

ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

ATTI DEI CONVEGNI LINCEI

218

Convegno

ECOSISTEMA ROMA

(Roma, 14-16 aprile 2004)

ESTRATTO



ROMA 2005
BARDI EDITORE
EDITORE COMMERCIALE

ANGELO CORAZZA^(a), LEONARDO LOMBARDI^(b), FRANCESCO LEONE^(c), ROBERTO
BRANCALEONI^(d), MAURIZIO LANZINI^(e)

LE ACQUE SOTTERRANEE NEI TERRENI DI RIPORTO DELLA CITTÀ DI ROMA

INTRODUZIONE

La morfologia originaria del territorio romano è stata profondamente modificata dagli interventi umani realizzati nel corso degli oltre 2500 anni della storia di Roma.

Sbancamenti per la costruzione di edifici e infrastrutture o per le attività di cava, accumuli di macerie e di rifiuti, colmamenti a scopo di bonifica, canalizzazioni e successiva trasformazione in condotti fognari dei corsi d'acqua secondari, hanno radicalmente modificato i caratteri fisici originari del paesaggio. Tali interventi hanno provocato il ricoprimento praticamente totale dell'area urbana con un manto di terreni di riporto, che in alcune zone supera anche i 20 metri di spessore, determinando spesso il seppellimento di strutture che originariamente si trovavano in superficie. Ai materiali di origine prettamente antropica si intervallano anche livelli di suoli antichi e depositi di alluvioni recenti.

L'innalzamento del suolo di Roma causato dall'intervento antropico, dall'età storica (IV secolo a.C.) ad oggi, è stato in media di 6-8 metri: è maggiore nelle valli e specialmente nel Foro Romano, nel Velabro, nella Valle Murcia, nella Valle Sallustiana e, in generale, in tutte le depressioni fra i vari colli. È generalmente limitato sulle cime dei colli, dalle quali proviene gran parte del materiale che è andato a riempire le valli.

^(a) Geologo – Via Ettore Rolli, 30 – 00183 Roma – e-mail: corazza.a@libero.it

^(b) Geologo libero professionista – Via Gaetano Sacchi, 20 – 00153 Roma – e-mail: leonardo.lombardi@libero.it

^(c) Geologo – Via della Stazione di San Pietro, 22 – 00165 Roma – e-mail: fran.leone@tin.it

^(d) Geologo – Geoplanning SRL – Via Giano della Bella, 45 – 00162 Roma – e-mail: roberto.brancaleoni@geoplanning.it

^(e) Geologo libero professionista – Via dei Torriani, 27 – 00164 Roma – e-mail: lanzini@aconet.it

Nei terreni di riporto, che a tutti gli effetti rappresentano il primo livello stratigrafico del territorio romano, si riscontra frequentemente la presenza di acqua, anche in cospicua quantità, che nelle zone pianeggianti della città assume il carattere di vera e propria circolazione idrica sotterranea.

ORIGINE DEI TERRENI DI RIPORTO

Le cause che nel corso della storia plurimillennaria di Roma hanno portato all'accumulo di una ingente mole di terreni di riporto sono essenzialmente imputabili ai seguenti fattori: incendi, terremoti, inondazioni, attività estrattiva e attività edificatoria.

Incendi: il primo documentato risale al 390 a.C. quando i Galli occuparono Roma e i Romani approfittarono del disastro per scaricare nelle valli paludose i detriti dei fabbricati distrutti. Violenti incendi si svilupparono anche in epoca repubblicana e distrussero vasti quartieri della città: nel 213 e nel 210 a.C. due di questi, particolarmente intensi, interessarono tutta la zona compresa tra il Foro Boario, il Foro Olitorio e il Foro Romano. Il più grande innalzamento artificiale del suolo di Roma di cui si ha notizia documentata fu quello provocato dall'incendio di Nerone che rappresenta l'episodio più nefasto di tutta la storia edilizia di Roma; in quell'occasione furono completamente distrutte tre delle quattordici regioni augustee mentre altre quattro furono gravemente danneggiate. Tutto il materiale dovuto alla demolizione degli edifici bruciati servì per colmare le aree più depresse della città (palus Caprae, il Tarentum, la Piscina Publica e le Decennie).

Nel medioevo si ricorda l'incendio appiccato dalle truppe del Guiscardo, nel 1084, che ridusse molte chiese ed edifici in un cumulo di rovine che rimasero per lungo tempo accatastate, ostruendo strade e piazze.

L'ultimo episodio di rilievo risale al 1527 e si riferisce al "Sacco di Roma" ad opera dei lanzichenecchi che devastarono e incendiarono tutto ciò che trovarono sul loro cammino senza risparmiare ospedali, conventi e chiese.

Terremoti: come avveniva in occasione degli incendi anche a seguito di eventi sismici quando un fabbricato crollava le rovine normalmente rimanevano sul posto e servivano da fondazione per edificare una nuova opera. Molti monumenti subirono danni particolarmente gravi, tra gli eventi più disastrosi si segnala il terremoto dell'849 che fu causa dell'abbandono definitivo del Colle Palatino e quello del 1349 che fu il più violento occorso in Roma dalla sua fondazione a oggi. Gravemente danneggiato fu il Colosseo, molti edifici quali terme, templi e palazzi crollarono e vennero successivamente demoliti.

Inondazioni: sin dall'epoca romana le inondazioni erano assai frequenti, ed ogni volta scaricavano dentro la città migliaia di metri cubi di fango, legname e detriti vari

che venivano lasciati sul posto, compattati, formando così uno strato di considerevole spessore. Gli effetti più significativi di questi eventi si possono riscontrare nella zona di Campo Marzio, dove le cantine delle vecchie case venivano sistematicamente riempite di limo che le rendeva per molto tempo non più praticabili e a Trastevere che, essendo privo di edifici monumentali, deve il suo livello attuale, in alcune zone superiore di circa 6 metri rispetto a quello originario, in buona parte alle piene del Tevere.

Attività estrattive: Coltivazioni in sotterraneo e sbancamenti sui versanti finalizzati alla coltivazione dei materiali da costruzioni (argille, sabbie, ghiaie, pozzolane, tufi litoidi) sono stati eseguiti, anche se in maniera discontinua, dall'epoca romana fino agli anni del boom economico.

Uno dei settori della città maggiormente interessato dalle coltivazioni è quello costituito dai rilievi che da Monte Mario attraverso il Vaticano, i Monti di Creta, il Gianicolo arrivano fino ai colli Portuensi. In questo settore i rilievi sono stati, profondamente e con continuità, modificati dai tagli aperti per l'estrazione di materiali da costruzione (sabbie, ghiaie, tufi litoidi) e di argille per la produzione in loco di laterizi.

Queste opere di sbancamento hanno coinvolto intere colline e molti dei materiali di risulta dell'attività di cava sono stati utilizzati per il colmamento sia di antiche valli fluviali sia di vaste zone pianeggianti.

Molte rovine di edifici inoltre, accatastate e pressate nel corso dei secoli costituiscono dei veri e propri rilievi artificiali che si innalzano sul livello medio del centro storico cittadino. Tra questi meritano una menzione il Monte Citorio, sorto sul sepolcro degli Antonini; il Monte Savello, costruito sulle rovine del Teatro di Marcello; il Monte dei Cenci, ubicato sui resti del Teatro Balbo, il Monte della Fari-na realizzato sulle rovine del Teatro di Pompeo e il Monte Giordano costruito presumibilmente sull'anfiteatro di Statilio Tauro o sul teatro incompiuto di Traiano.

Una citazione a parte deve essere spesa per il "Monte di Cocci" a Testaccio, interamente costruito da frammenti di anfore e vasellame antico proveniente dal vicino porto fluviale, che si erge per circa 50 metri dal livello del Tevere con una base di 670 metri. Tra l'altro il nome del quartiere deriva proprio dal termine latino che definiva i "cocci": *testae*.

Attività edificatoria: l'abitudine di costruire al di sopra di strutture già preesistenti, in molti casi sulle rovine di queste, si è protratta nella città di Roma dalla sua nascita fino all'immediato dopoguerra. In alcuni edifici del centro storico è stata riconosciuta una stratificazione di terreni di riporto relativa addirittura a sette interventi successivi e in tale contesto è a volte estremamente complessa la valutazione di eventuali dissesti degli edifici storici, data la continua sovrapposizione di strutture fondali di varie epoche e qualità edilizia.

L'ultima consistente deposizione di terreni di riporto risale allo scorso secolo ed è

dovuta essenzialmente alla realizzazione di grandi opere, come ad esempio le infrastrutture per le Olimpiadi del 1960 e le linee metropolitane.

Le aree principalmente interessate da questo tipo di interventi sono Prati, che nel 1921 è divenuto il ventiduesimo rione cittadino, e le zone periferiche del Flaminio e Montesacro a Nord, Tiburtino a Est, Marconi, San Paolo ed Eur a Sud, Aurelio e Portuense a Ovest.

L'accumulo dei riporti, oltre a determinare la crescita del livello del suolo, ha provocato la sostanziale cancellazione dell'originario reticolo idrografico, descritto in Lombardi e Corazza (2004), che non sempre è stato sostituito con un'adeguata rete drenante, se non ai tempi dell'antica Roma. Prova evidente di tale condizione sono gli allagamenti che puntualmente si verificano a seguito di temporali violenti ma non di eccezionale intensità.

CARATTERI LITOTECNICI E IDROGEOLOGICI DEI TERRENI DI RIPORTO

Per i terreni di riporto sono disponibili scarsi dati granulometrici e di permeabilità. Nelle usuali indagini geognostiche, tali terreni sono infatti di regola considerati "terreni geotecnicamente scadenti e non adatti come base fondale", che vanno comunque asportati o superati come base fondale per eventuali opere e da ciò deriva una carenza di conoscenza sulle loro caratteristiche tecniche. Tale approccio è però criticabile in quanto tutti gli interventi infrastrutturali previsti in aree urbane (parcheggi sotterranei, discenderie di metropolitane, ecc.) dovrebbero essere basati su una effettiva e puntuale conoscenza dei caratteri litotecnici dei riporti e, data la presenza di una falda, appare fondamentale reperire anche dati puntuali della permeabilità e dei caratteri idrodinamici della circolazione idrica. In ultima analisi sarebbe pertanto necessario considerare i riporti come veri e propri strati geologici sui quali condurre indagini di routine.

La permeabilità dei terreni di riporto può essere comunque considerata di grado medio ma con una forte variabilità, in relazione alla loro estrema eterogeneità e al diverso grado di compattazione, sia in senso orizzontale che verticale.

L'accumulo di acqua in questi materiali è possibile perché essi poggiano su terreni di origine naturale dotati generalmente di scarsa o nulla permeabilità e perché, specie dove la coltre antropica è più antica, la parte basale di tale coltre è più compattata e quindi meno permeabile.

L'accumulo dell'acqua è fortemente condizionato dalla giacitura dei terreni di riporto che spesso vanno a costituire tasche di volume definito, che quindi limitano la continuità di questo particolare tipo di acquifero.

In molti dei sondaggi, che a vario scopo sono stati eseguiti nella città di Roma, è stata riscontrata la presenza d'acqua nei riporti che diventa più frequente e di una certa consistenza in particolare nella pianura del Tevere e nelle valli secondarie oggi sepolte sotto questi terreni. Nella figura 1, sopra a una carta degli spessori tratta da

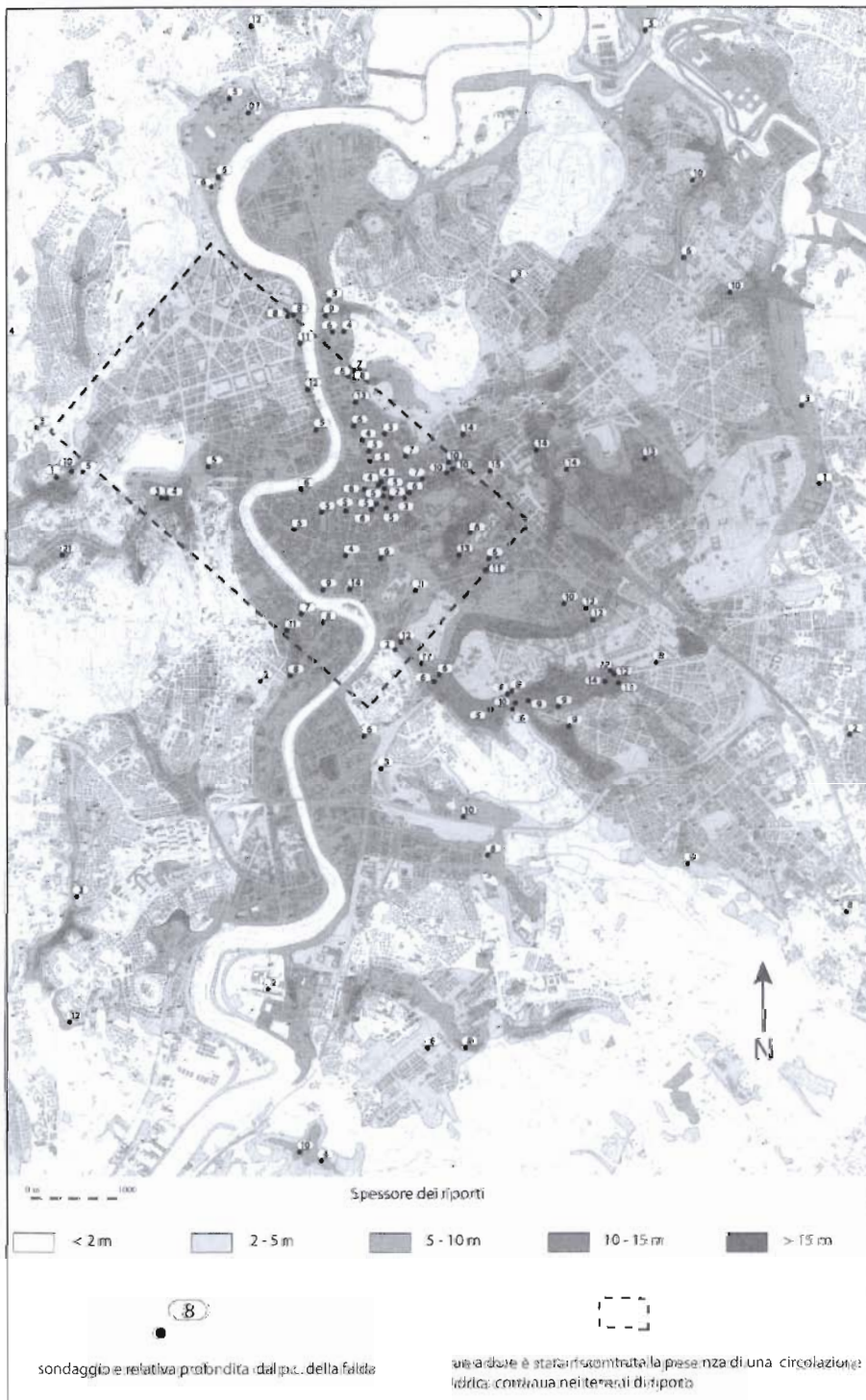


Fig. 1 – Carta dello spessore dei riporti con indicazione dei punti con acqua (da Ventriglia 1971, modificata).

Ventriglia (1971), vengono riportati i punti con acqua nei riporti. I dati, che derivano dagli archivi personali degli autori della presente nota e da Ventriglia (2003), evidenziano come la falda sia presente a pochi metri di profondità.

Le modalità di circolazione sotterranea nella coltre antropica sono fortemente influenzate dall'eterogeneità della stessa, dove la presenza, ad esempio, di strutture murarie sepolte può condizionare la direzione del deflusso e permettere, in alcuni casi particolari, accumuli consistenti o viceversa delimitare aree prive di acqua. A tale proposito è interessante mostrare la situazione presente nel sottosuolo della Via di San Gregorio, che dall'Anfiteatro Flavio conduce al Circo Massimo (Fig. 2). Questa

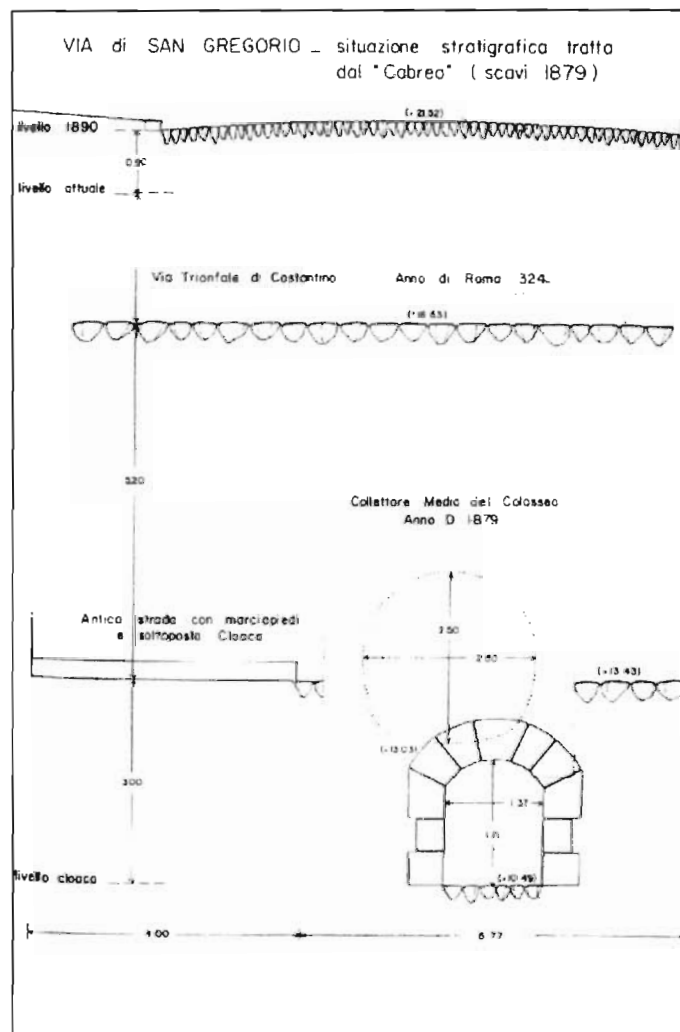


Fig. 2 - Sovrapposizione delle strutture nel sottosuolo del centro storico. Situazione in Via di San Gregorio (da Mocchegiani Carpano 1984).

strada ripercorre una parte del tracciato di un antico fosso che da San Giovanni scendeva verso la zona del Colosseo, dove cambiava nettamente la sua direzione per sfociare nel *Velabrum Maius* (Corazza e Lombardi 1995). Si può notare come nel sottosuolo siano presenti strutture in grado di influenzare fortemente la presenza e la circolazione dell'acqua: collettori fognari di epoca romana che, seppure completamente ostruiti da sedimenti, continuano ad esercitare una azione drenante nei riguardi delle acque; collettori di epoca moderna che svolgono anch'essi generalmente una funzione drenante ma che, a seguito di cospicui e repentini afflussi di acque urbane dovute e intense precipitazioni, possono andare in carico e dare luogo a dispersioni nei riporti; antiche sedi stradali che possono costituire, sia pure in maniera discontinua, livelli impermeabili nel sottosuolo (Fig. 2).

In alcune zone della città la circolazione nei terreni di riporto mostra delle potenzialità elevate e si deve ritenere che all'infiltrazione diretta ad opera delle precipitazioni (resa minima dall'urbanizzazione) si aggiunga una alimentazione da parte delle antiche sorgenti, oggi sepolte dai riporti (Corazza-Lombardi 1995; Lombardi-Corazza 2004) e soprattutto da parte di perdite nella rete acquedottistica o fognaria.

Si deve infatti considerare che questi terreni, che giacciono sotto la città costruita, sotto cioè l'asfalto e il cemento, quindi con scarsissimi contatti con terreni assorbenti, dovrebbero essere in teoria privi di circolazione idrica. Al contrario, ogni qualvolta si esegue uno scavo, particolarmente nelle aree centrali e nelle piane alluvionali, si rinvencono riporti ricchi d'acqua tanto che spesso per mantenere all'asciutto dei locali o per proseguire gli scavi si è obbligati a mettere in opera sistemi di pompaggio per aggottare l'acqua. Inoltre, nelle piane quali il Campo Marzio, i ritrovamenti di ruderi romani, certamente a suo tempo non immersi in falda, sono costantemente allagati con lame d'acqua di alcuni decimetri di altezza sopra gli antichi pavimenti.

Secondo studi condotti dall'ACEA, risulta che nelle zone medio periferiche di Roma, dove l'accesso alla rete idrica è più agevole, le perdite di tale rete sono relativamente ridotte (Comune di Roma 1997). Il grosso delle dispersioni avviene dalle aree del Centro Storico e dei quartieri più vecchi, laddove l'accesso al sottosuolo è meno agevole.

Le verifiche effettuate hanno permesso di accertare che l'80% delle perdite avviene nei manufatti idraulici (camere di manovra con valvole, cisterne, contatori, sfiati), dove sono ubicate le parti soggette a maggiore usura, e nelle gallerie. Lungo le condotte le rotture avvengono invece solo per particolari condizioni o per usure eccezionali.

L'entità delle perdite tecniche di rete sono state stimate nel 2002 (ACEA 2003) pari a circa 3 mc/sec (il 50% circa delle perdite contabilizzate). A conforto della stima relativa alle grandi quantità d'acqua che dalle condutture si riversano nel sottosuolo sono i volumi d'acqua, circa 2 mc/sec, evacuati dalle pompe a servizio della rete metropolitana di Roma.

LA FALDA NEI TERRENI DI RIPORTO NELLA ZONA DI CAMPO MARZIO-PRATI

La zona in questione è formata da due aree, Campo Marzio e Prati, collocate nella piana alluvionale della città e situate, rispettivamente, in sinistra e in destra del fiume Tevere. Ognuna delle due aree è caratterizzata dalla presenza di riporti con caratteristiche peculiari.

Nell'area di Prati sono presenti *riporti recenti* messi in posto negli ultimi 100-120 anni (dopo l'unità d'Italia), con riempimenti legati in genere a interventi urbanistici (colmamento di fossi, aree di espansione edilizia ed urbanistica); in genere sono realizzati con terreni litologicamente abbastanza omogenei (per esempio pozzolane e/o sabbie dell'Unità di Monte Mario) in quanto facenti parte della progettazione dell'intervento urbanistico stesso.

Nell'area di Campo Marzio, così come in altre aree urbane di più lunga storia e frequentazione, sono presenti *riporti antichi* legati a passate fasi e periodi urbanistici (Roma antica, medio-evo, Roma dei Papi); questi riporti possono includere elementi di importanza archeologica e ambienti sepolti; possono inoltre contenere, oltre ai materiali terrosi, anche elementi murari sepolti, macerie dovute a incendi e distruzioni successive; in questa tipologia di riporti antichi sono presenti, soprattutto nei livelli più profondi, anche strati alluvionali legati a passate fasi di esondazione del Fiume

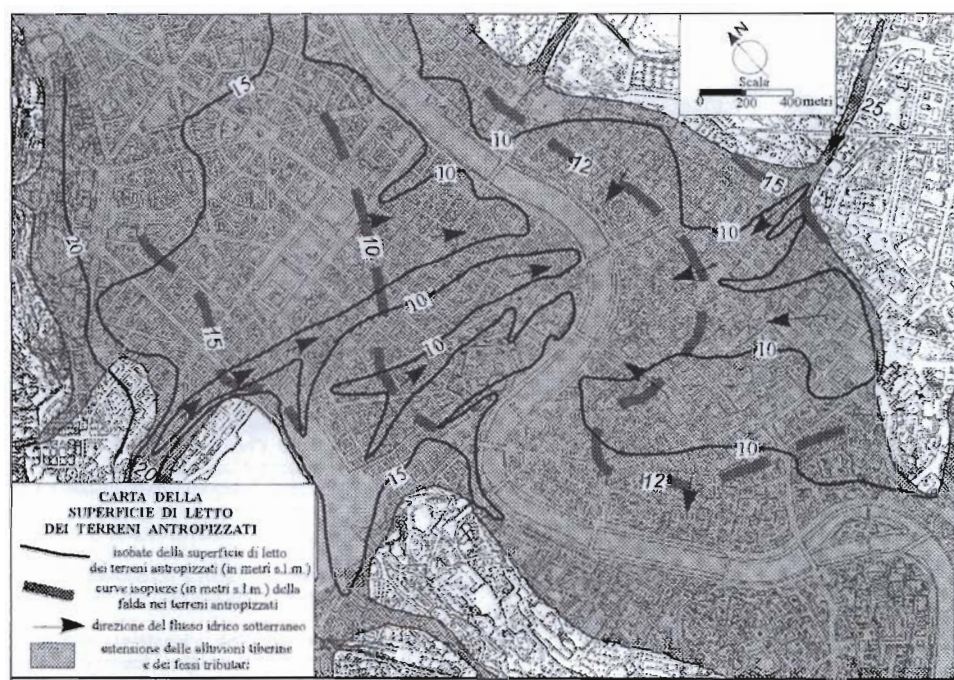


Fig. 3 – Circolazione idrica nei terreni di riporto nella zona di Campo Marzio-Prati (da Corazza *et al.* 1999).

Tevere che possono aver inglobato preesistenti costruzioni. Per quest'area, come mostra il grafico presentato da Funicello *et al.* (2004), si nota come l'accumulo dei riporti, pari in totale a circa 10 metri, sia concentrato sostanzialmente in due epoche storiche: l'epoca romana, durante la quale, in diverse fasi seguite da momenti di stasi, vengono depositi circa 5 m, e l'epoca dei Papi, durante la quale vengono messi in posto altri 4 metri.

Per la piana alluvionale del Tevere nel Centro Storico i dati acquisiti sui livelli d'acqua nei riporti sono numerosi ed hanno permesso di individuare la presenza di una vera e propria circolazione idrica sotterranea, caratterizzata da continuità spaziale e per la quale è possibile, con sufficiente attendibilità, ricostruire la superficie piezometrica.

Dall'esame della figura 3, tratta da Corazza *et al.* (1999), si evidenziano bene i caratteri di questa circolazione che mostra isopieze che degradano gradualmente dai

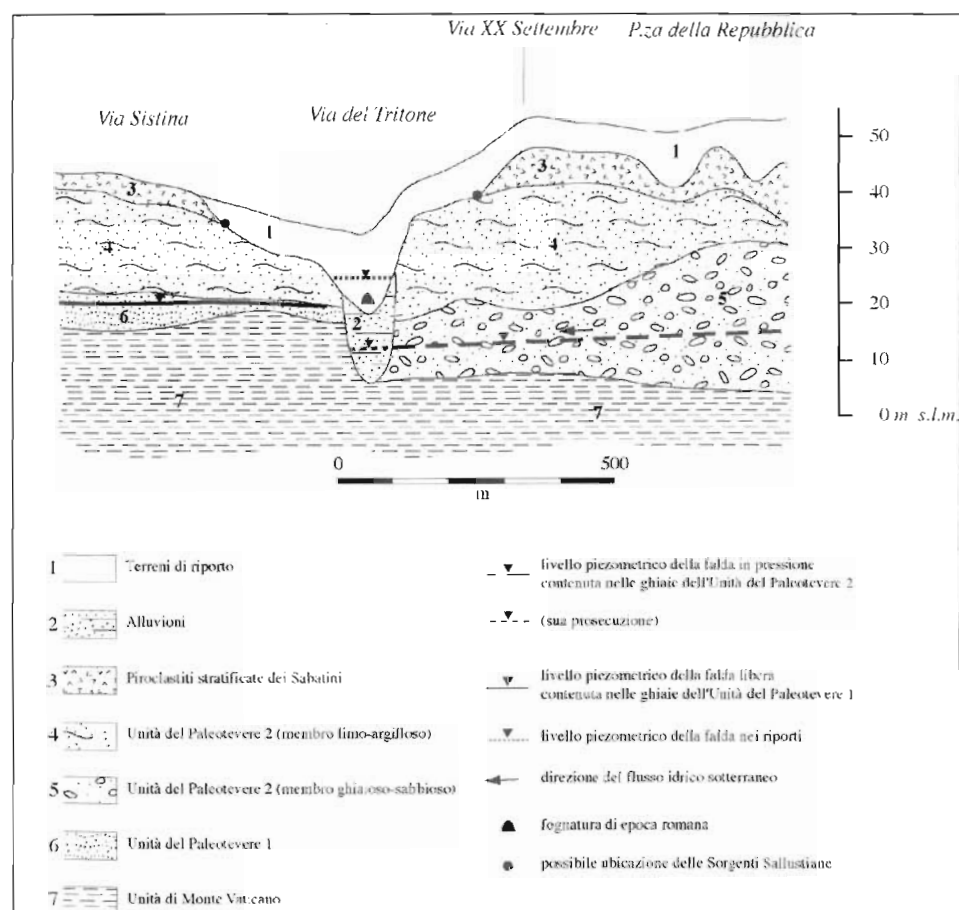


Fig. 4 - Assetto stratigrafico di uno dei paleofossi del centro storico. Sezione geologica trasversale a Via del Tritone (da Corazza-Lombardi 1995, modificata).

TABELLA 1 – *Caratteristiche chimico-fisiche della falda nei riporti nella zona di Campo Marzio, da Corazza e Lombardi (1995).*

Campione	Salin. g/l	Cond. µS/cm	Temp. °C	pH	Dur. °F	Alc. /25 ml	Na meq/l	K meq/l	Ca meq/l	Mg meq/l	Cl meq/l	SO ₄ meq/l	HCO ₃ meq/l
Chiesa di San Lorenzo in Lucina	0,40	565	17,2	7,23	22,31	1,25	2,175	0,465	3,358	0,962	0,781	0,504	5.001
Chiesa di Santa Maria in Via	0,48	650	22,0	7,07	26,77	1,45	1,174	0,731	4,127	1,152	0,781	0,460	5.801

bordi della valle verso il fiume, con un andamento parallelo a quello del corso d'acqua. Si nota inoltre l'effetto drenante esercitato dai paleofossi, che solcavano la valle e che oggi sono scomparsi sotto i riporti, e la concentrazione del flusso idrico sotterraneo presente nella stretta valle corrispondente all'attuale Via del Tritone, dove erano ubicate le antiche sorgenti Sallustiane.

Nella figura 4 viene descritta una sezione geologica trasversale alla paleovalle di Via del Tritone che evidenzia come in questa depressione riempita dai riporti (che superano anche i 15 metri di spessore) si concentrino molteplici afflussi d'acqua: quelli delle due circolazioni idriche contenute nei terreni delle Formazioni del Paleotevere 1 e del Paleotevere 2, drenati nei terreni alluvionali; quelli delle antiche sorgenti Sallustiane e quelli delle reti idriche e fognarie e moderne, che si disperdono invece nei terreni di riporto. Tutti gli apporti si concentrano e si incanalano lungo l'antico percorso del fosso, allo sbocco del quale sulla Piana del Tevere, in corrispondenza dell'attuale Piazza Colonna, si crea un importante flusso d'acqua che determina problemi per gli ambienti sotterranei più profondi degli edifici situati nella zona.

Nelle aree di Campo Marzio e Prati i livelli dell'acqua nei riporti, in base ai dati disponibili, seguono le oscillazioni del livello del fiume nelle zone prossime al corso d'acqua mentre nelle zone lontane da esso mostrano variazioni anche notevoli che vanno ricondotte, con tutta probabilità, alla alimentazione di questa falda, dovuta principalmente alle perdite delle reti acquedottistica e fognaria, le cui dinamiche non seguono gli andamenti naturali di ricarica.

QUALITÀ DELLE ACQUE

I dati sulla composizione chimica delle acque circolanti nei riporti sono molto scarsi e sono relativi alla sola falda individuata nella zona di Campo Marzio. Per

questa falda le analisi disponibili (Tab. 1) conducono ad una classificazione delle acque come bicarbonato-alcalino-terrose, che tuttavia non può essere considerata quella di tutte le acque circolanti nei riporti, vista la diversità delle caratteristiche qualitative degli apporti.

Relativamente alla qualità delle acque va infine segnalata la presenza di fenomeni di inquinamento, specie ad opera di idrocarburi, che sono stati segnalati nelle zone di Via Crescenzo, Largo Goldoni, Via del Corso e Piazza Venezia, al Borghetto Flaminio e a Piazza della Minerva. Tali fenomeni hanno ripercussioni ambientali e anche di tipo tecnico-amministrativo dato che l'eventuale pompaggio di queste acque per fini ingegneristici dovrebbe prevedere, a norma di legge, il loro smaltimento in appositi centri.

CONCLUSIONI

Nella presente nota è stato trattato un tema che, in base ad una analisi superficiale, potrebbe sembrare marginale nell'ambito di un convegno che tratta dell'Ecosistema Roma. Le argomentazioni portate sottolineano invece l'importanza dei terreni di riporto che sono presenti in tutta l'area urbanizzata di Roma e costituiscono con continuità nel centro storico il primo strato del sottosuolo cittadino. I riporti sono cioè i materiali sui quali si svolgono tutte le attività della città oltre a essere i terreni dove sono fondati la maggior parte degli edifici della parte più antica, dove sono collocate le reti ed infrastrutture di servizio e dove, in prospettiva futura, andranno collocate quasi tutte le nuove strutture sotterranee della città.

All'interno dei terreni di riporto è stata messa in evidenza, nei suoi aspetti geologici e idrogeologici, la presenza di una falda idrica, non ancora sufficientemente studiata, ma con la quale interagisce prevalentemente l'ambiente urbano, sia con le sue dinamiche naturali sia per gli aspetti relativi all'utilizzo e realizzazione nel sottosuolo di ambienti e di infrastrutture. Per la realizzazione di tali opere andrà attentamente valutato il cosiddetto "effetto diga" causato dalla interferenza delle strutture stesse con il deflusso normale della falda situata a pochi metri di profondità. Il rialzamento del livello dell'acqua provocato da tale effetto potrebbe provocare nella pianura tiberina e nelle valli dei paleofossi, ovvero in zone dove già le parti sotterranee degli edifici presentano problemi di umidità se non di presenza di acqua, un innalzamento locale del livello dell'acqua che, anche se minimo (decimetrico), potrebbe aumentare i problemi sopraccitati.

BIBLIOGRAFIA

- ACEA, 2003. *Rapporto Ambientale 2002*. Roma.
COMUNE DI ROMA, 1997. *Piano di Azione Ambientale di Roma. Documento preliminare*. Roma.

- CORAZZA A., LOMBARDI L., 1995. *Idrogeologia del Centro Storico di Roma*. In *La geologia di Roma*, Mem. Carta Geol. D'Italia, Vol. I, Roma.
- CORAZZA A., LANZINI M., ROSA C., SALUCCI R., 1999. *Caratteri stratigrafici, idrogeologici e geotecnici delle alluvioni tiberine nel settore del centro storico di Roma*, «Il Quaternario» 12 (2).
- FUNICIELLO R., TESTA O., CAMPOLUNGI M.P., LANZINI M., CECILI A., 2005. *La struttura geologica dell'area romana e il Tevere*. In: *Ecosistema Roma*, Accademia dei Lincei, Roma.
- LOMBARDI L., CORAZZA A., 2005. *Le antiche acque superficiali della città di Roma*. In: *Ecosistema Roma*, Accademia dei Lincei, Roma.
- LUGLI G., 1951. *Come si è trasformato nei secoli il suolo di Roma*, «Rend. Sci. Mor.» 6, Roma.
- MARRA F., ROSA C., 1995. *Stratigrafia e assetto geologico dell'area romana*. In *La geologia di Roma*, Mem. Carta Geol. D'Italia, Vol. I, Roma.
- MOCCHEGIANI CARPANO C., 1984. *Le cloache dell'antica Roma*. In «*Roma sotterranea*», Fratelli Palombi Editore, Roma.
- VENTRIGLIA U., 1971. *La geologia della città di Roma*. Amministrazione Provinciale di Roma, Roma.
- VENTRIGLIA U., 2002. *La geologia del territorio del Comune di Roma*. Amministrazione Provinciale di Roma, Roma.