

## Trattamenti di cura con Radiazioni Ionizzanti

### Rimozione del Biodegrado e caratterizzazione

#### ENEA:

*Monia Vadrucchi, FSN TECFIS APAM*

#### UniRM1:

*Giovanni de Bellis, Cristina Cicero, Dip. di Ingegneria Astronautica Elettrica ed Energetica  
Daniela Uccelletti, Emily Schifano, Dipartimento di Biologia e Biotecnologie "Charles Darwin"*

#### UniRM2:

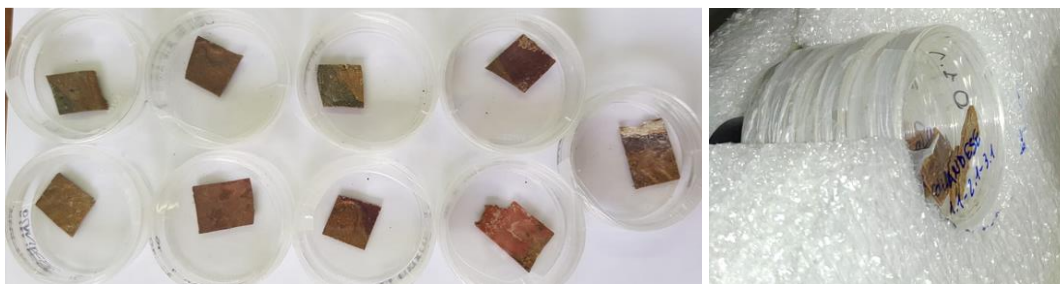
*Ugo Zammit, Fulvio Mercuri, Noemi Orazi, Stefano Paoloni, Dip. di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Roma Tor Vergata*

Nell'ambito del progetto ADAMO, il laboratorio APAM di ENEA\_Frascati in collaborazione con i dipartimenti di "Biologia e Biotecnologie" ed "Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica" di UniRM1, e di "Ingegneria Industriale" di UniRM2, ha organizzato campagne di trattamento e caratterizzazione di pezzature di cuoio proveniente dal sito di Villa Chigi di Ariccia (figura 1) ricevute dall'ing. Petrucci in data 14/02/2019.



*Figura 1: frammenti misti di cuoio provenienti dal magazzino di Villa Chigi in Ariccia.*

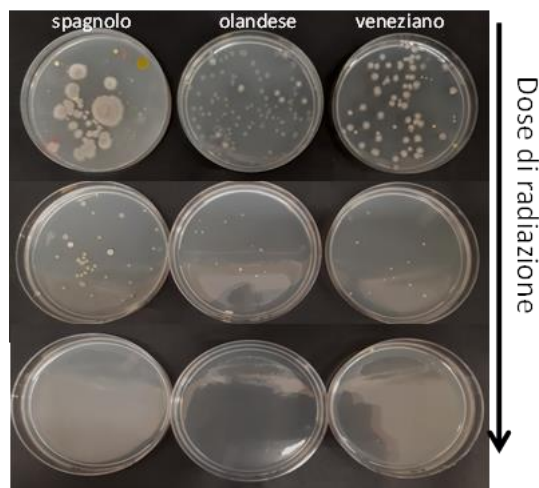
Frammenti di parati in cuoio (di fattura mista spagnola, olandese e veneziana), conservati in un luogo umido della villa, sono stati esposti a fasci di RX prodotti dalla sorgente REX di ENEA\_Frascati per la cura del biodegrado degli stessi (figura 2).



*Figura 2: campioni di cuoio sottoposti ad irraggiamento con RX prodotti dalla facility REX basata su un acceleratore di elettroni da 5 MeV. Sinistra: frammenti selezionati per i trattamenti conservati in capsule Petri per la conservazione dello stato di carica microbica. Destra: stack di campioni alloggiati davanti alla sorgente di RX con controllo on-line della dose di radiazione omogeneamente assorbita.*

Analisi di controllo della presenza e della crescita di colonie di microrganismi sono state effettuate sui campioni tal quali e su campioni irraggiati a dosi di radiazione variabili fino a 750 Gy.

La figura 3 mostra le piastre Petri utilizzate per il controllo delle unità formanti colonia dei prelievi fatti su 9 campioni di cuoio (3 spagnolo, 3 olandese, 3 veneziano) ognuno in triplicato.



*Figura 3: conteggio delle unità formanti colonia sul tamponato dei campioni di cuoio spagnolo, olandese e veneziano esposti a tre dosi di radiazione (250 Gy, 500 Gy, 750 Gy).*

Il risultato preliminare ottenuto rivela che sui tre tipi di cuoio il trattamento REX ha buon esito in un intervallo di dose compreso fra 500 e 750 Gy.

Una nuova campagna di studio è in atto per la conferma dell'effetto del processo di irraggiamento, per la verifica della riproducibilità dei dati e per la definizione del livello di dose minimo necessario per la completa disattivazione dei microrganismi. Per un opportuno controllo del metodo, data la grande eterogeneità dei campioni tal quali e dato il basso livello riscontrato della carica microbica, si reputa necessario procedere con la preparazione di campioni uniformemente contaminati con microrganismi viventi rappresentativi.

Analisi SEM/EDX sono state effettuate, utilizzando un microscopio elettronico a scansione con sorgente di tungsteno ad effetto campo (FE-SEM), modello Zeiss Auriga, coadiuvato da un sistema per analisi EDS con raffreddamento a cella Peltier (Bruker Quantax EDX).

I campioni sono stati rivestiti mediante sputtering con 30 nm di Cr prima delle analisi SEM onde evitare il caricamento elettrostatico del campione nel corso delle misure (figura 4).

Le micrografie SEM sono state eseguite su campioni delle tre tipologie: 1) Olandese; 2) Veneziano; 3) Spagnolo, indicando con il prefisso Top l'analisi del lato con pigmento (figura 5), e con prefisso Bottom il lato del campione a contatto con l'intonaco di parete (figura 6).



Figura 4: fotografie del lato "top" dei tre campioni analizzati, prima del rivestimento con cromo

Le analisi sono state effettuate utilizzando una tensione di accelerazione di 3 keV e gli ingrandimenti mostrati corrispondono a 1 kX per le figure a, b, c e 25 kX per le figure d, e, f, sia in figura 5 che in figura 6. Non si osservano sostanziali differenze tra le morfologie dei tre campioni, ma si può osservare una superficie marcatamente più "fibrosa" per il lato bottom per tutti i campioni analizzati.

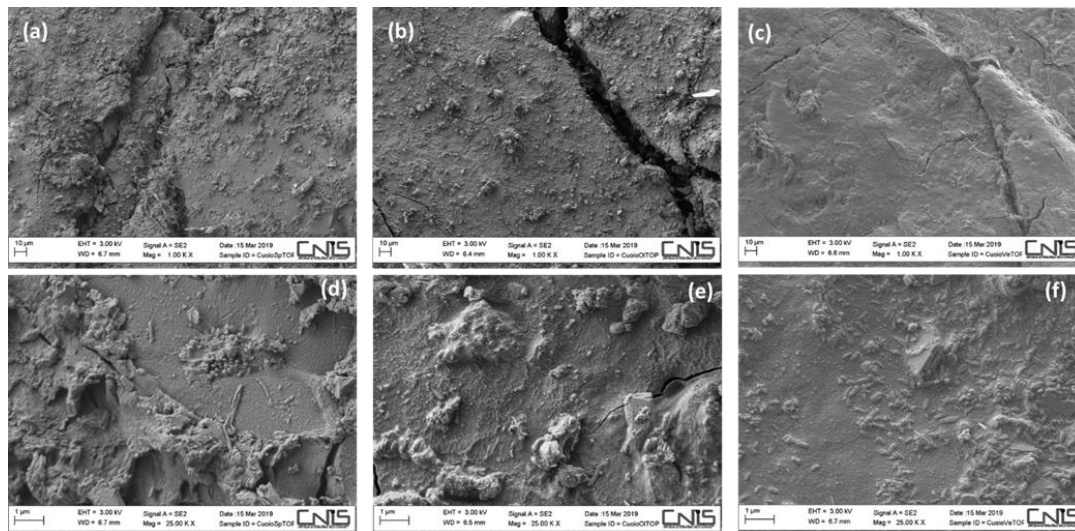


Figura 5: micrografie SEM del lato pigmentato (top) per i campioni di cuoio spagnolo (a, d), olandese (b, e) e veneziano (c, f) a ingrandimenti di 1kX e 25 kX.

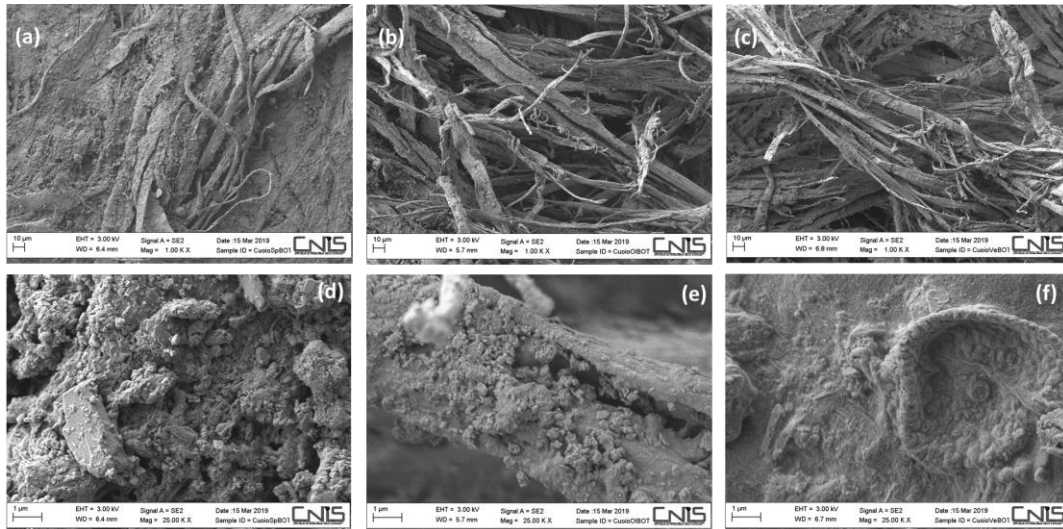


Figura 6. micrografie SEM del lato bottom per i campioni di cuoio spagnolo (a, d), olandese (b, e) e veneziano (c, f) a ingrandimenti di 1kX e 25 kX.

L'analisi elementale a dispersione di fotoni X, eseguita sul solo lato top, ha permesso di rilevare la presenza silicio, calcio, alluminio su tutti i campioni, di rame (probabilmente in forma di ossido) sia sul campione olandese che su quello spagnolo e di argento soltanto sul campione di cuoio olandese (lato pigmentato).

Nuove caratterizzazioni microscopiche sono in corso su specifiche aree dei campioni.

Per la caratterizzazione degli effetti e l'applicabilità della radiazione X come trattamento di disinfezione dei supporti in cuoio sono in corso valutazioni tramite Light Transmission Analysis (LTA) caratterizzando la stabilità idrotermica della molecola di collagene.

La temperatura di denaturazione, misurata durante il deterioramento indotto nella membrana mediante l'uso combinato di calore e acqua, risulta dipendente dal grado di danneggiamento della struttura della molecola di collagene, eventualmente indotto dal processo di irraggiamento con RX.

Risultati preliminari sono riportati nella figura 7 che rappresenta le curve LTA registrate per un campione di cuoio non irraggiato (0 Gy, in rosso nel grafico) ed uno irraggiato alla dose di 1000 Gy (in blu nel grafico), superiore alla dose necessaria alla rimozione del biodegrado.

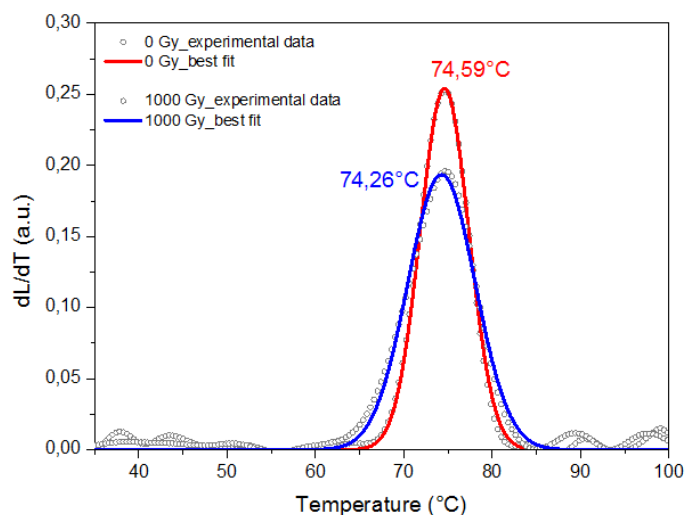


Figura 7: confronto fra le curve LTA registrate per il campione di cuoio non irraggiato (0 Gy, in rosso nel grafico) e irraggiato a dose di 1000 Gy (in blu nel grafico).

Differenze minime, 0.33°C, nella temperatura di denaturazione sono riscontrabili:

Td\_0 Gy= 74,59 °C

Td\_1000 Gy= 74,26 °C.

Sono in programma ulteriori studi di approfondimento al fine di stabilire in quale misura la differenza registrata nella Td rientri nelle variazioni attribuibili alla disomogeneità dei campioni ed allo stato di conservazione dei campioni stessi.

Analisi elementali quantitative dei pigmenti utilizzati per la decorazione dei parati in cuoio della Villa Chigi di Ariccia (figura 8) sono in corso d'opera mediante le tecniche PIXE (Particle Induced x-Ray Emission) ed XRF mapping (figura 9).

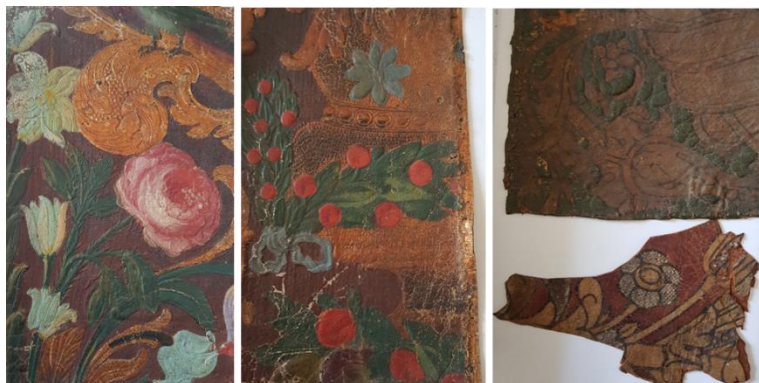


Figura 8: fotografia dei parati sottoposti ad indagine PIXE ed XRF per l'analisi elementale quantitativa dei pigmenti utilizzati per la decorazione.



*Figura 9: set-up geometrico utilizzato per la misuradi Ion Beam Analysis –PIXE con protoni da 3 MeV.*