'Acqua Mariana (o "Mar-rana") (BRANDIZZI VITTUCCI, 1991), il primo acquedotto medievale costruito da Callisto II nel 1122. A poca distanza venne costruita la "Torre della Molletta" e iniziò lo sfruttamento agricolo legato alla presenza dell'acquedotto, utilizzato principalmente come forza motrice per le attività di molitura, ma anche per la coltivazione dei campi, irrigati mediante un reticolo di canali. Con un certo ritardo sulla "Rivoluzione Industriale" parte dell'area fu destinata alla costruzione del primo Gazometro utilizzato per l'illuminazione delle strade principali della città. Sull'area sorsero anche magazzini e abitazioni per gli operai, fino ai primi del '900 quando il Comune di Roma inaugurò la prima centrale elettrica realizzata dall'ing. Montemartini spostando nel quartiere Ostiense il cuore industriale di Roma. Si alternarono da allora momenti di abbandono a grande interesse per l'area archeologica. Negli anni '30 vennero demolite le strutture e le abitazioni ivi esistenti, e per l'apertura di via del Circo Massimo delocalizzato il cimitero ebraico posto sulle pendici dell'Aventino. A partire dal 1936 il Partito Nazionale Fascista (PNF) visto l'alto valore simbolico del monumento volle usarlo come spazio propagandistico organizzando manifestazioni e grandi mostre e culminate nel "Anno autarchico del Minerale" nel 1939 A.D.

Solo nell'immediato dopoguerra il Circo Massimo divenne lo spazio verde tutt'oggi utilizzato per importanti eventi della capitale la cui morfologia è stata modellata sulle dimensioni e strutture antiche sommerse da un'importante coltre di sedimenti.

3. - DATI RECENTI E STORICI NELL'AREA DEL CIRCO MASSIMO

Agli inizi del 1900 iniziarono una serie di ricerche geoarcheologiche nel Circo Massimo a partire dal famoso sondaggio Circo Massimo (SIGNORINI, 1939 - S31 in Fig. 4), che portarono all'esecuzione di ulteriori perforazioni (1983, 2004, 2009, 2010, 2012, 2013) per un totale di 44 indagini (Fig. 4). I sondaggi sono stati effettuati a profondità diverse e variabili

da pochi metri, fino a 60,00 m dal p.c. ed eseguiti da diverse imprese, per cui le descrizioni sono spesso deficitarie di elementi utili per lo scopo della ricostruzione geologica.

Il sondaggio più profondo (S31) eseguito dall'A.G.I.P. in occasione dell'Esposizione Autarchica del Minerale nel Circo Massimo (SIGNORINI, 1939) ha permesso di vedere alla base della successione alluvionale, un deposito di ghiaia calcarea che da -22,00 m s.l.m. si approfondisce fino a circa -34,00 m s.l.m. . Al di sotto vi sono le argille grigio chiaro (MVA) datate al Pliocene (SIGNORINI, 1939; VENTRIGLIA, 2002; PAROTTO, 2008; FUNICIELLO & GORDANO, 2008a). Non sono state trovate le sabbie gialle marine che solitamente si trovano sopra le argille della Formazione del Monte Vaticano (MVA), né i sedimenti vulcanici sopra di esse. Questa circostanza suggerì al SIGNORINI (1939) che l'incisione avesse effettivamente rimosso questi depositi, incidendo la massa delle argille piacentiane.

Recentemente la Geoplanning, ha effettuato alcune perforazioni nell'area di scavo dell'emiciclo



Fig. 4 - Foto dal sito Rerum Romanarum, da Album edito Quasar del 1979 (link).

- Photo from the site Rerum Romanarum, from Album edited by Quasar in 1979 (link).

(BRANCALEONI *et alii*, 2015) ed i carotaggi sono stati recuperati ed analizzati nuovamente per il presente lavoro.

Per ottenere la caratterizzazione litologica, nel 2003 con il Progetto Zetema Cultura furono effettuate delle indagini su alcuni campioni raccolti durante le perforazioni, con i seguenti risultati:

- ✓ Materiale di riempimento: Φ = da 18° a 23°
 $C = 0$ kg/cmq $\gamma = 1,68$ g/cm³ $E =$ da 30 a 50 kg/cmq
- ✓ Limi argillosi: $\Phi =$ da 17° a 22° $C =$ da 0,05 a 0,40 kg/cmq $\gamma = 1,80$ g/cm³ $E =$ da 20 a 70 kg/cmq.

Tre perforazioni sono state eseguite nella zona Carceres, sul lato nord-ovest dello stadio, a ridosso del fiume Tevere, ad una profondità circa 5,00 m ed una nei pressi di Via dei Cerchi dove sono stati rinvenuti muri appartenenti alle tribune del Circo Massimo (BIGOT, 1908) . Una successiva indagine su 17 carote di sondaggio portò alla luce numerosi resti delle strutture portanti della scalinata dell'antico Circo e permise di individuare l'antica Marrana che confluiva nella Valle di Murcia fino al 1934, insieme ai muri radiali e ai solai di due strade sovrapposte (PIETRANGELI, 1940). Le informazioni stratigrafiche derivate da questi resti storici fornirono informazioni sulla geometria della valle in relazione alla costruzione romana. Nel 1998, i dati di dieci grandi perforazioni hanno portato alla scoperta di piccole porzioni della "spina" centrale. Questa era un rilevato che separava le due corsie intorno alla pista, nelle corse dei carri Romani. La struttura originaria fu modificata durante il periodo Imperiale e poi persa durante la successiva urbanizzazione dell'area; la sua forma sul terreno è stata recentemente ricostruita, nell'ambito della riqualificazione locale. Le perforazioni del 1998 hanno individuato anche una trincea situata lungo Via dei Cerchi sul lato nord-est del Circo (CIANCIO ROSSETTO, 2002) riempita con materiali derivati da precedenti scavi archeologici. Grazie ai sondaggi archeologici a grande diametro (1,50 m) da S35 a S44 in (Fig. 4), CIANCIO ROSSETTO & BUONFIGLIO (2007) hanno stimato il primo livello di occupazione romana a circa 8,00 m s.l.m.

Fonti storiche riportano che il rivestimento delle

sponde irregolari dei canali nel Circo era stato realizzato con muri e banchine in tufo e sotto Tarquinio con blocchi di “cappellaccio”. Anche all’incrocio tra Via di San Gregorio e Via del Circo Massimo sono stati ritrovati similmente dei blocchi di tufo, senza malta. Il NARDUCCI nel 1889 indicava le dimensioni di quest’opera, con la larghezza della condotta pari 2,00 m e altezza 3,50 m con il livello di base a 7,60 m s.l.m. e l’estradosso a quota 12,30 m s.l.m. Al di sopra di quest’ultima vi è una pavimentazione stradale a quota 14,20 m s.l.m. molto simile ad un altro tratto di cloaca rinvenuto in prossimità dell’angolo di via della Greca. (BIANCHI, 2017). Durante l’escavazione della fogna dell’Esquilino, lungo via dei Cerchi, che si è spinta fino a 10,00 m di profondità, sono stati rinvenuti tre antichi livelli stradali (BUONFIGLIO, 2014).

Sembra che alla fine del XVI secolo FLAMINIO VACCA abbia scoperto, durante gli scavi per gli obelischi, una grande cloaca al centro del Circo, probabilmente tra la cavea e la “Spina” (BIANCHI, 2017). Anche il NARDUCCI (1889) sosteneva che la prima importante fognatura romana, la *Cloaca Circi*, si trovasse proprio nel Circo Massimo e la attribuì all’età tardo Repubblicana. In ogni caso fonti storiche rammentano di fognature continuamente ristrutturate in età Repubblicana ed Imperiale. Per cui è presumibile ipotizzare che già in epoca Arcaica esistesse una fogna che si dirigeva verso il Tevere, attraversando la Valle Murcia, anche se non è noto l’effettivo percorso sotterraneo. Lo stesso LANCIANI nella sua *Forma Urbis Romae*, alla Tav. 35 dell’opera (1893-1901), riporta un tratto della grande Cloaca al centro del Circo Massimo.

Sembra sia stato Cesare nel I secolo a.C. a realizzare il primo edificio circense in muratura, aumentandone l’ampiezza e la capienza. Questi realizzò, secondo Dionigi di Alicarnasso, un canale in muratura scavato in prossimità delle gradinate, largo 3,00 m e alto 3,00 m, che separava la cavea dalla “pista”. Gli storici pensano che questo Euripo fosse collegato ad una rete fognaria circostante, ma in ogni caso sembra fosse aperto, almeno fino all’epoca di Nerone, quando venne chiuso. Nell’emiciclo meridionale del Circo sono stati rinvenuti più canali sovrapposti, i più antichi risalgono a prima del VI

secolo e venivano utilizzati fino al Medioevo per irrigare gli orti fatti sulle rovine del Circo (BIANCHI, 2017).

Nel corso di diversi secoli, l’area del Circo Massimo è stata più volte rimaneggiata nel tentativo di migliorarne l’uso e l’aspetto. I 2500 anni circa di urbanizzazione dell’area, compresa la costruzione e la demolizione di molti edifici nel secolo scorso, hanno cambiato profondamente la geometria originaria della valle. VENTRIGLIA nel 2002 stimò uno spessore medio dei riempimenti nel Circo di circa 15 m con conseguente forte eterogeneità laterale nel sottosuolo (CORAZZA *et alii*, 2005).

Il BUFALINI nel 1551 (Fig. 2a) rappresentò il Circo con la galleria dell’acqua Mariana (così chiamata al suo tempo) che scorreva a ridosso dell’Aventino, interessando in taluni tratti l’area delle tribune.

Nel 1557 BEATRIZET & LAFRERY 1557 rappresentarono (Fig. 2c) in una veduta da occidente, le rovine del Circo con gli edifici costruiti in epoca medievale al di sopra di una scarpata, similmente alla rappresentazione successiva (1576) di MARCO CARTARO (Fig. 2b). Un secolo dopo, il FALDA (1676) rappresentò il settore del Circo con le opere romane completamente sepolte, nella sua Mappa della Città di Roma (Fig. 2d).

I movimenti terra nell’area del Circo continuano fino ai tempi recenti. A proposito si ritiene interessante quanto riportato dalla scrittrice e giornalista MARTINI (link) in merito al Roseto, che si trova oggi sul lato meridionale del Circo, a proposito del quale scrive: “Era nominato: “*Ortaccio degli Ebrei*” in segno di disprezzo religioso da parte dell’*autorità papale...* dal 1645 al 1895 quel terreno fu utilizzato come Cimitero Ebraico, trovandosi nelle immediate vicinanze del Ghetto degli ebrei, nel quale la loro comunità abitava. Si trattava di un terreno molto ambito, in piena area archeologica e sulle sponde del Tevere, ma la comunità resistette a tutti i tentativi di esproprio per moltissimi anni. E il cimitero rimase in tale luogo fino al 1934, quando una parte delle salme fu trasferita al Cimitero del Verano, aperto anche ai non cattolici dal 1870”. Quanto affermato, insieme alle foto reperite online (Fig. 4 - link), che sembra siano tratte da un album su Roma edito Qua-

sar (1979), nelle quali è evidente che le lapidi oltre i cipressi seguono il pendio discendente verso est nel Circo, lascia pensare che il cimitero in questione si fosse spostato dall'attuale Roseto e quindi dall'Ortaccio vecchio degli Ebrei all'Ortaccio degli Ebrei e cioè nel perimetro del Circo Massimo, al di sopra delle rovine delle tribune romane, come rappresentato anche dal LANCIANI (1893-1901).

In un recente articolo (link), la giornalista GIOVENCO rammenta, relativamente alla storia del cimitero ebraico, che a seguito della costruzione delle nuove mura nella vecchia Porta Portese, iniziata sotto Urbano VIII ed ultimata nel 1645 durante il pontificato di Urbano X, gli ebrei (che li seppellivano i loro defunti), ebbero il permesso di spostare il cimitero sull'Aventino. Nel XVIII secolo ampliarono l'acquisto tanto che vi erano due aree distinte, una denominata "Ortaccio degli Ebrei" e l'altra "Ortaccio vecchio degli Ebrei". Tale ultima constatazione trova testimonianza anche nella pianta del NOLLI (1748). Rammenta ancora la GIOVENCO (link), che l'editto emanato nel 1775 da Pio VI, analogo a quello già promulgato nel 1625 da Urbano VIII, proibiva agli ebrei di collocare lapidi o iscrizioni a memoria dei loro defunti nei cimiteri: quelle già esistenti vennero distrutte dall'autorità pontificia. L'editto fu abolito nel 1846 da Pio IX e quindi tornarono nel cimitero le pietre tombali. Il "Cimitero Ebraico dell'Aventino" fu chiuso nel 1895, quando fu concesso agli Ebrei di seppellire i loro morti al Verano, mentre solo nel 1934 l'area cimiteriale fu espropriata dal governatorato di Roma in ragione della "pubblica utilità", per collegare Via della Greca a Viale

Aventino. Ebbene anche il MUNOZ (1934) ha lasciato con la sua opera delle testimonianze fotografiche dove si vedono gli scavi nella porzione inferiore del cimitero degli Ebrei evidentemente a ridosso degli edifici che erano presenti nel Circo Massimo. Ne consegue che solo la porzione superiore della proprietà ebraica fu destinata agli orti di guerra, altro elemento constatabile e visibile in primo piano nelle foto precedenti al 1934 (Fig.4).

ALBINI nel 1998 pubblica una ricostruzione dell'idrogeologia storica dell'area, riferita al 753 a.C. (Fig. 3a) descritta con una carta nella quale riporta un elemento fluviale che entra nell'area terminale della valle in prossimità del Palatino, per poi centralizzarsi fino a sfociare in un'area lacuale similmente a come si pensava fosse il Velabro. Nel tardo '900 l'acqua Mariana venne incanalata in una galleria che BIGOT nel 1908 riporta nel suo elaborato (Fig. 5) e che attraversa il Circo in senso longitudinale, lungo il versante Aventino. L'acqua Cabra (o Marrana Mariana) scorreva superficialmente dal periodo medievale come visibile anche in figura 2 (a,b,c) molto probabilmente per lo scopo irriguo e lo fu fino al 1900 circa, come rappresentato nella cromolitografia della libreria Spithover del 1876 (Fig. 6) dalla quale è possibile dedurre che il canale dell'acqua cabra venisse utilizzato anche per gli scarichi delle strutture del Gazometro. Lo stesso dicasi per la rappresentazione di RODOLFO LANCIANI (1893-1901, Fig. 7) dove probabilmente era stata già, almeno in parte ca-

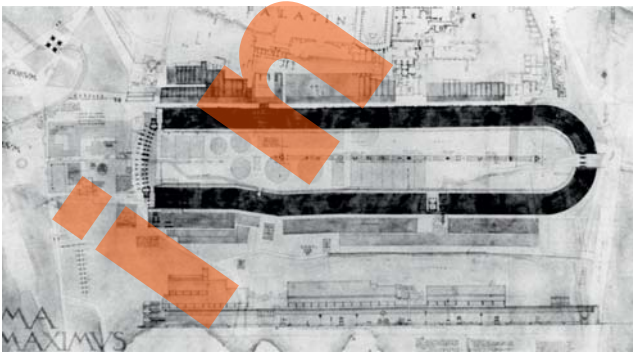


Fig. 5 - Il Circo Massimo nel 1908, disegnato da Bigot.
- The Circus Maximus in 1908, designed by Bigot.



Fig. 6 - Stralcio della cromolitografia conservata nella Biblioteca Nazionale Norvegese, 1876 e tratta da Wikipedia (link).

-Excerpt from chromolithography preserved in the Norwegian National Library, 1876 and taken from Wikipedia (link).

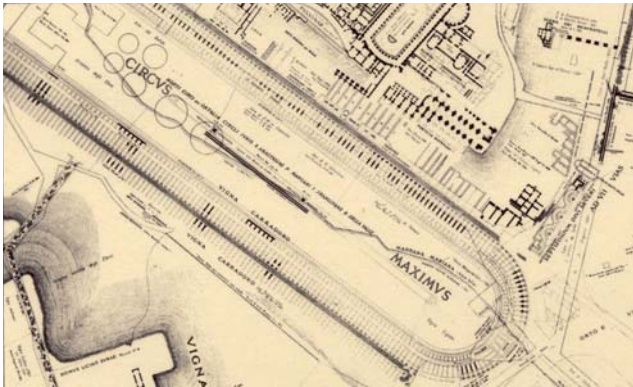


Fig. 7 - Stralcio della Tav. 35 dell'opera *Forma Urbis Romae*, di R. Lanciani (1893-1901).

- Excerpt from Table 35 of the work *Forma Urbis Romae*, by R. Lanciani (1893-1901).

nalizzata, poiché le strutture del gazometro si erano ampliate verso il centro del Circo Massimo.

In ogni caso, il drenaggio dell'acqua nel Circo Massimo è sempre stato complesso da gestire. Recentemente CARLONE *et alii* (2011) hanno monitorato il livello delle acque sotterranee in alcuni piezometri posizionati nel settore dell'emiciclo per consentire gli scavi archeologici, concludendo che nel Circo, a causa del continuo intervento umano, l'acqua presente si è accumulata in uno strato sospeso, che ha ostacolato il normale deflusso delle acque superficiali e sotterranee provocandone il ristagno. Gli Autori hanno quindi realizzato una bonifica con trincee drenanti posizionate ad una profondità compresa tra 1,50 e 3,00 m dal livello del suolo. Le pendenze delle trincee sono comprese tra l'1% e il 2% e sono collegate tra loro in un punto di raccolta centrale, caratterizzato da una vasca da cui viene sollevata l'acqua per abbassare il livello della falda. La vasca è in continuità idraulica con due pozzi circolari posizionati lateralmente rispetto alla Torre Frangipane.

I dati idrogeologici relativi all'altezza della falda sono disponibili dal lavoro della Geoplanning 2009/2010, che segnalano il livello della falda nell'area degli scavi archeologici a 13,00 m s.l.m. Nel 2013, nei piezometri da S1 a S4 la quota della falda è stata rilevata a circa 13,30 m s.l.m. a solo 1,30 m dal p.c. Dati meno recenti riportano la quota della falda per S21 a 13,90 s.l.m. e per S30 a 13,10 m s.l.m. Similmente un recente studio di microzonazione si-

smica condotto dall'Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria del Consiglio Nazionale delle Ricerche in collaborazione con l'Università La Sapienza di Roma (Progetto UrbiSIT, MOSCATELLI *et alii*, 2011; PAGLIAROLI *et alii*, 2011), indica la profondità della falda acquifera del Palatino e del Circo Massimo a circa 12,00-14,00 m s.l.m. (MOSCATELLI *et alii.*, 2010).

Una prima ricostruzione della morfologia e idrogeologia della Valle Murcia, nel tratto dove si trova il Circo Massimo è stata proposta nel 2015 da CARPENTIERI *et alii*. Gli Autori sulla base delle indagini geofisiche ricostruiscono la presenza di tre diversi strati nel sottosuolo, con valori di resistività dei sedimenti correlabili con le litologie ricavate dai sondaggi su descritti. Sulla base delle evidenze geofisiche gli Autori ipotizzano anche la presenza di un'antica canalizzazione all'interno del Circo Massimo, grazie alla quale i Romani avevano bonificato l'area, altrimenti inutilizzabile per le corse con le quadrighe.

4. - SONDAGGI, GEOFISICA E GEOCRONOLOGIA

Sono stati raccolti e rivisti in *un unicum* tutti i dati dei sondaggi summenzionati e revisionate le carote di perforazione provenienti da 14 sondaggi effettuati nell'area archeologica (Fig. 8). Nonostante il cattivo stato di conservazione delle cassette di sondaggio, l'analisi ha reso possibile la definizione delle caratteristiche litologiche, l'individuazione di un probabile limite correlabile con l'uso umano della valle ed il campionamento di materiale organico utile per effettuare le datazioni geocronologiche. Queste ultime sono state effettuate su 4 campioni, prelevati dalle carote dei sondaggi S5, S6, S8 e S9 (Fig. 8) a profondità superiori ai 12,00 m dal p.c., nei quali era evidente la presenza di materiale organico. I campioni sono stati sottoposti a datazione con il metodo del radiocarbonio mediante la tecnica della spettrometria di massa ad alta risoluzione (AMS), presso il Centro di Datazione e Diagnostica (CEDAD) dell'Università del Salento.

I macrocontaminanti presenti nei campioni, sono

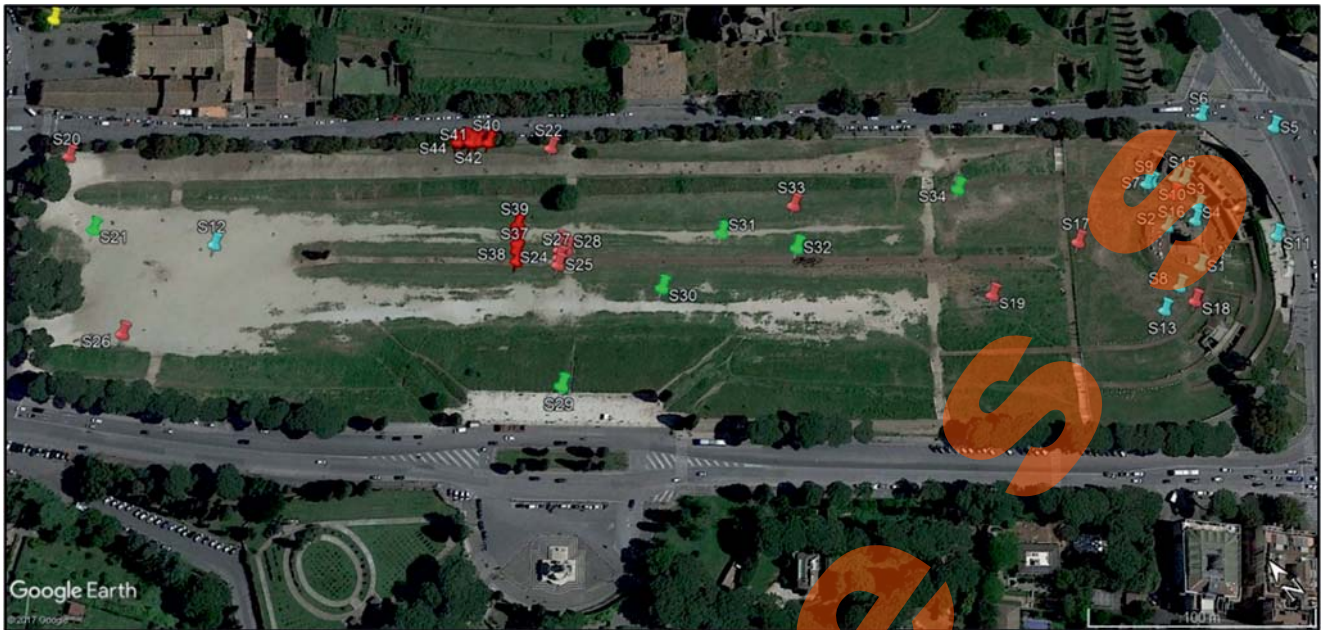


Fig. 8 - I sondaggi nel Circo Massimo: dalla collezione del Progetto Urbisit, con i punteruoli verdi; i sondaggi profondi eseguiti dalla Geosonda nel 1983, con i punteruoli rosa; quelli eseguiti dai Servizi Geotecnici s.r.l. e seguiti dal Prof. Ammermann, nel 2003, con i punteruoli gialli; i sondaggi archeologici eseguiti dalla Geosonda indicati con i punteruoli rossi ed infine i più recenti del Progetto Zetema Cultura con i punteruoli celesti.

- The surveys in the Circus Maximus: from the collection of the Urbisit Project, with the green awls; the deep surveys carried out by Geosonda in 1983, with the pink awls; those carried out by Servizi Geotecnici s.r.l. and followed by Prof. Ammermann, in 2003, with the yellow awls; the archeological surveys carried out by Geosonda indicated with the red awls and finally the most recent ones of the Zetema Cultura Project with the blue awls.

stati individuati mediante osservazione al microscopio ottico e rimossi meccanicamente. Il trattamento chimico di rimozione delle contaminazioni dal campione è stato effettuato sottoponendo il materiale selezionato ad attacchi chimici alternati acido-alcalino-acido. Il materiale estratto è stato successivamente convertito in anidride carbonica mediante acidificazione, e quindi in grafite mediante riduzione. Si è utilizzato H_2 come elemento riducente e polvere di ferro come catalizzatore. La quantità di grafite estratta dai campioni è risultata sufficiente per una accurata determinazione sperimentale dell'età. La concentrazione di radiocarbonio è stata determinata confrontando i valori misurati delle correnti di ^{12}C e ^{13}C , e i conteggi di ^{14}C con i valori ottenuti da campioni standard di Saccarosio C6 forniti dalla IAEA. La datazione convenzionale al radiocarbonio è stata corretta per gli effetti di frazionamento isotopico sia mediante la misura del termine $\delta^{13}C$ effettuata direttamente con l'acceleratore, sia per il fondo della misura. Campioni di concentrazione nota di Acido Ossalico forniti dalla NIST (National Institute of Standard and Technology) sono stati utilizzati come controllo della qualità dei risultati. Per la de-

terminazione dell'errore sperimentale nella data al radiocarbonio è stato tenuto conto sia dello scattering dei dati intorno al valore medio, sia dell'errore statistico derivante dal conteggio del ^{14}C . La tabella 2 riporta la datazione al radiocarbonio (non calibrata) per i campioni con l'indicazione dell'errore assoluto della misura. La datazione al radiocarbonio per i campioni è stata quindi calibrata (Tab. 2) in età di calendario utilizzando il software OxCal Ver. 3.10 basato sui dati atmosferici (REIMER *et alii*, 2013). Il risultato della calibrazione è riportato nella tabella 1. (CEDAD - Centro di Datazione e Diagnostica Dipartimento di Matematica e Fisica "Ennio de Giorgi", Università del Salento).

Le datazioni geocronologiche e storiche sono state correlate con l'altitudine relativa al livello del mare, ottenuta dai sondaggi e dalle ERT per valutare il tasso di sedimentazione medio nella valle.

Gli studi geofisici, già effettuati per il lavoro CARPENTIERI *et alii* 2015 sono stati incrementati di ulteriori 8 stendimenti geoelettrici. Tenendo in considerazione i dati dei sondaggi, la morfologia (FOX, *et alii*, 1980) e la profondità raggiungibile tramite le indagini geoelettriche di circa 1/5 – 1/6 della

lunghezza massima dello stendimento, sono state programmate delle ERT (*Electrical Resistivity Tomography*) che hanno permesso di investigare fino a circa 70,00 m di profondità, raggiungendo lunghezze sul p.c. fino a 400,00 metri nel settore pubblico del Circo. La geometria di acquisizione implica una migliore visibilità nel settore centrale delle tomografie elettriche, pertanto alcune sono state effettuate secondo delle linee oblique, al fine di investigare porzioni maggiori di sottosuolo. Le ERT sono state ottenute implementando degli stendimenti lineari fino anche a 88 elettrodi laddove possibile ed un interspazio tra 1,50 e 5,00 metri. La ricerca, già descritta nel lavoro summenzionato, si è avvalsa dell'utilizzo di due georesistivimetri della PASI, il 16SG e il Polares (quest'ultimo fornito per l'occasione dalla PASI S.r.l. di Torino ed un SISCAL R2 dell'ISPRA, impostati secondo una configurazione quadrupolare Wenner-Schlumberger (TONKOV *et alii*, 2006). Agli intervalli di resistività elettrica sono associate le litologie presenti in loco in accordo con TELFORD *et alii*, (1990), LOKE (2004) e NORINELLI (1996).

Le indagini elettriche più profonde sono state eseguite con ISPRA, con gli stendimenti 16/17/18, interspazio di 5,00 metri e 96 elettrodi per ciascun array. L'inversione dei dati è stata eseguita mediante "robust constrained leastsquares inversion" con metodo Gauss Newton, utilizzando il software Res2Dinv della Geotomo. Le sezioni sono state elaborate con il "model refinement", dividendo le celle di un valore pari alla metà dello spazio elettrodo, poiché i dati erano rumorosi, al fine di migliorarne la leggibilità.

5. - PRESENTAZIONE E DISCUSSIONE DATI

La revisione di tutti i sondaggi (figg. 8-9; Tab. 1) è stata usata per migliorare la ricostruzione della stratigrafia generale della Valle Murcia, nella sezione del Circo Massimo (Fig. 16), ed è servita per la pianificazione della geofisica necessaria alla ricostruzione del substrato profondo della valle nonché alla ricostruzione planare, ancora in fase di sviluppo, di elementi antropici e naturali.

Con riferimento alla revisioni delle stratigrafie di sondaggio da letteratura, sono state riscontrate

ampie variazioni laterali di facies, soprattutto al limite tra i depositi alluvionali e le ghiaie e tra queste a la MVA sottostante. Giacchè il limite delle ghiaie, dal settore centrale del Circo alla sua terminazione è ancora oggetto di ricerca, in figura 16 è stato solo tratteggiato, nonostante dalle ERT sia possibile fare ulteriori considerazioni che saranno viste nel dettaglio in seguito.

La stratigrafia mostra, nel settore terminale, un approfondimento della paleovalle testimoniato dalla presenza di sedimenti alluvionali ben oltre i -25,00 m s.l.m. in S21. Alla stessa conclusione si giunge vedendo le stratigrafie dei sondaggi S32, S33 e S34, le quali di fatto intercettano sedimenti alluvionali fino a -17,25 m s.l.m..

Le perforazioni S30 e S31 invece, intercettano le ghiaie a -22,00 m s.l.m., e la MVA a -34 m s.l.m., per cui a profondità maggiori rispetto alle perforazioni a monte della valle (S16, S17 e S19). Qui la presenza di uno spessore di ghiaia di 12,00 m, lascia supporre che vi fosse un'incisione valliva, con un corso d'acqua proveniente da NNE, dato correlabile con le ERT pubblicate in CARPENTIERI *et alii*, (2015). L'incisione della valle nel settore a monte, dove si trova il sondaggio S16, che intercetta le ghiaie in matrice sabbioso-limoso-nera a -15,80 m s.l.m. e la MVA alla quota di -24,30 m s.l.m., è stata decisamente superiore rispetto ai settori interessati dai sondaggi S17 e S18, che incontrano il limite MVA alla quota di -19,00 m s.l.m. Questi dati suggeriscono un'elevata capacità erosiva dovuta all'ingresso in valle del presunto corso d'acqua proveniente da NNE, anche legata ad eventuali dislocazioni del substrato pliocenico (MARRA *et alii*, 2018), che avrebbero costituito delle linee preferenziali di deflusso delle acque. Ma ancora, nel sondaggio S18, più a sud-est rispetto all'S16 non ci sono le ghiaie oloceniche prima della MVA, che invece si ritrovano nell'S17, considerando che S17 e S18 hanno il tetto della MVA entrambi a -19 m s.l.m., si potrebbe immaginare che qui vi fosse l'entrata di un flusso di acqua a complicare l'idrogeologia dell'area, come logico supporre sia per la posizione della valle sia per le risultanze delle indagini geosifiche di seguito esposte.

Come noto in letteratura (MANCINI *et alii*, 2013a, b, 2014), il limite della MVA alle pendici del Palatino

è stato intercettato ad una quota superiore a 0,00 m s.l.m., suggerendo che nel settore del Circo Massimo, l'ampiezza dell'asta fluviale proveniente da NNE avesse dimensioni limitate. Nel settore lato Aventino il tetto della MVA è stata intercettata a quota -8,50 m s.l.m., con soli 20,00 cm di ghiaia al tetto e a quota -8,30 m s.l.m., nella perforazione S29. Questo settore era quindi un terrazzo elevato, proprio come il settore terminale della valle dove si trova la perforazione S26 sul lato orientale del Circo Massimo. Questa perforazione ha intercettato le ghiaie a -11,5 m s.l.m. e il limite MVA a -14,00 m s.l.m..

Sul versante Palatino, il sondaggio S22 intercetta sedimenti argilloso-limosi fino a -13,27 m s.l.m., senza trovare le ghiaie o il limite MVA. Il tetto delle ghiaie è stato presumibilmente intercettato con la ERT 18 (Fig. 12) ad una quota di circa -15,00 m s.l.m.. Mentre non si può dire lo stesso per la por-

zione terminale del Circo, dove le perforazioni S20 e S21 attraversano solo sedimenti limoso-argillosi pur spingendosi a 50 m dal p.c., senza intercettare il limite con la MVA, evidentemente più profondo, come già descritto.

Un ulteriore dato che salta all'occhio, vedendo la sezione stratigrafica, è la differenza in quota nella Formazione MVA tra i sondaggi S17 ed S31, pari ad un salto di circa 15,00 m in una distanza tra le perforazioni di soli 200,00 m lineari, altro elemento probabilmente riconducibile a possibili dislocazioni del substrato Pliocenico.

Relativamente ai sondaggi da S1 a S15 (Fig. 9), il lavoro di revisione è stato effettuato con lo scopo di capire se nelle carote esaminate vi fossero tracce antropiche. Partendo dal presupposto che nel Circo vi fossero delle canalizzazioni (CARPENTIERI *et alii*, 2015), il materiale poteva trovarsi anche al di sotto

Tab. 1 - Elenco dei sondaggi nel Circo Massimo, con stratigrafie revisionate. I valori s.l.m. sono riferiti al termine di ciascuna litologia o formazione.

- List of surveys in the Circus Maximus, with revised stratigraphies. The s.l.m. values refer to the end of each lithology or formation.

Sondaggio	P.c. s.l.m.	Profondità	Riempimento	Argille/limi	Sed. Vulcanici	Ghiaie	MVA	Sup. Piezo.
	(m)	(m)	(m) s.l.m.	(m) s.l.m.	rielab. (m) s.l.m.	(m) s.l.m.	(m) s.l.m.	(m) s.l.m.
S16	14,2	62	7	(-) 15,8		(-) 24,3	(-) 47,80	
S17	18	40,5	4,8	(-) 16		(-) 19	(-) 22,5	
S18	15	60	2	(-) 19			(-) 45	
S19	18	30	6	(-) 11		(-) 12		
S20	19,3	50	7,3	(-) 30,70				
S21	21,6	50	9,6	(-) 28,40				13,9
S22	21,73	35	5,53	(-) 13,27				
S23	18,35	16	6,75	2,35				
S24	18,35	20	6,85	(-) 1,65				
S25	17,9	16	3,2	1,9				
S26	17	60	7	(-) 8	(-) 11,5	(-) 14	(-) 43	
S27	18	16	7	2				
S28	18,35	16	6,35	2,35				
S29	30	50	7,5	1	(-) 8,30	(-) 8,50	(-) 20	
S30	18	60	3	(-) 22		(-) 34	(-) 42	13,1
S31	18	1330	3	(-) 22		(-) 34	(-) 907	
S32	18	35	7	(-) 17				
S33	17,75	35	6,75	(-) 17,25				
S34	17,5	34,75	6,75	(-) 17,25				

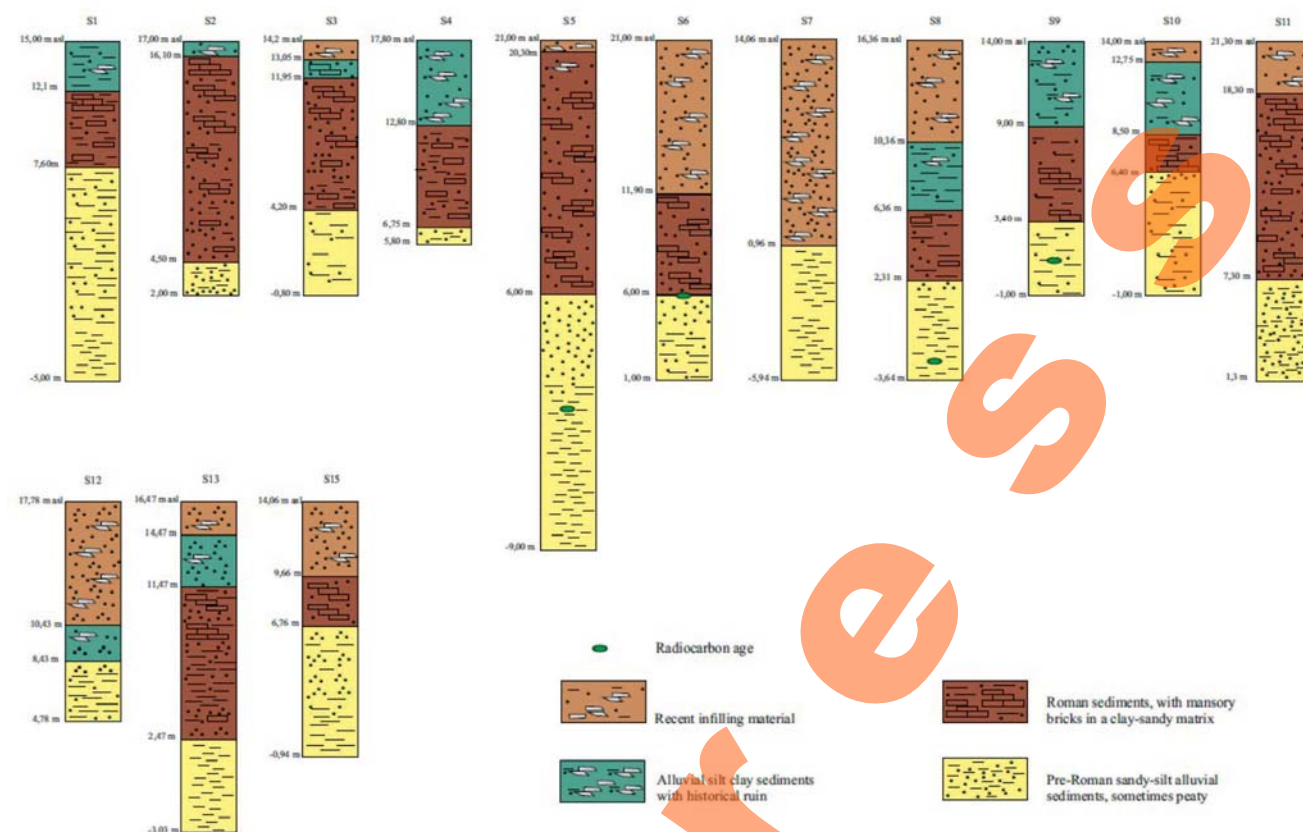


Fig. 9 - Revisione delle carote di sondaggio disponibili.
- Review of available survey cores.

del piano di calpestio romano, anche all'interno di antichi canali, come avverrebbe in qualsiasi fognatura intasata. L'analisi ha portato all'individuazione di quattro strati principali: il primo di riempimenti recenti, più in profondità delle alluvioni dette storiche e caratterizzate da limi argillosi e al di sotto i sedimenti presumibilmente relativi al periodo romano, per la presenza di mattoni o cocci in matrice argilloso-sabbiosa ed infine i sedimenti sabbioso-limosi alluvionali con presenza di torbe in particolare alla base.

Dalla revisione dei sondaggi risulta evidente che l'uso della valle nel periodo romano fosse almeno alla quota di 6,00 m s.l.m. ed in effetti gli stessi archeologi presumono fosse sin dall'età arcaica. Uno dei campioni con presenza di materiale organico è stato datato al 1090 a.C. (Fig. 9), S6 a quota 5,90 m s.l.m. e sembrerebbe quindi confermare la presenza dell'uomo in questo tratto della valle già a quel tempo. Eppure si rinvencono in diversi sondaggi, al di sotto della quota considerata di uso romano in fi-

gura 9, dei pezzi di selce e laterizio. A tal proposito è bene ricordare che a monte della Valle Murcia erano già presenti antichi insediamenti come l'antica Tusculum (Frascati, Provincia di Roma) nel 1400 a.C. o nei pressi del lago di Castel Gandolfo (Provincia di Roma) dove sono stati rinvenuti anche resti di abitazioni umane neolitiche. Pertanto oltre ad un apporto diretto legato all'attività umana nella valle, potrebbero trovarsi *in loco* resti provenienti dalle zone a monte, ma senza andare troppo lontano certamente erano abitate zone prossime alla Valle Murcia, considerata la disponibilità di acqua che è da sempre un elemento fondamentale per l'abitabilità di un'area.

Riguardo le alluvioni storiche è possibile notare che in alcuni sondaggi S5, S6, S7, S11, S15 sono completamente elise dai riporti recenti, a testimonianza del disturbo superficiale causato dall'intervento umano in tempi successivi.

Le datazioni geocronologiche (Tab. 2), fissando un range temporale, hanno permesso di fare delle speculazioni sulla sedimentazione nella valle. Nel

caso del sondaggio S6, in particolare, con riferimento alla data calibrata di 1090 a.C. si è ottenuto il riscontro tra la datazione storica e la buona revisione del sondaggio. Per il momento è di per sé fondamentale che siano state possibili le datazioni su tutti i campioni prelevati durante la revisione dei sondaggi a riprova della presenza di materiale organico.

L'insieme dei dati menzionati, con il supporto di informazioni archeologiche e geofisiche, ha reso possibile la correlazione tra date calibrate e l'altitudine relativa sul livello del mare (Tab. 3). Sapendo inoltre, che la sedimentazione nella Valle Murcia è

8,00 metri il livello del piano di calpestio romano (CIANCIO ROSSETTO & BUONFIGLIO, 2007; BUONFIGLIO, 2007; CARPENTIERI *et alii*, 2015). L'inizio del periodo romano viene collocato tra il 753 a.C. (data tradizionalmente considerata per la nascita di Roma), ma qui si sceglie di usare la data del 616 a.C., tradizionalmente riferita al regno di Tarquinio Prisco, quando fu realizzato il primo drenaggio della valle. Quindi, abbiamo considerato la data riferita all'ultima corsa nel Circo, durante i giochi organizzati da Totila 549 A.D. Quest'ultima data è stata correlata alla profondità relativa di 12,00 m s.l.m. Proprio qui,

Tab. 2 - Datazioni al radiocarbonio su quattro campioni prelevati da carote di sondaggi disponibili.
- Radiocarbon datings on four samples from available survey cores.

Sondaggio	p.c.	profondità campione	Età al Radiocarbonio (BP)(*)	Datazione Calibrata (a.C.)
S5	21 m	21,69 m	5159 ± 50	4060 a.C. (95.4%) 3790 a.C.
S6	21 m	15,10 m	2809 ± 45	1090 a.C. (95.4%) 830 a.C.
S8	16 m	18,85 m	6382 ± 45	5480 a.C. (95.4%) 5290 a.C.
S9	14 m	12,84 m	4876 ± 45	3770 a.C. (88.1%) 3630 a.C.

iniziata circa 9700 anni fa (MARRA & ROSA, 1995; KARNER & RENNE, 1998; KARNER & MARRA, 1998; KARNER *et alii*, 2001) quando è cominciata la sedimentazione fluviale dovuta all'innalzamento del livello marino dopo l'ultima glaciazione nella campagna romana e considerando come possibile data finale quella del 2016, sono stati fissati i termini temporali iniziale e finale della sedimentazione nella valle. Con le datazioni al radiocarbonio, partendo dalla considerazione che alla data 7684 a.C. circa, il livello di partenza potesse essere -34,00 m s.l.m. (maggiore profondità della valle) e utilizzando le date calibrate, del 5480 a.C. a una profondità di -2,85 m s.l.m., 4060 a.C. a una profondità di -0,69 m s.l.m., 3770 a.C. a una profondità di 1,16 m s.l.m. e quella del 1090 a.C. a profondità di 5,90 m s.l.m., è stato calcolato il tasso di sedimentazione medio nella valle, con i dati illustrati nelle tabelle 3 e 4. I dati archeologici, pure riassunti in tabella 3, collocano a circa

Tab. 3 - Rapporto tra date calibrate e storiche con indicazione delle quote assolute.

- Relationship between calibrated and historical dates showing absolute elevations.

Tempo (a)	Altitudine (m) s.l.m.
7684 a.C.	-34
5480 a.C.	-2.85
4060 a.C.	-0.69
3770 a.C.	1.16
1090 a.C.	5.9
616 a.C.	8
549 A.D.	12
1595 A.D.	15
1850 A.D.	17
2016 A.D.	18

i dati geofisici hanno evidenziato la presenza di una sedimentazione relativa al periodo precedente all'abbandono della valle, in accordo con i dati archeologici. Successivamente si è utilizzata la data del 1595 A.D., perché ben vincolata da informazioni storico-iconografiche e perché FLAMINIO VACCA (1594) riferisce del recupero, operato da Domenico Fontana, dei due obelischi imperiali caduti a livello del suolo alle quote di circa 14,00-15,00 m s.l.m. Abbiamo considerato anche il 1850 A.D., perché sappiamo che in quest'ultima data il livello del terreno della valle fu aumentato fino a circa 16,00-17,00 m s.l.m. (BRANDIZZI-VITUCCI, 1991). Infatti, lo strato contenente più livelli di scorie nere e pezzi di carbone, al di sotto del piano di calpestio relativo alla costruzione dell'attuale "Spina", è stato correlato con l'attività del gazometro presente in quest'area già nei primi del 1800 A.D.

Tenendo conto dell'insieme dei dati summenzionati è stato possibile valutare il tasso medio di sedimentazione nella valle e confrontare il periodo di naturalità dell'area con quello durante il quale è stata modificata dall'uomo. Le tabelle 3 e 4 riassumono i dati che sono stati utilizzati per lo scopo, mentre i valori evinti sono mostrati nel grafico in figura 10.

Abbiamo considerato come tasso di sedimentazione naturale, quello avvenuto nella valle dal 7684 a.C. al 616 a.C., essendo quest'ultima la più vicina alla nascita di Roma. Diversi Autori, infatti, hanno dimostrato che la prima impronta umana che causa l'erosione del suolo e l'accumulo di sedimenti è evidente solo a partire dal tardo Impero Romano (LÓPEZ-MERINO *et alii*, 2014; VALERO-GARCÉS, 2015). Inoltre, il degrado del suolo è principalmente causato dall'insediamento umano e non dall'agricoltura (FISHER *et alii*, 2003) e nella regione mediterranea

gli ambienti fluviali e lacustri mostrano essere in gran parte inalterati durante il Neolitico. Questo lungo intervallo di tempo è stato suddiviso in quattro intervalli minori, considerando le età del radiocarbonio rispettivamente del 5480 a.C., 4060 a.C. e 3770 a.C. anteriori al periodo romano.

I nostri calcoli (Tab. 4) indicano che il tasso medio di sedimentazione naturale nella valle nell'intervallo di tempo 7684-5480 a.C. era di circa 1,41 cm/a, tra il 5480 a.C. e il 4060 a.C. di 0,15 cm/a, tra il 4060 a.C. e il 3770 a.C. di 0,64 cm/a, tra il 3770 a.C. e il 1090 a.C. di 0,18 cm/a. Il confronto tra questi valori è in accordo con il tasso di sedimentazione naturale, che tende a diminuire nel tempo con il raggiungimento dell'equilibrio rispetto al livello del mare. Si ottengono successivamente tassi di sedimentazione di 0,44 cm/a tra il 1090 a.C. e il 616 a.C. e di soli 0,34 cm/a tra il 616 a.C. e il 549 A.D. in coincidenza con il periodo romano.

Durante il primo periodo considerato, il tasso di sedimentazione presenta valori simili a quelli già calcolati per il primo interglaciale (DONNICI *et alii*, 2007; HOFFMAN *et alii*, 2007; RUBIO *et alii*, 2003; SCAPOZZA *et alii*, 2012; SYVITSKI & KETTNER, 2011; STOUTH-

Tab. 4 - Dati usati per calcolare il tasso di sedimentazione nella valle e risultati.
- Data used to calculate sedimentation rate in the valley and results.

Tempo (a)	Intervallo di tempo	Spessore medio relativo (m)	Tasso di sedimentazione medio (cm/a)
7684 a.C. - 5480 a.C.	2204	31.15	1.41
5480 a.C. - 4060 a.C.	1420	2.16	0.15
4060 a.C. - 3770 a.C.	290	1.85	0.64
3770 a.C. - 1090 a.C.	2680	4.76	0.18
1090 a.C. - 616 a.C.	474	2.1	0.44
616 a.C. - 549 A.D.	1165	4	0.34
549 A.D. - 1595 A.D.	1046	3	0.29
1595 A.D. - 1850 A.D.	255	2	0.78
1850 A.D. - 2016 A.D.	166	1	0.60

MER *et alii*, 2011). Tassi di sedimentazione analoghi sono stati calcolati anche per fiumi al di fuori dell'Europa, come l'Australia e l'America (SLOSS *et alii*, 2004; FERRING, 1986). Infatti, la forte erosione del periodo glaciale rese disponibili una grande quantità di sedimenti. L'ultimo valore riferito al periodo naturale (0,18 cm/a) indica una velocità di sedimentazione inferiore in funzione del ristabilimento dell'equilibrio tra sedimentazione ed erosione. Anche se per l'intervallo successivo, dal 1090 a.C. al 616 a.C., si è ottenuto un tasso di sedimentazione di 0,44 cm/a, davvero elevato anche considerando la crisi di tipo freddo-umido, con significativi depositi alluvionali e colluviali che si stava quasi avvicinando (GISOTTI, 2016), tanto da poterlo considerare assimilabile al dato precedente.

In epoca romana fino all'ultimo uso del Circo (dal 616 a.C. al 549 A.D.) quando l'intervento dell'uomo modificò il regime idrogeologico della valle, il tasso di sedimentazione (o accumulo) è di 0,34 cm/a. Questi dati confermano che non vi sono prove di un uso del suolo ad elevato impatto umano (LÓPEZ-MERINO *et alii*, 2014; VALERO-GARCES, 2015; MENSING *et alii*, 2015) e al contempo supportano la considerazione di CARPENTIERI *et alii*, (2015), dove gli Autori suggeriscono che l'uso del suolo romano è avvenuto tenendo in considerazione la naturale conformazione della valle.

Dopo l'abbandono del Circo, il sistema di drenaggio della valle non fu più mantenuto. I principali corsi d'acqua ripresero il percorso originario, come evidenziato dall'analisi geofisica (CARPENTIERI *et alii*, 2015). L'area del Circo Massimo fu principalmente destinata alla coltivazione degli orti. L'utilizzo agricolo della valle risale presumibilmente al X-XI secolo, con l'implementazione dell'impianto di irrigazione. Per questo lungo periodo, dal 549 A.D. al 1595 A.D., la velocità di sedimentazione è di circa 0,29 cm/a per uno spessore dei sedimenti di 3,00 m. In questo caso, la velocità di sedimentazione e l'innalzamento del livello del suolo appaiono anche troppo elevati, considerando che dopo la caduta dell'Impero Romano, Roma e la Valle Murcia hanno subito un lungo periodo di abbandono che non avrebbe comportato forti modificazioni indotte dall'uomo. Va però ricor-

dato che l'intervallo di tempo considerato comprende un periodo di clima freddo-umido (MCCORMICK *et alii*, 2012; GISOTTI, 2016) e il 1500 è stato il secolo delle grandi alluvioni. Si sono verificate, infatti, diverse alluvioni ben documentate (sette eccezionali), tra il 555 e il 1606 A.D. (BERSANI & BENCIVENGA, 2001). Forti terremoti si sono verificati a Roma (FUNICELLO, 1998), come quelli del 443, 484, 508, 801, 847, 1091 e 1349. Si presume che, durante alcuni di questi, l'enorme Arco di Tito (dopo l'800), gli obelischi e le deboli strutture del Circo siano crollate. A quel tempo, sicuramente, la capacità di rimuovere i detriti e di effettuare operazioni di movimento terra era sicuramente molto limitata, quindi era comune ricostruire direttamente sulle macerie degli edifici crollati, con conseguente aumento del livello del suolo. Dobbiamo anche considerare che vicino Roma, nella valle del Treia, si sono verificate deposizioni tra il 200 A.D. e l'800 A.D. (CAMPBELL, 2012). Infine, possiamo considerare che dalla fine del 1500 A.D. molte incisioni rappresentano l'area del Circo come una pianura di orti irrigata da una rete di canali. Possiamo quindi concludere che il sollevamento anomalo della topografia implicherebbe sia un forte intervento umano che un riempimento non graduale della valle. Il breve periodo tra il 1595 A.D. e il 1850 A.D. vede un tasso medio di sedimentazione di 0,78 cm/a e il livello del suolo fino a 17,00 m s.l.m. Anche se la Valle Murcia continuava ad essere un luogo prevalentemente dedito agli orti, in questo periodo diversi interventi provocarono il generale innalzamento della topografia. Un'acquaforte del Piranesi del 1763 mostra che la "Via Publica", tra il Colle Palatino e la Valle Murcia, si trovava quasi alla stessa quota dell'attuale Via dei Cerchi (circa 20,00 m s.l.m.). A questo periodo si potrebbe collegare la formazione di uno strato di riempimento fangoso che testimonia la presenza nel Circo di impaludamenti dovuti ad allagamenti, anche se stando alle testimonianze storico-artistiche, non servirebbe neanche invocare il possibile impaludamento dell'area dovuto al reticolo di canali per l'irrigazione organizzato nel periodo medievale, quanto piuttosto la volontà di livellare la valle per renderla ospitale oltre che per gli orti anche per le prime co-

struzioni all'interno del Circo. A tal proposito nella rappresentazione di CARTARO del 1576 (Fig. 2b) salta all'occhio la presenza delle rovine delle tribune romane sul lato Palatino, mentre in quella di FALDA del 1676 (Fig. 2d), le stesse tribune sono completamente sepolte e nell'area del Circo ci sono delle costruzioni. Probabilmente le costruzioni furono uno degli elementi imputabili per l'aumento degli spessori, tanto che altri interventi furono riportati agli annali delle cronache, come lo spostamento del cimitero ebraico sull'Aventino a seguito dell'editto promulgato nel 1625 A.D. da Urbano VIII. A proposito la Giovenco (link) ci ricorda che “*Nel XVIII secolo ampliarono l'acquisto tanto che vi erano due aree distinte, una denominata “Ortaccio degli Ebrei” e l'altra “Ortaccio vecchio degli Ebrei”*” elemento questo di cui troviamo conferma anche nella pianta del NOLLI del 1748, mentre come anticipato nel presente lavoro, alcune foto, incluse quelle del MUNOZ (1934) mostranti gli scavi per la rimozione delle salme nella parte inferiore del cimitero, sembrano confermare l'ipotesi che la porzione occidentale e tutta la striscia sottesa dal limite inferiore del circo fossero utilizzate proprio per la inumazione delle salme, il che contribuirebbe a giustificare gli spessori di sedimento riferiti al periodo 1595 - 1850 A.D.

Infine, dopo il 1850 A.D., la morfologia della valle è stata sostanzialmente modificata, subendo cambiamenti irreversibili (CARPENTIERI *et alii*, 2015). Il primo gazometro e una serie di costruzioni si impostavano sulla nuova morfologia a un'altitudine di circa 17,00/18,00 m s.l.m. L'acqua Cabra (o Marrana Mariana) usata per lo scopo irriguo, scorreva superficialmente da sempre (Fig. 2b,c,d) anche se menzionata con nomi diversi, per cui BUFALINI nella sua opera (Fig. 2a) potrebbe aver semplicemente fatto una supposizione di come scorresse al tempo dei Romani. Concorre a confermare questa ipotesi la cromolitografia della libreria Spithover del 1876 A.D. (Fig. 6), dalla quale è altresì possibile dedurre che il canale venisse utilizzato per gli scarichi delle strutture del gazometro. Lo stesso dicasi per la rappresentazione di RODOLFO LANCIANI (1893-1901, Fig. 7) dove probabilmente era stata già, almeno in parte canalizzata, poiché le strutture del gazometro si erano

ampliate verso il centro del Circo Massimo. Certamente come testimoniato da BIGOT (1908 – Fig. 5) fu incanalata già nei primi del 1900 A.D. in una galleria che ancora oggi, probabilmente con qualche ristrutturazione nel periodo fascista, attraversa il Circo in senso longitudinale, lungo il versante Aventino. Alla fine del 1934 A.D., le strutture all'interno del Circo furono demolite per volere del PNF che fece la Via del Circo Massimo a ridosso dell'Aventino, espropriando le terre alla Compagnia Ebraica di Carità e Morte e devono esserci stati molti riempimenti per ottenere una topografia pianeggiante. Dopo la seconda guerra mondiale, è stato asportato un grande spessore di materiali per delinearne l'edificio del Circo e per consentire agli scavi archeologici di ritrovare i livelli topografici dell'età romana, cionostante il tasso di “sedimentazione antropica” riferibile a questo periodo è di circa 0,60 cm/a.

Lo studio esposto supporta le indicazioni di RUDIMAN (2013) e CREMASCHI (2014) nella loro descrizione sulle fasi importanti dell'impatto umano. Questi infatti descrivono una fase iniziale, quasi 10.000 anni fa, quando erano visibili solo minimamente gli effetti dovuti alle azioni umane, seguita da una crescita lenta, a volte coincidente con i vincoli climatici, fino al preindustriale quando gli impatti antropici erano di ampio respiro ed i più significativi ebbero sostanzialmente effetti ben visibili sull'ambiente naturale.

Gli studi geofisici a supporto di questo lavoro, le cui posizioni sono riportate in figura 11, sono il prosieguo dello studio CARPENTIERI *et alii*, 2015, pertanto nella figura menzionata sono visibili le posizioni di tutti gli stendimenti geoelettrici. La geofisica ha permesso di confermare l'inversione di rilievo nel settore dell'emicielo meridionale del Circo, di apprezzare la bontà della ricostruzione paleomorfologica della valle effettuata nel lavoro menzionato e di fare correlazioni con i periodi storici su riportati. Per altro nel presente lavoro le indagini geoelettriche si sono spinte a profondità maggiori, grazie all'uso della strumentazione dell'ISPRA (arrays 16,17,18).

La tomografia tipo alla quale spesso faremo riferimento è la ERT 9, già illustrata nel lavoro CARPENTIERI *et alii* 2015, ma qui riportata in figura 12 per

maggior chiarezza e perché essenziale per la ricostruzione di seguito esposta.

Il livello basale di tutte le sezioni tomografiche è caratterizzato da valori di resistività generalmente elevati (da circa $200 \Omega \cdot m$) ed ha uno spessore maggiore di 30,00 m nelle sezioni 9 e 18. Le forme a questi legate sono convesse e si estendono verso l'alto. Sulla base dei principi di resistività elettrica, (MUSSET & KHAN, 2003) e delle correlazioni con le perforazioni, possiamo attribuire questi valori alla presenza di ghiaie oloceniche e sedimenti limoso-argilloso compattati (MVA) identificati anche nel sondaggio S31 (Tab. 1). Nella tomografia 9 i valori di resistività

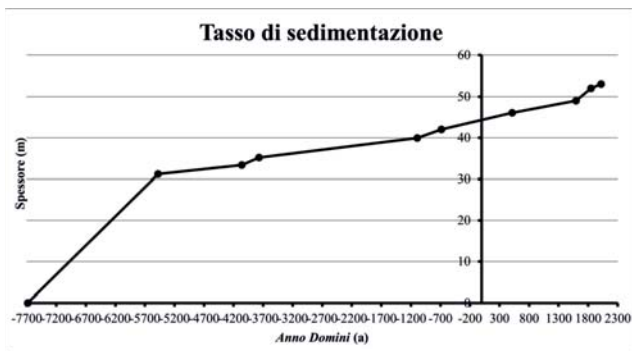


Fig. 10 - Rappresentazione del tasso di sedimentazione medio nella Valle Murcia, nella sezione del Circo Massimo.

- Representation of average sedimentation rate in the Murcia Valley, in the Circus Maximus section.

attribuibili alle ghiaie compaiono fino a 0,00 m s.l.m., mentre nella ERT 16 fino a -5,00 m s.l.m., per approfondirsi fino a circa -15,00 m s.l.m. nella ERT 18 (Fig. 12). Considerato che fonti storiche riportano di acque in pressione provenienti dal settore centrale della valle (ERT 9), il dato non stupisce e che siano ghiaie è pure accertato dal sondaggio S31, resta però da discriminare il limite tra le ghiaie oloceniche e la MVA che sappiamo essere molto compatta e pertanto non escludiamo che possano avere valori di resistività simili, tanto che non è possibile stabilire lo spessore delle ghiaie in esame.

Ancora con riferimento allo strato basale delle tomografie è possibile analizzare gli arrays più profondi (Fig. 12). Il 9 è sceso fino alla quota di -30,00 m s.l.m., mentre gli array 16, 17 e 18 sono arrivati a circa -50,00 m s.l.m.. Dalla ERT 9 si rileva una forte eterogeneità nelle ghiaie oloceniche; queste, infatti, raggiungono una quota di -18,00 m s.l.m. sul versante orientale del Circo, nel settore più a valle della "Spina", tra i progressivi (di seguito indicati con prg.) 120,00 e 160,00 m e quota 0,00 m s.l.m. tra i prg. 200,00 e 225,00 m. Fino alla quota di circa 10,00/12,00 m s.l.m. si possono osservare due grandi elementi circolari tra i prg. 87,50 e 105,00 m

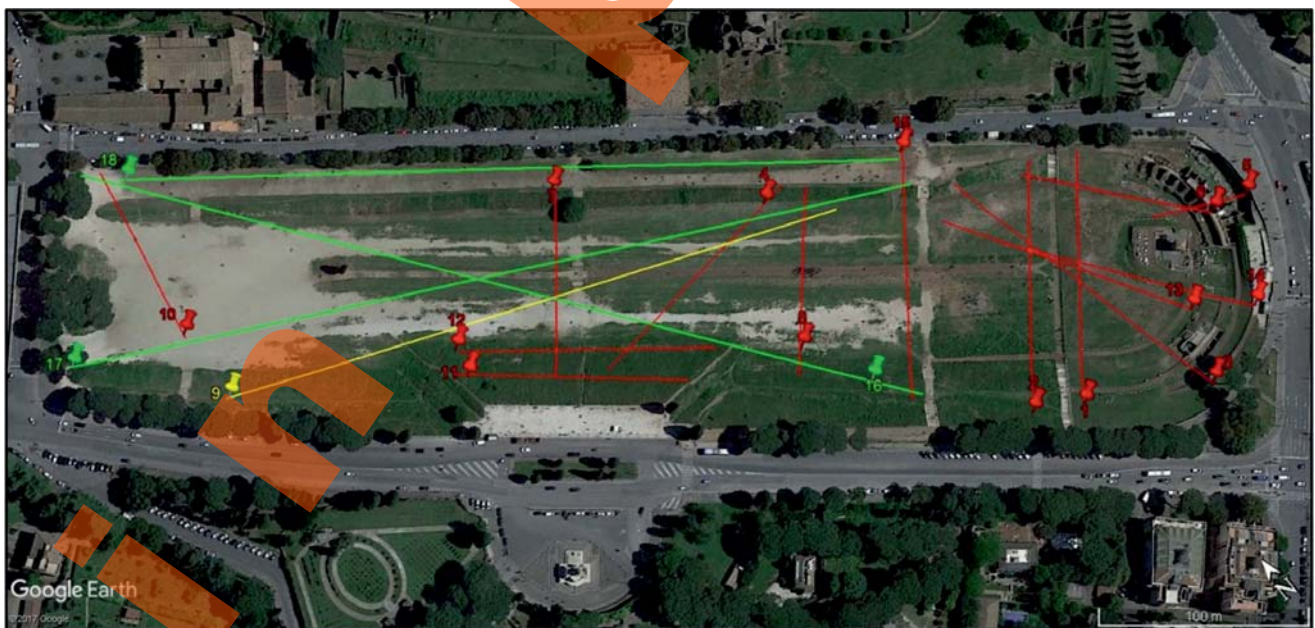


Fig. 11- Stendimenti geoelettrici nel Circo Massimo dal 2013 al 2016 (le prime 10 già pubblicate su CARPENTIERI *et alii*, 2015) Le linee gialle indicano indagini effettuate con il POLARES; quelle rosse con il PASI 16SG e quelle verdi con il Syscal.

- Geoelectrical stretches in the Circus Maximus from 2013 to 2016 (the first 10 previously published in CARPENTIERI *et alii*, 2015). Yellow lines indicate surveys performed with POLARES; red lines with PASI 16SG and green lines with Syscal.

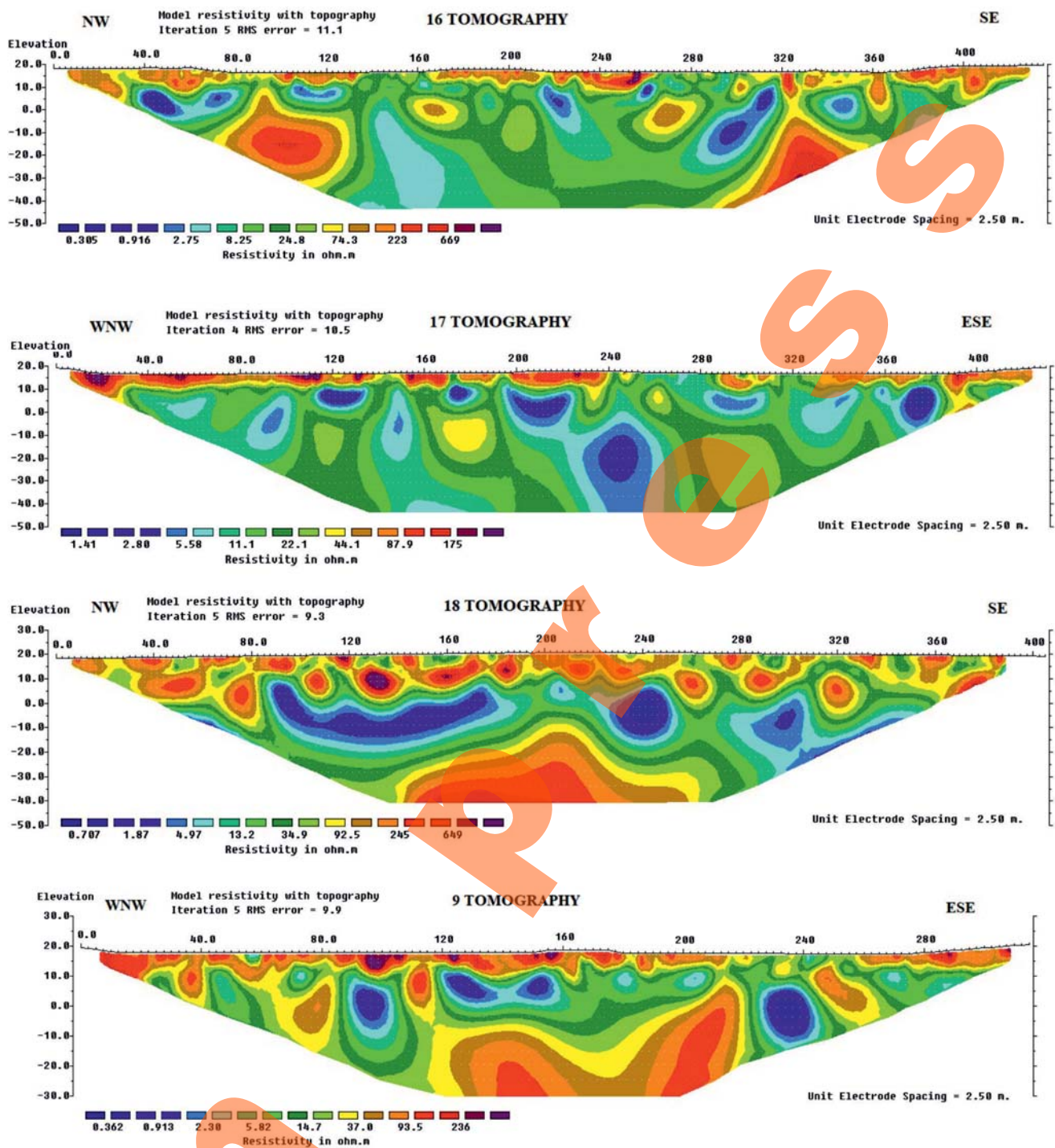


Fig. 12 - ERT 16, 17, 18 e 9.
- ERT 16, 17, 18 and 9.

ed anche tra i prg. 225,00 e 242,50 m, con resistività decrescente nel settore centrale (di seguito indicata come gradazione inversa), fino a circa $0,3 \Omega^*m$. Sulle porzioni esterne di questi due elementi sono presenti morfologie con dimensioni simili e resistività com-

presa tra 40 e $140 \Omega^*m$ crescente verso il centro dello stesso (di seguito indicata come gradazione diretta). Ad altitudini comprese tra circa 0,00 e 12,00 m s.l.m., altre gradazioni inverse, di altezza contenuta, sono presenti sotto la "Spina" tra i prg. 117,50

e 210,00 m e 70,00 e 80,00 m, a quota compresa tra 5,00 e 12,00 m s.l.m.. Alla quota di circa 12,00 m s.l.m., sui lati estremi della ERT sono presenti due gradazioni inverse comprese tra 10 e circa 2 Ω^*m . Gradazione diretta tra i prg. 35,00 e 40,00 m e 110,00 e 120,00 m con resistività fino ad oltre 100 Ω^*m .

La ERT 16 interseca la ERT 9 al prg. 243,00 m, fino alla quota di -5,00 m s.l.m., dove presenta resistività superiori ai 200 Ω^*m . Nel settore compreso tra il prg. 127,50 e 280,00 m si trovano valori di resistività da circa 1 e fino a 50 Ω^*m . Due porzioni di questo settore si presentano con gradazione inversa, che arriva fino all'altezza di circa 12,00 m s.l.m., tra i prg. 130,00 e 160,00 m e 280,00 e 320,00 ma in prossimità della "Spina", simili a quelle che si trovano rispettivamente lungo la ERT 9 ai prg. 225,00 e 242,50 m e 87,50 m e 105,00 m. Sono presenti due elementi con morfologia circolare e gradazione diretta, con resistività compresa tra 40 e 140 Ω^*m , alla quota compresa tra -5,00 e 5,00 m s.l.m. Si ripetono anche nella ERT 16 le gradazioni inverse che si trovano ai bordi della tomografia 9, che raggiungono la quota di circa 12,00 m s.l.m., tra i prg. 35,00 e 80,00 m e 330,00 e 355,00 m. Con questa ERT più profonda sembra possibile assegnare la quota base per questi elementi a circa -5,00 m s.l.m. Infine troviamo delle gradazioni inverse nei pressi della "Spina", ad un'altitudine compresa tra 0,00 e 12,00 m s.l.m., tra il prg. 157,50 e 227,50 m. Tra queste, come negli altri rilievi, le canalizzazioni più superficiali si ripetono alle quote comprese tra 5,00 e 12,00/13,00 m s.l.m., intorno al prg. 157,50 e 175,50 m. Alla stessa quota un'altra gradazione inversa tra i prg. 270,00 e 280,00 m.

Nella ERT 17 ci sono della gradazioni inverse tra i prg. da 110,00 a 135,00 m, da 165,00 a 185,00 m e da 282,50 a 310,00 m, a quote comprese tra 0,00 e 12,00 m s.l.m., ma anche elementi più grandi fino a 10,00/12,00 m s.l.m.. Un'altra gradazione inversa tra il prg. 320,00 e 385,00 m, nel settore corrispondente agli ultimi 80,00 m dell'array 9, a quote tra -5,00 e 11,00/12,00 m s.l.m., come nel settore ONO.

La tomografia 18 mostra gradazioni inverse comprese tra -15,00 m e 5,00 m s.l.m. ed elementi con gradazione diretta compresi tra -5,00 e 12,00 m s.l.m., come del resto se ne trovano ripetuti lungo

tutto il profilo tomografico fino alla superficie.

Alla base della valle troviamo anche bassi resistivi, come nella ERT 16 tra i prg. 127,50 e 280,00 m, che sembrano sovrapporsi alla ERT 9, dove nel settore centrale, nello spazio compreso tra i prg. 165,00 e 180,00 m, si registrano valori di resistività riconducibili a sedimenti limoso argillosi (FURMAN *et alii*, 2003; SHEVNIN *et alii*, 2007; WAXMAN *et alii*, 1968). Infine nella tomografia 17 si riscontra la totale assenza di valori di resistività riconducibili alla ghiaia. Sfortunatamente, le perforazioni più profonde, vicino all'array, sono da S26 nel settore ONO che dista 36,00 m dall'inizio dello stendimento e S33 a ESE, che è a 102,00 m dalla fine dello stesso. In ogni caso è plausibile, semplicemente, che questo settore sia perlopiù caratterizzato da sedimenti limo-argillosi. È infatti possibile immaginare che, come nel Paleotevere (BOZZANO *et alii*, 2000), anche nella Valle Murcia, affluente di sinistra del Tevere, le ghiaie oloceniche si siano depositate nella prima fase deposizionale interdigitandosi ai sedimenti limoso argillosi.

Lo strato intermedio delle ERT si presenta con peculiari morfologie da ellittiche a circolari ed è generalmente caratterizzato da valori di resistività medio-bassi che vanno da 0,5/1 Ω^*m a 100 Ω^*m , correlabili alla presenza di sedimenti limoso-sabbiosi saturi, localmente con argilla e torba (MUSSET & KHAN, 2003; PALACKY, 1987; SAMOUELIAN, 2005). Queste litologie sono dovute alla sedimentazione alluvionale avvenuta dopo la caduta dell'Impero Romano. A seguito di questo evento infatti, la Valle di Murcia è stata abbandonata e utilizzata solo per la coltivazione di orti, ad eccezione del settore sud-est dove è stata costruita la Torre dei Frangipane (BRANDIZZI VITUCCI, 1991). L'alto contenuto di acqua dispersa in questo strato è stato descritto durante gli scavi di siti storici Romani (CESI *et alii*, 2008). Ulteriori prove a favore della deposizione alluvionale nella valle, dopo l'abbandono sono rappresentate dal costante allagamento dell'emiciclo meridionale del Circo, in particolare durante le forti piogge. Alcune gradazioni inverse riscontrate nelle ERT fino a quota 10,00/12,00 m s.l.m. nelle stese 1, 2, 9 (viste nell'articolo CARPENTIERI *et alii*, 2015) e 16, 17 (Fig. 12) ed alla quota 2,50 m s.l.m. nella ERT 18 (Fig. 12) sono

riferibili a canali naturali che devono essere stati utilizzati per la bonifica della valle. I valori di resistività qui riscontrati possono essere correlati alla presenza di acque reflue (Loke, 1999; Adityawan *et alii.*, 2012) o comunque ad acque di ritenzione ad elevata conduttività. Diversamente, le gradazioni inverse al di sotto della “Spina” sono riferibili ad un canale antropico (probabilmente naturale all’origine) riscontrabile nella ERT 16, come nella 9, alla quota compresa tra 0,00 e 12,00 m s.l.m. Le ERT mostrano anche dei canali nel settore orientale della “Spina” ad una quota superiore ai precedenti, tra i 5,00 e i 12,00/13,00 m s.l.m. il che potrebbe essere assimilabile sia a l’errore strumentale, poiché resta impossibile pensare che vi sia una quota individuabile con le ERT precisa al centimetro, sia alla riutilizzazione di tratti delle canalizzazioni in tempi successivi. A riguardo stante la necessità di una ricostruzione 3D e di una serie di calcoli e collaborazioni necessarie per appronfondire la complessità della tematica trattata, si considera in prima approssimazione che avendo la soglia di sbocco della Cloaca Massima (e ricordiamo che la Cloaca Circi dovrebbe essere precedente) alla quota di 3,57 m s.l.m. (BUONFIGLIO *et alii.*, 2020) e considerando la possibilità di deflusso dei reflui in una sezione di ampio diametro si potrebbe ipotizzare che i Romani avessero servito la valle di una cloaca con una pendenza dello 0,5% e se così fosse sarebbe plausibile rinvenire tratti delle canalizzazioni ad una quota prossima a 6,00 m s.l.m. nel settore centrale del Circo e a 7,50 m s.l.m. nel settore terminale, in prossimità della Torre medievale. La quota di base dello sbocco della cloaca a 3,57 m s.l.m. infatti, non sarebbe compatibile con una pen-

denza superiore, neanche dell’1%, poiché implicherebbe una base della stessa, nella sezione centrale del Circo a ridosso degli 8,50 m s.l.m. Per di più, si è soliti pensare che la Cloaca al tempo dei Tarquini fosse un’opera interamente antropica, mentre di fatto i Romani potrebbero aver utilizzato dei canali esistenti, come comunemente avviene oggi in molte zone abitate, senza dover fare il piano di scorrimento, naturalmente esistente.

Passando ai ritrovamenti di elementi antropici, in figura 15 si riportano le ERT dalle quali si evince la presenza di strutture sepolte (SARACCO, *et alii.*, 2007) con valori di resistività riferibili a quelli riscontrati anche nel settore dell’emiciclo meridionale (tomografie 5 e 6 in CARPENTIERI *et alii.*, 2015), e quindi associabili al periodo romano. La stessa considerazione si potrebbe fare riprendendo la ERT 18 (Fig. 12) nella cui porzione superficiale sono evidenti delle anisotropie che si ripetono con continuità lineare nel settore prossimo al Palatino e che potrebbero essere le tribune romane sepolte.

Ancora con riferimento alla porzione superficiale delle ERT, la tomografia 15 (Fig. 13) mostra nel settore centrale un alto resistivo che va dalla base fino a circa 10,00 m s.l.m. riferibile alla “Spina”, lo stesso elemento era stato riscontrato nella ERT 8 (CARPENTIERI *et alii.*, 2015), alla quota di circa 7,00 m s.l.m.. Le ERT 13 e 14 (Fig. 14) sono state volutamente sovrapposte, poiché per questioni logistiche non si poteva farne una più lunga, ma si desiderava investigare fino alla terminazione dell’emiciclo. I dati mostrano una palese inversione del rilievo con valori di alta resistività a quota prossima agli 8,00 m s.l.m. (ERT 13) nel settore a valle (quota romana) e vanno

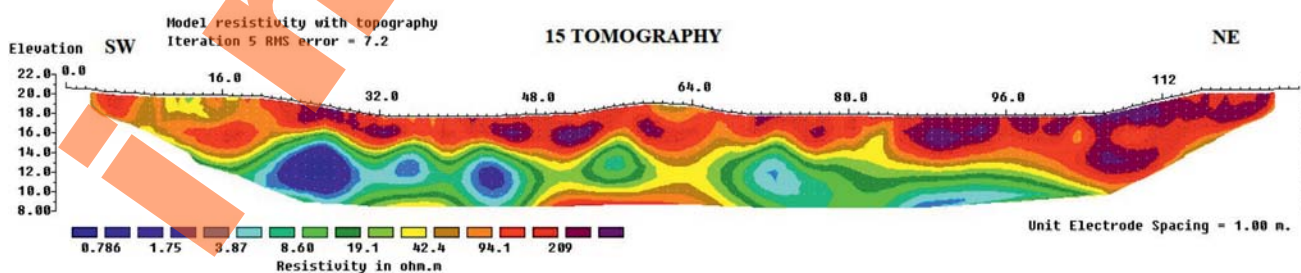


Fig. 13 - ERT 15, resistività nella porzione superficiale del sottosuolo.
- ERT 15, resistivity in the surface portion of the subsurface.

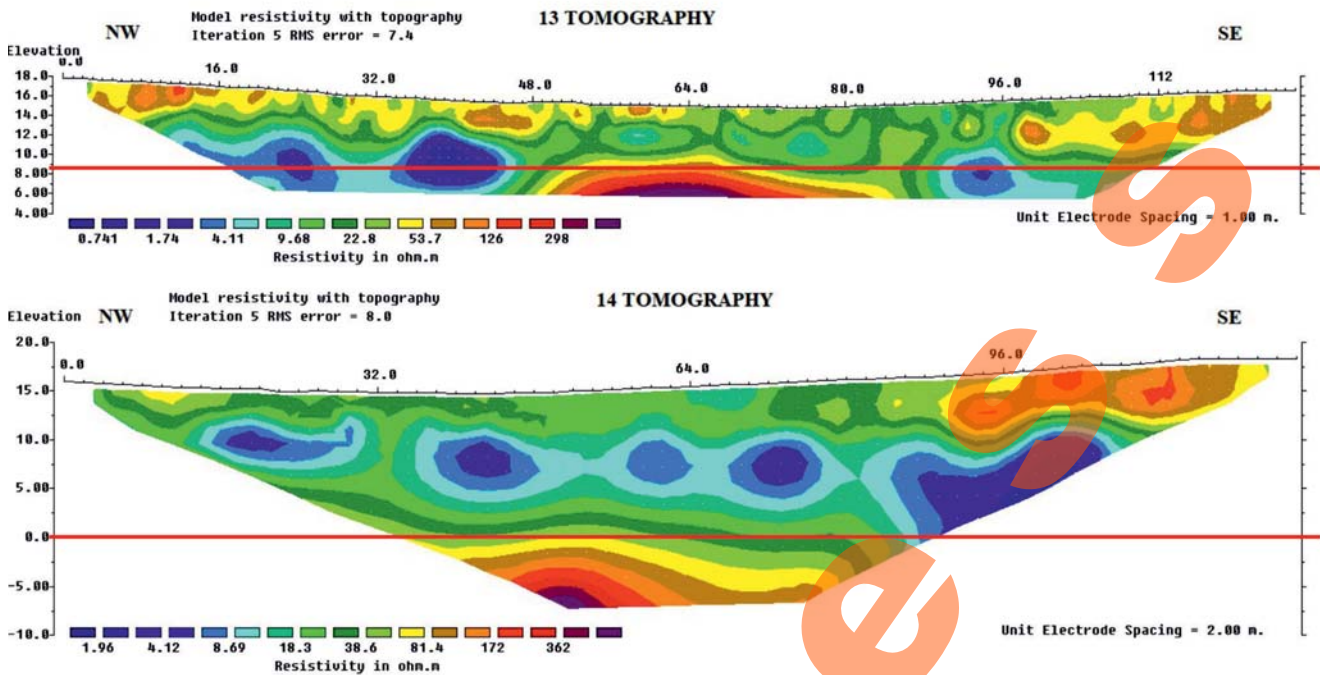


Fig. 14 - ERT 13 e 14 inversione di rilievo nell'emiciclo meridionale del Circo Massimo.
 - ERT 13 and 14 relief reversal in the southern hemisphere of the Circus Maximus.

approfondendosi nel settore a monte fino a quota prossima ai 0,00 m s.l.m. (ERT 14). La quota di base dell'alto resistivo è evidentemente correlabile con la naturalità della valle.

Nella ERT 16, come nella ERT 8 in CARPENTIERI *et alii.* (2015), con la quale l'indagine più recente si incrocia, è visibile l'altro resistivo della galleria Mariana presente nel settore SO del Circo ad una quota sulle ERT di circa 10,00/12,00 m s.l.m.. La resistività riscontrata intorno ai 200 $\Omega \cdot m$ e riferibile alla presenza di aria è stata qui verificata mediante ispezione in occasione dell'indagine 9, che per un tratto era prossima al rilevato. All'interno della galleria è stata trovata acqua solo per circa 20,00 cm dal piano di calpestio. Mentre nella ERT 8 si intercetta la galleria tra i prg.16,00 e 18,50 m, nella tomografia 16 l'individuazione è complicata da un'anomalia di resistività superficiale compresa tra i prg. 50,00 e 65,00 m e pur ritenendo che il prg. 62,00 m sia la posizione più verosimile, resta da capire a quali tipologie di elementi antropici sia dovuto un alto resistivo così esteso.

Le ERT 11 e 12, seppur rumorose, hanno permesso di valutare la bontà delle indagini, poiché effettuati al di sopra dei manufatti in cemento armato

che erano anche fuori terra sul rilevato del Circo. I manufatti sono stati misurati e ne è stato riscontrato l'approfondimento nel sottosuolo tramite le ERT. Le opere in cemento armato interessano solo il corpo del rilevato, mentre dalla quota di circa 2,50/1,00 m s.l.m. sono evidenti valori di resistività correlabili alla presenza di sedimenti vulcanici effettivamente riscontrati nel sondaggio S29 dalla quota 1,00 m s.l.m. in giù. A quote più superficiali si notano le gradazioni inverse di resistività, che devono essere legate ai lavori del terrapieno effettuati durante il periodo fascista.

6. - RICOSTRUZIONE GEOLOGICA E INTERCETTAZIONE DI ELEMENTI SEPOLTI

Alla luce delle indagini geofisiche, le datazioni geocronologiche e quelle storiche, viene qui migliorata la ricostruzione della Valle Murcia nel tratto del Circo Massimo, già descritta in CARPENTIERI *et alii* (2015).

La valle dista circa 20,00 km dall'area vulcanica dei Colli Albani, che raggiungono quote di circa 400,00 m s.l.m. e si trova ad una quota media di

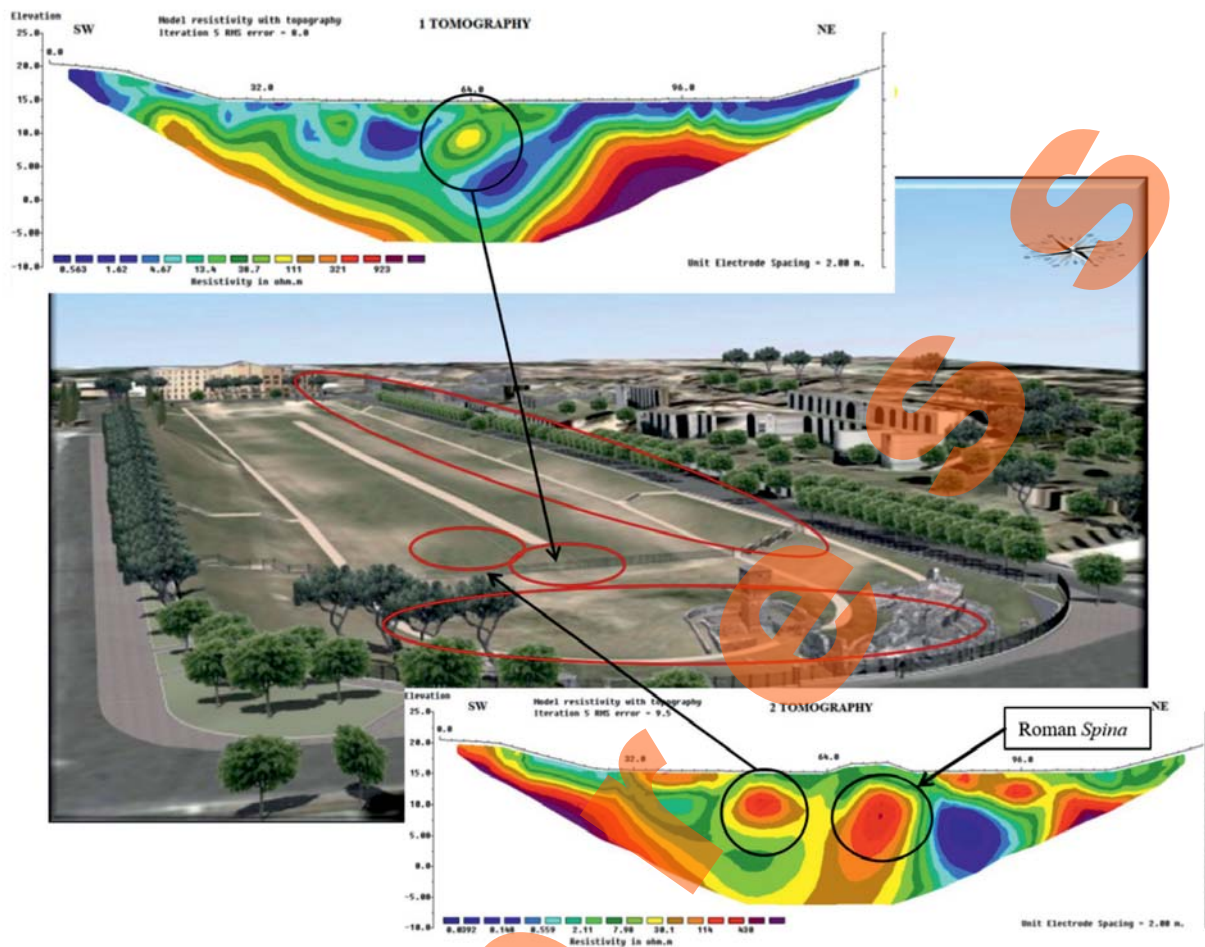


Fig. 15 - Evidenze antropiche romane e possibili ritrovamenti archeologici; immagine modificata con proiezione delle ERTs, tratta da Google Earth.
 - Roman anthropogenic evidences and possible archaeological finds; modified image with projection of ERTs, taken from Google Earth.

15,00 m s.l.m. ed è pertanto logico pensare che vi fosse un deflusso idrico. Che le pendenze fossero favorevoli anche in passato, è testimoniato tra l'altro dal ritrovamento in settori a monte di elementi con maggiore densità, si pensi ad esempio alla colata di Bove o ai lahar del maar vulcanico di Albano con diverse eruzioni che si sono protratte fino in epoca storica (FUNICIELLO *et alii*, 2003). Come altri settori dell'area romana, l'idrogeologia della Valle Murcia è molto complessa e influenzata dalla presenza di depositi vulcanici e sedimentari con differenti conducibilità idrauliche (ANNOSCIA, 2007; CAPELLI *et alii*, 2008). In particolare è possibile pensare che le variazioni del livello del mare e quindi del profilo di equilibrio alla terminazione della Valle Murcia, abbiano permesso un'incisione profonda fino a circa -34 m s.l.m. La Valle Murcia, nella sezione del Circo, era quindi caratterizzata da un salto

morfologico, oggi testimoniato dalla differenza di quota che ha il tetto della MVA tra i sondaggi a monte S17, S18 e quelli nel settore centrale S30 ed S31 ed era bordata dagli alti stratigrafici della MVA, come si evince dai dati delle perforazioni effettuate sui colli Aventino e Palatino, che ne costituivano dei terrazzi. La ricostruzione stratigrafica suggerisce una paleomorfologia caratterizzata da un flusso di acqua proveniente dal settore NNE della valle. Infatti, in prossimità del sondaggio S16 la MVA ha il tetto alla quota di -24,30 m s.l.m. che risale verso SE alla quota di -19,00 m s.l.m., in S17 ed S18. In quest'ultimo sondaggio per altro mancano le ghiaie al tetto della MVA, tanto che si incontrano sedimenti alluvionali fino alla quota di -19,00 m s.l.m., fatto che rafforza l'ipotesi di un flusso idrico proveniente da NNE (come riscontrato anche dalle ERT), che qui curvava per dirigersi verso il Tevere. Alla maggiore energia

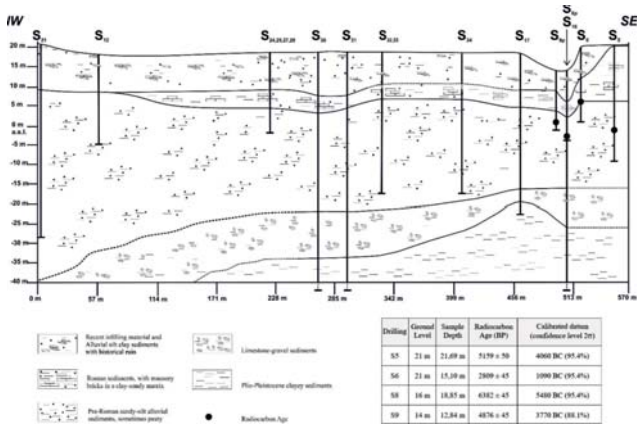


Fig. 16 - Sezione geologica sintetica attraverso il lato lungo del Circo Massimo, con il pedice "p" si indicano i sondaggi proiettati sulla sezione. Le posizioni dei sondaggi sono in figura 8.

- Synthetic geologic section through the long side of the Circus Maximus, subscript "p" denotes the soundings projected onto the section. The locations of the soundings are in figure 8.

sul lato meridionale doveva quindi corrispondere una capacità erosiva elevata che qui ha determinato la mancanza delle ghiaie. È altresì logico supporre che il flusso di acqua in questione venisse favorito a scorrere verso questa porzione della Valle Murcia considerata la presenza di un elemento strutturale orientato circa NNO-SSE (MARRA *et alii*, 2018). Per-

tanto la posizione della valle, in questo tratto del Circo, la poneva, migliaia di anni fa, in condizione di essere attraversata dalle acque provenienti sia dal settore NNE che da quello a monte. Successivamente la valle si è evoluta colmandosi, più o meno gradualmente, con sedimenti limoso-argillosi. Pertanto il regime idraulico, con uno spessore di sedimenti divenuto rilevante, la diminuzione delle pendenze e l'assenza di dislivelli significativi ormai sepolti, deve essere evoluto ad una minore energia, che ha permesso la divagazione dei canali qui confluenti, secondo un sistema a canali intrecciati (MAKASKE, 2001; NANSON & CROKE 1992; RINALDI, *et alii*, 2010; SURIAN, *et alii*, 2009; SCHUMM, *et alii*, 1996) in accordo con CARPENTIERI *et alii*, (2015) determinando la formazione delle torbe a diverse quote. Queste ultime si trovano anche a quote superficiali, per cui è possibile presumere che i Romani si trovarono di fronte ad una valle già pressoché pianeggiante, con dei canali naturali che defluivano verso il Tevere e delle zone con ristagno di acqua. Di seguito un blocco diagramma sintetico (Fig. 17), che ovviamente non si propone per gli elementi archeologici. Lo schema

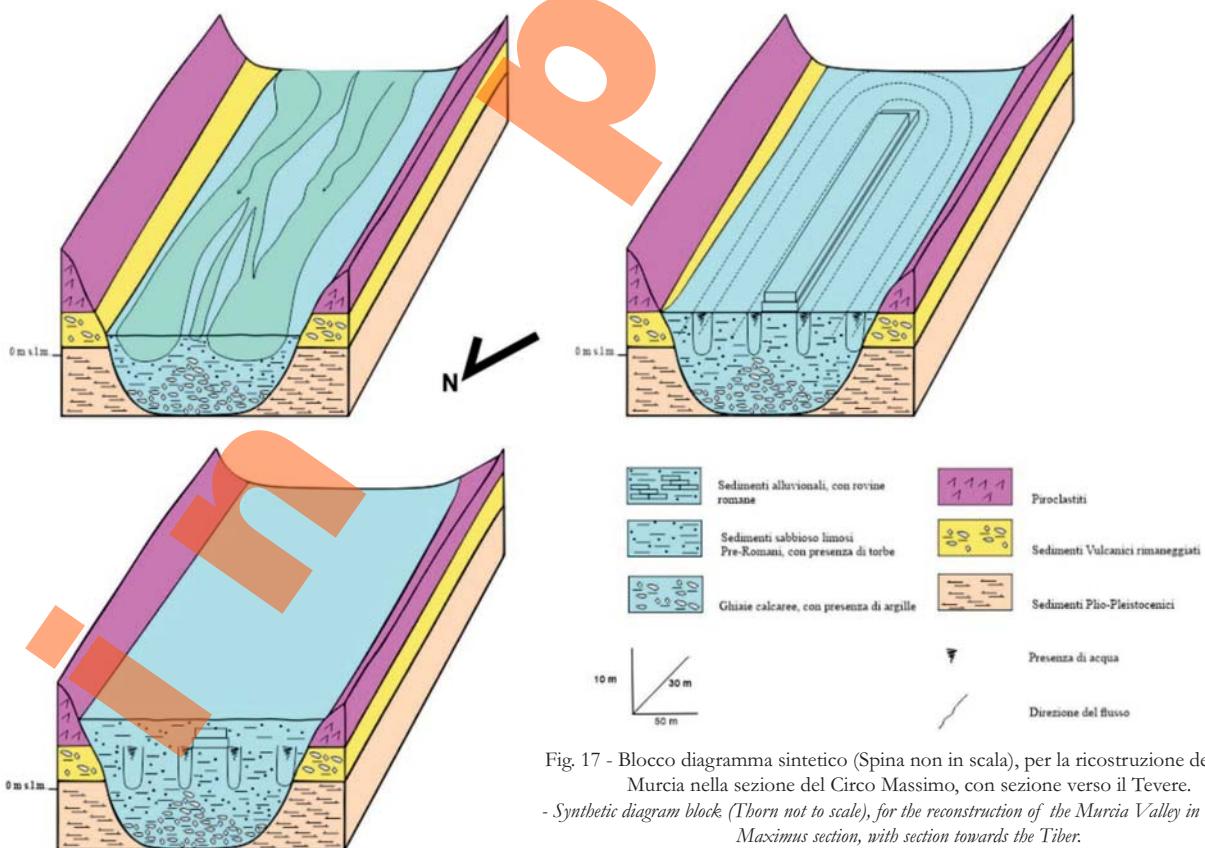


Fig. 17 - Blocco diagramma sintetico (Spina non in scala), per la ricostruzione della Valle Murcia nella sezione del Circo Massimo, con sezione verso il Tevere.

- Synthetic diagram block (Thorn not to scale), for the reconstruction of the Murcia Valley in the Circus Maximus section, with section towards the Tiber.

mostra il presunto deflusso delle acque nella valle pre-romana lungo questa sezione del Circo Massimo e le possibili modifiche effettuate dai Romani per utilizzarla (CARPENTIERI *et alii*, 2015).

Le indagini geofisiche hanno permesso di fare una serie di correlazioni con i dati di sondaggio utili alla ricostruzione dell'andamento delle litologie lungo l'asse della valle, alcune delle quali ancora in fase di elaborazione a causa della complessità del substrato ivi presente e di supportare l'ipotesi di esistenza di elementi fluviali precedenti all'insediamento romano.

In particolare dalle ERT qui analizzate, è possibile valutare la presenza di bassi resistivi, meglio indicati come gradazioni inverse, che attraversano il lato lungo del Circo con quote tra -5,00 e 11,00/12,00 m s.l.m., così come tra le quote comprese tra 0,00 e 12,00 m s.l.m.

Un ulteriore dato emerge dai bassi resistivi o gradazioni inverse riscontrati nella tomografia 18 a quote comprese tra -15,00 m e 5,00 m s.l.m., come anche nelle tomografie 16 e 17 sotto il prg. 160 m. Effettivamente la quota rilevata in queste ERT è bassa, ma perfettamente riconducibile ad un approfondimento della valle in questo tratto, come riscontrato e discusso per i dati di sondaggio. Che questo sia dovuto ad una naturale conformazione della valle, o alla presenza di un elemento strutturale che, proprio come tra i sondaggi S17 ed S30, potrebbe aver creato un salto in quota a partire dalla metà del Circo, non è possibile stabilirlo ad oggi. Basti per ora limitarci a supporre, sulla base dei dati descritti, che i "canali naturali" nella valle pre-romana sussistevano anche alle quote riferite al periodo arcaico, tanto che ad oggi, il rinvenimento di elementi con resistività riconducibili a reflui (LOKE, 1999; ADITYAWAN *et alii.*, 2012) o acque di ritenzione, sono costanti lungo tutta la sezione lunga del Circo Massimo. La stratigrafia superficiale purtroppo è complicata dall'uso storico e recente della valle, che potrà certamente aver distrutto delle testimonianze storiche, ma non è riuscito a cancellare né le tracce degli "antichi canali", né le tracce del deflusso delle acque in epoca romana. Le ERT mostrano la presenza di elementi con valori di resistività riferibili a reflui o acque di ri-

tenzione anche e quote, relativamente superficiali, comprese tra 5,00 e 12,00/13,00 m s.l.m., compatibili (quelle inferiori) con l'impiantito romano (BUONFIGLIO *et alii*, 2020); infine, un ulteriore dato a supporto della tesi, è che la quota di base del Tevere in età arcaica si attestava tra i 3,00 ed i 3,50 m s.l.m. (BUONFIGLIO *et alii*, 2020) rendendo possibile il deflusso delle acque. Per di più, la soglia di sbocco della Cloaca Massima (e ricordiamo che la Cloaca Circi dovrebbe essere precedente) è stata rilevata alla quota di 3,57 m s.l.m. (BUONFIGLIO *et alii*, 2020) e considerando la possibilità di deflusso dei reflui in una sezione di ampio diametro si potrebbe ipotizzare che i Romani avessero servito la valle di una cloaca con una pendenza dello 0,5% e se così fosse sarebbe plausibile rinvenire tratti delle canalizzazioni ad una quota prossima a 6,00 m s.l.m. nel settore centrale del Circo e a circa 7,50 m s.l.m. nel settore terminale, in prossimità della Torre della Moletta. Si può pensare che la Cloaca al tempo dei Tarquini non fosse un'opera interamente antropica, poiché di fatto i Romani potrebbero aver utilizzato dei canali naturali esistenti (HOPKINS, 2007), come comunemente avviene oggi in molte zone abitate, senza dover fare il piano di scorrimento. Ovviamente un elemento di scarico dei reflui di questo tipo era destinato ad ostruirsi nel tempo, ma non certo a sparire.

L'uso dei dati stratigrafici, insieme alle datazioni geocronologiche e quelle storiche, ha permesso di effettuare delle correlazioni rispettivamente, con gli spessori dei sedimenti e con i piani di calpestio romano/medievale/moderno, tenendo sempre conto delle risultanze delle ERT e permettendoci di ricostruire in prima approssimazione il tasso di sedimentazione medio nella valle (Tab. 4). Da questo calcolo si evince che nel periodo di uso romano compreso tra le date 616 a.C. fino al 549 A.D., di fatto non si registra un aumento degli spessori di sedimento tali da far supporre che vi siano stati importanti riporti, elemento questo rivendicato anche dal dato riferito al periodo medievale, dove altresì sembra vi sia una diminuzione nel tasso di sedimentazione nella valle. Quest'ultimo aumenta repentinamente tra il 1595 A.D. ed il 1850 A.D., a causa di livellamenti del suolo

necessari per le prime costruzioni nel Circo Massimo e con buona probabilità per l'inumazione delle salme nell'area inferiore del nuovo cimitero ebraico che era sorto sull'Aventino a seguito dell'editto di Urbano VIII.

Dal 1850 A.D., fu interrotto quel *continuum* di deflusso delle acque verso il Tevere a causa delle strutture del gazometro, che si ampliarono verso monte e qui restarono fino al 1934, unitamente a costruzioni di vario tipo, modificando irreversibilmente la morfologia e l'idrogeologia della valle. Il tasso di "sedimentazione antropica" riferibile a questo periodo è di circa 0,60 cm/a.

Ringraziamo i Geologi Luca Maria Puzilli e Valeria Eulilli, lo staff tecnico dell'ISPRA e l'Ing. Osvaldo Pirchio e la PASI per la collaborazione nell'esecuzione delle indagini geofisiche profonde. Un particolare ringraziamento anche agli archeologi Dott.ssa Marialetizia Buonfiglio e Gian Luca Zanzi per le datazioni storiche utilizzate per calcolare i tassi di sedimentazione medi nella valle dal periodo romano ad oggi.

BIBLIOGRAFIA

- ADITYAWAN Y., WACANO D., FATAHILLAH G., SUKMA A.J., YUDHAWANTO E. & ALFANA M.F. (2012) - *Water table identification using electrical resistivity tomography (ERT) at Bandung Village - Nanggulan sub district, D.I. Yogyakarta (an application of 2d geoelectrical method)*. Academia.EU, link di seguito.
- ANNOSCIA G.M. (2007) - *Fonti e strutture per la conoscenza del sistema idrico di Roma nel Medioevo*. Aracne pp. 378.
- BERSANI P. & BENCIVENGA M. (2001) - *Le piene del Tevere a Roma dal V secolo a.C. all'anno 2000*. Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per i servizi tecnici nazionali, servizio idrografico e mareografico nazionale, pp.114
- BIGOT P. (1908) - *Recherche des limites du Grand Cirque*. Bollettino Commissione Archeologica Comunale, 241-253.
- BOZZANO F., ANDREUCCI A., GAETA M. & SALUCCI R. (2000) - *A geological model of the buried Tiber River valley beneath the historical centre of Rome*. *Bulletin of Engineering Geology and Environment*, **59**: 1-21.
- BRANCALEONI R., CELLETTI F., GARBIN F., PADULA G., SERIO L. & SPIZZICHINO D. (2015) - *Consolidation and Restoration of the Moletta's Tower (Circus Maximus: Roma): Site Investigation and Monitoring*. *Engineering Geology for Society and Territory - Vol. 8*, pp 335-338. DOI: 10.1007/978-3-319-09408-3_58.
- BRANDIZZI VITTUCCI P. (1991) - *L'emiciclo del Circo Massimo nell'utilizzazione post classica*. Mélanges de l' Ecole Française de Rome. Moyen-Age, Temps Modernes T. **103** (1), 7-40.
- BUONFIGLIO M., EULLILI V. & PUZZILLI L.M. (2020) - *Opere di Regimentazione delle Acque in età Arcaica*. pp. 597 - 614. Ed. Quasar.
- BUONFIGLIO M. (2014) - *La Cloaca Cirvi e le acque della valle del Circo Massimo*, in BIANCHI E. (a cura di), *La Cloaca Maxima e i sistemi fognari di Roma dall'antichità ad oggi*, Roma, pp. 166-181.
- BUONFIGLIO M. (2007) - *Acque antiche e moderne al Circo Massimo*, in *Orizzonti*. Rassegna di Archeologia, **VIII**, pp. 30-38.
- CAPELLI G., MAZZA R. & TAVIANI S. (2008) - *Groundwater in the city of Rome*. In "La Geologia di Roma. Dal centro storico alla periferia" (FUNICIELLO R., PRATURLON A., GIORDANO G., eds). Mem. Descr. della Carta Geologica d'Italia. **80**.
- CARLONE G., CELLETTI F. & SALMI M. (2011) - *Impiego di drenaggi prefabbricati innovativi nella riqualificazione e bonifica delle emergenze archeologiche del Circo Massimo Roma*. Professione Geologo. Notiziario dell'Ordine dei geologi del Lazio. Aprile 2011, nr. **27**.
- CAMPBELL J.B. (2012) - *Rivers and the power of ancient Rome*. Chapel Hill. NC.
- CARPENTIERI E., DE RITA D. & DELLA MONICA G. (2015) - *Geology of Murcia Valley and Flood Plain Modifications in the Construction of the Circus Maximus, Rome, Italy*. *Geoarchaeology*, doi 10.1002/gea.21533. V. 30, 6, 483-494.
- CESI C., EULLILI V. & FERRI F. (2008) - *Analisi ed interpretazione dei valori delle anomalie di gravità del territorio dell'area romana: correlazione con gli elementi geologici di superficie e la struttura profonda*. In: *La geologia di Roma. Dal centro storico alla periferia*, Mem. Descr. della Carta Geologica d'Italia, **80**, APAT Servizio Geologico d'Italia, 97-113.
- CIANCIO ROSSETTO P., & BUONFIGLIO M. (2007) - *Circo Massimo: riflessioni e progetti*. *Orizzonti: rassegna di archeologia*, **VIII**, pp. 19-41.
- CIANCIO ROSSETTO P. (2002) - *Circo Massimo. Risultati delle indagini archeologiche nell'area centrale*. in *Bollettino Comunale* **103**, pp. 186-189.
- CORAZZA A., LOMBARDI L., LEONE F., BRANCALEONI R. & LANZINI M. (2005) - *Le acque sotterranee nei terreni di riporto della città di Roma*. *Atti Convegni Lincei 218 - Convegno Ecosistema Roma* Editor Bardi; p. 303-314.
- CREMASCHI M. (2014) - *When did the Anthropocene begin? A geoarchaeological approach to deciphering the consequences of human activity in pre-protobhistoric times: selected cases from the Po Plain (northern Italy)*. *Rendiconti Fis. Acc. Lincei*, 25: 101-112 DOI 10.1007/s12210-013-0266-9.
- FERRING C.R. (1986) - *Rates of fluvial sedimentation: Implications for archaeological variability*. *Geoarchaeology* **1**, 3, 259-274.
- FISHER C.T., POLLARD H.P., ISRADE-ALCÁNTARA I., GARDUÑO-MONROY V.H. & BANERJEE S.K. (2003) - *A reexamination of human-induced environmental change within the Lake Pátzcuaro Basin, Michoacán, Mexico*. *Proc Natl Acad Sci USA*, Apr 15; **100**(8): 4957-4962. doi: 10.1073/pnas.0630493100.
- FOX R.C., HOHMANN G.V., KILLPACK T.J. & RIJO L. (1980) - *Topographic effects in resistivity and induced polarization survey*. *Geophysics* **45**, pp. 75-93.
- FUNICIELLO R., & GIORDANO G. (2008a) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 374 ROMA*. APAT-Servizio Geologico d'Italia, Roma, pp 158.
- FUNICIELLO R. & GIORDANO G. (2008b) - *Carta geologica del co-*

- mune di Roma*. Protezione Civile del Comune di Roma www.protezionecivilecomuneroma.it.
- FUNICIELLO R., GIORDANO G., & DE RITA D. (2003) - *The Albano maar lake (Colli Albani Volcano, Italy): recent volcanic activity and evidence of pre-Roman Age catastrophic labar events*. Journal of Volcanology and Geothermal Research **123** (1-2), 43-61.
- FUNICIELLO R., GIORDANO G., DE RITA D., CARAPEZZA M.L. & BARBERI F. (2002) - *L'attività recente del cratere del Lago Albano di Castelgandolfo*. Rendiconti Lincei Scienze Fisiche e Naturali **9**, (13), 113-143.
- FUNICIELLO R., & ROVELLI A. (1998) - *Terremoti e monumenti in Roma*. Le Scienze **35**, 42 - 49.
- GISMONDI I. (1933-1955) - *Model of Imperial Rome* - Museo della Civiltà Romana. http://www.museociviltaromana.it/it/collezioni/percorsi_per_sale/plastico_di_roma_imperiale/plastico_di_roma_imperiale_panoramica_con_aventino_circo_massimo_palatino_acquedotto_neroniano_e_anfiteatro_flavio2.
- FURMAN A., FERRE´ T.P.A. & WARRICK A. W. (2003) - *A Sensitivity Analysis of Electrical Resistivity Tomography Array Types Using Analytical Element Modeling*. Vadose Zone Journal **2**: 416-423. Soil Science Society of America. DOI: 10.2113/2.3.416.
- GISOTTI G. (2016) - *La fondazione delle città*. Carocci editore. ISBN: 9788843080762.Pp.560.
- HOPKINS J.N.N.(2007) - *The Cloaca Maxima and the monumental manipulation of water in archaic Rome*. In: The Waters of Rome, **4**, The Institute of the Advanced Technology in the Humanities. University of Virginia.
- KARNER D.B., MARRA F. & RENNE P.R. (2001) - *The history of the Monti Sabatini and Alban Hills volcanoes: groundwork for assessing volcanic-tectonic hazards for Rome*. Journal of Volcanology and Geothermal Research **107**, 185-219.
- KARNER D.B. & RENNE P.R. (1998) - *Ar-40/Ar-39 Geochronology of Roman Volcanic Province Tephra in the Tiber river valley - age calibration of middle Pleistocene sea-level changes*. Geological Society of America Bulletin, **110**(6), pp. 740-747.
- KARNER D.B. & MARRA F. (1998) - *Correlation of fluviodeltaic aggradational sections with glacial climate history: a revision of the classical Pleistocene stratigraphy of Rome*. Geol. Soc. Am. Bull. **110**, 748-758.
- LANCIANI R. (1893-1901) - *Forma Urbis Romae*. Roma, tav. 35;
- LANCIANI R. (1985) - *Rovine e scavi di Roma antica*, nuova ed., Roma (ed. or. *The ruins & excavations of ancient Roma*, London 1897).
- LA VIGNA F., MAZZA R., AMANTI M., DI SALVO C., MARTARELLI L., CAPELLI G., DEL BON A., MASTROLILLO L., MONTI G.M., PETITTA M., SILVI A., DIMASI M., CIOTOLI G., MANCINI M., STIGLIANO F., PIZZINO L., CINTI D., PROCESI M., SCIARRA A., BONFÀ I., MARTELLI S., SUCCHIARELLI C., CONTE G., GAFÀ R.M., LACCHINI A., FALCETTI S. & ROMA M. (2015) - *Carta Idrogeologica di Roma*, ISPRA.
- LIVERANI P. (2012) - *Costanzo II e l'obelisco del Circo Massimo a Roma*. Université Paul Valéry (Montpellier III) - CNRS UMR 5140 « Archéologie des Sociétés Méditerranéennes » Équipe « Égypte Nilotique et Méditerranéenne » (ENiM), pp. 471-487.
- LOKE M.H. (2004) - *Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys* (PDF). Retrieved 2007-06-11. (link)
- LOKE M.H. (1999) - *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies: A Practical Guide to 2D and 3D Surveys*. (link).
- LÓPEZ-MERINO L., MARTÍNEZ CORTIZAS A., GUILLERMO S., REHER G.S., LÓPEZ-SÁEZ J.A., MIGHALL T.M. & BINDLER R., (2014) - *Reconstructing the impact of human activities in a NW Iberian Roman mining landscape for the last 2500 years*. Journal of Archaeological Science **50**, 208-218.
- MAKASKE B. (2001) - *Anastomosing rivers: a review of their classification, origin and sedimentary products*. Earth-Science Reviews **53**, 149-196.
- MARRA F., MOTTA L., BROCK A.L., MACRÌ P., FLORINDO F., SADORI L. & TERRENATO N. (2018) - *Rome in its setting. Post glacial aggradation history of the Tiber River alluvial deposits and tectonic origin of the Tiber Island*. Plos. One. doi.org/10.1371/journal.pone.0194838.
- MARRA F. & FLORINDO F. (2014) - *The subsurface geology of Rome: Sedimentary process, sea level changes and astronomical forcing*. Earth-Science Reviews **136**, 1-20.
- MARRA F. & ROSA C. (1995) - *Stratigrafia e assetto geologico dell'area romana - In "La Geologia di Roma - Il Centro Storico"* - Coord. Scient. RENATO FUNICIELLO - Servizio Geologico Nazionale - Mem. descr. della Carta Geologica d'Italia - Volume **50** Istituto Poligrafico e Zecca di Roma, pp. 49-118.
- MANCINI M., MARINI M., MOSCATELLI M., PAGLIAROLI A., STIGLIANO F., DI SALVO C., SIMONATO M., CAVINATO G.P. & CORAZZA A. (2014) - *A physical stratigraphy model for seismic microzonation of the Central Archaeological Area of Rome (Italy)*. Bull Earthquake Eng DOI 10.1007/s10518-014-9584-2.
- MANCINI M., MOSCATELLI M., STIGLIANO F., CAVINATO G.P., MARINI M., PAGLIAROLI A. & SIMONATO M. (2013a) - *Fluvial facies and stratigraphic architecture of Middle Pleistocene incised valleys from the subsoil of Rome (Italy)*. Journal of Mediterranean Earth Sciences Special Issue, 89-93.
- MANCINI M., MOSCATELLI M., STIGLIANO F., CAVINATO G.P., MILLI S., PAGLIAROLI A., SIMONATO M., BRANCALEONI R., CIPOLLONI I., COEN G., DI SALVO C., GARBIN F., LANZO G., NAPOLEONI Q., SCARAPAZZI M., STORONI RIDOLFI S. & VALLONE R. (2013b) - *The Upper Pleistocene-Holocene fluvial deposits of the Tiber River in Rome (Italy): lithofacies, geometries, stacking pattern and chronology*. Journal of Mediterranean Earth Sciences, Special Issue, 95-101.
- MCCORMICK M., BÜNTGEN U.F., CANE M.A., COOK E.R., HARPER K., HUYBERS P., LITT T., MANNING S.W., MAYEWSKI P.A., MORE A.F.M., NICOLUSSI K. & TEGEL W. (2012) - *Climate Change during and after the Roman Empire: Reconstructing the Past from Scientific and Historical Evidence*. Journal of Interdisciplinary History, xliii: 2 (Autumn, 2012), 169-220.
- MENSING S.A., SAGNOTTI L., HERRGESELL ZIMMERMAN S. & PIOVESAN G. (2015) - *2700 years of Mediterranean environmental change in central Italy: a synthesis of sedimentary and cultural records*

- to interpret past impacts of climate on society. *Quaternary Science Reviews*, **116**, 72-94.
- MILLI S., D'AMBROGI C., BELLOTTI P., CALDERONI G., CARBONI M.G., CELANT A., DI BELLA L., DI RITA F., FREZZA V., MAGRI D., PICHEZZI R.M. & RICCI V. (2013) - *The transition from wave-dominated estuary to wave-dominated delta: The Late Quaternary stratigraphic architecture of Tiber River deltaic succession (Italy)*. *Sedimentary Geology*, 284-285, 159-180. doi.org/10.1016/j.sedgeo.2012.12.003.
- MOSCATELLI M., PAGLIAROLI A., MANCINI M., STIGLIANO F., CAVOUTO G., SIMIONATO M., PERONACE E., TOMMASI P. & CAVINATO G.P. (2011) - *Metodologie d'indagine per la valutazione della pericolosità sismica locale dell'Area Archeologica Centrale di Roma*. XIV Convegno Nazionale ANIDIS.
- MOSCATELLI M., CAVINATO G.P., STIGLIANO F., MANCINI M., BIANCHI L., CAVUOTO G., CECILI A., CICOGLIA A., CINNIRELLA A., CORAZZA A., DI LUZIO E., DI SALVO C., LACCHINI A., MARCONI F., MORETTI M.I., PAGLIAROLI A., PIRO S., PENNICA, F., VALLONE R., VARRECCHIA D. & ZAMUNER D. (2010) - *Assetto geologico e idrogeologico del Colle Palatino valutazione delle pericolosità geologiche - In Roma Archeologica - Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico, secondo rapporto*. Cecchi R. curatore, Mondadori Electa, Milano (ITA), pp. 84,137.
- MUNOZ A. (1934) - *La via del Circo Massimo*. S.P.Q.R. A cura del Governatorato di Roma XXVIII ottobre MCMXXXIV - XII.
- MUSSET A.E., & KHAN M.A. (2003) - *Esplorazione del sottosuolo: una introduzione alla geofisica applicata*. Zanichelli Ed. pp. 440 ISBN 978-8808-07895-7.
- NANSON G.C. & CROKE J.C. (1992) - *A genetic classification of floodplain*. *Geomorphology*, **4**, 459-486.
- NARDUCCI P. (1889) - *Sulla Fognatura della città di Roma: descrizione tecnica*. Vol. 1. Forzani, 1889.
- NORINELLI A. (1996) - *Elementi di Geofisica Applicata*. Bologna Ed. Patron.
- PAGLIAROLI A., MOSCATELLI M., STIGLIANO F., PAGLIAROLI A., MANCINI M., DI FIORE V., LANZO G., PIRO S., PISCITELLI S., NASO G., CASTENETTO S., SABETTA S., PETRANGELI P. & CECCHI R. (2011) - *Microzonazione Sismica dell'Area Archeologica Centrale di Roma*. Anidis, Bari.
- PALACKY G. (1987) - *Resistivity Characteristics of Geological Targets*. In: Nabighian, M., Ed., *Electromagnetic Methods in Applied Geophysics-Theory*. Society of Exploration Geophysicists Tulsa, OK, 53-129.
- PAROTTO M. (2008) - *The paleogeographic evolution of the Roman area: a synthesis*. Mem. Descr. della Carta Geologica d'Italia **80**, p. 25-38.
- PIETRANGELI C. (1940) - *Circus Maximus*. Bollettino Comunale, **68**, 233-234.
- PROVINCIA DI ROMA DIP. V - *Caratteristiche geotecniche dei terreni del Comune di Roma* - http://www.provincia.rm.it/dipartimentoV/SitoGeologico/editore/documentiUpload/03_IDROG_CAP%202.PDF.
- RASPA G., MOSCATELLI M., STIGLIANO F.P., PATERA A., FOLLE D., VALLONE R., MANCINI M., CAVINATO G.P., MILLI S. & COSTA J.F.C.L. (2008) - *Geotechnical characterization of the upper Pleistocene-Holocene alluvial deposits of Roma (Italy) by means of multivariate geostatistics: crossvalidation results*. *Engineering Geology*, doi 10/1016/ j.enggeo. 2008.06.007.
- REIMER P. J., BARD E., BAYLISS A., BECK J. W., BLACKWELL P. G., BRONK RAMSEY C., BUCK C.E., CHENG H., EDWARDS R. L., FRIEDRICH M., GROOTES P.M., GUILDERSON T.P., HAFLI-DASON H., HAJDAS I., HATTÉ C., HEATON T.J., HOFFMANN D.L., HOGG A.G., HUGHEN K.A., KAISER K.F., KROMER B., MANNING S.W., NIU M., REIMER R.W., RICHARDS D.A., SCOTT E.M., SOUTHON J.R., STAFF R.A., TURNER C.S. M. & PLICHT J.V.D. (ed.) (2013) - *In: Radiocarbon*. **55**, 4, p. 1869-1887, 19 p.
- RINALDI M., SURIAN N., COMITI F. & BUSSETTINI M. (2010) - *Manuale tecnico - operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua*. Sistema di Valutazione Morfologica dei corsi d'acqua, ISPRA. ISBN: 978-88-448-0438-1.
- RUBIO L., LINARES-RUEDA A., DUENAS C., FERNANDEZ M.C., CLAVERO V. & NIELL F.X. (2003) - *Sediment accumulation rate and radiological characterisation of the sediment of Palmones River estuary (southern of Spain)*. *Journal of Environmental Radioactivity* **65**(3):267-80. DOI: 10.1016/S0265-931X (02)00102-9.
- RUDDIMAN W.F. (2013) - *Earth's Climate: Past and Future*. Freeman W.H and Co. ed. ISBN 10: 1429255250; ISBN-13: 978-1429255257. Pp 445.
- SARACCO G., MOREAU F., MATHÉ P.E., HERMITTE D. & MICHEL J.M. (2007) - *Multiscale tomography of buried magnetic structures: its use in the localization and characterization of archaeological structures*. *Geophys. J. Int.* **171**, 87-103. doi: 10.1111/j.1365-246X.2007.03501.x.
- SCAPOZZA C., ANTOGNINI M., OPPIZZI P & PATOCCHI N. (2012) - *Stratigrafia, morfodinamica, paleoambienti della piana fluvio-deltizia del Ticino dall'Ultimo Massimo Glaciale a oggi: proposta di sintesi*. Bollettino della Società ticinese di scienze naturali - **100**, pp. 89 - 106 (ISSN 0379-1254).
- SIGNORINI R. (1939) - *Risultati geologici della perforazione eseguita dall'A.G.I.P. alla Mostra antarchica del Minerale nel Circo Massimo di Roma*. Bollettino Società Geologica Italiana **58**; 60-63.
- SCHUMM S.A., ERSKINE W.D. & TILLEARD J.W. (1996) - *Morphology, hydrology, and evolution of the anastomosing Ovens and King Rivers, Victoria, Australia*. Geological Society of American Bulletin, **108** (10), 1212-1224.
- SLOSS C.R., JONES B.G., MURRAY-WALLACE C.V. & CHENHALL B.E. (2004) - *Recent sedimentation and geomorphological changes, Lake Illawarra, NSW, Australia*. *Wetlands (Australia)*, **21** 73-83.
- SAMOUELIAN A., COUSIN I., TABBAGH A., BRUAND A. & RICHARD G. (2005) - *Electrical resistivity survey in soil science: a review*. Soil and Tillage Research, Vol. **83**, Issue 2, September 2005, pp. 173-193.
- SURIAN N., RINALDI M. & PELLEGRINI L. (2009) - *Linee guida per l'analisi geomorfologica degli alvei fluviali e delle loro tendenze evolutive*. Cooperativa Libreria Editrice Università di Padova.
- SYVITSKI J.P.M. & KETTNER A.J. (2011) - *Sediment Flux and the*

- Anthropocene*. *Philos. Trans. R. Soc. A* **369**, 957-975. doi:10.1098/rsta.2010.0329.
- TONKOV N. & LOKE M.H. (2006) - *A Resistivity Survey of a Burial Mound in the "Valley of Tharcan Kings"*. *Archaeological Prospection* **13**, 129-136. DOI: 10.1002/arp.273.
- TELFORD W.M., GELDART L.P. & SHERIFF R.E. (1990) - *Applied geophysics*. Cambridge University Press. pp.760.
- VENTRIGLIA U. (2002) - *Geologia del Territorio del Comune di Roma*. Provincia di Roma - Difesa del Suolo - ex Servizio Geologico - Banche dati ed Analisi Territoriali. <http://www.provincia.rm.it/dipartimentoV/SitoGeologico/PagDefault.asp?idPag=20>.
- VACCA F. (1594) - *Memorie di varie antichità trovate in diversi luoghi della città di Roma*, pag 4 .
- VALERO-GARCÉS B.L. (2015) - *The human factor: depositional processes in Mediterranean watersheds during the Anthropocene*. (link)
- SHEVNIN V., MOUSATOV A., RYJOV A. & DELGADO-RODRIGUEZ O. (2007) - *Estimation of clay content in soil based on resistivity modelling and laboratory measurements*. *Geophysical Prospecting*, **55**, pp. 265-275.
- WAXMAN M.M. & SMITS L.J.M. (1968) - *Electrical conductivity in oil-bearing shaly sand*. *Soc. Pet. Eng. J.* **8**:107-122.
- ZANZI G.L. (2019) - *La scomparsa del Circo Massimo*. Nel Bollettino Comunale **CXIX** 2018, pp. 275-288.
- SITOGRAFIA**
- https://www.academia.edu/10866483/Water_Table_Indentification_Using_Electrical_Resistivity_Tomography_ERT_At_Bandung_Village_Nanggulan_Sub_District_DI_Yogyakarta_An_Application_of_2D_Geoelectrical_Method?auto=download ADITYAWAN *et alii* (2012); accesso 4/01/2014-12/01/2021)
- <https://www.rerumromanarum.com/2020/05/gazometro-del-circo-massimo.html> (Foto Circo Massimo; accesso 19/10/2020)
- <http://www.goldenattico.com/roma-storie-insolite-roseto-comunale-roma/> (articolo GIOVENCO accesso 12/01/2021)
- <http://www.internetculturale.it/it/522/archeologia-in-posa-la-sistemazione-del-circo-massimo> (Foto cimitero ebraico e Circo Massimo; accesso 21/10/2020)
- <https://www.skyscrapercity.com/threads/roma-sparita.306185/page-317> (Foto cimitero ebraico; accesso 21/10/2020)
- <https://geoportale.cittametropolitanaroma.it/cartografia-storica/23-Lanciani> (accesso 21/10/2020)
- <http://www.the-colosseum.net/images/maps/1576%20Cartaro.JPG> (CARTARO, accesso 21/10/2020)
- <http://www.the-colosseum.net/images/maps/1557%20Beatrizet%20Lafrery%20BN.jpg> (BEATRIZET & LEFRERY, accesso 21/10/2020)
- <http://www.the-colosseum.net/images/maps/1551%20Bufalini%20Nolli.jpg> (BUFALINI, accesso 21/10/2020)
- https://it.wikipedia.org/wiki/File:Pianta_della_Citt%C3%A0_di_Roma_-_no-nb_krt_00769.jpg (Pianta della Città di Roma presso Biblioteca Norvegese; accesso 21/10/2021)
- https://www.info.roma.it/pianta_di_roma_1748_giovan_battista_nolli.asp (NOLLI, accesso 19/10/2021)
- <https://www.tourist-in-rom.com/it/il-roseto-del-comune-di-roma/> (Martini; accesso 21/10/2020)
- Sovrintendenza Capitolina ai i Culturali. http://www.sovrintendenzaaroma.it/i_luoghi/roma_antica/monumenti/circo_massimo (accesso 2016).
- <https://www.comune.roma.it/PCR/resources/cms/documents/CartaIdrogeologicadiRoma.pdf> (accesso 2015)
- https://sites.ualberta.ca/~unsworth/UA-classes/223/loke_course_notes.pdf Loke (accesso 2012)
- https://www.academia.edu/11991713/Electrical_imaging_surveys_for_environmental_and_engineering_studies_A_practical_guide_to_2_D_and_3_D_surveys Loke (accesso 2012)
- <https://asf2015.sciencesconf.org/conference/asf2015/pages/Blas.Abstract.pdf> Valero (accesso 2015)