

## DEGRADO BIOLOGICO DELLE PITTURE MURALI DELLA CHIE- SA DI SAN NICOLA A KINTSVISI REPUBBLICA DELLA GEORGIA

di Vito Meggiolaro, Giovanna Pressi,  
Sabina Vedovello

### INTRODUZIONE

Il progetto di restauro dei dipinti murali della chiesa di S. Nicola a Kintsvisi, nella repubblica caucasica della Georgia, nasce da un programma di collaborazione tra la World Bank e il Governo georgiano, con il contributo del Centro di Arte e Cultura Georgiana. Il progetto di restauro è stato elaborato dalla C.B.C. Conservazione Beni Culturali di Roma. Le analisi di laboratorio a supporto del progetto sono state eseguite da R&C Scientifica di Altavilla Vicentina.

La chiesa di San Nicola fu fondata durante il VII secolo come centro di un complesso monastico, in buona parte oggi scomparso, situato in una zona boscosa in prossimità della città di Kareli. La sua forma attuale, a croce greca con una altissima cupola centrale, risale al periodo d'oro della cultura georgiana, tra il XII e il XIII secolo. In tale periodo l'interno della chiesa venne completamente rivestito di dipinti murali raffiguranti scene del Vecchio e del Nuovo Testamento e storie della vita della Vergine. Molto interessanti le pareti del transetto, dove sono tuttora visibili le effigi di Re Giorgio III, della Regina Tamara e del loro figliolo Giorgio Lashia, personaggi storici tuttora molto amati. L'aspetto più appariscente e scenografico della decorazione è legato all'uso di lapislazzuli purissimo per i fondi di tutte le raffigurazioni, il che dà una tonalità particolare all'intera chiesa.

Le pitture murali hanno subito almeno un intervento di restauro, di cui finora non sono state rinvenute trac-

ce documentarie, ma che dovrebbe risalire agli anni '50. Nel corso di tale restauro, per le operazioni di consolidamento e fissatura del colore, sono stati utilizzati sicuramente dei prodotti di tipo tradizionale (in genere a base di proteine animali, con l'era peraltro abitudine consolidata tra gli operatori del luogo) e forse un prodotto sperimentale a base di silicati, nel tentativo di impermeabilizzare gli intonaci delle pareti. Attualmente i problemi di conservazione più gravi dipendono dalle condizioni precarie della struttura e delle coperture che consentono ingenti e continue infiltrazioni di acqua, sia veicolate dall'esterno sia per risalita capillare. In questo articolo viene descritto il "percorso" analitico seguito per determinare la natura di un particolare fenomeno di degrado, consistente in una alterazione cromatica rosa delle pitture murali, nell'aspetto simile a quello che ha interessato gli affreschi di Luca Signorelli nella cappella di San Brizio nel Duomo di Orvieto, studiato da Sorlini *et al.* (1996) ma, come si vedrà, diversa nella sostanza.

### Abstract

*This contribution deals with a particular form of biologic degradation affecting the wall paintings of the Church of St. Nicholas at Kintsvisi (Republic of Georgia). The church, consecrated to the orthodox faith, is well known for the quality of its wall paintings, dated back to the 13<sup>th</sup> century. Neglected for dozens of years, the church lies in spare conditions and wall paintings display a variety of degradation phenomena. Thanks to the funding of the World Bank and of the Georgian Government a project for the restoration of the complex has been submitted. August 1997, to the competent Authorities. The survey of the degradation conditions has been carried out during April 1997. Several samples were collected and analysed using laboratory techniques in order to characterize the materials and the degradation forms. The project of restoration has been designed by C.B.C. Conservazione Beni Culturali (Roma); (/ / .)*

**I**l contributo qui presentato è un ulteriore esempio di come la collaborazione tra restauratore e analista produca sempre ottimi risultati.

Il restauratore con occhio e mani esperte esamina l'opera su cui deve intervenire, ne rileva e registra le caratteristiche, localizza e preleva i campioni rappresentativi del fenomeno da indagare con tecniche di laboratorio. L'analista, dapprima esamina i campioni allo stereomicroscopio, quindi propone un "percorso" analitico avendo ben presente quali sono i problemi da risolvere cioè la meta da raggiungere. Non vi è infatti nulla di più inutile e sterile, se non dannoso, delle analisi fatte senza motivazione e scopo precisi. Nel contributo viene descritto passo per passo il percorso analitico seguito per caratterizzare ed identificare una particolare forma di alterazione delle pitture murali della chiesa di San Nicola a Kintsvisi in Georgia. Si vedrà come ogni passo analitico abbia una sua precisa motivazione nei risultati delle analisi precedenti, fino al conseguimento dell'obiettivo: in questo caso l'aver riconosciuto che la colorazione rosa assunta dalle pitture murali è dovuta alla massiccia presenza del batterio *Micrococcus roseus*. (ndr)

(1.)

the analytical support was provided by R&C Scientifica sri (Altavilla Vicentina).

Among degradation phenomena, worth of mention, is the pink to reddish pink alteration affecting the lower part of the paintings. The analytical "path" which brought first to the characterisation and then to the identification of the phenomena is here reported.

Five samples (S4, S5, S11, S16 and S19), representative of plasters coated with a crumbly layer, characterized by micro-crystalline lumpy structure and an overall apparent colour of pink to reddish pink, have been selected for analyses. The results of micro-biological culture examinations are summarized in Table 1. All the four analysed samples display a high total bacteria count; the fungi count, though high, is within the normal environmental range. Both counts on sample S16 exceed these levels. Immunological tests were carried out on the four samples with the aim of detecting the presence of protein compounds and identifying them. Results are summarized in Table 4.

Cow casein was detected in all samples, whereas yolk is present only in sample S11.

Due to such a high protein content, the analysed materials are favourable for the growth of bacteria.

The almost incoherent pink layer consists of an agglomerate of micrometric particles of calcite with minor amounts of gypsum and traces of quartz, clay minerals, oxalates, phosphates and chlorides. The pink colour of the layer is very probably of biological origin. As a matter of fact, clusters of preserved spherical bacteria were observed within micro-cracks of sample S16 and many collapsed bacteria were also observed at the surface of this sample. Bacteria belong to the species *Micrococcus roseus* identified on the pink layer of both samples S5 and S16.

#### FORME DI DEGRADO

I dipinti murali sono interessati dalle alterazioni comunemente riscontrabili nei manufatti sottoposti a problemi di umidità nelle murature e ad alterazioni termocrometriche dell'ambiente.

La forma di degrado più interessante ed anomala è rappresentata da una patina, di spessore e capacità coprente diversi a seconda delle zone, di colore variabile dal rosa pallido al rosa acceso, con aspetto leggermente cotonoso, che si riscontra in tutte le parti interessate da infiltrazioni di umidità. Tale strato si trova indifferentemente presente su aree di solo intonaco, sulla pellicola pittorica originale e su zone stuccate o ritoccate. Solo in una zoccolatura del portale d'ingresso, sottoposto ad insolazione diretta nelle ore centrali della giornata, sono state rilevate patine mucillaginose di colore verde intenso.

#### CAMPIONI ANALIZZATI

Lo studio per la caratterizzazione degli agenti biologici del degrado è stato effettuato su sei campioni appositamente selezionati. Cinque di questi (S4, S5, S11, S16 e S19) presentavano uno strato superficiale friabile, a struttura apparentemente microcristallina, grumosa, di colore variabile dal rosa pallido al rosa rossastro. Un campione (S17) rappresentava una patina mucillaginosa di colore verde. Tutti i campioni sono stati preliminarmente studiati e descritti allo stereomicroscopio così da consentire la elaborazione di un programma di analisi adatto alle caratteristiche di ognuno e che, nei limiti del finanziamento a disposizione,

permettesse di risolvere i problemi proposti.

#### Studio allo stereomicroscopio

**S4:** polvere (particelle di dimensioni <0.5mm) riferibile ad un intonaco di colore bianco avorio con uno strato superficiale rosa, friabile.

**S5:** frammento di forma irregolare, di proporzioni plurimillimetriche, di un intonaco tenace, di colore d'insieme bianco avorio con fine punteggiatura nera. La superficie dell'intonaco è ricoperta da uno strato rosa rossastro.

**S11:** polvere (particelle di dimensioni <0.5mm) riferibile ad un intonaco di colore bianco avorio con uno strato superficiale rosa, friabile.

**S16:** frammenti di forma irregolare, di proporzioni plurimillimetriche, di uno stucco tenace, di colore d'insieme bianco avorio. La superficie dello stucco è ricoperta da uno strato rosa con struttura grumosa, attraversato da un reticolo di microfessure a maglia subpoligonale (Foto 1).

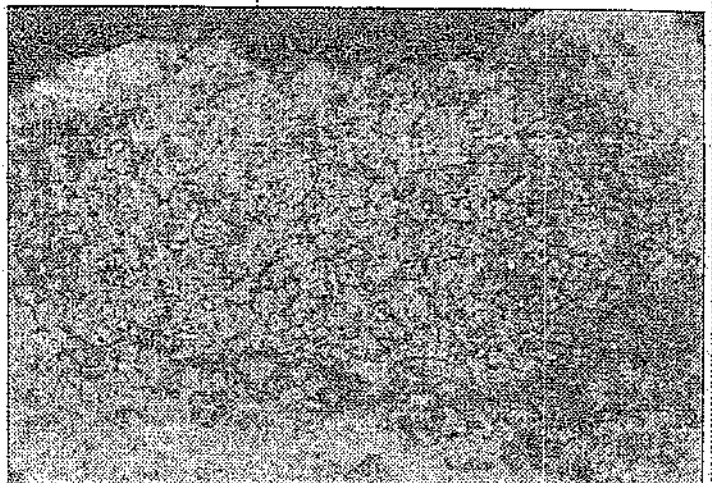
**S17:** croste verrucose, di colore bruno verdastro, associate a una matrice filamentosa di origine fungina che intrappola minute particelle minerali.

**S19:** frammento di forma tabulare, a contorno irregolare, di proporzioni subcentimetriche, di un intonaco tenace nel quale si riconoscono due strati (...). La superficie dell'intonaco è ricoperta da un sottile strato di materiale di colore rosa pallido.

#### INDAGINI DI LABORATORIO

La natura biologica della patina verde, già evidente allo stereomicroscopio, è stata precisata mediante

Foto 1  
Ripresa allo  
stereomicroscopio  
della superficie  
rosa micro-  
fessurata del  
campione S16  
(35x).



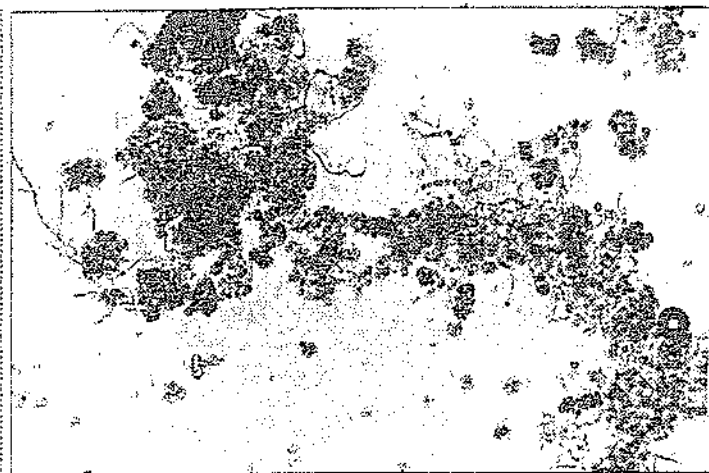


Foto 2  
Preparato biologico.  
Individui algali unicellulari di *Microcystis* sp. (160x).

l'allestimento di specifici preparati biologici. Il loro studio al microscopio ottico da biologia ha consentito di riconoscere una popolazione algale costituita da *Microcystis* sp (Foto 2).

Per riconoscere la natura, biologica o minerale, dello strato superficiale rosa sono state effettuate analisi microbiologiche colturali e diffrattometriche i cui risultati vengono di seguito illustrati e commentati.

#### Analisi microbiologiche

Le analisi microbiologiche sono state effettuate su una porzione rappresentativa dell'intero di ciascun campione. I risultati vengono schematizzati nella tabella 1.

I valori di CBT nei quattro campioni sono risultati molto elevati rispetto a quelli che comunemente si riscontrano nelle pitture murali (non interessate da evidenti forme di degrado biolo-

gico) e che rispecchiano le normali condizioni di contaminazione ambientale.

In particolare nei campioni S19 e, soprattutto, S16, la CBT elevata testimonia la presenza di un substrato di natura organica adatto alla crescita di batteri (trattandosi di batteri eterotrofi) e di condizioni ambientali favorevoli al loro sviluppo.

I valori di CFT, pur se risultati mediamente elevati, possono rientrare nei limiti dei parametri ambientali ad eccezione di quello del campione S16 dove la CFT è particolarmente elevata. Anche le specie identificate sono quelle tipiche della contaminazione ambientale.

Le colture microbiologiche per la ricerca di alghe, batteri azoto fissatori,

batteri che ossidano i nitriti, batteri che ossidano l'ammoniaca e batteri solfo-ossidanti, realizzate in conformità alle prescrizioni della norma UNI - NORMAL 9/88, hanno dato esito negativo.

Campione	CBT <sup>(*)</sup>	CFT <sup>(**)</sup>	Specie identificate
S4	1.300.000	2.100	<i>Penicillium</i> sp. Atinomiceti
S11	1.120.000	1.900	<i>Cladosporium</i> sp. <i>Aspergillus</i> sp.
S16	3.800.000	4.350	<i>Mucor</i> sp. <i>Penicillium</i> sp.
S19	2.580.000	2.580	<i>Alternaria</i> sp.

Tabella 1 - Risultati delle analisi microbiologiche

CBT<sup>(\*)</sup> Carica Batterica Totale espressa come Unità Formanti Colonie per grammo di campione (UFC/g).  
Coltura realizzata su Plate Count Agar per 72 ore a 22°C.

CFT<sup>(\*\*)</sup> Carica Fungina Totale espressa come Unità Formanti Colonie per grammo di campione (UFC/g).  
Colture realizzate su Rose Bengal Chloramphenicol Agar Base e su Sabouraud Dextrose Agar per 7 giorni a 25°C.

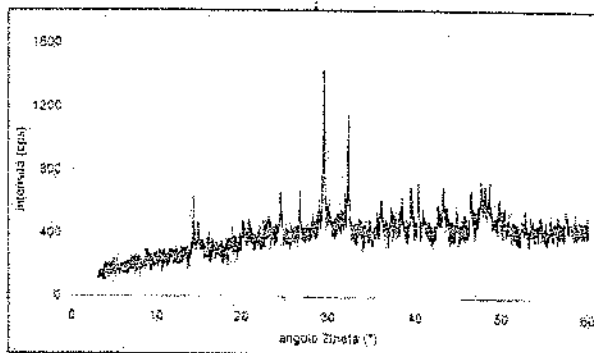
#### Analisi diffrattometrica

L'analisi diffrattometrica (XRD) è stata effettuata mediante diffrattometro Philips PW1840 impiegando la radiazione Ka generata a 40mV e 40mA da un tubo con catodo di rame. L'analisi è stata effettuata su una porzione rappresentativa dei campioni S4 e S11, polverizzata e resa omogenea. Le fasi cristalline riconosciute nei due campioni, insieme ad una stima delle loro abbondanze relative, vengono riportate nella tabella 2.

S4		
Fase	Formula chimica	Abbondanza
calcite	CaCO <sub>3</sub>	maggiore
weddellite	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	minore
whewellite	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	minore
quarzo	SiO <sub>2</sub>	tracce
S11		
Fase	Formula chimica	Abbondanza
calcite	CaCO <sub>3</sub>	maggiore
gesso	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	minore
quarzo	SiO <sub>2</sub>	tracce
weddellite	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	tracce
whewellite	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	tracce
vivianite	Fe <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	possibile

Tabella 2 - Risultati dell'analisi diffrattometrica Schede JCPDS di confronto dei diffrattogrammi: calcite 5-586; gesso 6-46; quarzo 5-490; weddellite 17-541; whewellite 20-231; vivianite 3-70.

Tra le fasi cristalline riconosciute e possibili (vivianite) nessuna giustifica la colorazione rosa del materiale. Calcite, gesso e quarzo, riferibili al substrato di intonaco, sono minerali generalmente incolori o di colore grigio biancastro. Gli ossalati, whewellite e weddellite, forse riferibili al degrado di leganti proteici, a qualunque titolo



Diffrattogramma delle polveri del campione S4.

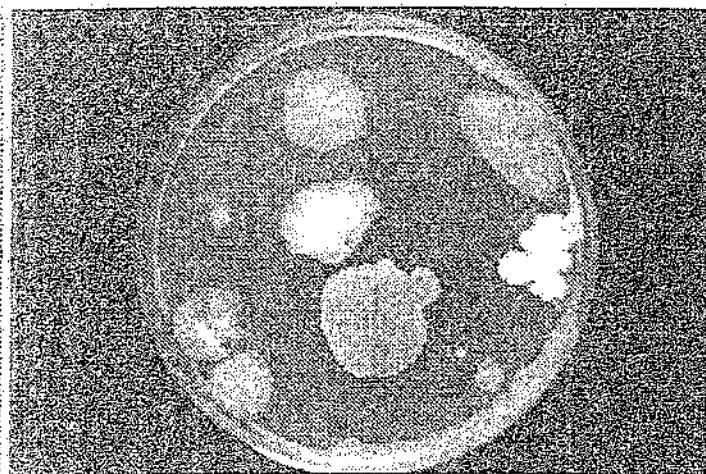


Foto 3  
Colonie di  
attinomiceti su  
terreno Count  
Plate Agar dopo  
72 ore di  
incubazione a  
22°C.

presenti o applicati sulle pitture murali, sono minerali incolori o di colore variabile dal giallastro al bruno giallastro. La vivianite, la cui presenza è data come possibile, è un minerale di colore azzurro che diviene bruno quando è degradato.

I risultati dell'analisi microbiologica sembrano quindi dare consistenza all'ipotesi di una origine biologica

della alterazione resa, senza tuttavia provarla. Le specie fungine riconosciute e gli attinomiceti (Foto 3) non assumono mai, infatti, una colorazione rosa o rossa. Anche i risultati dell'analisi diffrattometrica non riconoscendo fasi cristalline di colore rosa o rosso sembrano indirizzare verso un'origine biologica dell'alterazione forse legata alla carica batterica elevata.

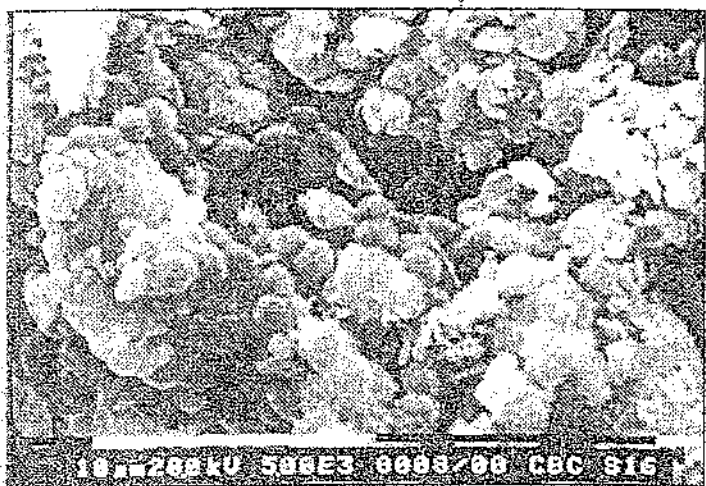


Foto 4  
Micrografia al  
SEM, ripresa in  
elettroni  
secondari.  
Grappoli di batte-  
ri di forma  
subsferica  
ricoprono la  
superficie e le  
microfratture  
dello strato rosa.

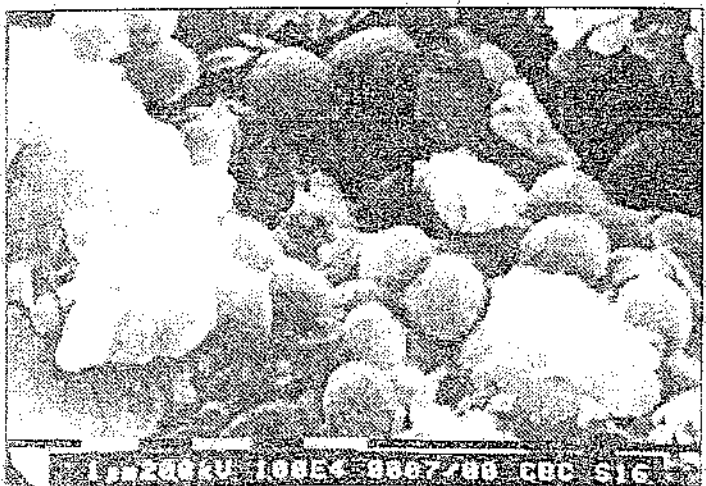


Foto 5  
Micrografia al  
SEM, ripresa in  
elettroni  
secondari.  
Particolare della  
precedente.  
I batteri sulla  
superficie hanno  
per la maggior  
parte forma  
schiacciata  
(sono collassati).

Per verificare la presenza del substrato adatto alla crescita dei batteri sono stati effettuati saggi immunoenzimatici sugli stessi campioni sottoposti a coltura microbiologica. Mentre il campione S16 è stato esaminato al SEM per determinare l'aspetto strutturale e la composizione dello strato rosa, con la speranza di riuscire a localizzare eventuali forme batteriche.

#### Studio al SEM

Lo studio al microscopio elettronico a scansione (Philips SEM 515) integrato da microanalisi in dispersione di energia (EDAX DX4) ha interessato lo strato superficiale rosa di tre frammenti del campione S16. I risultati dello studio vengono riportati in tabella 3 e illustrati dalla documentazione fotografica (Foto 4, 5, 6).

Lo strato è un agglomerato di particelle micrometriche (2-10µm) di forma angolosa, irregolare, interpretabili perlopiù come microcristalli di calcite (Ca) e di gesso (Ca, S) e, in minor misura, come microcristalli di Ca-ossalati. Lo strato ingloba anche particelle lamellari interpretabili come fasi argillose (Si, Al) e presenta tracce di cloruri (Cl) e di fosfati (P). Entro le microfessure dello strato si osservano numerosi grappoli di batteri di forma sferica con diametro di ca. 2µm. Forme sferiche variamente deformate o ellissoidiche, diffuse su tutta la superficie dello strato, sono riferibili a batteri collassati.

Tabella 3 - Risultati dello studio al SEM

#### Saggi immunoenzimatici

I saggi immunoenzimatici sono stati effettuati su una porzione rappresentativa dell'intero di ciascun campione. I risultati vengono schematizzati nella tabella 4 e illustrati dalla documentazione fotografica (Foto 7).

I risultati dello studio al SEM sono perfettamente congruenti sia con



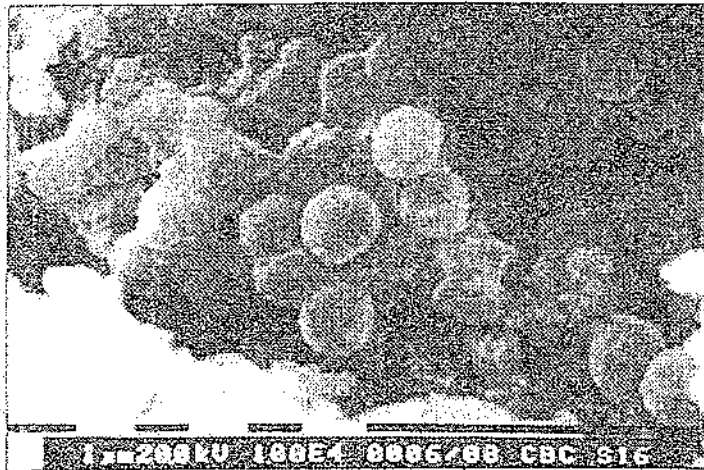


Foto 6  
 Micrografia ai SEM, ripresa in elettroni secondari. Grappolo di batteri entro una microfrattura dello strato rosa. La forma sferica è preservata, il diametro medio è di ca. 2µm.

e degrado biologico è stata intrapresa la determinazione delle specie batteriche mediante lo sviluppo sequenziale di saggi specifici per la identificazione dei microrganismi. L'identificazione dei microrganismi è stata effettuata su porzioni dello strato rosa superficiale del campione S16, già ampiamente analizzato, e per confronto del campione S5 non sottoposto in precedenza a nessuna indagine. Nei due campioni si sono ottenuti i medesimi risultati di seguito schematizzati e illustrati nella documentazione fotografica.

Campione	Reazione del sistema campione+tampone con gli anticorpi indicati					
	1	2	3	4	5	6
S4	positivo	-	-	-	-	-
S11	positiva	-	-	-	debole	-
S16	positiva	-	-	-	-	-
S19	debole	-	-	-	-	-

Tabella 4 - Risultati dei saggi immunoenzimatici

1: anticaseina di vacca; 2: anticaseina di capra;  
 3: antiproteine di coniglio; 4: antialbumina d'uovo;  
 5: antiproteine di tuorlo d'uovo; 6: antiproteine di pesce.  
 I saggi sono stati effettuati nelle seguenti condizioni.

Soluzione tampone:

0,1M trisidrossimetilamminometano (TRIS) pH 7,4, 6M urea 2% sodiododecilsolfato (SDS) e 3% 2-mercaptoetanolo.

Antisiero:

anticaseina di vacca, anticaseina di capra, antiproteine di coniglio, antialbumina d'uovo, antiproteine di tuorlo d'uovo, antiproteine di pesce.

Controllo positivo:

caseina di vacca + tampone, caseina di capra + tampone, colla di coniglio - tampone, albumina d'uovo + tampone, colla di pesce + tampone, tuorlo d'uovo + tampone

Controllo negativo:

tampone

quelli dell'analisi diffrattometrica, poiché hanno consentito di riconoscere le fasi mineralogiche già rilevate, sia con quelli dell'analisi microbiologica poiché hanno consentito di riconoscere sullo strato rosa ed entro le sue fessure una enorme quantità di forme globulari interpretabili come batteri.

I saggi immunoenzimatici hanno confermato la presenza di un substrato fertile, adatto alla crescita di batteri eterotrofi, costituito da caseina di vacca e, in un caso (campione S11), anche da tuorlo d'uovo.

#### IDENTIFICAZIONE DEI MICRORGANISMI

Sulla base delle analisi sin qui illustrate si è potuto ipotizzare che l'alterazione rosa, oggetto della ricerca, fosse dovuta allo sviluppo rigoglioso sulla superficie dell'intonaco di colonie di batteri eterotrofi a spese di un substrato proteico costituito da caseina di vacca (localmente con tuorlo d'uovo). Rimaneva tuttavia ancora insoluto il problema iniziale cioè a cosa fosse dovuta la particolare colorazione rosa.

Nella convinzione che ci dovesse essere un legame tra colorazione rosa

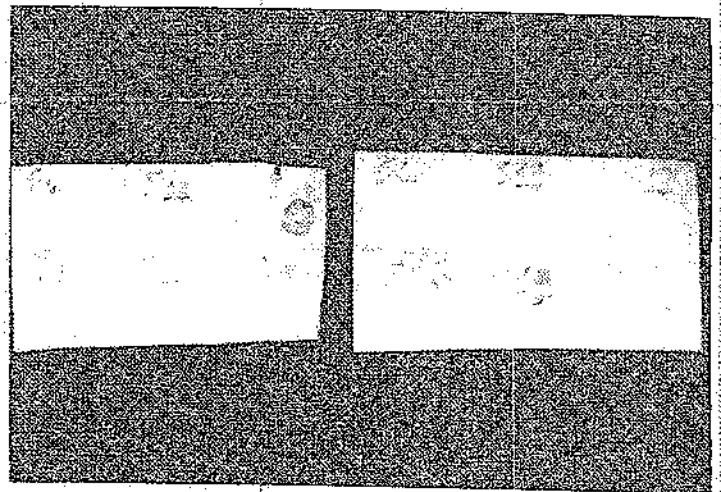


Foto 7

Saggi immunoenzimatici con anticaseina di vacca (a sinistra) e antiproteina di tuorlo d'uovo. In evidenza la reazione enzimatica positiva dell'anticaseina di vacca con i campioni S4, S11, S16 e S19 e la debole reazione enzimatica positiva dell'antiproteina di tuorlo d'uovo con il campione S11 (si noti anche la reazione fortemente positiva all'anticaseina di vacca del campione di pittura murale S12, affetto da altro tipo di alterazione).

#### Culture microbiologiche selettive

Terreno colturale: 523

Tempo di incubazione: 7 giorni

Temperatura di incubazione: 32°C

Crescita: rigogliosa

#### Identificazione dei micrococchi

Terreno colturale: Baird Parker Agar

Tempo di incubazione: 48 ore

Temperatura di incubazione: 37°C

Caratteristiche colturali: colonie nere

#### Colorazione al Gram

Grappoli di cocci Gram -

#### Test biochimici

Catalasi: +

Ossidasi: -

Mobilità: -  
Gelatinasi: +  
Glucosio: ossidazione  
Riduzione dei nitrati: +  
Fosfatasi: -  
Voges Proskauer: -  
Crescita in NaCl al 15%: -  
Ureasi: -

Le caratteristiche culturali, morfologiche e biochimiche dei microrganismi isolati corrispondono a quelle del batterio *Micrococcus roseus* (Foto 8).

#### SINTESI DEI RISULTATI

Grazie al percorso analitico sviluppato nell'indagine è stato possibile caratterizzare con i seguenti parametri la forma di degrado che si manifesta come una colorazione rosa +/- intensa assunta da ampie porzioni delle superfici interne della chiesa di San Nicola.

1 - Valori di CBT elevatissimi, nell'ordine di  $10^6$  UFC/g; valori di CFT elevati, compresi tra 2 e  $4 \cdot 10^3$  UFC/g; specie fungine diversificate ed associate ad attinomiceti. Nessuna di queste tuttavia giustifica la colorazione rosa.

2 - Substrato inorganico a struttura microcristallina grumosa, costituito essenzialmente da calcite con gesso, quarzo, fasi argillose e con abbondanti ossalati di calcio (whewellite e weddellite).

3 - Substrato organico ricco di caseina e talora di tuorlo d'uovo.

4 - Presenza massiccia di colonie batteriche sulla superficie e dentro lo strato rosa.

5 - Presenza esclusiva del batterio *Micrococcus roseus*

Dettagliate ricerche biologiche compiute in precedenza da ricercatrici russe (Dneprovskaya & Lebedeva, 1996) avevano consentito di rilevare nelle pitture murali della chiesa di San Nicola ben sedici specie fungine [1], quattro specie batteriche (*Bacillus* sp., *Micrococcus roseus*, *Planococcus citreus*, *Pseudomonas* sp.) ed una specie di attinomiceti (*Streptomyces* sp.) mentre nell'aria all'interno della chiesa erano state rilevate sei specie fungine [2]. I batteri *Bacillus* sp. e *Micrococcus roseus* e l'attinomiceto *Streptomyces* sp. Nessuno dei microrganismi identificati dalle ricercatrici russe, ad eccezione di *Micrococcus roseus*, presenta colorazione rossa o rosa e può quindi essere direttamente responsabile dell'alterazione cromatica delle pitture murali. Inoltre, tra i batteri, solo *Micrococcus roseus* si presenta in forme sferiche a grappoli (come quelle osservate nel campione S16) mentre *Bacillus* sp. e *Pseudomonas* sp. hanno forma di bastoncino e *Planococcus* sp. ha forma di sfere isolate. *Streptomyces* sp. ha forma di catenella. I risultati della ricerca sono quindi in perfetto accordo con quelli di Dneprovskaya & Lebedeva (1996) e confermano la presenza del *Micrococcus roseus* nelle pitture murali della chiesa.

*Micrococcus roseus* è un batterio saprofito ed aerobio piuttosto comune; si rinviene in genere nel suolo e nelle acque; ben si sviluppa nel latte e nei suoi derivati (caseina); ha una temperatura ottimale di crescita compresa tra 25 e 30°C. Particolarità del batterio è la capacità di dare luogo a pigmentazione rosa +/- intensa a seconda del substrato.

#### CONCLUSIONI

Quanto esposto consente di trarre le seguenti conclusioni.

La colorazione rosa riscontrata sulle pareti della chiesa di San Nicola a Kintsvi: è dovuta alla presenza perlopiù e allo sviluppo eccezionale di colonie di *Micrococcus roseus*.

Condizione necessaria per la crescita del batterio è la presenza nel substrato di caseina. La caseina è stata similmente utilizzata come consolidante nei corsi di passati restaurati e come tale applicata ovunque il che spiega come il batterio cresca indifferentemente sulla pellicola pittorica, sullintonaco e su precedenti strutture.

Infine l'eccezionale sviluppo del batterio è provocato da condizioni ambientali, particolarmente favorevoli, nella fattispecie rappresentate dalla presenza di umidità nel substrato.

#### Note

[1] *Acremonium roseum-griseum*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus versicolor*, *Cladosporium cladosporioides*, *Cladosporium herbarum*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Glutocladium roseum*, *Penicillium aurantiogriseum*, *Penicillium brevicompactum*, *Penicillium finocolosum*, *Trichotecium roseum*, *Tritichium album*, *Olocladium botrytis*

[2] *Alternaria alternata*, *Aspergillus versicolor*, *Cladosporium cladosporioides*, *Fusarium culmorum*, *Penicillium aurantiogriseum*, *Penicillium brevicompactum*

#### Bibliografia

Dneprovskaya M. B. e Lebedeva B. V. (1996) - The reasons for destruction the dye layer of the Kintsvi frescoes. Technical Report. Scientific research and Project Institute of Restoration "Saqrestavracia". Tbilisi.

Sorlini C., Monte Sila M. e Ranalli G. (1996) - Le indagini microbiologiche condotte sulle alterazioni rosa degli affreschi. In: "La cappella Nova o di San Brizio nel Duomo di Orvieto" a cura di G. Testa. RCS Libri, Milano, pp 411-418.

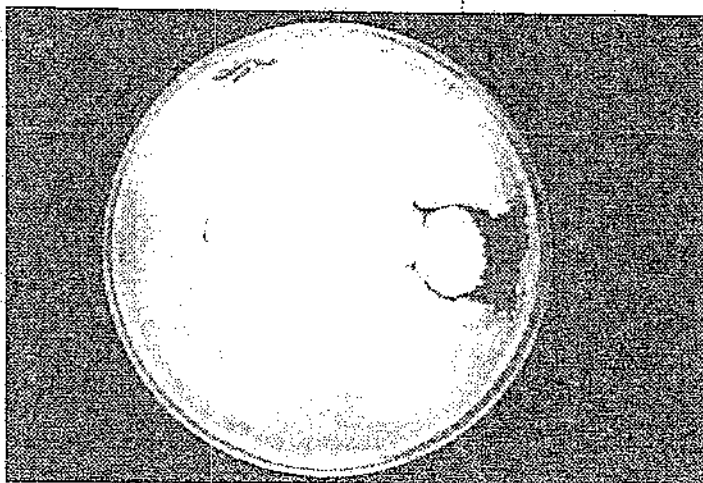


Foto 8  
*Micrococcus roseus* su terreno 523 dopo 7 giorni di incubazione a 32°C.