



**UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA**

Corso di Laurea Magistrale a ciclo unico in
Ingegneria Edile - Architettura

**L'IMPORTANZA DELLA
CONOSCENZA SINTETICA
NELLA TUTELA DEI SITI ARCHEOLOGICI:
IL CASO DEL CRIPTOPORTICO CENTRALE
DELLA DOMUS TIBERIANA**

THE IMPORTANCE OF THE SYNTHETIC KNOWLEDGE IN THE
PROTECTION OF ARCHAEOLOGICAL SITES: THE CASE OF THE
CENTRAL CRYPTOPORTICUS OF THE DOMUS TIBERIANA

Relatore: Chiar.mo
Prof. Ing. Giuseppe Scarpelli

Tesi di Laurea di:
Angelica Tuzi

Anno accademico 2020-2021

INDICE

INTRODUZIONE	V
1. STATO DELL'ARTE DEL CRIPTOPORTICO CENTRALE DELLA DOMUS TIBERIANA.....	9
1.1. IL PRIMO PALAZZO IMPERIALE: LA DOMUS TIBERIANA	9
1.1.1. Dall'età repubblicana alla creazione degli Orti farnesiani	14
1.1.2. Dagli scavi di Pietro Rosa alle indagini recenti.....	19
1.1.3. Progetto per il Palatino	22
1.2. AREA DEL CRIPTOPORTICO CENTRALE.....	25
1.2.1. Assetto strutturale del criptoportico centrale.....	26
1.2.2. Sunto della relazione tecnica del 2004	41
1.2.3. Le indagini e gli interventi eseguiti	50
2. UN PROGETTO DI CONOSCENZE.....	57
2.1. L'APPROFONDIMENTO DEGLI ASPETTI CONOSCITIVI.....	57
2.1.1. La multidisciplinarietà della conoscenza.....	59
2.1.2. Il sostegno del patrimonio documentale.....	61
2.2. LO STUDIO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO	63
2.2.1. Il Modello Geologico di Riferimento	65
2.2.2. Il caso di San Lorenzo in Campo	69
3. LA MODELLAZIONE GEOLOGICA DELL'AREA DEL CRIPTOPORTICO CENTRALE	71
3.1. L'ASSETTO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO ROMANO	71
3.1.1. La conformazione del territorio: l'orogenesi della pianura romana	71
3.1.2. Rischio idrogeologico del sottosuolo romano	77

3.2.	L'ASSETTO GEOLOGICO DEL COLLE PALATINO	79
3.2.1.	La stratigrafia generale del sottosuolo tratta dalla letteratura tecnica	79
3.2.2.	Lo studio geologico dell'area del Palatino dal 1982 al 1985	82
3.2.3.	L'indagine geognostica del 1985.....	86
3.2.4.	L'indagine geotecnica e geologica del 1999	87
3.2.5.	La campagna geognostica del 2010.....	92
3.3.	IL SISTEMA INFORMATICO "WEB-GIS PALATINO"	96
3.3.1.	La Carta Geologica del colle Palatino	97
3.3.2.	Le unità lito-stratigrafiche	102
3.4.	I MODELLI GEOLOGICI DI RIFERIMENTO	106
3.5.	LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	113
3.5.1.	Le caratteristiche fisiche e meccaniche dei litotipi.....	115
3.6.	L'ASSETTO IDROGEOLOGICO E LE CRITICITÀ GEOLOGICHE	121
3.6.1.	I complessi idrogeologici	121
3.6.2.	La circolazione idrica della Formazione Santa Cecilia	123
3.6.3.	Valutazione delle pericolosità geologiche.....	124
3.7.	OSSERVAZIONI E PROPOSTE.....	129
3.7.1.	Valutazione del problema di crollo del sistema ipogeo.....	129
3.7.2.	Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione.....	130
	CONCLUSIONI.....	133
	BIBLIOGRAFIA.....	137
	FONTI ARCHIVISTICHE.....	141
	SITOGRAFIA	144

INTRODUZIONE

La tesi ha per oggetto l'area del criptoportico centrale della Domus Tiberiana, il palazzo imperiale che sovrasta l'angolo nord-occidentale del colle Palatino nella città di Roma.

La Domus Tiberiana è ancora oggi uno dei monumenti più enigmatici dell'area del Parco Archeologico del Colosseo, tanto che ha richiesto nei tempi recenti studi e ricerche approfondite, sia da un punto di vista archeologico che geologico e strutturale.

Da oltre trent'anni, la Soprintendenza Archeologica Romana ha collaborato con vari dipartimenti dell'Università di Roma "La Sapienza" e il Dipartimento di Scienze e Ingegneria della Materia, dell'Ambiente e dell'Urbanistica (SIMAU) dell'Università Politecnica delle Marche di Ancona, acquisendo, così, una mole di dati essenziali per la pianificazione degli interventi sulle strutture del complesso archeologico.

Gli scavi archeologici condotti nella Domus Tiberiana hanno portato alla luce il criptoportico centrale, un sistema ipogeo situato a circa 10 metri sotto il piano campagna della zona degli Orti farnesiani, i cui giardini sovrastano l'intero complesso monumentale. Tuttavia, il criptoportico centrale è rimasto negli anni ai margini delle ricerche a causa dell'instabilità del sito e la pericolosità incontrata durante le operazioni di scavo archeologiche e speleologiche.

Obiettivo del lavoro è quello di proporre una metodologia di lettura nello studio del criptoportico centrale, così da favorire la Soprintendenza Archeologica Romana nella formulazione degli obiettivi di progetto e nella pianificazione delle attività per i lavori successivi.

La metodologia proposta nasce con l'intento di proporre una riflessione sugli strumenti a disposizione nella tutela dei siti archeologici: prima di intervenire con restauri, consolidamenti e attività quantitative, è sempre necessario sviluppare un programma di indagini preliminari per accertare lo stato delle conoscenze sul bene culturale, così da avere una visione organica delle problematiche e definire con chiarezza gli obiettivi progettuali. La fase di indagine conoscitiva preliminare consente di individuare le trasformazioni che hanno interessato il manufatto storico, le quali, oltre ad aver avuto un impatto significativo nella sua evoluzione e nelle sue condizioni al contorno, hanno modificato la sua geometria e affievolito l'identità strutturale.

È bene che questa fase di indagine preliminare sia portata avanti con metodo scientifico, pervenendo ad una conoscenza multidisciplinare, che può guidare la progettazione degli interventi senza trascurare aspetti che possono risultare significativi per la salvaguardia dell'integrità del bene nel tempo.

La metodologia esposta propone l'integrazione degli aspetti conoscitivi attraverso la produzione di quadri sintetici che, da un lato, forniscono nuova fonte storica consentendo così di trasmettere la conoscenza del bene culturale alle generazioni future, obiettivo fondamentale della tutela dei siti archeologici e, dall'altro, garantiscono un approccio organico nello studio dell'opera. Ciò favorisce la formulazione di ipotesi di attività e intervento più affidabili, in quanto contestualizzate, e sostiene le azioni di progetto e consolidamento.

Questa metodologia consente di sintetizzare la conoscenza di un bene culturale perché con essa si tende ad integrare tutte le informazioni disponibili e a permettere un effettivo avanzamento del grado di conoscenza del manufatto attraverso studi e ricerche.

I siti archeologici godono di un enorme patrimonio documentale, che si ritiene debba essere sfruttato per approfondire gli aspetti conoscitivi delle strutture che possono afferire a molti ambiti disciplinari, geologici, idrogeologici, statici, vegetali e antropici.

La tesi è suddivisa in tre capitoli.

Nel primo viene descritto lo stato dell'arte del criptoportico centrale, sintetizzando i lavori eseguiti fino ad ora, così da fornire un inquadramento generale del caso di studio. Ciò è avvenuto consultando i fascicoli fotografati all'Archivio storico del Parco Archeologico del Colosseo, gli allegati presenti nel Sito internet condiviso nell'ambito del progetto di servizio Urbi-SIT, a capo del Centro Nazionale delle Ricerche, i documenti e le relazioni messe a disposizione dai collaboratori della Soprintendenza Archeologica Romana.

Con il secondo capitolo si affronta il tema metodologico, illustrando l'importanza delle fasi di indagini conoscitive preliminari nella tutela dei siti archeologici, con una riflessione sul tema della conoscenza multidisciplinare, molto attuale nello studio dei beni culturali.

Proseguendo nella riflessione del metodo di ricerca della conoscenza, si è compreso che un aspetto conoscitivo da approfondire nella tutela di sistemi ipogei è lo studio geologico finalizzato alla definizione di un modello sintetico del sottosuolo. Ma, a differenza di quanto accade per una nuova costruzione, il modello non può essere solo la rappresentazione di un dato stratigrafico ma deve rappresentare una realtà complessa in

cui si integrano aspetti archeologici e geologici, perché ciò che può apparire un dato geologico, in realtà è la conseguenza delle trasformazioni e delle vicissitudini subite dal manufatto nel corso del tempo, essenziali per anticipare la risposta del bene ai nuovi interventi.

Il terzo capitolo vuole fornire un input della metodologia proposta approfondendo la conoscenza geologica, geotecnica, strutturale, e dimostrare come con il sostegno del patrimonio documentale sia possibile interpretare e sintetizzare informazioni qualitative utili a formulare ipotesi di intervento più affidabili, in quanto mirate e contestualizzate.

A tale proposito viene rappresentata la sintesi della conoscenza geologica dell'area del criptoportico centrale finalizzata alla definizione di modelli geologici di riferimento, ossia output di sintesi che permettono di descrivere i caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici del sottosuolo. I modelli consentono di passare ad una modellazione e caratterizzazione geotecnica del terreno, necessaria alle analisi che riproducono le complesse vicende di carico, come i processi di scavo e riempimento e di comprendere l'evoluzione dei dissesti del sistema ipogeo.

Infine, vengono espone le conclusioni che sottolineano l'importanza della conoscenza multidisciplinare nella tutela dei beni di valore storico e monumentale, in particolare quelli nell'area del criptoportico centrale, per la definizione di modelli di sottosuolo che siano realmente rappresentativi della situazione stratigrafica e utili alla definizione degli interventi di restauro.

1. STATO DELL'ARTE DEL CRIPTOPORTICO CENTRALE DELLA DOMUS TIBERIANA

1.1. IL PRIMO PALAZZO IMPERIALE: LA DOMUS TIBERIANA

Negli ultimi anni l'interesse alla conservazione e alla salvaguardia di monumenti, città e luoghi di interesse storico è aumentato e si è diffuso in tutto il mondo. La tutela del patrimonio archeologico è sicuramente oggi uno dei temi più attuali e urgenti, specialmente in Italia, che ospita la maggior parte dei siti considerati patrimonio dell'umanità.

L'eredità culturale lasciataci dalla civiltà romana contiene alcune tra le più importanti testimonianze archeologiche della fondazione della Roma antica come, ad esempio, l'Anfiteatro Flavio, l'area del Foro Romano e del Palatino e l'arco di Costantino.

In particolare, il colle Palatino che, oltre ad essere uno dei sette colli di Roma, è la residenza dei più antichi edifici imperiali; si ricordano la Domus Flavia, la Domus Aurea e la Domus Tiberiana.

“La presenza dei palazzi imperiali sul colle diede vita ad un processo di identificazione tanto che il toponimo *Palatium* è divenuto nelle lingue moderne sinonimo di edificio residenziale”.¹ Il sito è estremamente peculiare, in quanto, oltre la caratteristica abitativa, elemento preponderante del colle è la componente vegetazionale, che rende il colle una vera e propria città.

¹ Parco Archeologico del Colosseo, Roma, ParcoColosseo.it

Figura 1. Planimetria generale del colle Palatino; in rosso il complesso archeologico della Domus Tiberiana



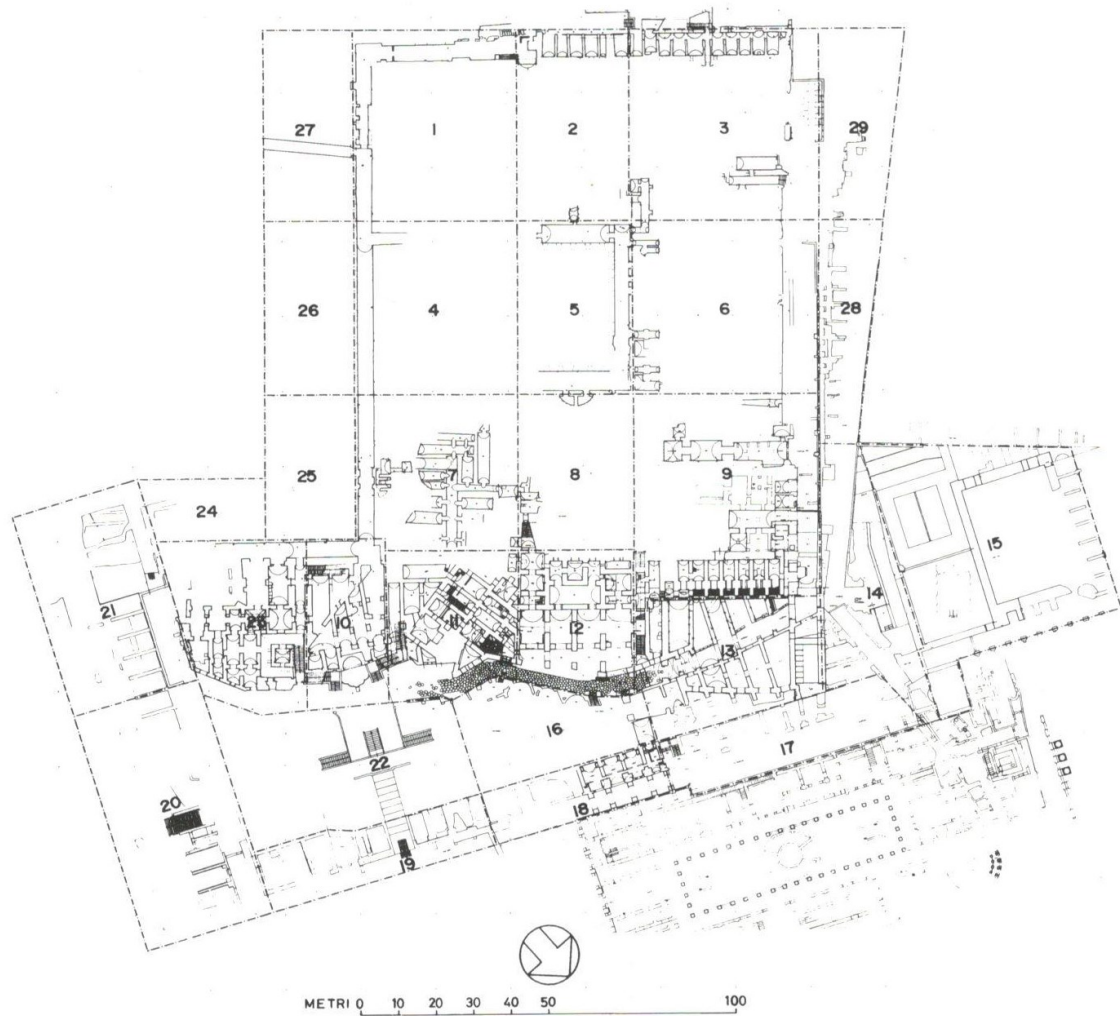
- 01 – Zona del Velabro 02 – Magna Mater 03 – Bastione farnesiano 04 – Orti farnesiani 05 – Domus Tiberiana 06 – Via Nova 07 – Arco di Tito 08 – Arco di Costantino 09 – Colosseo

Fonte: propria elaborazione dalle informazioni presenti nell'ARCHIVIO S.S.B.A.R. Inventario n°21523, Cartografia comunale, Area archeologica centrale-Foro romano-Palatino-Colosseo, 1982

La Domus Tiberiana è ancora oggi uno dei monumenti più complessi dell'area archeologica del colle Palatino, in quanto caratterizzata da una molteplicità di problemi di carattere statico, geologico, idrogeologico, geotecnico e architettonico che hanno richiesto, nel corso del tempo, studi, ricerche approfondite e progetti di intervento globali. La Domus Tiberiana, che occupa l'angolo nord-occidentale del colle Palatino, tra l'area del Tempio della Magna Mater e le pendici verso il Foro, costituisce il primo vero e proprio palazzo imperiale della Roma antica. Il lato meridionale del complesso è costituito da una serie di ambienti che sfociano nell'area della Magna Mater e della Casa di Livia; mentre il lato orientale è interamente attraversato dal muro esterno del criptoportico neroniano. Diversamente è caratterizzato il lato occidentale, il quale è preservato nella zona bassa dal Clivo della Vittoria e contenuto dal paramento del Rivellino, mentre quasi scompare nella zona alta, in quanto celato dall'occupazione farnesiana (Fig. 3).

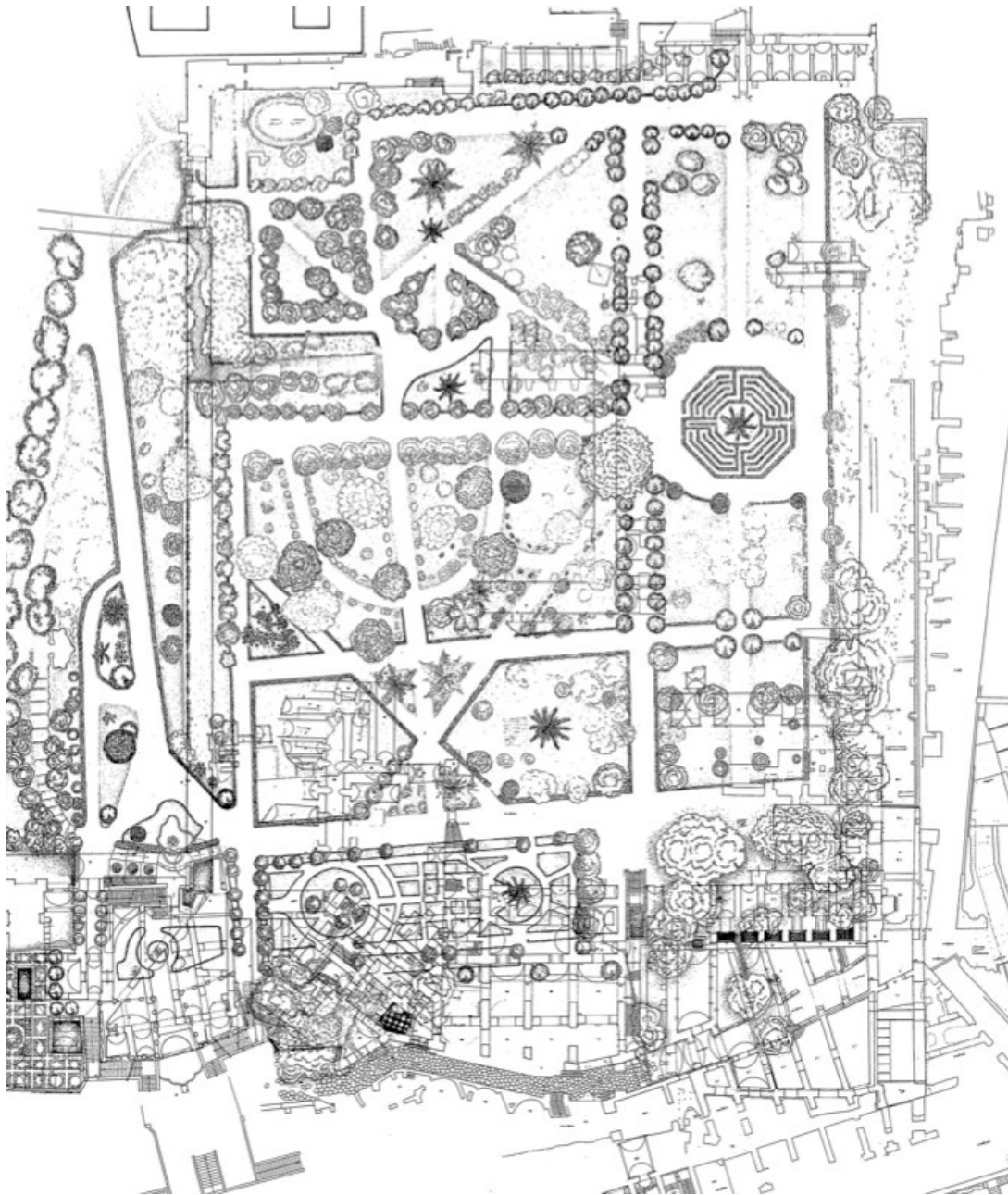
Di particolare rilevanza è, invece, il lato settentrionale, nel quale si possono ammirare le costruzioni e le vicende strutturali che hanno caratterizzato la Domus nei secoli. Tale lato rappresenta la vera e propria facciata ad archi a due ordini del palazzo in cui si notano i contrafforti che fanno fronte sul tratto alto del Clivo della Vittoria.

Figura 2. Area della Domus Tiberiana; planimetria dei settori 1-29



Fonte: Krause C., *Domus Tiberiana: il primo palazzo imperiale sul Palatino*, in "Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana" (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschender, Roma, 1998, p. 262

Figura 3. Area della Domus Tiberiana; stato attuale degli Orti farnesiani

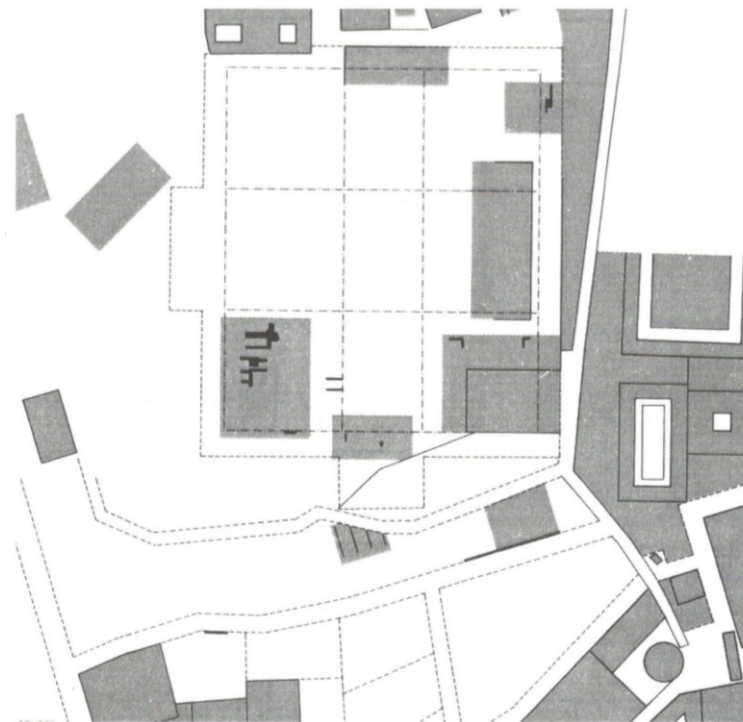


Fonte: Krause C., Domus Tiberiana: il primo palazzo imperiale sul Palatino, in "Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana" (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschender, Roma, 1998, p. 263

1.1.1. Dall'età repubblicana alla creazione degli Orti farnesiani

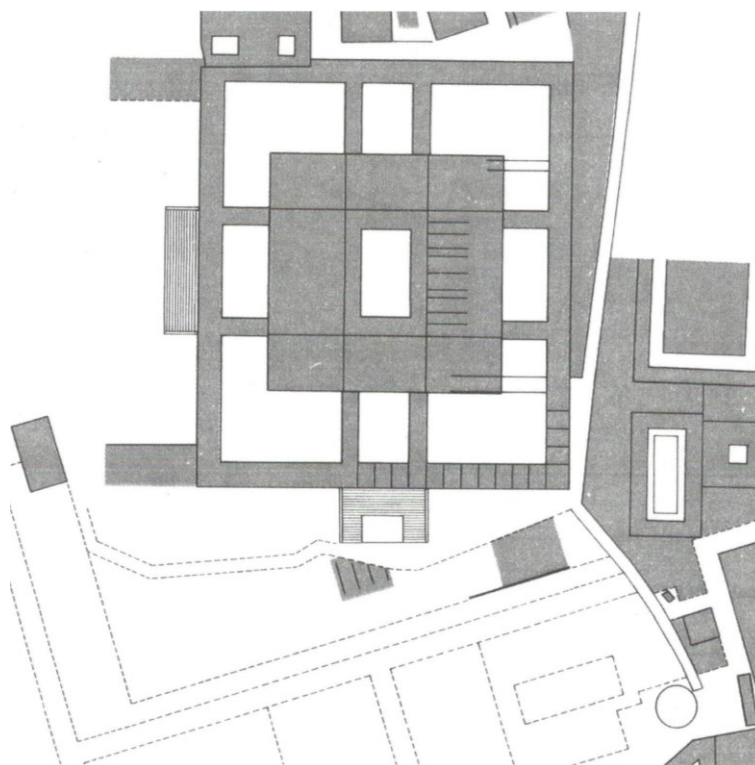
Si ritiene che, nel I secolo a.C., il palazzo fosse formato da una serie di domus separate (Fig. 4) appartenenti alle famiglie più nobili di Roma, tra cui quella di Tiberio. Successivamente, nella fase neroniana (54-68 d.C.), le case di età tardo-repubblicana vennero inglobate in un piano basamentale unitario di forma regolare che sostiene ancora oggi il palazzo imperiale. Inizialmente venne messo in opera un primo basamento, il quale venne suddiviso in aree quadrate e rettangolari attraverso la creazione di criptoportici che conferirono doppia assialità al palazzo e simmetria rispetto l'area centrale (Fig. 5).

Figura 4. Area della Domus Tiberiana; planimetria dello stato precedente alla costruzione del basamento (periodo I)



Fonte: Krause C., Domus Tiberiana: il primo palazzo imperiale sul Palatino, in "Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana" (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschender, Roma, 1998, p. 264

Figura 5. Area della Domus Tiberiana; restituzione planimetrica dell'età neroniana (periodo II)

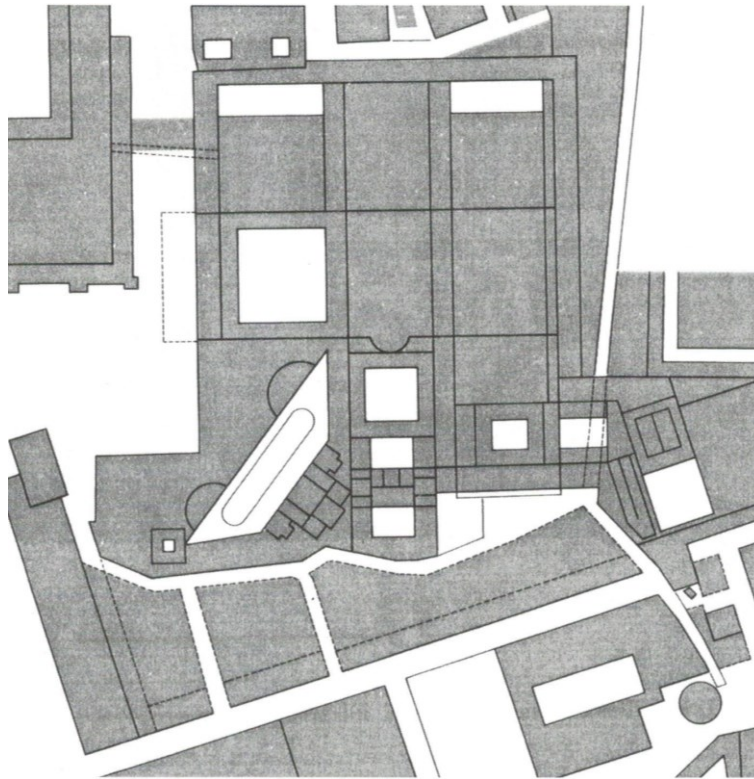


Fonte: Krause C., Domus Tiberiana: il primo palazzo imperiale sul Palatino, in "Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana" (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschender, Roma, 1998, p. 265

In seguito, venne costruito un secondo basamento che modificò l'orientamento del complesso archeologico, in quanto condizionato dall'andamento perpendicolare di alcune domus presenti nell'area; pertanto, si passò ad una inclinazione sul versante settentrionale del colle interessato dal percorso della Via Nova che fronteggia la facciata.

Poiché alcuni incendi danneggiarono gravemente la struttura, vennero attuate, nella fase domiziana (81-96 d.C.), una serie di trasformazioni che cancellarono i precedenti interventi vespasiani che interessarono il fronte settentrionale, i quali conferirono alla Domus Tiberiana la funzione di palazzo-residenza.

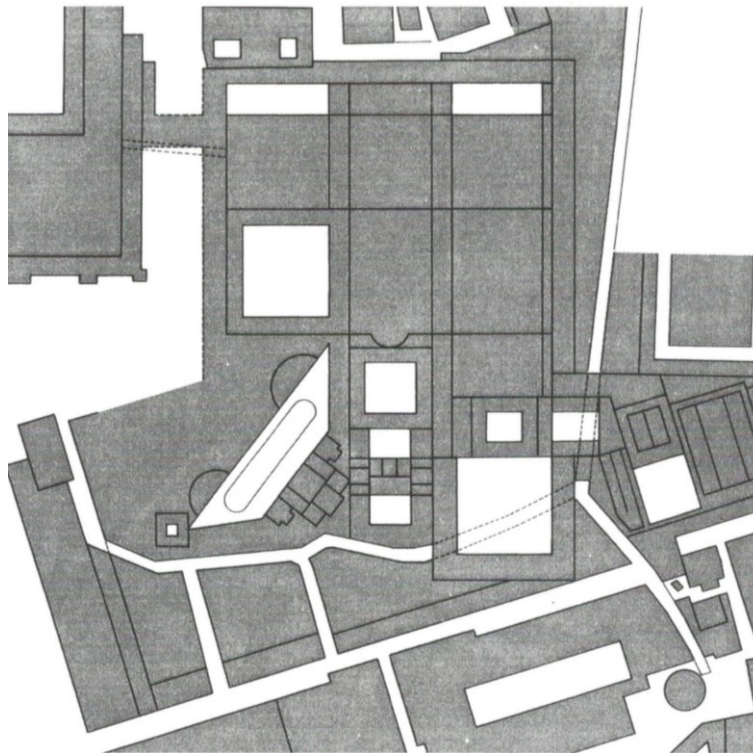
Figura 6. Area della Domus Tiberiana; restituzione planimetrica dell'età domiziana (periodo IV)



Fonte: Krause C., Domus Tiberiana: il primo palazzo imperiale sul Palatino, in "Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana" (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschender, Roma, 1998, p. 270

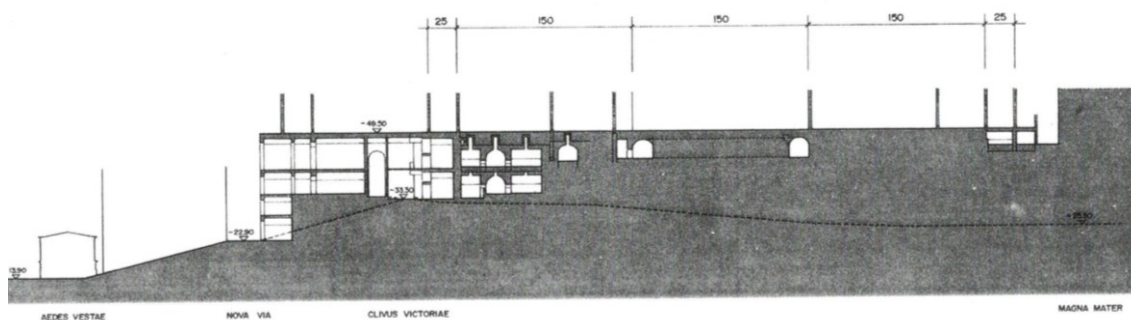
Le ricostruzioni domizianee costituirono una revisione completa del precedente progetto unitario, in quanto si ampliò la Domus verso il Foro attraverso una rampa di collegamento (Fig. 6). Tuttavia, solamente in età adrianea (117-138 d.C.), si assistette ad un vero e proprio ampliamento della Domus fino alla Via Nova, scavalcando il Clivo della Vittoria (Fig. 7).

Figura 7. Area della Domus Tiberiana; restituzione planimetrica dell'età adrianea (periodo V)



Fonte: Krause C., Domus Tiberiana: il primo palazzo imperiale sul Palatino, in "Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana" (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschender, Roma, 1998, p. 271

Figura 8. Area della Domus Tiberiana; sezione nord-sud

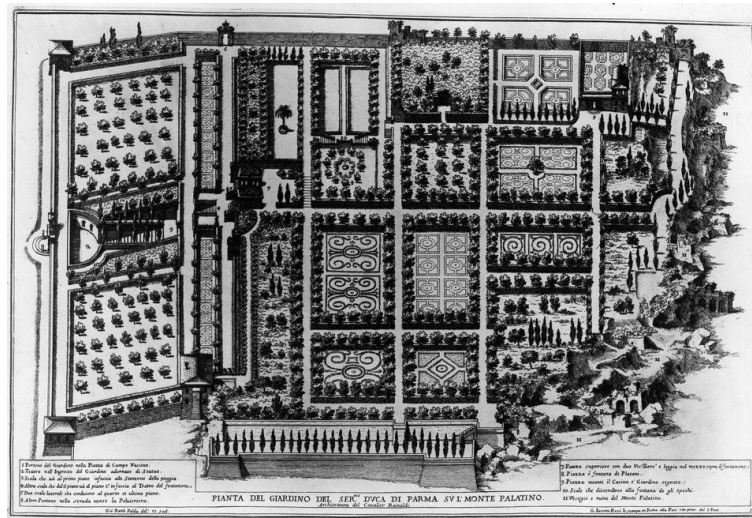


Fonte: Krause C., Domus Tiberiana: il primo palazzo imperiale sul Palatino, in "Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana" (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschender, Roma, 1998, p. 274

Successivamente alle vicende romane, la Domus Tiberiana versò in un vero e proprio stato di abbandono: le costruzioni vennero depredate, interi complessi vennero usati come discariche e i materiali vennero asportati, lasciando vuoti che ancora oggi si celano nel sottosuolo. Il principale materiale asportato nelle fondazioni e nei muri perimetrali fu il travertino, mentre nel sottosuolo vennero estratti il tufo e la pozzolana attraverso la scavatura di cunicoli che, nei secoli, provocarono crolli localizzati alle strutture sovrastanti.

Nel 1542 la piattaforma alta e i terreni periferici vennero acquistati dal cardinale Alessandro Farnese che attuò degli interventi che diedero origine ad una prima vigna. Passato un decennio, la proprietà ritornò all'alto prelato e vennero creati i cosiddetti *Orti Palatini Farnesiorum*, utilizzati sia come luogo per stare a contatto con la natura, che per scopi utilitaristici.

Figura 9. Pianta del giardino del Ser.mo duca di Parma su “Il Monte Palatino del 1683”



Fonte: Morganti G., *L'area della Domus Tiberiana in età moderna: gli Orti farnesiani*, in “*Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana*” (Ed. Giavarini C.), *L'Erma di Bretschender*, Roma, 1998, p. 208

Alla metà del Seicento ebbe inizio la decadenza degli Orti farnesiani: i giardini vennero abbandonati e lasciati ad uno stato di degrado eccessivo; tuttavia, la trascuratezza del sito si rilevò un elemento di fascino nel XVIII secolo, poiché in sintonia con i costumi dell'epoca.

1.1.2. Dagli scavi di Pietro Rosa alle indagini recenti

Nel 1861 vennero intraprese da Pietro Rosa le prime indagini archeologiche del complesso monumentale: gli scavi condotti dall'archeologo si concentrarono lungo il fronte meridionale e si conclusero lungo l'angolo nord-est.

Successivamente lo stato italiano acquistò la proprietà degli Orti farnesiani da Napoleone III e nello stesso anno l'archeologo Pietro Rosa fu nominato Soprintendente agli scavi e alla conservazione dei monumenti fino alla sua rimozione nel 1874.

Tra il 1870 e il 1882 non furono condotti nuovi scavi nel complesso archeologico della Domus Tiberiana, ma furono realizzati interventi di restauro volti al consolidamento delle strutture precedentemente scoperte.

Per circa un secolo l'esigua entità dei finanziamenti e l'esigenza di lavori di pronto intervento, come quelli eseguiti dopo il terremoto di Avezzano del 1915, impedirono di condurre gli scavi ed i restauri in maniera continuativa e, inoltre, le opere interessarono solamente i fronti settentrionali e occidentali della Domus Tiberiana.

Soltanto nel 1981, in occasione della "Legge speciale per la protezione del patrimonio archeologico nella città di Roma", ricominciarono le ricerche in capo alla Soprintendenza Archeologica Romana, con lo scopo di elaborare un progetto finalizzato a valorizzare il complesso archeologico sulla base di una approfondita conoscenza storica delle sue strutture.

Tra il 1981 e il 1987 la Soprintendenza Archeologica Romana, in collaborazione con l'Istituto Archeologico Svizzero di Roma (Clemens Krause), intraprese tre campagne di indagine, le quali permisero di delineare una ricostruzione della Domus Tiberiana; tuttavia, alcune strutture rimasero ai margini delle ricerche non facendo avanzare, così, lo stato delle conoscenze.

Nel 1991 venne avviata una campagna di indagine nell'area degli Orti farnesiani, finalizzata alla comprensione dei problemi statici delle strutture sottostanti, come quella del criptoportico centrale (Fig. 10).

Figura 10. Individuazione del criptoportico centrale nell'area degli Orti farnesiani



Fonte: propria elaborazione

Nel corso degli ultimi trent'anni, nello studio del complesso, la Soprintendenza Archeologica Romana prese coscienza nel mettere a punto uno strumento di partenza per il recupero completo del monumento e per la sintesi delle operazioni compiute. Così, nel

2004, avviò “Progetto per il Palatino”², un progetto preliminare finalizzato al consolidamento, alla tutela e alla valorizzazione del complesso archeologico della Domus Tiberiana, ancora in corso d’opera.

1.1.3. Progetto per il Palatino

L’obiettivo del “Progetto per il Palatino” era sia quello di conservare la memoria della Roma antica, consentendo la fruizione al pubblico del patrimonio architettonico che il Palatino offre, sia quello di salvaguardare le specificità storico-formali attraverso una adeguata pianificazione degli interventi, definiti in modo rigorosamente organico, finalizzati alla minimizzazione dei rischi.

La Domus Tiberiana richiede la gestione di un enorme patrimonio documentale e una progettualità complessa, in quanto, oltre a non essere una costruzione cronologicamente e architettonicamente unitaria, risente di problematiche che afferiscono ad aspetti geologici, idrogeologici, statici, vegetali, antropici, e che affliggono l’intero colle Palatino.

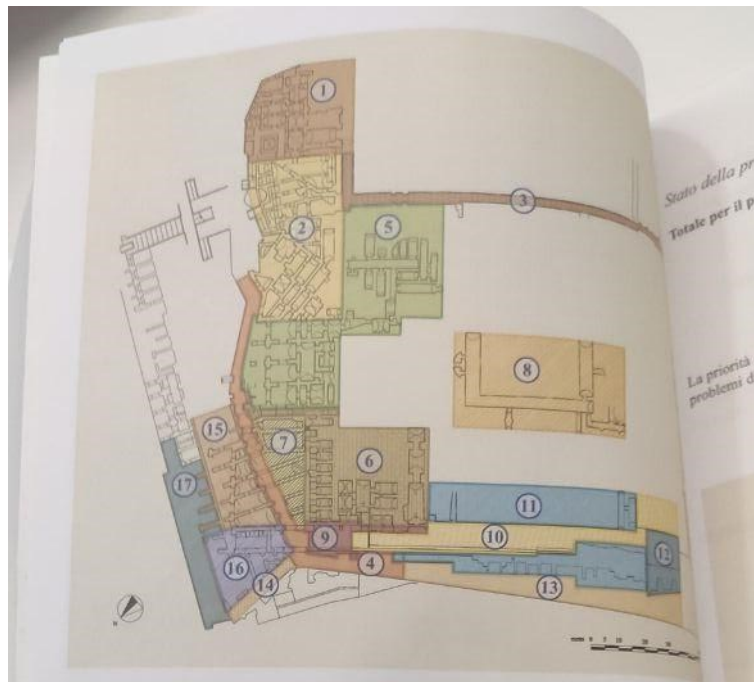
La Soprintendenza Archeologica Romana, attraverso la definizione del “Progetto per il Palatino”, ha voluto gettare le basi di un’opera di restauro sistematica del monumento, sfruttando una attenta pianificazione degli interventi ed uno scaglionamento delle priorità. A causa della molteplicità dei problemi che il sito archeologico comporta, all’interno di un quadro d’unione generale, sono state individuate 17 aree di intervento, suddivise in

² ARCHIVIO PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, *Fondo archivistico Ascoli Marchetti*, fascicolo 4984, “Domus Tiberiana A-IV: scavo archeologico, consolidamento, restauro e valorizzazione”, 2004.

zone omogenee in funzione dei caratteri relativi alla tipologia e al periodo edilizio, del carattere delle tecnologie richieste agli interventi e delle gravità di dissesto e rischio strutturale. Di seguito si evidenziano le aree di intervento:

1. Fronte verso il Clivo Palatino
2. Ampliamento domiziano
3. Criptoportico neroniano
4. Clivo della Vittoria
5. Corpo centrale sotto gli Orti farnesiani
6. C.d. Ponte di Caligola, ambienti adiacenti e scala di collegamento
7. Ambienti sul Clivo della Vittoria
- 8. Area del Criptoportico centrale**
9. Ambienti puntellati nord-est
10. Passeggiata “dei cipressi” sul bastione farnesiano
11. Bastione farnesiano e fronte di frana
12. Rivellino
13. Sistemi idraulici antichi lungo il Clivo della Vittoria e lungo il fronte rivolto verso il Velabro
14. C.d. scale greche
15. Fronte della Domus Tiberiana sulla Via Nova e ambienti adiacenti
16. Angolo nord sulla Via Nova
17. Via Nova, fronte alto della Domus, percorso e impianti

Figura 11. Aree di intervento



Fonte: ARCHIVIO PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, Fondo archivistico Ascoli Marchetti, fascicolo 4984, "Domus Tiberiana A-IV: scavo archeologico, consolidamento, restauro e valorizzazione", 2004.

La suddivisione delle aree di intervento ha permesso di sciogliere, seppur in parte, l'enorme complessità di tematiche che la Domus Tiberiana ha fatto e fa ancora emergere. Si rammenta, inoltre, che l'intento promosso dalla Soprintendenza Archeologica Romana, era quello di orientare l'analisi e la pianificazione degli interventi delle singole zone ad un'ottica generale, facendo riferimento al complesso monumentale e ponendo attenzione al progetto unitario. Tale proposito era fondato per assicurare la continuità delle azioni di salvaguardia del complesso archeologico e per ottenere risultati più apprezzabili.

1.2. AREA DEL CRIPTOPORTICO CENTRALE

A partire dalla definizione del “Progetto per il Palatino”, la Soprintendenza Archeologica Romana, in collaborazione con lo studio Croci & Associati, ha realizzato i primi rilievi geometrici del criptoportico centrale, analizzandone i dissesti e i rischi strutturali.

Nel 2005 è stato rilevato un sistema di vasche a livello dei giardini farnesiani sovrastante il criptoportico centrale; tuttavia, non si hanno fonti certe riguardo la sua costruzione e non è stata ancora approfondita la conoscenza di tale struttura.

Tra il 2007 e il 2016 la Soprintendenza Archeologica Romana ha avviato un ciclo di indagini speleologiche ed archeologiche nell’area del criptoportico centrale, le quali hanno consentito un’analisi approfondita degli ambienti collegati al sistema ipogeo e delle sue murature; l’individuazione delle strutture appartenenti a diversi periodi edilizi, ed una migliore comprensione dell’evoluzione della Domus Tiberiana.

Per quanto concerne la situazione geologica e geotecnica dell’opera, la Soprintendenza Archeologica Romana ha adottato il metodo osservazionale per stabilire i valori dei parametri rappresentativi del comportamento terreno-struttura. Come specificato nel capitolo 6.2.5. delle NTC18, l’applicazione del metodo osservazionale richiede l’istituzione di un sistema di monitoraggio in corso d’opera, finalizzato a verificare la corrispondenza tra le soluzioni progettuali ipotizzate e i comportamenti rilevati, e di controllare, inoltre, la funzionalità dell’opera nel tempo.

Infatti, seguendo questo approccio nello scavo delle gallerie del sistema ipogeo, la Soprintendenza Archeologica Romana ha intrapreso una serie di analisi quantitative, quali monitoraggi termo-igrometrici, sismici, livello metrici, prove semi-distruttive,

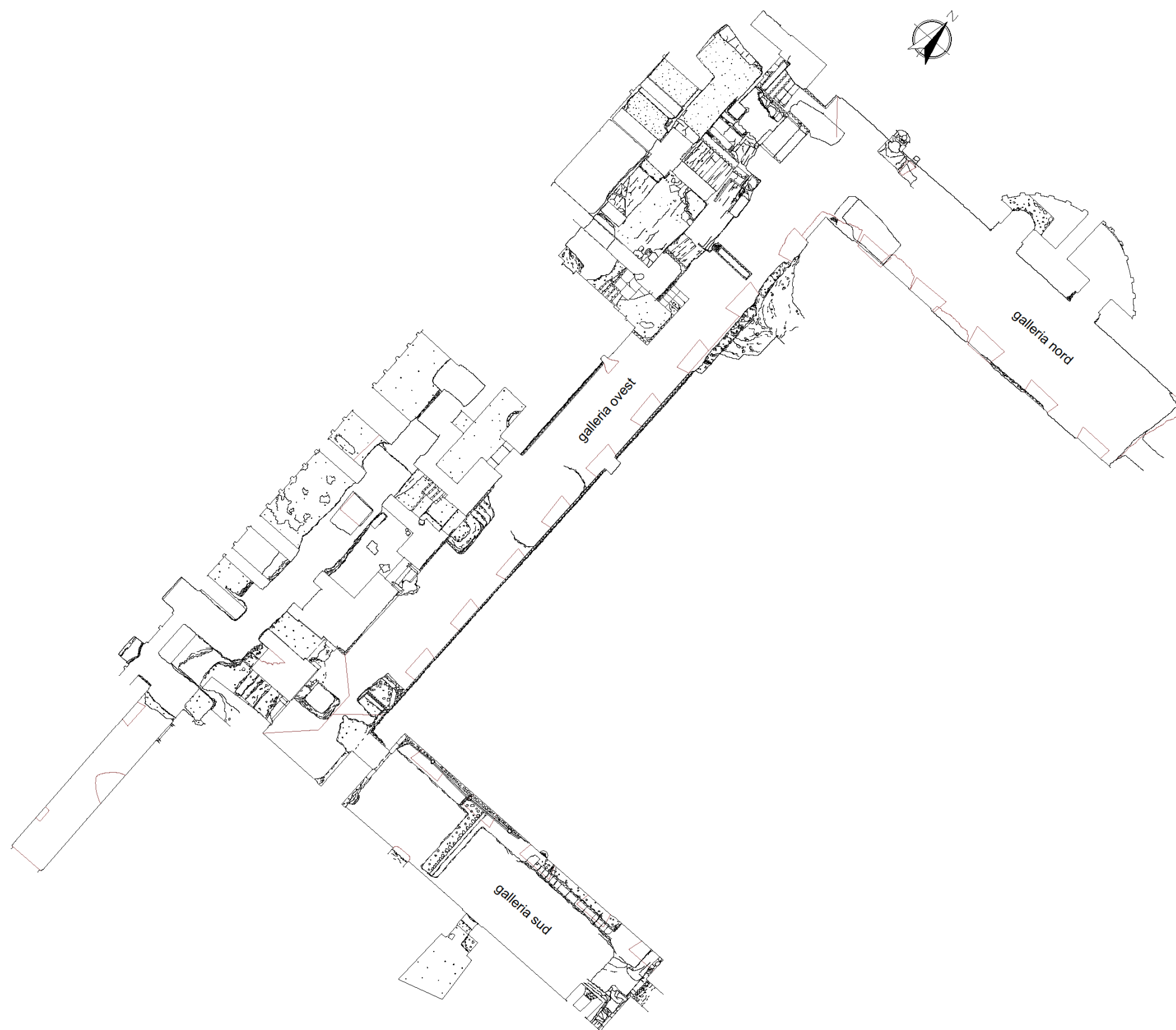
indagini diagnostiche non invasive, le quali verranno argomentate nei successivi paragrafi.

1.2.1. Assetto strutturale del criptoportico centrale

Il criptoportico centrale è un sistema ipogeo del complesso archeologico della Domus Tiberiana sottostante la zona degli Orti farnesiani. Ha un impianto dalla forma approssimativamente quadrata, in cui soltanto alcune zone sono accessibili e quindi ispezionabili. Di seguito si riporta la restituzione finale del rilievo geometrico³ eseguito nel 2017 dalla Soprintendenza Archeologica Romana.

³ Palatino-Univpm, Dropbox, 2015 DT-CC piante Mauro aggiornamenti, *Cripto livello inferiore Totale ERM*.

Figura 12. Rilievo geometrico del 2017



Fonte: propria elaborazione dal rilievo presente su Palatino-Univpm, Dropbox, 2015 DT-CC piante Mauro aggiornamenti, Cripto livello inferiore Totale ERM.

La parte del criptoportico rilevata fino ad ora è costituita da tre bracci disposti a ferro di cavallo e quello intermedio, che si sviluppa secondo una direttrice nord-sud (Fig. 13), è collegato ad ambienti disposti in successione, di differenti dimensioni, di cui però si ha una limitata conoscenza a causa della molteplicità delle macerie e dei dissesti riscontrati. La galleria nord è collegata ad un ambiente di forma semi-circolare, mentre il braccio sud (Fig. 14) ad un vano coperto da una volta a botte in cui si intravedono i resti della pavimentazione sovrastante. Le tre gallerie sono coperte da una volta a botte a tutto sesto in opus coementicium.

Figura 13. Vista galleria ovest



Fonte: Studio Croci & Associati, Valutazione e monitoraggio dello stato di conservazione del patrimonio archeologico - Interventi per la riduzione del rischio e miglioramento sismico del Settore IV - Criptoportico centrale: Relazione di sintesi, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2006

Figura 14. Vista galleria sud



Fonte: Studio Croci & Associati, Valutazione e monitoraggio dello stato di conservazione del patrimonio archeologico - Interventi per la riduzione del rischio e miglioramento sismico del Settore IV - Criptoportico centrale: Relazione di sintesi, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2006

Sul lato interno dell'ambulacro sono presenti delle bocche di lupo (Fig. 15) realizzate per funzioni di illuminazione ed areazione del sistema ipogeo, le quali, però, in epoca farnesiana, sono state murate per riempire il cortile rettangolare e costruire una platea su cui fondare i giardini allo scopo di realizzare gli Orti sovrastanti.

Figura 15. Vista delle bocche di lupo della galleria ovest



Fonte: Studio Croci & Associati, Valutazione e monitoraggio dello stato di conservazione del patrimonio archeologico - Interventi per la riduzione del rischio e miglioramento sismico del Settore IV - Criptoportico centrale: Relazione di sintesi, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2006

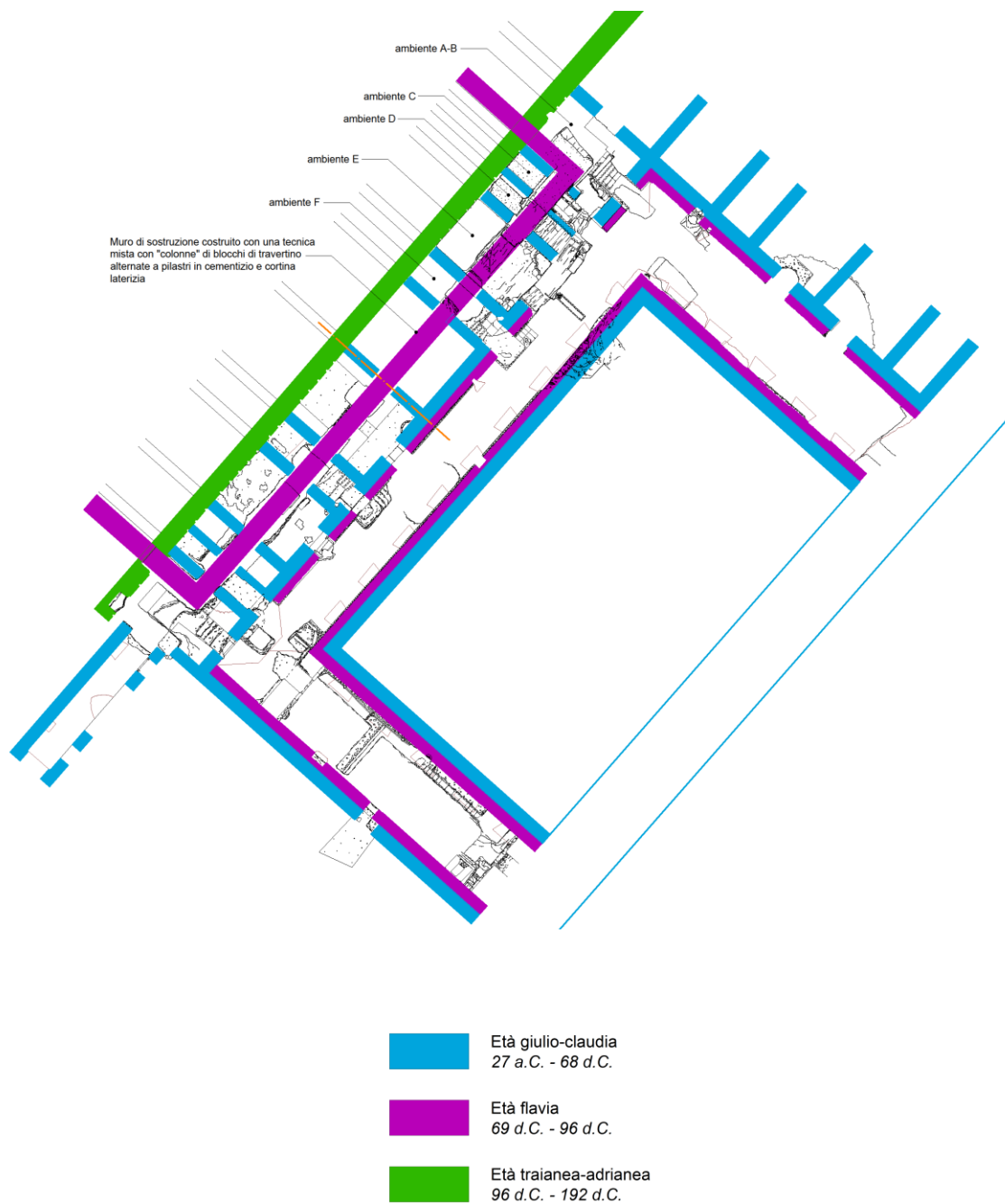
Figura 16. Bocca di lupo murata



Fonte: Studio Croci & Associati, Valutazione e monitoraggio dello stato di conservazione del patrimonio archeologico - Interventi per la riduzione del rischio e miglioramento sismico del Settore IV - Criptoportico centrale: Relazione di sintesi, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2006

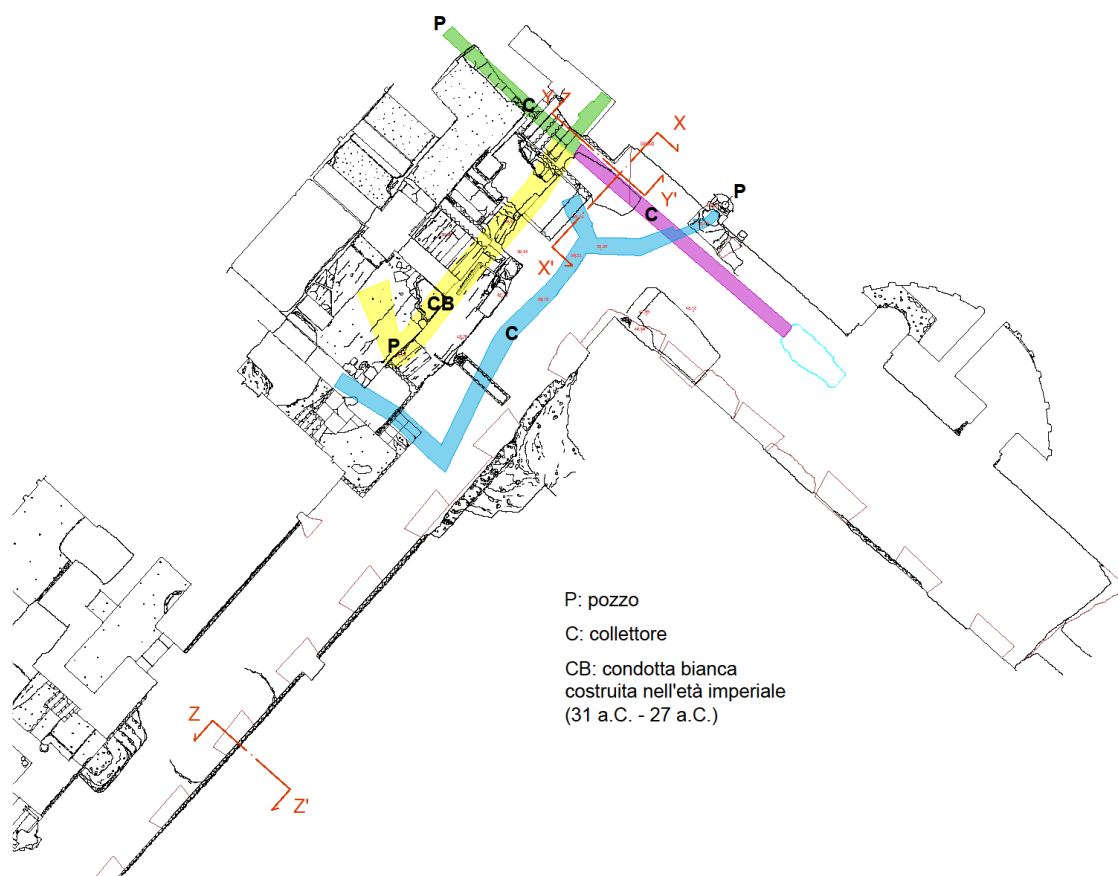
La progressiva messa in luce degli ambienti, eseguita attraverso lavori speleologici, ha consentito, seppur in parte e ancora in corso di studio, nuove osservazioni e rinvenimenti, i quali hanno permesso di evidenziare la perfetta simmetria planimetrica degli ambienti della galleria ovest rispetto ad un asse orizzontale; di definire una migliore conoscenza cronologica delle fasi edilizie (Fig. 17); di scoprire l'esistenza di un sistema di pozzi e di collettori idraulici articolati su tre livelli di profondità (Fig. 18) ed, infine, di individuare la presenza di cavità ramificate scavate nel sottosuolo al livello dei collettori fognari più antichi (Fig. 19). L'approfondimento della conoscenza delle fasi edilizie ha permesso di evidenziare la presenza di una controfodera di 60 cm di rinforzo alla struttura originaria, realizzata in mattoni fino alle reni della volta a botte e completata con conglomerato cementizio e tufo nella parte sommitale.

Figura 17. Ipotesi cronologica delle fasi edilizie



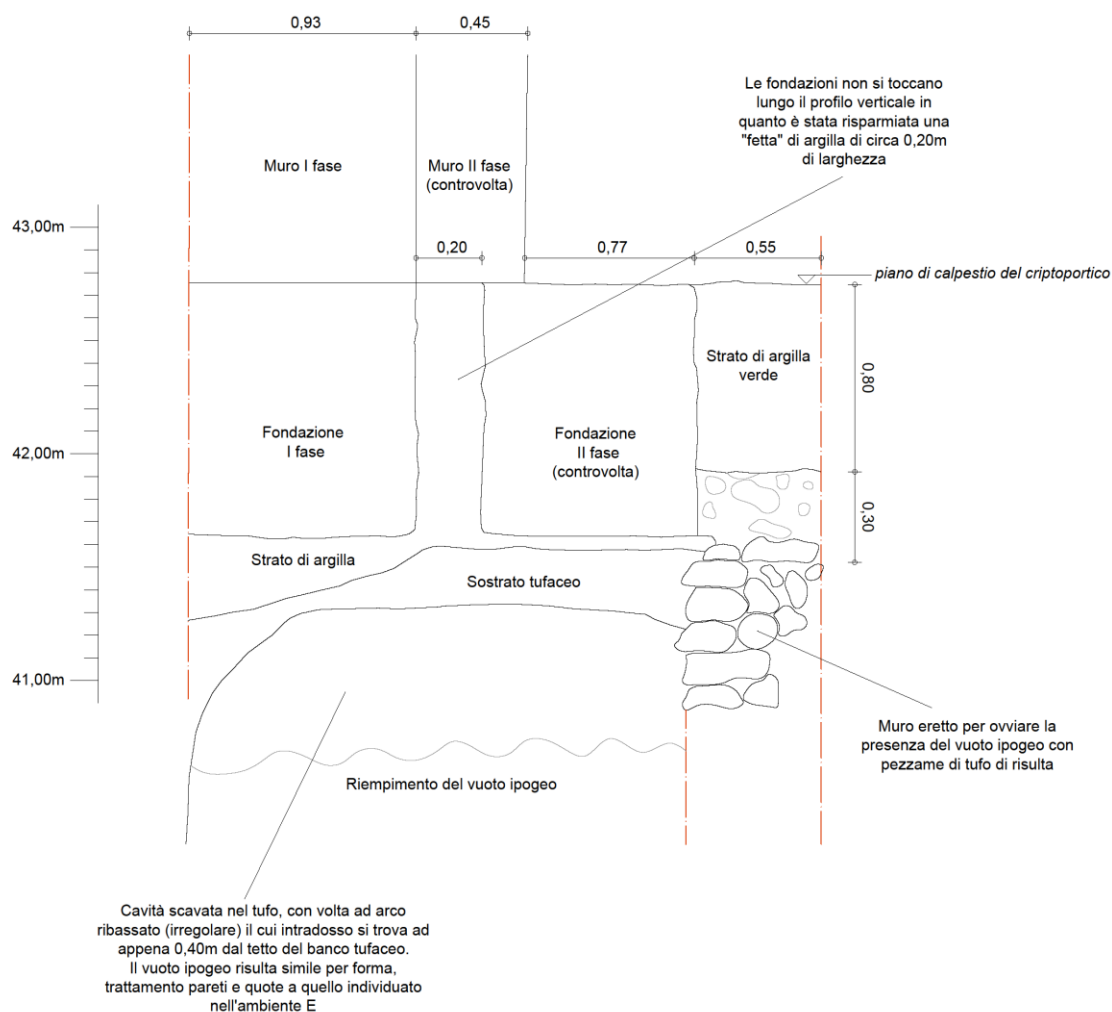
Fonte: propria elaborazione dalle informazioni presenti nella Relazione finale delle Indagini archeologiche, Schiappelli A., 2016

Figura 18. Planimetria del criptoportico con individuazione delle sezioni stratigrafiche



Fonte: propria elaborazione dalle informazioni presenti nella Relazione finale delle Indagini archeologiche, Schiappelli A., 2016

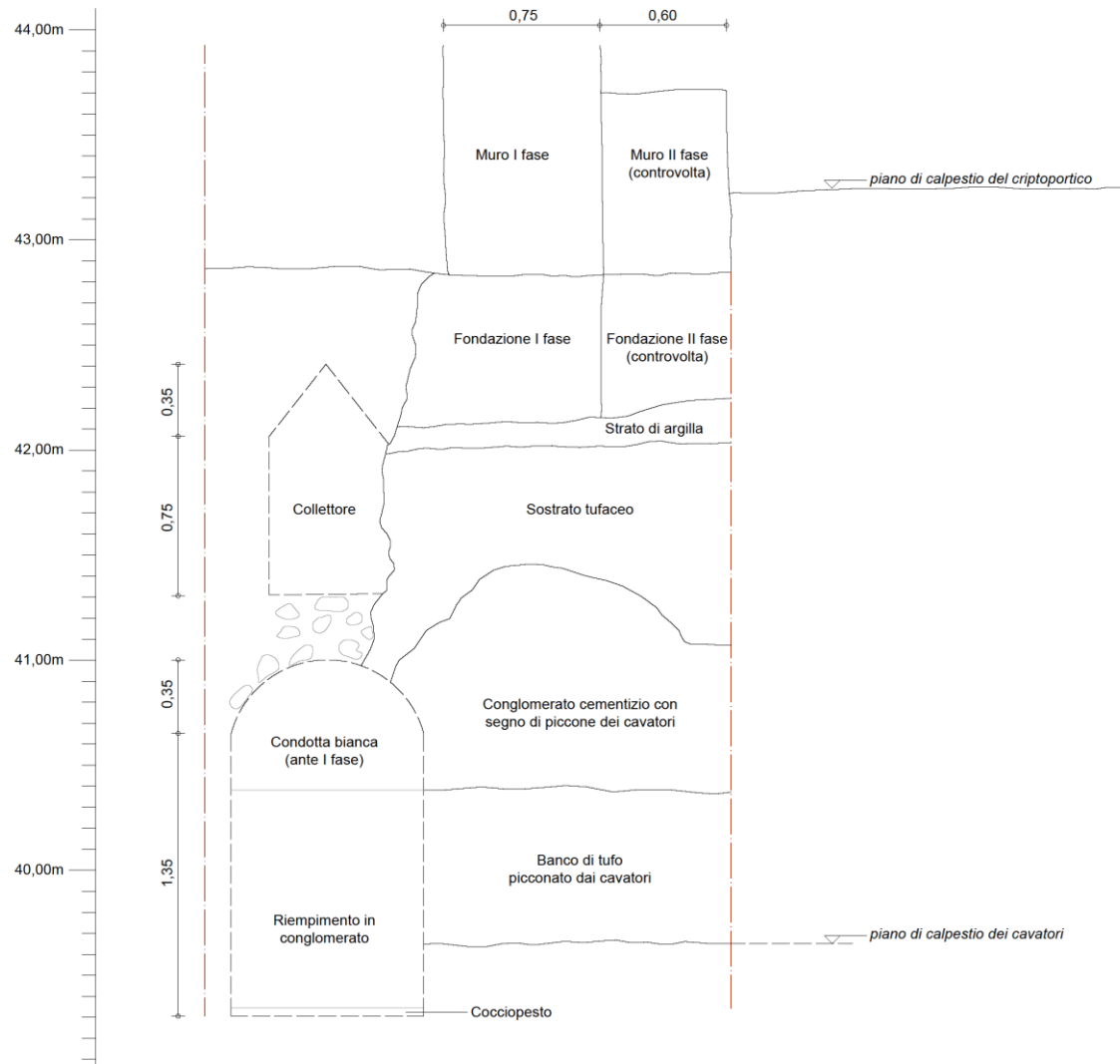
Figura 19. Sezione Z-Z'



Fonte: propria elaborazione dalle informazioni presenti nella Relazione finale delle Indagini archeologiche, Schiappelli A., 2016

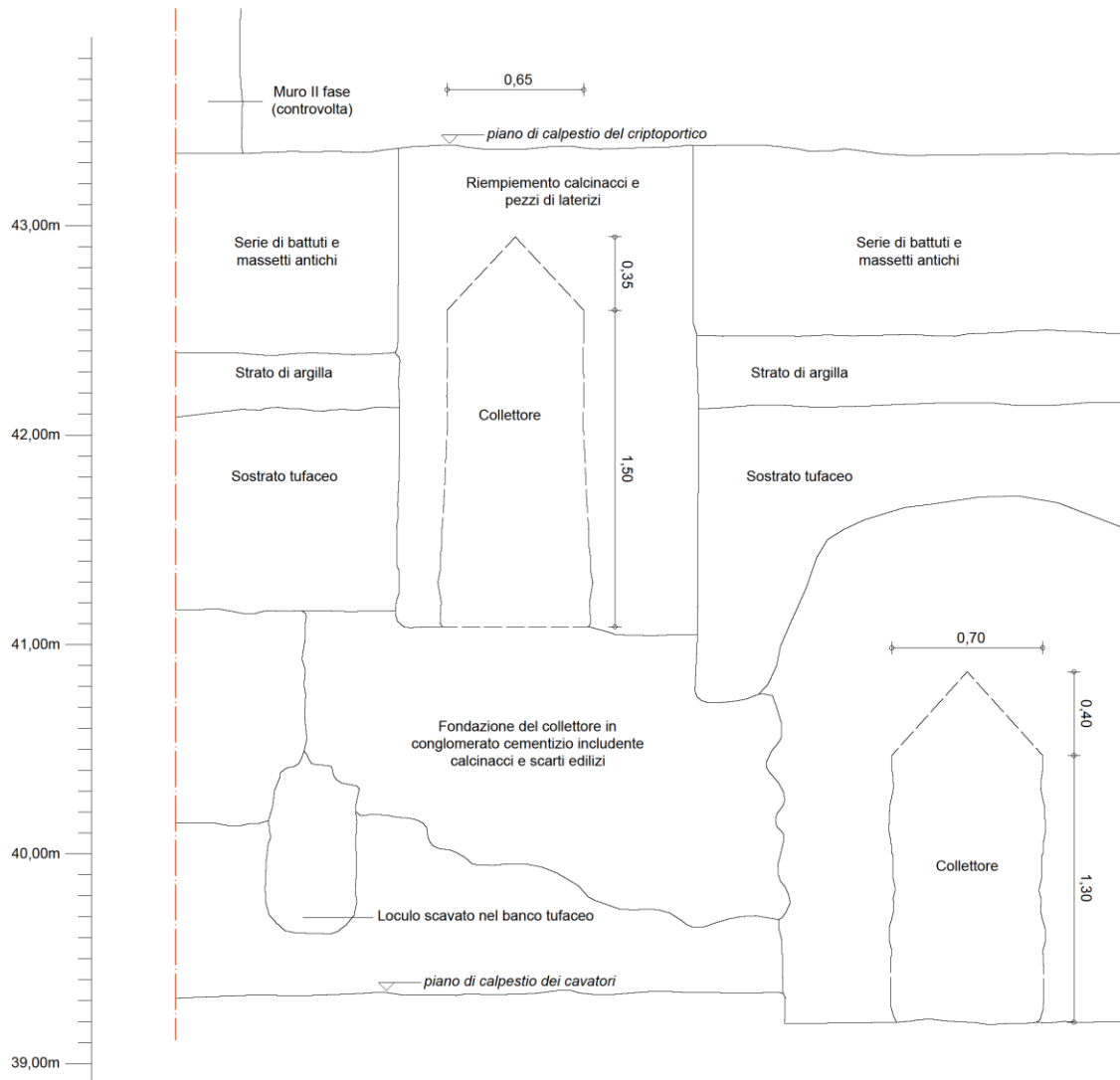
Si evidenziano le due tipologie di fondazione della struttura originaria del criptoportico centrale e della contro volta (fodera) realizzata successivamente in epoca romana, come rinforzo della volta a botte, la quale sovrasta il sistema ipogeo.

Figura 20. Sezione Y-Y'



Fonte: propria elaborazione dalle informazioni presenti nella Relazione finale delle Indagini archeologiche, Schiappelli A., 2016

Figura 21. Sezione X-X'



Fonte: propria elaborazione dalle informazioni presenti nella Relazione finale delle Indagini archeologiche, Schiappelli A., 2016

Figura 22. Testimonianza dei collettori fognari



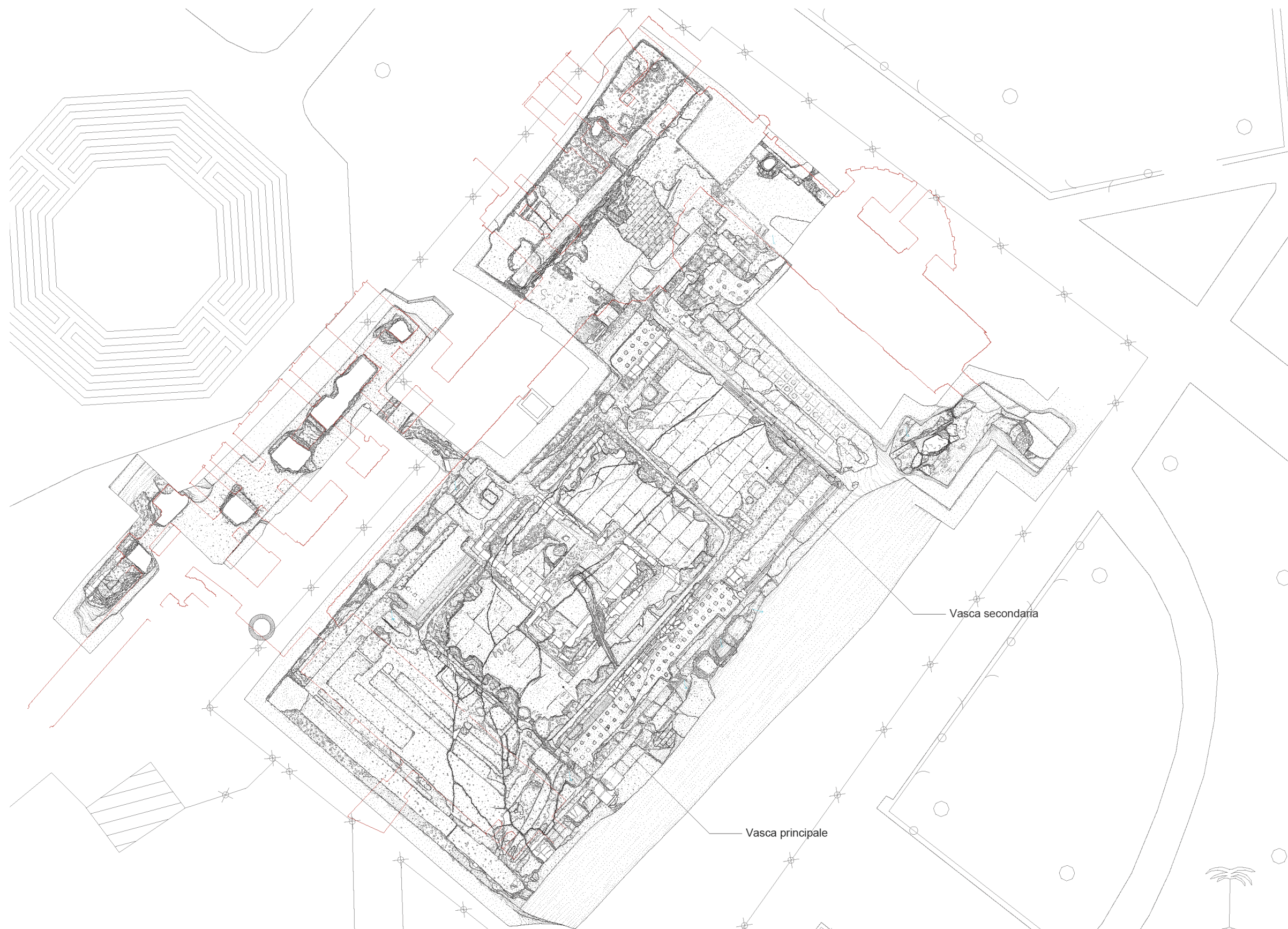
Fonte: Schiappelli A., Indagini archeologiche: Relazione finale, Criptoportico centrale, Domus Tiberiana, 2016

Per quanto concerne l'assetto strutturale delle vasche sovrastanti il criptoportico centrale, dalle indagini eseguite si sono evidenziati due sistemi principali e una condotta di piombo romana che li percorre.

Di seguito si riporta la restituzione finale del rilievo geometrico⁴, eseguito a livello dei giardini farnesiani, condotto nel 2019 dalla Soprintendenza Archeologica Romana.

⁴ Palatino-Univpm, Dropbox, 2019 DT-CC Rilievi Sforza, 2019 DWG pianoVasche-rete idrica-byFS.

Figura 23. Planimetria delle vasche a quota dei giardini farnesiani



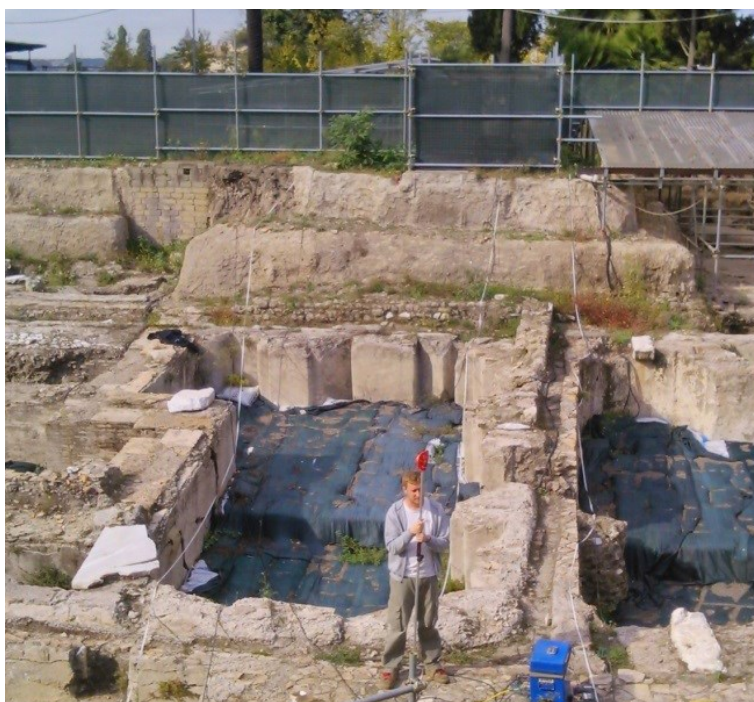
Fonte: propria elaborazione dal rilievo geometrico presente su Palatino-Univpm, Dropbox, 2019 DT-CC Rilievi Sforza, 2019 DWG pianoVasche-rete idrica-byFS.

Figura 24. Vasche a quota dei giardini farnesiani



Fonte: CNR-IGAG, Dipartimento della Protezione Civile, Web-GIS Palatino, banca dati Urbi-SIT, Sezione Palatino, annuminas.igag.cnr.it

Figura 25. Vista delle vasche principali



Fonte: SO.IN.G. strutture & ambiente S.r.l., Indagini diagnostiche di tipo geofisico per la caratterizzazione del sottosuolo del piano di calpestio del criptoportico della Domus Tiberiana: Relazione tecnica, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2014

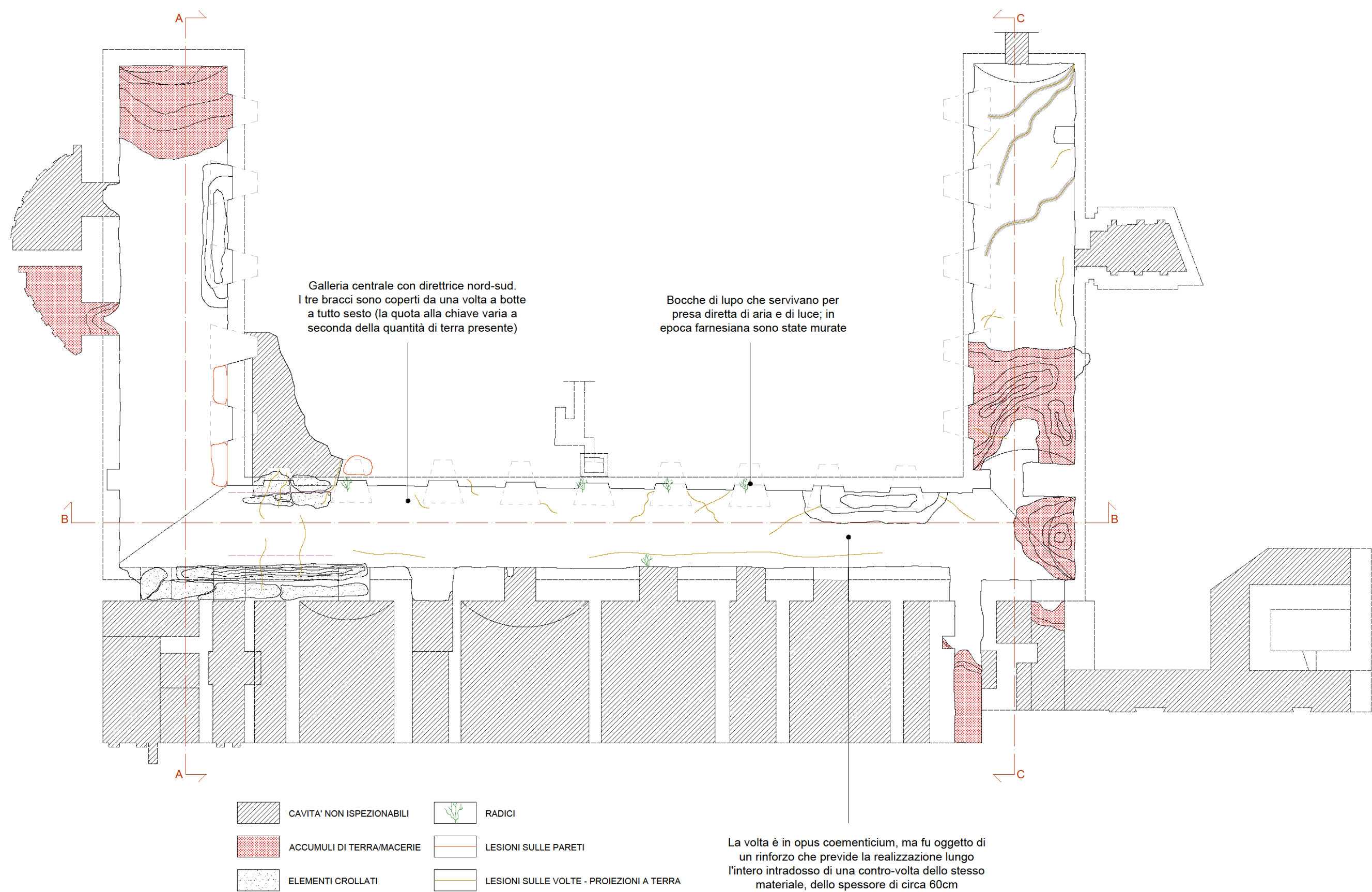
1.2.2. Sunto della relazione tecnica del 2004

Nel 2004 la Soprintendenza Archeologica Romana, in accordo al “Progetto per il Palatino”, ha redatto una relazione tecnica⁵ del criptoportico centrale, allo scopo di descrivere i dissesti evidenti e mettere in luce le dinamiche dei fenomeni in atto, la quale viene di seguito sintetizzata.

Inoltre, vengono riportate la planimetria e le sezioni che evidenziano l’analisi dei rischi e dei dissesti descritti nella relazione tecnica.

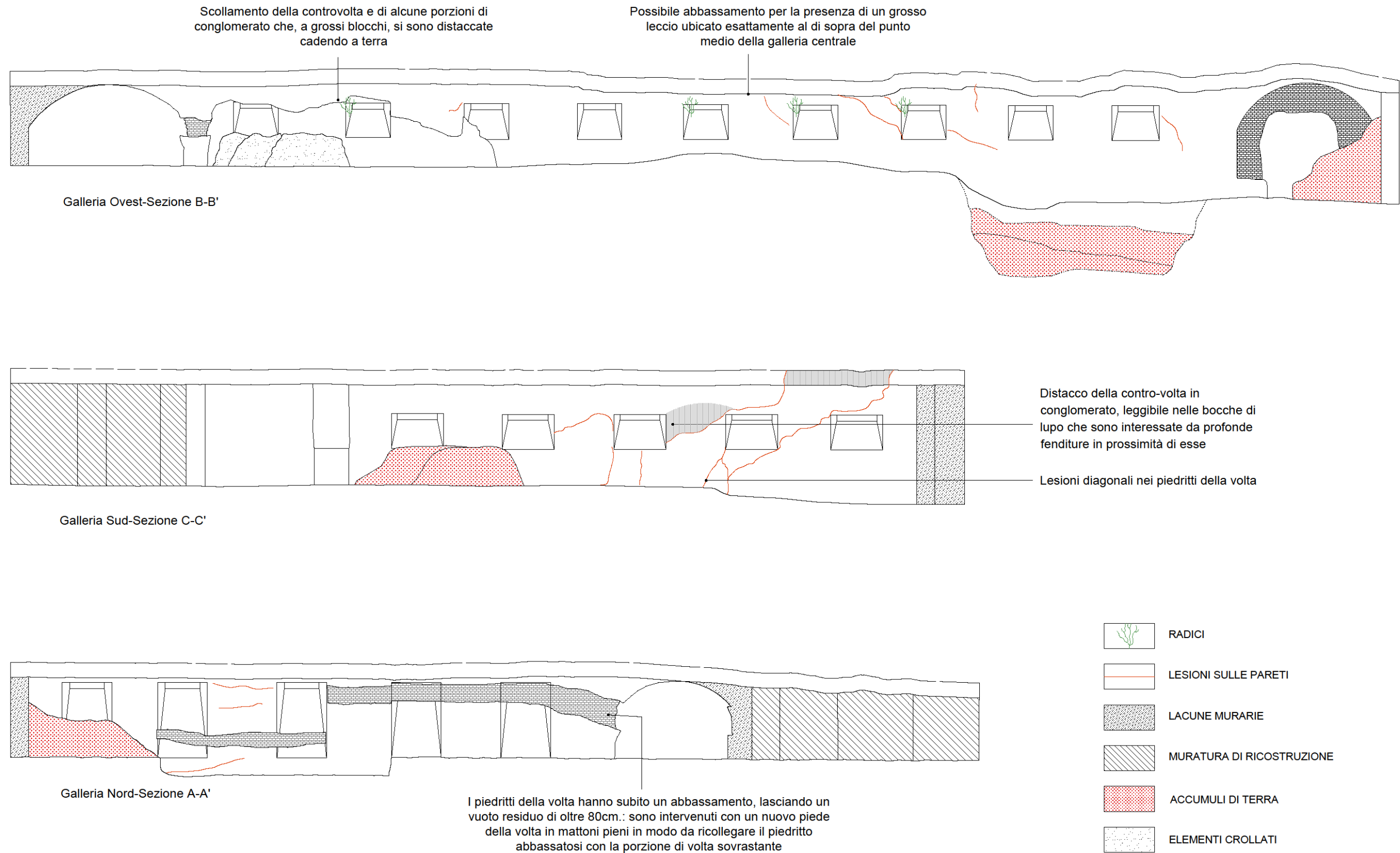
⁵ ARCHIVIO PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, *Fondo archivistico Ascoli Marchetti*, fascicolo 4952, “Relazione tecnica all’intervento”, Roma Palatino Foro Romano-Domus Tiberiana-Gioco del Lotto 2004-2006.

Figura 26. Planimetria del criptoportico con individuazione dei dissesti



Fonte: propria elaborazione dall'analisi dei rischi e dei dissesti presenti nell'ARCHIVIO PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, Fondo archivistico Ascoli Marchetti, fascicolo 4986, "tavole di Analisi dei dissesti e del rischio-Zona di intervento criptoportico", Palatino-Settore occidentale Domus Tiberiana-Orti farnesiani, 2004

Figura 27. Sezioni del criptoportico con individuazione dei dissesti



Fonte: propria elaborazione dall'analisi dei rischi e dei dissesti presenti nell'ARCHIVIO PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, Fondo archivistico Ascoli Marchetti, fascicolo 4986, "tavole di Analisi dei dissesti e del rischio-Zona di intervento criptoportico", Palatino-Settore occidentale Domus Tiberiana-Orti farnesiani, 2004

Il fenomeno principale rilevato era lo scollamento della contro volta e di alcuni blocchi di conglomerato che si sono distaccati cadendo a terra. In particolar modo, il distacco ha interessato il braccio sud del criptoportico, che presentava profonde fenditure in prossimità delle bocche di lupo e lesioni diagonali nei piedritti che proseguivano verso l'alto fino ad interessare la volta (Fig. 28).

Figura 28. Scollamento della contro volta



Fonte: Studio Croci & Associati, Valutazione e monitoraggio dello stato di conservazione del patrimonio archeologico - Interventi per la riduzione del rischio e miglioramento sismico del Settore IV - Criptoportico centrale: Relazione di sintesi, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2006

Un crollo importante è avvenuto nell'angolo nord-ovest del criptoportico, il quale ha subito un abbassamento dei piedritti della volta, lasciando un vuoto di circa 80 cm tra la calotta e la base di imposta del piedritto. Alla fine degli anni Ottanta, per evitare un aggravamento della situazione, è stato realizzato un nuovo piede della volta in mattoni, in modo da ricollegare il piedritto abbassatosi con la porzione di volta sovrastante (Fig.

29). Tale fenomeno è stato riscontrato lungo tutta la galleria ovest, generando il collasso dei piedritti tanto da aver richiesto negli scorsi anni lo stesso intervento.

Figura 29. Situazione di dissesto nell'angolo nord-ovest del criptoportico



Fonte: Studio Croci & Associati, Valutazione e monitoraggio dello stato di conservazione del patrimonio archeologico - Interventi per la riduzione del rischio e miglioramento sismico del Settore IV - Criptoportico centrale: Relazione di sintesi, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2006

In generale, l'intera volta della galleria presentava fenditure che si sono aperte diagonalmente lungo l'intradosso e proseguivano in direzione dell'angolo est dell'ambiente. Come descritto nel rapporto tecnico: "I lembi delle lesioni hanno subito vistosi movimenti relativi, anche di diversi centimetri, ed in vari punti l'entità della fenditura ha comportato il distacco di pezzi di conglomerato, con conseguente amplificazione dell'apertura".⁶

⁶ ARCHIVIO PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, *Fondo archivistico Ascoli Marchetti*, fascicolo 4986, "tavole di Analisi dei dissesti e del rischio-Zona di intervento criptoportico", Palatino-Settore occidentale Domus Tiberiana-Orti farnesiani, 2004.

Spesso dalle bocche di lupo e dalle lesioni sulle pareti fuoriuscivano radici di notevoli dimensioni. Da alcune di esse ne è stata esaminata la posizione a livello del giardino farnesiano sovrastante e se ne è trovata corrispondenza in grossi lecci ubicati al di sopra della volta a botte della galleria ovest (Fig. 32). Si evidenzia, quindi, come l'azione meccanica della vegetazione ha aggravato lo stato di conservazione delle strutture del criptoportico centrale.

Figura 30. Radici uscenti dalle lesioni



Fonte: Studio Croci & Associati, Valutazione e monitoraggio dello stato di conservazione del patrimonio archeologico - Interventi per la riduzione del rischio e miglioramento sismico del Settore IV - Criptoportico centrale: Relazione di sintesi, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2006

Figura 31. Danni operati da radici di leccio su malte e murature

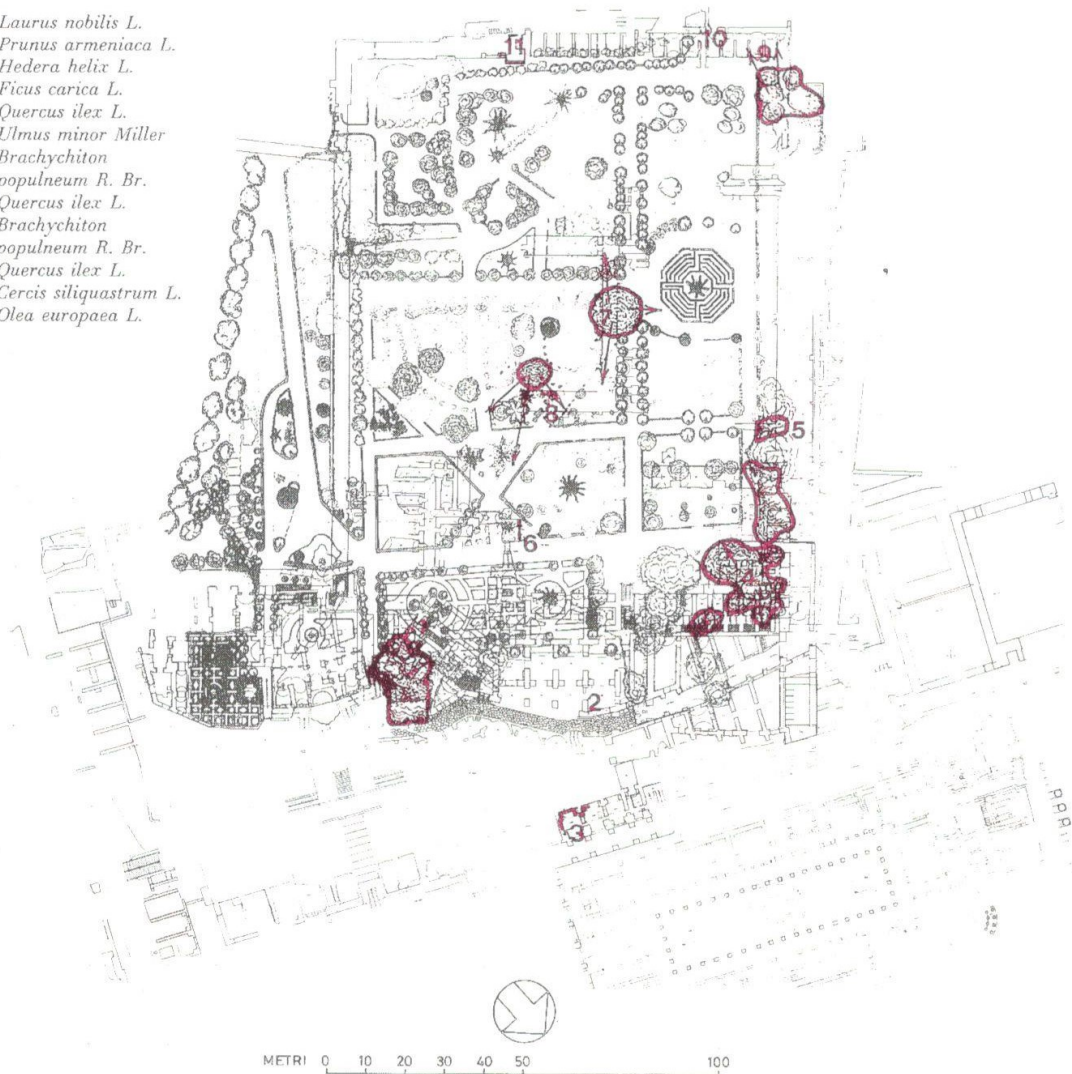


Fonte: Caneva V., Cutini M., Palatino: trasformazioni ambientali e aspetti floristico-vegetazionali legati ai problemi archeologici, in "Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana" (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschender, Roma, 1998, p. 246

Figura 32. Alberi presenti negli Orti farnesiani con individuazione dei danni alla Domus Tiberiana

Legenda :

- 1) *Laurus nobilis* L.
- Prunus armeniaca* L.
- 2) *Hedera helix* L.
- 3) *Ficus carica* L.
- 4) *Quercus ilex* L.
- 5) *Ulmus minor* Miller
- 6) *Brachychiton*
populneum R. Br.
- 7) *Quercus ilex* L.
- 8) *Brachychiton*
populneum R. Br.
- 9) *Quercus ilex* L.
- 10) *Cercis siliquastrum* L.
- 11) *Olea europaea* L.



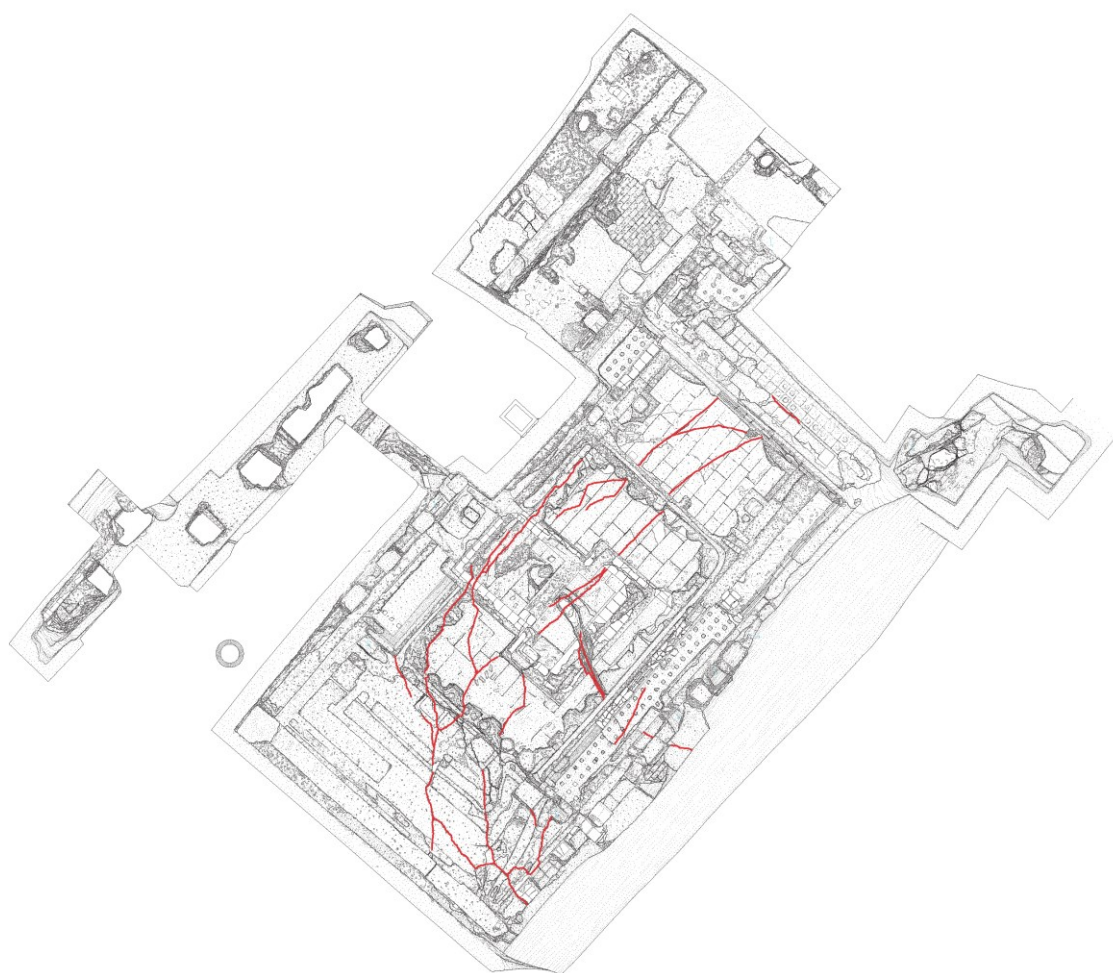
Fonte: Caneva V., Cutini M., *Palatino: trasformazioni ambientali e aspetti floristico-vegetazionali legati ai problemi archeologici*, in "Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana" (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschender, Roma, 1998, p. 248

Solamente a partire dal 2007 si sono intraprese delle indagini archeologiche per portare alla luce gli ambienti collegati alla galleria ovest, i quali hanno subito negli ultimi anni

lavori di pronto intervento, al fine di ridurre nell'immediato i rischi strutturali e permettere la prosecuzione degli scavi.

Non è stata ancora approfondita, invece, la conoscenza delle vasche individuate a livello dei giardini farnesiani; solamente attraverso il rilievo geometrico è stato mappato il quadro fessurativo delle stesse.

Figura 33. Quadro fessurativo in rosso delle vasche

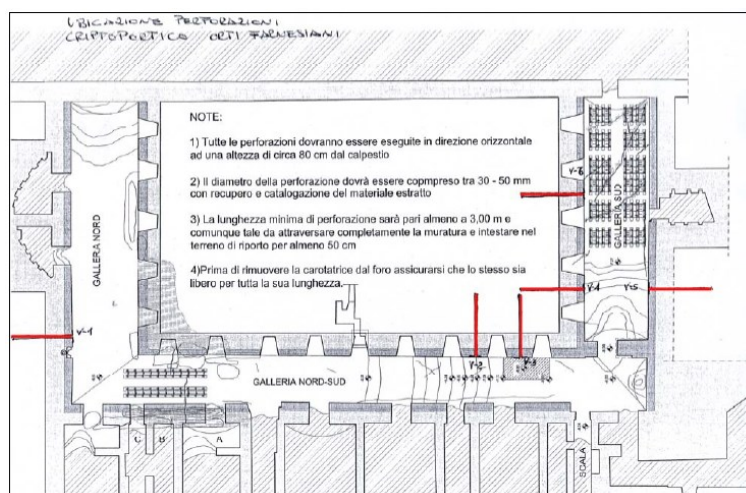


Fonte: propria elaborazione dalle informazioni presenti nella Relazione tecnica delle Indagini diagnostiche di tipo geofisico per la caratterizzazione del sottosuolo del piano di calpestio del criptoportico della Domus Tiberiana, SO.IN.G. strutture & ambiente S.r.l., Soprintendenza Archeologica di Roma, 2014

1.2.3. Le indagini e gli interventi eseguiti

Dai risultati emersi dalla relazione tecnica, riscontrati nella fase di ispezione del sistema ipogeo, la Soprintendenza Archeologica Romana ha pianificato e attuato una serie di indagini all'interno del criptoportico, al fine di acquisire dati inerenti allo spessore e alla consistenza delle murature e accertare l'eventuale presenza di altre cavità sotterranee. Le indagini pianificate sono state eseguite, in particolar modo, nelle zone del criptoportico a maggior rischio strutturale: video endoscopie, carotaggi verticali e orizzontali sono stati effettuati in corrispondenza dell'angolo nord-ovest e sul muro della galleria sud, come mostra la figura seguente.

Figura 34. Ubicazione delle perforazioni all'interno del criptoportico centrale



Fonte: Studio Croci & Associati, Valutazione e monitoraggio dello stato di conservazione del patrimonio archeologico - Interventi per la riduzione del rischio e miglioramento sismico del Settore IV - Criptoportico centrale: Relazione di sintesi, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2006

In seguito, sono stati eseguiti dei lavori di consolidamento parziali (strutture di rinforzo, puntellamenti, creazione di sottofondazioni dei piedritti attraverso riempimenti ed

iniezioni, connessioni tra fodera interna e muratura originaria), i quali hanno affrontato le emergenze più gravi riducendo nell'immediato i rischi strutturali. Gli interventi hanno sempre interessato l'angolo nord-ovest del sistema ipogeo e la zona sud, le quali presentavano un alto rischio statico rispetto le altre parti dell'ambulacro.

Figura 35. Opere di consolidamento nell'angolo nord-ovest del criptoportico



Fonte: Schiappelli A., Indagini archeologiche: Relazione finale, Criptoportico centrale, Domus Tiberiana, 2016

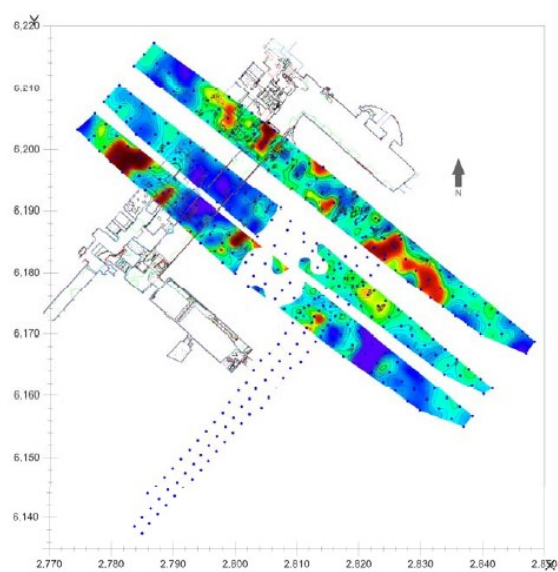
Nel 2005 la Soprintendenza Archeologica Romana, seguendo l'approccio del metodo osservazionale, ha avviato una campagna di monitoraggio strutturale all'interno del criptoportico, ancora in corso, con lo scopo di controllare nel tempo il comportamento statico e lo stato di conservazione degli ambienti ipogei.

Nello stesso periodo sono state anche avviate delle prove semi-distruttive attraverso l'inserimento di martinetti piatti singoli e doppi in più punti all'interno della muratura, allo scopo di stimarne lo stato tensionale locale presente.

Successivamente è stata installata una rete di monitoraggio topografico di tipo livello metrica di precisione, finalizzata alla misurazione degli spostamenti verticali delle basi livello metriche inserite, rispetto ad un caposaldo di riferimento, distribuite sulle strutture di copertura del criptoportico. Da tale monitoraggio si è ricavata una mappatura dei cedimenti nell'area oggetto di studio e si è rilevato che il valore massimo degli spostamenti, relativi al corso di 24 mesi, era di 8 mm.

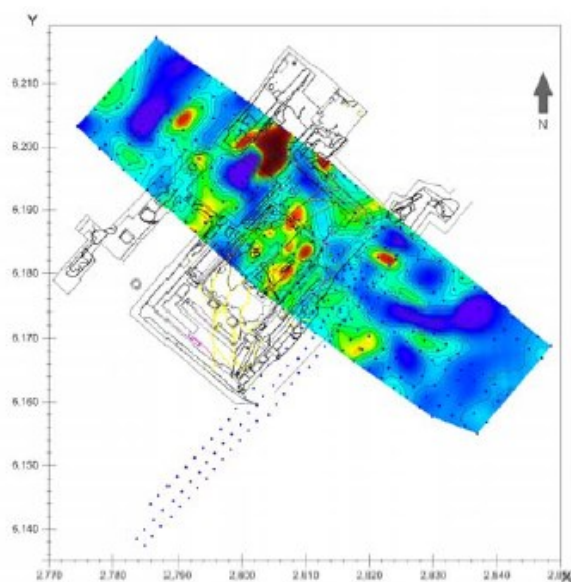
Nel 2014, invece, sono state messe in atto delle indagini diagnostiche non invasive di tipo geofisico per la caratterizzazione del sottosuolo del piano di calpestio del criptoportico centrale della Domus Tiberiana. La tecnica di indagine utilizzata è stata la tomografia geoelettrica 3D, che ha permesso di ricavare delle prospezioni diagnostiche attraverso blocchi di misure tomografiche tridimensionali relative al parametro di resistività elettrica (ERT). La restituzione dei risultati è avvenuta attraverso campiture caratterizzate da una scala cromatica della variazione dei valori di resistività elettrica misurati.

Figura 36. Planimetria dei 3 blocchi alla quota di 48 m s.l.m.



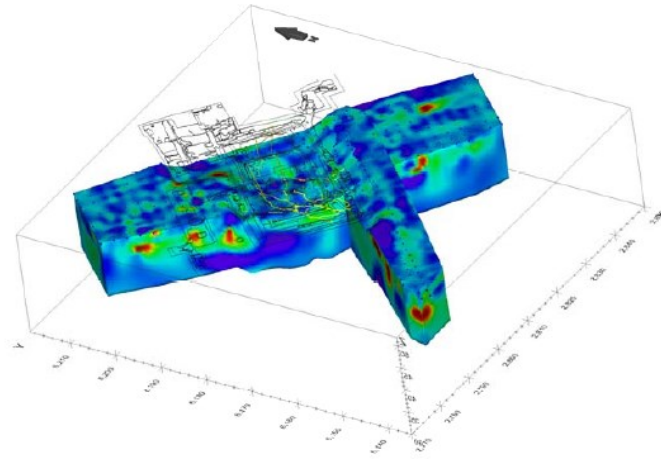
Fonte: SO.IN.G. strutture & ambiente S.r.l., Indagini diagnostiche di tipo geofisico per la caratterizzazione del sottosuolo del piano di calpestio del criptoportico della Domus Tiberiana: Relazione tecnica, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2014

Figura 37. Esempio di sezione planare



Fonte: SO.IN.G. strutture & ambiente S.r.l., Indagini diagnostiche di tipo geofisico per la caratterizzazione del sottosuolo del piano di calpestio del criptoportico della Domus Tiberiana: Relazione tecnica, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2014

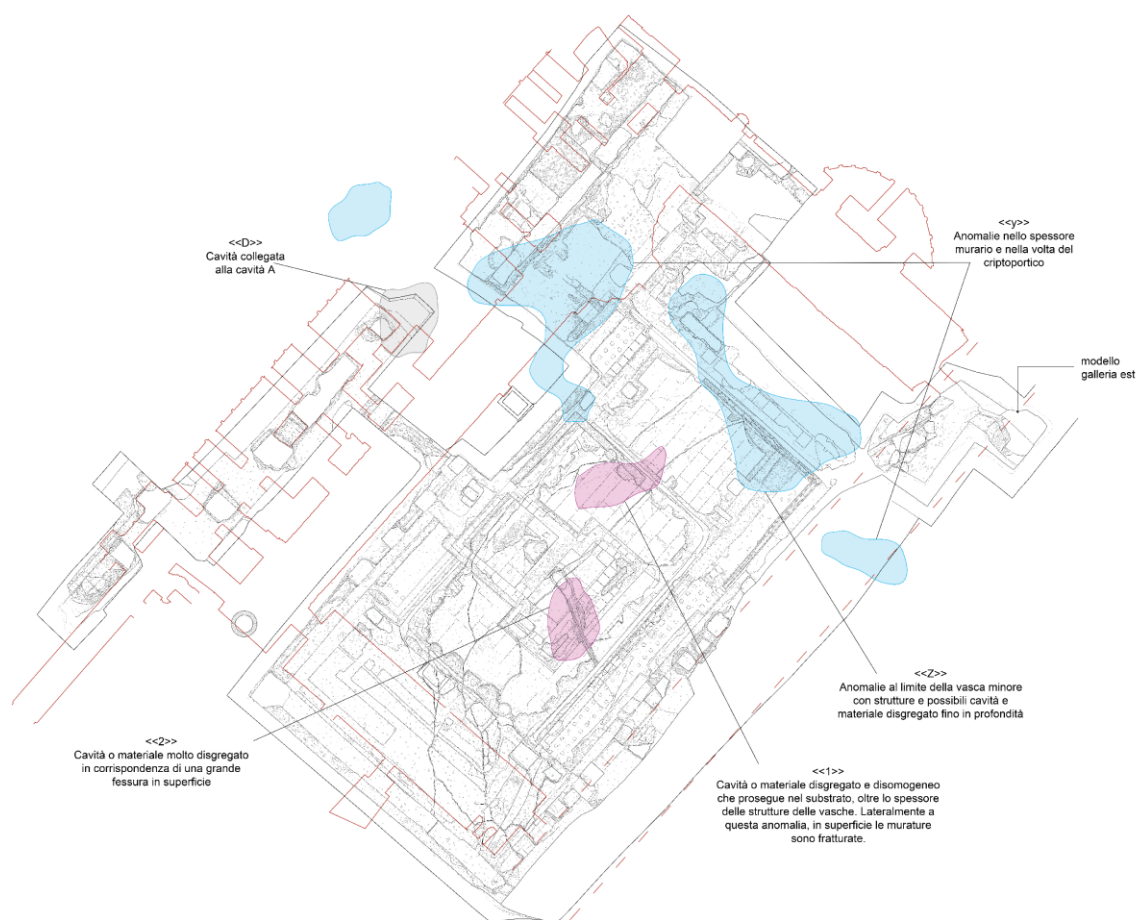
Figura 38. Vista 3D dei volumi di resistività



Fonte: SO.IN.G. strutture & ambiente S.r.l., Indagini diagnostiche di tipo geofisico per la caratterizzazione del sottosuolo del piano di calpestio del criptoportico della Domus Tiberiana: Relazione tecnica, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2014

L'interpretazione dei risultati ottenuti ha permesso di individuare zone di anomalie riconosciute a differenti livelli di profondità, in funzione della variazione del parametro di resistività elettrica. In particolare, le anomalie riscontrate sono state distinte in funzione della corrispondenza a vuoti o cavità rilevate a vista, e a cavità profonde collegabili agli effetti in superficie. Di seguito si riporta un esempio di anomalie individuate a 46 metri s.l.m. tra il piano di calpestio del criptoportico centrale e la quota dei giardini farnesiani.

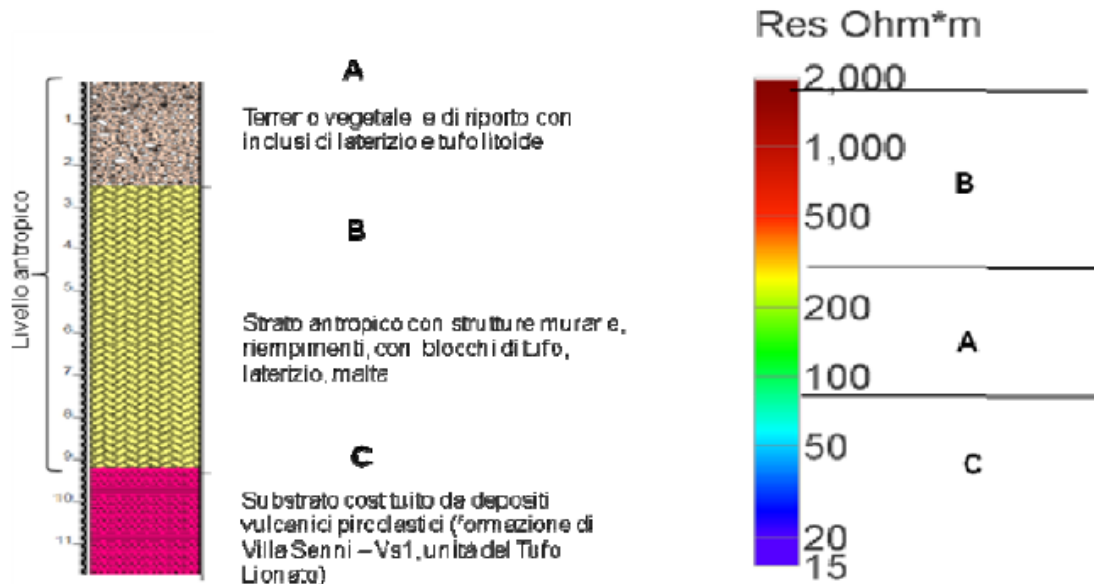
Figura 39. Anomalie individuate a 46 metri s.l.m.



Fonte: propria elaborazione dalle informazioni presenti nella Relazione tecnica delle Indagini diagnostiche di tipo geofisico per la caratterizzazione del sottosuolo del piano di calpestio del criptoportico della Domus Tiberiana, SO.IN.G. strutture & ambiente S.r.l., Soprintendenza Archeologica di Roma, 2014

Questa analisi quantitativa è stata integrata con una indagine preliminare di approfondimento del sottosuolo geologico tra l'area delle vasche e il piano di calpestio del criptoportico. Analizzati i dati geologici di base reperiti, è stato realizzato un modello stratigrafico locale che mette in evidenza i rapporti di resistività e stratigrafia del sottosuolo.

Figura 40. Modello stratigrafico locale



Fonte: SO.IN.G. strutture & ambiente S.r.l., Indagini diagnostiche di tipo geofisico per la caratterizzazione del sottosuolo del piano di calpestio del criptoportico della Domus Tiberiana: Relazione tecnica, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2014

Si sottolinea, infine, l'enorme complessità progettuale che ha dovuto sostenere la Soprintendenza Archeologica Romana nell'analisi del complesso del criptoportico centrale nel corso degli ultimi 30 anni. A tal proposito l'ente sta gettando le basi di un'opera di consolidamento sistematica integrando diverse discipline, così da conoscere e comprendere in modo organico i fenomeni che hanno interessato la struttura, e prevenire le azioni che potranno verificarsi in futuro, in modo da evitare ulteriori crolli che possano distruggere il valore del patrimonio archeologico e culturale.

2. UN PROGETTO DI CONOSCENZE

2.1. L'APPROFONDIMENTO DEGLI ASPETTI CONOSCITIVI

Le Soprintendenze archeologiche hanno il compito di esercitare, nel territorio di competenza, attività di tutela, conservazione e valorizzazione delle opere di interesse storico di cui sono direttamente responsabili. Infatti, tra i principali compiti istituzionali, in capo alle Soprintendenze, vi è l'attività di tutela del patrimonio culturale, eseguita attraverso un adeguato lavoro conoscitivo volto a garantire la conservazione dei beni, ad assicurare la fruizione alla collettività e a preservare la memoria storica.⁷

Si sottolinea, inoltre, come la tutela del patrimonio archeologico è valore riconosciuto dalla Costituzione Italiana, che all'articolo 9 afferma: "La repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione".⁸

Nella tutela di un patrimonio archeologico le normative tradizionali, orientate alla progettazione e alla valutazione di strutture moderne, sono di difficile implementazione, poiché basate su approcci quantitativi. Le analisi quantitative sono eseguite attraverso monitoraggi, prove analitiche che sfruttano modelli matematici sofisticati, i quali richiedono di studiare la struttura in componenti che vengono valutati separatamente.

Oltre a non riuscire a descrivere il reale comportamento di una struttura antica, esse non consentono un approccio olistico e di ottenere informazioni qualitative che, invece, permetterebbero di approfondire la conoscenza del patrimonio archeologico. Le analisi

⁷ D.Lgs. 22 gennaio 2004 n.42, "Codice dei beni culturali e del paesaggio".

⁸ Costituzione della repubblica italiana 17 marzo 1861, titolo I "Rapporto civili", articolo 9.

quantitative studiano un bene culturale discutendo della sua identità statica, la quale però non è più nella sua connotazione originaria, poiché interessata da una serie di meccanismi e trasformazioni lungo tutta la sua esistenza.

La modellazione del comportamento della struttura, basata sull'impiego di analisi numeriche, dovrebbe essere preceduta da una fase di approfondimento della conoscenza dei cambiamenti che essa ha subito sia nella geometria, nelle forme, che nelle condizioni al contorno. Una fase di ricerca della storia dell'opera permetterebbe, infatti, di rappresentare, con strumenti di calcolo adeguati, gli eventi e le vicende che l'hanno interessata, riducendo così il grado di incertezza.

La fase di indagine conoscitiva preliminare permetterebbe di comprendere quello che oggi è “lo spazio di respiro di una costruzione storica”.⁹ Ad ogni azione dell'ambiente esterno (agenti atmosferici, azioni antropiche, indebolimento dei materiali), corrisponde una reazione, un adattamento dell'assetto strutturale; capire questo respiro significa comprendere se è necessario agire e in caso dove.

Inoltre, l'attività di conoscenza viene avvalorata dal Codice dei beni culturali, poiché la considera come cardine della conservazione e delle azioni di tutela, in quanto permette sia di “salvaguardare tanto l'opera d'arte che la testimonianza storica”¹⁰, che di creare un patrimonio da trasmettere alle generazioni future.

⁹ Moro L., *Progetto generale di tutela*, in Cecchi R., *roma archæologia -Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico*, Secondo rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010.

¹⁰ Carta Internazionale sulla conservazione e il restauro di monumenti e insiemi architettonici, *Carta di Venezia*, 1964, articolo 3.

Dunque, si rende necessaria una riflessione sugli strumenti a disposizione, in quanto alla base di un'azione di tutela deve esserci la conoscenza, così da proteggere e valorizzare al meglio i beni culturali di interesse storico.

2.1.1. La multidisciplinarietà della conoscenza

L'approfondimento degli aspetti conoscitivi consente importanti vantaggi e semplificazioni nello studio e nella conservazione del patrimonio archeologico e, in particolar modo, sono l'interpretazione e la sintesi degli aspetti conoscitivi a portare vantaggi sulla pianificazione degli interventi e sulle azioni di tutela.

È necessario sottolineare che questa fase di indagine preliminare non deve essere gestita con un approccio referenziale, ma deve essere portata avanti in modo che sappia creare conoscenza multidisciplinare attraverso l'interazione fra diverse discipline: umanistiche, storico-archeologiche, scientifiche e tecniche; come se si creasse un progetto di conoscenze che si sostanzia di tutte le conoscenze che provengono dalla storia. “Questa è una cosa che forse dobbiamo iniziare a fare; e non soltanto la storia e l'ermeneusi dunque, ma anche la documentazione deve esserci d'aiuto”.¹¹

La conoscenza deve essere organizzata e portata avanti con un approccio di sistema, altrimenti otterremmo “conoscenze di tipo verticale, estremamente spinte su una data problematica ma carenti di visione orizzontale, intesa come valutazione organica delle

¹¹ Cecchi R., *roma archaeologia -Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico*, Secondo rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010. tratto da Benvenuto E., *La conoscenza e il*

relazioni causali a livello di contesto”.¹² Senza un approccio di sistema, otterremmo una moltitudine di documenti referenziati che non producono né conoscenza, né nuova fonte storica, né tantomeno consentono di avere una visione organica delle problematiche.

La conoscenza deve essere interpretata affinché sia leggibile in ciascuna visione disciplinare e assuma un fattore di crescita reciproco.

Di conseguenza, l’approfondimento degli aspetti conoscitivi richiede un’impostazione volutamente programmata e di essere condotto con un approccio scientifico, partendo dalla raccolta delle fonti storiche fino alla sintesi e interpretazione delle informazioni.

Una conoscenza sintetica permette di ottenere degli output di sintesi, i quali, oltre a rappresentare una base di partenza nella pianificazione e progettazione degli interventi, forniscono nuova fonte storica da trasmettere alle generazioni future.

Solamente a seguito della sintesi della conoscenza è possibile pianificare le indagini e le campagne di monitoraggio, in quanto offrirebbe più informazioni circa la storia architettonica del manufatto e i comportamenti recenti della struttura, e la cui interpretazione permetterebbe di definire modelli di calcolo matematici in grado di valutare gli effetti di eventuali interventi di consolidamento.

Si sottolinea, quindi, l’ampiezza dell’orizzonte culturale cui deve far fronte la fase di indagine conoscitiva di una struttura storica: oltre che onerosa dal punto di vista temporale, richiede un lavoro di gruppo multidisciplinare, con professionisti che hanno

¹² Moro L., *Progetto generale di tutela*, in Cecchi R., *roma archaeologia -Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico*, Secondo rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010.

una adeguata formazione e competenze specifiche, in quanto si deve gestire un procedimento complesso e dalle molte sfaccettature.

2.1.2. Il sostegno del patrimonio documentale

Nella definizione di una efficace metodologia conoscitiva, che salvaguardi le specificità storico-formali di un bene culturale, un ruolo principale è attribuito alla fase di raccolta delle fonti storiche. Esse permettono di elaborare degli output di sintesi necessari all'interpretazione critica dei fenomeni che hanno avuto un impatto non indifferente sul bene, comprese le trasformazioni e i cambiamenti successivi del suo ambiente, avvenimenti sismici, o qualsiasi fatto che possa aver provocato un danno. Si intuisce come queste informazioni siano necessarie a giungere a conclusioni affidabili circa la vera causa delle alterazioni che la struttura ha subito.

Le fonti storiche rappresentano il fondamento della ricerca e possono essere estrinseche (indirette) o intrinseche (dirette). Le prime sono di carattere bibliografico (libri e articoli), iconografico (catasti, fotografie storiche, affreschi) ed archivistico (documenti, disegni e fotografie); mentre le seconde sono informazioni deducibili dallo studio dell'opera, come rapporti stratigrafici, tipologie edilizie, tecniche costruttive, rapporti proporzionali, aspetti di carattere mensiocronologico, reperti mobili etc. Inoltre, di notevole importanza, se reperibili e disponibili, sono le fonti archivistiche conservate negli archivi storici delle Soprintendenze, in quanto forniscono una documentazione eterogenea prodotta da tutti gli enti e i soggetti che hanno contribuito allo studio del bene culturale.

Si evidenzia, perciò, la quantità di documenti e informazioni che si possono reperire nello studio di un'area archeologica. A tal proposito, oggi la ricerca si sta indirizzando verso l'uso di strumenti informatici gestiti con tecnologie multimediali (GIS) e usati come strumento di gestione di dati eterogenei, così da organizzare e raccogliere in maniera efficace le informazioni e ottenere una conoscenza sintetica. Si sottolinea che, seppur la ricerca conoscitiva venga impostata seguendo un approccio scientifico e applicato in maniera coerente, c'è sempre spazio per l'incertezza, data la mole di difficoltà nello studio e nell'analisi di strutture di interesse storico.

2.2. LO STUDIO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Generalmente nelle strutture epigee un'elaborazione di un modello, ricostruito da una sintesi conoscitiva dei dati forniti dal rilievo, dall'analisi tecnica delle fasi costruttive, dalle informazioni desunte dalla ricerca storico-artistica, è ritenuto sufficiente per la lettura delle cause che hanno prodotto lo stato di decadimento. Tuttavia, il verificarsi dei danni strutturali delle costruzioni deriva spesso da cedimenti delle fondazioni, le quali interagiscono con il volume di terreno esposto.

Infatti, negli ultimi anni, si è presa coscienza che l'individuazione dei fenomeni che hanno prodotto lo stato di dissesto di una struttura storica, richieda anche una conoscenza di meccanica delle terre e della relazione terreno-struttura. Il comportamento meccanico dei terreni è influenzato sia da variazioni di stato tensionale totale che da variazioni delle pressioni interstiziali, come enunciato nel cosiddetto Principio delle Tensioni Efficaci.

Si nota come i terreni hanno un comportamento meccanico complesso e sono meno resistenti e più deformabili delle strutture. Al contrario, le strutture murarie sono fragili e hanno una resistenza a trazione bassa o quasi nulla; perciò, è sufficiente una piccola deformazione del terreno di fondazione per dar luogo a fessurazioni sulle strutture murarie interagenti. Infatti, generalmente, la principale causa di dissesto strutturale di un manufatto si riscontra nella variazione stratigrafica dei terreni di fondazione e nella presenza di strati superficiali assai deformabili, specialmente nei siti archeologici.

Di conseguenza, la conoscenza della complessità geologica del sottosuolo, che è influenzato dal comportamento dell'opera sovrastante, è uno degli elementi di partenza nella formulazione delle azioni di conservazione nei siti archeologici.

La conoscenza e lo studio dell'interazione terreno-struttura risulta essere ancora più essenziale, rispetto alle strutture epigee, nella conservazione di sistemi ipogei di origine antropica, ossia cavità sotterranee costruite dall'azione dell'uomo.

Una netta distinzione va fatta nella classificazione di cavità antropiche: mentre da un lato, le cavità concepite per essere situate nel sottosuolo, come ad esempio gallerie, cripte, sotterranei di servizio, sono costruite per essere ipogee e, quindi, sicure nel contesto sotterraneo nel quale sono inserite; le cavità, come le cave soggette a spoliazione di materiali edilizi, versano in problemi di stabilità, in quanto non progettate per sopportare i pesi e le spinte del terreno.

L'instabilità e pericolosità del sito e la presenza di cavità ipogee nel sottosuolo dell'area del criptoportico centrale non hanno permesso negli anni indagini dirette in grado di caratterizzare il terreno e i fenomeni che lo hanno interessato, poiché avrebbero compromesso l'integrità delle strutture. Tuttavia, le numerose trasformazioni che la Domus Tiberiana ha subito negli anni hanno inciso profondamente sulle condizioni morfologiche e sullo stato di conservazione dei terreni.

Si sottolinea, quindi, la mole di difficoltà che si incontra nella rappresentazione dell'interazione terreno-struttura del sistema del criptoportico centrale, fattore caratterizzante di questa realtà.

Tuttavia, per cercare di comprendere la complessità del sottosuolo costituito sia da terreni che strutture ipogee, si dovrebbero mettere in atto delle modellazioni, in grado di ricostruire l'andamento morfologico della superficie sottostante i ruderi e di interpretare la struttura geologica.

Le modellazioni, realizzate sfruttando il patrimonio documentale (fonti storiche, risultati di indagini precedenti, sistemi informatici), permettono di ricavare degli output di sintesi di informazioni qualitative capaci di descrivere la situazione stratigrafica del sottosuolo, fornendo una visione integrata e organica dei dati e favorendo, così, la definizione delle attività successive.

Lo studio della struttura del sottosuolo deve “comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento”.¹³

2.2.1. Il Modello Geologico di Riferimento

La definizione del Modello Geologico di Riferimento consente la redazione di una relazione geologica, la quale identifica e illustra la struttura del sottosuolo, definendo le formazioni litologiche presenti nel sito e caratterizzando gli aspetti idrogeologici, stratigrafici e geomorfologici.

Il modello consente di definire le complesse situazioni stratigrafiche del sottosuolo considerando la storia evolutiva dell'area “attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei

¹³ NTC18, Capitolo 6.2.1.– *Caratterizzazione e modellazione geologica del sito - Progettazione geotecnica*, Gazzetta Ufficiale, Roma, p. 188

rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici".¹⁴

Sulla base dell'inquadramento geologico dell'area e della disposizione dei dati, il progettista definisce il piano delle indagini, con l'obiettivo di caratterizzare il terreno per la completa definizione del modello geotecnico di sottosuolo. Difatti, il modello geologico è uno strumento di previsione qualitativo, in quanto, successivamente, deve essere esaminato con opportune indagini di carattere geologico, geofisico e geognostico, al fine di definire il modello geotecnico di sottosuolo necessario alle analisi numeriche.

Gli aspetti che lo studio geologico deve analizzare sono molteplici: la storia geologica del territorio, le unità litologiche e strutturali a scala territoriale, i rischi geologici naturali e indotti, l'idrogeologia, i vincoli idrogeologici, gli aspetti geodinamici e la caratterizzazione delle unità litotecniche individuate.

Si sottolinea come una modellazione geologica adeguata richieda la suddivisione delle diverse unità litologiche, in quanto caratterizzate da materiali con proprietà fisiche e meccaniche differenti, e formate da processi di alterazione chimici o processi di disaggregazione fisici ad opera di agenti ed effetti.

L'elaborazione del MGR è una procedura complessa, in quanto richiede la conoscenza di dinamiche e condizioni ricavabili sia in letteratura, che attraverso rilievi e prove dirette in sito. Inoltre, l'attendibilità di un modello geologico, rispondente alla realtà, è tanto più alta quanto è maggiore l'omogeneità delle condizioni geologiche e la qualità dei dati

¹⁴ NTC18, Capitolo 6.2.1.– *Caratterizzazione e modellazione geologica del sito - Progettazione geotecnica*, Gazzetta Ufficiale, Roma, p. 188

disponibili. Si evince, quindi, la complessità dell'elaborazione di un tale modello, in quanto risente delle variazioni nel tempo delle proprietà dei materiali geologici e dell'assetto interno di ciascuna lito-zona.

Per siti complessi è necessario che il modello geologico venga sviluppato seguendo una procedura adeguata, impostata a partire da una analisi geologica a scala comunale, per poi espletare con una definizione del modello a scala locale in corrispondenza dell'area di studio. La prima costituisce un inquadramento preliminare, in quanto finalizzata alla raccolta dei dati stratigrafici, geotecnici, geofisici, idrogeologici, sismici; mentre la seconda fase è più complessa e condizionata dalla disponibilità delle informazioni alla scala locale e dall'esecuzione di indagini geologiche dirette, eseguite attraverso sondaggi a carotaggio continuo, e di indagini indirette.

Concretamente, la costruzione del modello geologico di riferimento si articola, in sintesi, secondo le seguenti fasi:

- a) raccolta dei dati disponibili ai fini dell'elaborazione del modello di sottosuolo;
- b) individuazione del volume significativo di indagine;
- c) definizione dell'estensione delle indagini;
- d) definizione del profilo topografico considerato;
- e) posizionamento della struttura sul profilo;
- f) rappresentazione dei sondaggi considerati attraverso il disegno di linee verticali;

- g) rappresentazione delle profondità altimetriche di ciascun strato di terreno;
- h) rappresentazione delle unità litologiche con pattern;
- i) descrizione e datazione delle unità litologiche individuate;
- j) individuazione dei potenziali problemi presenti sul sito, come le faglie;
- k) stima della pericolosità geologica.

L'investigazione superficiale, con la quale si definisce la caratterizzazione e modellazione geologica, costituisce un'importante fase nell'analisi delle condizioni del sottosuolo, a cui fa seguito la modellazione geotecnica. "Per modello geotecnico di sottosuolo si intende uno schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, che devono essere caratterizzate con riferimento allo specifico problema geotecnico".¹⁵

Una volta ricostruito il profilo stratigrafico del sottosuolo, è compito della modellazione geotecnica attribuire, a ciascun complesso, parametri geotecnici (proprietà fisico-meccaniche) valutati attraverso l'interpretazione di risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno e di misure in sito.

¹⁵ NTC18, Capitolo 6.2.2.– *Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica - Progettazione geotecnica*, Gazzetta Ufficiale, Roma, p. 189

2.2.2. Il caso di San Lorenzo in Campo

Nel 2007 sono stati eseguiti interventi di restauro nelle mura di contenimento del terreno sottostante il giardino che adornava l'edificio residenziale pubblico di San Lorenzo in Campo, soggetto in precedenza a lavori edilizi di ristrutturazione che ne hanno modificato la destinazione d'uso.

A compimento del restauro, una parte importante del paramento murario è crollata per oltre 10 metri determinando, non solo un pericolo per i cittadini, ma anche una perdita del valore del patrimonio archeologico.

Questo disastro suscitò clamore tanto che vennero indette consulenze tecniche al fine di individuare ed accertare le cause scatenanti del crollo murario. Così, a seguito delle indagini da parte della Procura della Repubblica, si individuò nella pressione esercitata a monte del muro di contenimento la causa del crollo, dovuta ad un accumulo di una grande quantità di acqua assorbita dal terrapieno. Infatti, la massa d'acqua assorbita non era solamente dovuta alle stagionali precipitazioni meteoriche, ma anche dal funzionamento quotidiano dell'impianto di irrigazione del giardino.

Le indagini geologiche compiute hanno dimostrato, inoltre, la presenza di una grotta alla base del terreno contenuto nelle mura crollate, nella quale si è rilevato un percolamento di acque, che diminuiva nelle ispezioni invernali, confermando come causa del crollo l'abbondante irrigazione del giardino nel periodo estivo.

Si evidenzia, quindi, come una rappresentazione stratigrafica del sottosuolo, a contatto col paramento murario di contenimento, avrebbe fornito una visione integrata delle informazioni geologiche, archeologiche e strutturali, favorendo la conoscenza dei canali

di irrigazione e l'interazione tra quest'ultimi e il terreno contenuto dal bastione murario. Una riproduzione del modello geologico avrebbe fornito un quadro di riferimento esaustivo di promozione della conoscenza, sulla cui lettura critica sarebbero state formulate ipotesi di intervento mirate e contestualizzate.

3. LA MODELLAZIONE GEOLOGICA DELL'AREA DEL CRIPTOPORTICO CENTRALE

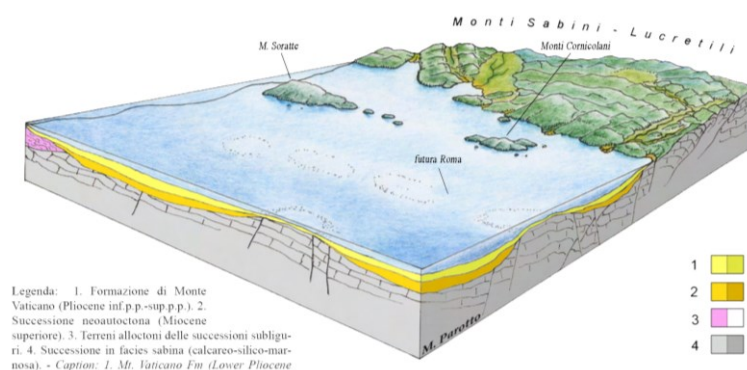
3.1. L'ASSETTO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO ROMANO

3.1.1. La conformazione del territorio: l'orogenesi della pianura romana

La città di Roma sorge su un'area collinare compresa tra la catena appenninica, il Mar Tirreno e i complessi vulcanici Albani e Sabatini, siti rispettivamente a sud-est e nord-ovest. Il territorio romano presenta una notevole testimonianza geologica lasciata dall'evoluzione pliocenica e quaternaria in cui numerosi elementi come il mare, l'attività erosiva e i distretti vulcanici hanno modellato il paesaggio geologico.

I principali fattori che hanno giocato un ruolo strategico nell'evoluzione geologica dell'area romana sono la tettonica, le oscillazioni eustatiche e l'attività erosiva e deposizionale del fiume Tevere. Di seguito vengono mostrati i principali eventi paleogeografici che hanno segnato il sottosuolo romano formando numerosi depositi nel corso del tempo.

Figura 41. Pleistocene inferiore-sedimentazione marina



Fonte: Parotto M., *Evoluzione paleogeografica dell'area romana*, in "La geologia di Roma: dal centro alla periferia", SELCA, Firenze, 2008

Il punto da cui rappresentare la conformazione del territorio e la sua evoluzione è l'età pliocenica, come evidenzia M. Parotto: “il Pliocene è una delle ultime età geologiche e tuttavia ci permette di individuare l'orogenesi degli strati più superficiali utili al nostro studio”.¹⁶

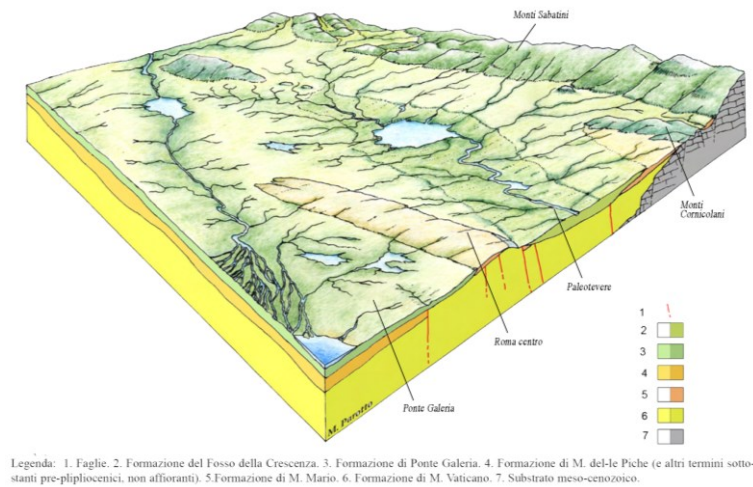
Secondo M. Parotto, l'evento che ha lasciato profonde e significative tracce per le successive fasi orogeniche è il processo di estensione della catena montuosa appenninica verso ovest che ha consentito la formazione del bacino tirrenico, il quale, alla fine dell'orogenesi appenninica, era stato sommerso dalle acque del mar Tirreno, formando un ambiente di sedimentazione marino.

La sommersione formò una piattaforma continentale, dalla quale emersero blocchi isolati, i quali formarono delle vere e proprie isole come Monte Saratte e Monti Cornicolani.

Nell'intervallo tra il Pliocene e il Pleistocene inferiore questo ambiente comportò il deposito delle argille azzurre dell'Unità di Monte Vaticano, il quale costituisce ancora oggi il bed-rock geologico dei terreni più recenti dell'area romana.

¹⁶ Parotto M., *Evoluzione paleogeografica dell'area romana*, in “La geologia di Roma: dal centro alla periferia”, SELCA, Firenze, 2008.

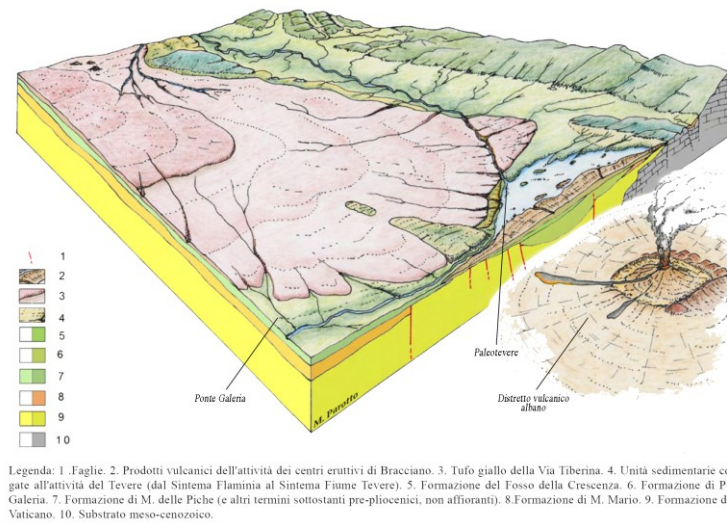
Figura 42. Pleistocene inferiore-medio-sollevamento Monte Mario



Fonte: Parotto M., *Evoluzione paleogeografica dell'area romana*, in "La geologia di Roma: dal centro alla periferia", SELCA, Firenze, 2008

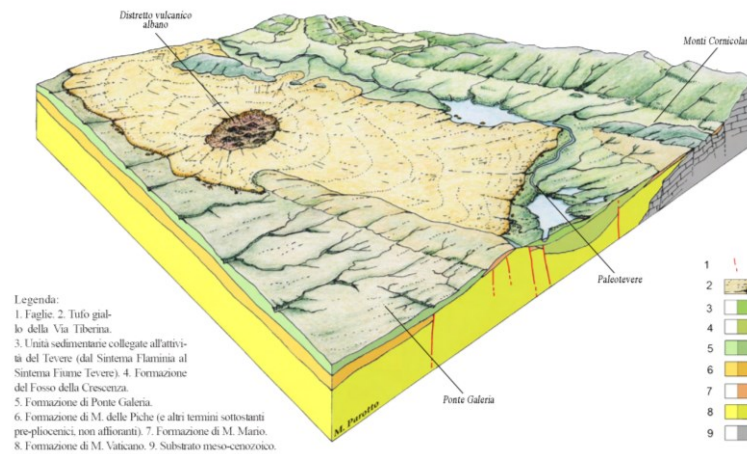
Dal Pleistocene inferiore e medio il dominio marino si estinse progressivamente; si verificò, infatti, una regressione marina che lasciò spazio a fiumi e torrenti a causa del graduale sollevamento del margine appenninico. Questo determinò un cambiamento dell'ambiente di sedimentazione, da marino a continentale con la formazione di zone di accumulo alluvionale con, dapprima, la deposizione di sabbie e ghiaie marine e, poi, di termini fluvio-lacustri caratterizzati da complessi rapporti stratigrafici. L'emersione dell'area romana, con l'innalzamento di Monte Mario, causò un cambiamento nel corso del Paleotevere, il quale spostò il proprio delta verso sud-est occupando l'area di Ponte Galeria, armato di sedimenti provenienti dall'erosione della catena appenninica in sollevamento.

Figura 43. Pleistocene medio e superiore- formazione del plateau ignimbrítico albanò



Fonte: Parotto M., *Evoluzione paleogeografica dell'area romana*, in "La geologia di Roma: dal centro alla periferia", SELCA, Firenze, 2008

Figura 44. Pleistocene medio e superiore- formazione del plateau ignimbrítico sabatino



Fonte: Parotto M., *Evoluzione paleogeografica dell'area romana*, in "La geologia di Roma: dal centro alla periferia", SELCA, Firenze, 2008

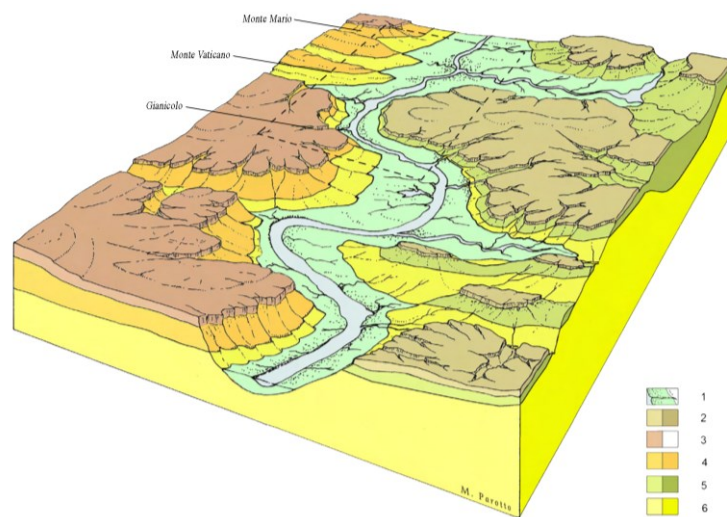
Circa 600.000 anni fa, il centro Italia venne investito da un'intensa attività vulcanica esplosiva: la grande quantità di prodotti vulcanici, sotto forma di piroclastici di ricaduta

o colate piroclastiche provenienti dal distretto vulcanico dei Colli Albani e dei Monti Sabatini, modificò e ricoprì l'orografia dell'area formando un plateau ignimbrico.

Questi eventi alzarono ulteriormente il livello del terreno contribuendo a mutare il corso del Paleotevere, il quale venne ricondotto verso nord, assumendo una posizione simile a quella attuale. In seguito, proseguì la sedimentazione continentale, la quale complicò ulteriormente i rapporti tra le unità vulcaniche e quelle sedimentarie.

Successivamente alle attività vulcaniche, la morfologia romana subì una costante erosione ad opera di fiumi e torrenti, i quali furono i responsabili sia dei cambiamenti del livello del mare che della modellazione del territorio comportando, infatti, un'evidenza maggiore del reticolo fluviale che trovò sempre più spazio nel terreno sedimentato.

Figura 45. Ultima era glaciale



Legenda: 1. Depositi alluvionali del Tevere e dei suoi affluenti. 2. Prodotti dell'attività del Vulcano dei Colli Albani. 3. Prodotti dell'attività del Distretto vulcanico sabatino. 4. Formazione di M. Mario. 5. Formazione del Fosso della Crescenza. 6. Formazione di M. Vaticano.
Caption: 1. Tiber River and his affluents alluvial deposits 2. Products of Colli Albani Volcano 3. Products of Sabatini volcanic District 4. Mt. Mario Fm 5. Fosso della Crescenza Fm 6. Mt. Vaticano Fm.

Fonte: Parotto M., Evoluzione paleogeografica dell'area romana, in "La geologia di Roma: dal centro alla periferia", SELCA, Firenze, 2008

Circa 80.000 anni fa l'attività erosiva si intensificò sempre di più, mentre quella vulcanica cessò progressivamente con la conseguente riduzione della produzione dei detriti vulcanici. Questo provocò una forte variazione climatica provocando l'ultima glaciazione, che fu interessata da una regressione del livello del mare che scese di circa 110 metri rispetto il livello attuale.

Figura 46. Olocene

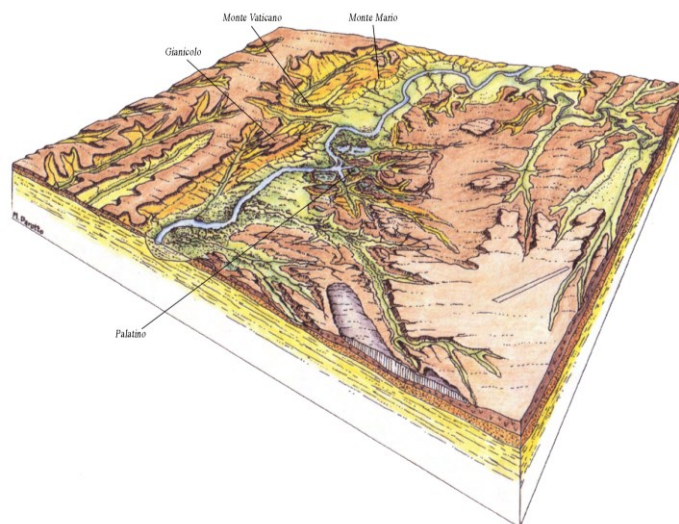


Fig. 12 - Aspetto dell'area di Roma circa 10.000 anni fa, prima delle modifiche introdotte dall'attività antropica. La piana alluvionale del Tevere è limitata da un lato dal rilievo Gianicolo - M. Mario, con terreni sedimentari, comprese le argille marine plioceniche, e una modesta copertura vulcanica, e dall'altro dai resti del margine settentrionale del tavolato vulcanico albano, articolato dall'erosione in vari rilievi, tra i quali i famosi Sette Colli. In quest'ultimo settore, solo localmente alla base dei rilievi tufacei affiorano i depositi sedimentari continentali, che ricoprono il substrato comune delle argille marine.

Fonte: Parotto M., Evoluzione paleogeografica dell'area romana, in "La geologia di Roma: dal centro alla periferia", SELCA, Firenze, 2008

Terminata la glaciazione, il livello del mare risalì fino ad una quota simile a quella attuale, colmando progressivamente la valle con depositi alluvionali e dando origine alla pianura su cui sorse Roma, limitata ad ovest dalla dorsale Monte Mario-Vaticano e ad est da quello che restò del plateau ignimbrico.

Negli ultimi secoli, l'attività antropica e il rapporto uomo-ambiente ha trasformato in modo sostanziale il suolo romano: la pianura alluvionale è stata intensamente urbanizzata con l'innalzamento di rilievi e bastioni di riporto, i quali hanno prodotto una riduzione di ampie superfici di suolo.

È evidente come l'area romana sia stata interessata da una complessa storia geologica, la cui definizione è fondamentale per comprendere le dinamiche dell'area del colle Palatino, la cui ossatura è, in generale, formata da sedimenti argillosi pliocenici. Infatti, le argille plioceniche costituiscono il basamento di tutta l'area romana, perciò è interessante conoscerne l'andamento del tetto, in quanto esiste una notevole diversità tra le quote a seconda della posizione del fiume Tevere. Alle diffuse formazioni di sabbie e ghiaie alla base dei rilievi collinari, fanno seguito i depositi delle colate piroclastiche dei due grandi apparati vulcanici, a sud-est il Vulcano laziale, che corrisponde alla zona dei Colli Albani, e a nord-ovest il vulcano Sabatino.

La giacitura pressoché sub-orizzontale delle formazioni e la loro divisione da parte dell'azione fluviale ha creato l'attuale conformazione delle colline della campagna romana, caratterizzate da una sommità sub-pianeggiante e da versanti ripidi, come lo è, da un punto di vista geomorfologico, il colle Palatino.

3.1.2. Rischio idrogeologico del sottosuolo romano

Nell'ultimo secolo sono stati costruiti diversi argini e dighe per proteggere la piana alluvionale dalle frequenti inondazioni, le quali hanno ridotto drasticamente la quantità

di sedimento trasportato dal fiume Tevere provocando un arretramento della linea di costa.

Tuttavia, la presenza di costruzioni artificiali nel centro della città ha ostacolato il flusso naturale del fiume provocandone la risalita, la quale ha contribuito al peggioramento delle caratteristiche geotecniche dei terreni non consolidati.

Contrariamente è accaduto nella periferia della città, la quale, interessata da uno sfruttamento delle risorse idriche, ha subito un abbassamento del livello della falda di decine di metri provocando fenomeni di subsidenza in alcune aree, le quali sono ancora esposte a questo fenomeno franoso naturale.

Questi avvenimenti lenti e rapidi, che hanno alterato l'idrologia locale, sono derivati anche dalla riduzione della permeabilità dei terreni non consolidati indotta dalla compattazione dovuta al carico sovrastante.

3.2. L'ASSETTO GEOLOGICO DEL COLLE PALATINO

Di seguito si riporta una raccolta delle fonti storiche prese in considerazione (letteratura tecnica, risultati di campagne geognostiche), la cui sintesi ha consentito di individuare una ricostruzione generale della stratigrafia del sottosuolo del colle Palatino e fornirà, nei successivi sotto-capitoli, un quadro di riferimento in grado di far comprendere la situazione geologica nell'area degli Orti farnesiani, in particolare nell'area del criptoportico centrale.

3.2.1. La stratigrafia generale del sottosuolo tratta dalla letteratura tecnica

Le indagini geologiche eseguite nell'area del Palatino sono state portate avanti da molte società che, negli anni, hanno adottato termini e simboli diversi nella descrizione dei tipi litologici presenti nel sottosuolo. Sebbene gli studi geologici condotti siano risultati diversi nella terminologia e nell'interpretazione, tutti i lavori vennero svolti analizzando, in via preliminare, le stratigrafie proposte nella letteratura scientifica.

Tra queste vi è quella presentata da U. Ventriglia nel 1971, il quale ha riassunto i dati sugli strati geologici del Palatino raccolti da De Angelis D'Ossat¹⁷. Partendo dai livelli più profondi e proseguendo verso l'alto, si distinguono¹⁸:

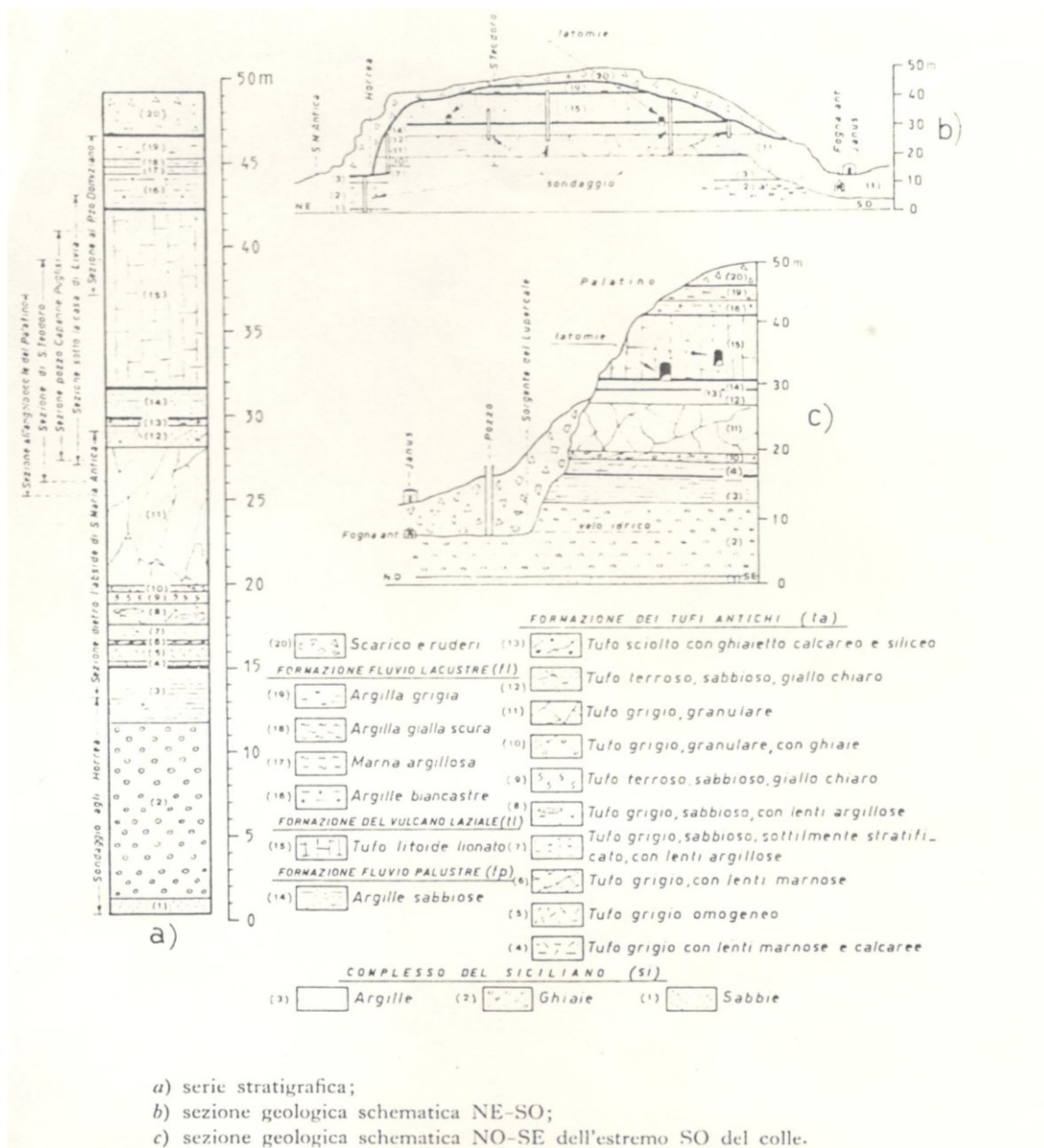
-Complesso del siciliano: strato pre-vulcanico costituito da sabbie, ghiaie e argille, avente spessore di circa 15 metri;

¹⁷ De Angelis d'Ossat G., *Geologia del colle Palatino in Roma*, 1956.

¹⁸ Ventriglia U., *Geologia del territorio del Comune di Roma*, Amministrazione provinciale di Roma, 2002.

- Complesso vulcanico: costituito da tufi antichi grigi, provenienti dal centro eruttivo a nord-ovest di Roma; tufo litoide-lionato, proveniente, invece, dal vulcano laziale a sud-est di Roma, con tetto che raggiunge quote di circa 40 metri s.l.m., il quale si ritiene costituisca la formazione superficiale della maggiore parte del colle. I tufi sono separati da un episodio di deposizione fluvio-palustre, costituito da argille sabbiose caratterizzate da minerali vulcanici, e il cui spessore è moderato con un massimo di 2 metri;
- Formazione fluvio-lacustre: strato post-vulcanico con spessore di grande variabilità, anche a breve distanza, costituito generalmente da argille biancastre e argille grigie;
- Scarico e ruderi: coltre superficiale costituita sia da copertura vegetale che terreno archeologico.

Figura 47. Stratigrafia del colle Palatino, Ventriglia (1971)



Fonte: Scarpelli G., *Relazione sulle indagini geognostiche Geosonda, campagna 1985, Domus Tiberiana, Palatino, Soprintendenza Archeologica di Roma*

Nel 1995 Rosa & Marra proposero una stratigrafia più recente dell'area del Palatino, integrando le informazioni ricavate dalla letteratura scientifica di Ventriglia. La sequenza

proposta prevede, in generale, i seguenti eventi deposizionali, i quali, procedendo dal basso verso l'alto, sono:

- Unità delle marne vaticane: formazione costituita da argille azzurre plioceniche;
- Unità a e b del Paleotevere 2: l'unità a è uno strato formato da argille azzurre lacustri, prive di materiale vulcanico, corrispondente al complesso del siciliano; mentre l'unità b è costituita da limi e/o sabbie gialle, in cui compaiono progressivamente, dal basso verso l'alto, minerali piroclastici corrispondente alla formazione fluvio-palustre;
- Piroclastiti di ricaduta: strato composto da livelli cineritici, in parte rimaneggiati, che provengono prevalentemente dal distretto vulcanico del Sabatino, corrispondente alla formazione dei tufi antichi del complesso vulcanico;
- Unità piroclastica del Palatino: deposito di colata piroclastica, prevalentemente litoide;
- Unità del tufo lionato: deposito formato da una terza colata piroclastica;
- Unità Aurelia: formazione costituita da argille e limi sabbiosi con materiale piroclastico rimaneggiato, corrispondente alla formazione fluvio-lacustre.

3.2.2. Lo studio geologico dell'area del Palatino dal 1982 al 1985

A seguito del riferimento alla letteratura scientifica (De Angelis D'Ossat, Ventriglia, Marra & Rosa), relativa alla geologia del centro di Roma e, in particolare, del colle Palatino, si riportano i risultati di uno studio geologico svolto nell'area della Domus Tiberiana dal 1982 fino al 1985¹⁹.

¹⁹ Dipartimento Scienze della Terra dell'Università di Roma, *Relazione dello studio geologico dell'area del Palatino*, Foro Romano, 1982.

Infatti, a partire dal 1982 iniziò la prima vera e propria campagna di indagine geologica nell'area del Palatino volta a ricostruire l'andamento morfologico della struttura del sottosuolo. A tale scopo sono stati effettuati, da diverse ditte (Geoconso, Geosonda, Geosud, Rodio) e in vari periodi (dal 1982 al 1985), 95 sondaggi, di cui 67 sono stati presi in considerazione per ricostruire la situazione stratigrafica e l'assetto geologico e geomorfologico del Palatino. Le perforazioni erano di lunghezza massima di 50 metri, perciò non hanno raggiunto pienamente il sub-strato pliocenico, rendendo più difficile l'attribuzione stratigrafica e la correlazione dei vari litotipi.

L'esame e il riconoscimento dei campioni dei sondaggi considerati e l'analisi degli affioramenti rilevati attraverso ricerche dirette e opere di scavo hanno permesso di conoscere qualitativamente la geologia del sottosuolo del colle Palatino. Infatti, solamente negli anni successivi, sono state messe in atto indagini geotecniche volte alla caratterizzazione dei terreni.

Queste analisi hanno consentito di ricostruire uno schema stratigrafico generale, il quale, partendo dagli strati più profondi, è composto dalla seguente successione (Fig. 48):

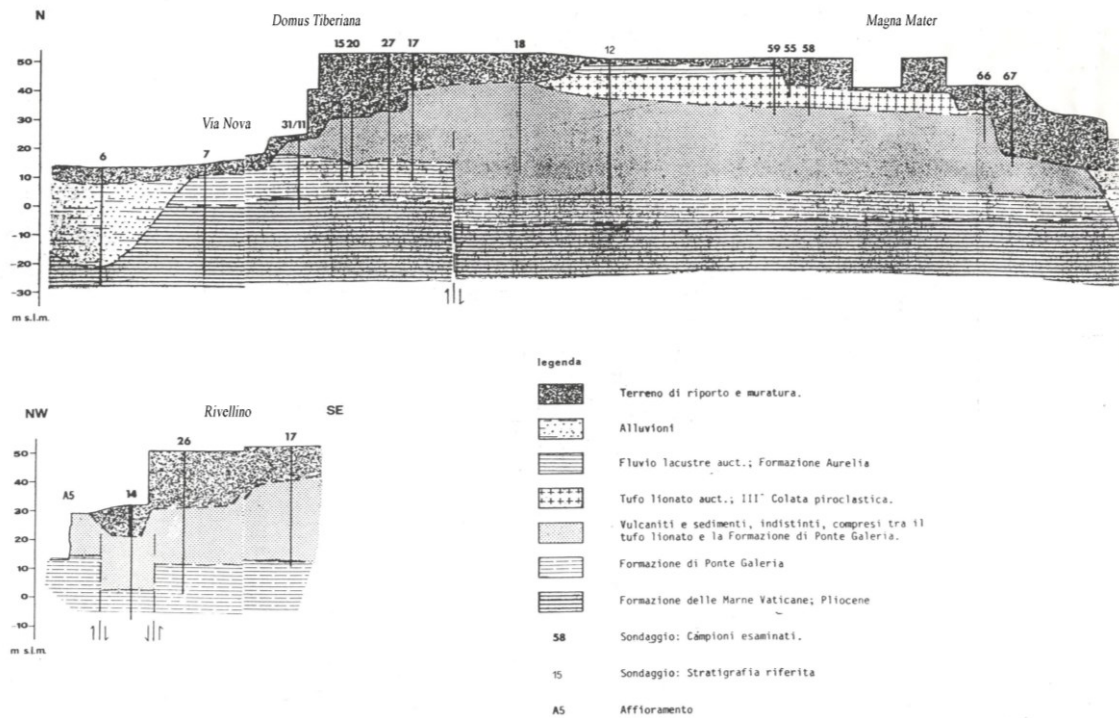
- formazione delle marne vaticane: strato di origine pliocenica composto da sedimenti marini di colore grigio azzurro, molto consistenti, in alternanza a strati limosi sabbiosi; lo strato è stato riscontrato nelle perforazioni eseguite nell'area degli Orti farnesiani e del Circo Massimo;

- formazione di Ponte Galeria: caratterizzata da sedimenti fluvio-lacustri di origine continentale; incontrata solamente nei sondaggi effettuati nella parte nord-occidentale del Palatino;

- tufi antichi: strato con spessori variabili, da 1 a 5 metri, composto da limi e argille con materiale vulcanico rilevato nei sondaggi eseguiti nell'area della Domus Tiberiana e degli Orti farnesiani;
- pozzolane inferiori (II° colata piroclastica): strato di tufo granulare litoide grigio, presente con spessori di 4-5 metri e osservato nell'area della Domus Tiberiana e Orti farnesiani;
- prodotti del rimaneggiamento della II° colata piroclastica: strato composto da sabbie vulcaniche grigie e sabbie grigie con materiale vulcanico rimaneggiato, presente con spessori di 4-5 metri e incontrato nell'area della Domus Tiberiana e Orti farnesiani;
- tufo lionato (III° colata piroclastica): vulcanite con caratteristiche litoidi;
- formazione Aurelia: strato fluvio-lacustre presente al di sotto della coltre dei riporti nella zona centrale del colle con uno spessore modesto, massimo di 2 metri;
- alluvioni: formazione incontrata nelle aree più basse dell'area del Palatino (Circo Massimo, Colosseo), corrispondente ad antichi bacini palustri;
- terreni di riporto: strato eterogeneo, generalmente a matrice pozzolanica, “materiale geologicamente assente nella zona”²⁰, che ricopre spessori molto variabili e maschera quasi completamente le formazioni geologiche presenti.

²⁰ Dipartimento Scienze della Terra dell'Università di Roma, *Relazione dello studio geologico dell'area del Palatino*, Foro Romano, 1982.

Figura 48. Profilo geologico



Fonte: Dipartimento Scienze della Terra dell'Università di Roma, Relazione dello studio geologico dell'area del Palatino, Foro Romano, 1982

Successivamente all'epoca romana, il colle è stato interessato da una situazione di degrado e distruzione delle strutture determinando, perciò, una massa di detriti che si sono mescolati ai terreni di riporto, creando così letti di coltivazione con spessori che variano da pochi centimetri a 18 metri, e che hanno mutato ulteriormente la morfologia originaria. Inoltre, dal profilo precedentemente esposto, si evidenzia un brusco salto altimetrico nella quota del tetto della formazione di Ponte Galeria, facendo così supporre l'esistenza di una tettonica nella zona nord-occidentale del colle Palatino.

3.2.3. L'indagine geognostica del 1985

Dal 1985 è stata eseguita una campagna di indagine geognostica²¹ nell'area della Domus Tiberiana ad opera della ditta Geosonda S.p.A., finalizzata all'approfondimento della conoscenza dei terreni di fondazione del complesso monumentale, integrando i risultati dello studio geologico svolto precedentemente e volta a chiarire alcuni aspetti geotecnici che, negli anni precedenti, non erano stati presi in considerazione ed erano stati poco definiti.

La campagna consisteva in 25 sondaggi di lunghezza variabile, di cui 8 profondi a scopo geotecnico e 17 in superficie volti allo studio di aspetti archeologici. Procedendo dal basso verso l'alto e riferendo le quote al livello medio del mare, si è individuata una sequenza litologica²² in accordo con le informazioni della letteratura tecnica relative allo studio geologico del colle Palatino.

A partire da circa 2 metri fino a 15 metri s.l.m., si estende quasi orizzontalmente un deposito di ghiaie e sabbie fluviali al di sopra della formazione delle argille plioceniche. Lo strato di ghiaia e sabbia è delimitato superiormente da un deposito di tufi antichi di consistenza variabile e spessori diversi; in alcune di queste zone è presente una copertura di argille limose sabbiose di origine fluvio-palustre di spessore moderato, mentre in altre è del tutto assente. La sequenza stratigrafica subisce una graduale alterazione

²¹ Scarpelli G., *Relazione sulle indagini geognostiche Geosonda, campagna 1985*, Domus Tiberiana, Palatino, Soprintendenza Archeologica di Roma.

²² Scarpelli G., *Relazione sulle indagini geognostiche Geosonda, campagna 1985*, Domus Tiberiana, Palatino, Soprintendenza Archeologica di Roma, p. 6-7.

proseguendo dal Clivo della Vittoria verso il lato della Domus Tiberiana che fronteggia la Via Nova.

Dai sondaggi eseguiti in questa campagna sono stati prelevati dei campioni indisturbati, i quali sono stati sottoposti a prove fisiche e meccaniche. Mentre le prime sono state eseguite per descrivere, attraverso l'analisi granulometrica e la determinazione dei limiti di consistenza, la natura dei terreni; le secondo hanno consentito di determinare alcuni parametri geotecnici, la cui definizione è stata necessaria per individuare le condizioni degli interventi di consolidamento operati nel complesso monumentale delle Domus Tiberiana.

3.2.4. L'indagine geotecnica e geologica del 1999

Nell'ambito della convenzione stilata fra il dipartimento di Scienze e Ingegneria della Materia, dell'Ambiente ed Urbanistica (SIMAU) dell'Università Politecnica delle Marche e il CISTeC dell'Università di Roma "La Sapienza" è stata avviata nel 1999 una campagna di indagine²³ a carattere geotecnico nell'area della Domus Tiberiana.

La campagna era finalizzata ad una revisione delle informazioni delle indagini precedenti e alla "determinazione della profondità dei piani d'imposta delle fondazioni degli speroni in muratura a rinforzo delle strutture archeologiche"²⁴, alla definizione di sequenze stratigrafiche del sottosuolo e alla caratterizzazione geotecnica dei terreni. A tal

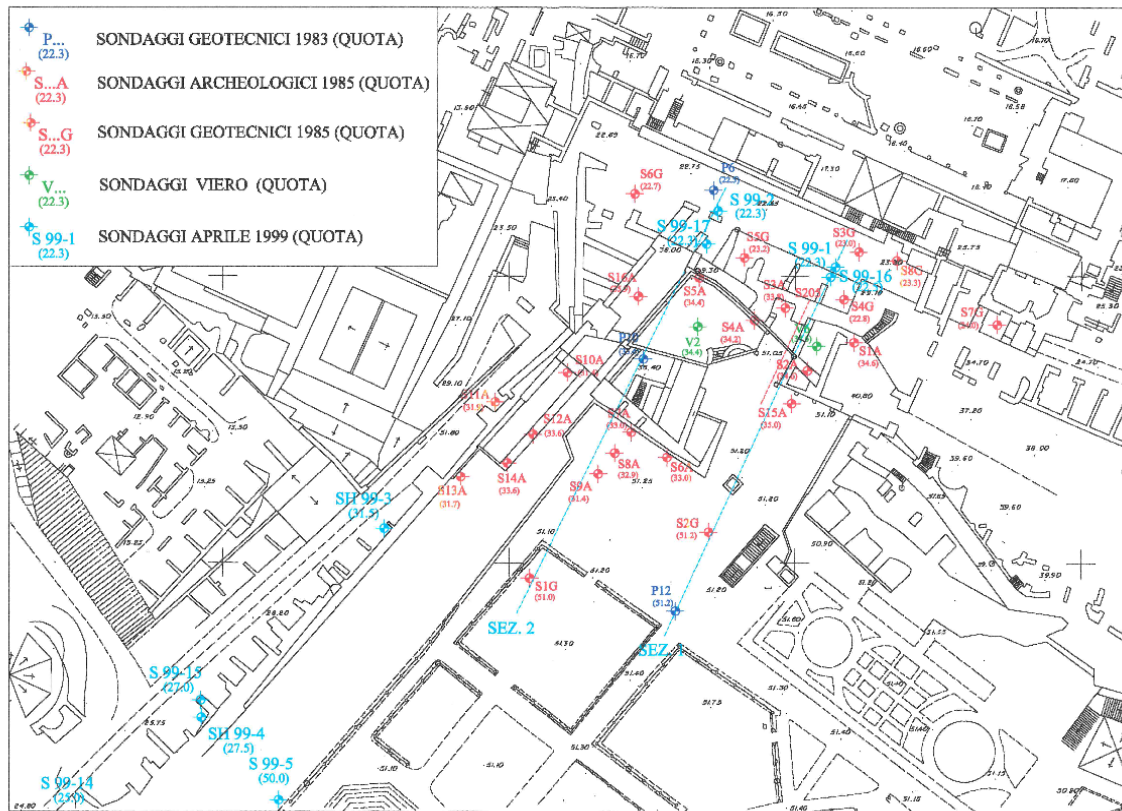
²³ ARCHIVIO PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, *Fondo archivistico Ascoli Marchetti*, fascicolo. 4995, "Parte I: Indagini geotecniche e geologiche", 1999.

²⁴ ARCHIVIO PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, *Fondo archivistico Ascoli Marchetti*, fascicolo. 4995, "Parte I: Indagini geotecniche e geologiche", 1999, p. 3.

proposito, sono stati riesaminati i campioni di terreno prelevati nelle indagini precedenti; in particolare si è fatto riferimento a quelle eseguite dal 1982 al 1985 dall'impresa Geosonda S.p.A.

Il riesame dei campioni si è svolto con la riapertura delle cassette catalogatrici depositate presso la Soprintendenza Archeologica Romana, relative ai sondaggi S3A, S4A, S3G, S4G, S5G, S8G (Fig. 49), i quali hanno consentito di riconoscere la natura dei materiali estratti. Inoltre, la campagna consisteva in 13 sondaggi a carotaggio continuo, eseguiti dalla ditta Solisonda S.r.l., di cui 11 in direzione verticale con lunghezza massima di 45 metri, come indicato nella seguente planimetria con la denominazione S-99.

Figura 49. Ubicazione dei sondaggi



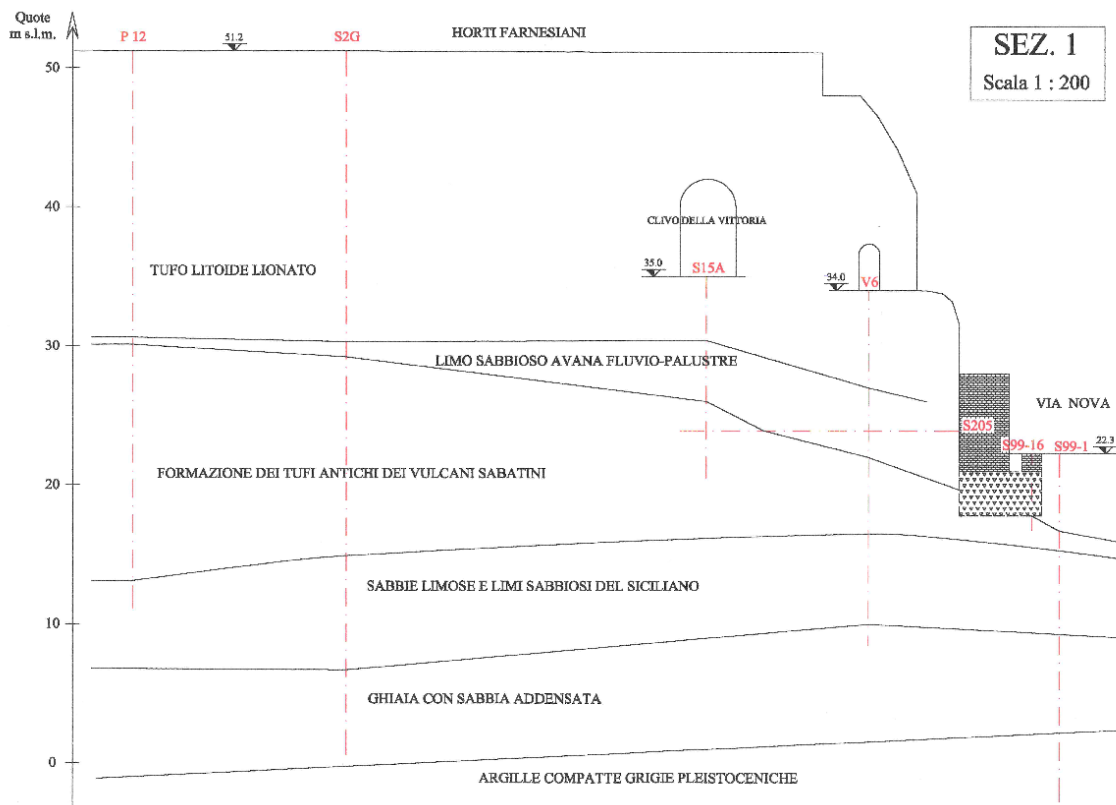
Fonte: ARCHIVIO PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, Fondo archivistico Ascoli Marchetti, fascicolo 4995, "Planimetria ubicazione Indagini geotecniche e Sezioni stratigrafiche", 1999

Attraverso l'installazione di piezometri di Casagrande, è stata riscontrata una falda acquifera ad una quota di circa 11 metri s.l.m., coerente alle misure condotte in passato. "Va comunque tenuto presente che, in base alla sequenza stratigrafica rilevata, in particolare per l'elevata permeabilità del banco di ghiaie e sabbie sovrastante la formazione argillosa di base, alla morfologia della zona ed alla forte influenza del fiume

Tevere sulle falde, non si ritengono probabili forti variazioni dei livelli piezometrici delle acque sotterranee”.²⁵

Anche in questa campagna, da alcuni sondaggi sono stati prelevati dei campioni indisturbati, i quali sono stati sottoposti a prove fisiche (analisi granulometrica, determinazione dei limiti di consistenza) volte alla classificazione del litotipo, e prove meccaniche finalizzate alla caratterizzazione geotecnica dei terreni.

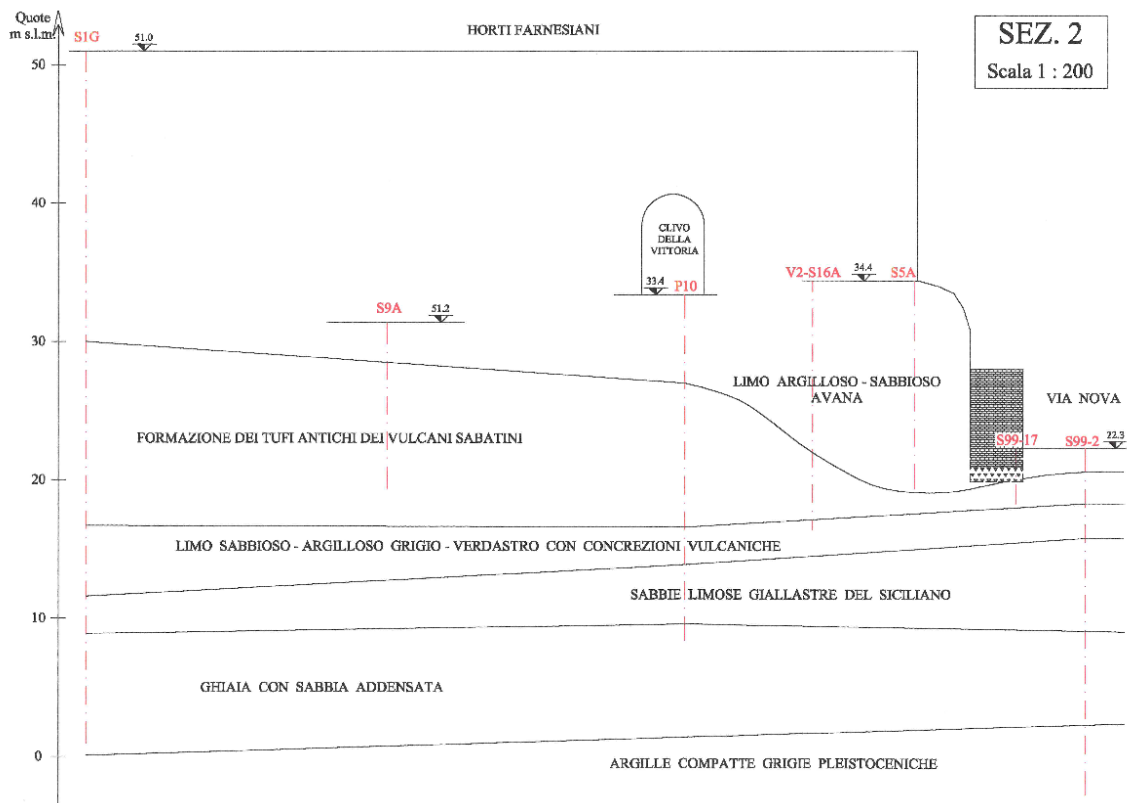
Figura 50. Sezione stratigrafica 1



Fonte: ARCHIVIO PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, Fondo archivistico Ascoli Marchetti, fascicolo 4995, “Planimetria ubicazione Indagini geotecniche e Sezioni stratigrafiche”, 1999

²⁵ ARCHIVIO PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, Fondo archivistico Ascoli Marchetti, fascicolo. 4995, “Parte I: Indagini geotecniche e geologiche”, 1999, p. 3.

Figura 51. Sezione stratigrafica 2



Fonte: ARCHIVIO PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, Fondo archivistico Ascoli Marchetti, fascicolo 4995, "Planimetria ubicazione Indagini geotecniche e Sezioni stratigrafiche", 1999

Dalla definizione delle sezioni stratigrafiche, si evidenzia l'analogia con le sequenze litologiche individuate precedentemente. Infatti, procedendo dagli strati più profondi e proseguendo verso l'alto si distingue, al disopra delle argille plioceniche, la formazione di ghiaie e sabbie fluviali che, nella zona della Domus Tiberiana, risulta con uno spessore progressivamente crescente, andando dalla Via Nova fino alla zona del Rivellino. Al di sopra del deposito fluviale quasi tutti i sondaggi presentano uno strato di sabbia fine giallastra limosa che si riduce progressivamente procedendo dalla Domus Tiberiana verso la zona della Magna Mater.

Sovrapposto a questo strato, che corrisponde al complesso del Siciliano, è presente la formazione dei tufi antichi, deposito piroclastico prodotto dall'eruzione del vulcano laziale, comprendente materiali caratterizzati da tufi grigi pseudo-litoidi, tufi terrosi sabbiosi e tufite grigiastra.

Ad una quota di circa 30 metri s.l.m., è presente uno strato limoso-sabbioso di origine fluvio-palustre di spessore variabile da circa 2 a 4 metri. Tuttavia, tale deposito diminuisce progressivamente, in quanto si riprende con la formazione vulcanica caratterizzata da tufo litoide-lionato rossastro che, in alcune zone, affiora sulle superfici del Palatino, in altre, invece, viene ricoperto da un manto di riporto superficiale o da un ulteriore strato fluvio-lacustre prima del terreno di riporto.

La campagna di indagine geotecnica eseguita nel 1999 ha permesso di trarre conclusioni importanti sulla pianificazione degli interventi di consolidamento dell'edificio monumentale, ma in particolar modo, ha consentito di approfondire la conoscenza del sottosuolo della Domus Tiberiana, il complesso monumentale di cui fa parte il criptoportico centrale.

3.2.5. La campagna geognostica del 2010

Su incarico della Presidenza del Consiglio dei ministri, nel 2010 è stata avviata una campagna di indagine geognostica con finalità archeologiche, idrogeologiche, geofisiche e geotecniche nell'area del Palatino, intrapresa per la realizzazione di interventi urgenti nelle aree archeologiche di Roma e Ostia antica (OPCM 28 maggio 2009, n° 3774).

La campagna è stata eseguita dal gruppo di lavoro formato dalla ditta Geoter s.r.l. e Sonedile s.r.l., con lo scopo di “fornire una valutazione complessiva circa le caratteristiche archeologiche, litostratigrafiche, geotecniche, idrogeologiche e geofisiche relative ai terreni costituenti il sottosuolo dell’area dei Fori-Palatino-Colosseo, indirizzare l’analisi di pericolosità geologica e microzonazione sismica e consentire la progettazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza e salvaguardia delle aree archeologiche”.²⁶

L’indagine geognostica è stata articolata nell’attuazione di sondaggi a carotaggio continuo e prelievi di campioni indisturbati e rimaneggiati; nell’allestimento di piezometri di Casa Grande e piezometri elettrici; nell’esecuzione di prove penetrometriche statiche SPT e prove Cross-Hole e Down-Hole.

Inizialmente sono stati eseguiti 26 sondaggi a carotaggio continuo spinti ad una profondità massima di 56 metri e distinti in 3 tipologie: di tipo MS (Microzonazione Sismica); di tipo P (Pericolosità) e di tipo A (Archeologici).

²⁶ Geoter s.r.l., Sonedile s.r.l., *Rapporto tecnico*, Area archeologica Fori-Palatino-Colosseo, 2010.

Figura 52. Planimetria dei sondaggi



Fonte: documenti presenti nella banca dati Urbi-SIT, Sezione Palatino, CNR-IGAG, Dipartimento della Protezione Civile, Web-GIS Palatino, annuminas.igag.cnr.it

Dai sondaggi sono stati prelevati 45 campioni indisturbati volti alla caratterizzazione geotecnica dei terreni. Dalla Fig. 52 si nota come siano stati eseguiti pochi carotaggi nell'area degli Orti farnesiani, in quanto la loro esecuzione avrebbe compromesso

l'integrità delle strutture archeologiche sotterranee, come è accaduto per tutte le indagini condotte negli ultimi 40 anni.

La campagna del 2010 è risultata utile e funzionale alla definizione del sottosuolo del Palatino e i sondaggi eseguiti hanno mostrato una stratigrafia caratterizzata da una terminologia chiara ed esaustiva e che è stata presa in considerazione per la modellazione geologica dell'area degli Orti farnesiani.

3.3. IL SISTEMA INFORMATICO “WEB-GIS PALATINO”

Con il consolidarsi di un interesse rivolto alla gestione e tutela del territorio, alla salvaguardia dell’ambiente e dell’uso del suolo, si è appreso che l’analisi territoriale non può essere più semplicemente affidata ad un supporto cartografico e a riferimenti letterari, ma necessita dell’utilizzo di nuove tecnologie per la gestione delle informazioni utili di un territorio. In questa ottica, negli ultimi anni, le amministrazioni pubbliche si sono attrezzate con Sistema Informativi Geografici (GIS) in grado di raccogliere, immagazzinare e condividere dati geografici geo-riferiti a partire da database reperiti dagli archivi.

A tal proposito, l’Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria (IGAG) e il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), per conto del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (DPC), hanno realizzato, nell’ambito del progetto di servizio Urbi-SIT, un sistema informativo territoriale “Web-Gis Palatino”, in grado di fornire gli strumenti per la valutazione delle pericolosità geologiche del colle Palatino.

Il sistema informativo geografico (GIS) è stato realizzato tenendo conto delle informazioni ricavate dalla letteratura scientifica, dei risultati delle campagne geognostiche precedentemente esposte e del contenuto del foglio 374-Roma della Carta Geologica d’Italia²⁷, la quale ha consentito di ricostruire l’evoluzione del Palatino per l’intervallo pliocene-quadernario.

²⁷ DIPARTIMENTO DI SCIENZE GEOLOGICHE DELL’UNIVERSITÀ DI ROMA TRE, *Progetto CARG*, Servizio Geologico Nazionale, 2001.

Pertanto, si ritiene che la simbologia e terminologia presentata all'interno del sistema informativo "Web-Gis Palatino" dovrebbe essere adottata nei lavori successivi così da consentire un naturale proseguimento delle attività gestite con approcci organici e più adeguati alla tutela dei siti archeologici.

3.3.1. La Carta Geologica del colle Palatino

La complessità dell'argomento oggetto di studio ha richiesto l'azione combinata di un gruppo di lavoro interdisciplinare, portata avanti a partire dalla revisione critica della letteratura scientifica disponibile, poi espletata con l'integrazione delle informazioni di superficie tratte dai risultati dei sondaggi geognostici delle campagne eseguite dal 1982 al 2010, le quali sono state esposte precedentemente.

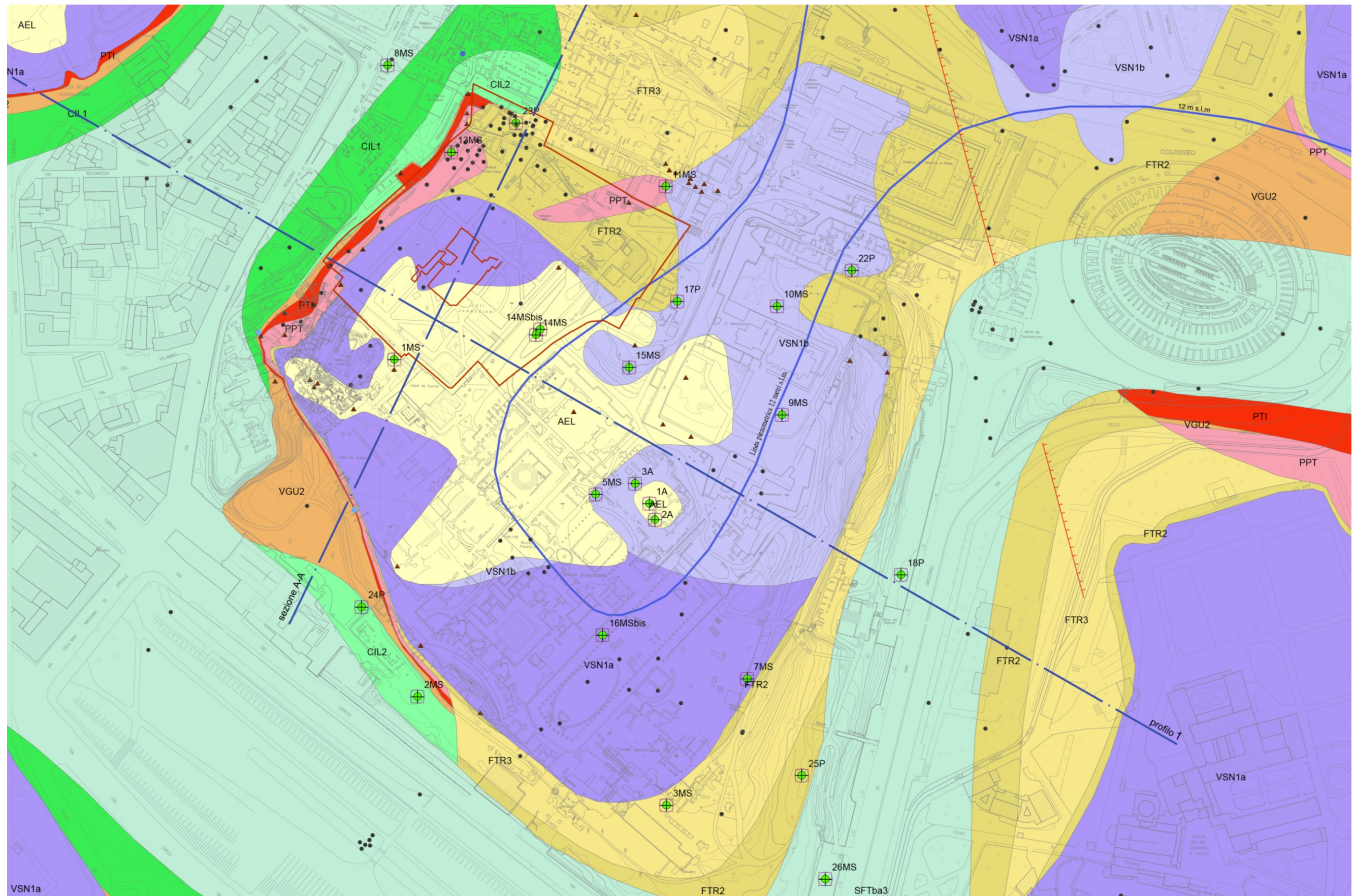
Attraverso questa iniziativa, è stata realizzata una *Carta Geologica* in grado di descrivere l'assetto geologico del sottosuolo dell'intero colle Palatino.

In particolare, la *Carta* è risultata funzionale alla definizione geologica del settore nord-occidentale del Palatino, vista la mole di dati potenzialmente reperibili. La lettura della descrizione geologica del versante nord della Domus Tiberiana ha consentito di trarre conclusioni importanti circa la conformazione geologica dell'area degli Orti farnesiani e, quindi, del criptoportico centrale, nella quale non era possibile l'osservazione diretta.

In seguito, è stata avviata un'attività di sopralluoghi, i quali hanno fornito una mappatura degli elementi antropici responsabili dei dissesti che si sono verificati in passato e che sono ancora in atto nell'area del Palatino.

La *Carta Geologica* mostra le formazioni geologiche sepolte dallo strato di coltre antropica o che sono in affioramento e contiene, anche, informazioni relative ai punti di falda acquifera e alla piezometria.

Figura 53. Carta geologica del colle Palatino

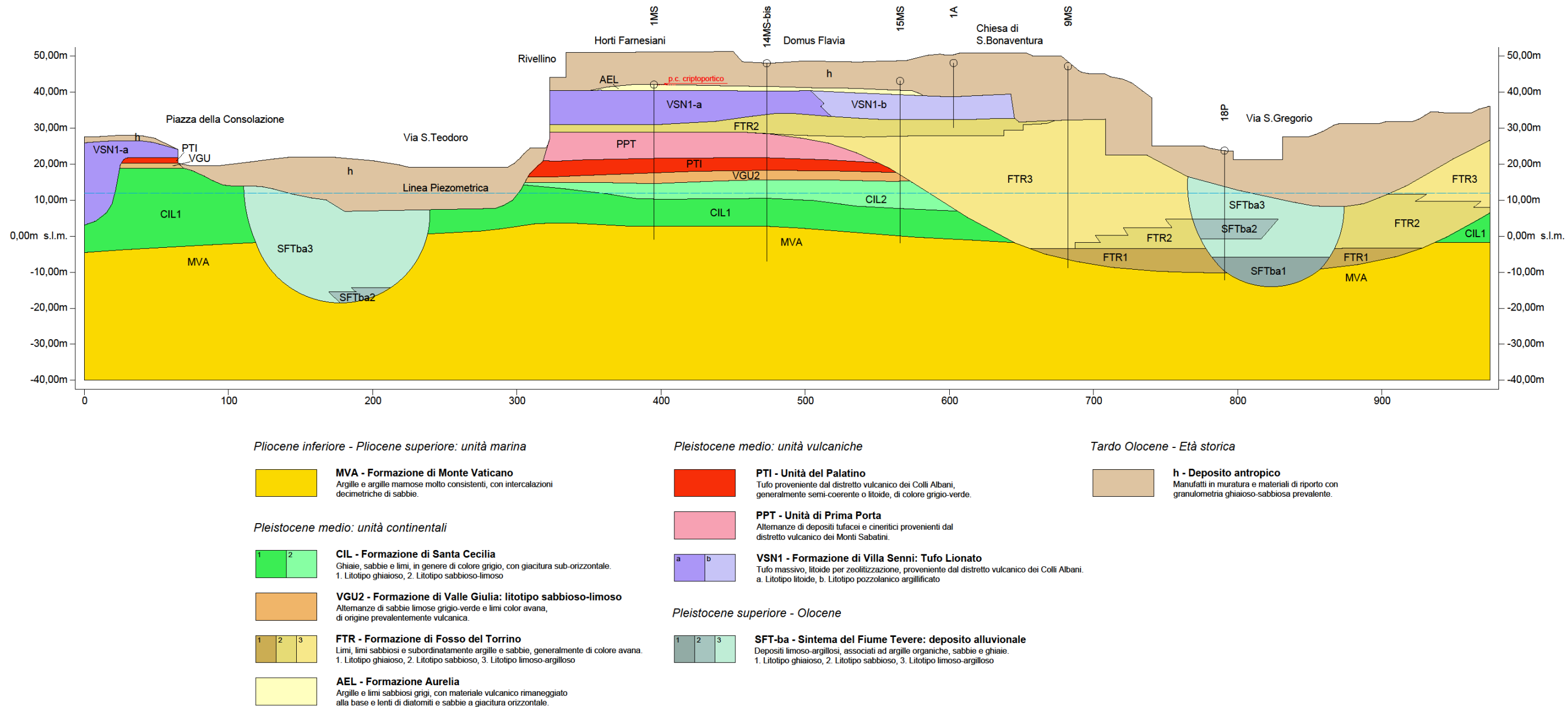


Fonte: CNR-IGAG, Dipartimento della Protezione Civile, Web-GIS Palatino, banca dati Urbi-SIT, Sezione Palatino, annuminas.igag.cnr.it

Attraverso la definizione della *Carta Geologica*, sono stati realizzati dei profili geologici che mostrano la suddivisione stratigrafica delle unità litologiche.

Il profilo 1, come mostra la Fig. 53, è quello preso in considerazione per lo studio geologico dell'area degli Orti farnesiani:

Figura 54. Profilo geologico n°1



Fonte: propria elaborazione dalle informazioni presenti nella banca dati Urbi-SIT, Sezione Palatino, CNR-IGAG, Dipartimento della Protezione Civile, Web-GIS Palatino, annuminas.igag.cnr.it

3.3.2. Le unità lito-stratigrafiche

Nella definizione di una stratigrafia sintetica che rappresenti la natura e le caratteristiche del sottosuolo sono state definite delle unità lito-stratigrafiche, funzionali alla relazione geologica dell'area del criptoportico centrale. Si ritiene che queste formazioni siano da prendere come riferimento per studi successivi.

La descrizione²⁸ delle formazioni litologiche è stata posta evidenziando i caratteri essenziali e, dalla più antica alla più recente, sono:

MVA-Formazione di Monte Vaticano

L'unità del substrato pliocenico, corrispondente alla seconda epoca geologica del Neogene, comprende la formazione del Monte Vaticano che rappresenta nella città di Roma il bed-rock geologico, ossia il basamento roccioso delle altre formazioni più recenti del territorio, data l'elevata consistenza dovuta a precompressione ed il notevole spessore. Essa è costituita da un'alternanza di argille e argille marnose molto consistenti. La formazione emerge lungo le pendici di Monte Mario e affiora fino alla quota di 110 metri s.l.m. nella zona della Balduina. La superficie superiore dell'unità, con giacitura sub-orizzontale, è interamente ricoperta dalla Formazione di Santa Cecilia e del Fosso del Torrino, mentre in corrispondenza del bordo valle è sovrastata dall'unità tardo-quaternaria dei depositi alluvionali SFTba. La formazione è stata incontrata nel sottosuolo romano fino ad oltre -60 metri s.l.m.

²⁸ Funicello R., Giordano G., *Foglio e Note illustrative, Carta Geologica d'Italia, Foglio 374 ROMA*, APAT - Servizio Geologico d'Italia, Roma, 2008, https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/note_illustrative/374_Roma.pdf.

CIL-Formazione di Santa Cecilia

Alla base della formazione è presente una coltre di ghiaie composta da clasti carbonatici e silicei in matrice sabbiosa. Andando verso l'alto, le ghiaie passano a sabbie e sabbie limose, a loro volta sovrastate da argille e diatomiti. Le ghiaie e le sabbie sono permeabili e contengono una falda idrica a 12 metri s.l.m. in pressione continua in tutta l'area urbana, mentre i livelli argillosi sono meno permeabili.

VGU-Formazione di Valle Giulia

La formazione è una struttura sedimentaria di ambiente fluviale databile al pleistocene medio ed è moderatamente permeabile. Ha spessori compresi tra 5 e 8 metri ed è costituita da sabbie limose grigio-verdi di origine prevalentemente vulcanica, e superiormente da limi di color ocra sottostanti la formazione dell'Unità del Palatino.

PTI-Unità del Palatino

La formazione è un deposito di colata piroclastica proveniente dall'attività vulcanica dei Colli Albani. Ha un carattere parzialmente litoide; lo scheletro è composto da frammenti lavici e scorie grigie e nere; ha uno spessore di 5 e 7 metri e sovrasta interamente la formazione VGU. È permeabile e interessata da cavità antropiche.

PPT-Unità di Prima Porta

La formazione è un deposito piroclastico a matrice cineritica prevalente di colore avana-giallastro, proveniente dal distretto vulcanico dei Monti Sabatini. Ha uno spessore massimo di 10 metri.

FTR-Formazione di Fosso del Torrino

La formazione è un deposito sedimentario di ambiente fluvio-lacustre di sabbie limose e limi, generalmente di colore avana. Sulla superficie inferiore e superiore sono presenti livelli ghiaiosi-sabbiosi costituiti da ciottoli silicei. I depositi di questa unità sono da poco a mediamente permeabili e potenzialmente soggetti ad erosione e franosità.

VSN-Formazione di Villa Senni

È un deposito di colata piroclastica, nel quale si distingue l'Unità del Tufo Lionato (VSN1), un tufo massivo proveniente dal distretto vulcanico dei Colli Albani. Alla base è presente un paleosuolo argilloso-sabbioso erodibile che lo separa dalla formazione PTI. In alcune zone del Palatino VSN1 è interessato da fratture sub-verticali che causano il processo di ribaltamento toppling.

AEL-Formazione Aurelia

Questa unità si è formata durante la parte medio alta del pleistocene medio e la si trova sia ad una quota di circa 46 metri s.l.m. (zona Vigna Barberini) che di circa 30 metri s.l.m. (zona Clivo della Vittoria). È un deposito di argille e limi sabbioso grigio con materiale

vulcanico rimaneggiato alla base. Spesso questa formazione è stata ricoperta da depositi antropici di riporto, ovvero è stata asportata durante le varie fasi insediative per consentire la posa in opera delle fondazioni degli edifici sul sottostante e più stabile substrato tufaceo-pozzolanaceo. È poco permeabile ed ha uno spessore massimo di 5 metri.

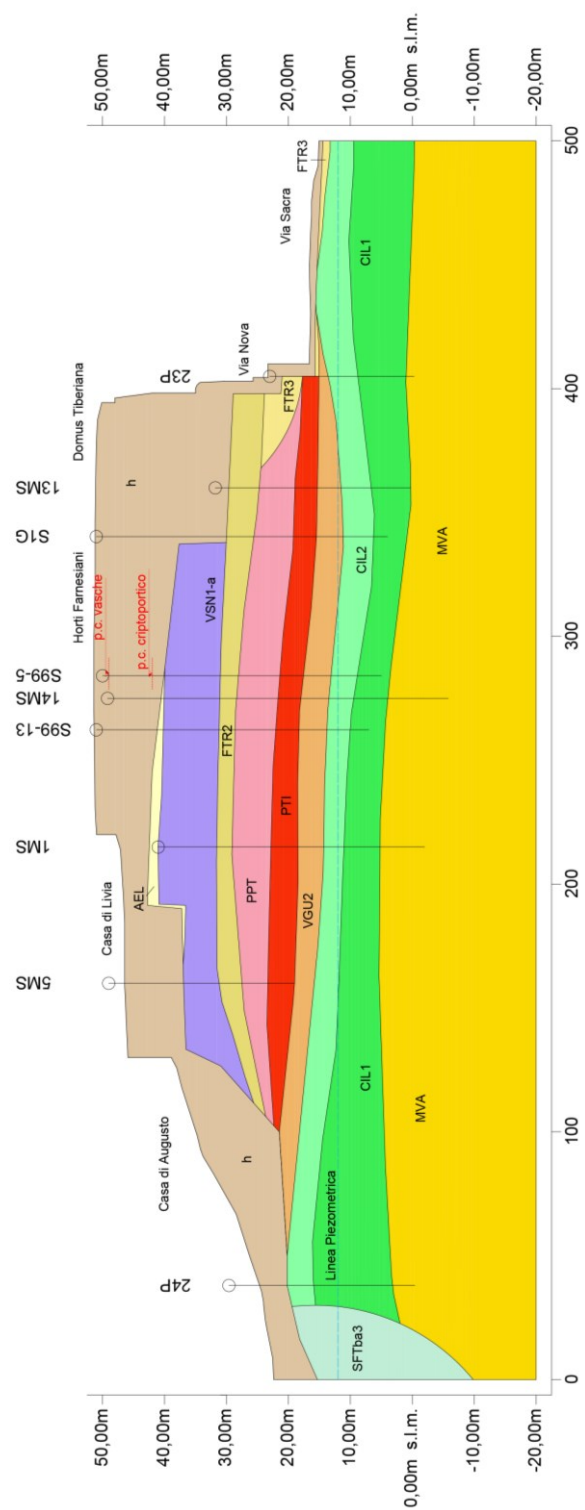
h-Deposito antropico

Durante l'epoca geologica più recente, l'Olocene, l'area romana è stata interessata da forti processi di sedimentazione legati all'attività vulcanica e da modificazioni del paesaggio a seguito dell'antropizzazione del territorio. L'intervento dell'uomo ha trasformato i caratteri fisici del territorio romano determinando il rivestimento quasi totale dell'area urbana e della sommità dei rilievi con strati pressoché continui di terreni di riporto per spessori complessivi che superano i 15-20 metri. La presenza di depositi antropici permette di rappresentare l'evoluzione della morfologia del territorio a seguito dell'attività umana, in quanto attraverso gli scavi archeologici è possibile ricostruire le fasi del popolamento umano dell'area negli ultimi 3000 anni. Questa unità è una coltre eterogenea dovuta al deposito di materiali di riporto, di pezzatura prevalente ghiaioso-sabbiosa, con matrice limoso-argillosa o di natura pozzolanica. È, soprattutto, costituita da frammenti di muratura, laterizi, ceramiche e vasellame, e da manufatti storici come costruzioni, cavità e pareti di condotte idrauliche scavate nel sottosuolo archeologico. Si trova ad una quota compresa tra circa 50 metri s.l.m. (Zona Orti farnesiani) e 15 metri s.l.m. (Zona Via Nova).

3.4. I MODELLI GEOLOGICI DI RIFERIMENTO

Nel presente sotto-capitolo vengono presentati i modelli geologici di riferimento, ossia degli output di sintesi che mettono in evidenza le sezioni stratigrafiche del sottosuolo in esame e le unità lito-stratigrafiche presenti nel Palatino, in particolare nell'area del criptoportico centrale. In quest'ultima non sono presenti molti dati derivanti dalle prove geognostiche, perciò è stata inizialmente elaborata una sezione stratigrafica, che taglia perpendicolarmente il Palatino e la zona degli Orti farnesiani, la quale ha permesso di individuare in modo più chiaro le quote altimetriche delle formazioni geologiche in esame. La sezione stratigrafica proposta è conforme alla simbologia e terminologia del profilo geologico esposto nel precedente sotto-capitolo 3.3.

Figura 55. Sezione geologica che taglia perpendicolarmente la zona degli Orti farnesiani



Fonte: propria elaborazione

Di seguito vengono elencati i sondaggi interpolati, le cui stratigrafie e caratteristiche fisiche sono state prese in considerazione per la definizione del modello di sintesi precedente volto a descrivere l'assetto geologico del sottosuolo dell'area del Palatino.

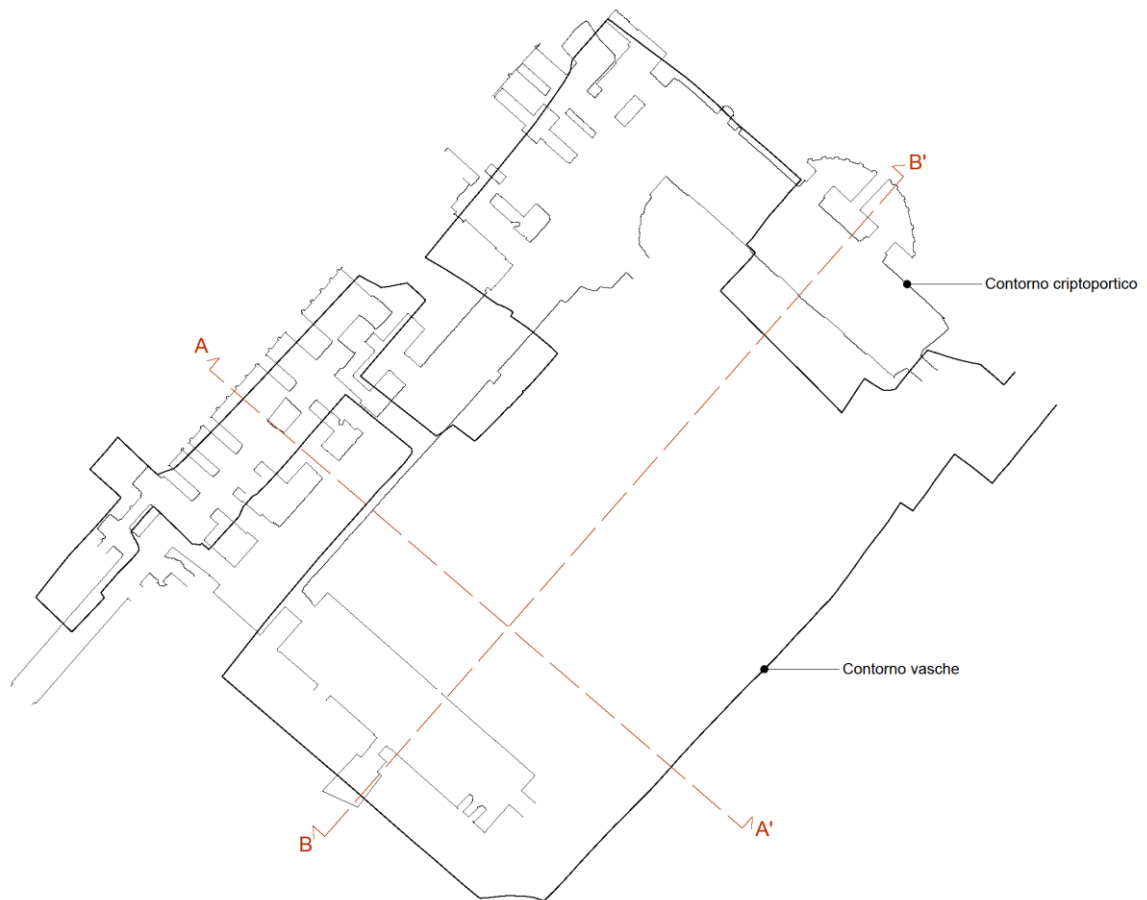
Tabella 1. Sondaggi presi in considerazione

Sondaggi	Direzione	Quota	Lunghezza	Anno	Sito
[-]	[-]	[m s.l.m.]	[m]	[-]	[-]
24P	V	29,60	30,00	2010	Circo Massimo
5MS	V	49,00	30,00	2010	No man's land
1MS	V	41,00	43,00	2010	Auguratorium
S99-13	V	51,00	44,00	1999	Bastione farnesiano
14MS	V	49,20	55,00	2010	Criptoportico neroniano
S99-5	V	50,00	45,00	1999	Bastione farnesiano
S1G	V	51,00	47,00	1985	Horti Farnesiani
13MS	V	31,70	31,50	2010	Clivio della Vittoria
23P	V	23,00	23,30	2010	Tabernae Via Nova

Fonte: propria elaborazione

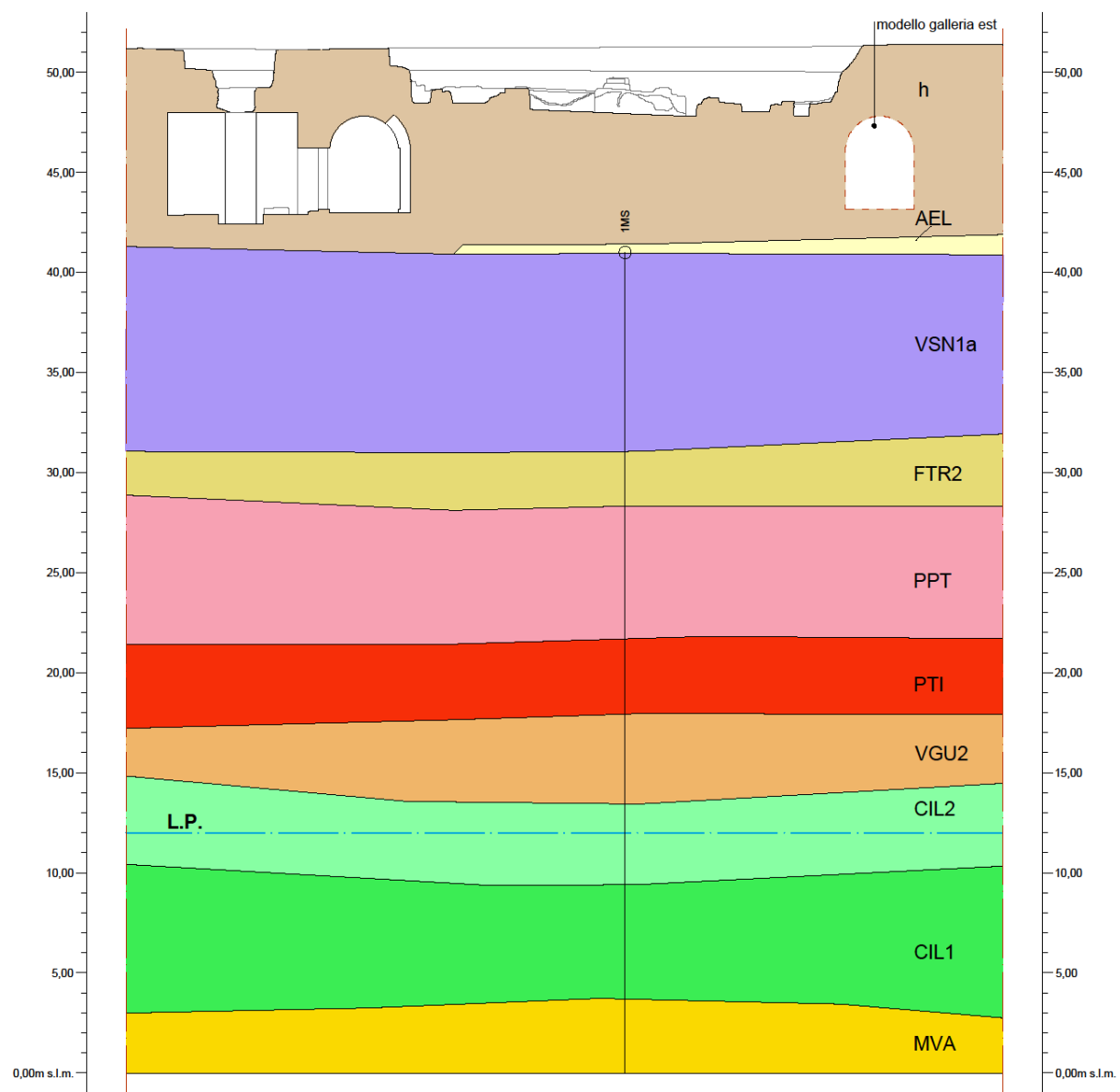
Interpolando le informazioni derivanti dalla sezione precedente (Fig. 55) e i valori delle quote altimetriche tratte da alcuni elaborati relativi alle strutture del criptoportico centrale e delle vasche, si sono realizzate due sezioni stratigrafiche del terreno sottostante il sistema ipogeo.

Figura 56. Individuazione delle sezioni stratigrafiche

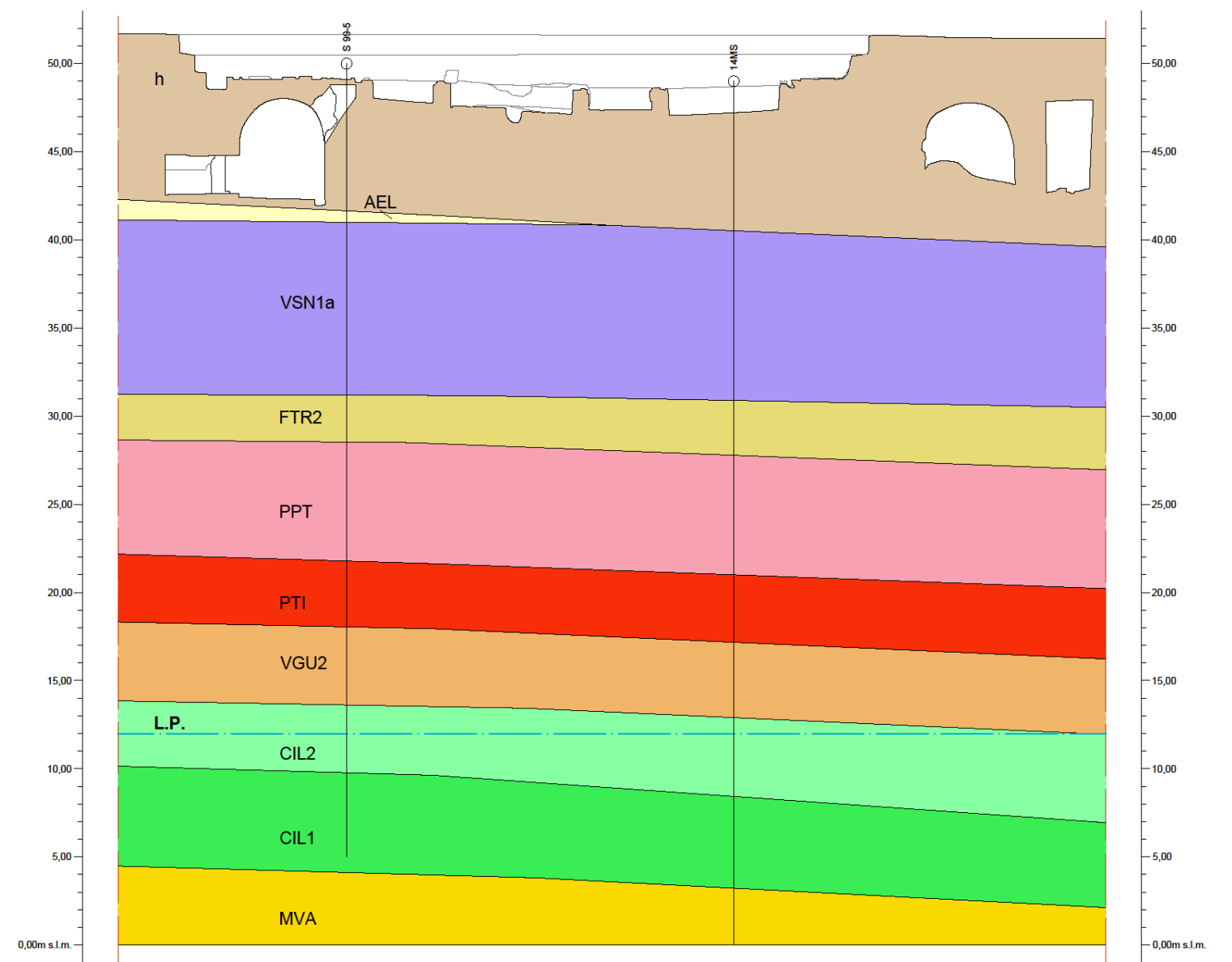


Fonte: propria elaborazione

Figura 57. Modelli geologici di riferimento



Sezione A-A'



Sezione B-B'

Fonte: propria elaborazione

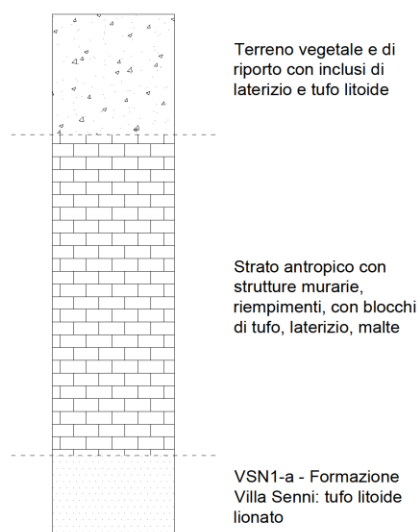
I modelli geologici di riferimento del sistema ipogeo mostrano la giacitura sub-orizzontale degli strati geologici relativamente alla quota del piano campagna a circa 51 metri s.l.m. (quota Orti farnesiani).

Come mostra la Fig. 57, la sequenza dei tipi litologici, sovrastati dalle argille plioceniche, è riconducibile ad un'unica serie stratigrafica, la quale subisce un abbassamento progressivo in direzione della Domus Tiberiana (sezione B-B').

Inoltre, si evidenzia un abbassamento del piano di calpestio di alcuni blocchi centrali del sistema delle vasche. Questa problematica fa emergere l'idea di pianificare un'attività di rilevare la loro conformazione e la causa che li ha provocati.

Di seguito viene presentato un modello geologico locale del deposito antropico (h) dato il suo grande spessore tra le vasche e le pareti del criptoportico centrale. Una definizione geologica specifica di questa formazione è condizione necessaria per una caratterizzazione geotecnica adeguata, in grado di rappresentare la relazione tra i due sistemi interconnessi.

Figura 58. Modello stratigrafico locale del deposito antropico (h)



Fonte: propria elaborazione dalle informazioni presenti nella Relazione tecnica delle Indagini diagnostiche di tipo geofisico per la caratterizzazione del sottosuolo del piano di calpestio del criptoportico della Domus Tiberiana, SO.IN.G. strutture & ambiente S.r.l., Soprintendenza Archeologica di Roma, 2014

3.5. LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

L'obiettivo delle indagini geotecniche è la caratterizzazione del terreno per la completa definizione del modello geotecnico di sottosuolo, la cui definizione è condizione necessaria per il proseguimento delle analisi numeriche volte a descrivere la risposta dinamica delle strutture. Al modello geotecnico si perviene con la schematizzazione della stratigrafia del volume di terreno significativo e con l'attribuzione dei parametri geotecnici a ciascun complesso in funzione della problematica che si vuole analizzare.

I parametri geotecnici definiscono le proprietà fisico-meccaniche dei terreni e la loro determinazione avviene attraverso l'esecuzione di una serie di prove in laboratorio e in sito. I valori geotecnici dipendono, in particolare, dalle proprietà dipendenti dalla storia geologica (caratteristiche intrinseche, storia tensionale, parametri di sito) e dal percorso di carico (condizioni di carico).

Le prove di laboratorio vengono eseguite su campioni indisturbati prelevati a varie profondità durante le fasi di ricostruzione del profilo stratigrafico messe in atto con i sondaggi geologici e geotecnici. I campioni indisturbati sono campioni di terreno che conservano la struttura e il contenuto d'acqua propri del terreno nella sua sede naturale. Diversamente dalle prove di laboratorio, quelle in sito permettono di caratterizzare terreni incoerenti (non campionabili) e di ottenere parametri più rappresentativi in termini di permeabilità e deformabilità.

A seconda del parametro geotecnico che si rileva, le prove di laboratorio si dividono in fisiche e meccaniche. Quelle fisiche consistono nella classificazione del terreno e nella determinazione delle sue proprietà fisiche, attraverso la caratterizzazione del campione

indisturbato prelevato. In particolare, si effettuano l'analisi granulometrica, la misura del contenuto d'acqua allo stato naturale, la misura del peso dell'unità di volume, la determinazione dei limiti di consistenza.

Il contenuto di acqua W si esprime in percentuale come rapporto tra il peso del volume di acqua del campione di terra e il peso del volume solido. All'aumentare del contenuto di acqua, le caratteristiche del terreno peggiorano. Il contenuto di acqua influisce scarsamente sulle ghiaie e sabbie, al contrario dei terreni limosi, che tendono a diventare molli se saturi di acqua. L'analisi granulometrica permette di denominare un terreno in funzione della sua granulosità, attraverso la tecnica della setacciatura per i terreni a grana grossa, oppure mediante la tecnica della sedimentazione per i terreni a grana fine.

Essenziale in una caratterizzazione geotecnica, è la definizione dei limiti di consistenza che definiscono quattro stati fisici della materia in relazione alla quantità di acqua presente. Infatti, il contenuto di acqua W altera in modo significativo il comportamento di qualsiasi terreno, in particolare, un terreno a grana fine. Il più noto limite di consistenza è quello di liquidità W_L , il quale rappresenta quel valore di contenuto di acqua in corrispondenza del quale un terreno possiede una resistenza a taglio così piccola, che un solco praticato su un campione di terra si richiude se sollecitato con una procedura standardizzata. Un secondo limite di consistenza è quello di plasticità W_P che rappresenta quel contenuto di acqua per il quale un terreno comincia a perdere il suo comportamento plastico. La differenza tra W_L e W_P permette di definire un indice di plasticità I_P , che evidenzia la propensione di un terreno a passare dallo stato solido allo stato fluido, fornisce il range di contenuto di acqua per cui una terra si comporta come materiale

plastico, e definisce il campo di lavorabilità del materiale. Importante, ai fini del comportamento meccanico dei terreni, è la determinazione dell'indice di consistenza I_C , in quanto permette di risalire ad una stima della resistenza a compressione del terreno f_k . Le prove meccaniche definiscono i parametri di deformabilità e resistenza dei terreni, i cui valori hanno maggior influenza sull'impostazione generale delle condizioni di progetto. Il primo parametro viene verificato attraverso l'esecuzione di prove edometriche, mentre il secondo, in funzione delle condizioni al contorno, con prove a taglio diretto o prove a cella triassiale. La definizione delle condizioni al contorno è fondamentale perché permette di capire con che termini esprimere un valore geotecnico e, quindi, quale prova meccanica impiegare.

Lo scopo di questa spiegazione è nel far comprendere come la caratterizzazione geotecnica sia una procedura complessa, in quanto la pianificazione della modalità di esecuzione e la determinazione dei parametri che descrivono il terreno variano a seconda della problematica che si va ad affrontare e dell'obiettivo a cui si vuole ambire.

3.5.1. Le caratteristiche fisiche e meccaniche dei litotipi

La Soprintendenza Archeologica Romana ha richiesto, nel corso delle campagne geognostiche precedenti, attività volte alla caratterizzazione geotecnica dei terreni del colle Palatino. Tuttavia, come mostrano le precedenti planimetrie, nell'area degli Orti farnesiani non sono mai stati condotti sondaggi in grado di rappresentare le caratteristiche fisiche e meccaniche delle formazioni geologiche, in quanto il prelievo di carote e campioni indisturbati avrebbe inciso sulle cavità archeologiche sotterranee della zona.

Comunque, la caratterizzazione geotecnica dei terreni è condizione necessaria per la definizione del modello geotecnico di sottosuolo, senza il quale non è possibile trarre delle conclusioni e proseguire le attività di intervento.

A tale scopo, si riporta in una tabella dei valori medi stimati delle caratteristiche fisiche e meccaniche di alcune unità geologiche, per le quali è stato possibile prelevare dei campioni indisturbati a vari livelli di profondità e nelle vicinanze dell'area degli Orti farnesiani, e sui quali sono state condotte prove di laboratorio nell'ambito delle campagne precedenti.

In particolare, si è fatto riferimento al rapporto tecnico realizzato nella campagna di indagine geognostica e geotecnica nel complesso monumentale della Domus Tiberiana del 1982, in cui 37 campioni indisturbati sono stati sottoposti a prove di laboratorio, e al Rapporto sulle prove geotecniche di laboratorio realizzato nell'ambito delle indagini del 2010 finalizzate alla valutazione delle pericolosità geologiche del colle Palatino.

Si sottolinea, però, come le indagini geotecniche abbiano interessato solo alcune delle unità lito-stratigrafiche individuate, in quanto non sono stati prelevati e, in particolare caratterizzati, molti campioni indisturbati. Infatti, si sono ottenuti molti esiti circa le proprietà fisico-meccaniche delle formazioni del Fosso del Torrino (FTR), di Santa Cecilia (CIL) e di Monte Vaticano (MVA). Pochi dati si hanno per l'unità lito-stratigrafica di Valle Giulia (VGU), in quanto le informazioni provengono da un solo campione indisturbato. Non sono disponibili, invece, informazioni sui terreni incoerenti dei tufi (VSN, PTI, PPT), della Formazione Aurelia (AEL) e del deposito antropico (h), in quanto non è stato possibile prelevare campioni indisturbati.

Tabella 2. Sintesi delle caratteristiche fisiche delle unità geologiche

Unità	z	γ	e	W	I _c	I _p
[-]	[m]	[kN/m ³]	[-]	[%]	[-]	[-]
MVA	0,0-3,0	>20	<4,7	<22	1÷1,5	20÷34
CIL1	3,0-10,0	19,0÷20,0	4,5÷4,7	-	-	-
CIL2	10,0-14,5	19,0÷20,0	4,5÷4,7	-	1,45÷4,75	18÷19
VGU2	14,5-17,0	<15,5	-	-	-	-
PTI	17,0-21,3	-	-	-	-	-
PPT	21,3-29,0	-	-	-	-	-
FTR2	29,0-31,5	18,0÷21,0	1,0÷4,5	20÷35	1,45÷4,75	-
VSN1-a	31,5-41,0	-	-	-	-	-
AEL	41,0-42,0	-	-	-	-	-
h	42,0-51,0	-	-	-	-	-

Fonte: propria elaborazione dalle informazioni presenti nella Valutazione di stabilità e stato di conservazione localizzati in Cecchi R., roma archæologia - Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico, Secondo Rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010

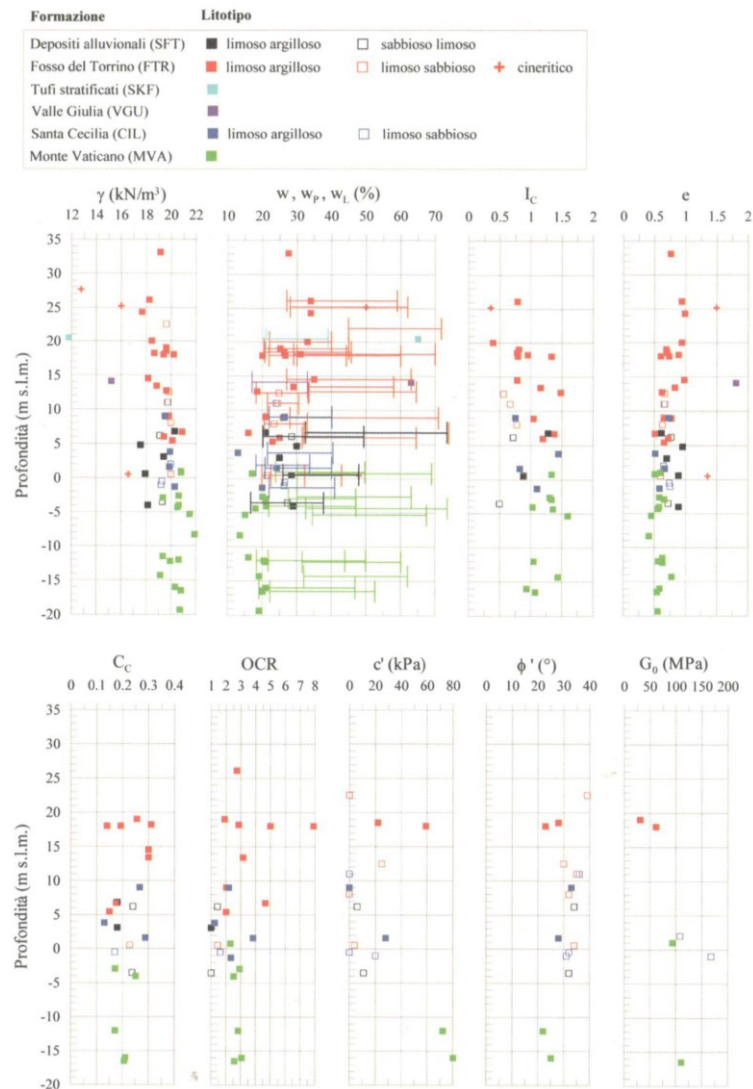
Tabella 3 Sintesi delle caratteristiche meccaniche delle unità geologiche

Unità	z	φ	c'	OCR	C _c	G
[-]	[m]	[°]	[kPa]	[-]	[-]	[MPa]
MVA	0,0-3,0	24	76	2÷3	4,17÷4,25	100
CIL1	3,0-10,0	33	-	1,3÷3,8	4,12÷4,28	100
CIL2	10,0-14,5	31	14	1,3÷3,8	4,12÷4,28	100
VGU2	14,5-17,0	-	-	-	-	-
PTI	17,0-21,3	-	-	-	-	-
PPT	21,3-29,0	-	-	-	-	-
FTR2	29,0-31,5	30÷40	-	2÷8	4,15÷4,3	30÷60
VSN1-a	31,5-41,0	-	-	-	-	-
AEL	41,0-42,0	-	-	-	-	-
h	42,0-51,0	-	-	-	-	-

Fonte: propria elaborazione dalle informazioni presenti nella Valutazione di stabilità e stato di conservazione localizzati in Cecchi R., roma archæologia - Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico, Secondo Rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010

Viene mostrata, inoltre, la variazione delle proprietà fisico-meccaniche delle unità geologiche, in funzione della quota riferita al livello medio del mare. In particolare, il peso dell'unità di volume e l'indice di consistenza aumentano con la profondità, con conseguente riduzione dell'indice dei vuoti e del contenuto di acqua.

Figura 59. Andamento con la profondità delle principali proprietà indice e fisico-meccaniche per i litotipi individuati nell'area del colle Palatino



Fonte: Valutazione di stabilità e stato di conservazione localizzati in Cecchi R., roma archæologia - Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico, Secondo Rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010, p. 118

È importante sottolineare che questo sotto-capitolo ha voluto fornire dei dati medi stimati sulle condizioni fisiche e meccaniche delle unità geologiche individuate nel sottosuolo

del Palatino, le quali possono essere utili ad un preliminare inquadramento delle proprietà dei terreni, favorendo la pianificazione di attività rivolte alla caratterizzazione geotecnica.

3.6. L'ASSETTO IDROGEOLOGICO E LE CRITICITÀ GEOLOGICHE

Nel presente sotto-capitolo viene esposta una riflessione sulle pericolosità geologiche del Palatino, in particolare quelle che interessano maggiormente l'area degli Orti farnesiani. Inoltre, si evidenziano i valori di permeabilità delle formazioni geologiche precedentemente esposte, la cui definizione è utile per ottenere un inquadramento esaustivo della complessità geologica del sottosuolo del criptoportico centrale.

3.6.1. I complessi idrogeologici

Il deposito antropico (h), che ricopre la collina del Palatino con uno spessore di circa 15 metri, è uno strato eterogeneo sia per quanto riguarda la tessitura che la composizione granulometrica della matrice. In questa unità si è riconosciuto un complesso idrogeologico detto “dei riporti”, il quale si ritiene, dalla revisione di alcuni sondaggi geognostici, che possa potenzialmente contenere accumuli di infiltrazione di acqua meteorica, anche se non ne è mai stata confermata la presenza nei rilievi collinari del Palatino. La permeabilità del complesso dei riporti varia fortemente in funzione del grado di compattazione dei materiali presenti; in linea generale si considera un grado di permeabilità K con valori compresi tra 10^{-3} e 10^{-5} cm/sec.

Un altro complesso idrogeologico riconosciuto è quello dei depositi lacustri e delle alluvioni oloceniche, il quale presenta valori di permeabilità molto variabili in ragione dell'eterogeneità dei terreni presenti. Nell'insieme, la permeabilità può ritenersi mediamente medio-bassa con valori di K che oscillano tra 10^{-4} e 10^{-6} cm/sec.

La formazione Aurelia (AEL), che caratterizza generalmente la parte sommitale del Palatino, presenta un complesso idrogeologico con permeabilità K molto bassa tra 10^{-6} e 10^{-7} cm/sec.

Da approfondire è il complesso idrogeologico della Formazione di Villa Senni (VSN): si stima che questo complesso possa godere di un alto livello di permeabilità; tuttavia, l'isolamento sul Palatino e la presenza della formazione impermeabile sovrastante hanno determinato l'impedimento sia di ricariche laterali che di eventuali scambi idrici con gli strati superiori. Inoltre, la presenza di cunicoli e cavità scavate nel sottosuolo fa pensare che l'Unità del Tufo Lionato (VSN1) sia un livello aerato, anche se si ritiene che la funzione delle condotte idrauliche fosse quella di captare e incanalare le acque circolanti nel sottosuolo.

Le unità lito-stratigrafiche del Fosso del Torrino (FTR) e del Palatino (PTI) rappresentano complessi idrogeologicamente isolati al tetto, in quanto coperti da terreni vulcanici poco permeabili, così come lo sono lateralmente. Infatti, l'assetto geologico e geomorfologico del colle Palatino impedisce le ricariche idriche di questi complessi, comportando una potenzialità acquifera molto bassa.

Diverso è il complesso idrogeologico corrispondente alla Formazione di Santa Cecilia (CIL), il quale, essendo molto esteso arealmente, ha una maggior possibilità di ricarica, presentando così una elevata permeabilità. Inoltre, contiene una falda idrica in pressione confinata superiormente da frazioni poco permeabili e inferiormente da argille poco permeabili dell'Unità di Monte Vaticano (MVA). La falda idrica è una fonte naturale che comporta un ammasso di terreno carico di acqua; in questo caso, la falda è artesianica, in

quanto contenuta in uno strato di terreno permeabile che inferiormente confina con uno strato poco permeabile.

Infine, le argille plioceniche dell'Unità di Monte Vaticano sono sovra-consolidate e presentano una bassissima permeabilità, con valori di K inferiori a 10^{-7} cm/sec.

3.6.2. La circolazione idrica della Formazione Santa Cecilia

La circolazione idrica sotterranea riscontrata nell'intera area di studio è quella contenuta nello strato sub-orizzontale ghiaioso-sabbioso della Formazione Santa Cecilia (CIL) che, inoltre, rappresenta l'unità che contiene l'acquifero più importante dell'intera zona urbana della città di Roma.

Questa falda idrica trova la sua ricarica nelle zone esterne alla città, ed entra nell'area urbana con una circolazione sotterranea, con un flusso orientato da nord-ovest verso sud-ovest, e con un andamento piezometrico variabile, in quanto modificato dalle incisioni fluviali.

La falda è di natura artesianica, in quanto contenuta in una formazione permeabile e occupa solo la parte inferiore della stessa, poggiando alla base dello strato di argille plioceniche poco permeabili dell'Unità di Monte Vaticano (MVA).

La superficie piezometrica della falda rappresenta la linea che, idealmente, contiene tutti i punti la cui pressione coincide con quella atmosferica. Attraverso la revisione dei sondaggi eseguiti nelle campagne precedenti è stato possibile ricostruire l'andamento piezometrico della falda idrica contenuta nella Formazione di Santa Cecilia: in

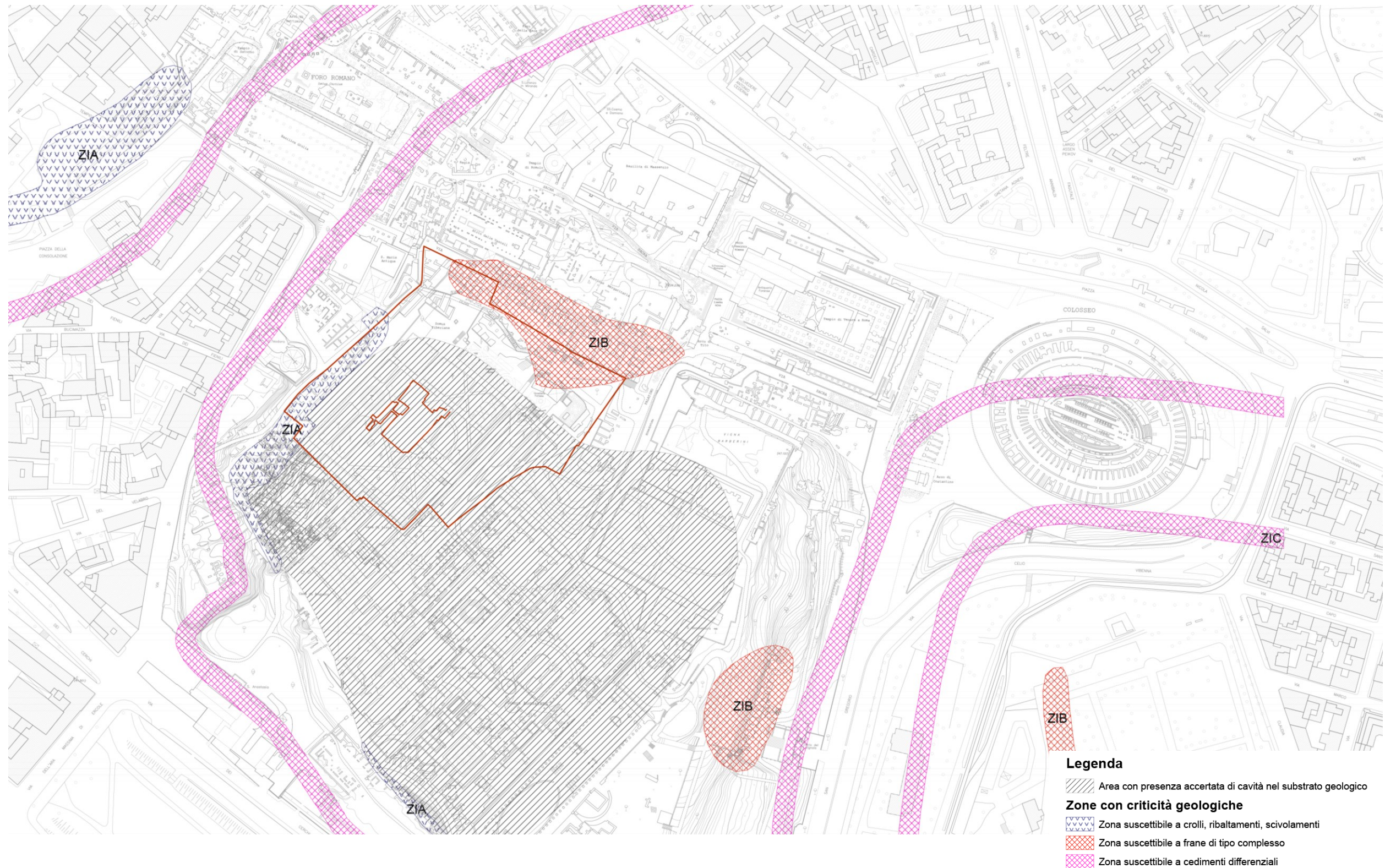
corrispondenza del Palatino il livello si aggira intorno a 12 metri s.l.m., il quale però si abbassa nelle zone centrali del colle.

Si conclude evidenziando come la falda artesianica risulta confinata per la conformazione geomorfologica del Palatino e risulta in pressione, in quanto la superficie piezometrica si trova ad una quota più alta rispetto il tetto dell'acquifero, tranne che in alcune porzioni nord-occidentali del colle, in cui la falda è libera e non in pressione.

3.6.3. Valutazione delle pericolosità geologiche

Nell'ambito della campagna geognostica del 2010 si sono valutate le pericolosità geologiche che insistono sul Palatino e che hanno determinato, nel corso dei secoli, dissesti di varia natura, cui sono state soggette le strutture storiche del colle. Infatti, il Palatino è caratterizzato da una complessa stratigrafia archeologica, poiché interessato da modificazioni antropiche importanti come attività di scavo, azioni di coltivazione, di spoliatura dei versanti e di costruzione delle sostruzioni, le quali hanno indotto nelle strutture storiche una condizione di fragilità accentuata, in particolare, nelle aree di sommità del colle.

Figura 60. Carta delle pericolosità geologiche



Fonte: Valutazione di stabilità e stato di conservazione localizzati in Cecchi R., roma archæologia - Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico, Secondo Rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010

I dissesti che hanno interessato le strutture storiche del Palatino sono riferibili, in linea generale, “alle condizioni di instabilità geomeccanica dei terreni di fondazione e dall’assetto geomorfologico locale, profondamente modificato dall’azione antropica plurimillenaria”.²⁹ Infatti, la causa principale dei dissesti si riscontra nelle relazioni che intercorrono tra le strutture, il terreno sottostante e la circolazione delle acque sotterranee. Come evidenzia la Fig. 61, le potenziali pericolosità geologiche, causate da elementi geologici e antropici, sono di varia natura. In particolar modo possono essere ricondotte sia a crolli di cavità sotterranee di origine antropica sia all’instabilità gravitativa dei versanti³⁰ del colle causata dal ribaltamento di blocchi di tufo (processi di toppling), per scivolamento o per scorrimenti di ammassi rocciosi.

²⁹ Cecchi R., *roma archæologia - Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico*, Secondo Rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010, p.123.

³⁰ Cecchi R., *roma archæologia - Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico*, Secondo Rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010, p.120.

Figura 61. Sintesi delle pericolosità geologiche riferibili alle principali unità affioranti e sub-affioranti del colle Palatino

Pericolosità	Presenza di cavità e potenziali crolli associati	Instabilità di versante per crollo e ribaltamento di blocchi litoidi	Instabilità di versante per scivolamenti e scorrimenti	Amplificazione sismica	Subsidenza e cedimenti
Unità					
Deposito antropico (h)	X	X	X	X	X
Sistema Fiume Tevere: deposito alluvionale (SFTba)	–	–	–	X	X
Formazione Aurelia (AEL)	X	–	X	X	–
Formazione di Villa Senni: Pozzolanelle (VSN2)	X	–	X	X	–
Formazione di Villa Senni: Tufo Lionato (VSN1)	X	X	X	X	–
Formazione di Fosso del Torrino (FTR)	X	–	X	X	–
Tufi stratificati di Sacrofano (SKF)	X	X	–	X	–
Unità del Palatino (PTI)	X	X	X	X	–
Formazione di Santa Cecilia (CIL)	–	–	X	–	–

Fonte: Cecchi R., roma archaeologia - Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico, Secondo Rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010, p.126

Si ritiene che la pericolosità geologica che interessa maggiormente l'area del criptoportico centrale della Domus Tiberiana sia quella indotta dalla presenza di cavità sotterranee ad esso, in quanto quella indotta dall'instabilità dei versanti si concentra, in particolar modo, negli affioramenti del tufo lionato nelle pendici occidentali del Palatino.

Infatti, nel colle si estende una rete caveale che è stata individuata a seguito delle attività di scavo archeologiche eseguite nel corso dei secoli, le quali hanno ulteriormente messo in luce due sistemi sotterranei interconnessi. Uno dei due impianti, di età romana, aveva una funzione idraulica di drenaggio delle acque sotterranee ed era caratterizzato da cunicoli a sezione ogivale, “collegati a cisterne, che in una fase antica dovevano essere utilizzate come zone di cava”³¹. L’altro impianto, invece, di età rinascimentale, era caratterizzato da gallerie irregolari create per l’estrazione dei materiali di costruzione, quali la pozzolana e il tufo.

La presenza di queste cavità ipogee ha aumentato, nel corso dei secoli, i livelli di pericolosità geologica, in quanto ha provocato crolli localizzati e abbassamenti dei livelli di calpestio delle strutture sovrastanti. È bene mappare e analizzare la conformazione dei cedimenti in alcuni punti del criptoportico centrale e del sistema delle vasche a quota dei giardini farnesiani, così da accertare la corrispondenza al fenomeno di subsidenza di origine antropica.

Tuttavia, prima di passare a tecniche di misurazione del fenomeno della subsidenza, sarebbe più opportuno mettere in evidenza lo sviluppo plano-altimetrico del criptoportico centrale, il quale, ad oggi, non è mappato completamente. L’individuazione della mappatura plano-altimetrica del sistema ipogeo è condizione necessaria per individuare dove i livelli di pericolo, indotti dal crollo delle strutture ad esso sotterranee, siano maggiori.

³¹ Cecchi R., *roma archaeologia - Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico*, Secondo Rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010, p.126.

3.7. OSSERVAZIONI E PROPOSTE

A seguito dello studio e sintesi degli aspetti geologici che interessano maggiormente l'area degli Orti farnesiani, in particolare del criptoportico centrale, sono emerse delle riflessioni risultate funzionali alla definizione di proposte di intervento ed attività che la Soprintendenza Archeologica Romana potrebbe prendere in considerazione nei lavori successivi.

3.7.1. Valutazione del problema di crollo del sistema ipogeo

La complessità del sistema ipogeo del criptoportico centrale della Domus Tiberiana pone lo studio alla risoluzione di una serie di problematiche correlate alla valutazione del pericolo di crollo.

Infatti, il criptoportico centrale è un sistema che, oltre essere stato interessato da crolli localizzati nella volta di copertura dovuti al peso del terreno e delle strutture sovrastanti, presenta una rete caveale, al di sotto del suo piano di calpestio, formata da cunicoli e condotte idrauliche, la quale sembra essere la causa degli sprofondamenti degli ambienti collegati alla galleria ovest.

Contrariamente alle condotte idrauliche e allo stesso criptoportico, i cunicoli per l'estrazione dei materiali della rete caveale non sono nati per essere costruiti nel sottosuolo e, quindi, resistere ai pesi e alle spinte dovute alla condizione sotterranea. Inoltre, nei secoli, il sistema ipogeo è stato ulteriormente sepolto a causa dell'innalzamento del livello del suolo dovuto ad un aumento della coltre di riporto antropica, provocando maggiormente problemi di stabilità a diversi metri di profondità.

Questa riflessione sottolinea la necessità di valutare i livelli di stabilità e/o instabilità degli elementi del sistema ipogeo, al fine di definire una zonazione dei vari gradi di pericolosità, in modo che non si abbiano problemi di gestione del rischio e nella disponibilità delle risorse economiche.

Per definire i livelli di pericolo di crollo del criptoportico centrale, si può far riferimento ad alcuni indicatori quali: le dimensioni planimetriche delle cavità (geometria, mappa delle gallerie), la profondità della calotta della volta a botte di copertura, il rapporto fra la profondità e la larghezza delle cavità, le caratteristiche lito-stratigrafiche, l'idrogeologia, le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni che intercorrono nelle pareti di scavo, l'analisi diagnostica del sistema, il peso di eventuali sovraccarichi, quote e tipologie delle fondazioni. Tutti questi indicatori dovrebbero essere definiti in modo chiaro in formati computerizzati così da avere un quadro di riferimento esaustivo della realtà ipogea.

Per valutare questi indicatori è necessario, quindi, conoscere l'andamento plano-altimetrico del sistema ipogeo accompagnato da una stratigrafia dettagliata del terreno, e definire i caratteri geometrici del suo sviluppo.

La valutazione del problema di crollo del criptoportico centrale deve far riferimento, inoltre, alla definizione del quadro fessurativo, il quale permette di leggere lo sviluppo delle linee di fessurazione principali di cui è importante capire il cinematismo.

3.7.2. Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

Dalle indagini archeologiche e speleologiche condotte nel 2016 si sono evidenziate le quote di calpestio di alcune cavità sotterranee presenti al di sotto del criptoportico

centrale, quali condotte idrauliche e cunicoli di estrazione dei materiali. L'associazione di queste informazioni con la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo dell'area del criptoportico centrale ha consentito di definire, approssimativamente, i terreni di imposta delle strutture di fondazione del sistema ipogeo. Infatti, i risultati ottenuti hanno confermato che il piano di posa delle fondazioni del criptoportico centrale e della rete caveale sottostante, situate a quote diverse, interessa prevalentemente il sostrato tufaceo (VSN1) e, in alcune aree, la formazione Aurelia (AEL) superiore.

Lo studio geologico condotto ha messo in evidenza che le strutture di fondazione della galleria sud e della galleria est non ancora rilevata, ma considerata esistente, poggiano sullo strato di argille e limi sabbiosi, il quale è poco resistente e poco permeabile; mentre per la parte del criptoportico centrale compresa nella galleria ovest e nord, le fondazioni ricadono sullo strato tufaceo che è, invece, molto resistente. Diversa è la situazione delle vasche, in quanto tutta la fondazione insiste sul deposito antropico eterogeneo, il cui spessore è maggiore nella parte centrale del sistema.

È necessario, quindi, eseguire una specifica indagine conoscitiva sulle strutture di fondazione del criptoportico centrale e delle vasche rilevate a quota dei giardini farnesiani, allo scopo di chiarire dettagli sulle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni per il progetto di eventuali opere di consolidamento.

L'analisi dovrebbe vertere sulla caratterizzazione geotecnica di questi terreni incoerenti, per i quali nelle indagini precedenti non è stato possibile prelevare campioni indisturbati che hanno conservato la struttura e il contenuto di acqua naturale. La caratterizzazione metterà in luce i terreni presenti sotto il profilo geotecnico, descrivendone le proprietà

fisiche, necessarie per una corretta interpretazione della loro natura, e le proprietà meccaniche, che definiranno le condizioni di progetto.

Tuttavia, è necessario comprendere come i parametri geotecnici, necessari per la definizione del modello geotecnico di sottosuolo, devono essere esaminati in funzione della problematica da affrontare e le indagini vengono pianificate come diretta conseguenza. Ad esempio, se l'obiettivo è verificare la resistenza del complesso terreno-struttura di fondazione a breve termine, il parametro geotecnico da considerare sarà la coesione non drenata C_u , misurata con prove triassiali in condizioni non drenate; invece, se si volesse verificare la stessa resistenza a lungo termine, i parametri sarebbero la coesione c' e l'angolo di attrito ϕ in termini di tensioni efficaci e verranno eseguite prove in condizione drenate.

Di conseguenza, si dovrebbe compiere una riflessione sulla strada da seguire per la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo dell'area del criptoportico centrale, ossia prima si dovrebbe definire la problematica da affrontare e, successivamente, programmare le indagini volte a definire il modello geotecnico di sottosuolo, il quale sarà necessario per compiere analisi numeriche che descriveranno il complesso comportamento terreno-struttura.

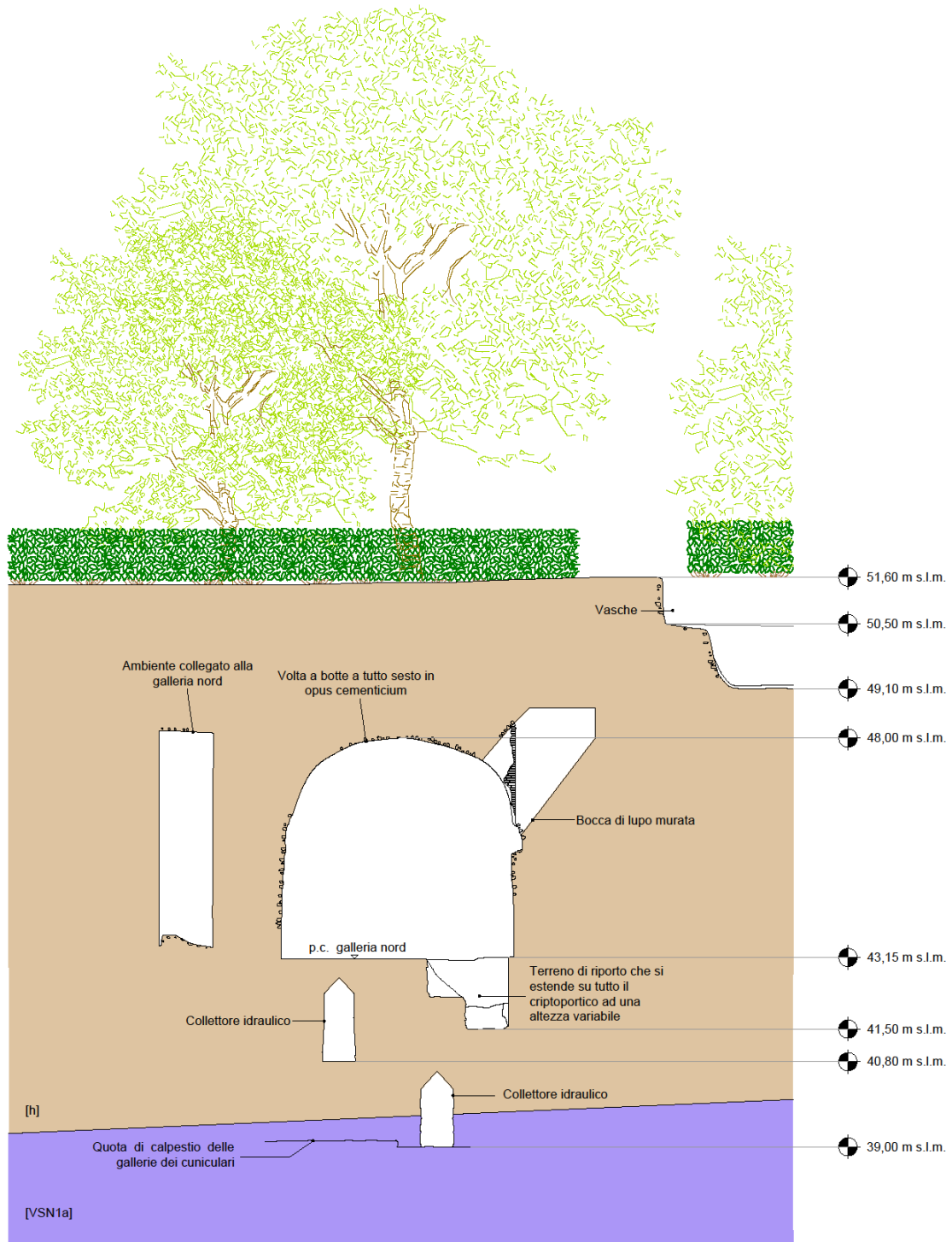
CONCLUSIONI

La ricostruzione stratigrafica del sottosuolo del criptoportico centrale della Domus Tiberiana, presentata nel capitolo precedente, ha favorito un inquadramento geologico dell'area e della conformazione dei tipi litologici presenti.

Tuttavia, la modellazione geologica non può prescindere da ulteriori approfondimenti relativi agli eventi che hanno determinato una trasformazione del manufatto, i quali consentono di mostrare le dinamiche di formazione e modificazione delle strutture sia nella geometria, nelle forme che nelle condizioni al contorno.

Quindi, si propone la messa in atto di un'attività rivolta alla realizzazione di un modello che ripercorra la storia evolutiva e tensionale dell'intero sistema che si innesta su livelli di profondità differenti, comprendente i terreni di fondazione (VSN1, AEL), la rete caveale sviluppata nel sostrato tufaceo, gli ambienti del criptoportico centrale, il deposito antropico (h), le vasche rilevate a quota dei giardini e gli Orti farnesiani.

Figura 62. Modello di sottosuolo



Fonte: propria elaborazione

Come si evince dalla Fig. 62, la rappresentazione del sottosuolo permette una stratificazione integrata tra archeologia e geologia favorendo, difatti, una migliore comprensione delle informazioni presentate ed una conoscenza organica dell'intero sistema strutturale.

Di conseguenza, per definire strumenti di calcolo capaci di descrivere analiticamente il comportamento terreno-struttura, si dovrebbero mettere in atto delle indagini preliminari volte a descrivere sinteticamente la complessità stratigrafica del sistema. Queste indagini di approfondimento dovrebbero mirare a:

- ripercorrere la storia evolutiva delle strutture delle vasche a quota dei giardini farnesiani e a conoscere il relativo sistema idraulico;
- relazionare la posizione degli alberi degli Orti farnesiani, asportati durante le operazioni di scavo archeologico delle vasche, con i dissesti individuati nel quadro fessurativo delle stesse e delle strutture sottostanti;
- comprendere i caratteri delle tecnologie edilizie di ogni struttura;
- conoscere le dimensioni delle strutture di fondazione delle vasche;
- valutare il problema di crollo del sistema ipogeo;
- caratterizzare i terreni di fondazione del criptoportico centrale.

La rappresentazione del modello di sottosuolo aiuterà a fornire una valutazione del problema di crollo, così da definire una zonazione dei gradi di pericolosità geologica e strutturale. Per di più, permetterà di descrivere dettagliatamente le quote altimetriche dei terreni di fondazione (VSN1, AEL) e, quindi, conoscere dove i livelli di pericolo geologico siano maggiori.

Inoltre, consentirà di approfondire in altimetria le fasi di evoluzione del costruito, attraverso sia l'individuazione delle unità stratigrafiche, ma anche dei relativi rapporti di anteriorità, contemporaneità e posteriorità, fornendo, quindi, un approfondimento sull'evoluzione dell'opera.

La realizzazione di un tale modello di sintesi richiederà anni di studi rivolti ad un approfondimento conoscitivo di tutte le vicende ed eventi che hanno interessato il sistema. Ciò nonostante permetterà di passare ad analisi numeriche prive di incertezze, le quali saranno in grado di caratterizzare l'opera e a descrivere il complesso comportamento tra il terreno e le strutture presenti, che è l'elemento caratterizzante di questa realtà.

Il modello di sottosuolo permetterà di mettere in atto un progetto di conoscenze, capace di offrire una visione orizzontale tra le discipline favorendo, così, la creazione di nuove fonti storiche e la trasmissione della conoscenza del bene culturale alle generazioni future, obiettivo fondamentale della tutela dei siti archeologici.

BIBLIOGRAFIA

ARCHIVIO S.S.B.A.R., Inventario n°21523, *Cartografia comunale, Area archeologica centrale-Foro romano-Palatino-Colosseo*, 1982.

AUGENTI A., *Il Palatino del Medioevo. Archeologia e topografia (secoli VI-XIII)*, L'Erma di Bretschneider, Roma, 1996.

BENVENUTO E., LANER F., PASTOR V., COMITATO GIUSEPPE GEROLA, *Restauro architettonico: il tema strutturale*, Trento, Italia, 1994.

CALABRESI G., SCARPELLI G., *Domus Tiberiana: studi e ricerche di geotecnica*, in "Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana" (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschneider, Roma, 1998.

CANEVA V., CUTINI M., *Palatino: trasformazioni ambientali e aspetti floristico-vegetazionali legati ai problemi archeologici*, in "Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana" (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschneider, Roma, 1998.

CARTA DI VENEZIA, *Carta Internazionale sulla conservazione e il restauro di monumenti e insiemi architettonici*, 1964.

CECCHI R., *roma archaeologia - Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico*, Secondo Rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010.

CORAZZA A., LOMBARDI L., MARRA F., *Geologia, idrogeologia e approvvigionamento idrico del Colle Capitolino*, Roma, 2004.

COSTITUZIONE DELLA REPUBBLICA ITALIANA 17 marzo 1861, titolo I "Rapporti civili".

DE ANGELIS D'OSSAT G., *Geologia del colle Palatino in Roma*, 1956.

DIPARTIMENTO DI SCIENZE GEOLOGICHE DELL'UNIVERSITÀ DI ROMA
TRE, *Progetto CARG*, Servizio Geologico Nazionale, 2001.

DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA TERRA DELL'UNIVERSITÀ DI ROMA,
Relazione dello studio geologico dell'area del Palatino, Foro Romano, 1982.

D.Lgs. 22 gennaio 2004 n°42, “*Codice dei beni culturali e del paesaggio*”.

GIAVARINI C., *Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana*, L'Erma di
Bretschneider, Roma, 1998.

GEOTER S.R.L., SONDEDILE S.R.L., *Rapporto tecnico*, Area archeologica Fori-
Palatino-Colosseo, 2010.

IOPPOLO F., *Domus Tiberiana: sostruzioni palatine sulla Via Nova*, in “*Palatino-Area
sacra sud-ovest e Domus Tiberiana*” (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschneider, Roma,
1998.

KRAUSE C., *Domus Tiberiana: il primo palazzo imperiale sul Palatino*, in “*Palatino-
Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana*” (Ed. Giavarini C.), L'Erma di Bretschneider,
Roma, 1998.

MARRA F., CARBONI M.G., DI BELLA L., FACCENNA C., FUNICELLO R., ROSA
C., *Il substrato plio-pleistocenico nell'area romana*, Bollettino della Società Geologica
Italiana, 1995.

MOCHEGGIANI CARPANO C., *Il Palatino sotterraneo*, in “*Roma sotterranea*”,
Roma 1985.

MORGANTI G., *L'area della Domus Tiberiana in età moderna: gli Orti farnesiani*, in “Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana” (Ed. Giavarini C.), L’Erma di Bretschneider, Roma, 1998.

MORO L., *Progetto generale di tutela*, in Cecchi R., *roma archæologia - Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico*, Secondo Rapporto, Ed. Mondadori Electa S.p.A., Milano, 2010.

NTC 2018, *Capitolo 6 - Progettazione geotecnica*, Gazzetta Ufficiale, Roma.

PAROTTO M., *Evoluzione paleogeografica dell'area romana*, in “La geologia di Roma: dal centro alla periferia”, SELCA, Firenze, 2008.

REPORT 2.1, *Assetto geologico e idrogeologico del Colle Palatino – Valutazione delle pericolosità geologiche*, Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria del Consiglio Nazionale delle Ricerche – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 2009.

ROSA P., *Scavi sul Palatino*, in “Annali dell’Istituto di Corrispondenza Archeologica”, 1865.

SCARPELLI G., *Relazione sulle indagini geognostiche Geosonda, campagna 1985*, Domus Tiberiana, Palatino, Soprintendenza Archeologica di Roma.

SCHIAPPELLI A., *Indagini archeologiche: Report Settimane I-XXIX*, Criptoportico centrale, Domus Tiberiana, 2014.

SCHIAPPELLI A., *Indagini archeologiche: Relazione finale*, Criptoportico centrale, Domus Tiberiana, 2016.

SOIL WORKS S.R.L., *Monitoraggio livellometrico della struttura: Report finale*, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2015.

SO.IN.G. STRUTTURE & AMBIENTE S.R.L., *Indagini diagnostiche di tipo geofisico per la caratterizzazione del sottosuolo del piano di calpestio del criptoportico della Domus Tiberiana: Relazione tecnica*, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2014.

STUDIO CROCI & ASSOCIATI, *Valutazione e monitoraggio dello stato di conservazione del patrimonio archeologico - Interventi per la riduzione del rischio e miglioramento sismico del Settore IV - Criptoportico centrale: Relazione di sintesi*, Soprintendenza Archeologica di Roma, 2006.

TOMEI M.A., *Cave e cavità sotterranee del monte Palatino*, in “Palatino-Area sacra sud-ovest e Domus Tiberiana” (Ed. Giavarini C.), L’Erma di Bretschneider, Roma, 1998.

VENTRIGLIA U., *Geologia del territorio del Comune di Roma*, Amministrazione provinciale di Roma, 2002.

FONTI ARCHIVISTICHE

Archivio Parco Archeologico del Colosseo

Fondo Vittorio Ascoli Marchetti

F. 4929, “Domus Tiberiana: Progetto per il restauro, lo scavo archeologico, il consolidamento e la sistemazione”, 2005.

F. 4929, “Domus Tiberiana: relazione geotecnica e strutturale di sintesi”, 2009.

F. 4929, “Le pendici della Domus Tiberiana rivolte verso il Foro Romano ed il Velabro: relazione generale”, 2009.

F. 4941, “Ampliamento adrianeo verso il Foro Romano: pianta Via Nova - ubicazione indagini geotecniche”, 2006.

F. 4952, “Bastione farnesiano fronte over lato S. Teodoro”, 2006.

F. 4952, “Domus Tiberiana – Interventi urgenti sul fronte del Velabro nella zona del crollo del Bastione farnesiano: Relazione geotecnica”, 2006.

F. 4952, “Domus Tiberiana: stabilizzazione del Bastione farnesiano e del Rivellino”, Contratto SAR-CISTeC (Repertorio SAR N° 7775).

F. 4952, “Miglioramento statico o adeguamento – Approccio storico ed archeologico nel restauro della Domus Tiberiana al Palatino”, 2004.

F. 4952, “Roma Palatino Foro Romano – Domus Tiberiana – Gioco del Lotto 2004-2006: Relazione tecnica all’intervento”, 2006.

F. 4952, “Parte II: Zona del Rivellino – Possibili linee di intervento”, 1999.

F. 4984, “Domus Tiberiana A-IV: scavo archeologico, consolidamento, restauro e valorizzazione”, 2004.

F. 4986, “Misura dello stato tensionale e della resistenza a compressione delle murature dei nuclei antichi dei piedritti degli archi della facciata prospiciente la Casa delle Vestali: Relazione tecnica”, 1998.

F. 4986, “Palatino-Settore Occidentale Domus Tiberiana-Orti Farnesiani: Relazione tecnica”, 2003.

F. 4986, “Palatino-Settore Occidentale Domus Tiberiana-Orti Farnesiani: tavole di Analisi dei dissesti e del rischio – Zona di Intervento CRIPTOPORTICO”, 2004.

F. 4989, “Domus Tiberiana: A2 – Adrianeo verso il Foro Romano: controlli geodetici di movimenti piano-altimetrici di alcune strutture”, 2007.

F. 4992, “Analisi di laboratorio”, 2006.

F. 4995, “Parte I: Indagini geotecniche e geologiche”, 1999.

F. 4995, “Planimetria ubicazione Indagini geotecniche e Sezioni stratigrafiche”, 1999.

F. 4995, “Relazione illustrativa Indagini geotecniche in sito”, 1999.

F. 4996, “Strutture archeologiche e pendici del lato sud-ovest del colle Palatino – Studio della sicurezza nello stato attuale e progetto degli interventi di consolidamento e restauro – Lavori di sondaggio geognostici e campionamento dei terreni: Risultati delle indagini”, 1999.

F. 4997, “Prove geotecniche – colle Palatino”, 1999.

F. 4997, “Relazione tecnica relativa ai punti I - Stabilità del versante sul Foro, III – Stabilità del versante verso il Velabro, Raccolta e riesame dei materiali e dati pregressi”, 2003.

F. 4997, “Zona del Rivellino: prospetto e sezioni”, 1999.

SITOGRAFIA

CNR-IGAG, Dipartimento della Protezione Civile, Web-GIS Palatino, banca dati UrbisIT, Sezione Palatino, annuminas.igag.cnr.it.

FACCENNA C., FUNICELLO R., MARRA F., Inquadramento geologico strutturale dell'area romana, https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/memorie-descrittive-della-carta-geologica-ditalia/memdes_50_1_2.pdf.

IORE A., LANZINI M., Problematiche di valutazione del rischio di crollo di cavità sotterranee, 2007, <http://www.geologipuglia.it/doc/downloads/833-problematiche-di-valutazione-del-rischio-di-crollo-di-cavita-sotterranee-geologi-e-territorio-n4-2006-1-2007.pdf>.

FUNICELLO R., GIORDANO G., Foglio e Note illustrative, Carta Geologica d'Italia, Foglio 374 ROMA, APAT - Servizio Geologico d'Italia, Roma, 2008, https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/note_illustrative/374_Roma.pdf.

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS), Cart-Gis, <https://www.cartogis.it/gis/>.

MARRA F., ROSA C., Stratigrafia e assetto geologico dell'area romana, https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/memorie-descrittive-della-carta-geologica-ditalia/memdes_50_1_3.pdf.

PALATINO-UNIVPM, [Dropbox](#).

PARCO ARCHEOLOGICO DEL COLOSSEO, Roma, ParcoColosseo.it.

RINGRAZIAMENTI

Giunta a questo punto, non posso esimermi dall'esprimere alcuni ringraziamenti. In particolare, ci tengo ad esternare la mia gratitudine nei confronti del professor Giuseppe Scarpelli per la professionalità dimostrata durante lo svolgimento della tesi.

Un ringraziamento va rivolto a tutte quelle persone che hanno contribuito nel trasmettere la conoscenza archeologica, geologica e strutturale del criptoportico centrale della Domus Tiberiana, permettendo di appassionarmi a questo enigmatico bene culturale. In particolare, ai collaboratori della Soprintendenza Archeologica Romana e agli archivisti del Parco Archeologico del Colosseo, che mi hanno aiutato nel consulto dei faldoni e nell'approfondimento della ricerca. Ci tengo a ringraziare i professori, i dottorandi e i ricercatori dell'Università Politecnica delle Marche che mi hanno aiutato nella preparazione degli esami e del mio curriculum culturale.

Un ringraziamento speciale al mio fidanzato per avermi sopportato durante tutto il percorso universitario. In particolare, lo ringrazio per la pazienza che ha avuto nell'ascoltare per anni interrogazioni e prove generali degli esami che dovevo sostenere, e per l'enorme aiuto che mi ha dato accompagnandomi in macchina a molti appuntamenti, così da permettere di destreggiarmi tra i mille impegni che avevo tra scuola e lavoro. Ma soprattutto lo ringrazio per il suo sostegno, per aver creduto sempre in me e per avermi detto di non mollare mai, di raccogliere le forze e andare avanti sempre e comunque.

Un ringraziamento alla mia famiglia che ha scelto di supportarmi negli studi, facendomi desiderare grandi aspettative nel mondo del lavoro.

Inoltre, voglio ringraziare tutte quelle persone che vogliono imparare davvero qualcosa dall'università, da un libro o da un professore, che si impegnano in ciò che fanno per pura soddisfazione personale dandomi la forza di continuare, e quelle persone che con un solo pizzico del loro aiuto, una semplice foto di appunti o una frase di incoraggiamento, mi hanno permesso di arrivare a questo punto.

Infine, vorrei ufficialmente concludere con questa riflessione.

Questi anni sono stati davvero stressanti; ho pensato di mollare molte volte durante lo svolgimento degli esami, credendo di valere meno di tanti altri. Ma una cosa l'ho imparata: ognuno ha il suo tempo. L'università ti fa dubitare di te stesso, ma ognuno ha il suo tempo di esprimersi, di dimostrare ciò che vale. L'importante è non lasciarsi scoraggiare, sopraffare dalle insicurezze e dai mille dubbi perché la vittoria prima o poi arriva per tutti. La mia arriverà il 14 luglio 2021, quando tutte le persone che mi hanno sempre voluto del bene e sostenuto saranno lì a dimostrare la loro gioia nella mia vittoria.