

Strumenti, materiali e tecniche finalizzati alla conservazione e alla valorizzazione di vertebrati fossili

Sandra Cencetti

Laboratorio di Microanalisi, Polo Scientifico e Tecnologico dell'Università degli Studi di Firenze, via della Lastruccia, 13. I-50019 Sesto Fiorentino (FI). E-mail: sandra.cencetti@unifi.it

RIASSUNTO

Il degrado dei reperti fossili, consiste in un insieme di processi che conducono a un depauperamento delle loro qualità. Con il restauro si interviene per assicurare la trasmissibilità del reperto tramite un intervento limitato al minimo. Il restauro è un'operazione che comprende più fasi: pulitura, consolidamento, ricomposizione, integrazione. La pulitura è la fase più delicata del restauro in quanto è un'operazione irreversibile con la quale si procede alla rimozione dei materiali che inglobano il reperto. Il metodo che si segue in questa fase può essere di tipo fisico, chimico, meccanico. Il consolidamento consente, mediante materiali adeguati, l'adesione delle parti degradate al substrato sano, dando una migliore consistenza a tutto il reperto. La ricomposizione, tramite l'incollaggio, è l'operazione necessaria per far aderire due parti disgiunte a cui segue l'operazione di integrazione, che ha lo scopo di colmare lacune e discontinuità presenti sul reperto e di assicurargli stabilità. I composti chimici impiegati nelle varie fasi del restauro hanno funzioni diverse in relazione alla finalità delle operazioni da svolgere. Le caratteristiche primarie che devono possedere sono: reversibilità, inerzia fisico-chimica, inerzia biologica.

Parole chiave:

fossile, restauro, consolidamento, integrazione, reversibile.

ABSTRACT

Tools, materials and techniques for the conservation and exhibition of fossil vertebrates.

The deterioration of fossils consists of processes that lead to a depauperation of their qualities, the restoration allows the transmission of the fossil through a very limited operation. The restoration is an operation that consists of different phases: cleaning, consolidation, recombination, integration. The chemical substances in the phases of the restoration have different functions with regard to the aim of the operations. The characteristics of the materials have to be: reversibility, physical-chemical inactivity, biological inactivity.

Key words:

fossil, restoration, consolidation, integration, reversible.

INTRODUZIONE

Il termine degrado indica un insieme di processi, a carico dei vari materiali, consistenti in un depauperamento delle loro qualità, con la conseguente incapacità di soddisfare la funzione di stabilità.

Il deterioramento in genere è dovuto al concorrere di più fattori: da un lato cause endogene producono il naturale processo di invecchiamento degli stessi elementi costituenti il reperto, dall'altro cause esogene, attraverso l'azione ripetuta di fattori ambientali e biologici, interagiscono con i primi amplificandone gli effetti e accelerando il deterioramento (tab.1) (Lorusso, 2000).

Il restauro deve assicurare la trasmissibilità nel tempo del reperto, bloccando o rallentando il degrado di questo: cioè deve porre fine a quella serie di modificazioni dalle quali deriva un peggioramento delle sue caratteristiche sotto il futuro profilo conservativo, tramite un

intervento limitato al minimo indispensabile per assicurare una condizione di stabilità, perché tutto quello che non è strettamente indispensabile deve essere escluso in quanto negativo (Menegazzi & Silvestri, 2003).

MATERIALI	FATTORI DI INTERAZIONE AMBIENTALE				
Ossa	T	UR	I	Ib	Ic
Avorio	T	UR	I		
Pietre	T	UR		Ib	Ic

Tab. 1. Fattori di interazione ambientale (da Lorusso 2000, modificata). T=Temperatura; UR=Umidità Relativa; I=Illuminazione; Ib=Inquinanti biologici; Ic=Inquinanti chimici.

RESTAURO

Pulitura

La pulitura è quella operazione intesa a rimuovere le matrici che inglobano il reperto e quei materiali, alterati o alteranti, usati nei vecchi restauri che si trovano sulla superficie di questo.

La pulitura è la fase più delicata del restauro perché è un procedimento irreversibile; deve pertanto essere effettuata da personale con profonde conoscenze tecnico-scientifiche e dopo un attento esame delle caratteristiche del reperto e del suo stato di conservazione.

Il metodo di pulitura che si deve seguire per la preparazione del fossile dipende dalla natura della matrice inglobante questo (Borselli et al., 1998); inoltre, per portare a termine con successo questa prima fase occorre che siano rispettati in ogni momento tre criteri:

- non devono essere modificate la struttura e la morfologia del materiale,
- processo controllabile in ogni fase,
- processo selettivo e graduale.

Prima di illustrare i vari metodi di pulitura va ricordato che le ossa sono reperti con particolari caratteristiche: la superficie di queste presenta depressioni, solchi, linee, creste, spine, tubercoli che danno attacco a muscoli o dovute al contatto con vasi, tendini, ecc...; le zone articolari sono rivestite da uno strato cartilagineo che non si ossifica mai, ma che può ridursi fino a scomparire e dare inizio a una serie di alterazioni patologiche che potranno essere riscontrate tra le due superfici articolari contigue. Inoltre i resti possono presentarsi alterati o modificati sia dall'azione di agenti chimici-fisici (acidità, precipitazioni, azione eolica, ...) e biologici (azione delle radici di piante, attacco di animali, ...), sia per manipolazioni intervenute al momento della deposizione o in momenti successivi (disarticolazioni, incisioni, lavorazioni in generale). Quindi tutte le tracce sia fisiologiche che dovute ad alterazioni post mortem sulla superficie ossea dovranno rimanere inalterate e leggibili dopo la rimozione della matrice inglobante qualunque sia il metodo usato.

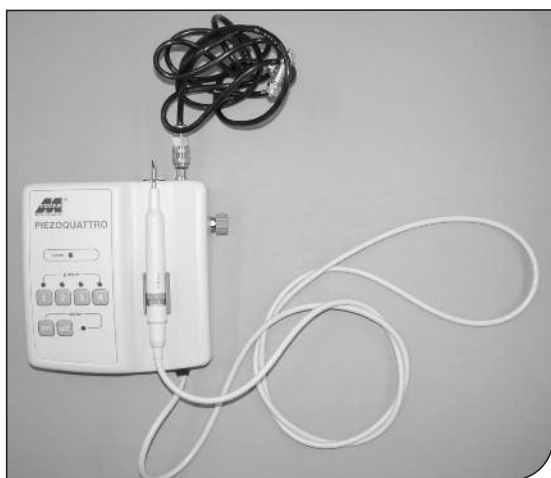


Fig. 1. Ablatore ad ultrasuoni.

Metodi fisici

a) Tecnica degli ultrasuoni - Gli ultrasuoni sono onde sonore che hanno frequenza superiore ai 20.000 hertz; alcuni sistemi ad ultrasuoni hanno trovato impiego nel campo del restauro sfruttando la proprietà che hanno di propagarsi in modo differente in due o più materiali diversi, provocandone la separazione in corrispondenza dell'interfaccia che li unisce. È necessario, affinché questo distacco si verifichi, che il fossile e la matrice siano duri e perfettamente compatti. Gli ultrasuoni sono emessi da ablatori, strumenti dotati di un piccolo manipolo in cui si inseriscono pennelli metallici che permettono di agire in modo differenziato a seconda del tipo di incrostazione e del tipo di supporto. Gli ablatori piezo-elettrici (fig. 1) possono essere utilizzati con o senza l'ausilio dell'acqua, la cui funzione principale è quella di raffreddare le parti meccaniche del manipolo; in alternativa questa funzione può essere svolta da un getto d'aria quando il reperto rischia di essere danneggiato dall'acqua, se pur in quantità minima, o questa ne impedisca il controllo visivo.

b) Tecnica laser - La pulitura con l'impiego del laser è una tecnica molto promettente nel campo del restauro ed è da alcuni anni impiegata per la rimozione di strati di alterazione dalla superficie di opere d'arte in pietra,



Fig. 2. Rimozione del vecchio consolidante, attraverso il sistema chimico, dal palato di un rinoceronte: a) saggio di pulitura, b) avanzamento della pulitura.



Fig. 3. Strumenti impiegati nella pulitura meccanica.



Fig. 4. Pulitura meccanica attraverso l'impiego di una fresa.

quali statue, elementi architettonici e decorazioni di edifici storici, ma anche su metalli, su legno, su carta e su stoffe. Questa tecnica ha dimostrato potenziali benefici, come azione selettiva ed elevato controllo. Anche gli operatori del settore paleontologico (Landucci et al., 1999a, b), sempre alla ricerca di tecnologie e materiali nuovi che permettano una migliore conservazione e leggibilità del reperto, da qualche anno stanno sperimentando con cautela questa nuova tecnica per poterla applicare anche al nostro settore con la sicurezza necessaria, per non correre il rischio, nel rimuovere il materiale inglobante il fossile, di asportare o alterare in modo irreparabile le numerose informazioni presenti sul reperto.

Metodo chimico

La liberazione dei fossili dalle incrostazioni con metodo chimico si fonda sul principio di un'azione differenziale dei reagenti. Questo metodo prevede l'impiego di solventi o prodotti capaci di reagire solo con l'incrostazione mantenendo intatto il fossile; operando con questo metodo, si deve sempre partire dall'utilizzo di sostanze blande e a concentrazioni basse, per poi aumentarle in caso di necessità o passare a sostanze con acidità maggiore, risalendo tutta la scala dei prodotti fino ad arrivare a prodotti forti se la composizione del reperto lo consente. Spesso è opportuno, prima di operare con la soluzione acida, coprire con un protettivo le eventuali parti del fossile libere da incrostazioni, cioè proteggerlo con una sostanza impermeabile a tale soluzione e poi immergerlo nell'acido, soluzione che deve essere rinnovata finché tutto il reperto non viene in luce; liberato il fossile con acido, si deve arrestare la reazione innescata con sostanze tamponanti e lavando il reperto con acqua corrente. Questo metodo presenta il vantaggio di dare una separazione rapida, ma nello stesso tempo molto difficile da attuare, perché le reazioni chimiche innescate sono di difficile controllo e possono spingersi facilmente oltre il limite voluto, producendo gravi danni alla superficie e anche alla struttura interna del fossile, se non si ha una notevole conoscenza della costituzione chimica dei reperti.

Solventi organici invece si usano prevalentemente nei casi in cui si debba rimuovere materiale organico utilizzato in precedenti restauri o in trattamenti iniziali effettuati durante il recupero. Tali solventi vengono scelti e impiegati dopo aver eseguito test per verificarne la loro idoneità (fig. 2) (Borselli et al., 1999). I solventi comunemente usati sono: alcool e acetone. Infine l'acqua, spruzzata a bassa pressione o come acqua nebulizzata, produce un effetto pulente sciogliendo sali e altri composti presenti sulla superficie del fossile, rendendo però il reperto più fragile.

Metodo meccanico

Il metodo meccanico richiede tempo e notevole manualità. Ha il vantaggio del controllo della pulitura in ogni suo momento, permette di lavorare su superfici molto deteriorate e di evitare l'uso di qualsiasi sostanza (acqua compresa) che potrebbe produrre effetti indesiderati.

La tecnica dell'abrasione permette la rimozione progressiva dei materiali inglobanti il reperto e viene effettuata con spatoline, bisturi o semplicemente pennelli (fig. 3), se il materiale da rimuovere è particolarmente friabile, piccole frese (fig. 4) montate su trapani da dentista o con sabbiatrici se il materiale incrostato risulta maggiormente duro (May et al., 1994).

La sabbiatrice (fig. 5) è uno strumento funzionante ad aria compressa che permette di indirizzare un getto di polveri (quarzo, alluminio...) con una forza necessaria a compiere un'azione abrasiva di pulitura, forza regolata tramite un regolatore di pressione. L'urto delle particelle di sabbia contro il reperto fossile determina la rottura e lo sbriciolamento delle incrostazioni, provocando una polvere finissima molto nociva, quindi per evitare danni all'operatore, tale operazione deve essere fatta in camere ermetiche con cappe aspiranti e l'utilizzo di maschere; per questa ragione in alcuni laboratori di restauro, particolarmente attrezzati, sono state create aree adibite solo a questo tipo di lavoro. L'impiego della sabbiatrice, rispetto agli altri sistemi meccanici, riduce notevolmente il tempo di lavoro, presenta



Fig. 5. Sabbiatrice.

però lo svantaggio di non riuscire sempre a controllare adeguatamente l'operazione di pulitura con il rischio di superare il limite dato dalla superficie di discontinuità tra reperto e matrice.

In sintesi si può dire che nella preparazione di un reperto spesso i diversi metodi di pulitura si alternano e possono interagire fra loro; l'esperienza ci insegna che la pulitura meccanica, effettuata con piccoli strumenti, richiede senza dubbio tempi lunghi ma, se fatta con cautela ed attenzione, assicura un lavoro estremamente preciso senza portare modifiche alla superficie del materiale, controllabile in ogni momento, selettiva e graduale come è richiesto.

Consolidamento

La fase che segue la pulitura è quella del consolidamento, che tramite l'impiego di sostanze adeguate, favorisce l'adesione delle parti degradate al substrato sano ed evita la perdita del materiale decoeso.

Il consolidante è una sostanza che viene fatta penetrare allo stato fluido all'interno di un materiale attraverso le sue porosità e microfratture.

I requisiti di un buon consolidante sono (Shelton & Chaney, 1994):

- compatibilità fisica: deve possedere conducibilità termica e coefficiente di dilatazione termica analoghi al reperto;
- compatibilità chimica: non dare reazioni con il substrato;
- capacità di penetrazione: deve penetrare in profondità e in modo uniforme, conferendo alle parti degra-



Fig. 6. Femore di rinoceronte: esempio di ricomposizione ed integrazione.

date caratteristiche meccaniche uguali a quelle delle zone sane;

- non ostruire i pori: permettere la respirazione;
- insolubilità in acqua;
- reversibilità: avere la possibilità di eseguire operazioni di rimozione;
- durata: mantenimento nel tempo delle proprie caratteristiche.

I consolidanti possono essere: organici e inorganici. I consolidanti inorganici formano precipitati insolubili in acqua e sono strutturati in modo simile ai minerali naturali, quindi compatibili con il substrato. I loro inconvenienti sono: scarsa penetrazione, bassa resistenza agli stress meccanici, incapacità di saldare fratture superiori ai 50-100m.

I consolidanti organici sono sostanze polimeriche di varia natura e composizione con caratteristiche idrorepellenti ad alto potere adesivo. Le modalità di applicazione variano secondo il substrato e il prodotto da applicare. Le tecniche più usate sono per immersione, iniezione, imbibizione; la scelta del metodo dipende dalle condizioni di conservazione e dalla struttura del reperto. Inoltre sono importanti la concentrazione del consolidante e la natura del solvente più o meno volatile, che deve funzionare da veicolo per la penetrazione della resina per raggiungere le zone più interne del fossile. I principali consolidanti organici di sintesi sono: resine acriliche e resine poliviniliche.

Ricomposizione

Il lavoro di restauro paleontologico si effettua prevalentemente su ossa fratturate, sulle quali è necessario operare una ricomposizione per disporre di reperti il più possibile completi. La ricerca di frammenti contigui da ricongiungere è un'operazione lunga, che può essere facilitata dalla selezione e dal raggruppamento delle parti con le stesse caratteristiche: la spugnosità interna, lo stesso spessore, il colore e soprattutto dalla conoscenza delle ossa.

L'incollaggio è l'operazione necessaria per far aderire due parti disgiunte mediante l'applicazione di adesivi possibilmente reversibili, resistenti nel tempo e agli

agenti esterni, che non creino spessori nella connessione o comunque che siano ridotti al minimo. I requisiti che un collante deve possedere per essere impiegato sono gli stessi richiesti per il consolidante (Matteini & Moles, 1989).

I collanti prevalentemente usati sono composti vinilici emulsionati in acqua, acetati polivinilici sciolti in alcool o in acetone, resine acriliche e resine epossidiche.

Integrazione

L'operazione di integrazione ha lo scopo di colmare lacune e discontinuità presenti sul reperto e assicurarli stabilità; in altri casi è necessaria per ricostruire in parte o nella sua completezza il fossile (fig. 6) per l'ostensione in museo. Si esegue di solito con materiali che a seguito di un processo di presa sono capaci di restituire le parti mancanti (Borselli et al., 1999).

Un materiale destinato all'integrazione deve inoltre offrire le seguenti garanzie (Matteini & Moles, 1989):

- differenziazione rispetto all'originale;
- riproducibilità con caratteristiche sempre identiche;
- assenza di effetti nocivi per l'operatore;
- ritiro e dilatazione d'entità trascurabile (le variazioni rilevanti potrebbero provocare la mancata adesione all'originale oppure rotture o scollature ai danni di questo ultimo);
- possibilità di ritocco, smontaggio, sostituzione parziale in tempi brevi.

Per quest'operazione in primo luogo si costruisce la parte mancante con argilla o plastilina, prendendo come campione un pezzo omologo di un animale della stessa specie. Terminata la ricostruzione in argilla, si applica su questa un rivestimento in gesso, che costituirà il negativo della parte ricostruita. Tolto il gesso (negativo) si asporta l'argilla e trattata con distaccante la parte interna di questo. Il negativo è rimesso al suo posto. Nell'intercapedine lasciata dall'argilla si cola il materiale integrante (di solito gesso, mastice, resina poliuretanicica o epossidica). In questo modo si ottiene il positivo della parte mancante che era stata in precedenza sagomata con l'argilla.

MATERIALI PER IL RESTAURO

I composti chimici impiegati nelle varie fasi del restauro hanno caratteristiche diverse in relazione alla finalità delle operazioni da svolgere e alle caratteristiche del reperto su cui devono essere applicati.

È di fondamentale importanza compiere un'accurata scelta dei materiali utili per la conservazione di questi. È dimostrato che esistono interazioni fisiche e chimiche fra i reperti da conservare e i materiali impiegati a tale scopo.

La maggior parte delle reazioni chimiche legate ai materiali avviene in maniera più insidiosa rispetto agli effetti delle forze fisiche. I prodotti contenuti nei materiali possono reagire con gli oggetti per contatto oppure mediante l'emissione di vapori. I livelli di reazione

fra sostanze e reperti dipendono da tanti fattori, come la reattività del prodotto all'oggetto, lo stato dell'oggetto, la concentrazione del prodotto e l'effetto sinergico determinato dalla presenza di altre sostanze compreso l'umidità dell'ambiente; inoltre, in aree piccole e volumi piccoli e chiusi, le concentrazioni dei prodotti volatili raggiungono livelli massimi; quindi le vetrine da esposizione, le scatole di deposito potrebbero essere i luoghi più adatti al deterioramento.

Data la lentezza di questo processo è difficile cogliere i segni di alterazione, rilevabili solo a livello microscopico ma invisibili su scala macroscopica, e l'accumulo di micro alterazioni condurrà a un degrado visibile e prematuro del fossile.

I materiali destinati al consolidamento e alla ricomposizione sono in genere composti macromolecolari o polimeri, distribuiti sotto forma di soluzioni o di emulsioni, nei quali oltre al polimero sono presenti anche i relativi solventi o emulsionanti e di volta in volta stabilizzanti, addensanti, fluidificanti, plastificanti, ecc... secondo le necessità.

Parlando dei prodotti in commercio si tenga presente che quasi mai si tratterà di materiali espressamente studiati e destinati al restauro. Ci troviamo di fronte a prodotti destinati ad altre applicazioni che richiedono di essere scrupolosamente vagliati dai restauratori (tab. 2) per essere adattati alle effettive esigenze della conservazione, ad esempio cambiando la concentrazione, utilizzando solventi più rispondenti agli scopi, aggiungendo cariche inerti, età... (Matteini & Moles, 1989).

I polimeri sono classificati in termoplastici e termoidurenti secondo il loro comportamento se sottoposti a riscaldamento. I polimeri termoplastici sono costituiti da catene lineari legate tra loro da legami deboli che sono responsabili della viscosità; con il riscaldamento i legami si indeboliscono e diminuisce la viscosità. Con un successivo raffreddamento si ha l'indurimento e il mantenimento della forma impressa. Il fenomeno è reversibile e i materiali sono solubili in solventi organici.

Polimero	Inizio commercializzazione	Introduzione nel restauro
Polivinilacetato	1917	1932
Acriliche	1927	1932
Poliuretaniche	'30	'50
Poliestere	1946	1950
Epossidiche	Primi '40	1952
Siliconiche	'40	'50
Cianoacrilati	'60	1976

Tab. 2. Tabella riassuntiva della comparsa dei principali polimeri e loro introduzione nel settore del restauro (da Borgioli 2002, modificata).



Fig. 7. Sistemi di aspirazione: a) cappa aspirante, b) naso aspirante.

I polimeri termoindurenti presentano una struttura reticolata con legami forti. Durante il riscaldamento si osserva un certo ammorbidimento che consente la modellazione, inoltre il calore serve a portare a termine la reticolazione dando origine a un prodotto particolarmente resistente e successivi riscaldamenti e raffreddamenti non avranno più alcun effetto sulla plasticità. Sono materiali irreversibili (Borgioli, 2002).

I tecnici che operano nel settore del restauro si trovano ad essere esposti ad una varietà di sostanze chimiche potenzialmente nocive e il tipo e la gravità degli effetti prodotti sulla salute degli operatori sono proporzionali alle proprietà fisico-chimiche dell'inquinante, ai tempi di esposizione e alle vie di assorbimento. Da qui la necessità di attrezzare i laboratori con sistemi d'aspirazione, come cappe aspiranti, nasi aspiranti (fig. 7), che depurino in modo continuo l'ambiente di lavoro, oltre ad una attrezzatura ad ulteriore protezione del personale tecnico nel momento dell'uso di tali sostanze (maschere con filtri idonei, occhiali, guanti) (Gobbato, 2003).

Resine poliviniliche

Le resine poliviniliche derivano dalla polimerizzazione dei composti contenenti il gruppo vinilico, in cui a seconda del radicale presente danno origine a svariati tipi di materiali. Si tratta nella maggioranza dei casi di resine termoplastiche e solubili.

Nel restauro sono impiegati soprattutto gli Acetati di polivinile, che possono essere usati in forma sia di emulsione acquosa (Vinavil), sia di soluzione in solventi organici (Mowilith, K60). Hanno buone proprietà adesive, notevole resistenza all'invecchiamento, discreta trasparenza e scarsa tendenza a modificarsi alla luce,

sono insolubili in acqua ma facilmente emulsionabili con essa, solubili in chetoni, esteri, alcool, idrocarburi clorurati, toluolo, acetone; non sono tossici e i pericoli presenti sono legati al tipo di solvente impiegato per scioglierle (Matteini & Moles, 1989).

Resine acriliche

L'acido acrilico e metacrilico polimerizzano dando origine a un vasto gruppo di resine. I polimeri acrilici presentano molte proprietà richieste ai consolidanti e ai protettivi, hanno proprietà adesive (Paraloid B-72, Primal AC-33), risultano incolori e trasparenti e sono facilmente solubili in solventi clorurati, idrocarburi aromatici, esteri, chetoni, diluenti nitro, mentre sono insolubili in alcoli ed idrocarburi alifatici.

Punti deboli delle resine acriliche sono l'inconveniente di non conservare a lungo la proprietà idrorepellente, la sensibilità all'irraggiamento solare (esposizione prolungate ai raggi ultravioletti producono ingiallimento e disintegrazione dei films acrilici) e il fenomeno del cross-linking (rottura del legame C-H che produce un radicale che va a legarsi alla catena adiacente producendo una reticolazione di legami che rendono il prodotto irreversibile ai diversi solventi). I polimeri acrilici, a differenza dei monomeri acrilici, non presentano tossicità e i pericoli sono legati al tipo di solvente impiegato per scioglierle.

I cianoacrilati sono adesivi (Attak) a presa rapida, sotto pressione questo composto polimerizza rapidamente formando tenaci legami tra i materiali da incollare senza creare spessore; sono resistenti alla maggior parte dei solventi, quindi impiegati in quei casi dove l'esigenza della reversibilità non è prioritaria (Borgioli, 2002).

Resine epossidiche

Le resine epossidiche sono polimeri ottenuti per condensazione di epichloridrina con bisfenolo o altri composti con analoghe caratteristiche. Si ottengono polimeri che presentano la particolarità di possedere gruppi epossidici nella struttura.

Queste resine si applicano come soluzioni di polimero epossidico + indurente. L'indurente ha la funzione di legare due catene epossidiche. Si formano strutture bidimensionali o tridimensionali secondo il componente utilizzato come indurente; per le notevoli caratteristiche meccaniche e di adesione vengono, da diversi anni, ampiamente usate anche nel restauro. A causa della presenza di gruppi polari, queste resine si caratterizzano per la tendenza ad aderire a solidi con caratteristiche altrettanto polari come i metalli, il vetro, le ceramiche e quindi anche con i materiali fossili. Il giunto che s'instaura ha proprietà molto coesive, per cui se i reperti fossero sottoposti a stress la rottura si potrebbe verificare in un punto qualsiasi del fossile anziché nella zona di frattura.

Nel campo della conservazione inoltre sono impiegate per fare il positivo dei calchi, usate nella forma liquida o in pasta a cui si aggiunge il catalizzatore. Sono facilmente colorabili e, addizionate con cariche inerti, imitano il colore e l'aspetto dei vari materiali; non presentano variazioni di volume.

Si deve tener conto che sono irreversibili, cioè non più solubili e quasi sempre hanno una colorazione propria, quindi possono essere utilizzate in quelle applicazioni dove è richiesta una adesione di elevata qualità meccanica ma non è indispensabile la reversibilità. Inoltre hanno scarsa resistenza agli UV, scarsa resistenza al calore e notevole ingiallimento dopo invecchiamento (Borgioli, 2002).

Resine siliconiche

Le resine siliconiche hanno la caratteristica di avere un atomo di silicio al posto del carbonio nelle catene strutturali. Variando i monomeri di partenza e le condizioni di reazione è possibile ottenere una vasta serie di composti siliconici con strutture per lo più reticolate e con proprietà e caratteristiche assai variabili.

I siliconi sono composti molto stabili al calore e all'ossidazione e le loro proprietà vengono scarsamente influenzate dalla temperatura; hanno spiccata idrorepellenza e presentano buona resistenza agli agenti chimici. Sono commercializzati sotto forma di olii, resine ed elastomeri. Nel restauro paleontologico vengono usati per realizzare l'impronta dei calchi.

I pregi di questi composti sono: buona stabilità agli UV, alla temperatura, all'umidità e buon potere adesivo e idrorepellente; mentre i difetti sono: mancanza di reversibilità, rilascio di tracce oleose (perché reagiscono con il supporto).

I materiali siliconici non presentano tossicità e i pericoli presenti sono legati ai solventi usati (Borgioli, 2002).

Resine poliesteri

Le resine poliesteri sono ottenute per condensazione d'alcali polivalenti con acidi insaturi. Quando si creano le condizioni di sintesi si formano polimeri termoindurenti; le ottime proprietà meccaniche e la grande stabilità dimensionale rendono questi prodotti perfettamente adatti a impieghi di restauro, sia come adesivi sia per la realizzazione di supporti che di riproduzioni di reperti. A tale scopo sono rinforzati dalla stesura di fibre di vetro o con l'introduzione d'inerti.

I poliesteri sono resine a bicomponenti: resina + catalizzatore, la cui reazione esotermica procede velocemente con tempi di lavorabilità intorno ai 5-15 minuti. Possiedono notevole leggerezza ma presentano un leggero ritiro, oltre a una certa sensibilità all'ingiallimento. L'uso di tali resine deve essere fatto con grande attenzione perché la resina e il suo catalizzatore contengono sostanze cancerogene (Borgioli, 2002).

Resine poliuretaniche

Le resine poliuretaniche sono materiali ottenuti dalla reazione tra di o poli-isocianati (funzioni insature) e sostanze di o poli-ossidrilate cioè contenenti idrogeno attivo (con OH liberi). Questi materiali si presentano come schiume solide che si ottengono determinando nella massa di polimerizzazione condizioni adatte allo sviluppo di gas che creano celle vuote.

Il poliuretano espanso può essere ottenuto in forma rigida, semirigida o flessibile a seconda delle condizioni e dei prodotti di partenza, con caratteristiche finali di estrema leggerezza e bassa conducibilità termica ed acustica. Risulta quindi un materiale prezioso per importanti applicazioni nel campo dell'imballaggio. Nel settore conservativo sono usate dopo lo scavo per il recupero dei reperti senza rimuoverli dal loro substrato e come riempitivo dei calchi assicurando una certa consistenza e mantenendo contemporaneamente la leggerezza.

Questi prodotti sono irreversibili e con grande tossicità dei monomeri di partenza e tutto ciò ne limita l'impiego (Matteini & Moles, 1989).

Gesso

Il gesso è un legante che si ottiene dalla cottura della pietra di gesso (solfato di calcio biidratato) che prende vari nomi secondo la purezza e dell'aspetto cristallino. Infatti è detta Selenite o Pietra di Luna quando si trova in cristalli tabulari facilmente sfaldabili, Alabastro o Pietra d'Angelo quando ha un aspetto traslucido e ceroso, Sericolite quando si trova in masse fibrose o colonnari. Dopo l'estrazione dalla cava la pietra di gesso è macinata e cotta in forno a temperature diverse secondo l'uso a cui è destinato il gesso così ottenuto. Il materiale cotto a 150 °C si trasforma in gesso semiidratato con presa ed indurimento molto veloci ed è chiamato "scagliola", cotto a 200 °C si ha un gesso meno idratato con presa più lenta del precedente ed è chiamato "gesso per formare".

Nel restauro si usa per la realizzazione dei calchi e come integrante, però non resiste all'acqua, tende a rigonfiarsi e a sgretolarsi, ha proprietà meccaniche scadenti, quindi non va usato per lavori esposti agli agenti atmosferici o situati in luoghi umidi (Quagliarini & Amorosi, 1991).

Gesso da dentisti

Il gesso da dentisti è una miscela di ossido di zinco e silicati d'alluminio e sodio che indurisce velocemente raggiungendo un elevato grado di durezza. Si presenta con un aspetto simile al gesso e da questo ne prende il nome anche se non ha nessun legame con questo. Questo prodotto ha lo stesso impiego del gesso comune: per la realizzazione di calchi e come integrante. Il notevole grado di durezza lo fa preferire al gesso stesso, ma nello stesso tempo il costo ne limita o ne controlla l'impiego.

In conclusione un restauratore non ha alcun diritto di sbagliare, deve dimostrare una competenza a prova d'errore e portare il più gran rispetto ai reperti che tratta, se ha valide ragioni per pensare che un restauro possa essere anche minimamente azzardato, è bene che ci rinunci. Non gli verrà mai perdonato di aver giocato a testa o croce sulla sopravvivenza di un documento scientifico che appartiene a tutti, anche se si trattasse di qualcosa di modesto. Infatti, non si può escludere che quello che a noi è impossibile con gli attuali mezzi, non sia possibile in futuro con le nuove tecnologie. Tutto ciò si può bene riassumere con le parole di Cartesio tratte da "Discorso sul metodo": Le nostre attenzioni si debbono estendere più lontano del presente. È bene tralasciare cose che recherebbero qualche profitto a coloro che vivono per mettere in cantiere altre che possono recare vantaggio ai nostri nipoti.

RINGRAZIAMENTI

Sostanziale contributo allo svolgimento delle ricerche che hanno condotto a questo lavoro è stato portato dal collega e amico Fabio Cozzini, ottimo insegnante e guida in questa professione.

BIBLIOGRAFIA

- Borgioli L., 2002. *Polimeri di sintesi per la conservazione della pietra*. Ed. Il Prato, Padova, 127 pp.
- Borselli V., Confortini F., Dal Sasso C., Malzanni M., Muscio G., Paganoni A., Simonetto L., Teruzzi G., 1998. *Carta del restauro dei fossili*. *Museologia Scientifica* 15(2): 215-226.
- Borselli V., Cencetti S., Cozzini F., Landucci F., 1999. *Il restauro dei fossili conservati a Città di Castello (PG): metodi e risultati*. *Museologia Scientifica*, 16(2): 123-132.
- Gobbato F., 2003. *Musei di Storia Naturale, Musei Universitari e Orti Botanici, valutazione del rischio ai sensi del D.L.vo 626/1994*. In: *Atti del seminario "Rischi lavorativi per gli operatori dei musei di storia naturale?"*, Venezia, 11 Ottobre 2002. T&P Padova, pp. 9-45.
- Landucci F., Pecchioni E., Pini R., Siano S., Salimbeni R., 1999a. *A new laser approach in the conservation of paleontological findings*. In: *2nd International Congress on Science and Technology for the safeguard of cultural heritage in the mediterranean basin*, Paris 5-9 July 1999, ABACO, pp. 122.
- Landucci F., Pini R., Siano S., Salimbeni R., Pecchioni E., 1999b. *Laser cleaning of fossil vertebrates: a preliminary report*. In: *International Conference LACONA III. Laser in the Conservation of Artworks*, Florence, 26-29 April 1999, pp. 107-108.
- Lorusso S., 2000. *Conservazione e trattamento dei materiali costituenti i beni culturali*. Pitagora Editrice, Bologna, 297 pp.
- May P., Reser P., Leggi P., 1994. *Laboratory preparation macrovertebrate preparation*. In: *Leggi P., May P. (eds.), Vertebrate paleontological techniques*. Cambridge University Press, New York, pp. 113-129.
- Matteini M., Moles A., 1989. *La chimica nel restauro i materiali dell'arte pittorica*. Nardini Editore, Firenze, 379 pp.
- Menegazzi C., Silvestri I., 2003. *La conservazione preventiva delle raccolte museali*. Kermes quaderni. Nardini Editore, Firenze, 64 pp.
- Quagliarini C., Amorosi L., 1991. *Chimica e tecnologia dei materiali per l'arte*. Zanichelli, Bologna, 546 pp.
- Shelton S.Y., Chaney D.S., 1994. *An evaluation of adhesives and consolidants recommended for fossil vertebrates*. In: *Leggi P., May P. (eds.), Vertebrate paleontological techniques*, 1. Cambridge University Press, New York, 35-45.

Siti web (accessed 10.10.2004):

- <http://www.flmnh.ufl.edu/natsci/vertpaleo/resources/rep.htm>
- <http://www.salonedelrestauro.com>
- <http://www.argosproject.org/links/restauro.html>