



Ministero della Cultura
SEGRETARIATO REGIONALE DEL MiC PER LA SARDEGNA
Largo Carlo Felice, 15 – 09124 Cagliari – c.f. 92080610907

PORTO TORRES (SS) - Area archeologica della colonia Iulia Turris Libisonis



PERIZIA DI SPESA n. 5 DEL 13/04/2021

Per lavori di:	Scavo, restauro e valorizzazione ai fini turistico-culturali dell'impianto urbano e delle residenze patrizie - Programma interventi finanziato con le risorse derivanti dalla Legge 11 dicembre 2016 n. 232 – art. 1, comma 140 - approvazione con D.M. 19 febbraio 2018
Importo:	€ 577.200,00 di cui € 20.000,00 per oneri di sicurezza CUP F22C16000450001
Ente Appaltante:	Segretariato Regionale del Ministero della cultura per la Sardegna
Luogo dei lavori:	Porto Torres (SS)
Autorizzazione ex art.21 D.Lgs 42/2004	Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio per le province di Sassari e Nuoro
Livello di progettazione	Esecutivo ai sensi dell'art. 147 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i. e degli artt. 14, c. 3 e 18 del D.M. 154/2017

3. RELAZIONE SPECIALISTICA - RESTAURO DELLE SUPERFICI DECORATE E DEI REPERTI MOBILI

Responsabile del procedimento	Dott.ssa Gabriella Gasperetti	Supporto al RUP	Arch. Elena Azzolin Arch. Sergio Cappai
Progettista	Arch. Francesca Frassetto	Collaboratrice alla progettazione	Arch. Laura Lutzoni
Progettazione scavo archeologico	Dott.ssa Gabriella Gasperetti	Progettazione restauro superfici decorate	Dott.ssa Eliana Natini Sig. Alessandra D.T. Carrieri
Coordinamento della sicurezza	Arch. Giovanni Masia		Sig. G. Antonio Chessa

Interventi eseguiti, situazione attuale e previsioni di progetto

L'area archeologica interessata dal presente progetto di documentazione, scavo, restauro e conservazione è situata lungo la costa nord occidentale della Sardegna, fortemente battuta da venti di Maestrale che trasportano l'aerosol marino, ricco di sali solubili. Notevolmente estesa, necessita di continui interventi di manutenzione e di restauro sia per gli elevati sia per i manufatti lapidei che per le superfici decorate di interesse archeologico.

Particolare attenzione è stata posta dal personale del Centro di restauro e conservazione della Soprintendenza all'estesa *Domus* cd. dei mosaici marini, che conserva porzioni notevoli di pavimentazione musiva, di pareti con intonaci dipinti e rivestimenti marmorei. Sono stati eseguiti con continuità interventi di manutenzione, a partire dal monitoraggio dello stato di conservazione dei manufatti e dalla verifica dell'efficacia dei sistemi di protezione adottati.

Gli ambienti della *Domus* messi in luce tra il 2003 e il 2004 furono protetti da una tensostruttura che, a causa di un fortunale, fu danneggiata nel 2018 e a tutt'oggi non ha il telo di copertura.

I mosaici, non più protetti, hanno subito pesantemente l'azione della pioggia e il ristagno prolungato delle acque meteoriche, riportando danni alle malte di allettamento con stacchi delle tessere e rigonfiamenti che hanno messo in pericolo la tessitura musiva.

Periodicamente è stato garantito l'intervento per il restauro dei mosaici degradati, con la messa in sicurezza dei bordi, delle tessere staccate e, soprattutto, per il ripristino dell'adesione della malta di allettamento al piano e alle tessere stesse. Anche per gli intonaci degli elevati è stato garantito un trattamento di mantenimento sia per la conservazione delle parti decorate, sia per il consolidamento delle malte e dei conci.

Negli anni passati sono stati eseguiti interventi estensivi di pulitura generale manuale sulle superfici musive per la rimozione del terriccio e dei detriti, oltre che, ove presente, di rimozione del *tessuto non tessuto* sistemato dopo lo scavo sui piani pavimentali per proteggerli, ma che nel tempo si è degradato, non assolvendo alla funzione prevista, anzi, creando problemi per l'adesione alle tessere musive. Sono state rimosse anche la sabbia e le piccole radici di essenze erbacee che si erano formate tra i pavimenti e i sedimenti terrosi. Sono state eseguite stuccature dei bordi decoesi dei rivestimenti degli elevati (intonaci e intonaci dipinti) e dei bordi delle pavimentazioni musive, con interventi di riadesione delle tessere sconnesse.

Una circostanza particolare è rappresentata dalla problematica delle efflorescenze saline, comuni a tutta l'area, che interessano sia le superfici degli elevati, intonaci, conci e mattoni, sia le superfici musive.

I biodeteriogeni, poco presenti sui manufatti, sono stati trattati con sali quaternari di ammonio e/o altri biocidi e asportati meccanicamente, avendo cura di evitare traumi alle superfici.

Nell'ambito di interventi di documentazione e conservazione messi in atto dai tecnici del Centro di Restauro, in accordo con l'allora Soprintendente e con la direzione del funzionario archeologo, dott.ssa Gabriella Gasperetti, nel 2017 è stata attivata una collaborazione tra il Laboratorio di Geomatica ProSIT del Dipartimento di Architettura dell'UNISS e la Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio per le province di Sassari e Nuoro. La collaborazione ha permesso di impostare una sperimentazione operativa, con metodologie fotogrammetriche classiche e moderne e con l'obiettivo di migliorare ed accelerare l'acquisizione dei dati e la realizzazione di un rilievo tridimensionale ad alta risoluzione per la lettura, la misura e l'analisi dello stato di fatto dei pavimenti musivi.

I rilievi così ottenuti consentono inoltre all'équipe dei restauratori di procedere all'assestamento e al consolidamento, in modo certo e univoco, delle tessere decoese, avendo come guida la precisione dei dati a disposizione. Nelle more della definizione di un progetto complessivo di intervento, il rilievo e la definizione dei data-base sono stati effettuati sulla pavimentazione a mosaico del piano superiore della *Domus* (VANO IX). Si riporta la descrizione operativa della scheda di partecipazione al XXIII COLLOQUIO AISCOM, nel quale è stato presentato il lavoro:

"La filiera standard del processo fotogrammetrico ha previsto l'uso di camere digitali con un'alta risoluzione radiometrica e geometrica, di ottiche ad ampio angolo di campo con bassi valori di distorsione e calibrazione in laboratorio e seguendo una rigorosa metodologia topografica realizzata, all'intorno dell'intervento, con una rete di vertici posizionati con tecnologie GNSS da cui sono stati rilevati alcune decine di punti di appoggio segnalizzati (GCP) con una Total Station topografica. L'uso di tecnologie e strumentazioni moderne, nell'ambito di una procedura definibile come classica, ha permesso di arrivare a risoluzioni geometriche molto alte. Le tessere del mosaico appaiono correttamente e singolarmente leggibili e sono, inoltre, misurabili nell'ambito di errori medi molto inferiori alla loro dimensione (1-2 mm). Le operazioni di restituzione hanno permesso la formazione di un modello tridimensionale della superficie (Digital Elevation Model), la successiva integrazione in ambiente GIS, e la costruzione di una Banca Dati digitale georeferenziata, per le valutazioni sulle condizioni della superficie del pavimento, attraverso collaudate procedure di analisi spaziali."

(Dalla nota agli atti con prot. n. 2935 del 19/03/2020).

Tale tipologia di documentazione, rilievo e costruzione dei data-base sui mosaici dovrà essere estesa all'insieme del complesso della *Domus* dei mosaici marini, con l'obiettivo di ottenere il massimo della documentazione elaborabile prima e dopo l'intervento. Questa costituirà parte della documentazione d'archivio, consultabile per i futuri interventi anche di manutenzione, potrà essere utilizzabile per le attuali scelte di metodologie da applicare durante gli interventi di restauro, e per presentazioni del risultato dei lavori.



Documentazione dopo i restauri del 2016

Domus dei mosaici – piano superiore

Attualmente è visibile un ampio pavimento musivo, policromo e con disegni geometrici, di circa 14 mq, delimitato su due lati da resti di muratura, frammentari e conservati per un'altezza massima di 0,6 m (VANO IX).

L'area e il pavimento musivo messi in luce, un tempo riparati da una piccola tensostruttura, ora sono privi della copertura. Il piano del pavimento è temporaneamente protetto da un tessuto geotecnico (Delta Lite Plus) e da uno strato di sabbia.

Il pavimento musivo è stato interessato da diversi interventi di conservazione diretta, eseguita sia dai restauratori del Centro di Restauro sia dai tecnici restauratori della società *in house* Ales, che nel 2018 hanno effettuato l'ultimo intervento e la protezione con il geo-tessuto, monitorato anche di recente.

Pertanto, al fine di eseguire i necessari lavori di restauro, sarà necessario provvedere alla rimozione della protezione in tessuto.

Sono previsti i seguenti trattamenti: eventuale trattamento biocida e di preconsolidamento, pulitura dell'intera pavimentazione, consolidamento e fissaggio delle tessere, reintegrazioni delle lacune con modalità da concordare con la D.L. ed eventuale stesura di un protettivo.

Le operazioni di pulitura dovranno procedere contestualmente con la riadesione delle tessere eventualmente smosse e il completamento della stuccatura dei bordi delle lacune.

Una particolare attenzione sarà posta alle eventuali integrazioni delle zone prive di tessere. La recente sperimentazione sull'integrazione effettuata in occasione del restauro del pavimento a mosaico delle Tre Grazie, nella c.d. *Domus* di Orfeo, suggerisce di affrontare le ipotesi di intervento con opzioni analoghe,

ampliando e innovando la tecnica adoperata con l'uso della fotogrammetria e della stampa 3D (in questo caso 2D), con le modalità che si concorderanno.

Nei casi in cui non si ritenga opportuno integrare le lacune con materiali e disegno analoghi al tappeto musivo conservato, per scelte di carattere scientifico o per l'impossibilità di individuare con precisione il disegno originario, sarà possibile integrare le lacune con malte appositamente predisposte e approvate dalla direzione lavori, che eventualmente suggeriscano il disegno con soluzioni lineari.



Particolari durante la documentazione a cura del Laboratorio ProSIT

Domus dei mosaici – piano inferiore

In questa parte sono visibili strutture più complesse, con muri, pareti intonacate e dipinte, rivestimenti in marmi, mosaici e colonne in materiale lapideo (VANI da I a VII).

I mosaici, oggetto nel tempo di ripetuti interventi di restauro e manutenzione, sono protetti da uno strato di tessuto geotecnico (Delta Lite Plus) e da sabbia. Alcune porzioni dei pavimenti musivi presenti nell'area hanno ricevuto interventi di messa in sicurezza sin dal momento del rinvenimento.

Il progetto di intervento prevede, pertanto, la rimozione del tessuto non tessuto, la pulitura generale, il ripristino/esecuzione di stuccature dei bordi e di rinforzo delle zone a rischio (soprattutto delle tessere eventualmente sconnesse), ed eventuali integrazioni con le modalità e le tecniche sovraindicate, da concordare con la D.L.



Particolari delle lavorazioni durante i restauri

Superfici degli elevati

Sugli elevati sono presenti intonaci monocromi, dipinti e rivestimenti con lastre anche in marmo.

Le superfici dovranno essere trattate con consolidanti che limitino lo spolvero e il conseguente distacco di granuli e porzioni di intonaci.

Per il consolidamento dei mattoni di cotto si prevede l'uso di silicato di etile, anche associato a prodotti biocidi, tipo *Bio Estel*, da applicare con valori termogravimetrici idonei, e, per le parti di malta antica, l'uso di acqua di calce.

Saranno eseguite le reintegrazioni e risarcimenti, ove necessario.

Le superfici intonacate e/o decorate verranno pulite dallo strato terroso, eventualmente trattate con biocida e preconsolidante, pulite, consolidate e reintegrate per la lettura corretta del manufatto, come concordato con la D.L.

Per la disinfezione e la disinfestazione dai biodeteriogeni saranno utilizzati biocidi del tipo *New Des e/o Biotin R o T* somministrati a pennello e/o nebulizzati.

Alcune pareti, che separano la vasca con mosaico a scacchiera dall'ambiente con i mosaici con i pesci, conservano il rivestimento di lastre di marmo, in passato pulite e ricollocate *in situ*, che presentano lesioni e sconnessioni sulle quali sarà necessario intervenire per il ripristino dell'assetto originario, anche con integrazioni funzionali.

Sono inoltre presenti due colonne in trachite, ed una terza in marmo brecciato.

Le superfici di questi materiali verranno messe in sicurezza, eventualmente trattate con biocida e preconsolidante, pulite dai depositi incoerenti e coerenti, consolidate e reintegrate per una lettura corretta, come concordato con la D.L.

Al completamento degli interventi saranno concordate con la D.L. le modalità di realizzazione di strati di sacrificio a protezione delle sommità, ivi comprese le superfici e le decorazioni superstite.



Particolari dello stato di conservazione e delle lavorazioni durante i restauri

Interventi di restauro e conservazione di nuova acquisizione

Le attività di scavo e ricerca potranno mettere in luce nuove strutture, intonaci, mosaici e reperti archeologici mobili sui quali si dovrà intervenire con le metodologie in seguito descritte.

Interventi da realizzare in concomitanza con lo scavo archeologico

La documentazione

Tutte le fasi di intervento dovranno essere documentate fotograficamente e con filmati.

Sarà opportuna la realizzazione di riprese e rilievi con metodologie fotogrammetriche, oltre che per le fasi di scavo, anche per le fasi di restauro, per giungere all'analisi tridimensionale ad alta risoluzione applicata ai pavimenti musivi e allo scavo della *Domus* dei mosaici.

La diagnostica

Al fine di proseguire lo studio dei materiali costitutivi dei rivestimenti di *Turris Libisonis*, si prevede una campagna diagnostica per indagare la caratterizzazione delle malte, di eventuali intonaci dipinti e di tessere musive vitree, e il riconoscimento dei diversi litotipi delle tessere musive e dei marmi. A tale scopo sono previste indagini mineralogiche – petrografiche e chimiche (UNI 11176:2006 BBCC; UNI 11089:2003 BBCC ecc) per quanto riguarda le tessere in pietre dure, le malte e gli intonaci dipinti.

In alcune decorazioni del mosaico pavimentale del piano inferiore sono presenti tessere in pasta vitrea che potranno essere analizzate con metodiche non distruttive, come la spettrofotometria a fluorescenza a raggi X (XRF), attrezzatura in dotazione presso il Centro di Restauro della Soprintendenza.

Il restauro

Lo stato di conservazione dei manufatti archeologici può variare dal rinvenimento (in un ambiente presumibilmente stabile e anaerobico) al momento in cui, nella fase successiva allo scavo, inizia l'interazione con l'ossigeno, UV e UR, fattori che possono innescare processi di degrado chimico e fisico.

Per questi motivi il progetto considera tali eventuali criticità in fase di realizzazione dei lavori, integrando la squadra addetta allo scavo con un restauratore di beni culturali, al fine di contenere il degrado e predisporre operazioni di messa in sicurezza degli apparati decorativi parietali, pavimentali e dei reperti rinvenuti in corso d'opera.

Per quanto attiene le attività di restauro da svolgere in laboratorio e in cantiere, relative ai reperti mobili e alle superfici storicizzate e/o decorate, queste devono essere svolte e organizzate da restauratori specializzati sui materiali sui quali intervenire, con eventuali collaboratori restauratori.

La descrizione delle voci degli interventi previsti è stata realizzata in linea con il Prezzario Regionale Opere Pubbliche 2020 della Campania, che contiene dati e soluzioni puntuali utilizzabili per l'intervento.

MOSAICI

Il restauro dei mosaici, data l'esposizione all'aperto dei pavimenti, inizierà con un primo trattamento erbicida, per inibire la formazione di erbe parassitarie tra gli interstizi della muratura e i pavimenti mosaicati; questo trattamento dovrà essere effettuato anche per iniezione, e le specie erboree andranno poi rimosse a mano. Quindi si proseguirà con trattamento biocida per devitalizzare muffe, alghe e batteri, utilizzando appositi prodotti a base di Sali quaternari di ammonio, quali soluzioni pronte all'uso contenenti benzalconio cloruro, o formulate su indicazione dell'Istituto Superiore Conservazione e Restauro (AB57) a base di bicarbonato di ammonio, EDTA, sali quaternari di ammonio, e specifici tensioattivi neutri biodegradabili, utilizzati per l'asportazione selettiva e delicata di sporco organico ed inorganico senza intaccare l'originale patina di invecchiamento dei supporti.

La ricostituzione dell'adesione fra i vari strati e le tessere sarà eseguita mediante l'immissione di un adesivo (tipo Primal AC33 o altro materiale da definire con la D.L.) e, qualora fosse necessario, addizionato a carbonato di calce; mentre le fessurazioni più profonde saranno sanate con iniezioni di calce idraulica e inerti di varie granulometrie o malte traspiranti e stabili da definire con la D.L.

La pulitura ed estrazione dei sali deve essere effettuata mediante impacchi di polpa di carta e acqua distillata (anche ripetuti se necessario), spazzolatura delicata ed accurata, con l'ausilio di tensioattivi e/o biocidi a base di Sali quaternari di ammonio e/o soluzioni pronte all'uso (es contenenti benzalconio cloruro), con successivi risciacqui con acqua distillata.

La rimozione dei residui di impurità presenti (radici, muffe, licheni e muschi devitalizzati) e delle incrostazioni presenti sul pavimento musivo dovrà essere effettuata a bisturi, con spazzole/spazzolini in setola, e utilizzando se necessario specillo ad ultrasuoni, vibroincisore, pulitore laser.

Le stuccature delle lacune di malta di allettamento andranno eseguite con malta di calce idraulica, eventualmente addizionata con inerti (sabbie fini lavate) da definire con la D.L.; le microstuccature degli interstizi verranno realizzate con malta di grassello e polvere di marmo o altra malta da definire con la D.L., le rasature sottolivello verranno eseguite con bisturi e spatoline.

Saranno realizzate reintegrazioni di lacune in anastilosi tramite esecuzione di porzioni di mosaico "modulare" con fotogrammetria e restituzione con stampante 3D in materiale idoneo alla ricomposizione *in situ* della lacuna destinata all'integrazione, o per la realizzazione di un calco per colata, su impronta delle tessere, con un geopolimero appositamente studiato o malta di colorazione neutra per restituire la trama/texture

del mosaico (realizzando piccoli moduli di colata di max 30 x 30 cm). Le reintegrazioni saranno ulteriormente concordate con la DI e la DS in fase operativa.

Il rifacimento di cordoli di contenimento sui bordi perimetrali e delle lacune, ove non reintegrate a livello, sarà realizzato con malta composta da calce idraulica e inerti (pozzolana, cocchiopesto e sabbia lavata) in rapporto 1:2; la messa in opera sarà eseguita con una leggera inclinazione dal piano di allettamento al bordo del mosaico, per favorire deflusso di acque piovane.

L'eventuale protezione finale con stesura di cera microcristallina è da definire con la D.L.

INTONACI

Dovrà essere effettuata la disinfezione mediante applicazione di erbicida, estirpazione in profondità di radici di piante infestanti, e rimozione manuale di microrganismi autotrofi ed eterotrofi.

Sarà eseguita, dopo le consuete prove, la pulitura della superficie degli intonaci con acqua addizionata a Desogen al 5% o prodotto equivalente, se necessario con acqua satura di bicarbonato di ammonio ed impacchi di polpa di carta e caolino per assorbire i sali solubili presenti nell'intonaco. I sali di carbonati più resistenti saranno assottigliati meccanicamente a bisturi.

Il consolidamento degli intonaci sarà eseguito sulle aree che risultano radicalmente distaccate, con rigonfiamenti localizzati, sacche di porosità e con impoverimento dell'intonaco di sottofondo che provocano fenomeni di disgregazione, mediante l'esecuzione di microiniezioni localizzate di calce naturale con inerti (tipo pozzolana super ventilata, ecc.) o malta tipo Ledan da iniezione, da definire con la D.L., caratterizzati da elevata fluidità ed esenti da sali solubili.

Particolare attenzione dovrà essere posta per gli eventuali distacchi di profondità non colmabili ma poco pericolosi, e distacchi molto pericolosi per l'incolumità del manufatto, che saranno invece ancorati e riempiti molto lentamente con conseguente innalzamento del livello di difficoltà. Si ritiene, dati i precedenti degni rinvenuti sugli intonaci di questo complesso, che sia idoneo circoscrivere questo intervento di difficoltà in fascia media.

Il ristabilimento e la riadesione della pellicola pittorica sollevata a causa delle efflorescenze saline devono essere effettuati utilizzando un consolidante in emulsione di natura acrilica a bassa concentrazione o colle animali o metilcellulosa o altro materiale da definire con la D.L., ove necessario mediante infiltrazioni a siringa e/o con interposizione di carta giapponese/garza di cotone più o meno rada, e successiva pressione a spatola.

Il consolidamento della pellicola pittorica di affreschi e decorazioni pittoriche, in caso di decoesione della pellicola pittorica, deve essere eseguito a spruzzo o per microiniezioni o infiltrazioni di silicato di etile, acqua di calce, nano particelle, metilcellulose o altro materiale da definire con la D.L., eventualmente previa interposizione di carta giapponese. Si ritiene la difficoltà dell'intervento in questo caso in fascia media.

L'eventuale garzatura/velinatura e l'eccesso di prodotto dalle superfici andranno rimosse con la miscela idonea, concordata con la D.L.

Il rifacimento dei cordoli di contenimento andrà effettuato con malta composta di calce idraulica e inerti (come pozzolana, cocchiopesto, sabbie lavate) da definire con la D.L., in rapporto 2:1, da eseguire con leggera inclinazione dalla muratura al bordo dell'intonaco, in modo da favorire lo scorrimento di eventuali acque meteoriche.

Le reintegrazioni delle parti mancanti di intonaco devono essere realizzate con malta di calce idraulica con la stessa composizione delle esistenti o similari, eseguita in modo riconoscibile e sottosquadro.



Particolari dello stato di conservazione nel 2021

RIVESTIMENTI MARMOREI

Il preconsolidamento e consolidamento della superficie marmorea deve essere eseguito utilizzando un prodotto a base di silicato di etile, acqua di calce, nano particelle, metilcellulose o altro materiale da definire con la D.L., eventualmente previa interposizione di carta giapponese e con l'ausilio di spatoline.

Le parti di marmo pericolanti o distaccate devono essere messe in sicurezza *in situ* con resina reversibile o altro materiale da definire con la D.L.

Il consolidamento di fessurazioni e fratturazioni dei singoli elementi marmorei ed il successivo riassetto in loco degli stessi deve essere eseguito mediante riadesione con resina reversibile o altro materiale da definire con la D.L.

Si ritiene l'intervento previsto in questo caso da attribuire in fascia facile.

La pulitura dei marmi da rivestimento presenti sarà effettuata inizialmente mediante la rimozione dei depositi superficiali incoerenti, a secco con l'uso di spazzole e pennelli morbidi, ed in seguito con la rimozione dell'assorbimento di ossidi di ferro, emersi a causa della lunga permanenza in ambiente estremamente umido, che sarà eseguita mediante applicazione di compresse assorbenti a base di sepiolite. La rimozione dei depositi superficiali coerenti, incrostazioni, concrezioni sarà eseguita mediante applicazione di compresse di polpa di carta imbevute di soluzioni di sali inorganici (carbonato di ammonio) o altro materiale da definire con la D.L.

Si ritiene la classe di difficoltà da attribuire in questa fase nella fascia facile.

L'eventuale protezione finale verrà effettuata con cera microcristallina (fascia facile).

MANUFATTI IN MATERIALE LAPIDEO (COLONNE)

Il preconsolidamento e consolidamento della superficie lapidea verrà eseguito con prodotti a base di silicato di etile, acqua di calce, nano particelle, metilcellulose o altro materiale da definire con la D.L., eventualmente previa interposizione di carta giapponese e con l'ausilio di spatoline.

La riadesione di piccole porzioni pericolanti o distaccate verrà attuata con resina da precisare con la D.L. In considerazione della casistica relativa alle varie operazioni da effettuare per il restauro dei manufatti in questione, si ritiene adeguata la fascia facile.

La rimozione di depositi superficiali incoerenti deve essere effettuata a secco con l'uso di pennelli morbidi; la rimozione dell'assorbimento di ossidi di ferro, emersi a causa della lunga permanenza in ambiente estremamente umido, deve essere realizzata con applicazione di compresse assorbenti a base di sepiolite; la rimozione di depositi superficiali coerenti, incrostazioni, concrezioni sarà eseguita con applicazione di compresse di polpa di carta imbevute di soluzioni di sali inorganici (carbonato di ammonio o altro materiale da definire con la D.L.). Si ritiene in questo caso che il livello di esecuzione dell'intervento sia in fascia facile. Eventuali integrazioni plastiche e cromatiche di piccole parti mancanti saranno eseguite con malte idonee

per colorazione e granulometria, a base di grassello di calce, calce idraulica, sabbia e polveri di marmo, concordate con la D.L.

La stuccatura e microstuccatura di lesioni e fessurazioni superficiali, nonché nelle giunzioni degli elementi assemblati, sarà eseguita con malte idonee per colorazione e granulometria, a base di grassello di calce, calce idraulica, sabbia e polvere di marmo, in fascia facile.

L'eventuale protezione finale verrà effettuata con cera microcristallina (fascia facile).

MANUFATTI MOBILI RINVENUTI NELLO SCAVO

Le indicazioni qui riportate riguardano le operazioni di conservazione e restauro da attuarsi sui reperti archeologici che saranno recuperati durante la campagna di scavo. Si descrivono di seguito le operazioni, dal prelievo sullo scavo al restauro in laboratorio, che dovranno essere svolte da un restauratore e, se necessario, da collaboratori di restauro.

Tali prescrizioni contengono la sequenza delle fasi operative, i materiali e le strumentazioni da impiegare durante l'intervento. Ogni attività andrà programmata nel dettaglio e concordata con la D.L. e con i restauratori incaricati, con particolare riguardo alla selezione dei prodotti e alle metodologie di impiego. Potranno essere valutate variazioni degli interventi in corso d'opera sulla base di sopravvenienze ora non programmabili. Qualora fosse necessario, potrà essere concordata con la D.L. la predisposizione di locali idonei all'attività di riordino e primo intervento di conservazione preventiva, prima del trasporto nel laboratorio di restauro previsto.

ATTIVITÀ DI MESSA IN SICUREZZA E PRELIEVO DALLO SCAVO

Le procedure che precedono qualunque attività sui materiali prevedono, per ogni fase di intervento, una completa ed esaustiva documentazione.

Al fine di facilitare la sequenza delle prescrizioni e raccomandazioni, si definiranno di seguito gli ambiti di intervento conservativo ripartiti in due momenti: il pronto intervento *in situ*, per il recupero dei reperti, e l'intervento di restauro in laboratorio, differenziato per classi di materiali.

Nello specifico delle attività di intervento di conservazione preventiva *in situ*, all'atto del rinvenimento di reperti, per quelli che ne richiedano l'esigenza, sarà necessario provvedere all'isolamento dell'oggetto dal substrato di terra e la pulitura sommaria delle superfici utilizzando pennelli a setole morbide.

Nel caso in cui il reperto contenga depositi che possano essere ritenuti interessanti per motivi scientifici, o se comunque sia possibile prelevarlo con la terra contenuta al suo interno, si dovrà effettuare il microscavo in laboratorio per recuperare eventuali materiali racchiusi al suo interno e per effettuare analisi diagnostiche, nel caso lo si ritenga utile per la ricerca.

Qualora il reperto presenti problemi conservativi di adesione e coesione, per evitare danni nel corso del prelievo e nel successivo trasporto, è necessario un intervento di fissaggio delle superfici critiche, con garze di rinforzo a trama sottile applicate con resina acrilica in emulsione acquosa o etilmetilcellulosa.

Qualora il reperto si presenti molto degradato e decoeso, può essere altresì necessario prelevarlo insieme alla terra adiacente, in modo da evitare la perdita e la frantumazione di parte di esso. A tale scopo è opportuno rivestire il pane di terra con una gessatura, oppure con garze intrise di una resina reversibile (ad es. acrilica in emulsione acquosa), avendo cura di proteggere il reperto dal contatto con i materiali utilizzati per la messa in sicurezza.

Nel caso di terreni molto umidi, in seguito al prelievo, i reperti devono essere stesi ad asciugare su un piano di lavoro pulito, al riparo da raggi solari diretti, per permetterne l'asciugatura graduale prima di qualunque imballaggio.

Se necessario, su indicazione della D.L., si possono svolgere le attività di lavaggio e siglatura dei materiali, in locali idonei, prima di trasportarli al laboratorio di restauro, operando sempre e comunque con personale specializzato nel settore della conservazione.

Ad asciugatura conclusa sarà possibile riporre i materiali in buste in polietilene, trasparenti, traspiranti o opportunamente forate, per evitare fenomeni di condensa di umidità interna. Sui singoli contenitori verrà riportata la dicitura identificativa del rinvenimento concordata con la D.L. Le buste dovranno essere collocate in cassette in polietilene ignifugo, recanti cartellini indicativi. Le cassette dovranno essere custodite in locali idonei e provvisti di sistema di sicurezza, in attesa di essere trasportate presso il laboratorio. Si ritiene che a tale scopo potranno essere utilizzati i depositi della Soprintendenza presenti a Porto Torres.

I reperti particolarmente degradati ed a rischio di perdita, saranno oggetto di intervento immediato da parte dei restauratori incaricati.

ATTIVITÀ DI LABORATORIO

Per ogni reperto da restaurare si deve stilare una scheda tecnica con un'adeguata documentazione fotografica di prima, dopo il restauro, e di tutte le fasi di intervento.

Le principali fasi di lavorazione, i prodotti e le attrezzature idonee al restauro e alla conservazione delle singole tipologie di reperti, prescritte e raccomandate in base al materiale che li costituiscono, sono le seguenti.

Se il reperto contiene depositi significativi, si può valutare di eseguire, a cura di personale specializzato, prelievi per analisi diagnostiche.

MANUFATTI IN MATERIALE CERAMICO

Micro-scavo: qualora sia presente terra all'interno dell'oggetto, si dovrà attuare un microscavo con piccoli strumenti e pennelli a setole morbide, se necessario inumidendo il materiale terroso e documentando, se si evidenziano differenze nella composizione degli strati, con eventuali schede US. Tale operazione è preceduta e accompagnata dalla valutazione di eseguire prelievi per analisi.

Pulitura: le superfici possono essere pulite con soluzioni acquose, da valutarsi dopo una attenta analisi delle superfici, utilizzando spazzolini a setole morbide oppure tamponcini di cotone con acqua demineralizzata, o solventi, o con impacchi idonei, a seconda della natura dei depositi e dello stato di conservazione dell'impasto ceramico.

Asciugatura: la stesura dei frammenti dovrà essere effettuata su superfici pulite e lontano dall'esposizione ai raggi solari diretti, per un'asciugatura graduale e controllata, individuando possibili efflorescenze di sali da estrarre mediante nuovi lavaggi o applicazione di impacchi localizzati. L'asciugatura progressiva dei reperti sarà realizzata rispettando l'equilibrio del corpo ceramico.

Consolidamento: qualora i materiali mostrino segni di decoesione e deadesione, si può intervenire tramite iniezioni, applicazioni localizzate o imbibizione con prodotti consolidanti di provata efficacia, concordati con la D.L.

Siglatura: i frammenti diagnostici, secondo le indicazioni della Direzione scientifica, verranno siglati a inchiostro di china bianco o nero, tra due sottili strati di resina acrilica a protezione della ceramica, operazioni precedute e seguite dalla ricerca delle pertinenze a ricostruzione delle forme ceramiche.

Incollaggio: i frammenti pertinenti verranno incollati con resina reversibile (acrilica o altro da concordare con la D.L.). Per fissare i frammenti contigui potrà essere utilizzato in via del tutto temporanea del nastro di carta adesiva (del tipo "da carrozziere"), evitando di lasciare il nastro adesivo per lungo tempo, in quanto rilascia sulla superficie dei reperti le sostanze per l'incollaggio difficilmente reversibili.

Integrazione delle lacune: la reintegrazione di superficie, ove necessaria, verrà realizzata con stucco fine rinforzato con cellulosa (es. Polyfilla per interni) o gesso dentistico, miscelati a terre e pigmenti stabili. Si potrà eventualmente realizzare la reintegrazione pittorica, se concordato con la D.L., con velature a tempera o acquerello, al fine di raggiungere un sottotono rispetto al colore del corpo ceramico.

MANUFATTI IN METALLO E LEGHE

Mantenimento umidità relativa: si consiglia di inserire il reperto in un contenitore rigido in polietilene, semichiuso, in modo da mantenere umidità all'interno, ma permettere anche la circolazione d'aria, ed effettuare un'analisi accurata del reperto in breve tempo, in modo da decidere se permetterne la graduale asciugatura ancora sporco o il mantenimento ad alta UR, fino al restauro. In tal caso si consiglia di aggiungere all'interno del contenitore un assorbitore di ossigeno.

Pulitura: la rimozione dei depositi dalle superfici sarà realizzata con una metodologia puntuale e controllata, attraverso l'ausilio di microscopio e piccola strumentazione meccanica (bisturi, thomas, micromotore a spazzole, ecc.).

Se si individuano residui tenaci, come incrostazioni calcaree o silicee, si valuterà attentamente l'impiego di soluzioni in grado di alleggerire le concrezioni, da concordare con la D.L.

Bagni chimici: Se si individuano attacchi di corrosione, sarà necessario valutare possibili bagni con soluzioni utili a fermare le corrosioni attive, da concordare con la D.L. (es: B70, Benzotriazolo).

Consolidamento: in presenza di materiale deadeso, decoeso e fragile, si può valutare un consolidamento localizzato o totale, da effettuare con opportune emulsioni di resine, agendo gradualmente.

Incollaggio: l'incollaggio dei frammenti pertinenti sarà effettuato con resine stabili e reversibili.

Integrazioni: le integrazioni di sostegno e rinforzo, o necessarie per la lettura corretta del reperto, saranno eseguite con resine reversibili cromaticamente adeguate.

Per le monete eventualmente ritrovate negli scavi la pulizia dovrà permetterne la lettura; si eviterà l'eliminazione della patina del metallo, a meno che non sia indispensabile per la suddetta lettura.

MANUFATTI IN MATERIALE OSSEO E REPERTI OSTEOLOGICI

Sebbene i lavori non interessino un'area di necropoli, è sempre possibile il ritrovamento di sepolture nei livelli di abbandono degli ambienti e reperti ossei relativi a resti di pasto, discariche antiche, e simili.

Tutti gli interventi da eseguire su questa tipologia di materiali devono considerare anche le indicazioni operative riferite ad eventuali studi di tipo antropologico, medico, ecc., ed essere prelevati con guanti sterili e inseriti in buste nuove, senza che i reperti subiscano alcuna contaminazione.

In caso di necessità di prelievo di reperti ossei e osteologici, saranno sempre valutati interventi di garzatura e di prelievo del pane di terra con ingessatura o tecniche equiparabili. Successivamente, la rimozione di eventuali garzature dovrà avvenire con opportuno solvente, che non interagisca con il reperto.

Pulitura: i depositi presenti sulle superfici verranno rimossi a secco con piccola strumentazione meccanica e dove possibile per via umida con tamponcini di cotone, spugne, impacchi.

Consolidamento: si valuterà la necessità di consolidare il materiale mediante iniezioni, imbibizioni, applicazioni localizzate e incollaggio dei frammenti tramite resina reversibile trasparente.

Incollaggi e integrazioni: eventuali incollaggi e stuccature di rinforzo dovranno essere concordati con la D.L. ed eseguiti con prodotti reversibili.

MANUFATTI IN MATERIALE LAPIDEO

Pulitura: la rimozione dei depositi superficiali incoerenti dovrà essere effettuata con mezzi meccanici ed eventualmente, tranne nei casi in cui siano presenti strati o tracce di pellicola pittorica, con l'utilizzo di acqua demineralizzata, addizionata a tensioattivi. L'operazione prevederà l'utilizzo di spazzolini, spugne, pennelli, ecc.

La rimozione di incrostazioni coerenti di varia natura potrà essere eseguita tramite impacchi di cellulosa e additivi, da definirsi con la D.L., seguiti da un accurato risciacquo delle superfici.

Trattamento biocida: la disinfezione da colonie di microrganismi autotrofi e/o eterotrofi biodeteriogeni (flora, microflora batterica, deiezioni animali, ecc.) sarà condotta mediante l'applicazione di biocidi specifici, eventualmente addizionati ad un tensioattivo alghicida. Il trattamento sarà eseguito con l'impiego di pennelli, erogatori a spruzzo, siringhe e piccoli attrezzi meccanici.

Consolidamento: si interverrà in presenza di strati decoesi e deadesi, mediante applicazione di prodotti consolidanti compatibili con le caratteristiche chimico-petrografiche del materiale lapideo interessato (es: silicato di etile, acqua di calce, nano particelle, ecc.) da applicarsi nelle condizioni termoigrometriche idonee indicate nelle schede tecniche, e in concentrazioni progressive in base al degrado. Dovrà essere eseguita in più fasi, in modo da consentire la corretta penetrazione del prodotto, che dovrà comunque garantire condizioni di traspirabilità

L'applicazione dei prodotti potrà essere eseguita a pennello, mediante sistema a compresse, con nebulizzazione e ad iniezione.

Incollaggi: l'incollaggio dei frammenti sarà eseguito con resine reversibili.

Microstuccatura, stuccatura e fissaggi: per tali interventi, finalizzati a impedire o rallentare l'accesso dell'acqua piovana e/o dell'umidità atmosferica all'interno della pietra degradata, si raccomanda l'uso di malta a base di grassello, calce idraulica o resine acriliche, addizionate a sabbia o terra del luogo setacciata. Il fissaggio di scaglie e frammenti più estesi potrà essere eseguito con resine, da concordare con la D.L.

L'eventuale stuccatura con malta delle fessurazioni, fratturazioni e mancanze profonde sarà valutata con la D.L. sia in termini di materiali da adoperare, sia per eventuali altri accorgimenti di competenza delle specifiche professionalità (architetti, ingegneri, ecc).

MANUFATTI IN MATERIALE VITREO

Mantenimento umidità relativa: si consiglia di inserire il reperto in un contenitore rigido in polietilene, semichiuso, in modo da mantenere umidità all'interno ma permettere anche la circolazione d'aria, ed effettuare un'analisi accurata del reperto in breve tempo, in modo da decidere se permetterne la graduale asciugatura ancora sporco o il mantenimento ad alta UR, fino al restauro. In tal caso si consiglia di aggiungere all'interno del contenitore un assorbitore di ossigeno.

Micro-scavo: qualora sia presente terra all'interno dell'oggetto, si deve attuare un microscavo con piccoli strumenti e pennelli a setole morbide, se necessario inumidendo il materiale terroso e documentando se si

evidenziano differenze nella composizione degli strati da nominare come US. Tale operazione è preceduta e accompagnata dalla valutazione di eseguire prelievi per analisi.

Pulitura: le superfici possono essere pulite con soluzioni acquose, meglio se supportate, da valutarsi dopo una attenta analisi delle superfici, utilizzando pennelli a setole morbide oppure microtamponi di cotone imbevuti con acqua demineralizzata, o solventi, o con impacchi idonei, a seconda della natura dei depositi e dello stato di conservazione del manufatto.

Consolidamento: qualora i materiali mostrino segni di decoesione e deadesione tra gli strati, si può intervenire tramite iniezioni, applicazioni localizzate o imbibizione con prodotti consolidanti di provata efficacia, concordati con la D.L.

Incollaggio: i frammenti pertinenti verranno incollati con resina reversibile (acrilica o altro da concordare con la D.L.).

Integrazione delle lacune: la reintegrazione di superficie, ove necessaria per la stabilità e la lettura del reperto, verrà realizzata con resine da definire con la D.L., eventualmente miscelate a inerti. La reintegrazione pittorica, se concordato con la D.L., sarà eventualmente possibile realizzarla con velature presumibilmente ad acquerello, al fine di raggiungere un sottotono rispetto al colore del reperto.

MANUFATTI IN MATERIALE LIGNEO

Il ritrovamento di tali manufatti in ambienti non particolarmente umidi non è frequente, tuttavia, possibile.

Mantenimento umidità relativa: si consiglia di inserire il reperto in un contenitore rigido in polietilene, semichiuso, in modo da mantenere umidità all'interno, ma permettere anche la circolazione d'aria, ed effettuare un'analisi accurata del reperto in breve tempo, in modo da decidere se permetterne la graduale asciugatura ancora sporco o il mantenimento ad alta UR, fino al restauro. In tal caso si consiglia di aggiungere all'interno del contenitore un assorbitore di ossigeno.

Micro-scavo: qualora sia presente terra all'interno dell'oggetto, si deve attuare un microscavo con piccoli strumenti e pennelli a setole morbide, se necessario inumidendo il materiale terroso e documentando se si evidenziano differenze nella composizione degli strati con schede US. Tale operazione è preceduta e accompagnata dalla valutazione di eseguire prelievi per analisi.

Pulitura: le superfici possono essere pulite con soluzioni, da valutarsi dopo una attenta analisi delle superfici, utilizzando pennelli e/o spazzolini a setole morbide oppure tamponcini di cotone con acqua demineralizzata, o solventi, o con impacchi idonei, a seconda della natura dei depositi e dello stato di conservazione del reperto.

Consolidamento: qualora i materiali mostrino segni di decoesione o deadesione, si può intervenire tramite iniezioni, applicazioni localizzate o imbibizione con prodotti consolidanti di provata efficacia, concordati con la D.L.

Incollaggio: i frammenti pertinenti verranno incollati con resina reversibile (acrilica o altro da concordare con la D.L.).

Integrazione delle lacune: la reintegrazione di superficie, ove necessaria, verrà realizzata con resine a base di polvere di legno (es. Balsite). Sarà eventualmente possibile realizzare con velature ad acquerello la reintegrazione pittorica, se concordato con la D.L., al fine di raggiungere un sottotono rispetto al colore del legno

Si indicano di seguito le principali Norme Tecniche di riferimento per la diagnostica:

- UNI 11140 G.L. 11 Beni culturali Malte storiche: Determinazione del contenuto di anidride carbonica (sostituisce NORMAL 32/89).
- UNI 11089 Beni culturali Malte storiche e da restauro: Stima della composizione di alcune tipologie di malte.
- UNI 11060 Beni Culturali Materiali lapidei naturali ed artificiali: Determinazione della massa volumica e della percentuale dei vuoti.
- NORMAL 23/86 Terminologia Tecnica: Definizione e Descrizione delle Malte già sostituito dall'UNI 10924, mentre i giudizi devono essere espressi secondo quanto previsto dai documenti.
- NORMAL 12/83 Aggregati Artificiali di Clasti a Matrice Legante non Argillosa: Schema di Descrizione.
- NORMAL 15/84 Manufatti e Aggregati a Matrice Argillosa: Schema di Descrizione
- NORMAL 4/80 Distribuzione del Volume dei Pori in Funzione del loro Diametro.

- NORMAL 7/81 Assorbimento d'Acqua per Immersione Totale - Capacità di Imbibizione.
- NORMAL 8/81 Esame delle Caratteristiche Morfologiche al Microscopio Elettronico a Scansione (SEM).
- NORMAL 14/83 Sezioni Sottili e Lucide di Materiali Lapidei: Tecnica di Allestimento
- NORMAL 11/85 Assorbimento d'Acqua per Capillarità - Coefficiente di Assorbimento Capillare.
- NORMAL 21/85 Permeabilità al Vapor d'Acqua.
- UNI 10924 Elaborata dal G.L. 11 Beni culturali Malte per elementi costruttivi e decorativi: Classificazione e terminologia.
- UNI 11088 Elaborata dal G.L. 11 Beni culturali Malte storiche e da restauro: Caratterizzazione chimica di una malta. Determinazione del contenuto di aggregato siliceo e di alcune specie solubili.
- UNI 11139 G.L. 11 Beni culturali Malte storiche: Determinazione del contenuto di calce libera e di magnesia libera (sostituisce NORMAL 31/89).

Elenco dei prezzi aggiornati riguardante i materiali per gli interventi di restauro delle pavimentazioni musive e di consolidamento delle superfici degli elevati e ripristino dei distacchi dalle pareti, a titolo esemplificativo e non esaustivo.

Materiale	quantità	costo cad euro	senza IVA	Totale senza IVA euro
Silicato di etile	10 conf da 5lt	5 lt	52,50	525,00
Bio Estel	2 conf da 5lt	5lt	57,50	115,00
Premiscelato Tecnoedile Toscana: idrossido di calcio, calce idraulica con ritentivi	20 conf da 1kg	1kg	4,00	80,00
White Spirit	4 conf da 5 lt	5lt	16,50	66,00
Malta per intonaci da iniezione – Ledan Ristat base A	10 conf da 1kg	1kg	8,05	80,50
Malta Ledan Stuc Forte Fina	40 conf da 1 kg	1kg	10,00	400,00
Malta Ledan Stuc Forte Grossa	40 conf da 1 kg	1kg	6,00	240,00
Malta TA1	20 conf da 1 kg	1kg	4,00	80,00
Garza da fissaggio	10 conf da 20mt	conf da 10 mq	18,00	180,00
Sali quaternari di ammonio	20 conf da 1 lt	conf .da 1 lt	14,50	290,00
BIOTIN T a largo spettro	10 conf da 1 lt	conf da 1 lt	37,00	350,00
Coccio Pesto e pozzolana	a stima	1,5 euro al kg		150,00
Agar Art	10 conf da 500gr	conf da 500gr	25,50	255,00
Grassello di calce, calce aerea, acqua di calce	a stima			100,00
Spatole. Cazzuole. Pennelli. Guanti ecc	a stima			200,00
Argilla grigia	10 conf da 20kg	conf da 20kg	18,00	180,00

EN-ADTC-ACh