IL MAUSOLEO DEI PLAUTII A TIVOLI: LA DIAGNOSTICA PER LA CONSERVAZIONE DEL TRAVERTINO

Cristina Giagnacovo[a], Claudia Pelosi[a], Claudio Falcucci[b]

[a]Facoltà di Conservazione dei Beni Culturali, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, **pelosi@unitus.it**
[b]M.I.D.A. Metodologie d'Indagine per la Diagnostica Artistica, Roma

SOMMARIO

Il Mausoleo dei Plautii, del I secolo d.C., rappresenta un elemento monumentale del più ampio complesso di Ponte Lucano, il simbolo della salita verso Tivoli, che da sempre ha attratto l'interesse degli artisti e dei conoscitori d'arte che in pochi passi raggiungevano l'affascinante sito di Villa Adriana, patrimonio Mondiale dell'Umanità. Oggi il Mausoleo, oltre a trovarsi in una situazione di totale incuria, risulta inserito in un contesto ambientale piuttosto critico, a ridosso cioè del fiume Aniene, e quindi continuamente soggetto ad esondazioni che si estendono fino ad invadere il monumento funerario dove le acque ristagnano anche per la presenza di un muro in cemento di recente costruzione. Al fine di valutare lo stato di conservazione del travertino, materiale costitutivo del sepolcro, e fornire un elemento utile per programmare eventuali interventi di tutela e difesa di questo importante monumento, sono state effettuate alcune indagini diagnostiche tramite prelievi *in situ* sul Mausoleo e su materiali di cava. Le indagini diagnostiche hanno previsto: esami chimico-mineralogici tramite microscopio polarizzatore, mediante FTIR, μ-FTIR e XRD; analisi morfologica, tramite SEM, di alcune forme di alterazione biologica; test microanalitici per localizzare particolari elementi presenti nel travertino; analisi spettrometrica nel visibile dei sali solubili; prove di imbibizione e di evaporazione.

PAROLE CHIAVE: travertino, microscopia, FTIR, XRD.

1. INTRODUZIONE

Lo scopo di questo lavoro è quello di studiare lo stato di conservazione del travertino di un importante monumento storico, il Mausoleo dei Plautii a Tivoli, studio preceduto da una preliminare e attenta ricerca storica sulle vicende conservative dell'opera (Giagnacovo, 2005). Una procedura metodologica, com'è quella della conservazione, deve essere estesa a qualsiasi "sito" ovvero ad "ogni complesso, sia opera dell'uomo che della natura, la cui omogeneità e interesse principalmente artistico, formale, storico, etnografico, scientifico, letterario o leggendario, giustificano una protezione e una valorizzazione" (la definizione di 'sito' è stata data nel 1972 dall' ICOMOS, come estensione del concetto di 'monumento urbano' formulato nella carta di Venezia del 1964 con il quale si fa riferimento alla sinergia tra monumento stesso e ambiente urbano riconosciuti secondo un vincolo di insieme). Lo studio dello stato di conservazione del singolo elemento monumentale del Sepolcro dei Plautii, ed in particolare del suo materiale costitutivo, si deve quindi pensare in relazione a tutta l'area circostante, come ambiente da conservare e valorizzare, avendo esso i requisiti elencati.

L'opera archeologica è attualmente inserita in un contesto paesaggistico totalmente difforme rispetto a quello passato: si segnala infatti la presenza di numerose opere umane recenti, quali opifici attivi ed abbandonati, vecchie cartiere, abitazioni ad uso civile, strade che hanno sostituito un paesaggio agreste molto suggestivo fatto originariamente di una copertura vegetale naturale di cui i piccoli residui superstiti sono oltremodo alterati dall'azione incessante di scarichi fognari o di altro materiale di risulta. Inoltre, la zona del Sepolcro dei Plautii e di Ponte Lucano è caratterizzata da un paesaggio in cui prevale l'azione morfologica del fiume Aniene. Le sue acque procedono con moto turbolento e spedito nel tratto più a monte della grande cascata e trasportano detriti ghiaiosi e travertinosi fino a valle dove il fiume rallenta il suo corso formando anse e modellando il territorio (Usicco, 1998). Nel passato e nel presente le vicende dell'Aniene, soggetto frequentemente ad esondazioni nella zona di Ponte Lucano, hanno creato disagi e danni a carico degli abitanti e delle attività connesse; i provvedimenti presi periodicamente, sono stati molteplici ma sono risultati poco efficaci, tanto più che il complesso monumentale ha rischiato e purtroppo rischia ancora di sparire.
L'epoca di costruzione del sepolcro risale alla prima metà del I secolo d.C. (Bulgarini,1848). Il dato cronologico è stato ricavato dalle iscrizioni dell'epigrafe in marmo del mausoleo stesso. La tipologia architettonica del monumento rientra in quella dei sepolcri a tamburo tipici dell'età tardo repubblicana, anche se presenta delle caratteristiche peculiari (Mari, 1991). Si compone, infatti, di due corpi distinti: un basamento quadrato (attualmente interrato) e una rotonda superiore a due ordini (Fig.1). Dove terminano i blocchi in travertino è presente una muratura realizzata con materiali diversi (basalto, travertino, marmo) su cui insiste un coronamento merlato di simile manifattura che custodisce lo stemma di Paolo II (Mari,1991); inoltre sul lato Ovest si trova una feritoia che si affaccia sul ponte, ulteriore testimonianza dell'uso della costruzione come forte nel corso dei secoli. Infatti, il monumento ha subito delle modifiche architettoniche importanti nel corso della storia, nella maggior parte dei casi a causa di adattamenti funzionali alle esigenze contingenti, ma anche a causa di distinti interventi di natura ingegneristica, scavi e restauri di diversa entità effettuati per salvaguardare il complesso archeologico dalle condizioni ambientali.
Importanti progetti di recupero si possono annoverare nella vicenda storica di Ponte Lucano, partendo proprio da quel periodo storico che vede nascere lo studio dei materiali da costruzione accanto all'indagine artistica delle opere d'arte, e maggiormente delle opere architettoniche: l'Ottocento e il restauro archeologico. Secondo un rapporto di ispezione della zona di Ponte Lucano, minacciato dalle esondazioni del fiume Aniene, durante le opere di bonifica indette alla fine dell'anno 1834, avvenne la scoperta della porta d'ingresso del sepolcro da parte di G. Giaquinto (negli *Atti del Camerlengato* del 1834, b.229, f. 2180, Archivio di Stato di Roma, è presente la relazione sullo stato di conservazione del monumento, infestato da diverse forme di piante e la descrizione del vano rinvenuto, con relativa pianta).
Dopo questa scoperta si succedettero diversi sopralluoghi; in uno di questi una commissione composta da Nibby, Folchi (i quali avevano tanto approvato i lavori del restauro dell'Arco di Tito, ma soprattutto i disegni di Luigi Maria Valadier, figlio del più famoso Giuseppe, del quale si è svelata la copiosa attività grazie all'attribuzione dei celebri restauri nell'area del Colosseo) e Luigi Grifi che richiesero l'intervento proprio di L.M. Valadier "per l'occorrenza di qualsiasi disegno". Il Camerlengo affida a Valadier i lavori per il risanamento, dei quali si conservano il preventivo di spesa e i relativi prospetti progettuali, questi ultimi conservati presso l'Archivio di Stato di Roma. Caratterizzante è lo spirito con cui Valadier descrive i materiali da impiegare e le varie risoluzioni: per l'architetto occorreva mettere in stato "decente e dignitoso" il monumento antico scoprendone tutte le parti più interessanti.

(a) (b)

Figura 1. Immagini attuali del Mausoleo. (a) Lato est; (b) lato ovest dal quale si intravede sul fondo il muro in cemento, (foto degli autori).

Tra il 1981 e il 1989, a distanza di poco più di 150 anni dal precedente intervento, risale un altro importante evento: su progetto della Soprintendenza Archeologica del Lazio, furono effettuati lavori di pulizia dell'area, fu eliminata l'acqua circostante il Mausoleo e il suo basamento, venne rimossa l'edera cresciuta all'interno della camera superiore. Un ulteriore fase consistette nel consolidamento della muratura romana e delle merlature medievali (Lolli Ghetti, 1985). Probabilmente durante questo intervento furono posizionati dei vetrini in corrispondenza di ampie crepe formatesi sul lato sud-ovest, ancora oggi visibili (Fig. 2).

Figura 2. Immagini dei vetrini posizionati probabilmente tra il 1981 e il 1989 in corrispondenza della profonda crepa sul lato sud-ovest del Mausoleo (foto degli autori).

All'inizio dell'estate 2004 è stato costruito un muro in cemento, che circonda tutta l'area monumentale, dalla parte della strada carrabile dove confluiscono le due principali arterie della via Maremmana e via Tiburtina, con lo scopo di isolare il monumento e proteggerlo. Questo intervento ha portato con sé numerose polemiche che hanno condotto nel luglio del 2005 alla sospensione dei lavori lasciando così il Mausoleo abbandonato a se stesso, soffocato dalla vegetazione infestante e negato alla fruizione. I sopralluoghi condotti da chi scrive nel settembre 2005 e nell'ottobre 2007, non sono quindi risultati semplici, sia per la chiusura del cantiere che per le condizioni molto difficili di accesso al monumento (molti dei blocchi di travertino sono instabili e rischiano il crollo). Lo studio diagnostico del travertino, materiale costitutivo del monumento, estratto molto probabilmente nella zona del Barco, cava romana situata lungo la via Tiburtina nell'ultimo tratto pianeggiante prima

di Ponte Lucano (per quanto riguarda l'importanza del Barco come cava di travertino e le problematiche riguardo ai suoi resti archeologici si veda Mari, 2000), si è pertanto ritenuto utile per valutarne lo stato di conservazione, anche per confronto con materiali di cava di recente estrazione.

2. MATERIALI E METODI

Le analisi di laboratorio sono state condotte su 8 campioni prelevati dal monumento in punti individuati dopo un'attenta ispezione visiva di tutte le superfici raggiungibili da terra e su due campioni di travertino provenienti dalle cave della zona di Tivoli e dei Bagni di San Filippo (SI). Le sezioni lucide e sottili di travertino sono state ottenute inglobando i campioni in resina poliestere e tagliando poi i blocchetti induriti con mola diamantata. Le sezioni sono state lucidate con pasta diamantata da 10 μm. Le analisi mineralogiche sulle sezioni sono state condotte con un microscopio polarizzatore Zeiss Axioskop in luce trasmessa e riflessa con lampada al tungsteno e illuminazione UV tramite bulbo a vapori di mercurio. Le immagini sono state acquisite con telecamera digitale Zeiss AxioCAM. Le analisi FTIR e μ-FTIR sono state realizzate con uno spettrometro Nicolet Avatar 360 con detector DTGS operando in riflettanza diffusa e tramite un microscopio Centaurμs con detector MCT. L'analisi in diffrazione dei raggi X (XRD) è stata eseguita mediante uno spettrometro Rigaku MiniFlex II, equipaggiato con tubo radiogeno con anodo di rame, utilizzando la riga Kα a 8.04 keV; la tensione di alimentazione del tubo è stata di 30 kV. L'esame morfologico del biodeterioramento è stato eseguito tramite microscopio elettronico a scansione (SEM) Jeol modello JSM-5200. L'analisi microchimica per verificare la presenza di composti del ferro è stata eseguita tramite dissoluzione acida del campione e successivo trattamento con un reagente a base di ferrocianuro di potassio [$K_4Fe(CN)_6$], secondo il metodo di Feigl (Feigl, 1972). La determinazione dei sali solubili, in particolare cloruri, solfati, ione ammonio e nitrati, è stata condotta tramite spettrometria visibile impiegando il sistema Spectroquant SQ300 della Merck. Infine, le prove di imbibizione e di evaporazione sono state condotte su provini di forma regolare sulla base delle Normal 7/81 e 29/88.
I campioni 1-4 sono stati utilizzati per l'indagine tramite XRD e FTIR; i campioni 5-8 sono stati impiegati per le prove di imbibizione, per la determinazione dei sali solubili e per l'analisi SEM.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

a. Analisi mineralogica e chimica dei campioni

Campione n.1 – zona di colore giallo-rossastra sul lato est (Fig.3)
Nella sezione lucida di Fig.3 è evidente la pellicola superficiale gialla e alcune zone, all'interno del materiale, di consistenza diversa dal travertino, apparentemente sembrerebbero solfati. La presenza di ossidi di ferro, evidenziata al microscopio polarizzatore dall'osservazione di alcuni micrograni inglobati in Balsamo del Canada, è stata confermata tramite un saggio microanalitico a base di ferrocianuro di potassio in soluzione acida che ha dato appunto esito positivo.

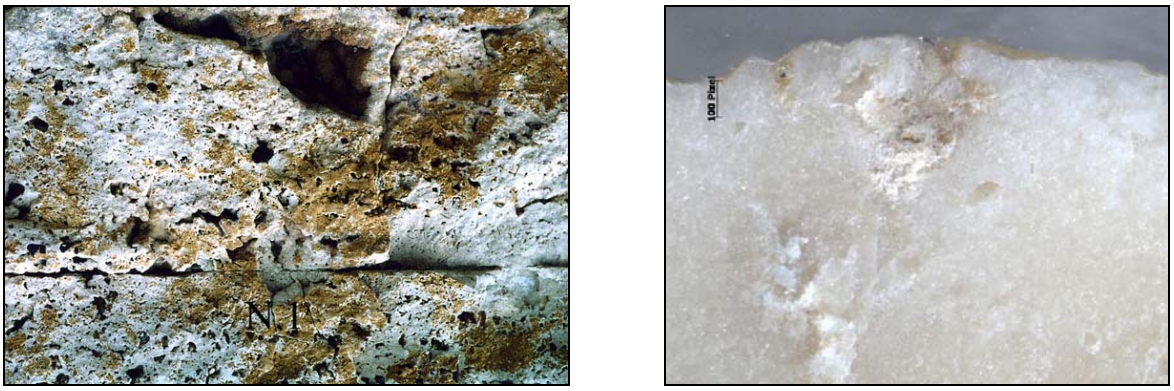

Figura 3. Foto del punto di prelievo n.1 e sezione lucida di un frammento del campione.

La patina giallo-rossastra è stata indagata anche tramite spettrometria FT-IR in riflettanza diffusa e analisi μ-FTIR focalizzando il microscopio sulla zona gialla superficiale (Fig.4).
I materiali riscontrati con questo tipo di analisi sono: carbonato di calcio, costituente principale del travertino; solfato di calcio bi-idrato; ossalati (picco caratteristico a 1320.47 cm^{-1}); ossidi di ferro con picchi nella regione dei 400-600 cm^{-1}.

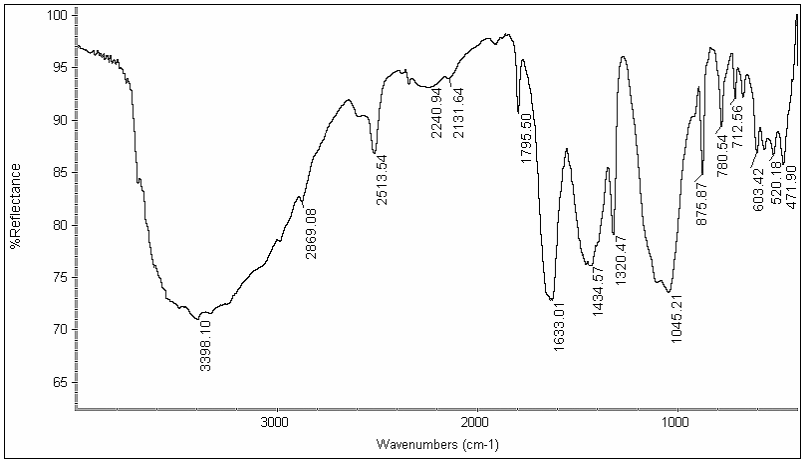

Figura 4. Spettro FTIR del campione n.1, patina giallo-rossastra.

L'analisi mineralogica del campione è stata condotta tramite microscopio polarizzatore in sezione sottile e tramite analisi XRD. La sezione sottile evidenzia la decoesione superficiale del materiale e le profonde fessurazioni che interessano gli strati esterni (Fig.5). Nell'immagine a maggiore ingrandimento si evidenzia bene anche la pellicola superficiale compatta e uniforme dello spessore di circa 10μm.

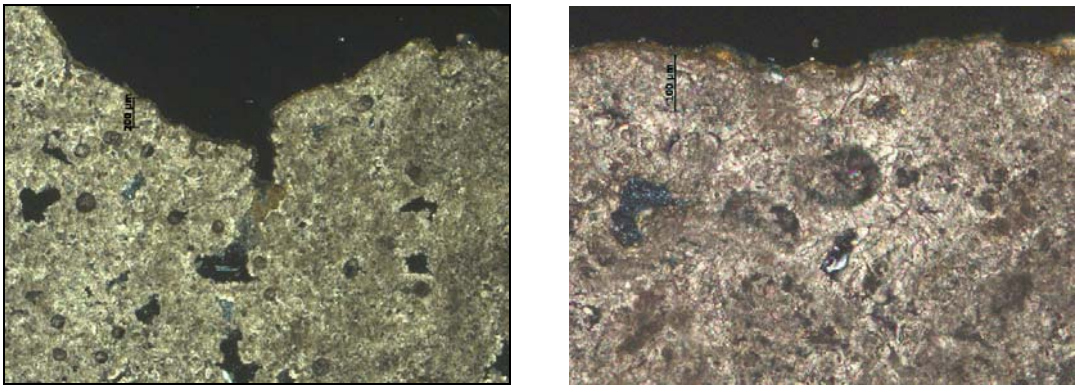

Figura 5. Sezione sottile del campione n.1 a due diversi ingrandimenti (obiettivo 2,5x e 10x)

Campione 2 – zona con evidente esfoliazione, lato est (Fig.6)
Sia la sezione lucida che quelle sottili del campione n.2 mostrano un'evidente perdita di coesione del materiale in superficie e presenza di depositi di colore nero, associati a grani di colore rosso, birifrangenti costituiti da ossidi e idrossidi di ferro.

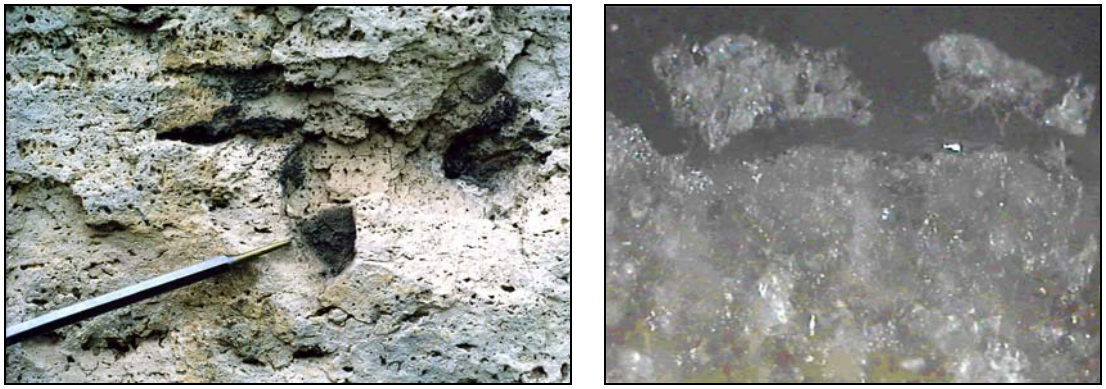

Figura 6. Foto del punto di prelievo n.2 e sezione lucida di un frammento del campione.

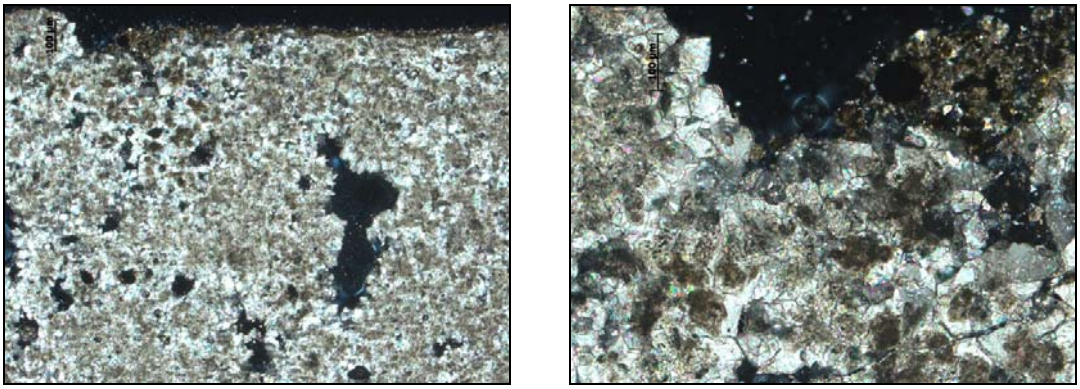

Figura 7. Sezione sottile del campione n.2 a due diversi ingrandimenti (obiettivo 2,5x e 10x)

Campione 3 – zona con evidenti esfoliazioni del travertino di colore rosato, lato est (Fig.8)

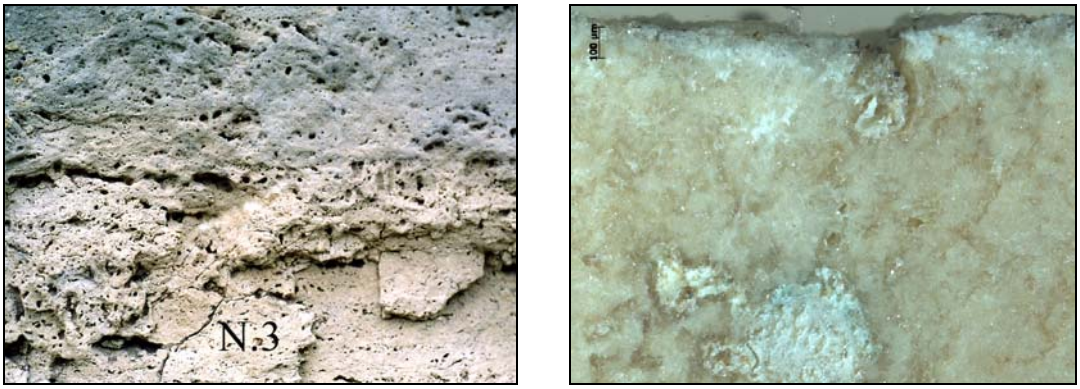

Figura 8. Foto del punto di prelievo n.3 e sezione lucida di un frammento del campione.

Anche nel campione n.3 si evidenzia la decoesione dei cristalli di carbonato di calcio che provocano la lenta erosione del travertino con conseguente distacco di intere zone di materiale. Il colore rosato visibile in superficie è dovuto alla presenza di ossidi e idrossidi di ferro che in questa zona del materiale risultano più abbondanti e ben visibili in sezione

sottile (Fig.9). Nell'immagine della sezione lucida si evidenzia anche la presenza di zone bianche in superficie e all'interno della massa del travertino che sembrerebbero riferibili a solfatazioni.

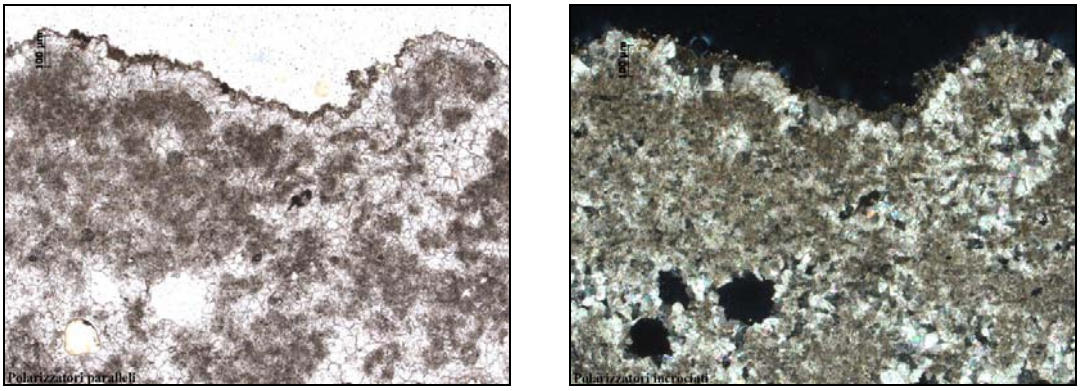

Figura 9. Sezioni sottili di un frammento del campione n.3

I campioni 1-3 sono stati analizzati in diffrattometria dei raggi X. Per confronto sono stati analizzati con la medesima strumentazione anche due campioni di travertino prelevati dalle cave di Tivoli e di Bagni San Filippo (SI). Tutti i campioni appaiono costituiti essenzialmente da calcite, di cui è evidente il picco principale attorno ai 29,5° 2theta, con concentrazioni via via decrescenti di dolomite, cui è da riferire il picco principale a circa 31° 2theta e di aragonite, con il picco principale a circa 26° 2theta (Fig.10). A livello di tracce è riscontrabile anche la presenza di celestina ($SrSO_4$, la presenza dello stronzio è stata confermata anche tramite una misura XRF). Sui tre campioni prelevati dal monumento, oltre alle righe riscontrate sui campioni di cava, compaiono anche picchi intorno ai 21° 2theta ed ai 29° 2theta, riconducibili al solfato di calcio bi-idrato.

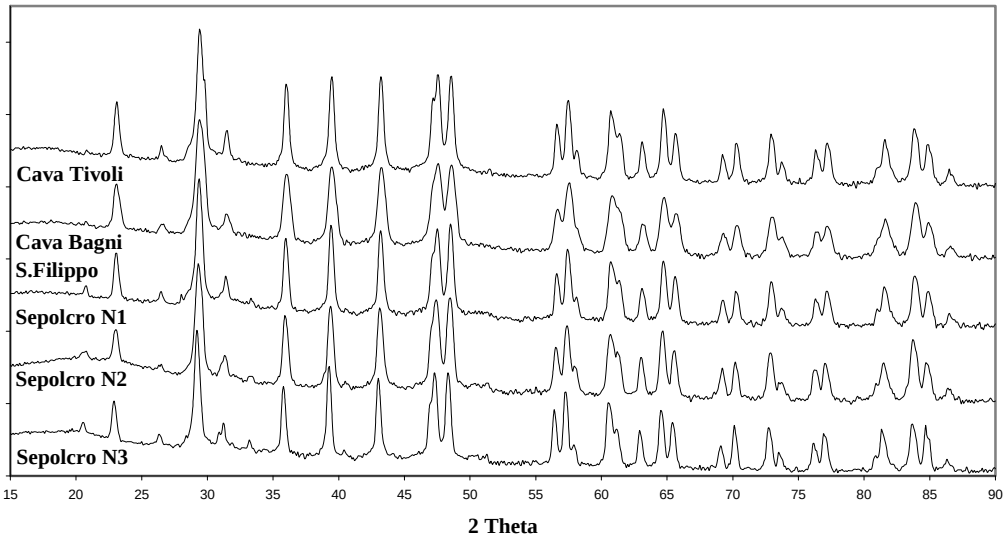

Figura 10. Spettri di diffrazione di due campioni di travertino di cava e dei tre campioni esaminati

Campione 4 – zona compatta di colore grigio scuro, con superficie molto discontinua, lato sud-ovest (Fig.11)

In questo lato del sepolcro, verso il fiume Aniene, si riscontrano evidenti colonie licheniche e attacchi di altri microorganismi tra cui alghe verdi di tipo criptoendolitico. Questo tipo di organismi vivono all'interno della pietra e colonizzano in cavità strutturali

sviluppandosi in strati paralleli alla superficie (Caneva *et al.*, 2005). La loro azione di alterazione, sia chimica che fisica, associata a quella dei licheni con i quali spesso creano meccanismi di simbiosi, contribuisce al deterioramento della pietra. Lo sviluppo delle alghe è certamente favorito dalla presenza di un ambiente molto umido, specialmente sul lato del sepolcro che si affaccia sul fiume Aniene. La presenza delle alghe verdi è evidente sia in sezione lucida (Fig.11) che sottile (Fig.12, zona superficiale).

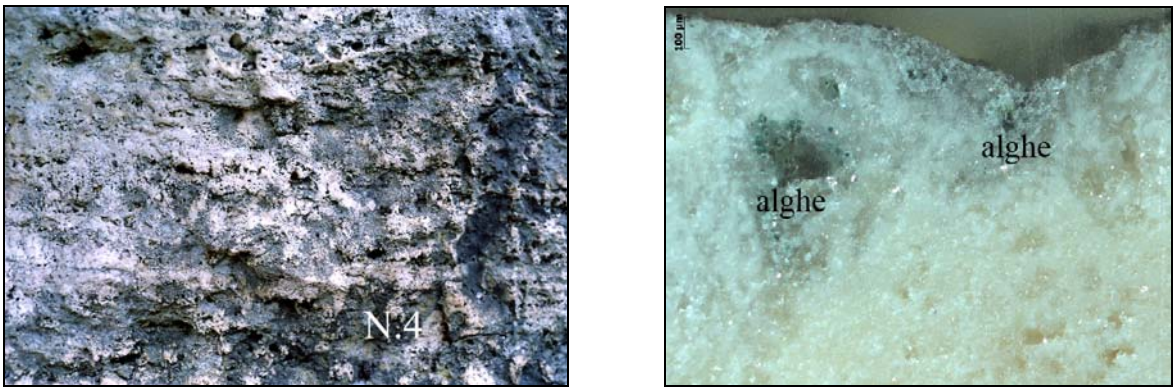

Figura 11. Foto del punto di prelievo e sezione lucida del campione n.4

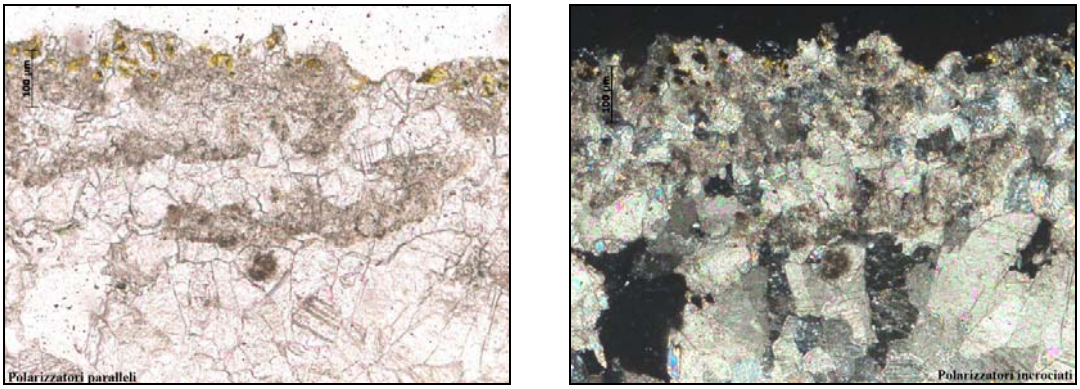

Figura 12. Sezioni sottili del campione n.4 con presenza di alghe verdi in superficie

Un microcampione di travertino con evidente presenza di alghe infestanti, sempre prelevato dal lato ovest del sepolcro (campione n.7) è stato sottoposto ad osservazione tramite SEM per studiare in dettaglio l'interazione dell'alga verde con il substrato lapideo. Nelle immagini al SEM (Fig.13), oltre alla presenza dei filamenti dell'alga che in certi punti sono strettamente associati al materiale lapideo, si riscontrano molti cristalli di gesso evidenziati anche dall'analisi XRD.
Da un punto di vista mineralogico-petrografico, i campioni di travertino di cava si presentano indubbiamente molto più compatti e privi di solfato di calcio. L'analisi petrografica del campione della cava di Tivoli e di quella dei Bagni di San Filippo mostra una notevole variazione mineralogica del travertino, non evidenziata con l'analisi XRD, legata certamente alle differenze esistenti negli ambienti geologici di formazione di questa roccia sedimentaria di tipo chimico (Fig.14).

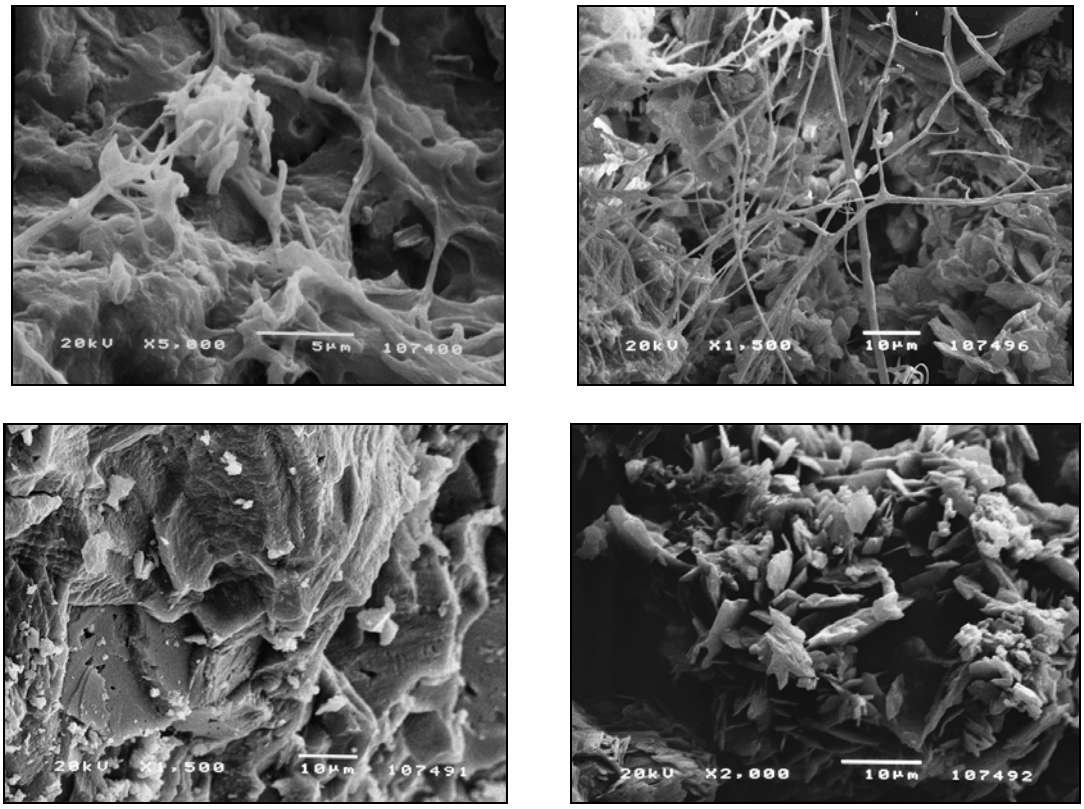

Figura 13. Immagini al SEM di filamenti di alga verde e cristalli di gesso nel campione n.7

(a) (b)

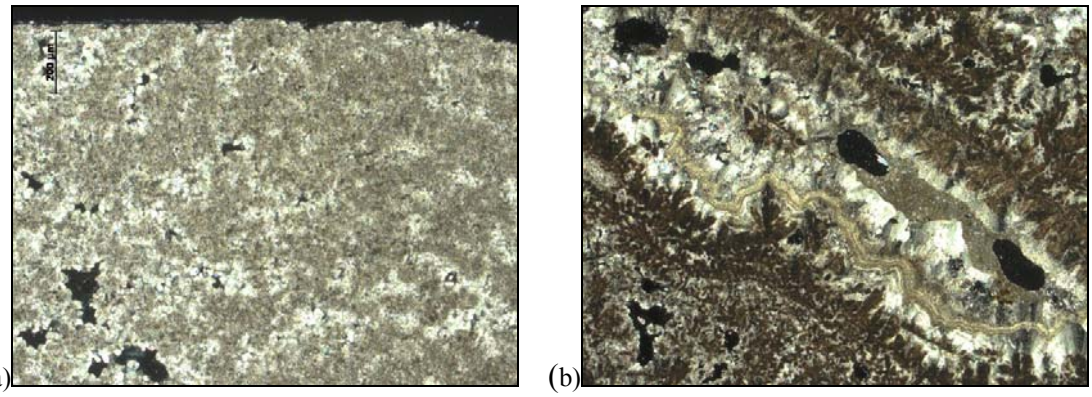

Figura 14. Sezioni sottili del travertino della cava di Tivoli (a) e di quella dei Bagni di San Filippo (b)

b. Prove di imbibizione ed evaporazione

Le prove di imbibizione per immersione totale e di evaporazione sono state eseguite rispettivamente in base alle Normal 7/81 (NORMAL 7/81) e 29/88 (NORMAL 29/88).
I campioni utilizzati, tagliati in modo da formare dei parallelepipedi, sono due, uno prelevato dal lato est (n.5) e uno dal lato ovest (n.7) dove è più evidente l'attacco biologico da parte di licheni ed alghe. Per confronto, le stesse prove sono state eseguite su un provino realizzato sul travertino della cava di Tivoli. I grafici dell'imbibizione e dell'evaporazione sono riportati nelle Figg.15-16. Il travertino presenta le caratteristiche di un materiale molto compatto (Blanco, 1993) e dai dati di imbibizione si evidenzia infatti come l'assorbimento d'acqua sia abbastanza ridotto. Il campione prelevato dal lato ovest del Mausoleo, che morfologicamente si presenta molto degradato (d=2,25 g/cm^3), mostra dunque un maggiore assorbimento d'acqua associato ad una più veloce evaporazione

rispetto al campione di cava (d=2,49 g/cm^3) e al n.5 (d=2,35 g/cm^3), proveniente dal lato est, e apparentemente più compatto. La densità d è stata calcolata come rapporto tra la massa in grammi e il volume in cm^3 dei provini. Le misure dei provini per il calcolo numerico del volume sono state ottenute con un calibro ventesimale.

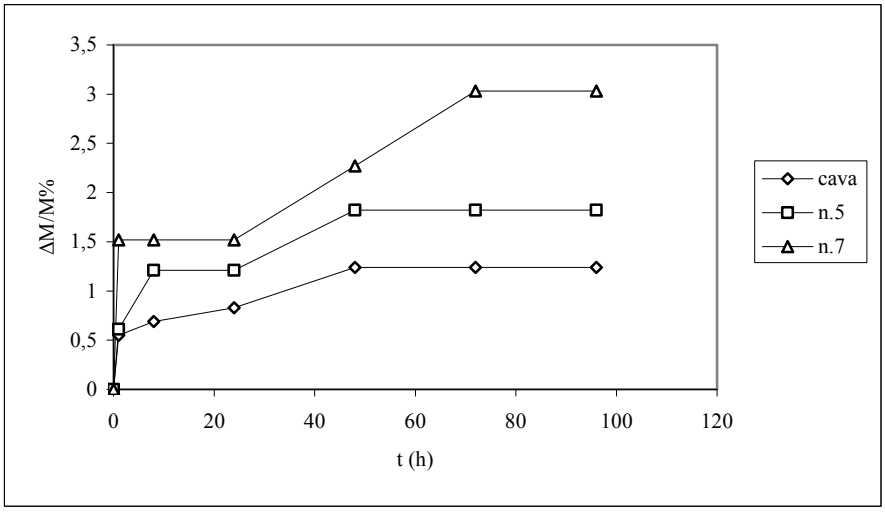

Figura 15. Curve di imbibizione del travertino di cava e di due campioni del Mausoleo

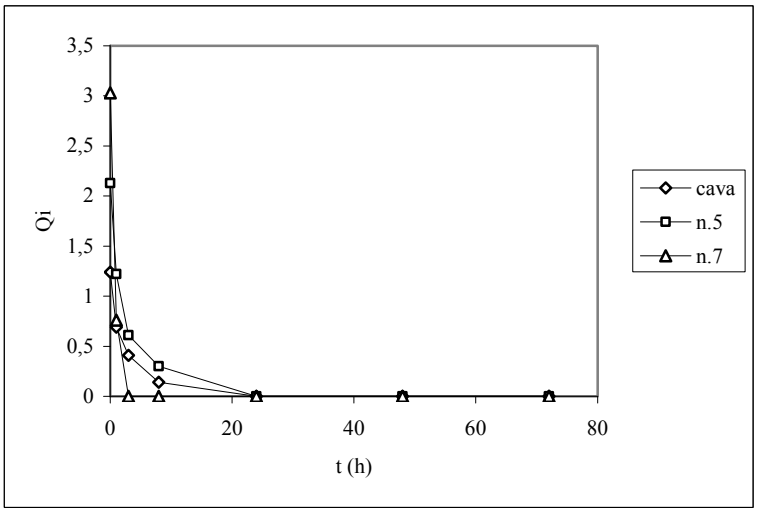

Figura 16. Curve di evaporazione del travertino di cava e di due campioni del Mausoleo

c. Determinazione dei sali solubili con metodo spettrofotometrico

La determinazione dei sali solubili è stata effettuata allo scopo di quantificare alcuni anioni e cationi la cui presenza poteva essere ipotizzata sulla base delle osservazioni microscopiche e dei risultati dell'analisi XRD. In particolare sono stati eseguiti i test per: solfati, cloruri, ione ammonio, nitrati e nitriti, questi ultimi legati al metabolismo di licheni e alghe. Nella Tab.1 vengono riportati i risultati dell'analisi spettrofotometrica e della determinazione ponderale del contenuto d'acqua nei campioni nn. 5-8.

Tabella 1. Valori ponderali d'acqua e di alcuni sali solubili nei campioni esaminati

CAMPIONE	$\%H_2O$ (m/m)	CLORURI (ppt‰)	SOLFATI (ppt‰)	NITRATI ppm	NITRITI (ppm)	AMMONIO (ppt‰)
n.5	0,15	1,04	9,8	2,27	0,175	0,120
n.6	0,12	1,11	5,2	1,65	0,155	0,380
n.7	0,23	1,11	3,8	1,65	5,95	0,470
n.8	0,76	1,08	13,1	1,96	$3{,}10\text{x}10^{-2}$	$8{,}00\text{x}10^{-2}$

Il contenuto d'acqua maggiore si riscontra nel campione n.8 prelevato dalla parte bassa del sepolcro in corrispondenza del basamento dove perciò l'interazione con il terreno e quindi anche con le acque di esondazione è certamente più pronunciata. Nello stesso campione si riscontra anche un maggiore contenuto di solfati, anioni che comunque risultano presenti in quantità apprezzabile in tutti i frammenti esaminati. Il campione n.7 presenta contenuti più elevati di nitriti e ioni ammonio certamente legati al metabolismo delle alghe verdi e dei licheni che in questo campione sono risultati più abbondanti.

4. CONCLUSIONI

Le prove condotte in questa ricerca hanno reso possibile una prima individuazione del degrado prodotto dalle condizioni ambientali, come la fratturazione dei cristalli nello strato più superficiale dei campioni, la presenza di diversi strati di ossidazione riconoscibili dalle caratteristiche cromatiche del travertino che variano da giallo chiaro a rosa e rosso, evidenti fenomeni di solfatazione del carbonato di calcio, presenza di attacco biologico specialmente sul lato ovest a carico di alghe verdi e licheni. Questi fenomeni di degrado rimandano ad una problematica ben accertata ovvero la presenza di acqua fluviale di esondazione periodica e documentano le pessime condizioni di conservazione del manufatto. A questo proposito molta attenzione va posta sulla localizzazione di due fenomeni alterativi: uno riguarda l'attacco biologico e l'altro la 'patina' rossastra osservata sulle superfici del Mausoleo. Per il primo punto si è riscontrata la presenza di alghe criptoendolitiche solamente sul lato ovest del monumento; questo farebbe pensare che gli organismi algali abbiano trovato il microclima ideale solamente in questa particolare zona del sepolcro, più vicina al bacino dell'Aniene, poco esposta al sole e oltretutto meno interessata dall'inquinamento atmosferico causato dalla presenza di una strada altamente trafficata, il quale invece interessa il lato opposto dell'opera architettonica. Sul lato esposto ad est invece la presenza evidente di una maggiore pigmentazione di colore rosa-rosso sulla superficie può essere un indicatore importante della risposta delle superfici di travertino, probabilmente trattate con protettivi durante l'intervento di restauro, non documentato, del 1981-89, agli agenti inquinanti. La colorazione risulta più evidente nelle zone di percolazione e nei riquadri ricavati agli angoli di numerosi blocchi, prima occupati da strutture mobili probabilmente in ferro. Le analisi FTIR e XRD hanno messo in risalto la presenza di solfatazione in tutti i campioni esaminati mentre quelli di cava non presentano picchi caratteristici di solfato di calcio bi-idrato. Il gesso è presente in modo evidente nei campioni prelevati nelle zone più esfoliate ed ossidate ed in particolare intorno alla colonia algale, che potrebbe esserne la causa di origine (tramite le sostanze metabolizzanti) o anche l'effetto (il gesso essendo più igroscopico del travertino trattiene maggiormente l'umidità creando un buon habitat per le sostanze organiche).
Il travertino presenta caratteristiche di materiale molto compatto e dai dati di imbibizione si evidenzia come infatti l'assorbimento d'acqua dopo 96 ore di immersione sia abbastanza

ridotto (ΔM/M%=1,24 per il materiale di cava; 1,84 per il campione prelevato dal lato est e 3,03 per quello prelevato dal lato ovest).
Il contenuto d'acqua maggiore, determinato con il metodo ponderale, si riscontra nel campione prelevato dalla parte bassa del sepolcro in corrispondenza del basamento, a circa 30 cm dal suolo, dove perciò l'interazione con il terreno e quindi anche con le acque di esondazione è certamente più pronunciata. Nello stesso campione si riscontra anche un maggiore contenuto di solfati, anioni che comunque risultano presenti in quantità apprezzabile in tutti i frammenti esaminati.
In questo lavoro preliminare si è voluto presentare un quadro generale della situazione conservativa di un importante monumento storico che purtroppo rischia di scomparire a causa di cattivi interventi e dell'incuria. Occorreranno certamente ulteriori studi e approfondimenti non solo sui materiali costitutivi ma soprattutto sulla struttura portante del Sepolcro minacciata da crolli e profonde crepe, allo scopo di evitare che un pezzo della nostra storia e della nostra memoria vada definitivamente perduto.

Ringraziamenti
Si ringrazia la dott.ssa Benedetta Adembri della Soprintendenza per i Beni Archeologi per il Lazio per averci consentito l'accesso al sito di Ponte Lucano e il sig. Pietro Di Croce che gentilmente ci ha accompagnato durante il sopralluogo nell'ottobre 2007. Si ringraziano inoltre Raimondo Porcari e Patrizia Evangelista di Punto Terra '92 per la realizzazione delle sezioni sottili dei campioni di travertino e il dott. Andrea Pernella per la preparazione dei campioni utilizzati nelle prove di imbibizione ed evaporazione.

BIBLIOGRAFIA

Blanco G., (1993). *Le pietre ornamentali in architettura*, NIS, Roma.
Bulgarini F., (1848). *Notizie storiche antiquarie statistiche ed agronomiche intorno all'antichissima città di Tivoli e suo territorio*, G.B. Zampi, Roma.
Caneva G., Nugari M.P., Salvadori O., a cura di (2005). *La biologia vegetale per i beni culturali*, Vol.I, Nardini Editore, Firenze, pp. 71-77.
Feigl F., (1972). *Spot Tests in Inorganic Analysis*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
Giagnacovo C., (2005), *Il sepolcro dei Plautii e il travertino nel restauro*, Tesi di laurea discussa presso la Facoltà di Conservazione dei Beni Culturali di Viterbo A.A. 2004/2005, Relatore Stefano Gizzi, correlatore Claudia Pelosi.
Lolli Ghetti M., (1985). *Un documento ottocentesco sul Mausoleo dei Plautii a Ponte Lucano (Tivoli). Luigi Valadier e il rilievo del 1835-considerazioni e verifiche.* Archeologia Laziale VII, Roma.
Mari Z., (2000). *La cava del Barco e la piana delle Acque Albule nell'antichità*, Atti del convegno sul tema: Il Travertino. Aspetti naturalistici e sfruttamento industriale all'inizio del terzo millennio; Guidonia (RM), 27-28 ottobre 2000.
Mari Z., (1991). *Forma Italiae. Tibur Pars Quarta*, L. S. Olschki Editore, Roma, pp. 196-210.
NORMAL 7/81, (1981). *Assorbimento d'Acqua per Immersione Totale – Capacità d'Imbibizione*, CNR – ICR., Roma.
NORMAL 29/88, (1988). *Misura dell'Indice di Asciugamento (Drying Index)*, CNR – ICR, Roma.
Usicco P., (1998). *Ἔλεγειον, elogio alla luce; pretesto: il sepolcro dei Plauzi*, Ed. Reggiani, Tibur.