

PISA, IL PORTALE MARMOREO DI S.RANIERI

Clara Baracchini¹, Salvatore Siano², Marcello Spampinato³, Sabina Vedovello⁴

¹) Soprintendenza ai Beni Architettonici, Artistici, Storici, Demoetnoantropologici di Pisa. ²) Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara”-CNR, Sesto Fiorentino (FI). ³) Libero professionista, Lucca. ⁴) C.B.C. Conservazione Beni Culturali, Soc. Coop., Roma

1. Nota storica

Nel XII secolo Pisa conosce l’apice della sua affermazione politica, economica e culturale: con i suoi carmi e con la facciata della sua cattedrale, che ne reca alcuni incisi quasi a dispiegarli davanti agli occhi dei forestieri provenienti dalla via Aurelia, si proclama erede e rivale di Roma e come tale riusa marmi di età romana ed altri ne lavora riprendendo dai primi forme e stile. Ciò accade anche sul lato absidale dell’edificio, nel portale detto di San Ranieri (Fig. 1a), il patrono cittadino.

Aperto in direzione della città, felicemente inquadrato per chi ne proveniva dalla nuova strada (via Santa Maria), modificata nella sua direzione proprio a tale scopo, il portale, presumibilmente presente in quella stessa posizione fin dalla prima fase costruttiva della cattedrale, avviatasi nel 1061, conobbe la forma attuale nella seconda metà del XII, quando ricevette anche i battenti bronzei che tuttora vi si scorgono, eseguiti da Bonanno CivisPisanus.



Fig. 1a. Portale di San Ranieri



Fig. 1b. Dettaglio dell’architrave: 1) marmo greco, 2) calcare di San Giuliano

Come per i capitelli della facciata, rilavorati su originali romani, come per i capitelli dell’abside, recuperati a Ostia e trasportati a Pisa, come del resto per molte altre chiese cittadine (basti citare l’analogo caso della vicina San Frediano), il portale di San Ranieri si fregia di un architrave realizzato nella sua interezza in marmo greco, decorato a girali, la cui parte sinistra è generalmente riconosciuta come reimpiego di un pezzo di età imperiale, mentre quella destra sarebbe un’integrazione di età medievale, peraltro così riuscita che tuttora molti archeologi non l’accettano come tale. L’architrave appare incassato tra due listelli in marmo di San Giuliano, il superiore condotto all’antica, come i capitelli corinzi che lo sostengono, l’inferiore con girali abitati, purtroppo ormai quasi illeggibili (Fig. 1b).

Ruolo e importanza del portale si accrebbero agli inizi del Trecento quando fece da fondale prestigioso alla cerimonia di accoglienza dell’imperatore Arrigo VII, accogliendo nella lunetta il gruppo scultoreo di mano di Giovanni Pisano (ora al Museo dell’Opera Primaziale), in cui l’imperatore stesso, a fianco della città di Pisa, veniva presentato alla Vergine; scampato all’incendio del 1596 (a meno che proprio a questo non si debba l’origine del decadimento del listello inferiore), protetto da una tettoia e impreziosito di mosaici, fu coinvolto dai grandi restauri ottocenteschi della Piazza, finendo per ospitare nella lunetta un bassorilievo di Andrea Guardi nato per l’interno della cattedrale [1].

2. Stato di conservazione

All’inizio degli anni Novanta, il portale fu sottoposto ad una prima campagna di indagini che mise in luce pressanti problemi conservativi e portò all’avvio del restauro, sia delle parti bronzee che di quelle in marmo. I due litotipi che costituiscono il portale, marmo greco per l’architrave principale e marmo di San Giuliano per tutte le altre parti, presentavano infatti rilevanti fenomeni di decoesione e una complessa stratificazione superficiale. Pur essendo quest’ultima costituita prevalentemente da gesso, risultarono distinguibili strati di apporto complessi, interpretabili come possibili trattamenti organici, scialbi a calce ormai in avanzato stato di solfatazione, stesure di bianco di piombo e, limitatamente alla cornice dell’archivolto, stesure policrome. Le indagini stratigrafiche sull’architrave evidenziarono, al

di sotto della crosta nera, la presenza di due strati ad ossalati di calcio, il più interno dei quali a diretto contatto con il substrato lapideo e costituito prevalentemente da whewellite.

A fronte di una proposta progettuale di Clara Baracchini, i cui obiettivi erano l’eliminazione degli strati di solfatazione superficiale salvaguardando la pellicola ad ossalati più interna, l’intervento del 1992/3, eseguito da Agnese Parronchi, è stato limitato alla parziale asportazione della sola crosta nera (effettuata meccanicamente, a bisturi) e al consolidamento delle zone più decoese individuabili: restauratrice e committenza concordavano infatti sul rischio di ledere materia e tracce di trattamenti originali procedendo con puliture più approfondite.

Nel 2003, quando i risultati del deterioramento si manifestarono con la caduta di alcune parti, il restauro venne ripreso. L’affinamento della cronologia relativa degli strati di apporto, reso possibile dal restauro della facciata nel frattempo attuato, e l’affermazione della tecnica di pulitura laser, consentivano ormai di avviare a compimento l’originaria ipotesi progettuale. È stata quindi condotta una nuova campagna diagnostica allo scopo di verificare quanto già acquisito e approfondire l’interpretazione stratigrafica.

La Fig. 2 mostra due sezioni sottili rappresentative. I depositi solfatici costituiti prevalentemente da gesso microcristallino inglobante o meno concentrazioni variabili di pulviscolo atmosferico, sono presenti non solo in superficie, ma anche all’interno di sequenze stratigrafiche coerenti come quella riportate in Fig. 2a. In taluni casi è chiaramente osservabile come il deposito sia infiltrato al di sotto degli strati di apporto (gesso di neoformazione) attraverso lacune, sollevamenti o microfratture di questi ultimi. In altri casi è forte il sospetto che gli strati di apporto più superficiali e quindi cronologicamente più recenti, siano stati applicati direttamente su depositi di gesso già presenti.

La formazione di gesso è da ascrivere sia a fenomeni di attacco chimico (condensa e piogge acide) a spese del marmo di supporto, degli scialbi a calce e probabilmente anche delle pellicole a ossalato, sia a deposito da particolato atmosferico. Questi tipi di alterazione rendono spesso di difficile distinzione, anche a livello analitico, gli strati di apporto (pellicole a ossalato, scialbi a calce, ecc.) dagli strati di deposito. Addirittura non si può escludere la presenza di gesso volutamente aggiunto come legante o come carica di alcuni strati di apporto.

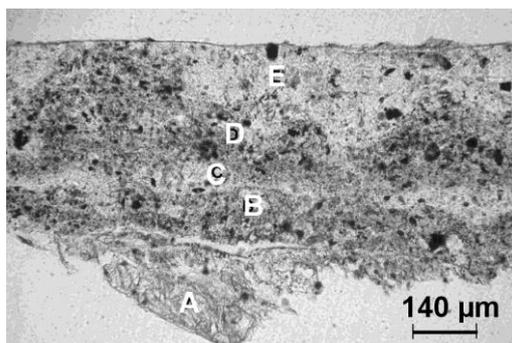


Fig. 2a. Architrave, campione 1, solo polarizzatore: A) marmo; B) matrice di gesso con abbondanti idrossidi di ferro, nero carbone, particelle micacee; C) matrice di gesso con rari idrossidi di ferro, granuli neri carboniosi, particelle micacee; D) matrice di gesso con abbondanti granuli carboniosi, idrossidi di ferro, particelle micacee; E) crosta nera.

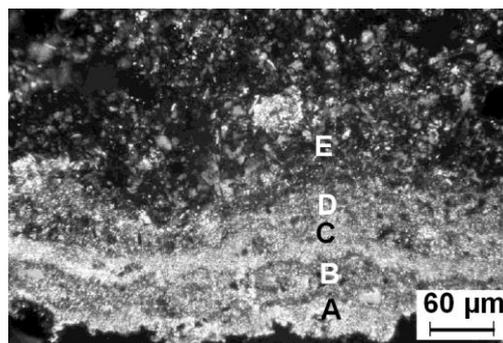


Fig. 2b). Architrave, campione 2, nicols incrociati: A) pellicola ad ossalati di Ca, birifrangenza sul giallo, poche ocre; B) pellicola ad ossalati di Ca, birifrangenza da giallo a grigio, molte ocre e nero; C) pellicola ad ossalati di Ca, birifrangenza sul giallo, quasi priva di carico cromatico; D) pellicola ad ossalati di Ca, birifrangenza da giallo a grigio, notevole carico di ocre e nero; E) crosta nera.

Le pellicole ad ossalati individuate presentavano gradi di solfatazione molto differenziati, da minimi a totali, come si evince ad esempio dalle due sezioni a confronto in Fig. 2. Tranne la pellicola semitrasparente, di colore giallo chiaro, prevalentemente a whewellite, a diretto contatto del substrato lapideo (o su di uno strato di gesso pseudomorfo di neoformazione), tutti gli altri strati, generalmente costituiti da wheddellite e caratterizzati da una coloritura bruno giallastra e/ o rossastra, sono stati individuati come dovuti ad un trattamento distinto e successivo a quello a whewellite, sulla base sia delle osservazioni attuate in occasione di restauri di edifici coevi (la cattedrale e il San Michele di Lucca) e di sculture musealizzate provenienti dalla facciata della stessa cattedrale, sia di alcune osservazioni sull’area attorno al portale. Infatti, l’apposizione della tettoia (Fig.1a), avvenuta presumibilmente nel terzo quarto del XVI secolo (è raffigurata in un disegno attribuito al Naldini, morto nel 1581) e un successivo rialzamento della stessa, ascrivibile al 1830 (nel momento cioè del restauro, eseguito da Giuseppe Modena, al mosaico applicato dal Paladini all’archivolto nei primi anni del ‘600), avevano comportato alcuni interventi sul paramento e sull’archivolto: in particolare, dal momento che su di esse doveva poggiare la nuova tettoia, era stato necessario riempire i ricassi delle losanghe soprastanti il portale. Ebbene, proprio in corrispondenza di tale intervento, sulla superficie della nuova muratura, si riscontrava la presenza di una coloritura intenzionale, che si presentava come una pellicola pittorica pigmentata da ocre rosse con l’aggiunta di nero carbone, il cui legante appariva costituito da una matrice cripto cristallina a birifrazione sul giallo identificabile come ossalato di calcio - presumibilmente trasformazione del legante utilizzato nella pellicola pittorica.

Va rilevato che sulle due diverse porzioni che costituiscono l’architrave in marmo greco, quella di lavorazione certamente romana e quella presumibilmente rilavorata in età medievale, non si sono riconosciute apprezzabili differenze né di conservazione né di trattamenti.

3. Scelta della di pulitura laser.

Come già valutato agli inizi degli anni novanta, l’avanzato stato di decoesione dei substrati lapidei e la solfatazione superficiale hanno portato ad escludere a priori metodi di pulitura basati su acqua nebulizzata o impacchi chimici, optando per una sperimentazione dell’ablazione laser. Le notevoli potenzialità di questa tecnica sono state ampiamente dimostrate in anni recenti, attraverso la definizione e conduzione di complessi interventi di pulitura [2-3]. Tali esperienze hanno al contempo mostrato come il suo corretto utilizzo richieda una fase di ottimizzazione, costituita da test e verifiche diagnostiche, che risulti nella scelta del sistema laser e dei parametri di irraggiamento più appropriati alla specifica problematica di pulitura. Ciò vale a maggior ragione in casi di complesse stratificazioni come quelle attuali, in cui la scelta del grado di pulitura e il risultato finale dell’intervento dipendono fortemente dalla possibilità di rimozione graduale degli strati, di alleggerimento di pellicole ad ossalati, di efficacia su strati di scialbo pigmentati e altro.

Per una fortunata combinazione cronologica, il restauro dell’architrave fu inserito, come cantiere pilota, all’interno del progetto Optocantieri, finanziato dalla Regione Toscana nel suo programma di Azioni Innovative del 2003 e coordinato dall’IFAC-CNR di Sesto Fiorentino, di cui la Soprintendenza di Pisa era partner. Poiché ci sembrava essenziale che la sperimentazione venisse documentata in ogni sua fase, all’interno di questo stesso progetto, di cui era partner ICT anche la società Sistemi Informativi SRL-Liberologico, è stato realizzato da quest’ultima un primo prototipo di Sicar W/b, sistema informativo georeferenziato in rete (www.liberologico.com/sicar_artpast). Il sistema è stato poi ulteriormente sviluppato grazie al contributo dell’Opera Primaziale Pisana e del Ministero per i Beni e le Attività Culturali ed è attualmente in corso di popolamento nell’ambito del progetto ARTPAST (www.artpast.org).

4. Definizione del trattamento di pulitura laser

I primi test di pulitura sono stati condotti dall’IFAC-CNR che ha selezionato, quale sistema laser più adatto, un Nd:YAG (1064 nm) Short Free Running (SFR) accoppiato in fibra ottica, con durata d’impulso variabile da 40 a 120 μ s, energia d’impulso da 0.2 a 2 J e frequenza di ripetizione da 1 a 20 Hz. In linea di principio, contrariamente agli efficienti laser Nd:YAG Q-Switching (QS), con durate d’impulso di 5-20 ns, utilizzabili su superfici relativamente ampie, i sistemi SFR consentono un’elevata gradualità di rimozione anche su scialbi pigmentati, patinature a matrice organica e pellicole ad ossalati scure, oltre che su croste nere. Il meccanismo d’azione di un laser SFR è fortemente mediato dalla vaporizzazione dell’acqua, utilizzata per inumidire gli strati superficiali, e non comporta lo sviluppo degli stress meccanici che solitamente accompagnano l’ablazione con laser QS. È stato altresì dimostrato che, proprio grazie alla gradualità d’effetto, i laser SFR permettono, previa un adeguato innalzamento di fluensa (J/cm^2), anche di attenuare o evitare del tutto le tonalità giallo-arancio relativamente intense che tipicamente risultano da puliture con laser QS.

Nel caso presente, il gesso scarsamente pigmentato tra gli strati di apporto e il notevole carico di ocre, altamente riflettenti alla lunghezza d’onda laser (1064 nm), delle pellicole ad ossalati, hanno portato ad optare per fluenze relativamente alte, attorno a 7-9 J/cm^2 , e durate d’impulso non superiori a 80 μ s. Per il sistema laser utilizzato, in cui la durata cresce con l’energia emessa, per uno spot ad esempio di 3.4 mm, questa scelta corrisponde ad un’energia di 650-850 mJ/pulse. Con questi parametri risultava possibile mettere in pratica l’iniziale idea di effettuare la rimozione degli strati di solfatazione per fermarsi in corrispondenza della pellicola ad ossalati più prossima al substrato, dopo eventuale alleggerimento nelle zone in cui essa era più spessa e scura. Le fluenze operative scelte non rappresentavano viceversa alcun pericolo nelle zone di esposizione del substrato, a causa di fenomeni di solfatazione e spallazione, poiché distanti dalla soglia di danno. In Fig. 3 è appunto mostrato il risultato stratigrafico di un test di pulitura in una zona di scarsa adesione ed incoerenza della pellicola, mentre la Fig. 4 mostra una visione d’insieme del risultato di salvaguardia della pellicola con rispetto del suo profilo irregolare accentuato dalla variabilità del grado di solfatazione.

In seguito a queste prove, si sono avvicinate nella sperimentazione due ditte di restauro, anch’esse partners del progetto Optocantieri: MIDA e RestauroItalia Srl che hanno utilizzato il laser come unica tecnica per prove di pulitura estese, salvo alcuni test localizzati di approfondimento della pulitura con resine scambio ionico. La sperimentazione è stata condotta con estrema cautela per esplorare la consistenza e l’estensione degli strati rilevati nei punti di prelievo: per valutare l’aspetto macroscopico dato dalla tonalità che la superficie avrebbe assunto, si è proceduto ad eliminare gradualmente la stratificazione, arrestandosi in alcune aree al livello del gesso di infiltrazione tra strati di apporto, in altre ad un livello alto della pellicola ad ossalati più interna, ancora parecchio carico di ocre e nero. Vista la consistente presenza su tutta la superficie della pellicola ad ossalati più interna, si è infine convenuto di estendere a tutto l’architrave la scoperta di tale pellicola, utilizzando i parametri di irraggiamento già individuati.

5. L’intervento di pulitura

Nel giugno 2005 si dava inizio all’intervento completo di restauro, affidato dall’Opera Primaziale Pisana alla CBC, che ha condotto la sua sperimentazione iniziale facendo riferimento al risultato ottenuto nell’angolo destro della fascia centrale nella precedente sperimentazione. L’analisi stratigrafica aveva però indicato nelle zone pulite la presenza di

eccessivi residui di solfato di calcio negli strati superficiali, suggerendo un ulteriore approfondimento, in linea con gli esiti dei primi test.

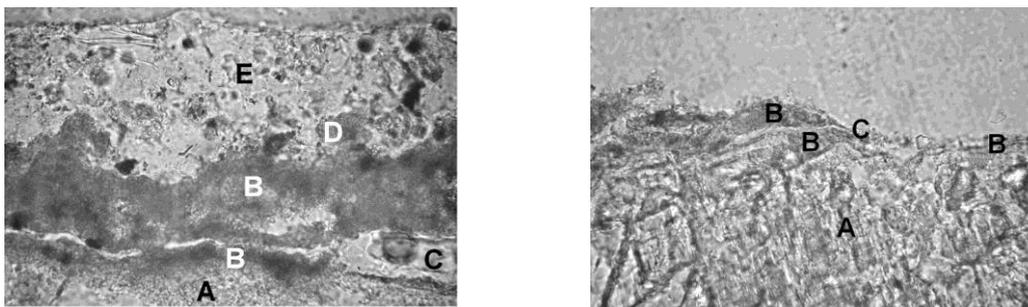


Fig. 3. Test di pulitura (a destra) su pellicola ad ossalati decoesa (a sinistra): A) marmo; B) pellicola ad ossalati di Ca a birifrazione d’aggregato sul giallo, ingloba radi granuli giallo rossastri di idrossidi di ferro, tende ad esfoliare per infiltrazione di gesso; C) gesso infiltrato tra le esfoliazioni della pellicola a ossalati; D) residuo di stesura pittorica pigmentata con ocre rosse; E) deposito di gesso che ingloba poco particellato atmosferico e residui della stesura pittorica sottostante

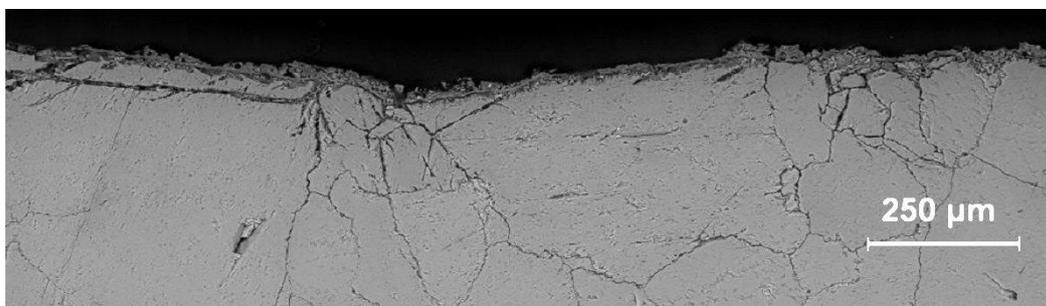


Fig. 4. Risultato del trattamento di pulitura laser ottimizzato che evidenzia la salvaguardia della pellicola ad ossalati più prossima al substrato. Il suo profilo irregolare è dovuto alla variabilità del grado di solfatazione.

Il trattamento definitivo è stato quindi condotto alle fluenze operative di cui sopra e frequenze di ripetizione non superiori a 15 Hz. Questa modalità ha permesso di rimuovere gli strati di gesso residuo e assottigliare leggermente e ulteriormente gli strati ad ossalato di calcio, asportando gli ultimi residui di gesso e ottenendo una tonalità relativamente più chiara, con un elevato rispetto della superficie nuda del marmo nelle zone di esposizione. Esempi di quest’azione graduale sono mostrati in Fig. 5, dove sono anche riportati i parametri colorimetrici che documentano l’aumento di luminosità (L^*) e la riduzione delle coordinate a^* e b^* nel passaggio dal primo al secondo livello di pulitura, corrispondente ad una riduzione del grado di saturazione delle componenti rosso e giallo, rispettivamente.

La procedura è stata estesa al resto della superficie, ottenendo un risultato complessivamente di notevole omogeneità sui blocchi centrali dell’architrave, mentre permanevano alcune problematiche specifiche legate sia a situazioni conservative particolari sia a trattamenti di manutenzione o restauro localizzati. In particolare, la cornice superiore a foglie, dentelli e ovuli, ha alcune zone polverizzate (Fig. 1b), situate in prevalenza sulle punte delle foglie in oggetto a sinistra di chi osserva. Queste situazioni di degrado erano state mascherate con la stesura di uno spesso strato bruno-rossastro che il laser non riusciva a ridurre completamente: rimaneva una velatura trasparente ma decisamente rossa, in buona parte assorbita nelle porosità superficiali della pietra. Stessa situazione si riscontrava nel blocco in marmo di San Giuliano che conclude la sommità dell’accesso al Duomo. Come accennato sopra, la pietra è fortemente degradata (Fig. 1b), e gli strati di coloritura, forse più d’uno, erano molto spessi. Alcune ulteriori cadute di materia, probabilmente in un intervento più spiccatamente manutentivo, erano state tingeggiate in nero. La dominante tonalità rosata era molto intensa ed esteticamente anomala. Dopo aver verificato che non era possibile ottenere un risultato più soddisfacente neanche utilizzando la seconda armonica del Nd:YAG (532 nm), più fortemente assorbita dagli ossidi di ferro rispetto alla fondamentale (1064 nm), si è deciso di completare la pulitura ricorrendo a impacchi di solubilizzazione ed estrazione dei residui, eseguiti al termine delle operazioni di consolidamento.

Altra situazione particolare è stata riscontrata principalmente nel blocco di architrave romano, dove le parti in oggetto del rilievo risultavano alterate da residui molto scuri, addensati principalmente nelle zone con problemi di decoesione e distacco dei granuli cristallini. L’aspetto suggeriva la presenza di tracce di attacchi biologici non più attivi, dato confermato poi dall’analisi di sezioni sottili. Il trattamento di queste zone con il laser SFR, non è stato in grado di produrre una rimozione soddisfacente nemmeno a fluenze relativamente elevate, a causa della ramificazione e tenacità del residuo biologico. In generale infatti, sulla base della nostra esperienza, possiamo dire che problemi di pulitura di

questo tipo sono risultati affrontabili solo con laser ad impulso corto (QS) o, in qualche caso, con laser Er:YAG (2.94 μm), la cui lunghezza d'onda è fortemente assorbita dai gruppi OH.

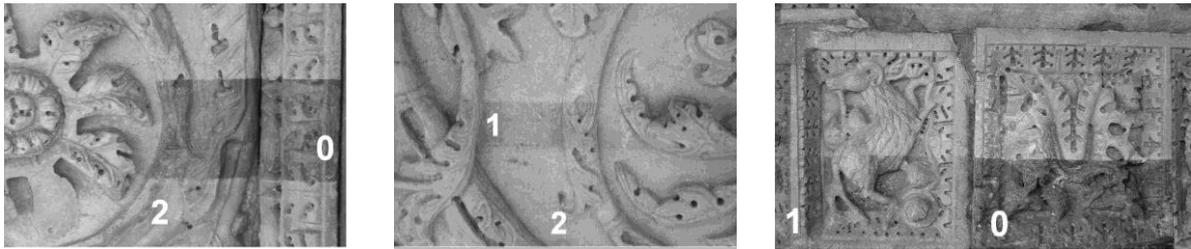


Fig. 5. Test di pulitura laser: 0) tal quale; 1) primo livello di pulitura giudicato insufficiente; 2) livello di pulitura finale. Parametri colorimetrici (L^* , a^* , b^*) rappresentativi dei tre livelli: 0) 62.80, 9.83, 19.58; 1) 68.23, 10.14, 23.24; 2) 69.95, 6.40, 16.82.

In questo caso abbiamo optato per la prima soluzione, utilizzando un laser Nd:YAG QS con impulsi di 8 ns in condizioni operative, che è risultata molto efficace e rapida a una fluensa di circa 1.5 J/cm^2 , permettendo la rimozione pressoché completa dello strato biologico affiorante. Dopo quest'ultima rifinitura l'architrave è risultato esteticamente armonico con un'elevata leggibilità del modellato.

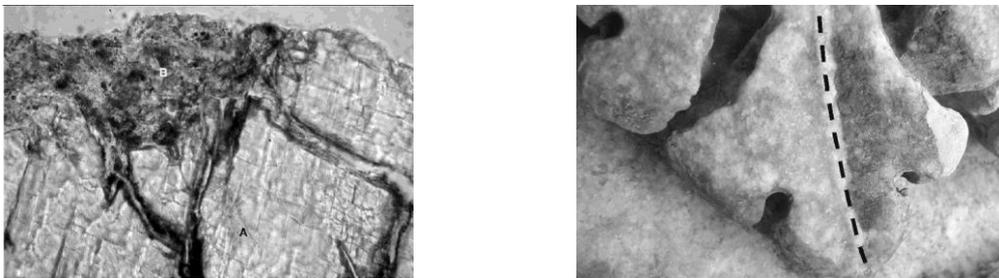


Fig. 6. Residui di attacco biologico localizzati soprattutto sulla parte sinistra dell'architrave: sezione sottile (sinistra) e test di pulitura con laser Nd:YAG QS (destra). Il tratteggio indica la transizione tra la zona trattata e quella non trattata.

Estremamente diversa invece la situazione della cornice decorata che racchiude la lunetta: sulla superficie del marmo di S.Giuliano si sovrapponevano, in modo discontinuo, uno strato di biacca, una preparazione in bolo giallo con residui di foglia d'oro, una seconda doratura su missione rosso violacea e tracce di campiture ad azzurrite negli spazi di fondo tra le foglie. Altre tracce frammentarie di decorazione con pigmenti neri e rossi sono state trovate alla sommità dell'arco, sotto la protezione del dado aggettante dell'arcata. Dopo un'iniziale e parziale rimozione delle polveri eseguita per via chimica, come su gran parte della superficie dell'architrave, si è anche in questo caso operato con apparecchiatura laser SFR, controllando opportunamente l'energia d'impulso e la dimensione dello spot in modo da realizzare fluense non superiori a 3.5 J/cm^2 , decisamente più basse di quelle utilizzate sull'architrave.

6. Conclusioni

In questo lavoro abbiamo riportato i risultati dell'indagine sullo stato di conservazione del portale di San Ranieri, descritto i criteri che hanno condotto all'utilizzo della tecnica laser e alla selezione dei parametri di irraggiamento. Nella scelta del sistema laser Nd:YAG SFR per il trattamento generalizzato, abbiamo privilegiato le peculiari potenzialità di rimozione graduale offerte da questa tecnologia, in luogo della maggiore efficienza e quindi economicità delle sorgenti QS. Ciò ha consentito di definire accuratamente il grado di pulitura, dal punto di vista stratigrafico e macroscopico, a valle di vari test operativi. La pulitura laser ottimizzata, localmente combinata con altre soluzioni laser e metodi tradizionali, ha consentito di ottenere un grande rispetto delle tracce della prima superficie dell'opera, ottima leggibilità, armonia cromatica e tessiturale, che sintetizzano l'alta valenza e la piena soddisfazione dell'intervento effettuato. È in questi aspetti di qualità del risultato che trova ampia giustificazione l'utilizzo di una tecnica relativamente costosa, unitamente ai vantaggi legati all'assenza di effetti invasivi e di residui che potranno certamente essere utilmente sfruttati nelle future puliture di manutenzione, eseguibili agevolmente ed economicamente a mezzo laser.

BIBLIOGRAFIA

1. Peroni Adriano (a cura di), *Il Duomo di Pisa*, Panini Editore, Bologna, 1995.
2. Siano S., in: *Tecniche di Restauro*, a cura di B.P. Torsello e S.F. Musso, Utet, Torino, 2003, 136-145.
3. Baracchini C. et al., in: *LACONA V Proceedings*, Springer-Verlag, Berlin, 2005, 191-197.