



MINISTERO  
PER I BENI E  
LE ATTIVITÀ  
CULTURALI

Direzione Generale per la valorizzazione  
del Patrimonio Culturale

# Restauro: sinergie tra pubblico e privato

XVII Salone dell'Arte del Restauro  
e della Conservazione  
dei Beni Culturali e Ambientali

FERRARA  
24-27 Marzo 2010

Quartiere Fieristico  
Pad. 3 - Stand C6 - B5

MIBAC



**L'impiego del sistema ScubaScan per il rilievo 3D dei sarcofagi del relitto di San Pietro in Bevagna (Taranto)**

Roberto Petriaggi, *ISCR* - Barbara Davide, *ISCR* - Marco Ghezzi, *Menci Software srl*

**Premessa**

L'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, ex Istituto Centrale per il Restauro, con il suo Nucleo per gli interventi di Archeologia Subacquea (NIAS) ha realizzato, in anni recenti, interventi conservativi e restauri sott'acqua, con il fine, non solo della conservazione, ma anche della valorizzazione del Patrimonio sommerso. Ricordiamo, per esempio, nel 2001 il restauro delle peschiere della villa romana di Torre Astura (Roma) e, soprattutto, dal 2003 ad oggi, i restauri di alcuni settori edilizi del Parco Archeologico sommerso di Baia (Napoli).

Nel giugno 2009 il NIAS, in accordo con la Soprintendenza per i Beni Archeologici della Puglia, ha scelto come nuovo ambito di ricerca e sperimentazione il relitto con un carico di sarcofagi naufragato, intorno alla prima metà del III sec. d.C., a largo di San Pietro in Bevagna (TA). La nave trasportava sarcofagi di marmo bianco provenienti dall'Egeo e dall'Asia Minore e poteva avere una lunghezza di circa m. 20-22, per una larghezza di m. 5-6, a giudicare dalla consistenza del carico superstiti. I sarcofagi si differenziano tra loro per dimensioni e per forma: un gruppo è a cassa rettangolare e, tra questi, alcuni doppi, ancora da separare, ed un secondo gruppo è del tipo a vasca; il loro peso varia dai 1.000 ai 6.000 chilogrammi. Probabilmente i manufatti erano destinati a Roma, dove sarebbero stati sbarcati nella *Statio Marmorum* di Ostia; da qui, per via fluviale, a bordo delle *naves Caudicariae*, sarebbero giunti alla Ripa Marmorata, presso il monte Testaccio, e nel Campo Marzio, dove operavano i marmorari, presso la *Statio Rationis Marmorum*.

Scopo del lavoro, oltre allo studio dello stato di conservazione dei sarcofagi e alla caratterizzazione degli organismi biodeteriogeni che hanno colonizzato il marmo, è stato quello di proporre la trasformazione del sito facendone un museo sommerso, con la realizzazione di un itinerario subacqueo.



Segretariato Generale

Segretario Generale:  
*Roberto Cecchi*

Via del Collegio Romano, 27  
00186 Roma  
Tel. 06 67232819  
Fax 06 67232414  
driosegreteria@beniculturali.it



ISCR – Istituto Superiore per la  
Conservazione ed il Restauro

Direttore: *Gisella Capponi*

Coordinatore per la Comunicazione:  
*Donatella Cavezzali*

Piazza San Francesco di Paola, 9  
00184 Roma  
Tel. 06 48896265  
Fax 06 4815704  
ic-r.segreteria@beniculturali.it  
www.iscr.beniculturali.it

San Pietro in Bevagna.  
Il relitto dei sarcofagi. Particolare



A tale scopo sono stati progettati e poi posizionati sul fondo due pannelli didattici illustrati che descrivono il sito archeologico e che forniscono le informazioni essenziali sulla lavorazione e sul trasporto del marmo in età romana.

Per migliorare la fruizione e la durabilità di questi supporti didattici, i pannelli sono stati inseriti in uno scatolato di acciaio inox dotato di un coperchio da aprire nel corso della visita e poi da richiudere una volta compiuta la lettura dei dati. In questo modo si riesce a tenere a bada gli organismi marini che, altrimenti, colonizzerebbero la superficie del pannello rendendo impossibile la lettura sott'acqua, soprattutto, come in questo caso, quando non è prevista la presenza di personale incaricato di compiere la manutenzione periodica del percorso.

Ora il sito è nelle condizioni di poter essere visitato e compreso nella sua valenza storica e archeologica sia dai subacquei, accompagnati da guide subacquee, sia dai bagnanti con la maschera ed il boccaglio. Il relitto infatti è a soli 100 metri da riva, su un fondale di meno di 5 metri, ed è quindi facilmente raggiungibile anche a nuoto dalla bella spiaggia di San Pietro in Bevagna.

### **L'impiego del sistema ScubaScan per il rilievo 3D**

Nel corso dei lavori si è deciso di sperimentare il sistema ScubaScan per realizzare un rilievo tridimensionale del carico di sarcofagi. Questo sistema è stato progettato e sviluppato da Menci Software, in collaborazione con l'Università di Napoli Suor Orsola Benincasa e ASASudio. Considerata la fase ancora sperimentale del programma, la Menci Software ha sponsorizzato, in parte, la realizzazione del rilievo 3D.

Il sistema ScubaScan è in grado di generare modelli tridimensionali di manufatti sommersi a nuvola di punti. I modelli 3D generati da ScubaScan contengono le stesse informazioni cromatiche RGB delle immagini digitali dalle quali sono ricavati. Su ogni modello 3D è inoltre possibile applicare una texture raster, incrementandone ulteriormente la leggibilità.



San Pietro in Bevagna.  
Il relitto dei sarcofagi. Il rilievo 3D

### **Lo strumento**

Lo strumento per realizzare il rilievo misura 80x38x22.5 cm e pesa 10 Kg; esso consiste in tre fotocamere digitali calibrate, ancorate su un supporto in alluminio e disposte parallelamente. Le fotocamere sono alloggiare in scafandri impermeabili e sono mutuamente collegate in modo da permettere uno scatto sincronizzato. Lo scatto contemporaneo delle tre fotocamere consente di ottenere riprese di uno stesso ambiente, o oggetto, da tre punti coordinati, ossia di cui sono note le distanze relative delle tre camere. Questa condizione è necessaria per



le successive elaborazioni software, che trasformeranno il dato raster raccolto nei relativi modelli tridimensionali.

Lo strumento viene sottoposto a due tipi di calibrazione: anzitutto si procede alla calibrazione una tantum delle fotocamere, eseguita presso i laboratori Menci, al fine di determinare le peculiarità ottiche di ciascuna fotocamera e obiettivo. Il sistema viene poi ricalibrato nel suo complesso ogni volta che lo strumento viene smontato e rimontato, così da riconsiderare l'allineamento e la posizione relativa delle camere al termine del montaggio.

Le fotocamere vengono impostate in modo da ottimizzare la qualità dell'immagine relativamente alle condizioni di luce e limpidezza dell'acqua. La distanza di lavoro tipica per l'assetto proposto è tra 1.5 e 6 metri.



Un visitatore legge il pannello

### Fase di acquisizione

L'acquisizione del manufatto può procedere secondo due differenti modalità:

- nel caso di soggetti di dimensioni ridotte, l'intera acquisizione può ricadere in un singolo scatto;
- nel caso in cui l'area complessiva da rilevare non possa essere coperta con un singolo scatto, situazione questa molto più comune nel caso dei rilievi di siti sommersi, l'operatore eseguirà una sequenza ordinata di scatti che siano in grado di coprire, secondo una data logica, l'intera area di interesse. I modelli tridimensionali generati da ogni scatto potranno in seguito essere assemblati tra loro se la sovrapposizione, o area a comune tra uno scatto e l'altro, è sufficientemente ampia. Secondo la stessa logica un soggetto può essere ricostruito tridimensionalmente in ogni suo lato, acquisendo scatti a differente inclinazione.

### Il software

Gli scatti fotografici acquisiti sott'acqua vengono scaricati ed elaborati all'interno di un PC. Il software consiste in una specializzazione del software ZScan, in grado di:



- ordinare le immagini sincronizzate provenienti dalle tre fotocamere;
- eseguire la calibrazione del sistema sulla base degli appositi scatti al poligono di calibrazione;
- consentire all'utente di introdurre i parametri di salinità rilevati in immersione;
- definire, per ogni tripletta di immagini costituenti uno scatto, l'area utile da ricostruire, oltre alla risoluzione finale del modello ottenuto;
- generare il modello 3D di ogni scatto;
- triangolare tali modelli, così da ottenere una mesh sulla quale è automaticamente applicabile una texture raster. La triangolazione consente la successiva generazione automatica di prodotti accessori quali ortofoto, DEM (Digital Elevation Model), prospetti, curve di livello, ecc. all'interno del software di Menci Software, Z-Map.

L'attività di assemblaggio dei modelli ottenuti, operata da moduli software integrativi sempre sviluppati da Menci Software, consente poi di ottenere un modello tridimensionale complessivo. Quest'ultima procedura, a seconda delle caratteristiche delle immagini e del soggetto, potrà essere sia automatica che manuale.

### **Il rilievo 3D dei sarcofagi del relitto di San Pietro in Bevagna**

Per il rilievo dei sarcofagi del relitto sono stati realizzati 48 modelli singoli, in seguito assemblati in un unico modello complessivo. La risoluzione del modello finale ottenuto è mediamente di 1.5 mm tra un punto tridimensionale e l'altro.

Nella fase di acquisizione delle immagini, si è riscontrato che alcuni fattori esterni, quasi sempre difficilmente controllabili quali, la variabilità delle condizioni di illuminazione sott'acqua, la presenza di pesci e di alghe in sospensione, o la presenza di gruppi di manufatti molto distanti gli uni dagli altri, possono creare problemi alla realizzazione del rilievo 3D, alterando pesantemente l'informazione di texture leggibile sullo stesso punto di un manufatto ripreso in due momenti diversi.

Si consiglia, quindi, di seguire alcuni accorgimenti: per quanto possibile, bisogna cercare di eseguire le riprese fotografiche in momenti della giornata in cui la luce è presente ed il più possibile costante e di evitare, per esempio, le giornate nuvolose.

Se il sito sommerso presenta molta sospensione o vita animale, ma anche quando sono presenti gruppi di manufatti molto distanti tra loro, si è riscontrato che il lavoro di restituzione 3D è facilitato dal posizionamento sul sito, prima della ripresa fotografica, di una rete topografica con idonee marche di riferimento. In questo modo si riescono ad evitare tutti i problemi relativi alla discontinuità della superficie.

La sperimentazione dimostra che il sistema ScubaScan, se utilizzato seguendo i metodi sopra indicati, risulta molto efficace e permette di abbattere notevolmente i tempi e i costi del rilievo subacqueo, se confrontati con quelli del rilievo manuale (logistica e costo /ore uomo). I modelli 3D ottenuti hanno poi la caratteristica di essere geometricamente e cromaticamente fedeli all'oggetto ricostruito, oltre ad essere esportabili in svariati formati e fruibili in molti contesti.