

Introduzione. Le tecniche di protezione dei manufatti

PTZ 01 Impregnazione con prodotti a base di silicio

PTZ 02 Protezione e impregnazione della pietra con prodotti impermeabilizzanti e/o consolidanti

PTZ 03 Impregnazione con cere di marmi e pietre

PTZ 04 Rivestimento e protezione superficiale con prodotti polimerici: silani, resine poliacriliche, resine viniliche, resine alchidiche

PTZ 05 Protezione con il metodo del "ossalato di ammonio"

PTZ 06 Impregnazione con perfluoropolietteri

PTZ 07 Allontanamento dei volatili

PTZ 08 Trattamento all'acqua di calce

PTZ 09 Protezione antigraffiti

PTZ 10 Integrazione delle lacune pittoriche a velatura

PTZ 11 Protezione di creste di muri col metodo della foderature di malta

PTZ 12 Protezione di creste dei muri mediante spalmatura di malta e sassi infissi

PTZ 13 Protezione di creste dei muri mediante strati di sacrificio

PTZ 14 Protezione delle creste dei muri con bauletto di malta

PTZ 15 Protezione di cornici e aggetti

PTZ 16 Protezione del legno mediante applicazione di vernici o smalti

PTZ 17 Protezione mediante inserimento di vetrate esterne

PTZ 18 Protezione dei vetri con eteropolisilossani

PTZ 19 Protezione delle tessere vitree con resine

LE TECNICHE DI PROTEZIONE DEI MANUFATTI

Con il termine protezione si fa riferimento, nel restauro architettonico, alla **difesa dell'edificio dall'aggressione degli agenti naturali o di origine antropica**, con materiali e procedure approntati per tale scopo. I metodi di cui disponiamo si possono ricondurre essenzialmente a due differenti modi di intervento. Il primo, di tipo **attivo**, mette in campo tecniche atte a impedire l'innescò di un processo di degrado agendo sulle cause dello stesso. A questo gruppo appartengono i presidi che si avvalgono della costruzione di schermi, strutture o barriere – come nel caso delle vetrate poste a isolamento delle parti lapidee scolpite sulla facciata del duomo di Orvieto, o la copertura in plexiglas della gradinata del Teatro di Eraclea Minoa, tettoie o veri e propri nuovi tetti aggiunti alle rovine delle Domus pompeiane. La seconda modalità di intervento, di tipo **passivo**, comprende tecniche che mirano ad applicare, sui materiali da proteggere, altri materiali – solitamente di sintesi ma compatibili con i primi – che possiedono caratteristiche speciali e in grado di costituire un vero e proprio strato di sacrificio che si deteriora in luogo della materia protetta. L'applicazione investe comunemente le superfici esterne dei manufatti lapidei (nel senso ampio del termine lapideo inteso dalle Raccomandazioni Normal, che comprende, oltre alle pietre, anche i materiali fittili, gli intonaci, i calcestruzzi). Il principio è quello di difendere tali superfici dagli attacchi fisico-chimici degli agenti atmosferici e delle sostanze aggressive che essi veicolano, dalle azioni di organismi animali e vegetali, nonché dagli effetti indotti dall'uso. La funzione precipua di un prodotto protettivo è quindi soprattutto quella di impedire il passaggio dell'acqua all'interno del materiale, rendendolo impermeabile, e di costituire uno schermo contro gli inquinanti atmosferici. Ma vi sono forme di protezione che riguardano altri agenti di degrado, come i dissuasori antivolatili, gli strati contro l'usura, le impregnazioni contro gli ambienti ad atmosfera acida o secca, la creazione di ambienti ostili alla proliferazione di piante e animali parassiti ecc.

SEZ 08 PROTEZIONI

Le tecniche descritte in questa sezione si limitano ai procedimenti che riguardano **l'intervento su singoli materiali**, già definiti come metodi passivi, tralasciando quelli di tipo attivo, soprattutto perché comportano una partecipazione creativa del progettista (attraverso l'ideazione di ripari, tettoie, schermi protettivi e, a volte, vere e proprie strutture) che esula dalle finalità di questo lavoro. Fanno eccezione le barriere contro i volatili e alcuni dispositivi protettivi delle vetrate che, a rigore, farebbero parte dei sistemi attivi, ma che comportano la semplice adozione di tecniche già sperimentate e considerate come soluzioni standard. Inoltre, alcune tecniche descritte in altre sezioni (come, ad es., le disinfestazioni, le stuccature delle fessure, alcuni consolidamenti delle superfici e altro ancora) possono rientrare, almeno in parte, nella categoria delle protezioni, giacché tale funzione vi è compresa almeno come **effetto collaterale**, se non come obiettivo dichiarato.

È noto che, una volta terminato l'intervento di restauro, ricomincia immediatamente il ciclo di degradazione della materia a opera degli agenti aggressivi. Un ciclo che tende a riproporre i problemi appena risolti o circoscritti: depositi, croste, erosioni, infiltrazioni umide, formazioni di lacune, di distacchi ecc. Per questo motivo, la vecchia consuetudine di applicare uno strato che allontani il più possibile la necessità di un nuovo restauro (sempre traumatico, per quanto delicato e prudente) è una delle operazioni che tradizionalmente si è adottata come forma di **manutenzione ordinaria**, già da prima che il restauro fosse identificato come autonoma e organica pratica operativa che include i consolidamenti, le puliture e le eventuali integrazioni.

SEZ 08 PROTEZIONI

Le procedure tecniche descritte in questa sezione vanno, dunque, **accolte in modo critico**, tenendo conto dei requisiti ora enunciati e delle avvertenze contenute nell'esposizione di ogni tecnica, soprattutto nel paragrafo "Accorgimenti, varianti, limiti". Le sostanze e le procedure previste di volta in volta sono da considerare un insieme di indicazioni esecutive che si collocano a valle delle decisioni e delle scelte progettuali. Vale a dire che la soluzione tecnica di un intervento discende dalle analisi e dalle valutazioni complessive che tengono conto delle numerose componenti tematiche e problematiche che caratterizzano un programma di restauro. Nessuna soluzione può essere adottata indipendentemente dalla chiara formulazione del problema che la reclama. E, in ogni caso, una volta definita la strategia dell'intervento in tutti i suoi aspetti, le opzioni tecnico-esecutive sono generalmente più d'una, mentre quelle disponibili vanno attentamente valutate per ciò che offrono di positivo e per gli eventuali rischi che comportano.

Le metodiche proposte nella sezione, in sostanza, cercano di fare il punto della situazione, ad oggi, di ciò che offre la scienza del restauro, tenendo conto, beninteso, che l'intera materia trattata è in **costante mutamento** e va aggiornata attraverso i contributi dei convegni, delle riviste specializzate e di una incessante sperimentazione.

PRINCÌPI FUNZIONALI DI BASE

La protezione chimico-fisica consiste nell'applicazione sulla pietra di un **film di sacrificio** che separi il materiale dall'ambiente, al fine di opporre un'apprezzabile resistenza alla penetrazione dell'acqua, principale agente di degrado insieme ai composti inquinanti presenti nell'atmosfera e all'adesione di materiale particellato. Ciò avviene non tanto perché il protettivo può riempire spazi accessibili all'acqua ma soprattutto in quanto riduce l'idrofilia dei capillari e della superficie esterna del materiale lapideo, riducendo la possibilità di fenomeni alterativi legati all'acqua, come il trasporto e la cristallizzazione dei sali, i fenomeni di gelo-disgelo e le interazioni con gli inquinanti atmosferici.

Sull'azione dei protettivi un ruolo importante è svolto **dal diluente o dal solvente** col quale sono diluiti. È utile, perciò, chiarire il principio su cui si basa la loro azione.

Acqua (come solvente o diluente).

Molti metilmetacrilati, alcuni metilsiliconati, siliconi, fluorocarbonati e silicati alcalini sono solubili o diluibili in acqua. La profondità di penetrazione nella pietra dipende dall'assorbimento dell'acqua da parte dei minerali argillosi eventualmente presenti o dalla reazione di questi con l'acqua.

Assorbendo il liquido e rigonfiandosi, essi ostacolano l'ingresso di ulteriore acqua all'interno dei capillari, bloccandone l'apertura. La soluzione rimane allora sulla superficie formando una dura crosta, spesso lucida e scura che, se sottoposta alle tensioni interne dovute all'evaporazione dell'acqua, può portare a un'**esfoliazione** della superficie trattata. La facilità di applicazione, la sicurezza e la disponibilità del solvente costituiscono ovvi vantaggi.

PTZ 01 IMPREGNAZIONE CON PRODOTTI A BASE DI SILICIO

Kerosene e ragie minerali.

Molti oli e cere sono solubili e diluibili in questi solventi. Miscele d'olio di semi di lino e kerosene sono stati usati come protettivi di materiali lapidei per molti anni.

Il kerosene, avendo una bassa viscosità e non essendo assorbito dai minerali, ha il potere di **penetrare in profondità** in molti tipi di pietre, anche se poco porose. Inoltre esso rende idrorepellente il compatto caolino e diminuisce l'erosione delle rocce incoerenti. Anche la lenta evaporazione di questi solventi, che rimane minima in quasi tutte le condizioni di temperatura e umidità dell'ambiente, favorisce una profonda penetrazione e permette un buon contatto e una buona interazione con i granuli minerali. Tutte queste caratteristiche, unite alla limitata infiammabilità e alla non tossicità, rendono **il kerosene e le ragie minerali migliori degli altri solventi**.

Toluene, xilene, acetone ecc.

Alcuni polimeri acrilici e siliconici in commercio sono solubili in questa classe di solventi.

I modi e la profondità di penetrazione sono simili a quelle del kerosene e degli alcoli minerali.

Un buon protettivo deve possedere i seguenti **requisiti**:

- inerzia chimica verso il substrato lapideo;
- buona stabilità chimica in particolare rispetto agli inquinanti e all'ossigeno;
- assenza di sottoprodotti dannosi per il substrato anche a distanza di tempo;
- buona stabilità alle radiazioni U.V.;
- bassa permeabilità all'acqua liquida (idrorepellenza);
- buona permeabilità all'aria e al vapore acqueo;
- influenza minima sulle proprietà ottico-cromatiche della superficie lapidea;
- insolubilità in acqua (affinché non si abbia dilavamento del protettivo in seguito alla pioggia e sia garantita la permanenza del protettivo nel caso di lavaggi delle superfici marmoree;

PTZ 01 IMPREGNAZIONE CON PRODOTTI A BASE DI SILICIO

- buona solubilità in alcuni solventi organici anche dopo invecchiamento (tale da consentire l'eventuale rimozione e/o ripristino del trattamento);
- bassa volatilità (per evitare diminuzione dell'effetto protettivo per evaporazione);
- capacità di penetrazione all'interno della rete capillare (oltre che agire in superficie);
- facile applicabilità.

È difficile che uno stesso prodotto soddisfi in pieno **tutti i requisiti richiesti**. Difatti, a una buona idrorepellenza si accompagna solitamente una permeabilità al vapor d'acqua non molto alta, oppure un'inevitabile variazione del colore e della brillantezza della pietra. L'importante è che la scelta del tipo di protettivo sia fatta caso per caso tenendo conto delle caratteristiche proprie del materiale e del manufatto da proteggere.

I **protettivi a base di silicio**, in particolare, sono poco sensibili alle variazioni di temperatura e questo li rende particolarmente resistenti agli stress termici; hanno inoltre una buona elasticità e soprattutto un'ottima idrorepellenza pur mantenendo una buona permeabilità al vapore. Anche la durabilità è soddisfacente (da 5 a 10 anni), mentre esistono pareri discordanti circa la resistenza agli inquinanti acidi e in particolare all'anidride solforica (SO₂).

APPLICAZIONE DELLA TECNICA E FASI OPERATIVE

Se la superficie da trattare è di dimensioni limitate è consigliabile l'applicazione **a pennello** procedendo per piccole aree o riquadri e controllando che la soluzione abbia coperto la pietra senza lasciare spazi non trattati. La protezione di superfici molto ampie si ottiene, invece, applicando il prodotto **a spruzzo** con pistole a bassa pressione.

Dopo aver verificato che i valori di temperatura, ambientale e di superficie (T_a , T_s), nonché di umidità relativa (U.R.), siano nella norma (T_a e T_s comprese tra 5 °C e 35 °C; U.R. non superiore al 70%), **si procede nel modo seguente per l'applicazione a pennello:**

- a) distribuire uniformemente e in abbondanza il prodotto facendolo percolare per gravità e avendo cura di non lasciare sormonti e sovrapposizioni;
- b) procedere dall'alto verso il basso per aree omogenee;
- c) non lasciare asciugare il prodotto tra una ripresa e l'altra;
- d) interrompere l'applicazione solo quando il supporto è saturo;
- e) utilizzare sempre pennelli puliti (lavarli spesso) e prodotto non inquinato da residui rimasti sul pennello da lavorazioni sulle superfici limitrofe;
- f) le eventuali eccedenze di prodotto rimaste dopo completamento dell'operazione devono essere asportate o fatte penetrare con l'applicazione del solo solvente di diluizione.

Per l'applicazione a spruzzo, dopo aver messo in funzione l'impianto di spruzzatura, controllare che l'ugello erogatore produca un getto molto nebulizzato, quindi procedere tenendo conto delle indicazioni fornite per l'applicazione a pennello.

PTZ 01 IMPREGNAZIONE CON PRODOTTI A BASE DI SILICIO

L'operazione finale, in entrambi i casi, è quella di **proteggere** opportunamente dalla pioggia e dall'umidità le zone trattate fino alla completa stabilizzazione del prodotto applicato.

Per ridurre effetti non graditi, come ad esempio la lucentezza superficiale, che talvolta tali protettivi comportano, può essere **utile l'aggiunta di sostanze opacizzanti** come la silice micronizzata o una blanda spazzolatura prima che la superficie sia completamente asciutta; oppure può essere efficace soffiare polvere di pietra sulla superficie ancora bagnata. Tali accorgimenti sono particolarmente utili nel caso di pietre poco porose.

Sempre nel caso di materiali a bassa porosità, come il marmo o calcari del tipo della pietra d'Istria o del rosso di Verona, esposti all'aperto, è soddisfacente l'impiego di **miscele acril-siliconiche** nelle quali le buone caratteristiche di adesione della resina acrilica, che non è però molto stabile all'azione congiunta di acqua e raggi U.V. (v. PTZ 02 - Protezione e impregnazione della pietra con prodotti impermeabilizzanti e/o consolidamenti), vengono per così dire protette dall'elevata idrorepellenza del polimero siliconico. Nel caso di applicazioni in climi caldi e secchi è necessario valutare con attenzione la velocità di evaporazione dei solventi, nonché la loro infiammabilità e tossicità. Oltre al rischio di formazione di una crosta superficiale, un altro inconveniente nell'utilizzo di solventi a rapida evaporazione è l'ostruzione delle bocchette degli spruzzatori da parte del protettivo reso viscoso dall'evaporazione del solvente.

PRINCÌPI FUNZIONALI DI BASE

Le tecniche di allontanamento dei volatili fanno parte di una complessa strategia per il controllo delle popolazioni urbane di varie specie, in particolare del colombo (o piccione), che rappresenta oggi la specie più inurbata. Schematizzando, il sistema di controllo può essere suddiviso in **metodi di tipo preventivo**, nel senso che agiscono sulle risorse ambientali, e **metodi diretti**, in quanto intervengono sulle popolazioni già esistenti.

L'ultima categoria non rientra nell'ambito del presente lavoro, in quanto non ha connessioni con l'edificato e consiste in catture, sterilizzazioni, incremento dei predatori naturali e così via, mentre **i metodi indiretti contemplano una serie di interventi sulle strutture edificate**, o nelle loro vicinanze.

L'avifauna della città, infatti, è favorita da una serie di fattori ambientali (clima più caldo, maggiore illuminazione, scarsità di predatori, cibo a disposizione), ma anche dalla disponibilità di luoghi ove sostare e costruire i nidi.

Una soluzione è ridurre le opportunità di sosta e di nidificazione, con dissuasori che possono essere di tipo **meccanico** (punte metalliche, fili ecc.), **chimico** (sostanze naturali o artificiali repellenti), **elettrici** (sistemi elettrostatici), in grado di scoraggiare l'atterraggio dei volatili (fig. 1).

Esistono anche metodi che utilizzano gli **ultrasuoni** o la **radiofrequenza** per emettere segnali non sopportati dai volatili, o che li fanno sentire in pericolo ("grido d'angoscia"), in modo da provocarne l'allontanamento. Inoltre si possono realizzare **barriere** che impediscano fisicamente l'accesso dei volatili (reti di protezione, fili ecc.).

PTZ 07 ALLONTANAMENTO DEI VOLATILI

Tutti i metodi, anche se basati su principi operativi diversi, devono perseguire la finalità di respingere le specie non desiderate, senza provocare escoriazioni o danni agli animali.

Questi devono pertanto essere approvati da enti protezionistici quali la Lipu (Lega Italiana Protezione Uccelli) o l'Enpa (Ente Nazionale Protezione Animali).

L'allontanamento dei volatili in genere, e dei piccioni in particolare, è necessario per intervenire a tutela del patrimonio architettonico, in quanto il **guano** degli uccelli contiene composti chimici di varia natura quali acido urico, fosforico e nitrico, che provocano un'azione distruttrice del materiale su cui viene depositato.

Oltre a questo attacco chimico diretto, il guano costituisce anche un ottimo sottostrato nutritivo per la microflora eterotrofica. Infatti, si rilevano rilevanti incrementi di popolazioni nitrofile proprio in fabbricati dove è diffuso lo stazionamento di volatili.

Sulle murature in precario stato di conservazione, inoltre, la deambulazione e l'atterraggio dei volatili provoca **danni di tipo meccanico** con caduta e perdita di frammenti.

APPLICAZIONE DELLA TECNICA E FASI OPERATIVE

Pur essendo i sistemi utilizzati per l'allontanamento dei piccioni di diverso tipo, alcune fasi preliminari vanno seguite per tutti i metodi, soprattutto per quelli che prevedono la posa diretta di apparecchiature sulle superfici.

Innanzitutto, bisogna **analizzare** attentamente le caratteristiche del manufatto che si intende proteggere, e individuare, mediante sistematiche osservazioni, il tipo di volatili e il loro comportamento (punti di atterraggio, di sosta e di nidificazione preferenziali, di deambulazione ecc.). Inoltre, sarà necessario provvedere alla **pulitura** accurata delle superfici, resa più difficoltosa dal fatto che generalmente, essendo luogo di stazionamento abituale dei volatili, sono interessate da depositi piuttosto consistenti di guano frammisto a polvere, particellato ecc. È utile indicare che il guano può essere usato come **concime**, con un recupero almeno parziale delle spese di asporto.

Pertanto è necessario effettuare l'asportazione meccanica di queste incrostazioni e la spazzolatura con spazzole non graffianti, per poi procedere con altri metodi più accurati secondo il tipo di supporto.

Per ognuno dei metodi di allontanamento, soprattutto per quelli più frequentemente utilizzati, si riportano di seguito le **procedure applicative**.

a - Dissuasori meccanici ad aghi

Il sistema di allontanamento è composto essenzialmente da elementi metallici filiformi inseriti in appositi alloggiamenti o incastri posti su fasce in polibicarbonato (Bisfenolo A).

Alcune case produttrici producono anche punte in materiale plastico.

In entrambi i casi gli elementi sono estremamente flessibili, tanto che se il volatile prova ad appoggiarsi, fungono da ostacolo senza ferirlo, ritornando nella loro posizione originaria.

Le punte metalliche devono essere in materiale inossidabile, ed essere smontabili per lavori di pulizia o per la loro sostituzione, qualora si rivelino necessari elementi di dimensioni diverse (ad es. nel caso sopraggiungano nuove colonizzazioni). Generalmente gli sproni sono in **acciaio inox opacizzato** in modo da essere pressoché invisibili.

Anche le fasce devono resistere agli agenti chimici (soluzioni di sali alcalini, saturi ecc.) e agli agenti atmosferici, mantenendo la trasparenza inalterata nel tempo. Sono, infatti, assolutamente da evitare i fenomeni di ingiallimento delle fasce stesse (fig. 4).

b - Dissuasori meccanici a “filo”

Una variante dei dissuasori meccanici è rappresentata dal sistema “a filo”, (chiamato bird-wire), utilizzato per evitare la posa di volatili quali piccioni, tortore, storni. Il sistema è composto da un filo di acciaio inox, eventualmente rivestito in nailon, tenuto in tensione da molle e sostenuto da piccoli sproni di acciaio inox, da fissare alla struttura muraria mediante tassellature o incollaggio con siliconi.

PTZ 07 ALLONTANAMENTO DEI VOLATILI

Anche in questo caso tutti i componenti devono essere in acciaio inox 316 anticorrosione.

I supporti sono disponibili in varie dimensioni e forme e si adattano anche a forme complesse.

Utilizzando dei morsetti come supporti degli sproni, il sistema può essere anche applicato alle grondaie.

Questo metodo ha il vantaggio di essere poco visibile ma presenta l'inconveniente di richiedere l'esecuzione di fori per il fissaggio degli sproni con viti o tasselli, in quanto spesso, l'incollaggio con il silicone non è sufficiente. In generale, inoltre, rivela una certa fragilità d'insieme.

c - Reti di protezione

Le reti di protezione possono essere utilizzate per impedire l'accesso a bucaure piuttosto ampie o alte (bocche di lupo, feritoie, torri campanarie ecc.), oppure nei casi in cui le superfici di appoggio non siano adeguate per la posa di altri sistemi (aggetti sono troppo ridotti, articolati ecc.). Possono essere adottate anche per la copertura di spazi piuttosto ampi (terrazze, cavedi, cortili ecc.). Di volta in volta, bisognerà analizzare la maniera ottimale per il loro fissaggio alla struttura.

Le protezioni vanno realizzate con reti metalliche zincate, con maglie di ampiezza diversa, e comunque non troppo grandi, in modo da ostacolare anche il passaggio di volatili di piccole dimensioni, quali passeri, fringuelli, storni, tortore (fig. 9, fig. 10).

Questo sistema nella quasi totalità dei casi comporta l'inconveniente di dover essere agganciato alle superfici con metodi che prevedono fori, non essendo possibili incollaggi di alcun tipo. Inoltre, rispetto ad altri metodi (dissuasori meccanici o di tipo elettrostatico), ha un maggiore impatto visivo (fig. 11).

d - Sistemi elettrostatici

I sistemi di allontanamento basati sugli impulsi elettrostatici sono impiegabili in maniera limitata e mirata su singole strutture di pregio, in quanto **sono i sistemi più costosi e complessi da installare.**

Essi si attivano quando qualunque oggetto si appoggia alla rete di conduttori stesa sulle superfici da proteggere.

e - Sistemi repellenti

I sistemi ornitorepellenti consistono nell'applicare nelle aree di sosta preferenziali alcuni prodotti di origine chimica, liquidi o dalla consistenza gelatinosa, che risultano sgradevoli ai volatili.

I gel repulsivi sono repellenti chimici derivati dal naftalene, tintura di capsico, cloruro di calcio, materie grasse come olio di castoreo o saponi industriali. Tali sostanze risultano deterrenti al tatto e piuttosto appiccicose, per cui, dopo un primo contatto, scoraggiano l'atterraggio sulle zone trattate.

Sono **di facile applicazione** in quanto si stendono a pennello o con appositi applicatori, ma hanno **scarsa durata** e vanno continuamente rinnovati. Inoltre **tendono ad annerirsi**, e per la loro origine chimica devono essere usati con cautela sulle opere di interesse storico-artistico.

Tra l'altro non sono ammessi dalle associazioni protezionistiche in quanto spesso le componenti appiccicose danneggiano il piumaggio impedendo ai volatili di riprendere il volo.

In commercio esistono anche alcuni spray a base di essenze repellenti da applicare mediante nebulizzazione sulle superfici. Queste sostanze si rivelano nella quasi totalità dei casi **inefficaci.**

f - Emissione di ultrasuoni

Gli ultrasuoni sono delle onde elastiche di frequenza superiore al limite di udibilità umana che risultano fastidiosi agli uccelli in quanto fanno vibrare le ossa della cassa cranica. Sono emessi da particolari dispositivi (oscillatori al quarzo, speciali diapason ecc.) che devono essere installati nelle vicinanze dei punti di stazionamento e nidificazione.

Per l'allontanamento dei piccioni l'efficacia di questo sistema è relativa in quanto limitata a brevi distanze e ad aree ristrette e poiché i volatili tendono ad abituarsi. Si sono dimostrati invece efficaci nell'allontanamento dei pipistrelli.

I dispositivi a ultrasuoni, inoltre, sono piuttosto costosi e possono risultare pericolosi per la salute umana.

g - Diffusione di versi d'allarme

Sono stati sperimentati sistemi di altoparlanti, installati nei pressi degli edifici interessati, che diffondono a determinati intervalli la registrazione del verso di uccelli predatori, e "distress call" (gridi di angoscia) emessi dagli uccelli catturati e il cui significato è di avvisare i compagni della presenza di uccelli predatori.

Tale metodo è risultato uno dei più efficaci per allontanare gli storni, mentre con i piccioni sono stati ottenuti scarsi risultati.

h - Sagome

Attualmente sono allo studio alcuni sistemi sperimentali per l'allontanamento di alcune razze, il cui comportamento nocivo sta richiedendo la messa a punto di rimedi specifici.

In particolare, sono stati segnalati danni provocati da **picchi** che, alla ricerca di larve, distruggono gli scuri delle finestre e i cappotti di isolamento degli edifici moderni.

Questi sistemi prevedono l'utilizzo di sagome di uccelli predatori che vengono percepite come un pericolo da tali animali, costringendoli ad allontanarsi.

i - Nastro olografico repellente

Si tratta di un sistema molto semplice che consiste nell'utilizzare dei nastri la cui superficie olografata scompone e riflette la luce con particolari bagliori. I nastri producono anche un suono leggero, il quale, unito ai bagliori, determina l'allontanamento dei volatili, insospettiti da effetti non consueti in natura.

Questo sistema, pur essendo poco invasivo in quanto è sufficiente legare con un semplice nodo i nastri a qualche appiglio (ringhiere, infissi, ecc.), nei pressi delle zone di sosta dei volatili, è caratterizzato da un **forte impatto visivo**, per cui non è utilizzabile su edifici di particolare pregio storico artistico.



Figura 1 • Sistema elettrostatico per l'allontanamento di volatili: protezione di un marcadavanzale.



Figura 2 • Protezione della base di una parasta con sistema elettrostatico.



Figura 3 • Protezione, con sistema elettrostatico, dell'estradosso di una voluta.



Figura 4 • Protezione di un capitello mediante il posizionamento di dissuasori ad aghi.



Figura 8 • Allontanamento di volatili con sistemi misti: mentre sulle volute sono stati applicati dei dissuasori ad aghi, sull'abaco del capitello si può vedere la linea del sistema elettrostatico.



Figura 9 • Reti antivolatili alla loggia degli Abati di palazzo Ducale a Genova.

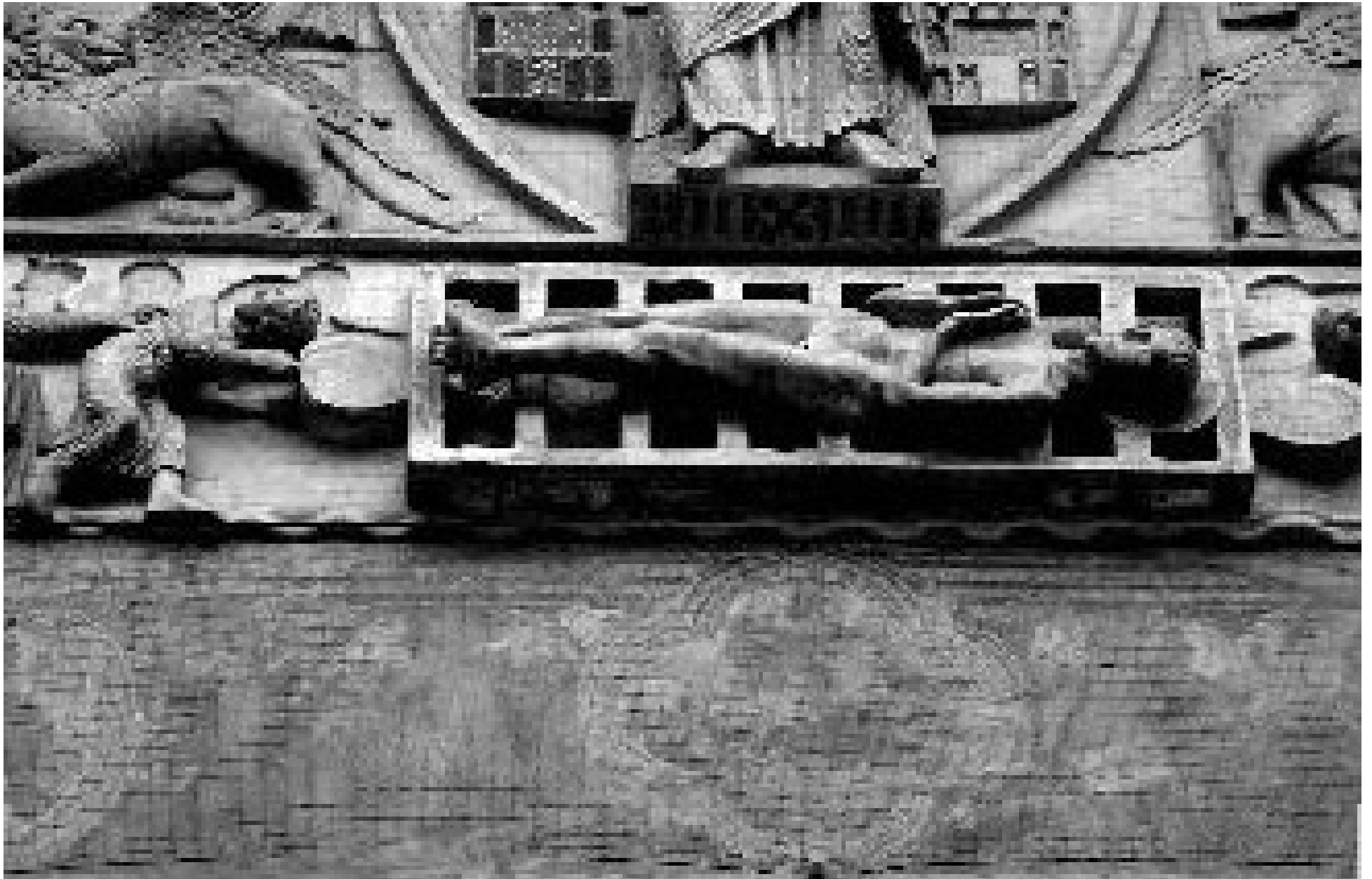


Figura 10 • Rete di protezione, pressoché invisibile, al portale della cattedrale di S. Lorenzo a Genova.



Figura 12 • I conduttori del sistema elettrostatico collocati in una zona non visibile, a protezione di un elemento scultoreo.



Figura 13 • Protezione di un elemento cuspidale in marmo con sistema elettrostatico.