

# *I MICRORGANISMI:*



*AMICI*

o



*NEMICI*

*DEL PATRIMONIO CULTURALE ???*



**Il patrimonio culturale è costituito da  
beni culturali e beni paesaggistici**

## **Beni culturali**

**L'insieme di immobili e mobili di vario tipo che presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e altre cose individuate quali testimonianze aventi valore di civiltà**

## **Beni paesaggistici**

**L'insieme di immobili e aree di vario tipo costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio**

# Classificazione dei materiali costituenti i beni culturali

- **Materiali lapidei**
- **Materiali metallici**
- **Materiali cellulosici e proteici (carta, legno, seta, ecc.)**
- **Materiali compositi (pitture)**
- **Altri materiali organici e inorganici**

# Deterioramento dei beni culturali

## ✓ Processi abiotici

- chimici → trasformazione chimica dei materiali
- fisici → danni meccanici e strutturali

## ✓ Processi biotici

- animali (insetti, roditori, uomo)
- vegetali superiori
- microrganismi (batteri, alghe, funghi e licheni)

# Interazioni microrganismi-beni culturali

## I microrganismi

- ❖ sono presenti in tutti gli habitat
  - ❖ sono metabolicamente molto versatili
    - ❖ possono insediarsi su substrati culturali
- ❖ possono colonizzare tutti i tipi di manufatti (dai siti archeologici alle miniature, dalle pergamene ai monumenti di pietra, dai libri ai tessuti, ecc.)



# Attitudine di un materiale ad essere colonizzato da organismi viventi

dipende da:

- **caratteristiche intrinseche del materiale**  
composizione mineralogica, porosità, rugosità della superficie
- **caratteristiche dell'ambiente dove è ubicato il materiale**  
disponibilità di acqua, parametri ambientali quali luce, temperatura e nutrienti
- **stato di conservazione del materiale**



## Dipinti murali



Grotte di Chauvet

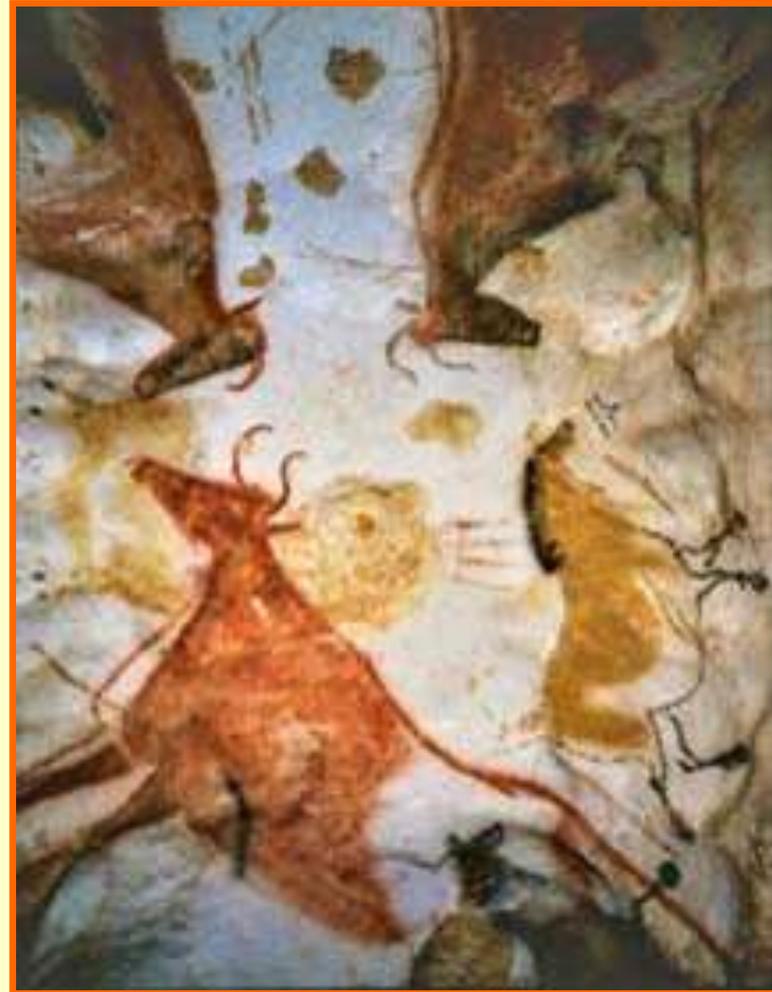
# Grotte di Lascaux

Scoperte nel 1940,  
aperte nel 1948 e  
chiuse nel 1963



**ruolo dei microrganismi nel  
deterioramento del patrimonio  
culturale**

**primavera 2001: un fungo e un  
batterio distruggeranno Lascaux?**



**Scoperta di una patina verde (“malattia verde”) ricoprente le porzioni dipinte**



**alga unicellulare *Bracteacoccus minor***

### **Cause dello sviluppo della patina**

- **Introduzione di suolo e di composti organici e aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub> dovuti all'ingresso del pubblico**
  - **presenza continua di luce in seguito all'allestimento di un sistema di illuminazione**
- **Queste situazioni hanno creato i presupposti per lo sviluppo di microrganismi**

# Cause di degrado dei dipinti

- **Deterioramento e distruzione dei supporti**
- **Perdita di coesione e di adesione degli strati preparatori**
- **Perdita di coesione e di adesione degli strati pittorici**
- **Alterazioni dei valori cromatici dei pigmenti**
- **Alterazioni delle vernici e delle rifiniture**

# Principali fattori di degrado dei dipinti

- ✓ **Danni statici al supporto**
- ✓ **Condensa superficiale**
- ✓ **Umidità di risalita**
- ✓ **Efflorescenze saline**
- ✓ **Depositi superficiali**
- ✓ **Erosione da agenti atmosferici**
- ✓ **Viraggi del colore**
- ✓ **Danni da agenti biodeteriogeni**

# Danni causati dai microrganismi ai dipinti

## Danni estetici

- ✓ Decolorazione dei pigmenti
  - ✓ Velatura delle superfici
- ✓ Formazione di patine o croste colorate
  - ✓ Formazione di macchie

## Danni strutturali

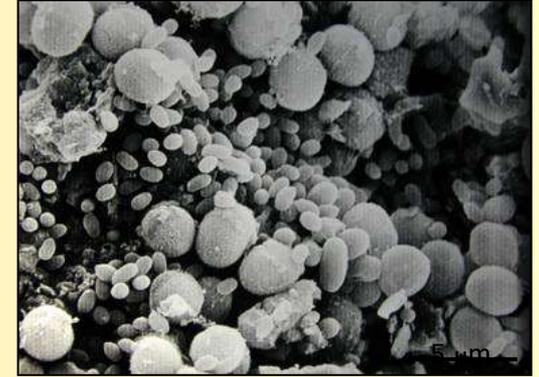
- ✓ Fratturazione o fessurazione degli strati pittorici
  - ✓ Formazione di rigonfiamenti
- ✓ Degradazione dei polimeri di supporto o di colle e leganti e conseguente distacco dello strato pittorico dal supporto

# Colonizzazione biologica

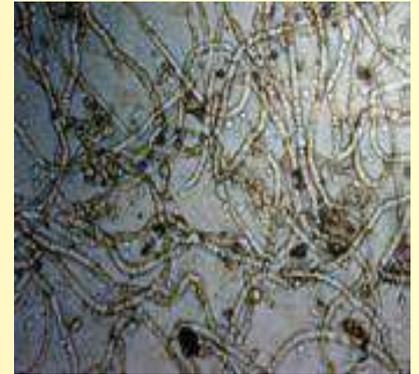
Presenza osservabile a occhio nudo di micro-  
e/o macro-organismi  
(alghe, funghi, licheni,  
muschi, piante superiori)



# Batteri



# Alghe



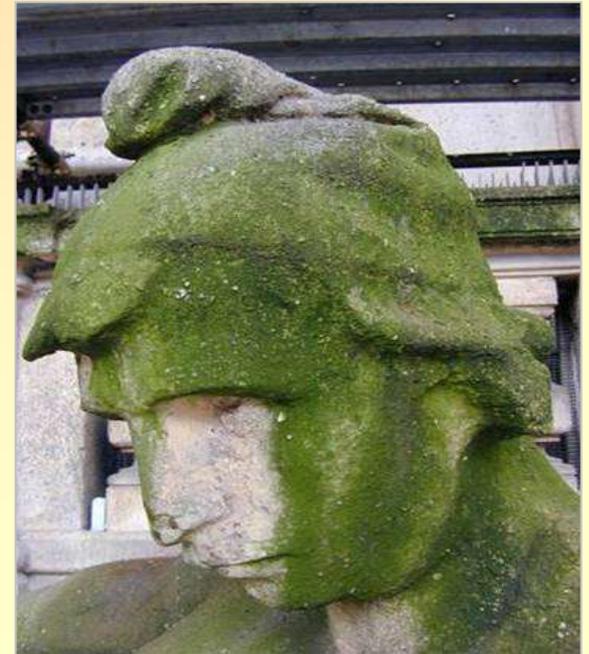
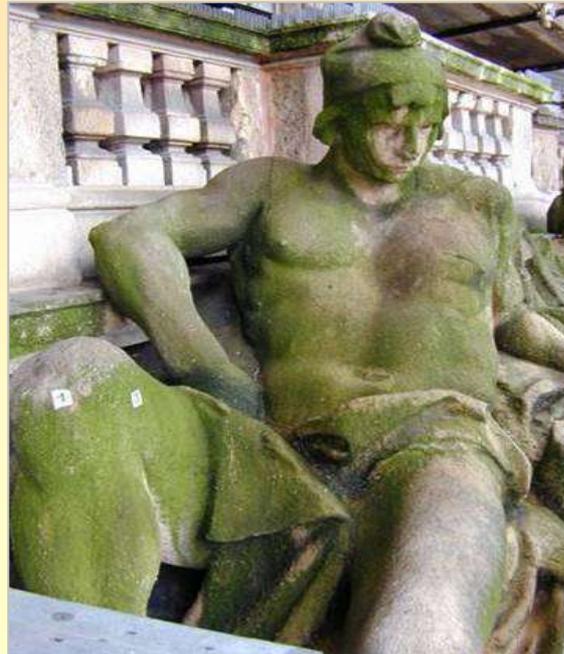
# Funghi



# Licheni



# Patina biologica





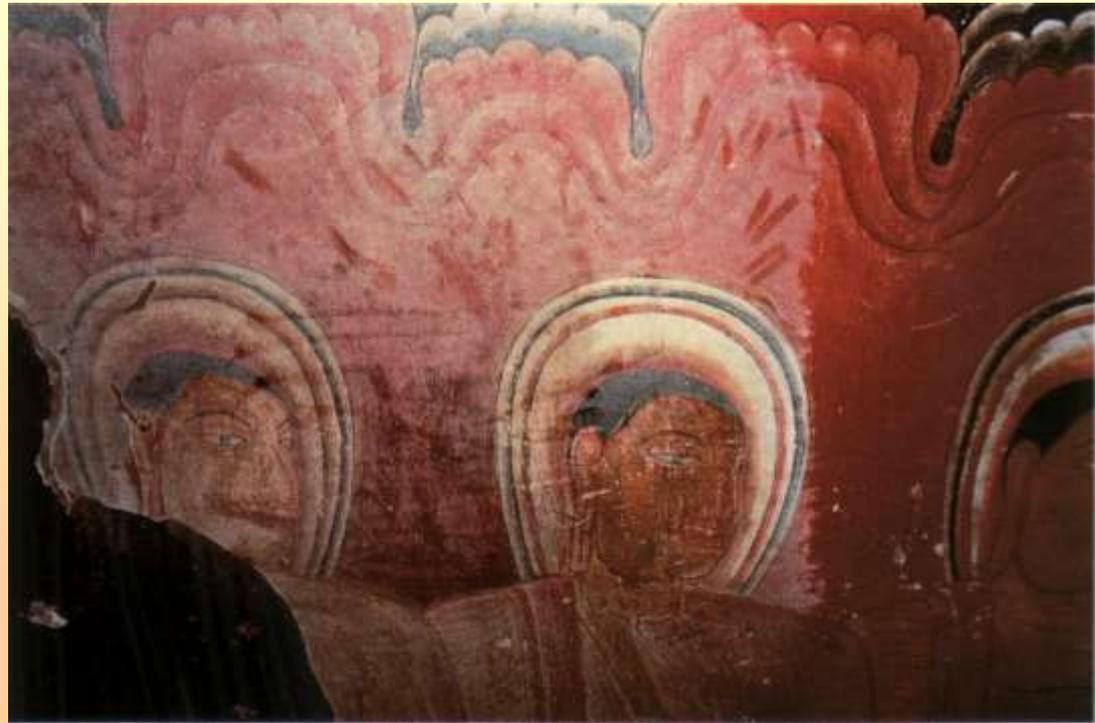
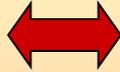
**Patine nere su dipinto murale dovute allo sviluppo fungino (Sacro Monte, Varallo Sesia, Novara)**



**Efflorescenze biancastre dovute alla crescita di Attinomiceti**

Da Caneva et al., "La Biologia nel restauro", Nardini Editore

**Patine bianche di  
attinomiceti su dipinti  
murali in una grotta  
scavata nella roccia  
(Dambulla, Sri Lanka)**



**Macchie scure dovute ad  
un attacco fungino su  
affreschi (Sacro Monte,  
Varallo Sesia, Novara)**

Da Caneva et al., “Il controllo del  
degrado biologico”, Nardini Editore



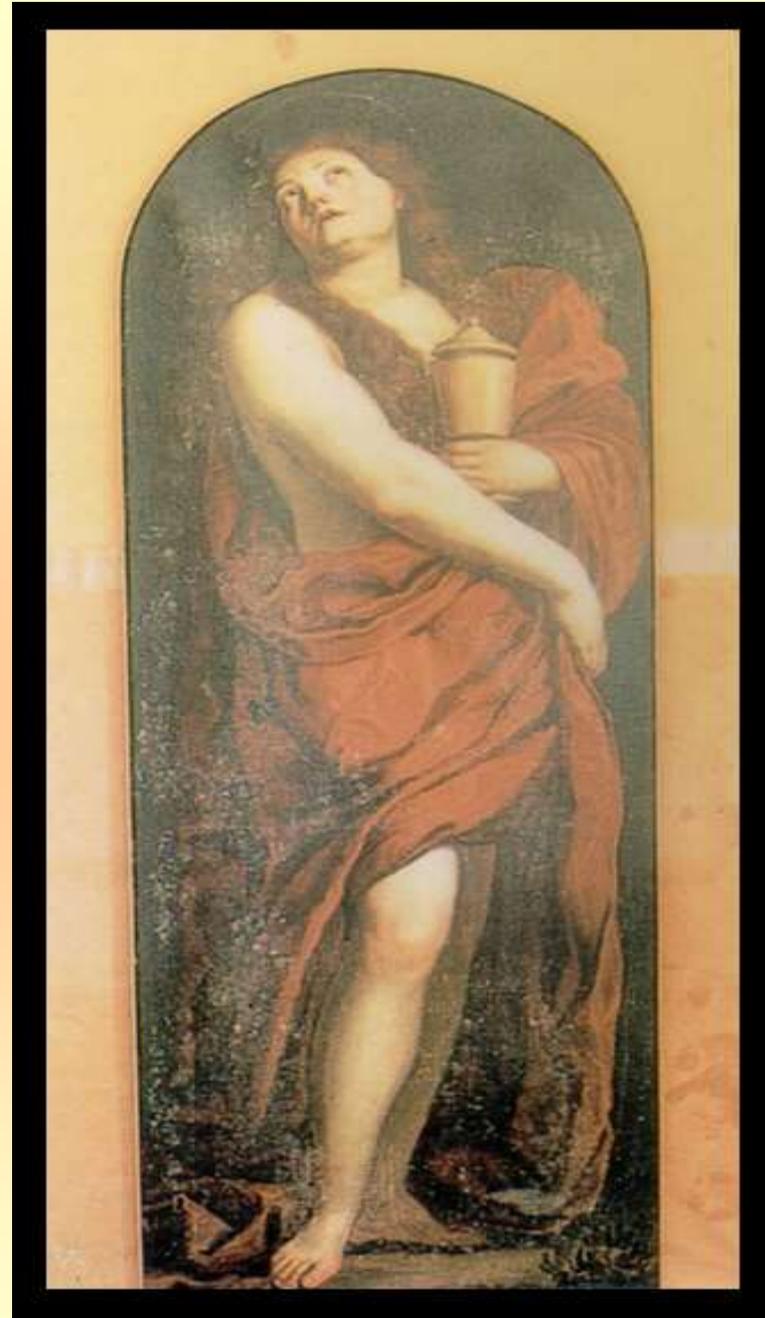
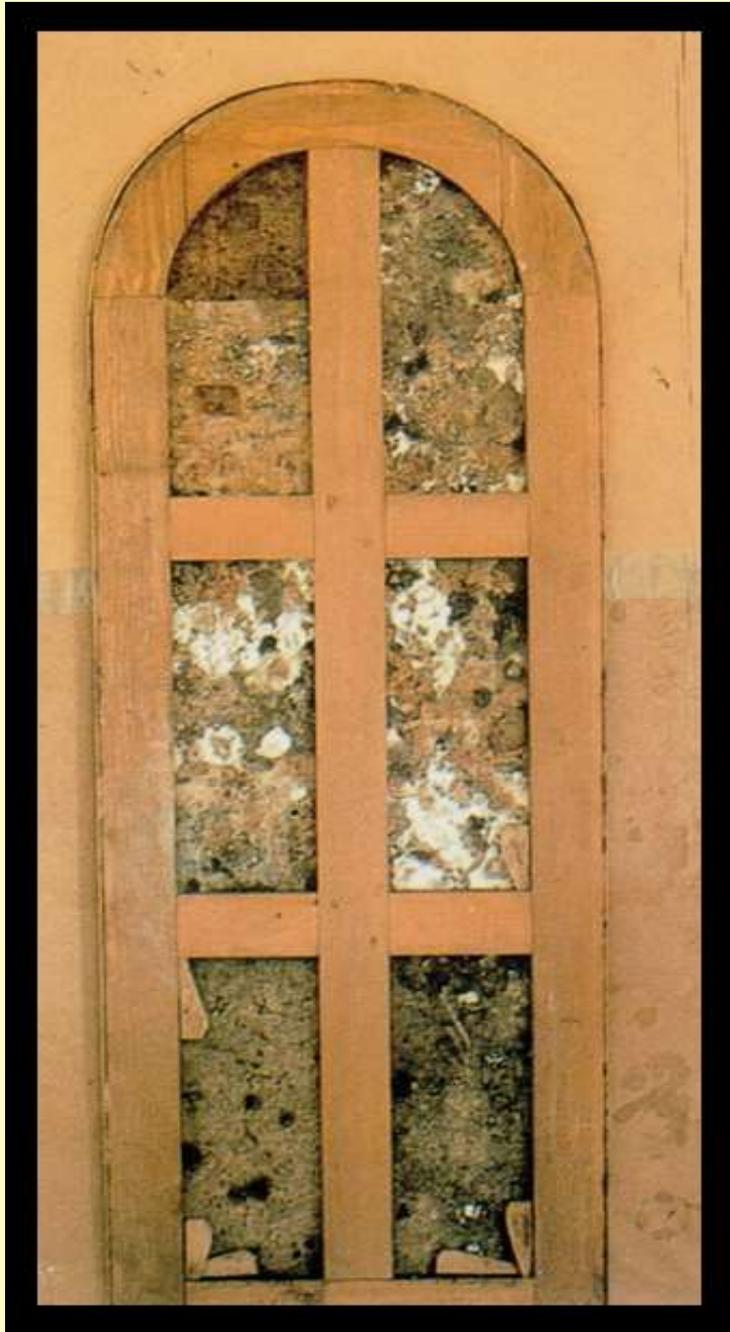
## Crescita di alghe in un ambiente ipogeo

Da Caneva et al., "La Biologia nel restauro", Nardini Editore

**Attacco algale su affreschi dell'XI secolo, Basilica inferiore di San Clemente, Roma)**



**Da Caneva et al., "Il controllo del degrado biologico", Nardini Editore**

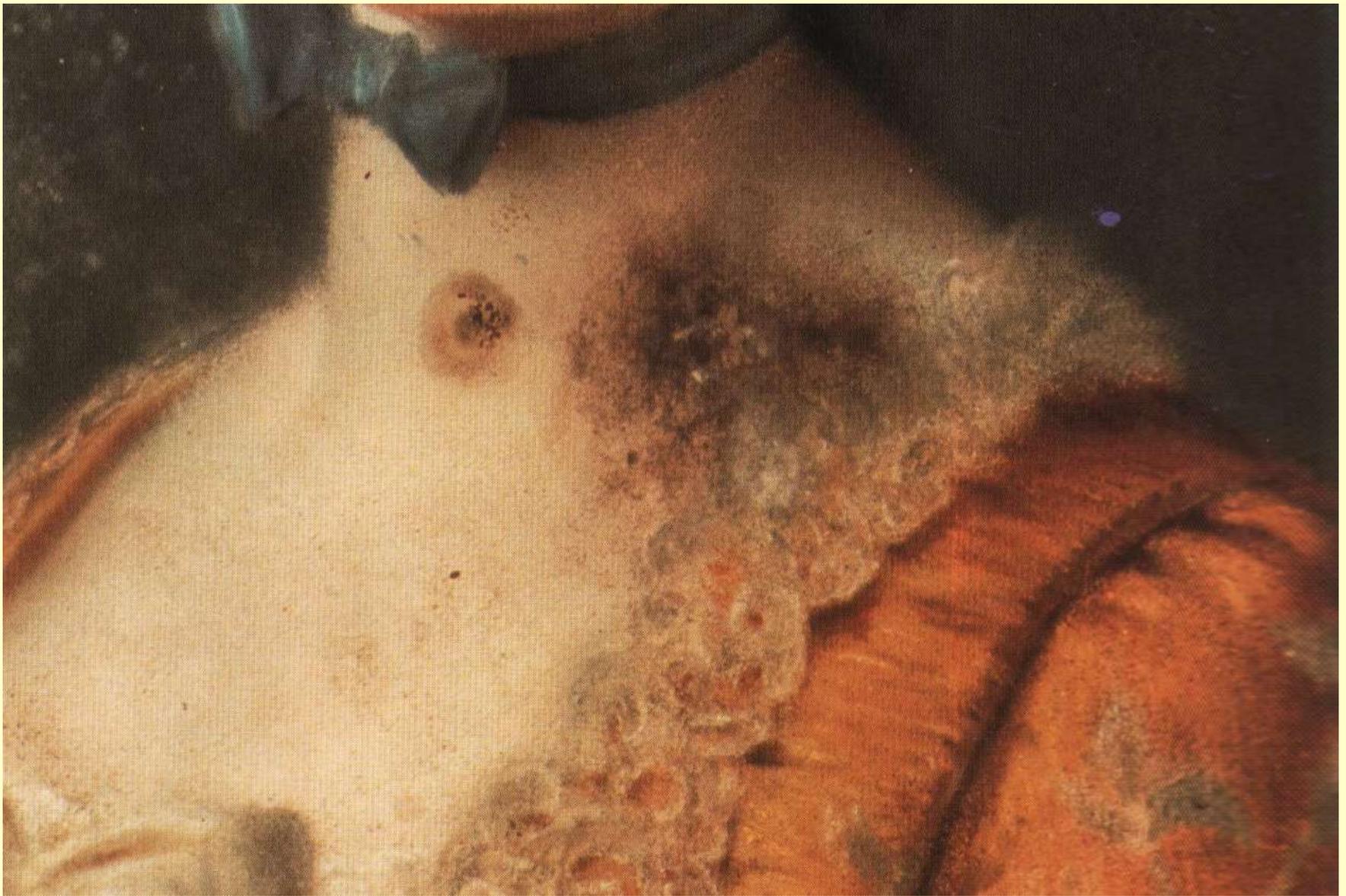


Da Caneva et al., "La Biologia nel restauro", Nardini Editore



**Crescita di funghi su una tela dipinta con conseguente distacco della pellicola pittorica**

Da Caneva et al., "La Biologia nel restauro", Nardini Editore



**Pergamena dipinta che presenta lo sviluppo di due colonie fungine**

# Fattori che favoriscono la crescita

## ➤ **Sostanze organiche** componenti un dipinto

### Tipo di sostanza

Cellulosa

Amido

Gomme

Saccarosio

Glucosio

Glicerina

Gelatine

Olio di lino

Uovo

### Presenza

nelle tele, nelle tavole e nella carta di supporto ai dipinti

nelle colle

nei dipinti a tempera come legante

nei colori a tempera

negli acquerelli

negli acquerelli

nella carta e nella tela come colla, nelle terre

nei colori ad olio

nei colori a tempera come legante

## ➤ **Condizioni ambientali** nelle quali è inserito il dipinto:

**umidità, temperatura, luce, pH**

**Il miglior approccio per la conservazione è la prevenzione**

**operazioni che evitano o rallentano lo sviluppo,  
e quindi l'attacco, biologico**

**operazioni che evitano lo sviluppo di condizioni ambientali  
favorevoli alla crescita dei microrganismi**

**facile in ambienti interni,**

**più difficile in ambienti esterni**

**SUBSTRATO**

**COMPONENTI  
PRINCIPALI**

**ORIGINE**

**CUOIO  
PERGAMENA**

**PROTEINE**

**ANIMALE**

**TESSUTI**

**CARBOIDRATI,  
PROTEINE**

**VEGETALE,  
ANIMALE**

**METALLI**

**METALLI PURI,  
LEGHE**

**MINERALE**

**VETRO**

**SILICATI**

**MINERALE**

# CUOIO, PERGAMENA

**FONTI**

*PELLE DI ANIMALI*

**PRINCIPALI COMPONENTI**

*PROTEINE (COLLAGENE...)*

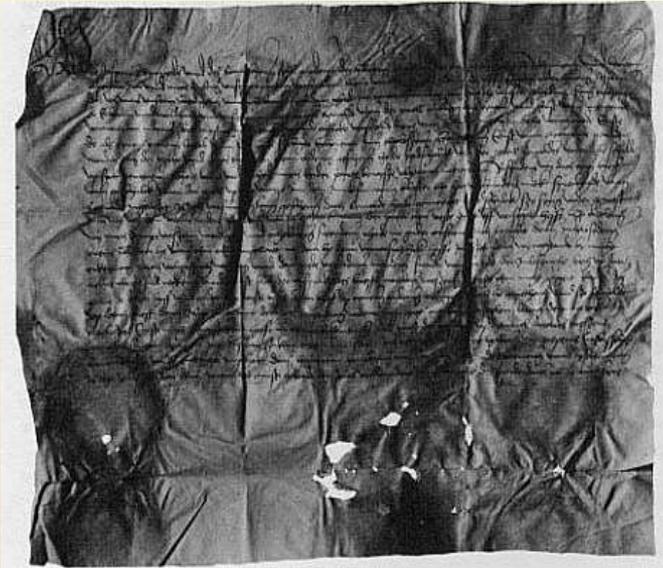
**MECCANISMO DEL DEGRADO**

*IDROLISI DELLE PROTEINE*

**AGENTI RESPONSABILI**

*BATTERI, FUNGHI*

**Documento medievale di pergamena...**



**...prima del trattamento e**



**...dopo il trattamento**

# TESSUTI: COTONE, LINO....

**FONTI**

*PIANTE SUPERIORI*

**PRINCIPALI COMPONENTI**

*CARBOIDRATI (CELLULOSA....)*

**MECCANISMO DEL DEGRADO**

*IDROLISI DELLA CELLULOSA*

**AGENTI RESPONSABILI**

*BATTERI, FUNGHI*



**Macchie di funghi su  
di un tessuto**

# TESSUTI: LANA....

**FONTI**

*PELO DI ANIMALI*

**PRINCIPALI COMPONENTI**

*PROTEINE (CHERATINA....)*

**MECCANISMO DEL DEGRADO**

*IDROLISI DELLA CHERATINA*

**AGENTI RESPONSABILI**

*BATTERI, FUNGHI*

## ....SETA

**FONTI**

*BOZZOLO DI INSETTI*

**PRINCIPALI COMPONENTI**

*PROTEINE (SERICINA E FIBROINA)*

**MECCANISMO DEL DEGRADO**

*IDROLISI DELLE PROTEINE*

**AGENTI RESPONSABILI**

*BATTERI, FUNGHI*



## Macchie fungine su tessuto di seta

Da Caneva et al., "La Biologia nel restauro",  
Nardini Editore

Fotografia al microscopio elettronico  
a scansione di seta colonizzata  
da microrganismi



Dr. M. Romanò, Stazione Sperimentale per la Seta, Milano

# METALLI

**FONTI**

*MINERALI*

**PRINCIPALI COMPONENTI**

*METALLI PURI, LORO  
COMPOSTI O LEGHE*

**MECCANISMO DEL DEGRADO**

*CORROSIONE, OSSIDAZIONE,...*

**AGENTI RESPONSABILI**

*BATTERI*



Fig. 1 Appearances of the ancient bronze mirror (KU-E) investigated here.

**Corrosione indotta da  
batteri di oggetti in bronzo  
rinvenuti durante scavi  
archeologici**

# VETRO

**FONTI**

*MINERALI*

**PRINCIPALI COMPONENTI**

*SILICATI*

**MECCANISMO DEL DEGRADO**

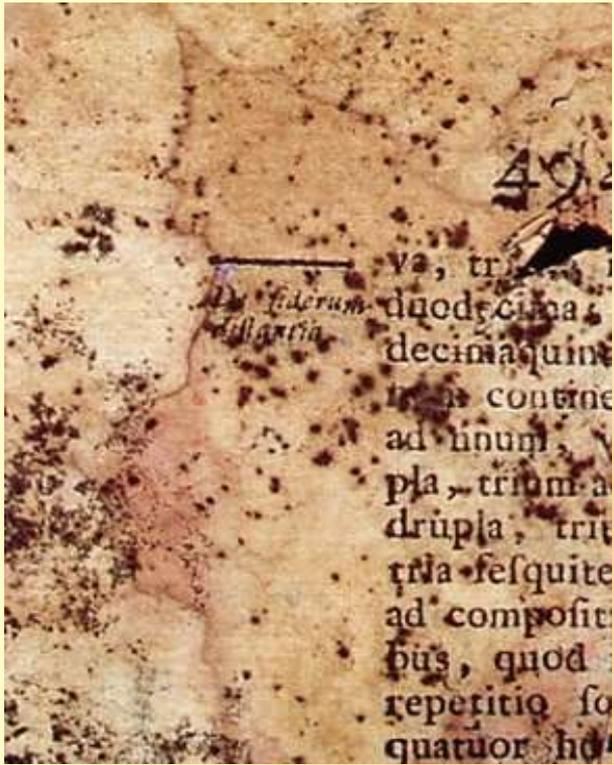
*CORROSIONE, LISCIVIAZIONE*

**AGENTI RESPONSABILI**

*BATTERI, FUNGHI*

**Porzione di una vetrata medievale...  
prima e dopo il restauro**





## CARTA

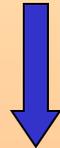


## LEGNO



# PER STUDIARE MODALITA' D'ATTACCO E MECCANISMO D'AZIONE DEI MICRORGANISMI

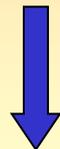
ISOLARE, IDENTIFICARE E CARATTERIZZARE LE SPECIE MICROBICHE



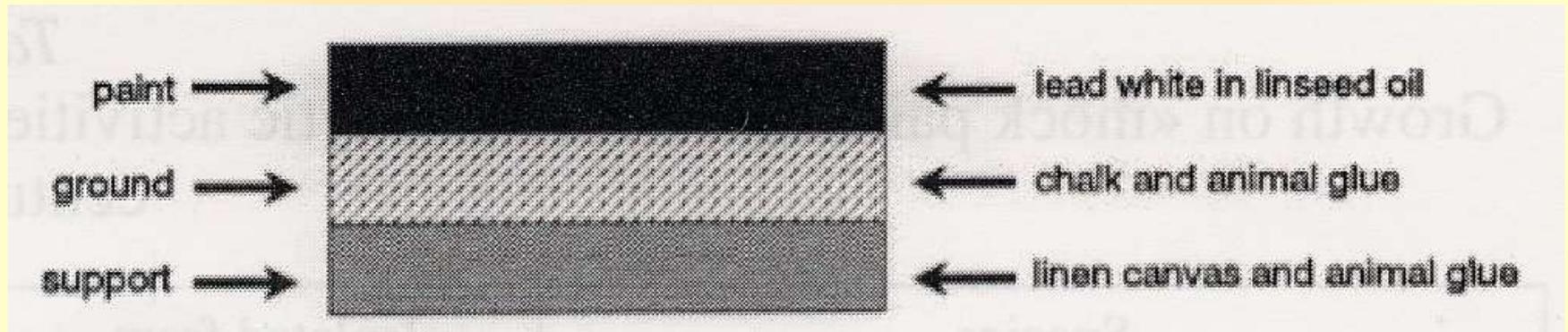
MODELLI



INOCULO DELLE SPECIE MICROBICHE ISOLATE



VERIFICA DEL DEGRADO



**Rappresentazione schematica di un “finto quadro”**

*I MICRORGANISMI sono NEMICI !!!!*



*Aiuto!!! C'è il batterio mangia-grotte!!!...*

*...SIAMO PROPRIO  
SICURI????*



*Blessed were the ancients,*

*for they did not have the antiquities*