CENTRO REGIONALE PER LA PROGETTAZIONE E IL RESTAURO

VALUTAZIONE DELL`INTERFERENZA DI ALCUNI DISINFETTANTI E INSETTICIDI IN COMMERCIO SU SUBSTRATI TESSILI

Fase Esecutiva Sperimentale

A cura di
Arcangela Valenti
Luigi Massimiliano Vinci

Gruppo di lavoro
Eloisa Guarneri
Enza Anna Passerini
Donato Perrone
Arcangela Valenti
Luigi Massimiliano Vinci

Grafica ed impaginazione
Gioacchino Mangano

Coordinamento
Alessandra De Caro

REGIONE SICILIANA
Assessorato Beni Cultur ali e I.S.
Dipartimento Beni Culturali e I.S.

© Regione Siciliana 2022

CRPR
DOCUMENTI

1. PREMESSA E FINALITA'

Come già espresso in fase progettuale nel 2020, questo studio prevede l'applicazione di un protocollo sperimentale, utilizzando alcune sostanze biocide sui substrati tessili di uso più comune, al fine di valutare la loro eventuale interferenza su di essi, o, qualora non dannosi, un loro possibile impiego anche su manufatti di interesse storico artistico.
Prima di passare alla descrizione della fase esecutiva del progetto, resa possibile solo di recente a causa dell'incombente pandemia, si ritiene utile una breve premessa riepilogativa.
I tessuti, come tutti i materiali organici, possono essere soggetti ad attacchi da parte di diversi agenti biodeteriogeni, in grado di provocare fenomeni di degrado attribuibili a processi fisici e chimici connessi allo sviluppo di queste popolazioni biologiche. I danni conseguenti non sono soltanto estetici, ma possono intaccare profondamente la struttura del substrato, spesso in maniera irreparabile.
A tali fenomeni di degrado sono particolarmente sensibili i manufatti tessili di interesse storico artistico: arazzi, tappeti, tappezzerie, abiti, accessori, ecc., musealizzati o appartenenti a collezioni private, sovente resi fragili dall'azione, subita nel tempo, della luce, degli inquinanti gassosi, delle polveri deposte, di trazioni, ancoraggi o altri fattori meccanici; se conservati in condizioni ambientali non idonee, rischiano l'attacco di micro o macro organismi (funghi, batteri, insetti) che ne aggrediscono i materiali costituenti.
Nell'affrontare un attacco biologico su manufatti tessili, l'utilizzo di prodotti disinfettanti o insetticidi già pronti in commercio può a volte sembrare vantaggioso, poiché essi sono generalmente efficaci, rapidi, economici e di facile reperimento. Ma bisogna considerare l'impatto che la loro applicazione potrebbe avere sui materiali attaccati dai biodeteriogeni.
Contro i batteri e miceti che attaccano i tessili la sostanza di elezione è O Fenilfenolo, invece, per gli insetti è la Permetrina, che ha sostituito molte sostanze dannose. Pertanto si è pensato di testare tali prodotti, la cui efficacia è nota, su dei campioni di tessuto al fine di valutarne l'interferenza sui diversi substrati tessili.
Naturalmente i vari test di prova non possono essere effettuati direttamente su tessuti di pregio, ma necessita una sperimentazione in laboratorio.

2. MATERIALI E METODI

Molte sostanze chimiche efficaci contro i biodeteriogeni, nel tempo sono state abbandonate per gli effetti collaterali sugli uomini e sull'ambiente (come il pericoloso DDT) ovvero perché gli stessi microrganismi ed insetti hanno prodotto resistenze o adattamento alla loro azione. Tra i prodotti presenti sul mercato sono stati individuati alcuni che, per la loro loro composizione ed efficacia, sono ritenuti idonei ai test che si intendono effettuare e precisamente:
- prodotti commerciali disinfettanti (NORICA PLUS, BACTICYD, GERMOCID, ecc.), efficaci contro batteri e miceti, che contengono come principi attivi l' O fenilfenolo + un Sale di Ammonio quaternario;
- prodotti commerciali disinfestanti (PRE CLEAN MOM, AQUA KILL, BIO KILL, INSECT REPELLENT SAWYER, ecc.) efficaci contro gli insetti, contenenti come principio attivo la Permetrina. Occorre precisare che questa sostanza è solitamente usata per trattare il legno infestato da insetti xilofagi, ma, come già detto in precedenza, non si conoscono gli eventuali effetti di interferenza sui tessili.

2.1 **Cenni del meccanismo di azione dei principi attivi del disinfettante e dell'insetticida**

(*Per approfondi menti sull'argomento si rimanda al l'allegato tecnico 7 del progetto programmatico*)

• Fenolo e composti fenolici: il fenolo o acido carbolico o acido fenico, è stato utilizzato da Lister per ricerche sull'asetticità di strumenti chirurgici, nonché, come riferimento per il confronto con altri disinfettanti al fine di valutarne l'attività battericida. Probabilmente è il più antico disinfettante conosciuto; è piuttosto corrosivo per la pelle e talvolta può essere tossico per le persone sensibili. L'*Ortofenilfeno* viene spesso usato in sostituzione del fenolo, in quanto presenta una corrosività più bassa ed è attivo su batteri e miceti.

• I composti di ammonio quaternario hanno dimostrato di avere attività antimicrobica. Alcuni composti di ammonio quaternario, in particolare quelli contenenti catene alchiliche lunghe, vengono usati come disinfettanti. Alcuni esempi sono il benzalconio cloruro, il benzetonio cloruro, il cetrimonio, la certrimide e il bromuro di tetraetilamonio.
Sono efficaci anche contro i funghi, le amebe e i virus con involucro. La loro efficacia è maggiore in combinazione con fenoli. L'Alchil dimetil benzilammonio cloruro, noto anche come Benzalconio cloruro, è un sale d'ammonio quaternario la cui attività antisettica è dovuta alla caratteristica struttura chimica. Questo principio attivo può:
- a basse concentrazioni, alterare la normale struttura della membrana batterica, determinando la formazione di pori e lesioni in grado di alterare il network cellulare, con perdita di enzimi, coenzimi e nutrienti.
- ad alte concentrazioni, interagire con le proteine di membrana e non, alterandone la struttura.
- Le suddette azioni si concretizzano nella inibizione della sintesi proteica che inevitabilmente porta a morte la cellula batterica.

• Le Piretrine: sono composti organici costituenti naturali dei fiori di *Tanacetum cinerariifolium*, da cui si estraggono. Tuttavia oggi le piretrine sono sostituite dai Piretroidi, chimicamente simili ma di sintesi, poiché gli estratti naturali sono fotolabili. Agiscono esclusivamente per contatto. La Permetrina, ad esempio agisce interferendo sul sistema nervoso centrale a seguito della modifica del potenziale elettrico di membrana e svolgendo una rapida ed irreversibile azione neurotossica che conduce a paralisi e successivamente a morte l’insetto.

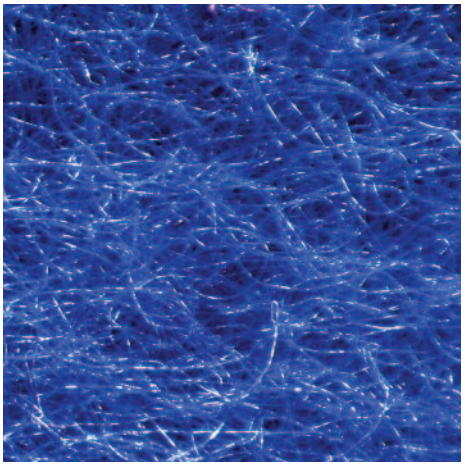
2.2 Progetto di protocollo sperimentale

La parte sperimentale del progetto prevedeva varie fasi:
• prima fase: ricerca e acquisizione dei campioni di stoffa da saggiare, prove di combustione (reazione alla fiamma, odore e residuo), identificazione delle fibre, classificazione e catalogazione documentazione fotografica digitale dello studio allo stereomicroscopio e al microscopio ottico; archiviazione delle immagini su supporto informatico. Si prevedeva di scegliere i campioni di tessuto su cui effettuare i saggi in base alla loro composizione, prediligendo le fibre naturali che normalmente si riscontrano nei manufatti antichi (lino, cotone, seta, lana).
• seconda fase: suddivisione dei campioni scelti in tre parti, di cui una di controllo sulla quale non sarebbe stato applicato alcun trattamento (A), un'altra da trattare mediante vaporizzazione con disinfettante (B) ed un'altra ancora da trattare mediante nebulizzazione con insetticida (C).
• terza fase: applicazione dei trattamenti biocidi ai campioni B e C.
• quarta fase: dopo quattro settimane e dopo otto settimane i campioni dovevano essere sottoposti ad analisi colorimetriche e a misura del pH; per confronto tra i campioni trattati e non trattati sarebbe stato calcolato il ΔE e il ΔpH.
• quinta fase: valutazione dei dati e conclusione.

2.3 Attuazione del protocollo sperimentale

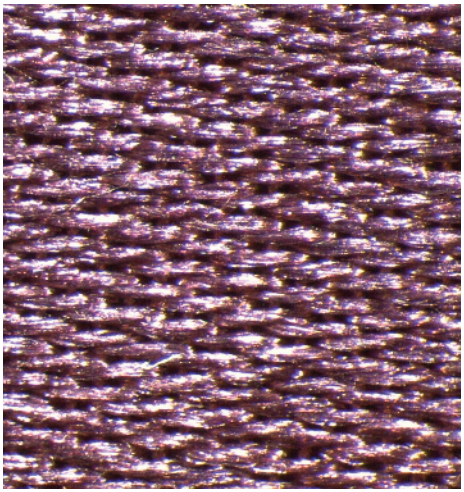
Nella fase esecutiva del protocollo si è dovuto modificare quanto programmato, in quanto non tutti i tessuti reperiti erano adatti alla esecuzione di test colorimetrici a causa della loro particolare tessitura (vedi broccato etc…) e non permettevano letture affidabili. Quindi alcuni dei campioni precedentemente scelti e analizzati sono stati esclusi dalle misurazioni; da ciò la non consequenzialità numerica. Inoltre il Norica Plus è uno spray, mentre il PRE CLEAN MOM è a nebulizzazione; pertanto, non potendo stabilire una dose certa si è scelto per entrambi di trattare i campioni sino alla loro evidente imbibizione. Infine a causa dell’emergenza Covid, non è stato possibile eseguire le analisi colorimetriche ad un mese dal trattamento,

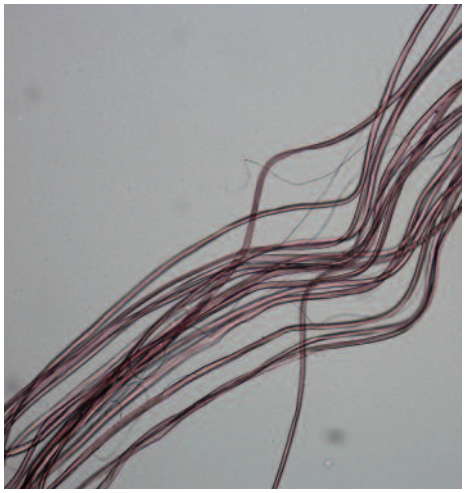
ma sono state effettuate a circa due mesi di distanza.
E' stata realizzata anche la documentazione fotografica digitale delle varie fasi di studio (caratterizzazione dei tessuti e delle fibre, trattamento, analisi, ecc.) e alcuni esempi vengono illustrati nelle seguenti immagini.



Campione 1 – feltro blu (stereomicroscopio 2x e fibre al m.o. 10x)

Campione 3 – cotone naturale, trama spigato, torsione Z (stereomicroscopio 2x e fibre al m.o. 10x)





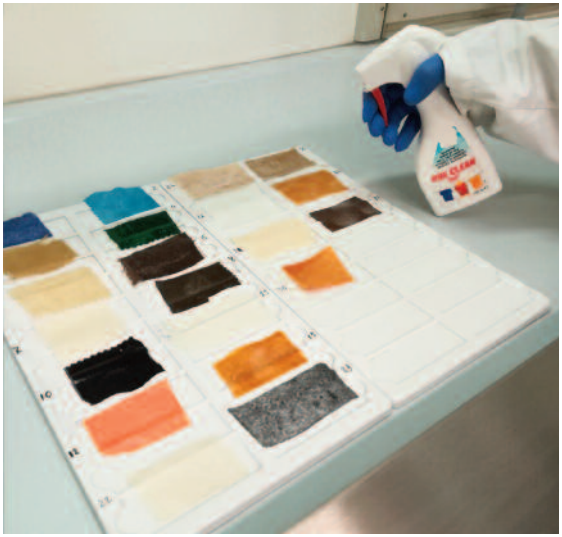
Campione 4
cotone verde, trama tela, torsione Z (stereomicroscopio 2x e fibre al m.o. 10x)

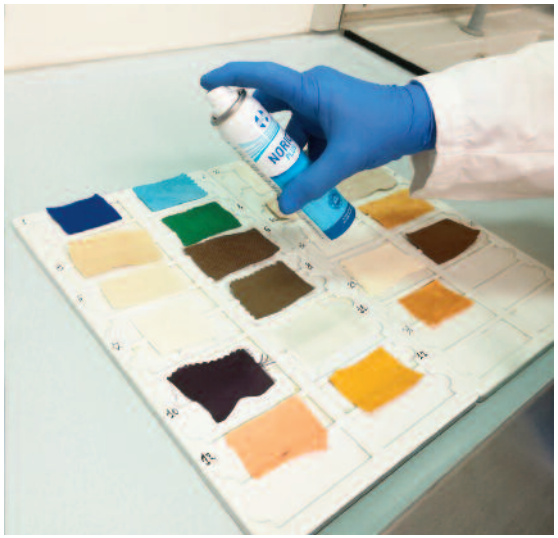
Campione 10
seta viola, trama diagonale, torsione Z (stereomicroscopio 2x e fibre al m.o. 10x)

Campioni scelti per i punti di misura

Campione 1
Feltro Blu
Campione 2
Feltro celeste
Campione 3
Cotone naturale
Campione 4
Cotone verde
Campione 5
Misto cotone
Campione 6
Cotone marrone
Campione 7
Cotone panna
Campione 8
Cotone marrone
Campione 10
Seta viola
Campione 11
Seta panna
Campione 12
Cotone pesca
Campione 17
Cotone ocra
Campione 22
Taffetà di seta panna
Campione 23
Lana grigia
Campione 24
Misto Lana panna
Campione 25
Lino beige
Campione 26
Lino panna
Campione 27
Velluto cotone ocra
Campione 28
Velluto di Cotone panna
Campione 29
Fustagno di Cotone marrone
Campione 30
Raso misto ocra

Trattamento dei campioni con disinfettante NORICA PLUS e disinfestante PRE CLEAN MOM





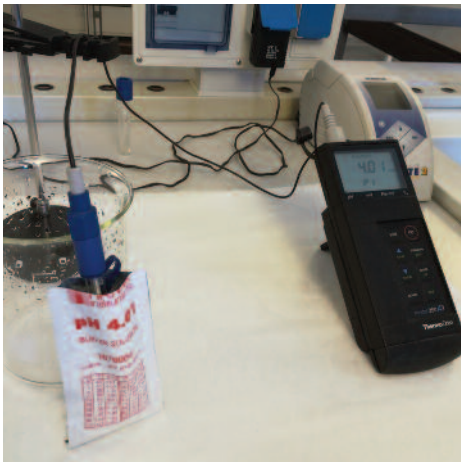
2.4 Spettrofotometro Minolta CM 2600d - dati tecnici e caratteristiche

Le misure sono state effettuate mediante lo spettrofotometro Minolta CM-2600d, presente nel nostro laboratorio, dotato di computer portatile con software Spectramagic 3.6. E' uno strumento a sfera integratrice di 52 mm di diametro, con un rivelatore costituito da 40 fotodiodi al silicio. Il monocromatore è a reticolo di diffrazione con una risoluzione di 10 nm nel visibile e con un intervallo di lunghezze d'onda da 360 nm a 740 nm. L'area di lettura può avere un diametro di 3 mm o di 8 mm e può essere inclusa o esclusa dalla misura la componente speculare; lo strumento consente inoltre di considerare vari illuminanti (in memoria vi sono gli spettri di molti illuminanti) e di lavorare con diversi spazi colorimetrici; è possibile attivare o disattivare la componente ultravioletta dello spettro.
E' stato adottato lo spazio del colore CIELAB (L*a*b* 1976), in cui L* indica la luminosità, mentre a* e b* sono le coordinate di cromaticità.; le differenze di colore sono state calcolate secondo il CIELAB 1976 ΔE (L*a*b*).
Prima della misura è stata effettuata una calibrazione con il nero e con il bianco ed è stato stabilito un target di riferimento rispetto a cui calcolare le variazioni dei parametri colorimetrici. Il *target* indica una misura di riferimento da confrontare con una serie di misure campione (*sample*).

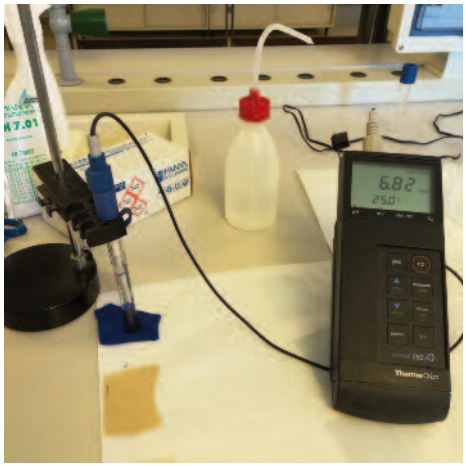
2.5 Misure del pH - Confronto fra i valori di pH dei punti campione, misurati sul tessuto non trattato e quello trattato con disinfettante o insetticida

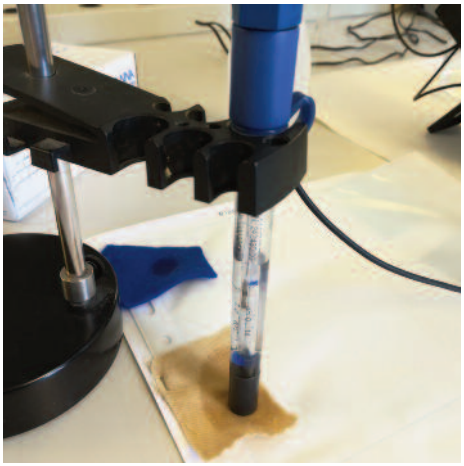
La lettura del pH deve avvenire in presenza di acqua, affinchè abbia luogo la reazione di liberazione dello ione Idrogeno e se ne possa misurare la concentrazione. Si procede poggiando un supporto impermeabile e morbido al di sotto del tessuto da saggiare, per non danneggiarlo con la pressione dell'elettrodo e non fare assorbire l'acqua da altri substrati non coinvolti nell'indagine. Poi, su una superficie di circa 1 cm^2 si versa, mediante pipetta del tipo Pasteur, una goccia d'acqua bidistillata alla temperatura di 25° C, con conducibilità alla produzione < 0,05 µs/cm e conducibilità specifica <1 µs/cm (l'acqua pura a 25°C ha un pH neutro). Si poggia la

parte piatta dell'elettrodo del pH-metro, in modo tale da garantire il massimo contatto con la superficie, esercitando una leggera pressione ammortizzata dal supporto morbido; quindi si attende la stabilizzazione della lettura e si effettua la sua rilevazione.

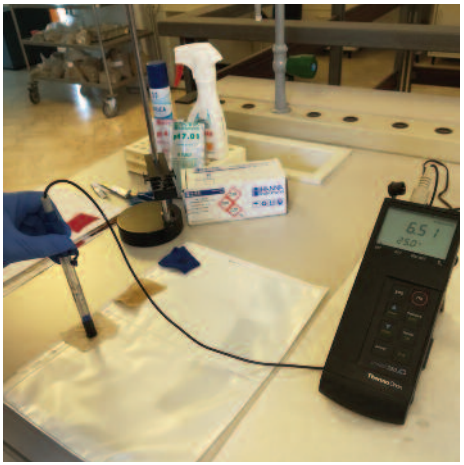


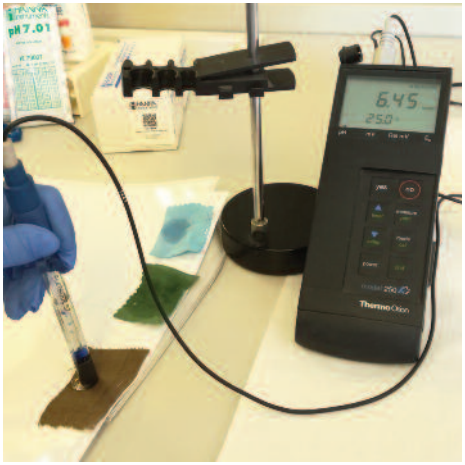
Calibrazione del pHmetro





Misure del pH su alcuni dei campioni scelti



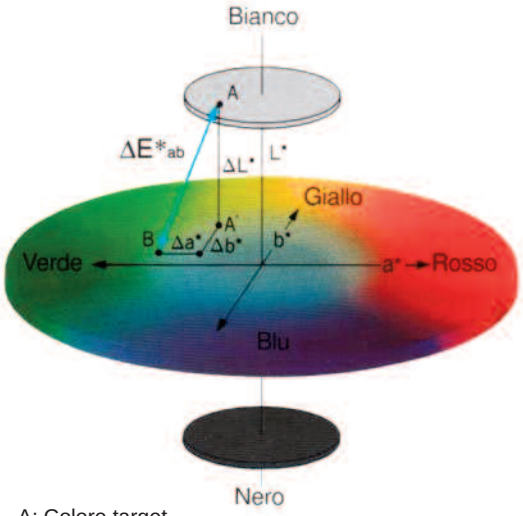


Le misure sono state effettuate con pH-metro portatile del tipo Thermo Orion 250°, con un elettrodo piatto del tipo Hamilton FLATRODE S7, adatto per superfici anche di natura organica.
Dopo calibrazione del pHmetro con due Buffers a pH 4,1 e 7.0, a 25°C Δ pH ± 0, si è proceduto alle misurazioni sui punti campione come prima individuati, A (campione tessile di controllo), B (campione tessile con disinfettante) e C (campione tessile con insetticida); sui valori rilevati sono stati calcolati i ΔpH per monitorarne le eventuali variazioni.

3. INDAGINI COLORIMETRICHE

L'analisi spettrofotometrica ha avuto lo scopo di monitorare la variazione delle coordinate colorimetriche L*a*b* nei punti campione opportunamente individuati. I campioni di tessuto scelti hanno tutti piccole dimensioni e forma regolare; quindi è stato possibile effettuare le misurazioni in un unico punto, sempre al centro del campione in esame.
Le misure spettrofotometriche sui punti campione individuati, sono state condotte prima e dopo l'applicazione dei biocidi per apprezzare le differenze colorimetriche, in quanto è possibile quantificare le differenze di colore (ΔL*, Δa*, Δb*, ΔE) e verificare le variazioni anche in termini di riflettanza spettrale.

Per ciascuno dei campioni (A-campione tessile di controllo, B-campione tessile con disinfettante e C-campione tessile con insetticida) si prevedeva di effettuare tre misure a differenti angolazioni, 0˚, 45˚, 90˚, al fine di valutare l'influenza dell'ordito e della trama sulla misurazione, prendendo poi in considerazione il valore medio delle tre misure. Nella fase esecutiva ci si è resi conto che nei nostri campioni la variazione a diverse angolazioni era insignificante. Pertanto i controlli, dopo alcune valutazioni, sono stati effettuati tutti facendo riferimento a 0°.



A: Colore target
B: Colorecampione
C: Colore target alla stessa luminosita del colore campione

Le misure sono state acquisite con accuratezza al fine di limitare quanto più possibile l'indeterminazione sui dati registrati. I tre dati ottenuti per ogni coordinata colorimetrica, relativa ad ogni punto di volta in volta misurato, sono stati succes-

sivamente mediati.
Nelle Tabelle 1 e 2 vengono di seguito riportati i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati spettrofotometrici sui punti scelti, cioè i punti controllo non trattati e il loro confronto con quelli trattati rispettivamente con il disinfettante NORICA PLUS e l'insetticida PRE CLEAN MOM (scelti tra i prodotti in commercio pronti

PUNTI DI MISURA	COORDINATE COLORIMETRICHE prima del trattamento			COORDINATE COLORIMETRICHE dopo il trattamento			DIFFERENZE COLORIMETRICHE dei punti di misura			
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE ab
1 Feltro blu	28,7602	6,3062	-34,4412	28,2933	6,9711	-35,5744	-0,4669	0,6648	-1,1332	1,3943
2 Feltro celeste	67,1180	-11,0381	-17,4426	73,9794	-8,4666	-9,5415	6,8614	2,5715	7,9011	10,7759
3 Cotone natur.	71,6599	3,8041	19,7005	80,0080	1,2558	19,1754	8,3482	-2,5483	-0,5252	8,7442
4 Cotone verde	46,7808	-21,9639	16,8774	47,8859	-22,0943	14,4591	1,1051	-0,1305	-2,4184	2,6621
5 Misto Cotone	82,3322	3,2851	15,9129	83,4682	2,3493	15,1526	1,1360	-0,9358	-0,7603	1,6565
6 Cotone marrone	38,6781	4,7907	13,3321	41,2281	3,7787	14,5349	2,5499	-1,0120	1,2028	2,9955
7 Cotone panna	88,1322	1,6986	10,0644	88,8579	1,1817	9,9259	0,7256	-0,5169	-0,1385	0,9016
8 Cotone marrone	43,0982	3,0878	14,1565	44,8974	3,9169	13,4138	1,7992	0,8291	-0,7427	2,1157
10 Seta viola	28,6153	11,0312	-4,8034	27,7807	10,7756	-4,8083	-0,8346	-0,2556	-0,0049	0,8729
11 Seta panna	89,2505	2,1462	11,0064	90,8084	0,3866	8,3609	1,5579	-1,7596	-2,6455	3,5386
12 Cotone pesca	72,6838	13,3968	32,4717	75,0646	12,2737	30,4265	2,3809	-1,1231	-2,0452	3,3336

all'uso). Ciò permette di determinare la Luminosità L*, di valutare le coordinate cromatiche a* e b* per la direzione del colore (+a*- tendente al rosso, -a* tendente al verde; +b* tendente al giallo, –b* tendente al blu) e la conseguente saturazione, nonché il calcolo del ΔE, che indica le dimensioni della differenza cromatica sui punti di misura.
I dati acquisiti vengono elaborati, confrontati, sia in termini di coordinate colorimetriche che di valori di Riflettanza spettrale nel range misurato (400 nm – 700 nm).

	L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE ab
17 Cotone ocra	65,7231	13,0903	48,0034	66,0401	11,1410	49,2118	0,3170	-1,9493	1,2083	2,3152
22 Taffetà seta panna	88,7068	4,2040	6,8975	89,4841	2,7173	4,5721	0,7773	-1,4867	-2,3254	2,8674
23 Lana Grigia	37,4416	-0,3317	2,6969	33,4004	-0,2212	1,6661	-4,0411	0,1105	-1,0308	4,1720
24 Misto Lana panna	80,7693	2,2624	12,2486	79,5204	2,6915	13,5663	-1,2489	0,4291	1,3177	1,8655
25 Lino Beige	74,0411	2,4915	10,4777	73,8601	2,6054	11,6067	-0,1810	0,1139	1,1290	1,1491
26 Lino Panna	91,3547	0,9856	7,7899	92,1939	-0,0563	7,1010	0,8392	-1,0418	-0,6888	1,5047
27 Velluto di Cotone ocra	58,2514	14,9639	39,9055	56,2590	16,2221	42,9061	-1,9924	1,2581	3,0006	3,8153
28 Velluto di Cotone panna	83,6636	2,1228	20,0185	81,3963	2,6845	20,8474	-2,2673	0,5617	0,8289	2,4785
29 Fustagno di Cotone marrone	38,3695	7,8867	20,0032	38,8135	7,8887	20,8081	0,4440	0,0020	0,8049	0,9193
30 Raso misto ocra	65,7401	10,0547	44,6150	66,7625	10,1548	44,6396	1,0224	0,1001	0,0246	1,0276

TABELLA 1–coordinate colorimetriche prima e dopo il trattamento con NORICA PLUS

Dall'analisi dei dati misurati sui campioni, prima e dopo il trattamento con il disinfettante NORICA PLUS è stato osservato che:

1 Feltro blu - Il punto 1 dopo il trattamento con disinfettante mostra una modesta diminuzione della Luminosità, modesto aumento della coordinata colorimetriche a, cioè il colore tende verso il rosso ed un aumento negativo della coordinata b, cioè il colore tende di più verso il blu; il ΔE, che indica le dimensioni della differenza cromatica, mostra un valore che per arrotondamento è uguale a 1.

2 Feltro celeste - Il punto 2 dopo il trattamento mostra un aumento considerevole della Luminosità, con diminuzione della coordinata colorimetrica a, cioè tendente al rosso, ed una notevole diminuzione della coordinata colorimetrica b, cioè tendente al giallo; il valore del ΔE indica una notevole differenza cromatica superiore a 1.

3 Cotone naturale - Il punto 3 dopo trattamento presenta un considerevole aumento della Luminosità, una diminuzione della coordinata colorimetrica a ed una modesta diminuzione della coordinata colorimetrica b; il valore del ΔE indica una differenza cromatica notevolmente superiore a 1.

4 Cotone verde - Il punto 4 mostra dopo il trattamento un aumento della Luminosità, la coordinata colorimetrica a è lievemente diminuita e anche la b è diminuita; la differenza cromatica rappresentata dal valore del ΔE è superiore a 1.

5 Misto Cotone - Il punto 5 dopo il trattamento mostra una luminosità aumentata, la coordinata colorimetrica a è diminuita e la b risulta modestamente diminuita; il valore del ΔE mostra una differenza cromatica superiore a 1.

6 Cotone marrone - Il punto 6 mostra il valore della Luminosità aumentato, la coordinata colorimetrica a è diminuita e la b aumentata; la differenza cromatica ΔE è superiore a 1.

7 Cotone panna - Il punto 7 mostra un modesto aumento della Luminosità e modesta diminuzione delle coordinate colorimetriche a e b; insignificante risulta la differenza cromatica ΔE inferiore a 1.

8 Cotone marrone - Il punto rilevato mostra un modesto incremento della Luminosità, un modesto incremento della coordinata colorimetrica a ed una modesta diminuzione della coordinata b; il valore del ΔE indica una differenza cromatica superiore a 1.

10 Seta viola - Il punto mostra una modesta diminuzione della Luminosità, cosi come la coordinata colorimetrica a, mentre la coordinata b è quasi inalterata; anche il valore del ΔE indica una differenza cromatica inferiore a 1.

11 Seta panna - Il punto rilevato mostra un aumento della Luminosità e una diminuzione delle coordinate colorimetriche a e b, con un valore del ΔE che indica una differenza cromatica superiore a 1.

12 Cotone pesca - Il punto 12 mostra un aumento della Luminosità ed una diminuzione delle coordinate a e b; anche il valore del ΔE indica una differenza cromatica superiore a 1.

17 Cotone ocra - Il punto mostra il valore Luminosità modestamente aumentato, la coordinata colorimetrica a è diminuita e la b aumentata; la differenza cromatica ΔE è superiore a 1.

22 Taffetà di seta panna - Il punto 22 mostra un modesto aumento della Luminosità ed una diminuzione delle coordinate a e b; anche il valore del ΔE indica una differenza cromatica superiore a 1.

23 Lana grigia - Il punto 23 mostra un decremento di tutte e tre le coordinate colorimetriche, anche se più significativo per la luminosità; il valore del ΔE indica una differenza cromatica notevolmente superiore a 1.

24 Misto lana panna - Il punto rilevato mostra una diminuzione della Luminosità, un modesto aumento della coordinata a e aumento della coordinata b; anche il valore del ΔE indica una differenza cromatica superiore a 1.

25 Lino beige - Il punto 25 mostra il valore della Luminosità modestamente dimi-

nuito, leggermente aumentata la coordinata colorimetrica a ed aumentata la coordinata colorimetrica b; il valore del ΔE, che indica le dimensioni della differenza cromatica, mostra un valore che per arrotondamento è uguale a 1.

26 Lino panna - Il punto 26 mostra il valore della Luminosità modestamente aumentato, la coordinata colorimetrica a si è spostata negativamente verso il verde e la coordinata colorimetrica b è modestamente diminuita; la differenza cromatica ΔE mostra un valore che per arrotondamento è uguale a 1.

27 Velluto di cotone ocra - Il punto 27 dopo il trattamento mostra una diminuzione della Luminosità, con aumento della coordinata colorimetrica a, cioè tendente al rosso, e aumento della coordinata colorimetrica b, cioè tendente al giallo; il valore del ΔE indica una differenza cromatica superiore a 1.

28 Velluto di cotone panna - Il punto 28 mostra dopo il trattamento una diminuzione della Luminosità, con aumento modesto della coordinata colorimetrica a, cioè tendente al rosso, e aumento modesto della coordinata colorimetrica b, cioè tendente al giallo; il valore del ΔE indica una differenza cromatica superiore a 1.

29 Fustagno di cotone marrone - Il punto 29 mostra dopo il trattamento un modesto aumento della Luminosità, con un aumento poco significativo della coordinata colorimetrica a e aumento modesto della coordinata colorimetrica b; il valore del ΔE indica una differenza cromatica inferiore a 1.

30 Raso misto ocra - Il punto rilevato mostra dopo il trattamento un aumento della Luminosità, così come la coordinata colorimetrica a ed un aumento poco significativo della coordinata colorimetrica b; il valore del ΔE indica una differenza cromatica che per arrotondamento è uguale a 1.

PUNTI DI MISURA	COORDINATE COLORIMETRICHE prima del trattamento			COORDINATE COLORIMETRICHE dopo il trattamento			DIFFERENZE COLORIMETRICHE dei punti di misura			
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE ab
1 Feltro blu	28,7602	6,3062	-34,4412	26,6693	7,7881	-36,1469	-2,0909	1,4819	-1,7057	1,1196
2 Feltro celeste	67,1180	-11,0381	-17,4426	75,9920	-9,0764	-13,7194	8,8740	1,9617	3,7232	9,8213
3 Cotone natur.	71,6599	3,8041	19,7005	75,9009	-20,5156	17,7475	4,2410	-2,5257	-1,9531	5,3085
4 Cotone verde	46,7808	-21,9639	16,8774	47,7561	2,4490	15,4255	0,9753	1,4482	-1,4519	2,2708
5 Misto Cotone	82,3322	3,2851	15,9129	81,6292	3,6319	15,8483	-0,7030	-0,8362	-0,0646	1,0944
6 Cotone marrone	38,6781	4,7907	13,3321	37,8216	3,6319	13,0523	-0,8566	-1,1588	-0,2798	1,4679
7 Cotone panna	88,1322	1,6986	10,0644	89,3246	0,9581	10,0379	1,1923	-0,7405	-0,0265	1,4038
8 Cotone marrone	43,0982	3,0878	14,1565	39,5407	2,9017	13,4852	-3,5575	-0,1861	-0,6713	3,6250
10 Seta viola	28,6153	11,0312	-4,8034	22,4429	6,9679	-3,5785	-6,1724	-4,0633	1,2249	7,4906
11 Seta panna	89,2505	2,1462	11,0064	89,4799	0,4261	9,3188	0,2294	-1,7201	-1,6876	2,4206
12 Cotone pesca	72,6838	13,3968	32,4717	72,2179	14,6856	29,9918	-0,4659	1,2888	-2,4799	2,8333
17 Cotone ocra	65,7231	13,0903	48,0034	65,1035	11,9625	49,7184	-0,6196	-1,1278	1,7150	2,1441
22 Taffetà seta panna	88,7068	4,2040	6,8975	88,2437	2,8204	7,9741	-0,4631	-1,3836	1,0766	1,8132
23 Lana Grigia	37,4416	-0,3317	2,6969	33,6578	-0,2287	2,0281	-3,7837	0,1030	-0,6688	3,8438

	L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE ab
24 Misto Lana panna	80,7693	2,2624	12,2486	76,4270	3,1547	13,3193	-4,3423	0,8923	1,0706	4,5605
25 Lino Beige	74,0411	2,4915	10,4777	71,8648	2,7986	11,9591	-2,1763	0,3071	1,4814	2,6505
26 Lino Panna	91,3547	0,9856	7,7899	91,9086	0,2890	6,4226	0,5539	-0,6965	-1,3673	1,6314
27 Velluto di Cotone ocra	58,2514	14,9639	39,9055	54,6006	17,8611	46,3896	-3,6508	2,8972	6,4842	7,9854
28 Velluto di Cotone panna	83,6636	2,1228	20,0185	81,3921	2,3551	20,4722	-2,2715	0,2323	0,4537	2,3280
29 Fustagno di Cotone marrone	38,3695	7,8867	20,0032	38,6353	8,7894	22,8284	0,2658	0,9027	2,8252	2,9778
30 Raso misto ocra	65,7401	10,0547	44,6150	62,5722	13,0006	43,8873	-3,1679	2,9460	-0,7277	4,3868

TABELLA 2– coordinate colorimetriche prima e dopo il trattamento con PRE CLEAN MOM

Dall'analisi dei dati misurati sui campioni, prima e dopo il trattamento con il disinfestante PRE CLEAN MOM è stato osservato che:

1 **Feltro blu** - Il punto 1 mostra dopo il trattamento con disinfettante una diminuzione della Luminosità, aumento della coordinata colorimetrica a (cioè il colore tende verso il rosso) ed una diminuzione della coordinata b (cioè il colore tende verso il blu); il ΔE, che indica le dimensioni della differenza cromatica, mostra un valore che per arrotondamento è uguale a 1.

2 **Feltro celeste** - Il punto 2 dopo il trattamento mostra un aumento della Luminosità, con aumento della coordinata colorimetrica a, cioè tendente al rosso, ed un aumento della coordinata colorimetrica b, cioè tendente al giallo; il valore del ΔE è di molto superiore a 1, indicando una notevole differenza cromatica.

3 **Cotone naturale** - Il punto 3 dopo il trattamento presenta un aumento della Luminosità, una diminuzione della coordinata colorimetrica a e una diminuzione della coordinata colorimetrica b; il valore 5,308 del ΔE indica una notevole differenza cromatica.

4 **Cotone verde** - Il punto 4 mostra dopo il trattamento un aumento della Luminosità e della coordinata colorimetrica a, ma una diminuzione della coordinata b; la differenza cromatica rappresentata dal valore del ΔE è superiore a 1.

5 **Misto Cotone** - Il punto 5 dopo il trattamento mostra una luminosità in lieve diminuzione e le coordinate colorimetriche a e b risultano modestamente variate; il valore del ΔE, indicante la differenza cromatica, per arrotondamento è uguale a 1.

6 **Cotone marrone** - Il punto 6 mostra i valori della Luminosità e della coordinata colorimetrica a modestamente diminuiti, e anche la b risulta lievemente diminuita; il valore del ΔE, che indica le dimensioni della differenza cromatica, per arrotondamento è uguale a 1.

7 **Cotone panna** - Il punto 7 mostra un modesto aumento della Luminosità e diminuzione delle coordinate colorimetriche a e b; il ΔE, che indica le dimensioni della differenza cromatica, mostra un valore che per arrotondamento è uguale a 1.

8 **Cotone marrone** - Il punto rilevato mostra una diminuzione della Luminosità e una diminuzione delle coordinate a e b; anche il valore del ΔE, superiore a 1, indica una notevole differenza cromatica.

10 **Seta viola** - Il punto mostra una diminuzione della Luminosità, cosi come la coordinata colorimetrica a, ma un aumento della coordinata b; anche il valore del ΔE indica una differenza cromatica notevolmente superiore a 1.

11 **Seta panna** - Il punto rilevato mostra un leggero aumento della Luminosità e una diminuzione delle coordinate colorimetriche a e b, con un valore del ΔE che indica una differenza cromatica superiore a 1.

12 **Cotone pesca** - Il punto 12 mostra una modesta diminuzione della Luminosità, un aumento della coordinata a e diminuzione della coordinata b; anche il valore del ΔE indica una differenza cromatica superiore a 1.

17 **Cotone ocra** - Il punto mostra il valore della Luminosità modestamente diminuito, la coordinata colorimetrica a è diminuita e la b aumentata; la differenza cromatica ΔE è superiore a 1.

22 **Taffetà di seta panna** - Il punto 22 mostra una modesta diminuzione della Luminosità, una diminuzione della coordinata a ed aumento della b; il valore del ΔE indica una differenza cromatica superiore a 1.

23 **Lana grigia** - Il punto 23 mostra un decremento per la luminosità L e per la coordinata b, mentre la a risulta leggermente aumentata; il valore del ΔE è notevolmente superiore a 1.

24 **Misto lana panna** - Il punto rilevato mostra una diminuzione della Luminosità ed un modesto aumento delle coordinate a e b; anche il valore del ΔE indica una differenza cromatica notevolmente superiore a 1.

25 **Lino beige** - Il punto 25 mostra il valore della Luminosità diminuito, la coordinata colorimetrica a è modestamente aumentata, come è aumentata la coordinata colorimetrica b; la differenza cromatica ΔE è maggiore di 1.

26 **Lino panna** - Il punto 26 mostra il valore della Luminosità modestamente aumentato, la coordinata colorimetrica a è lievemente diminuita, come la coordinata colorimetrica b; la differenza cromatica ΔE è superiore a 1.

27 **Velluto di cotone ocra** - Il punto 27 dopo il trattamento mostra una diminuzione della Luminosità, con aumento della coordinata colorimetrica a (cioè tendente al rosso) e aumento della coordinata colorimetrica b (tendente al giallo); il valore del ΔE, nettamente superiore a 1, indica una notevole differenza cromatica.

28 **Velluto di cotone panna** - Il punto 28 mostra dopo il trattamento una diminu-

zione della Luminosità, con modesto aumento delle coordinate colorimetriche a e b, cioè a tendente al rosso e b tendente al giallo; il valore del ΔE indica una differenza cromatica superiore a 1.

29 Fustagno di cotone marrone - Il punto 29 dopo il trattamento mostra un modesto aumento della Luminosità e delle coordinate colorimetriche a e b; il valore del ΔE indica una differenza cromatica superiore a 1.

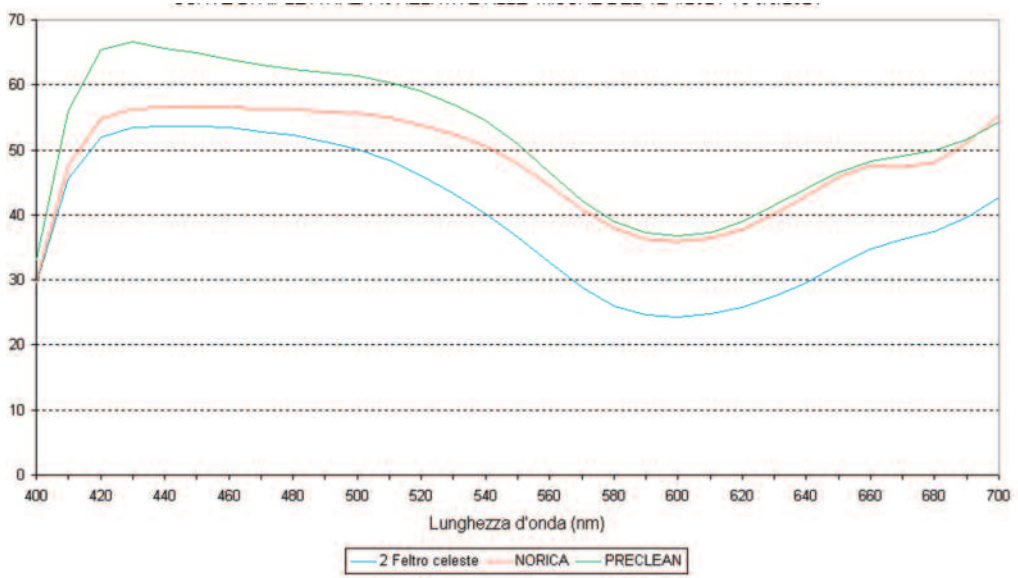
30 Raso misto ocra - Il punto rilevato mostra dopo il trattamento una diminuzione della Luminosità, aumenta la coordinata colorimetrica a e diminuisce leggermente la b; il valore del ΔE indica una differenza cromatica notevolmente superiore a 1.

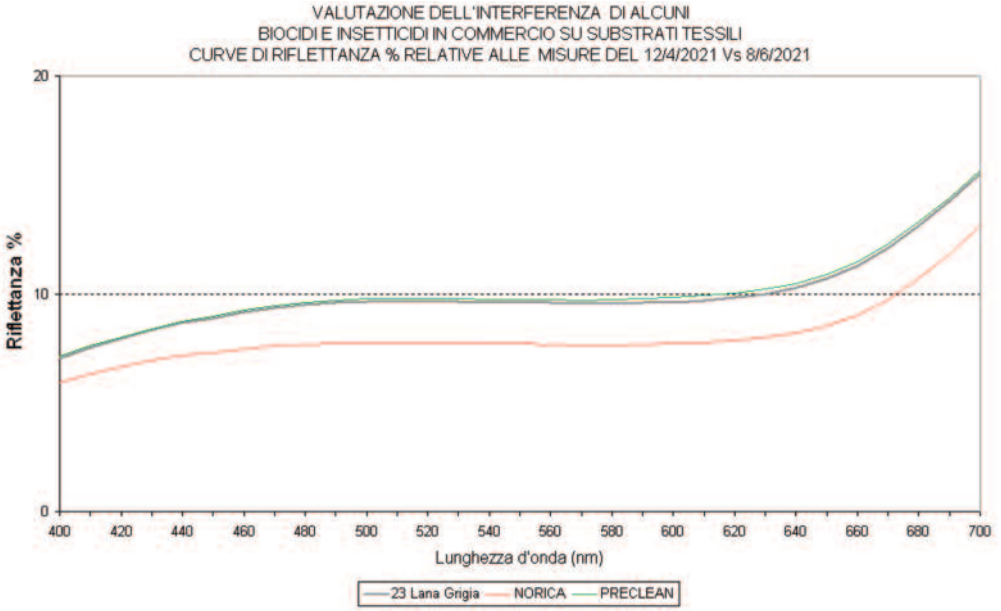
Le misure colorimetriche dei campioni trattati, acquisite e documentate dopo l'intervento di disinfezione con NORICA PLUS (Tabella 1), hanno consentito di monitorare le variazione delle caratteristiche ottiche, sia in termini di riflettanza spettrale che di coordinate colorimetriche.
Esiste una regola empirica secondo la quale:

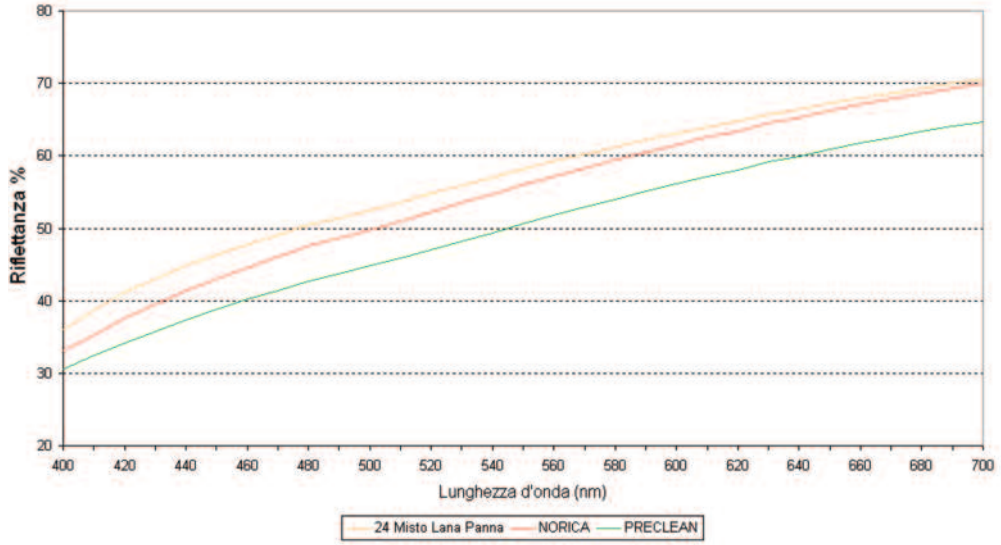
- entro la differenza ΔE = 1 i colori sono apparentemente uguali,
- entro la differenza ΔE = 3 i colori non sono significativamente diversi,
- oltre la differenza ΔE = 5 i colori sono decisamente diversi.

L'indagine spettrofotometrica condotta ha permesso di valutare che alcuni tessuti hanno avuto un'alterazione cromatica che sfora abbondantemente il valore di accettabilità ΔE minore o uguale ad 1 (vedi ΔE dei campioni 2, 3, 23, e 27); alcuni hanno leggermente sforato il limite di accettabilità, ma considerato l'arrotondamento ad 1, rientrano nella norma (vedi ΔE dei campioni 1, 25, 26 e 30); rientranti nel valore limite, poiché al di sotto di 1, sono i campioni 7, 10 e 29; i restanti non sono accettabili.
In sintesi, considerato il valore ΔE minore o uguale a 1, su 21 campioni trattati con NORICA PLUS soltanto 8 sono accettabili, pari al 38%. Qualora invece dovessimo considerare il valore ΔE minore o uguale a 3, per cui i colori non risultano significativamente diversi, i campioni accettabili sono 17 su 21, per una percentuale dell'81%

Anche per quanto riguarda le misure colorimetriche dei campioni trattati con PRE CLEAN MOM rispetto ai campioni controllo (Tabella 2), l'indagine spettrofotometrica condotta ha permesso di valutare che alcuni tessuti in seguito al trattamento hanno subito un'alterazione cromatica che sfora abbondantemente il limite di accettabilità di 1 (vedi ΔE dei campioni 2, 3, 8, 10, 23, 24, 27 e 30); alcuni hanno leggermente superato il limite di accettabilità, ma considerato l'arrotondamento ad 1 rientrano nei parametri (vedi ΔE dei campioni 1, 5, 6 e 7); i restanti non mostrano valori accettabili.
In sintesi, considerato il valore ΔE minore o uguale a 1, con colori che sono apparentemente uguali, su 21 campioni soltanto 4 sono accettabili, pari al 19%.
Qualora invece dovessimo considerare il valore ΔE minore o uguale a 3, con colori che non sono significativamente diversi, i campioni accettabili sono 13 su 21, per una percentuale del 62% .
Qui di seguito esempi di misure colorimetriche sui campioni 2 - 23 - 24 in cui l'alterazione cromatica (ΔE) supera il limite di accettabilità di 1.




VALUTAZIONE DELL'INTERFERENZA DI ALCUNI
BIOCIDI E INSETTICIDI IN COMMERCIO SU SUBSTRATI TESSILI
CURVE DI RIFLETTANZA % RELATIVE ALLE MISURE DEL 12/4/2021 Vs 8/6/2021
Riflettanza %
Lunghezza d'onda (nm)
23 Lana Grigia
NORICA
PRECLEAN


Riflettanza %
Lunghezza d'onda (nm)
24 Misto Lana Panna
NORICA
PRECLEAN

4. MONITORAGGIO DEL pH

Una variazione del pH può provocare fenomeni di deterioramento nei diversi tipi di fibre:

1) Fibre di origine naturale contenenti cellulosa - sono sensibili all'acidificazione, poiché provoca a temperatura ambiente l'idrolisi. I prodotti che si formano sono riferibili all'idrossicellulosa, una sostanza molto più debole della cellulosa; l'attacco produce una spaccatura della molecola, con perdita di resistenza fino alla trasformazione della fibra in una polvere friabile. Anche il processo di alcalinizzazione attacca la cellulosa provocando una perdita di peso ed una degradazione progressiva.

2) Lana – il legame peptidico è chimicamente forte. La lana può assorbire acidi in piccola concentrazione; con acidi concentrati, invece, i gruppi peptidici della catena vengono attaccati e la degradazione che ne deriva si manifesta come una perdita di resistenza alla tensione. Ben più drastico è il processo di idrolisi indotto dagli alcali; la solubilità degli alcali aumenta se la lana è stata precedentemente degradata per idrolisi dei legami peptidici o per rottura dei legami sulfurei.

3) Seta – la fibra di seta, trattata con acidi e alcali subisce l'idrolisi del legame peptidico in misura diversa a seconda del pH, tra pH 4 e pH 8. La degradazione è rivelata da una perdita di resistenza alla tensione e da variazioni di viscosità. L'idrolisi è più accentuata se prodotta da acidi che non da alcali; sembra che ciò sia dovuto al fatto che mentre gli alcali attaccano solo le estremità della catena, gli acidi distribuiscono l'attacco lungo tutta la sua lunghezza.

Come precedentemente detto, sui nostri campioni di tessuto, prima e dopo i trattamenti biocidi con NORICA PLUS e PRE CLEAN MOM, sono stati misurati i valori del pH per rilevare le eventuali acidificazioni o alcalinizzazioni, che potrebbero causare fenomeni di degrado e nella TABELLA 3 sono riepilogati i risultati dell'indagine:

Campione	pH tessile non trattato	pH tessile trattato con Norica Plus	Δ pH	pH tessile trattato con Pre Clean Mom	Δ pH
N° 1	6,25	6,25	0,00	5,14	- 1,11
N° 2	8,54	7,04	- 1,50	5,92	- 2,62
N° 3	7,05	6,49	- 0,56	5,44	- 1,61
N° 4	6,92	6,34	- 0,58	5,52	- 1,40
N° 5	6,52	5,90	- 0,62	5,46	- 1,06
N° 6	6,81	6,15	- 0,66	5,08	- 1,73
N° 7	5,70	5,71	+ 0,01	5,32	- 0,38
N° 8	5,92	5,74	- 0,18	5,33	- 0,59
N° 10	5,42	5,81	+ 0,39	5,13	- 0,29
N° 11	6,51	5,91	- 0,16	6,06	- 0,45
N° 12	5,85	5,66	- 0,19	5,30	- 0,55
N° 17	6,21	5,98	- 0,23	5,60	- 0,60
N° 22	4,75	4,44	- 0,31	4,90	- 0,15
N° 23	5,58	4,85	- 0,73	5,33	- 0,25
N° 24	6,47	6,22	- 0,25	5,57	- 0,90
N° 25	- 0,43	- 0,43	- 0,43	6,04	- 0,38
N° 26	6,56	5,98	- 0,58	5,50	- 1,06
N° 27	6,26	6,14	- 0,12	5,25	- 1,01
N° 28	6,43	5,81	- 0,62	5,35	- 1,08
N° 29	5,20	4,55	- 0,65	4,42	- 0,78
N° 30	5,58	5,12	- 0,46	3,91	- 1,67

TABELLA 3 – Variazione del pH dopo il trattamento con disinfettante e disinfestante

1 Feltro blu - Il campione 1 dopo il trattamento con disinfettante NO1 Feltro blu - Il campione 1 dopo il trattamento con disinfettante NORICA PLUS non mostra alcuna variazione del pH, invece, dopo il trattamento con il disinfestante PRE CLEAN MOM mostra una variazione del pH tendente verso l'acidità. Vedi valori in Tabella del ΔpH.

2 Feltro celeste – Come si evince dai valori in Tabella del Δ pH, il campione 2 dopo i trattamenti mostra una variazione del pH tendente verso l'acidità, più spiccata dopo il trattamento con il disinfestante PRE CLEAN MOM.

3 Cotone naturale – Anche il campione 3 presenta dopo il trattamento con disinfettante NORICA PLUS una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità, che dopo il trattamento con il disinfestante PRE CLEAN MOM è più significativo.

4 Cotone verde – Anche nel punto 4 rileviamo una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità dopo il trattamento con disinfettante NORICA PLUS, che diventa più significativo dopo il trattamento con il disinfestante PRE CLEAN MOM. Vedi valori in Tabella del Δ pH.

5 Misto cotone – Stesso tipo di variazione viene rilevata nel campione 5. Vedi valori del Δ pH in Tabella.

6 Cotone marrone - Stesso tipo di variazione viene rilevata nel campione 6. Vedi valori in Tabella del Δ pH.

7 Cotone panna - Il punto 7 dopo il trattamento con disinfettante NORICA PLUS mostra una modesta variazione del pH tendente verso la basicità, invece, dopo il trattamento con il disinfestante PRE CLEAN MOM mostra una modesta variazione del pH verso l'acidità. Vedi valori in Tabella del Δ pH.

8 Cotone marrone - Il punto rilevato dopo entrambi i trattamenti manifesta una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità. Vedi valori del Δ pH in Tabella.

10 Seta viola - Il punto evidenzia, dopo il trattamento con disinfettante NORICA PLUS, una modesta variazione del pH tendente verso la basicità, invece dopo il trattamento con il disinfestante PRE CLEAN MOM mostra una modesta variazione del pH verso l'acidità. Vedi valori in Tabella del ΔpH.

11 Seta panna - Il punto rilevato dopo entrambi i trattamenti manifesta una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità. Vedi valori del Δ pH in Tabella.

12 Cotone pesca – Anche il punto 12 dopo entrambi i trattamenti manifesta una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità. Vedi valori del Δ pH in Tabella.

17 Cotone ocra - Il punto rilevato dopo entrambi i trattamenti manifesta una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità. Vedi valori del ΔpH in Tabella.

22 Taffetà di seta panna - Anche il punto 22 dopo entrambi i trattamenti manifesta una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità. Vedi valori del ΔpH in Tabella.

23 Lana grigia - Anche il campione 23 dopo entrambi i trattamenti manifesta una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità. Vedi valori del Δ pH in Tabella.

24 Misto lana panna - Il punto rilevato indica, dopo il trattamento con disinfettante NORICA PLUS, una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità, più spiccata dopo il trattamento con il disinfestante PRE CLEAN MOM.

25 Lino beige - Il campione 25 dopo entrambi i trattamenti manifesta una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità. Vedi valori del Δ pH in Tabella.

26 Lino panna - Il punto rilevato indica, dopo il trattamento con disinfettante NORICA PLUS, una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità, più spiccata dopo il trattamento con il disinfestante PRE CLEAN MOM.

27 Velluto di cotone ocra - Il campione 27 indica, dopo il trattamento con disinfettante NORICA PLUS, una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità, più

spiccata dopo il trattamento con il disinfestante PRE CLEAN MOM. Vedi valori del Δ pH in Tabella.

28 Velluto di cotone panna – Anche il campione 28 evidenzia, dopo il trattamento con disinfettante NORICA PLUS, una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità, più spiccata dopo il trattamento con il disinfestante PRE CLEAN MOM. Vedi valori del Δ pH in Tabella.

29 Fustagno di cotone marrone - Il punto rilevato dopo entrambi i trattamenti manifesta una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità. Vedi valori del Δ pH in Tabella.

30 Raso misto ocra - Il punto rilevato indica, dopo il trattamento con disinfettante NORICA PLUS, una modesta variazione del pH tendente verso l'acidità, più spiccata dopo il trattamento con il disinfestante PRE CLEAN MOM.

Dopo il trattamento dei campioni scelti con il disinfettante NORICA PLUS si è osservato che:
il campione 1 e 7 sono pressoché stabili, il numero 10 ha subito una lieve alcalinizzazione con uno scostamento inferiore all'unità, il campione 2 un processo di acidificazione con una variazione superiore all'unità. I restanti un leggero processo di acidificazione con uno scarto inferiore all'unità. Vedi Δ pH in tabella. La percentuale dei campioni con uno scostamento inferiore all'unità è del 95%.

Dopo il trattamento con l'insetticida PRE CLEAN MOM si è osservato che:
i campioni 7, 8,10, 11, 12, 17, 22, 23, 24, 25 e 29 hanno subito un leggero processo di acidificazione con uno scostamento inferiore all'unità, i restanti campioni, invece, hanno subito un processo di acidificazione con una variazione superiore all'unità. Vedi i Δ pH in tabella. La percentuale dei campioni con uno scarto inferiore all'unità è del 52%.

5. CONCLUSIONI

Come mostrano quindi i risultati ottenuti, i trattamenti biocidi saggiati tendono ad interferire sui substrati tessili trattati, alterandone più o meno significativamente il colore e la struttura. Comunque si è potuto verificare che le alterazioni causate dal disinfettante a base di O fenilfenolo + un Sale di Ammonio quaternario (NORICA PLUS), sono percentualmente meno rilevanti rispetto a quelle prodotte dall'uso dell'insetticida a base di Permetrina, sostanza efficacissima contro gli insetti xilofagi, utilizzata prevalentemente sul legno infestato la cui struttura non viene intaccata da essa, ma i cui effetti non si erano ancora studiati sui substrati tessili.