

**Spett.le  
Dipartimento delle  
Relazioni Esterne  
Via Urbana, 167  
00184 ROMA RM**

**Ing. Sergio Perticaroli  
Direttore Dipartimento DOC  
ISPESL  
Via Alessandria, 220/e  
00195 ROMA RM**

**Dott.ssa Nicoletta Mucci  
Responsabile Scientifico ISPESL  
Via Alessandria, 220/e  
00195 ROMA RM**

Biella, 31 maggio 2005

FP/mr

**Oggetto:** Ricerca n° B/20/DOC/03 “Osservatorio nazionale sulle sostanze chimiche nocive, sensibilizzanti ed irritanti, utilizzate nel processo produttivo e durante l’uso di prodotti tessili”.

**AREA TEMATICA DI RICERCA**

**pag. 3**

**OBIETTIVO DELLA RICERCA**

**pag. 3**

**PREMESSA**

**pag. 5**

<b>ORGANIZZAZIONE DELLA RICERCA</b>	<b>pag. 5</b>
Materiali standard di riferimento.	
Metodiche di estrazione dei metalli dalle matrici tessili	
Ripartizione delle risorse	
Tempistica	
<b>CONTENUTI GENERALI DELLA RICERCA</b>	<b>pag. 6</b>
<b>SELEZIONE METODICHE ANALITICHE</b>	<b>pag. 8</b>
Scopo e campo di applicazione	
Riferimenti normativi	
Principio operativo delle norme indicate	
Reagenti	
Apparecchiature	
Procedimento di eluizione	
Estrazione	
Principio del metodo	
Campo di applicazione	
Riferimenti normativi	
Apparecchiature	
Reagenti e relativa preparazione	
Procedimento analitico	
Calcoli ed espressione dei risultati	
<b>PREPARAZIONE DEI CAMPIONI</b>	<b>pag. 13</b>
<b>RISULTATI ANALITICI</b>	<b>pag. 15</b>
<b>INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI ANALITICI</b>	<b>pag. 25</b>
<b>CROMO TOTALE</b>	
<b>CROMO ESAVALENTE</b>	
<b>COBALTO</b>	
<b>NICHEL</b>	
<b>RAME</b>	
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>pag. 30</b>
<i>Appendice: ENTI COINVOLTI</i>	<b>pag. 33</b>
Associazione Tessile e Salute - Biella	
CRAB - Medicina Ambiente - Biella	
ISMAC – Istituto per lo Studio delle Macromolecole - Biella	
Istituto Tecnico Industriale Statale “Tullio Buzzi”-Prato	
Istituto Tecnico Industriale Statale “Q.Sella” - Biella	
Stazione Sperimentale per la Seta - Como	

## **AREA TEMATICA DI RICERCA**

Sistema informativo. Innovazione e potenziamento degli strumenti informativi per la valutazione e l'elaborazione di dati rilevati sul territorio per la prevenzione del rischio infortunistico e ottimizzazione dei flussi informativi tra i diversi livelli.

## **OBIETTIVO DELLA RICERCA**

La qualità dei prodotti tessili italiani e la sicurezza durante le varie fasi di produzione industriale sono state oggetto, in anni recenti, di azioni tendenti alla definizione di nuovi scenari caratterizzati da interventi legislativi e produttivi finalizzati alla tutela della salute dei lavoratori e dei consumatori.

Da un lato è progressivamente cresciuta l'attenzione dei consumatori verso materiali tessili finiti a basso impatto per la salute in quanto esenti da sostanze pericolose e prodotti con processi più sicuri per la salute dei lavoratori e per l'ambiente.

Inoltre la progressiva eliminazione delle barriere doganali e l'affermazione dell'economia globale ha reso più concreto il rischio dell'immissione in commercio nel nostro Paese di materiali tessili semilavorati o finiti per i quali non vi è alcun controllo del processo produttivo e che spesso vengono prodotti utilizzando sostanze o processi non più consentiti per legge in Italia e in Europa e comunque con un impatto potenziale sulla salute dei consumatori.

Pertanto risulta attuale ed importante il problema di certificare la qualità e la sicurezza dei materiali tessili prodotti in Italia e di controllare la rispondenza alle normative attuali dei materiali tessili importati.

In questo contesto uno degli obiettivi prioritari è quello di avere un chiaro quadro di riferimento per quanto riguarda l'identificazione delle sostanze pericolose che non possono più essere utilizzate per la produzione di materiali tessili e che sono state bandite con normativa nazionale od europea, sia per certificarne l'assenza all'interno di un sistema di qualità del prodotto finito, sia per monitorarne l'eventuale presenza in manufatti tessili provenienti da aree geografiche a rischio.

Questo obiettivo comporta, come conseguenza, la verifica della disponibilità di metodologie analitiche atte al riconoscimento qualitativo e all'analisi quantitativa delle suddette sostanze nei prodotti tessili.

Una volta identificate le sostanze pericolose sulle quali focalizzare l'attenzione, la verifica delle metodologie analitiche richiede una verifica preliminare del quadro normativo nazionale o europeo con riferimento anche ai programmi nazionali ed europei di etichettatura ecologica.

Ne risulta un ampio ventaglio di tecniche analitiche, generalmente complesse, che devono o possono essere utilizzate nella valutazione dei parametri tossicologici o ecologici. In molti casi trattasi di metodiche che sono codificate da norme nazionali od europee, in altri casi le metodiche, sebbene standardizzate, non sono univoche, in altri

casi ancora non sono disponibili metodiche ufficiali e pertanto i singoli laboratori applicano metodiche interne non standardizzate.

Le metodiche interne non standardizzate non possono, per definizione, originare riferimenti di precisione e di accuratezza di validità generale, se non sottoposte ad una opportuna verifica interlaboratorio e producono un dato analitico di intrinseco scarso valore.

D'altro canto esistono anche metodiche standardizzate di notevole complessità applicativa che possono produrre un dato analitico preciso e riproducibile solo se applicate da laboratori competenti e specializzati che operano in regime di qualità.

Poiché, per quanto detto precedentemente, il dato analitico rappresenta, laddove la normativa lo prevede, il parametro finale di riferimento per determinare la qualità di un prodotto tessile o la sua non rispondenza alle normative ufficiali, risulta evidente come possa essere di fondamentale importanza una ricerca centrata sulla verifica operativa di alcune metodiche impiegate per l'analisi di sostanze potenzialmente pericolose in prodotti tessili.

## PREMESSA

A seguito della riduzione del finanziamento richiesto si è posto il problema di ridurre il numero di centri di ricerca tessile da coinvolgere ed il numero di metodiche da sottoporre a valutazione di qualità interlaboratorio. Sono stati perciò coinvolti tre centri di Biella, uno di Prato ed uno di Como.

Il numero di metodiche da verificare in base al finanziamento sono state decise nella riunione tenuta a Biella il 28/06/2004.

A tale incontro hanno partecipato Dott. Franco Piunti, per Tessile e Salute; Dott. Riccardo Innocenti per CNR Istituto Ismac di Biella; Prof. Ermanno Marchesi per ITIS Quintino Sella di Biella; Dott. Giuseppe Bartolini per l'ITIS Buzzi di Prato, Dott. Giorgio Fornaro per il CRAB di Biella; Dott. Gian Maria Colonna per la Stazione Sperimentale per la Seta di Como.

Dal verbale della riunione è emerso quanto segue:

In questo contesto gli Enti partecipanti hanno deciso all'unanimità di limitare la ricerca ad un solo argomento, scegliendolo sulla base dei seguenti criteri:

- ✓ le metodiche di estrazione ed individuazione dei metalli pesanti nei prodotti tessili non sono standardizzate e attualmente non esiste in Italia nessuna verifica interlaboratorio;
- ✓ sostanze che hanno, anche per la loro diffusione, una maggiore probabilità di sensibilizzazione e tossicità;
- ✓ sono già presenti strumenti analitici presso tutti gli Enti partecipanti con la possibilità di comparare dei dati;
- ✓ sono disponibili o si possano procurare facilmente materiali standard di riferimento.

Le sostanze che rispondono meglio a questi criteri, sono state: **METALLI PESANTI NEI MATERIALI TESSILI.**

## ORGANIZZAZIONE DELLA RICERCA

### Materiali standard di riferimento.

Verranno preparati mediante tintura diversi tipi di materiali di riferimento, comprendenti almeno due diverse matrici tessili (lana – misto lana) e una serie di coloranti contenenti metalli e appartenenti a diverse categorie tintoriali. Di questa preparazione si farà carico l'ITIS Buzzi di Prato.

I partecipanti concordano sulla necessità di analizzare, se possibile, una serie di metalli prioritari per quanto riguarda il rischio associato al loro uso nei materiali tessili, vale a dire:

**Cromo (III e VI), nichel, cobalto, rame, cadmio, arsenico, piombo, mercurio.**

L'effettiva fattibilità di tali analisi è comunque subordinata alla disponibilità di materiali di riferimento contenenti tali metalli.

### Metodiche di estrazione dei metalli dalle matrici tessili.

Verranno eseguiti test di estrazione dei metalli sulla base di metodiche normalizzate e non, impiegando soluzioni fisiologiche artificiali che simulano la cessione del metallo dalla matrice tessile all'utilizzatore in condizioni diverse e per utilizzatori diversi (adulti – bambini): sudore acido e, se i tempi e i finanziamenti lo permetteranno, acido cloridrico (UNI-EN 71-3) e saliva.

Le metodiche di estrazione verranno indagate a fondo, verificandone l'efficacia al variare delle condizioni di estrazione e la riproducibilità con test interlaboratorio in chiaro o in cieco. Non sono infatti ancora definiti e individuati i parametri che influenzano la cessione del metallo dalla matrice tessile alla soluzione fisiologica e le procedure analitiche che rendono riproducibile l'analisi.

I metalli estratti verranno quantificati nelle soluzioni fisiologiche impiegando tecniche spettrofotometriche di assorbimento atomico. Sulla base della disponibilità strumentale dei singoli laboratori, verranno impiegate tecniche di AA diverse (fornetto a grafite, plasma ottico, plasma –massa) al fine di verificare anche la riproducibilità della singola tecnica strumentale nell'analisi quantitativa dei metalli estratti. Per quanto riguarda il cromo, verranno valutate tecniche analitiche quantitative di cromatografia ionica per confronto con tecniche quantitative colorimetriche in Uv-Vis.

### Ripartizione delle risorse

Gli Enti partecipanti concordano su una ripartizione paritaria delle risorse totali messe a disposizione dell'ISPESL per il progetto in oggetto.

### Tempistica

La ricerca diventa operativa a partire dalla riunione di Biella. L'Istituto Buzzi di Prato si attiverà da subito per reperire informazioni sui coloranti da impiegare e per la preparazione dei materiali standard.

Si prevedono varie riunioni per valutare i singoli risultati analitici e la conclusione del lavoro nel mese di Marzo 2005.

## **CONTENUTI GENERALI DELLA RICERCA**

Sulla base di quanto sopra è stato approntato un programma di lavoro ricomprensivo da un lato la individuazione delle metodiche analitiche astrattamente idonee alla determinazione dei metalli pesanti derivati da cessione al sudore acido e da altro lato la conduzione di una serie di determinazioni intralaboratorio ed interlaboratorio idonee a valutare la congruità delle metodiche adottate e la riproducibilità intralaboratorio ed interlaboratorio dei dati analitici derivati dalla relativa applicazione.

Per quanto concerne la individuazione delle metodiche analitiche astrattamente idonee alla bisogna sono stati selezionati, dopo attenta valutazione preliminare, i due metodi sotto indicati in dettaglio:

- Metodo analitico UNI Progetto norma A90000500 finalizzato alla determinazione del cromo cedibile al sudore acido sui manufatti in cuoio

- Metodo analitico utilizzato nel contesto di un marchio privato di qualità ecotossicologica dei materiali tessili e finalizzato alla determinazione dei metalli pesanti cedibili al sudore acido sui manufatti tessili.

Il primo metodo sopra indicato è stato individuato e selezionato in quanto unico metodo ufficiale disponibile e ragionevolmente coerente con gli obiettivi della ricerca.

Il secondo metodo sopra indicato è stato individuato e selezionato in quanto unico metodo disponibile, per quanto non ufficiale risultando lo stesso metodo interno di un sistema privato di caratterizzazione ecotossicologica dei manufatti tessili, e pienamente coerente con gli obiettivi della ricerca.

Il tutto secondo le motivazioni specifiche esposte in dettaglio al relativo punto specifico della presente trattazione.

Per quanto concerne la conduzione delle determinazioni intralaboratorio ed interlaboratorio le stesse sono state operate su 12 diversi campioni di substrato tessile secondo le modalità specifiche esposte in dettaglio al relativo punto specifico della presente trattazione.

Tutto quanto sopra sommariamente esposto condotto al fine di conseguire gli obiettivi della ricerca, questi sintetizzabili nei punti specifici sotto esposti:

- Individuazione di una metodica analitica ritenuta congrua a rappresentare il fenomeno della cessione di metalli pesanti al sudore acido sui manufatti tessili ed idonea a produrre una corretta quantificazione dello stesso
- Individuazione della reale riproducibilità intralaboratorio ed interlaboratorio dei dati analitici derivati dall'applicazione della metodica sopra individuata
- Individuazione dei punti nodali della predetta metodica in termini di influenza degli stessi sulla riproducibilità intralaboratorio ed interlaboratorio dei dati analitici derivati dalla relativa applicazione
- Individuazione, per quanto necessario e possibile, delle modificazioni da introdurre nella metodica selezionata al fine di ottimizzare la predetta riproducibilità
- Individuazione di un corretto criterio di interpretazione del corpo di dati analitici di caratterizzazione del fenomeno al momento disponibili.

Le modalità operative generali di conduzione della ricerca, le relative risultanze e la interpretazione tecnica di queste ultime sono esposte in dettaglio nei relativi e successivi punti specifici della presente trattazione.

## **SELEZIONE METODICHE ANALITICHE**

Come già sopra anticipato sono state selezionate, al fine di procedere alla determinazione del contenuto di metalli nei materiali tessili in eluato estratto con soluzione acida di sudore artificiale, le due metodiche analitiche sotto descritte in dettaglio.

### **Scopo e campo di applicazione**

In assenza di una specifica metodologia di prova disposta da una normativa cogente, i partecipanti alla ricerca hanno deciso, dopo accurata riflessione, di definire un idoneo metodo per la determinazione della cessione di metalli da materiali tessili tinti mediante estrazione di questi ultimi con soluzione acida di sudore artificiale e successiva determinazione dei singoli analiti con spettrofotometria ad emissione atomica (ICP-AES) o spettrofotometria di assorbimento atomico (AAS).

### **Riferimenti normativi**

Al fine di quanto sopra sono state ritenute idonee a costituire metodica analitica applicabile nel contesto sopra definito le due norme sopra indicate

- Progetto di norma UNI A90000500 “ Metodo per la determinazione del contenuto di metalli nel cuoio, su eluato estratto con soluzione di sudore artificiale” – Ottobre 1999  
La norma in oggetto è individuata come metodo A nella trattazione specifica successiva
- Norma adottata da un marchio ecotossicologico volontario apprezzabilmente diffuso sul mercato europeo ed in qualche modo derivata dalla norma UNI EN ISO 105 E 04 – Tessili – Prove di solidità del colore – Solidità del colore al sudore acido e le cui regole parametrali sono richiamate in numerosi capitolati di acquisto della grande distribuzione.  
La norma in oggetto è individuata come metodo B nella trattazione specifica successiva.

Date le sostanziali analogie esistenti tra le due norme citate le stesse sono descritte in forma unitaria rilevando nel testo della descrizione i relativi elementi di reciproca differenziazione.

### **Principio operativo delle norme indicate**

Un campione di materiale tessile, di cui è stata determinata l'umidità, viene posto in un bicchiere a cui si aggiunge la soluzione acida di sudore artificiale.

Sullo stesso si effettua l'estrazione ad una determinata temperatura per un tempo prefissato.

Si filtra l'eluato di sudore artificiale e si determinano direttamente sul filtrato gli analiti ricercati mediante ICP-AES o AAS.

### **Reagenti**

Tutti i reagenti necessari allo sviluppo della metodica analitica individuata e sotto elencati devono essere di grado analitico.

- Cloridrato L-istidina monoidrato
- Sodio cloruro
- Sodio diidrogeno ortofosfato diidrato
- Idrossido di sodio 0.1 M
- Soluzioni standard di riferimento dei vari metalli a concentrazione nota
- Acqua distillata o deionizzata di grado analitico.

### **Apparecchiature**

- Stufa termostatica regolabile a  $105 \pm 2$  °C
- Bilancia analitica con accuratezza 0.1 mg
- Membrane filtranti da 0.45  $\mu$  in esteri misti di cellulosa
- Carta da filtro
- Imbuto a setto poroso e beuta di raccolta per filtrazione sotto vuoto
- Bicchieri
- Matracci tarati di vario volume
- Bagno termostatico con agitazione rotatoria o oscillante
- pHmetro.

## **Procedimento di eluizione**

Preparazione della soluzione acida di sudore artificiale:

pesare 0.5 g di cloridrato di L-istidina monoidrato, 5.0 g di sodio cloruro, 2.2 g di sodio diidrogeno ortofosfato dodecaidrato e sciogliere in circa 1 litro di acqua distillata. Portare a volume di 1 litro la soluzione, previa correzione del pH a 5.5 con idrossido di sodio 1 M. La soluzione deve essere preparata di recente.

## **Estrazione**

Essiccare preventivamente il campione di materiale tessile in stufa a  $105 \pm 2$  °C e raffreddarlo in essiccatore.

In tale contesto si individua la unica differenziazione tra le due metodiche individuate quale sotto specificata.

### **METODO A**

Pesare  $2.00 \pm 0.01$ g di campione con bilancia analitica e porli in matraccio (o bicchiere). Aggiungere 100 mL di soluzione acida di sudore (r.b.1:50) e porre il tutto in agitazione a temperatura ambiente (25 °C) per un tempo di  $3 \text{ h} \pm 5$  minuti.

### **METODO B**

Pesare  $2.00 \pm 0.01$ g di campione con bilancia analitica e porli in matraccio (o bicchiere). Aggiungere 40 mL di soluzione acida di sudore (r.b. 1:20) e porre il tutto in agitazione a temperatura di  $40 \pm 2$  °C per un tempo di  $1 \text{ h} \pm 3$  minuti.

Filtrare la soluzione ottenuta con carta da filtro e successivamente sotto vuoto con membrana da 0.45  $\mu$ .

Portare, al fine di determinare gli analiti di interesse, la soluzione come sopra ottenuta, tal quale o previa opportuna diluizione all'analisi spettrofotometrica ICP-AES o AAS, contro soluzioni di riferimento di metalli a concentrazione nota.

La relativa metodica non è esposta in dettaglio in quanto procedura consolidata e diffusa derivata dalla applicazione dei metodi analitici utilizzati per le acque di scarico e pertanto già intrinsecamente validata.

## Calcoli ed espressione dei risultati

Utilizzare, al fine di quantificare la cessione del generico metallo  $Me_x$ , la formula sotto esposta.

$$Me_x \text{ (mg/Kg)} = Me_x \text{ (mg/L)} \cdot V / P$$

dove:

$Me_x \text{ (mg/Kg)}$  = concentrazione del metallo presente nel campione, espresso come mg/Kg di materiale analizzato.

$Me_x \text{ (mg/L)}$  = concentrazione del metallo nella soluzione analizzata, espressa in milligrammi per litro, come ottenuta dall'analisi ICP-AES o AAS;

V = volume in millilitri di soluzione acida di sudore artificiale impiegata per estrarre il metallo;

P = peso secco del campione espresso in grammi.

Si ritiene poi utile, a completamento di quanto sopra esposto, riportare la metodica utilizzata nella determinazione dello analita cromo esavalente in quanto di applicazione generale meno estesa e confinata a specifici campi operativi.

## Principio del metodo

Il cromo (VI) nella soluzione dell'eluato estratto con soluzione acida di sudore artificiale viene direttamente determinato colorimetricamente come complesso con 1,5 – difenilcarbazide.

## Campo di applicazione

Il metodo analitico in oggetto è generalmente applicato alla determinazione del solo cromo (VI) direttamente nei campioni di acque naturali e di scarico, nell'intervallo di concentrazione compreso tra 0.1 e 1 mg/L

In linea di principio il metodo è applicabile all'analisi di cromo (VI) in matrici saline se i livelli di concentrazione del cromo (VI) e la colorazione residua della soluzione lo consentono.

Concentrazioni più elevate possono essere determinate previa diluizione del campione.

### **Riferimenti normativi**

IRSA “ Criteri e limiti per il controllo dell’inquinamento delle acque” Quad. Ist. Ric. Acque, 75 (1986)

APHA, AWWA, WEF “Standard methods for the examination of water and wastewater” XX Ed. (APHA WS) 3/24 – 3/31.

### **Apparecchiature**

- Spettrofotometro per misure nel campo del visibile
- Celle di misura con cammino ottico da 1 cm
- Vetreria da laboratorio.

### **Reagenti e relativa preparazione**

Tutti i reagenti devono essere puri per analisi.

- Soluzione concentrata di cromo (VI) : 1.00 mL = 0.050 mg di Cr (VI)  
Pesare 0.1414 di dicromato di potassio ( $K_2Cr_2O_7$ ) essiccato in stufa per 2 ore. Sciogliere e portare a volume con acqua in un matraccio da 1 litro.
- Soluzione diluita di cromo (VI) : 1.00 mL = 0.005 mg Cr(VI)  
Prelevare 10.0 mL della soluzione concentrata (1) e trasferirli in un matraccio tarato da 100 mL e portare a volume con acqua.
- Acido solforico concentrato (d= 1.84)
- Soluzione di difenilcarbazide  
Sciogliere 0.25 g di 1,5-difenilcarbazide in 50 mL di acetone. Conservare in bottiglia scura e rinnovare la soluzione se si decolora.

### **Procedimento analitico**

#### Taratura del sistema

Trasferire 2.00mL, 5.00 mL, 10.0 mL, 15.0 mL e 20.0 mL della soluzione diluita di cromo (VI) (2) in matracci tarati da 100 mL e portare a volume con acqua. Si ottengono soluzioni di riferimento aventi, rispettivamente, concentrazioni di cromo pari a 100 µg/L, 250 µg/L, 500 µg/L, 750 µg/L e 1000 µg/L.

Preparare un bianco di acqua distillata da trattare come le altre soluzioni.

Aggiungere 1 mL di acido solforico diluito 1:1 con acqua e 2 mL di soluzione di difenilcarbazide, attendere lo sviluppo del colore per 5 minuti.

Trasferire un'aliquota di ciascuna soluzione di riferimento nella cella di misura e leggere l'assorbanza a 540 nm usando come riferimento acqua acidificata con acido solforico (1 mL/100 mL).

Costruire la curva di taratura espressa come valori di assorbanza sottratti del valore di bianco in funzione delle corrispondenti concentrazioni.

Determinazione dello analita ricercato.

A 100 mL di eluato estratto con soluzione acida di sudore artificiale, previamente filtrato su membrana 0.45 µm, aggiungere 1 mL di acido solforico 1:1 e 2 mL di soluzione di difenilcarbazide, attendere lo sviluppo del colore per 5 minuti.

Trasferire un'aliquota della soluzione nella cella di misura e leggere l'assorbanza a 540 nm usando come riferimento un campione di soluzione acida di sudore artificiale.

### **Calcoli ed espressione dei risultati**

Dal valore di assorbanza, corretto del valore di bianco, risalire alla concentrazione di cromo (VI) nella soluzione utilizzando la curva di taratura.

Esprimere i risultati come mg/kg riferiti al peso secco del materiale analizzato.

### **PREPARAZIONE DEI CAMPIONI**

I partecipanti alla ricerca, dopo adeguata riflessione, hanno identificato una serie di metalli pesanti di prioritaria importanza sia sotto il profilo dei relativi potenziali effetti tossicologici sia sotto il profilo della relativa presenza nelle materie coloranti di impiego più generalizzato nel settore tessile.

Al fine di disporre di materiali di composizione nota e tinti con coloranti adeguati, i campioni da utilizzare nello sviluppo del progetto sono stati preparati mediante tinture specifiche effettuate su scala di laboratorio.

Dette tinture sono state eseguite con preparati coloranti appartenenti alle serie funzionali sotto elencate

- post-cromatazione
- sostantivi
- pre-metallizzati 1:1
- reattivi

Gli stessi sono stati applicati su contesti fibrisi in lana, lana/nylon e cotone sotto forma di fibra in fiocco, filato e tessuto.

I metalli certamente contenuti nei coloranti utilizzati e pertanto idonei alla conduzione della sperimentazione sono riportati nel seguente elenco

- cromo
- cobalto
- nichel
- rame.

I dettagli operativi e riepilogativi complessivi relativi ai substrati ed ai coloranti utilizzati ed ai metalli evidenziati sono riportati nella tabella sotto esposta.

<b>campione</b>	<b>tipo materiale</b>	<b>composizione fibrosa</b>	<b>classe materie coloranti</b>	<b>metalli presenti nelle mat. col.</b>
<b>1</b>	fibra in fiocco	lana	post-cromatazione	<b>Cromo</b>
<b>2</b>	fibra in fiocco	lana	post-cromatazione	<b>Cromo</b>
<b>3</b>	filato	lana	post-cromatazione	<b>Cromo</b>
<b>4</b>	filato	lana / nylon	post-cromatazione	<b>Cromo</b>
<b>5</b>	filato	cotone	sostantivi	<b>Rame</b>
<b>6</b>	filato	cotone	sostantivi	<b>Rame</b>
<b>7</b>	filato	lana	pre-metallizzati 1:1	<b>cromo – cobalto</b>
<b>8</b>	filato	lana	pre-metallizzati 1:1	<b>cromo – cobalto</b>
<b>9</b>	tessuto	cotone	reattivi	<b>Nichel</b>
<b>10</b>	tessuto	cotone	reattivi	<b>Rame</b>
<b>11</b>	tessuto	cotone	reattivi	<b>Rame</b>
<b>12</b>	tessuto	cotone	reattivi	<b>Rame</b>

## **RISULTATI ANALITICI**

Lo sviluppo operativo del progetto ha comportato la determinazione, da parte del singolo laboratorio partecipante e su ciascuno dei 12 campioni selezionati, del valore della cessione del metallo specifico caratterizzante il singolo campione.

Nella quasi totalità dei casi la singola determinazione è stata ripetuta in triplo.

Le risultanze analitiche derivate dalla esecuzione dello insieme di determinazioni sopra definite sono riportate in forma sinottica nelle tabelle di seguito esposte.

Nelle tabelle da 1 a 9 sotto riportate sono esposti i dati sperimentali raccolti dai singoli laboratori partecipanti al progetto.

Da dette tabelle risulta possibile valutare la riproducibilità interna delle determinazioni effettuate dal singolo laboratorio partecipante sui campioni in esame.

Tab. 1 Cessione complessiva metalli totali - Laboratorio A

Campione	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50 (metodo A)				1 h 40 °C r.b. 1:20 (metodo B)			
		prova1	prova2	prova3	media	prova 1	prova 2	prova 3	media
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
1	cromo <sub>tot</sub>	10.1	10.4	11.35	10.61	11.32	12.12	12.60	12.01
2	cromo <sub>tot</sub>	268.65	266.95	273.45	269.68	177.90	182.12	181.76	180.59
3	cromo <sub>tot</sub>	17.55	18.20	18.75	18.17	19.88	21.04	20.24	20.39
4	cromo <sub>tot</sub>	9.30	9.95	10.25	9.83	11.46	12.12	12.14	11.91
5	rame	12.95	13.60	13.10	13.22	13.36	14.38	12.86	13.53
6	rame	27.80	28.05	26.45	27.43	25.04	25.78	28.00	26.27
7	cromo <sub>tot</sub>	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf.0.5	0.24	0.24	0.22	0.23
7	cobalto	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf.0.5	inf. 0.2	inf. 0.2	inf. 0.2	inf. 0.2
8	cromo <sub>tot</sub>	0.55	0.70	0.65	0.63	0.46	0.46	0.40	0.44
8	cobalto	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf.0.5	inf. 0.2	inf. 0.2	inf. 0.2	inf. 0.2
9	nichel	0.95	0.95	0.95	0.95	0.88	0.82	0.84	0.85
10	rame	22.95	22.85	22.90	22.90	19.36	19.32	20.24	19.64
11	rame	38.50	38.70	37.95	38.38	32.08	39.24	38.56	36.63
12	rame	10.65	11.40	11.55	11.20	7.98	10.10	9.74	9.27

Tab 2 Cessione complessiva metalli totali - Laboratorio B

campione	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50 (metodo A)				1 h 40 °C r.b. 1:20 (metodo B)			
		prova 1	prova 2	prova 3	media	prova 1	prova 2	prova 3	media
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
1	cromo <sub>tot</sub>	7.17	7.13	6.05	6.78	5.43	2.61	3.63	3.89
2	cromo <sub>tot</sub>	264.67	268.75	259.12	264.18	252.80	230.70	217.70	233.73
3	cromo <sub>tot</sub>	17.06	17.03	17.06	17.05	19.26	18.52	21.24	19.67
4	cromo <sub>tot</sub>	8.90	10.58	9.89	9.79	10.33	9.35	8.83	9.50
5	rame	6.95	5.71	6.08	6.24	7.75	5.99	5.82	6.52
6	rame	19.03	15.05	17.92	17.33	18.69	18.73	20.38	19.27

7	cromo <sub>tot</sub>	0.45	0.33	0.36	0.38	0.17	0.15	0.16	0.16
7	cobalto	assente	assente	assente	assente	0.001	0.003	assente	0.002
8	cromo <sub>tot</sub>	assente	0.13	0.01	0.05	0.49	0.45	0.46	0.47
8	cobalto	assente	assente	assente	assente	0.011	0.012	0.011	0.011
9	nicel	0.39	0.43	0.42	0.41	0.32	0.47	0.55	0.45
10	rame	16.95	15.95	16.08	16.32	15.14	14.86	14.83	14.94
11	rame	29.27	28.10	28.63	28.67	35.80	32.86	34.50	34.39
12	rame	4.26	4.70	4.56	4.51	4.66	4.75	4.59	4.67

Tab 3 Cessione complessiva metalli totali - Laboratorio C

campione	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50 (metodo A)				1 h 40 °C r.b. 1:20 (metodo B)			
		prova 1	prova 2	prova 3	media	prova 1	prova 2	prova 3	media
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	cromo <sub>tot</sub>	2.49	4.74	4.10	3.78	7.81	1.82	5.67	5.10
2	cromo <sub>tot</sub>	252.32	232.14	233.90	239.45	203.69	141.49	182.37	175.85
3	cromo <sub>tot</sub>	16.43	16.29	15.50	16.07	17.38	16.22	18.00	17.20
4	cromo <sub>tot</sub>	9.38	9.02	9.50	9.30	10.37	9.64	10.41	10.14
5	rame	6.74	5.99	6.63	6.45	7.34	6.77	7.56	7.22
6	rame	20.96	21.49	25.98	22.81	18.46	18.38	17.90	18.25
7	cromo <sub>tot</sub>	1.097	0.996	0.95	1.01	0.56	0.62	0.44	0.54
7	cobalto	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.2	inf. 0.2	inf. 0.2	inf. 0.2
8	cromo <sub>tot</sub>	0.998	0.982	0.995	0.992	0.62	0.58	0.58	0.59
8	cobalto	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.2	inf. 0.2	inf. 0.2	inf. 0.2
9	nicel	0.50	0.60	0.55	0.55	0.52	0.50	0.62	0.55
10	rame	16.42	16.04	16.73	16.40	15.67	15.18	16.70	15.85
11	rame	29.77	29.73	31.76	30.42	38.34	36.74	32.98	36.02

Tab 4 Cessione complessiva metalli totali - Laboratorio D

campione	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50 (metodo A)				1 h 40 °C r.b. 1:20 (metodo B)			
		prova 1	prova 2	prova 3	media	prova 1	prova 2	prova 3	media
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	cromo <sub>tot</sub>	3.96	3.98	3.97	3.97	7.94	8.20	7.65	7.93
2	cromo <sub>tot</sub>	329.40	319.70	322.60	323.90	326.65	283.29	297.10	302.34
3	cromo <sub>tot</sub>	19.38	21.69	20.70	20.56	24.92	21.02	23.30	23.08
4	cromo <sub>tot</sub>	8.49	8.41	8.96	8.62	16.22	17.68	15.20	16.33
5	rame	5.08	5.24	5.75	5.35	5.60	5.52	6.10	5.74
6	rame	39.01	35.62	37.32	37.32	27.60	31.36	28.80	29.25
7	cromo <sub>tot</sub>	0.86	0.83	0.87	0.85	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5
7	cobalto	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5
8	cromo <sub>tot</sub>	0.85	0.85	0.83	0.84	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5
8	cobalto	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5

9	nicHEL	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5	inf. 0.5
10	rame	8.83	9.82	9.96	9.54	7.30	6.80	8.03	7.38
11	rame	24.13	21.57	23.45	23.05	27.16	33.48	32.20	30.94
12	rame	7.13	5.52	6.98	6.54	8.00	10.00	10.80	9.60

Tab 5 Cessione complessiva metalli totali - Laboratorio E

campione	metallo	3h 25°C (met. A)	
		1h 40°C (met.B)	
		mg/kg	mg/kg
1	cromo <sub>tot</sub>	10.65	3.09
2	cromo <sub>tot</sub>	366.59	302.25
3	cromo <sub>tot</sub>	27.37	30.83
4	cromo <sub>tot</sub>	14.99	14.43
5	rame	18.95	7.69
6	rame	23.50	55.59
7	cromo <sub>tot</sub>	0.68	0.34
7	cobalto	0.00	0.00
8	cromo <sub>tot</sub>	1.01	0.49
8	cobalto	0.00	0.00
9	nicHEL	0.90	0.61
10	rame	24.54	40.86
11	rame	42.92	204.45
12	rame	9.81	14.89

Tab 6 Cessione cromo esavalente - Laboratorio A

campione	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50 (metodo A)				1 h 40 °C r.b. 1:20 (metodo B)			
		prova 1	prova 2	prova 3	media	prova 1	prova 2	prova 3	media
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	Cromo	7.69	6.89	7.14	7.24	4.11	3.44	3.32	3.62
2	Cromo	410.27	435.49	465.63	437.1	211.35	218.97	215.53	215.28
3	Cromo	8.00	7.69	8.06	7.92	6.89	5.49	5.78	6.05
4	Cromo	3.81	3.75	3.81	3.79	2.17	2.44	2.58	2.40

Tab 7 Cessione cromo esavalente - Laboratorio B

campione	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50 (metodo A)				1 h 40 °C r.b. 1:20 (metodo B)			
		prova 1	prova 2	prova 3	media	prova 1	prova 2	prova 3	media
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	Cromo	14.2	11.9	12.6	12.9	6.0	4.2	5.5	5.2
2	Cromo	248.5	366.0	274.5	296.3	256.8	243.4	247.5	249.2
3	Cromo	20.2	19.5	21.0	20.2	11.5	13.8	12.7	12.7
4	Cromo	16.8	15.5	14.9	15.7	8.3	7.4	7.7	7.8

Tab 8 Cessione cromo esavalente - Laboratorio C

campione	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50 (metodo A)				1 h 40 °C r.b. 1:20 (metodo B)			
		prova 1	prova 2	prova 3	media	prova 1	prova 2	prova 3	media
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	Cromo	0.498	0.998	0.999	0.83	2.59	inf. 0.2	1.29	1.94
2	Cromo	129.9	143.5	114.7	129.37	109.83	99.92	103.75	104.5
3	Cromo	4.99	5.00	4.49	4.83	3.09	3.19	3.00	3.09
4	Cromo	2.49	2.49	2.24	2.41	1.499	1.597	1.500	1.532

Tab 9 Cessione cromo esavalente - Laboratorio D

campione	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50 (metodo A)				1 h 40 °C r.b. 1:20 (metodo B)			
		prova 1	prova 2	prova 3	media	prova 1	prova 2	prova 3	media
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	Cromo	1.3	1.6	1.0	1.3	3.2	3.6	3.0	3.3
2	Cromo	180.8	165.0	155.6	167.1	181.4	170.6	195.1	182.4
3	Cromo	7.2	7.0	7.6	7.3	5.1	5.8	6.1	5.7
4	Cromo	2.6	2.1	3.0	2.6	2.4	2.8	3.0	2.7

Nella tabelle da 10 a 12 sotto riportate sono esposti i dati sperimentali raccolti sullo insieme dei laboratori partecipanti al progetto.

Da dette tabelle risulta possibile valutare la riproducibilità interlaboratorio dello insieme di determinazioni effettuate dai laboratori partecipanti sui campioni in esame.

Tab 10 Cessione complessiva metalli totali - Metodo A - Insieme Laboratori

campione	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50				
		Lab. A	Lab. B	Lab. C	Lab. D	Lab.E
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	cromo <sub>tot</sub>	10.61	6.78	3.78	3.97	10.65
2	cromo <sub>tot</sub>	268.68	264.18	239.45	323.9	366.59
3	cromo <sub>tot</sub>	18.17	17.05	16.07	20.56	27.37
4	cromo <sub>tot</sub>	9.83	9.79	9.3	8.62	14.99
5	rame	13.22	6.24	6.45	5.35	18.94
6	rame	27.43	17.33	22.81	37.32	23.50
7	cromo <sub>tot</sub>	inf. 0.5	0.38	1.01	0.85	0.68
7	cobalto	inf. 0.5	assente	inf. 0.5	inf. 0.5	assente
8	cromo <sub>tot</sub>	0.63	0.05	0.99	0.84	1.01
8	cobalto	inf. 0.5	assente	inf. 0.5	inf. 0.5	assente
9	nichel	0.95	0.41	0.55	inf. 0.5	0.9
10	rame	22.90	16.32	16.4	9.54	24.54
11	rame	38.38	28.67	30.42	23.05	42.92
12	rame	11.2	4.51	9.20	6.54	9.81

Tab 11 Cessione complessiva metalli totali - Metodo B - Insieme Laboratori

campione	metallo	1 h 40 °C r.b. 1:20				
		Lab. A	Lab. B	Lab. C	Lab. D	Lab. E
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	cromo <sub>tot</sub>	12.01	3.89	5.1	7.93	3.09
2	cromo <sub>tot</sub>	180.59	233.73	175.85	302.34	302.25
3	cromo <sub>tot</sub>	20.39	19.67	17.2	23.08	30.83
4	cromo <sub>tot</sub>	11.91	9.5	10.14	16.33	14.43
5	rame	13.53	6.52	7.22	5.74	7.69
6	rame	26.27	19.27	18.25	29.25	55.59
7	cromo <sub>tot</sub>	0.23	0.16	0.54	inf. 0.5	0.34
7	cobalto	inf. 0.2	0.002	inf. 0.2	inf. 0.5	assente
8	cromo <sub>tot</sub>	0.44	0.47	0.59	inf. 0.5	0.49
8	cobalto	inf. 0.2	0.011	inf. 0.2	inf. 0.5	assente
9	nichel	0.85	0.45	0.55	inf. 0.5	0.61
10	rame	19.64	14.94	15.85	7.38	40.86
11	rame	36.63	34.39	36.02	30.94	204.45
12	rame	9.27	4.67	10.58	9.6	14.89

Tab 12 Cessione cromo esavalente - Insieme Laboratori

campione	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50 (metodo A)				1 h 40 °C r.b. 1:20 (metodo B)			
		Lab. 1	Lab. 2	Lab. 3	Lab. 4	Lab. 1	Lab. 2	Lab. 3	Lab. 4
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	Cromo	7.24	12.9	0.83	1.3	3.62	5.2	1.94	3.3
2	Cromo	437.1	296.3	129.37	167.1	215.30	249.2	104.5	182.4
3	Cromo	7.92	20.2	4.83	7.2	6.05	12.7	3.09	5.7
4	Cromo	3.79	15.7	2.41	2.6	2.40	7.8	1.53	2.7

Nelle tabelle da 13 a 20 sotto riportate sono esposti i valori di dispersione, determinati in termini di deviazione standard, che caratterizzano tanto i dati sperimentali raccolti dai singoli laboratori partecipanti al progetto quanto le relative medie generali determinate sul singolo campione.

Da dette tabelle risulta possibile comparare le misure della riproducibilità interna delle determinazioni effettuate dal singolo laboratorio partecipante sui campioni in esame con le corrispondenti misure di riproducibilità interlaboratorio.

La distribuzione dei valori di coefficiente di variazione è rappresentata graficamente in Fig.1 e Fig. 2.

Tab 13 Cessione complessiva metalli pesanti - Metodo A  
Analisi statistica dati - Valori medi e deviazioni standard

Camp.	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50									
		Lab. 1		Lab. 2		Lab. 3		Lab. 4		tutti	
		media	SD	media	SD	media	SD	media	SD	media	SD
1	cromo <sub>tot</sub>	10.61	0.65	6.78	0.63	3.78	1.16	3.97	0.01	6.28	3.19
2	cromo <sub>tot</sub>	269.68	3.37	264.18	4.83	239.45	11.18	323.90	4.98	274.30	35.58
3	cromo <sub>tot</sub>	18.17	0.60	17.05	0.02	16.07	0.50	20.59	1.16	17.97	1.94
4	cromo <sub>tot</sub>	9.83	0.48	9.79	0.84	9.30	0.25	8.62	0.30	9.38	0.56
5	rame	13.22	0.34	6.24	0.64	6.45	0.40	5.35	0.35	7.81	3.63
6	Rame	27.43	0.86	17.33	2.05	22.81	2.76	37.32	1.69	26.22	8.47
7	cromo <sub>tot</sub>	-	-	0.38	0.06	1.01	0.08	0.85	0.02	0.74	0.32
7	cobalto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	cromo <sub>tot</sub>	0.63	0.08	0.05	0.07	0.992	0.008	0.84	0.01	0.63	0.41
8	cobalto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	nichel	0.95	0.0	0.41	0.021	0.55	0.05	-	-	0.64	0.28
10	rame	22.90	0.05	16.32	0.54	16.40	0.34	9.54	0.61	16.28	5.45
11	rame	38.38	0.39	28.67	0.58	30.42	1.16	23.05	1.33	30.13	6.33
12	rame	11.20	0.48	4.51	0.22	9.20	1.22	6.54	0.89	7086	2.94

Tab 14 Cessione complessiva metalli pesanti - Metodo A - Analisi statistica dati  
Valori medi e coefficienti di variazione

campione	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50									
		Lab. 1		Lab. 2		Lab. 3		Lab. 4		tutti	
		media	CV	media	CV	media	CV	media	CV	media	CV
1	romo <sub>tot</sub>	10.61	6.1	6.78	9.3	3.78	30.7	3.97	0.25	6.28	11.6
2	romo <sub>tot</sub>	269.68	1.2	264.18	1.8	239.45	4.7	323.90	1.5	274.30	2.3
3	romo <sub>tot</sub>	18.17	3.3	17.05	0.12	16.07	3.1	20.59	5.6	17.97	3.0
4	romo <sub>tot</sub>	9.83	4.9	9.79	8.5	9.30	2.7	8.62	3.5	9.38	4.9
5	rame	13.22	2.6	6.24	10.3	6.45	6.2	5.35	6.5	7.81	6.4
6	rame	27.43	3.1	17.33	11.8	22.81	12.1	37.32	4.5	26.22	7.9
7	romo <sub>tot</sub>	-	-	0.38	15.8	1.01	7.9	0.85	2.3	0.74	8.7
7	cobalto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	romo <sub>tot</sub>	0.63	12.7	0.05	140.0	0.992	0.81	0.84	1.2	0.63	36.2
8	cobalto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	nicel	0.95	0.0	0.41	5.1	0.55	9.1	-	-	0.64	4.7
10	rame	22.90	0.22	16.32	3.3	16.40	2.1	9.54	6.4	16.28	3.0
11	rame	38.38	1.02	28.67	2.0	30.42	3.8	23.05	5.8	30.13	3.1
12	rame	11.20	4.2	4.51	4.9	9.20	13.3	6.54	13.6	7.86	9.0

Tab 15 Cessione complessiva metalli pesanti - Metodo B - Analisi statistica dati  
Valori medi e deviazioni standard

camp	metallo	1 h 40 °C r.b. 1:20									
		Lab. 1		Lab. 2		Lab. 3		Lab. 4		tutti	
		media	SD	media	SD	media	SD	media	SD	media	SD
1	romo <sub>tot</sub>	12.01	0.64	3.89	1.43	5.10	3.03	7.93	0.27	7.23	3.58
2	romo <sub>tot</sub>	180.59	2.34	233.73	17.74	175.85	31.60	302.34	22.15	223.12	58.9
3	romo <sub>tot</sub>	20.39	0.59	19.90	1.36	17.20	0.90	23.08	1.96	20.14	2.41
4	romo <sub>tot</sub>	11.91	0.37	9.50	0.76	10.14	0.43	16.37	1.25	11.98	3.10
5	rame	13.53	0.77	6.52	1.07	7.22	0.41	5.74	0.31	8.29	3.57
6	rame	26.27	1.54	19.27	0.96	18.25	0.30	29.25	1.92	23.26	5.35
7	romo <sub>tot</sub>	0.23	0.01	0.16	0.01	0.54	0.09	-	-	0.31	0.20
7	cobalto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	romo <sub>tot</sub>	0.44	0.035	0.47	0.021	0.59	0.023	-	-	0.50	0.08
8	cobalto	-	-	0.011	0.0006	-	-	-	-	-	-
9	nicel	0.85	0.03	0.45	0.12	0.55	0.06	-	-	0.62	0.21
10	rame	19.64	0.52	14.94	0.17	15.85	0.77	7.38	0.62	14.45	5.13
11	rame	36.63	3.95	34.39	1.47	36.02	2.75	30.94	4.72	34.49	2.55
12	rame	9.27	1.13	4.67	0.08	10.58	0.34	9.60	1.44	8.53	2.63

Tab 16 Cessione complessiva metalli pesanti - Metodo B - Analisi statistica dati  
Valori medi e coefficienti di variazione %

Camp.	metallo	1 h 40 °C r.b. 1:20									
		Lab. 1		Lab. 2		Lab. 3		Lab. 4		tutti	
		media	CV	media	CV	media	CV	media	CV	media	CV
1	romo <sub>tot</sub>	12.01	5.3	3.89	36.8	5.10	59.4	7.93	3.4	7.23	26.2
2	romo <sub>tot</sub>	180.59	1.3	233.73	7.6	175.85	18.0	302.34	7.3	223.12	8.5
3	romo <sub>tot</sub>	20.39	2.9	19.90	6.8	17.20	5.2	23.08	8.5	20.14	5.8
4	romo <sub>tot</sub>	11.91	3.1	9.50	8.0	10.14	4.2	16.37	7.6	11.98	5.7
5	rame	13.53	5.7	6.52	16.4	7.22	5.7	5.74	5.4	8.29	8.3
6	rame	26.27	5.9	19.27	5.0	18.25	1.6	29.25	6.6	23.26	4.8
7	romo <sub>tot</sub>	0.23	4.3	0.16	6.2	0.54	16.7	-	-	0.31	9.1
7	cobalto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	romo <sub>tot</sub>	0.44	7.9	0.47	4.5	0.59	3.9	-	-	0.50	5.4
8	cobalto	-	-	0.011	5.4	-	-	-	-	-	-
9	nicel	0.85	3.5	0.45	26.7	0.55	10.9	-	-	0.62	13.7
10	rame	19.64	2.6	14.94	1.1	15.85	4.8	7.38	8.4	14.45	4.2
11	rame	36.63	10.8	34.39	4.3	36.02	7.6	30.94	15.2	34.49	9.5
12	rame	9.27	12.2	4.67	1.7	10.58	3.2	9.60	15.0	8.53	8.0

Tab 17 Cessione cromo esavalente - Metodo A - Analisi statistica dati  
Valori medi e deviazione standard

Camp.	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50									
		Lab. 1		Lab. 2		Lab. 3		Lab. 4		tutti	
		media	SD	media	SD	media	SD	media	SD	media	SD
1	romo	7.24	0.41	12.9	1.18	0.83	0.29	1.30	0.30	5.57	5.7
2	romo	437.2	27.82	296.3	61.72	129.37	14.4	167.1	12.7	257.5	139.5
3	romo	7.92	0.20	20.2	0.75	4.83	0.29	7.3	0.30	10.06	6.9
4	romo	3.79	0.03	15.7	0.97	2.41	0.14	2.6	0.45	6.12	6.4

Tab 18 Cessione cromo esavalente - Metodo A - Analisi statistica dati  
Valori medi e coefficiente di variazione %

Camp.	metallo	3 h 25 °C r.b. 1:50									
		Lab. 1		Lab. 2		Lab. 3		Lab. 4		tutti	
		media	CV	media	CV	media	CV	media	CV	media	CV
1	romo	7.24	5.7	12.9	9.1	0.83	34.9	1.30	23.1	5.57	18.2
2	romo	437.2	6.4	296.3	20.8	129.37	11.1	167.1	7.6	257.5	11.5
3	romo	7.92	2.5	20.2	3.7	4.83	6.0	7.3	4.1	10.06	4.1
4	romo	3.79	0.79	15.7	6.2	2.41	5.8	2.6	17.3	6.12	7.5

Tab 19 Cessione cromo esavalente - Metodo B - Analisi statistica dati  
Valori medi e deviazione standard

Camp.	metallo	1 h 40 °C r.b. 1:20									
		Lab. 1		Lab. 2		Lab. 3		Lab. 4		tutti	
		media	SD	media	SD	media	SD	media	SD	media	SD
1	cromo	3.62	0.42	5.2	0.93	1.94	0.92	3.3	0.30	3.51	1.34
2	cromo	215.28	3.81	249.2	6.87	104.5	4.99	182.4	12.3	187.8	61.9
3	cromo	6.05	0.74	12.7	1.15	3.09	0.09	5.7	2.0	6.9	4.1
4	cromo	2.40	0.21	7.8	0.46	1.53	0.06	2.7	0.30	3.6	2.8

Tab 20 Cessione cromo esavalente - Metodo B - Analisi statistica dati  
Valori medi e coefficiente di variazione %

Camp.	metallo	1 h 40 °C r.b. 1:20									
		Lab. 1		Lab. 2		Lab. 3		Lab. 4		tutti	
		media	CV	media	CV	media	CV	media	CV	media	CV
1	cromo	3.62	11.6	5.2	17.9	1.94	47.4	3.3	9.1	3.51	21.5
2	cromo	215.28	1.8	249.2	2.7	104.5	4.7	182.4	6.7	187.8	4.0
3	cromo	6.05	12.2	12.7	9.1	3.09	2.9	5.7	35.1	6.9	14.1
4	cromo	2.40	8.7	7.8	5.9	1.53	3.9	2.7	11.1	3.6	7.4

I coefficienti di variazione dei dati rilevati sopra esposti in forma numerica sono riportati in forma grafica, al fine di consentirne una più immediata e diretta interpretazione visiva, nelle tabelle sotto riportate.

Fig 1 Cessione complessiva metalli pesanti – variazione CV %

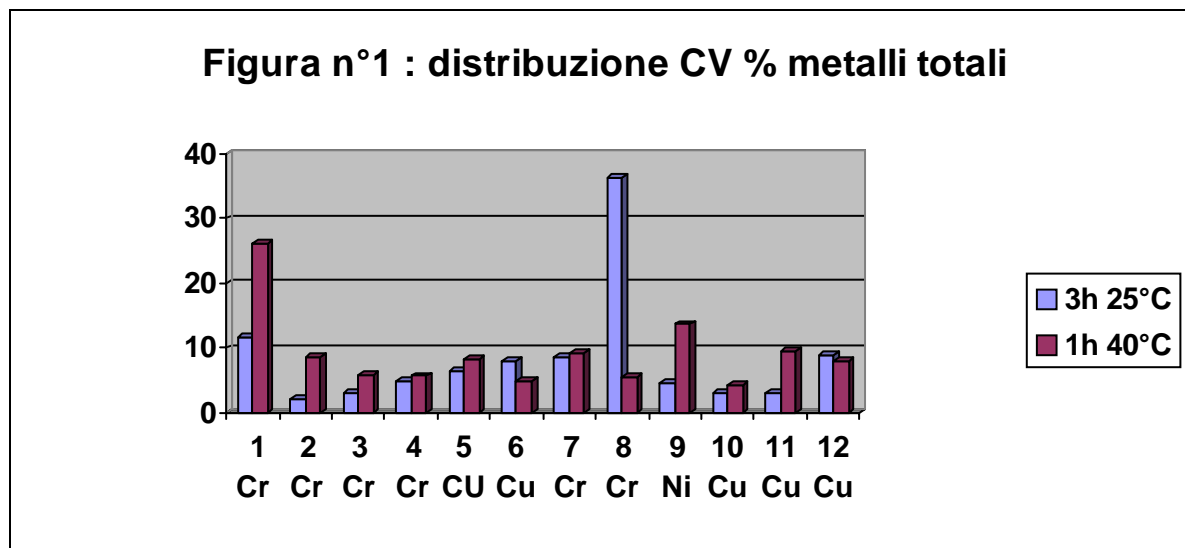
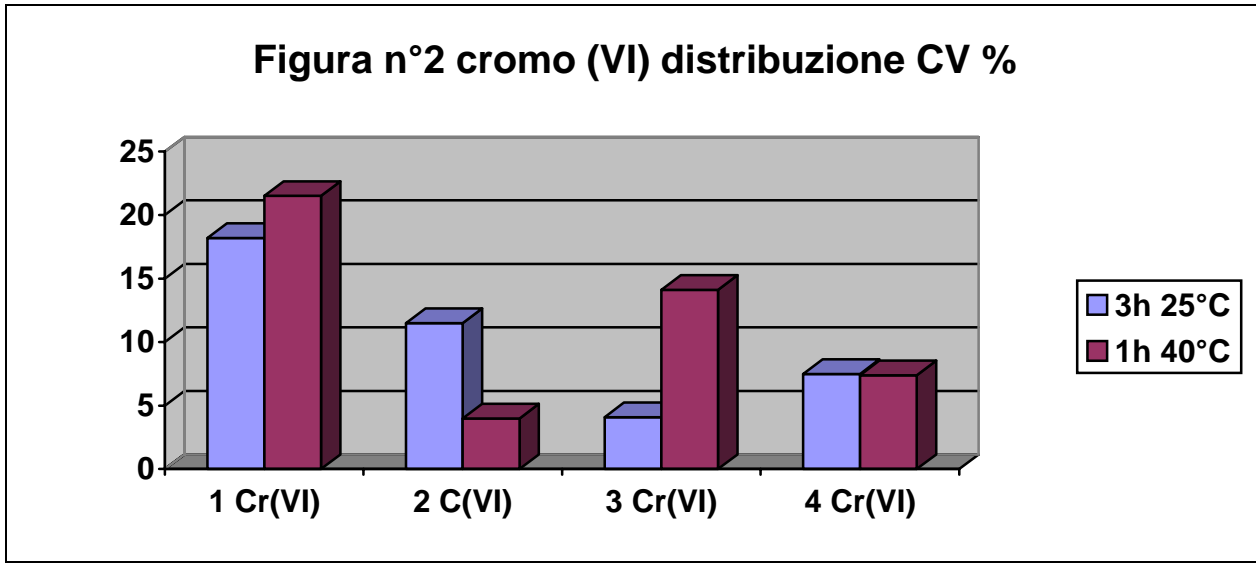


Fig 2 Cessione cromo(VI) – variazione CV %



Le risultanze espote nelle tabelle e nelle figure sopra riportate evidenziano immediatamente la forte variabilità dei risultati delle singole determinazioni omologhe operate sullo stesso campione dai singoli partecipanti al progetto.

Dal complesso integrato di dati sperimentali sopra esposto risulta possibile formulare le considerazioni interpretative delle relative risultanze riportate al paragrafo seguente.

## INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI ANALITICI

I materiali analizzati sono stati selezionati con caratteristiche fisiche diverse, in modo da coprire tutti i tipi di materiali tessili, dal fiocco al filato al tessuto, per valutare la diversa azione eluente del sudore acido artificiale su substrati con caratteristiche di bagnabilità e assorbimento presumibilmente diverse.

I materiali, anche in funzione dei coloranti impiegati, sono stati selezionati anche con composizione fibrosa diversa, ovvero 5 materiali di pura lana, 6 materiali di cotone e 1 materiale di lana-nylon.

I coloranti sono stati scelti in funzione della loro predominanza nelle operazioni tintoriali industriali e della natura del metallo legato alla molecola. I materiali di pura lana e lana-nylon sono stati tinti con coloranti a post-cromatazione contenenti cromo e coloranti pre-metallizzati 1:1 contenenti cromo e cobalto, i materiali di puro cotone sono stati tinti con coloranti sostantivi e reattivi contenenti rame.

Le tinture sono state eseguite in laboratorio su piccoli lotti omogenei per ciascun materiale, con ricette tintoriali adeguate, in condizioni di processo controllate. Questo dovrebbe aver garantito una sostanziale omogeneità di assorbimento e di distribuzione dei coloranti sulle fibre dei materiali.

Ogni lotto è stato quindi suddiviso in 5 campioni di uguale massa, che sono stati fatti pervenire ai singoli laboratori partecipanti alla ricerca, unitamente alla descrizione dei metodi analitici.

I laboratori hanno eseguito sui campioni a disposizione le due estrazioni con soluzione acida di sudore artificiale secondo i metodi A e B quali sopra riportati e nelle soluzioni hanno analizzato il contenuto di metalli totali impiegando tecniche strumentali spettroscopiche ICP-AES e AAS e il contenuto di cromo (VI) mediante spettrofotometria UV-Vis.

I laboratori hanno focalizzato l'analisi dei metalli totali sui metalli che teoricamente risultavano presenti nei coloranti impiegati in determinati materiali, tuttavia alcuni laboratori, sfruttando le potenzialità dello strumento analitico ICP-AES, hanno analizzato il contenuto di tutti i metalli in oggetto su tutti i campioni.

Dal punto di vista generale i metalli teoricamente presenti nei coloranti impiegati sono stati qualitativamente trovati da tutti i laboratori nelle soluzioni di sudore acido artificiale, con l'eccezione del cobalto nei campioni 7 e 8 che praticamente tutti i laboratori hanno valutato come presente in quantità inferiore ai limiti di rilevabilità strumentale.

Sempre dal punto di vista generale, a parte alcuni casi limitati, i metalli sono stati identificati da tutti i laboratori in quantità confrontabili come ordine di grandezza ma con una dispersione attorno alla media a volte anche elevata.

Analizzando in generale e confrontando i risultati dei 5 laboratori, non si evidenziano particolari raggruppamenti o sotto-distribuzioni dei risultati che siano correlabili con l'origine dei campioni, quali la tipologia di materiale fibroso e la relativa forma di aggregazione, la natura dei coloranti o il metodo analitico impiegato.

La dispersione dei risultati si distribuisce trasversalmente e abbastanza uniformemente tra materiali diversi e laboratori diversi, quindi, postulando una sostanziale uniformità di tintura dei materiali analizzati e una sostanziale correttezza delle metodiche analitiche applicate, si può ipotizzare che la citata dispersione dei risultati derivi principalmente dalla fase di ottenimento dell'eluato del metallo in soluzione acida di sudore artificiale, che presumibilmente costituisce la fase critica della determinazione analitica testata.

Esaminando separatamente i risultati aggregati per tipo di metallo risulta possibile enucleare le considerazioni di seguito riportate.

## **CROMO TOTALE**

Il cromo totale è stato trovato da tutti i laboratori nei campioni dove, sulla base del colorante impiegato, era teoricamente presente.

La quantità più elevata è stata trovata nel campione 2 (pura lana in fiocco tinta con colorante a post-cromatazione), con un valore medio interlaboratorio pari a 274.3 mg/kg con il metodo di estrazione A e 223.1 mg/kg con il metodo di estrazione B.

I corrispondenti CV % sono pari a 2.3 e 8.5. Il metodo B ha mediamente estratto una quantità inferiore di metallo con una maggiore dispersione dei risultati.

I campioni 1, 3 e 4 hanno prodotto quantità di cromo nettamente inferiori e rispettivamente pari a :

campione 1 (pura lana in fiocco – colorante a post-cromatazione)

metodo A : 6.28 mg/kg ( CV% = 11.6)

metodo B : 7.23 mg/kg (CV% = 26.2)

campione 3 (pura lana in filato – colorante a post-cromatazione)

metodo A : 17.9 mg/kg (CV% = 3.0)

metodo B : 20.1 mg/kg (CV% = 5.8)

campione 4 (lana-nylon in filato – colorante a post-cromatazione)

metodo A : 9.4 mg/kg (CV% = 4.9)

metodo B : 11.9 mg/kg (CV% = 5.7)

Per tutti i sopracitati campioni il contenuto di cromo totale è risultato costantemente più elevato negli eluati ottenuti con il metodo B, che presenta anche una più marcata dispersione dei risultati.

I campioni 7 e 8 (filati di pura lana – colorante pre-metallizzato 1:1) hanno prodotto quantità di cromo piuttosto basse, queste quali medie generali rispettivamente pari a

campione 7

metodo A : 0.74 mg/kg (CV% = 8.7)

metodo B : 0.31 mg/kg (CV% = 9.1)

campione 8

metodo A : 0.63 mg/kg (CV% = 36.2)

metodo B : 0.50 mg/kg (CV% = 5.4)

I risultati relativi ai campioni sopra citati sono di difficile interpretazione, il metodo A risulta estrarre più metallo in assoluto, i valori medi dal campione 8 sono più confrontabili, ma la dispersione è distribuita in modo molto irregolare.

Probabilmente detti campioni concretizzano la presenza di casi limite, dove alla difficoltà di quantificazione analitica di piccole quantità assolute di metallo nell'eluato si somma la minore efficienza di estrazione della soluzione su materiali dove il metallo è disponibile in minore quantità o più legato alla molecola del colorante.

Il laboratorio partecipante che ha lavorato con la strumentazione analitica AAS ha trovato, per questi campioni, valori inferiori ai propri limiti di rilevabilità.

## **CROMO ESAVALENTE**

Il cromo (VI) è stato analizzato negli eluati di sudore acido artificiale impiegando una analisi colorimetrica con rivelazione nell'UV/Visibile.

Questo tipo di analisi, che si basa sulla reazione tra cromo (VI) e difenilcarbazide a dare una colorazione la cui assorbanza è proporzionale alla concentrazione del metallo nella

soluzione, può presentare alcuni problemi analitici in presenza di piccole quantità di metallo, soprattutto se questo è solubilizzato in una soluzione fortemente salina e in alcuni casi leggermente colorata per scarica del colorante.

Sono stati in tale contesto analizzati i campioni da 1 a 4, con i seguenti risultati espressi come media di tutti i laboratori:

campione 1

metodo A : 5.57 mg/kg (CV% = 18.2)

metodo B : 3.51 mg/kg (CV% = 21.5)

campione 2

metodo A : 257.5 mg/kg (CV% = 11.5)

metodo B : 187.8 mg/kg (CV% = 4.0)

campione 3

metodo A : 10.1 mg/kg (CV% = 4.1)

metodo B : 6.9 mg/kg (CV% = 14.1)

campione 4

metodo A : 6.1 mg/kg (CV% = 7.5)

metodo B : 3.6 mg/kg (CV% = 7.4)

Sono rilevabili differenze significative tra i due metodi di estrazione.

Il metodo B estrae costantemente meno metallo e il rapporto tra le quantità di metallo estratte dai due metodi è praticamente equivalente. La dispersione dei risultati è confrontabile solo per il campione 4 e risulta comunque più elevata per il campione 1.

## **COBALTO**

Il cobalto risultava presente, in teoria, nei due campioni 7 e 8 , in associazione con il cromo.

Tutti i laboratori, con l'eccezione di un singolo caso per il campione 8 (metodo B : 0.011 mg/Kg) non hanno fornito valori per il contenuto di cobalto, alcuni dichiarandolo assente, altri presente in quantità inferiore ai limiti di rilevabilità dello strumento.

Se ne deve dedurre che, nei suddetti campioni, il metallo era presente nei campioni effettivamente in tracce oppure in una forma di complesso metallo-colorante non facilmente cedibile alla soluzione di sudore acido artificiale.

## NICHEL

Il nichel risultava presente teoricamente nel campione 9 (tessuto di cotone - colorante reattivo).

Tutti i laboratori hanno trovato piccole quantità di nichel, ad eccezione del laboratorio che ha impiegato una strumentazione AAS, che ha fornito valori inferiori al limite di rilevabilità.

Sono stati ottenuti i seguenti risultati espressi come media di tutti i laboratori:

Campione 9

Metodo A : 0.64 mg/kg (CV% = 4.7)

Metodo B : 0.62 mg/kg (CV% = 13.7)

I valori di nichel estratti con i due metodi sono confrontabili, ma con una maggiore dispersione nel metodo B.

## RAME

Il rame era teoricamente presente nei campioni 5 e 6 (filati di cotone tinti con coloranti sostantivi) e nei campioni 10, 11 e 12 (tessuti di cotone tinti con coloranti reattivi).

Tutti i laboratori hanno trovato quantità variabili di rame negli eluati, con i seguenti risultati espressi come media di tutti i laboratori:

campione 5

metodo A : 7.8 mg/kg (CV% = 6.4)

metodo B : 8.3 mg/kg (CV% = 8.3)

campione 6

metodo A : 26.2 mg/kg (CV% = 7.9)

metodo B : 23.3 mg/kg (CV% = 4.8)

campione 10

metodo A : 16.3 mg/kg (CV% = 3.0)

metodo B : 14.4 mg/kg (CV% = 4.2)

campione 11

metodo A : 30.1 mg/kg (CV% = 3.1)

metodo B : 34.5 mg/kg (CV% = 9.5)

campione 12

metodo A : 7.9 mg/kg (CV% = 9.0)

metodo B : 8.5 mg/kg (CV% = 8.0)

La concordanza tra i contenuti di rame estratti con i due metodi può essere considerata soddisfacente per ogni singolo campione, con valori di dispersione non omogenei all'interno dei singoli campioni ma generalmente non elevati.

Da quanto sopra esposto appare evidente la sostanziale casualità della variabilità rilevata nei dati analitici prodotti e la impossibilità di derivare da questi ultimi elementi di intercorrelazione tra gli stessi più approfonditi di quelli sopra esposti.

## CONCLUSIONI

Dal complesso di informazioni e di dati raccolti nello sviluppo del progetto emergono le considerazioni conclusive di seguito esposte.

Le risultanze complessive derivate dalla sperimentazione confermano inequivocabilmente la validità delle relative motivazioni.

**Il contesto parametrico individuato e su cui è stata fondata la sperimentazione, cessione da manufatti tessili di metalli pesanti al sudore acido, è risultato infatti particolarmente problematico in quanto per lo stesso non sono risultate disponibili norme analitiche ufficiali debitamente validate.**

Sono risultati utilmente disponibili alla bisogna unicamente un progetto di norma ufficiale avente finalità generale sicuramente omologa ma destinata ad altra e diversa matrice ed una norma tecnica adottata da un sistema privato di valutazione delle caratteristiche ecotossicologiche dei materiali tessili, questa ultima verosimilmente diffusa allo esterno del predetto sistema in forma semplificata.

La analisi della riproducibilità dei dati interni del singolo laboratorio partecipante alla sperimentazione ha evidenziato che solo in una frazione non elevata dei casi sperimentati la stessa può essere ritenuta soddisfacente a generare, attraverso il singolo dato analitico, una valutazione quantitativa intralaboratorio congrua e credibile del fenomeno sotteso.

La analisi della riproducibilità dei dati complessivamente forniti dallo insieme dei cinque laboratori partecipanti alla sperimentazione ha evidenziato che solo in una frazione estremamente ridotta dei casi sperimentati la stessa può essere ritenuta soddisfacente a generare, attraverso il singolo dato analitico, una valutazione quantitativa condivisibile congrua e credibile del fenomeno sotteso.

**La analisi complessiva dei dati ha poi inequivocabilmente confermato che le gravi carenze di riproducibilità degli stessi si originano nella prima parte del procedimento analitico, e più precisamente nella fase in cui si concretizza il trasferimento dell' analita ricercato dalla matrice fibrosa alla soluzione in cui è operata la cessione.**

La successiva determinazione quantitativa strumentale dell'analita ricercato nella soluzione di cui sopra non apporta infatti un contributo apprezzabile alla intrinseca variabilità del dato analitico finale.

E' infatti da un lato sperimentalmente provato e da altro lato razionalmente verosimile che le modalità operative minute e minimali di conduzione del processo di cessione non esattamente codificate dalle metodiche disponibili e pertanto di fatto lasciate alla discrezione del singolo operatore possano interferire anche pesantemente sullo equilibrio di cessione degli analiti ricercati originando di conseguenza le criticità rilevate nella riproducibilità dei dati.

**Da quanto sopra emergono due diversi spazi di valutazione della conseguente esigenza di procedere alla copertura delle discrasie sopra rilevate.**

**Nel puro contesto tecnico scientifico della materia si evidenzia infatti la ineludibile esigenza di procedere ad un approfondimento del meccanismo fisico chimico che regola la cessione delle specie metalliche di interesse dal manufatto tessile alla soluzione di estrazione.**

**Quanto sopra necessaria premessa alla elaborazione di una norma analitica definitiva condivisibile da tutti gli addetti ai lavori ed in grado di consentire, dalla relativa applicazione, la produzione di dati analitici individuali che presentano caratteristiche di riproducibilità interlaboratorio congrue e definite.**

**Nel contesto più ampio e generale della materia rappresentato in premessa la positiva soluzione delle problematiche evidenziate costituirà uno dei caposaldi su cui dovrà nel tempo andarsi necessariamente a consolidare la impalcatura tecnico scientifica su cui la stessa è al momento fondata.**

**Quanto sopra non potrà che apportare un positivo contributo, ancorchè certamente parziale, alla rimozione dello stato di confusione generale che caratterizza il contesto della valenza eco-tossicologica dei manufatti tessili**

**trasformando questa ultima in un reale e condiviso strumento di valorizzazione della produzione più qualificata.**

Tali criticità tecniche si inseriscono in un più ampio scenario problematico:

- Limitata e comunque carente disponibilità di dati epidemiologici attendibili in ordine alla possibile interazione tra lo organismo umano ed i beni di consumo in questione;
- Sicura opinabilità di alcune posizioni precostituite e preconcepite in materia di eccellenza ecotossicologica dei manufatti in esame;
- Pronunciata carenza di corpi sistematici di dati informativi strutturati ed affidabili disponibili a tutti i portatori di interesse in ordine alle effettive caratteristiche ecotossicologiche dei manufatti posti al consumo;
- Assenza, in molti casi, della necessaria reale validazione delle metodiche analitiche sviluppate ed utilizzate nella determinazione di alcuni parametri significativi nel contesto in esame.

*Nel ringraziarla del contributo concesso e nella speranza di aver contribuito ad evidenziare alcuni punti critici di laboratorio, confidiamo nella Sua condivisione che tali problemi sono risolvibili solo continuando a lavorare per la validazione di metodiche analitiche, con il metodo della riproducibilità interlaboratorio, al fine di dare certezza alle valutazioni tossicologiche sia nel mondo del lavoro che in quello del consumo.*

Il Presidente dell'Associazione  
Tessile e Salute

Dr. Franco Piunti

**Tecnicamente il progetto è terminato entro la data prestabilita del 29 aprile 2005.**

**La stesura della relazione finale, invece, si è dimostrata complessa ed articolata, data la mole di dati da comparare, provenienti da 5 laboratori diversi, causando un ritardo nella consegna.**

### ENTI COINVOLTI

#### **Associazione Tessile e Salute - Biella**

**Responsabile progetto: Dr. Franco Piunti; Collaboratore: Sig. Mauro Rossetti**

L'Associazione Tessile e Salute è nata ufficialmente a Biella il 17.10.2001 su un progetto di Città Studi, Asl n. 12 e CNR. E' un ente non-profit, che si propone come punto d'incontro tecnico-scientifico tra mondo della sanità, della produzione, della ricerca, e delle associazioni dei consumatori.

In generale, l'*obiettivo* è di costruire un tavolo comune tra tutti coloro che, a vario titolo, sono interessati al reale sviluppo del settore in un'ottica di fattiva collaborazione.

In particolare, l'Associazione mira a:

- Mettere in evidenza le conoscenze più aggiornate sui fattori di rischio e sulle patologie, particolarmente in campo dermatologico, con riferimento al contributo che i prodotti tessili possono apportare.
- Diffondere i risultati della ricerca e dell'innovazione sui materiali, sui tessuti e sui trattamenti volti ad accrescere il "contenuto benessere" dei prodotti tessili.
- Fare il punto sullo stato dell'arte, nonché individuarne le evoluzioni delle esigenze dei consumatori, della conoscenza in ambito medico e sanitario, dei risultati della ricerca sui materiali e sui prodotti tessili.
- Analizzare il crescente utilizzo in ambito sanitario, medico e chirurgico di prodotti a matrice tessile.

con l'ausilio dei seguenti *strumenti*:

- Promozione di incontri annuali tra produttori, ricercatori, operatori della sanità pubblica e associazioni dei consumatori, al fine di individuare le possibilità che offrono i tessuti per: migliorare il comfort; realizzare forme di prevenzione negli ambienti di vita, di lavoro e di trasporto; migliorare le patologie dermatologiche o sistemiche.
- Sviluppo di studi e ricerche, con diffusione dei risultati, volti a: definire le variabili chimiche, fisiche e biologiche presenti nella definizione di comfort, al fine di pervenire a metodiche standardizzate da applicare sia in campo sanitario sia in campo tessile; realizzare un aggiornamento annuale della banca dati sulle patologie correlate ai prodotti tessili; realizzare un aggiornamento annuale della banca dati sulle patologie migliorabili con i prodotti tessili; realizzare un aggiornamento annuale sulle soluzioni tecniche che vengono adottate mediante i prodotti tessili negli ambienti di vita, di lavoro e di trasporto.

- Aggiornamento continuo del sito web dell'Associazione, al fine di: stimolare la circolazione di notizie e di risultati nel mondo della ricerca, dei produttori e dei consumatori; offrire un luogo di dibattito internazionale sui temi al centro dell'interesse dell'Associazione; affrontare con tempestività problemi particolari, individuando in modo collaborativo la soluzione più corretta.

## **CRAB Medicina Ambiente Srl - Biella**

***Responsabile progetto: Dr. Giorgio Fornaro; Collaboratore: Dr.ssa Sara Zanello Velato***

La società CRAB Medicina Ambiente Srl costituisce la evoluzione finale di una struttura operativa consortile industriale nata nel 1970 per affrontare in modo efficace e collettivo le problematiche relative allo impatto ambientale esterno delle attività produttive del Biellese.

Il campo di attività di consulenza ed assistenza tecnica erogato alle Imprese ricopre oggi in modo sistematico e completo tutte le problematiche di impatto ambientale esterno delle attività produttive, quali acque di scarico, emissioni in atmosfera emissioni sonore, gestione dei rifiuti e contaminazione del suolo, e tutte le problematiche relative allo ambiente di lavoro, alla sicurezza delle attività lavorative ed alla tutela della salute dei relativi addetti, quali igiene dei luoghi di lavoro, esposizione a rumore e ad agenti chimici e fisici, sicurezza di macchine ed impianti, sicurezza di procedure di lavoro, prevenzione incendi ed organizzazione della sorveglianza sanitaria dei lavoratori

A quanto sopra si aggiunge poi la operatività nel contesto della igiene degli alimenti e delle procedure HACCP

Su tutti i campi di attività sopra elencati sono pertanto erogati tanto servizi di consulenza tecnica, normativa ed amministrativa quanto servizi tecnici di analisi chimiche e fisiche, misure e rilevazioni di parametri di interesse sulle materie indicate

Operando in prevalenza nella area di Biella la società ha acquisito, in tutti i campi di attività sviluppate, una fortissima competenza specifica sulle problematiche del comparto tessile

In relazione a quanto sopra è da segnalare che la società ha prodotto, per conto di ISPESL e sul progetto B 49 2 / doc / 01, un rapporto sui fattori di rischio specifici delle attività lavorative e sulle buone pratiche di lavoro del comparto tessile laniero

In tale quadro generale ed operando a favore delle Imprese del territorio è stata anche acquisita una consistente esperienza complessiva nel contesto delle caratteristiche ecotossicologiche dei manufatti tessili destinati allo abbigliamento

Tale esperienza si concretizza tanto nel contesto della caratterizzazione ecotossicologica di questi ultimi quanto soprattutto, in funzione delle conoscenze specifiche acquisite sui processi produttivi di nobilitazione tessile, nel contesto delle influenze di questi ultimi sulle predette caratteristiche dei manufatti prodotti.

### **ISMAC – Istituto per lo Studio delle Macromolecole – Biella**

***Responsabile ricerca: Dr. Riccardo Innocenti; Collaboratore: Sig. Franco Ramella***

La presenza del C.N.R. nell'area biellese, risale al 1969, quando, con l'Associazione "O. Rivetti", fu stipulata una convenzione per dar vita al Centro Ricerche e Sperimentazione Laniera "O. Rivetti" con la finalità di promuovere ricerche nell'ambito tessile laniero e contemporaneamente di potenziare i servizi verso le aziende.

Considerata la grande importanza che riveste l'industria italiana del tessile / abbigliamento, riconosciuta la validità dell'iniziativa, il Centro fu trasformato in Istituto con decreto del Presidente del C.N.R. n° 7585 del 8 novembre 1982.

Poiché a livello universitario non esistono specializzazioni nel campo tessile, l'Istituto è diventato punto di riferimento di tutte le iniziative di ricerca in questo settore.

I filoni storici di ricerca riguardano le proprietà e le caratteristiche chimico-fisiche dei materiali tessili, le tecnologie di processi industriali, lo sviluppo di nuove metodologie analitiche di laboratorio, l'ambiente di lavoro.

La notevole esperienza maturata ha permesso all'Istituto di essere parte attività nei Progetti Strategici e Finalizzati del C.N.R. e nei Programmi finanziati dalla Comunità Europea e di sviluppare autonomamente progetti di ricerca sia con attività ordinaria che con contratti con enti internazionali.

Tesi di laurea e corsi su specifiche tematiche per personale dell'industria e della pubblica amministrazione sono le principali attività nel settore della formazione.

Aspetto importante, legato all'attività statutaria del C.N.R. è quello normativo che si sviluppa con la partecipazione alle Commissioni di lavoro di Enti di Normazione nazionali ed internazionali (UNITEX, ISO, IWTO, CEN) e con la realizzazione di norma tecniche: in questo campo l'Istituto fa parte, detenendone il marchio, degli organismi internazionali INTERWOOLLABS e MOHAIRLABS ed è punto di riferimento mondiale per tutte le tematiche inerenti le fibre animali speciali.

A seguito delle riforma del CNR con provvedimento ordinamentale del Presidente CNR n. 015648 del 13 settembre 2000 l'Istituto "O. Rivetti" è stato accorpato all'Istituto di chimica delle macromolecole di Milano ed all'Istituto di studi chimico-fisici di macromolecole sintetiche e naturali di Genova. Tale accorpamento ha dato origine all'Istituto per lo studio delle macromolecole, operativo dal 1° gennaio 2002, con sede Milano e sezioni distaccate a Biella e Genova.

Per tradizione, cultura e sue stesse radici, l'Istituto è sempre stato molto legato al mondo industriale tessile italiano interpretandone necessità e problemi: ed è in quest'ottica, quindi, lo sviluppo ed il potenziamento di servizi che spaziano dall'attività analitica, alla consulenza per finire allo sviluppo di ricerche su tematiche direttamente proposte dalle aziende.

**Istituto Tecnico Statale “Tullio Buzzi” – Prato**  
**Laboratorio di analisi prove e ricerche industriali**  
*Responsabile della ricerca: Dr. Giuseppe Bartolini*

Il Laboratorio di Analisi Prove e Ricerche Industriali dell'ITIS T. Buzzi di Prato opera, da oltre un secolo (1898), nel settore analitico di controllo qualità e di trasferimento dell'innovazione tecnica per il settore tessile con particolare attenzione alle problematiche connesse al distretto industriale pratese.

Nell'ultimo decennio il progressivo ed impetuoso allargamento dei mercati ha portato il Laboratorio dell'Istituto Buzzi ad allargare il proprio campo operativo a realtà industriali e commerciali (grande distribuzione) sia in ambito nazionale che internazionale.

Attualmente il laboratorio emette mediamente 6.000 certificati l'anno effettuando 25.000 prove per ca. 800 clienti. La struttura, ubicata all'interno dell'istituto Buzzi in ca 700 m<sup>2</sup> di superficie, è suddivisa in un dipartimento chimico ed in uno tecnologico nel quale operano 14 unità costituite da personale direttivo e responsabile di reparto (nr. 4 laureati), da personale tecnico (nr.5 diplomati) e da 4 addetti alla segreteria generale ed amministrativa.

Il laboratorio è dotato di manuale della qualità ed ha impostato il proprio sistema della qualità in conformità alle norme UNI EN ISO IEC 17025; e risulta accreditato dal SINAL (Sistema Nazionale Accreditamento Laboratori) con il nr. 529 per un totale di 61 prove.

Il laboratorio collabora costantemente con le strutture di ricerca presenti nel distretto, quali la Facoltà di Ingegneria Industriale (specializzazione tessile) dell'Università di Firenze, e la società di ricerca Tecnotessile di Prato, con la quale l'istituto ha costituito

un consorzio per la gestione della qualità, la ricerca e per il trasferimento tecnologico nel settore tessile, consorzio denominato: “*CON.CER.TEX – Consorzio per le Certificazioni Tessili*”. Attualmente il consorzio è impegnato in alcuni progetti di ricerca e di innovazione tecnologica (Progetto BIOVIT – nuovi lubrificanti per l’industria tessile - [www.sisu.it/chimicaverde.it/biovit](http://www.sisu.it/chimicaverde.it/biovit)) e nell’assistenza di numerose aziende nel settore della certificazione ambientale di processo e di prodotto (ISO 14000 – ECOLABEL).

Particolare interessante rappresenta l’attività nel settore delle analisi eco-tossicologiche applicate ai prodotti tessili; infatti fin dal 1994 il laboratorio ha effettuato test relativamente ai metalli pesanti, pesticidi, ammine aromatiche da coloranti azoici, etc. Da circa 6 mesi il laboratorio è dotato di un modernissimo strumento per la determinazione dei metalli pesanti in varie matrici (Plasma-Massa – ICP-MS). Nel listino del laboratorio ([www.buzzilab.it](http://www.buzzilab.it)) sono disponibili ca 500 test analitici, compresi tutti i principali parametri eco-tossicologici applicabili ai materiali tessili.

**Istituto Tecnico Industriale Statale “Q.Sella” - Biella**  
***Responsabile progetto: Dr.Ermanno Marchesi***

Da molti anni l'Istituto si offre come punto di riferimento per il settore chimico -tessile, ponendosi sul territorio con un laboratorio di analisi e controllo qualità in grado di offrire una gamma estremamente diversificata di servizi che spaziano dalle prove tecnologiche tessili alle solidità del colore, passando attraverso le analisi di difettosità piuttosto che i controlli sulle composizioni dei manufatti.

Negli ultimi anni le necessità crescenti di attenzione verso i problemi ambientali e la maggior sensibilità del consumatore verso l'inquinamento e l'origine di possibili effetti tossici per la salute dell'uomo hanno investito il mondo tessile.

L'Istituto ha raccolto anche questa opportunità ed è in grado di supportare aziende e/o enti offrendosi per analisi e ricerche come ad esempio: la determinazione della presenza delle ammine aromatiche liberate da coloranti azoici, la ricerca della formaldeide e l'analisi quali/quantitativa dei metalli pesanti avvalendosi di strumentazioni all'avanguardia.

Inoltre l’Istituto, sempre attento alle necessità del territorio, ha posto al servizio della comunità locale (Comuni e Provincia) le proprie risorse tecniche e umane per fornire un servizio che può essere così riassunto:

- *Servizio Idrico Integrato*: l’Istituto effettua per conto del Gestore del servizio le attività di autocontrollo previste dalla vigente normativa da effettuarsi direttamente dallo stesso.
- *Autocontrollo della qualità delle acque utilizzate nelle piscine*: l’Istituto effettua per conto del Gestore del servizio le attività di autocontrollo previste dalla vigente normativa da effettuarsi direttamente dallo stesso.

- *Emissioni in ambiente di lavoro*: l'Istituto effettua controlli in ambienti di lavoro sia confinati che non allo scopo di determinare la salubrità dell'atmosfera all'interno della quale operano i lavoratori.
- *Emissioni in atmosfera*: l'Istituto effettua controlli relativamente alle emissioni in atmosfera provenienti da impianti produttivi o da impianti di cogenerazione termica al fine di verificare il rispetto dei limiti previsti dalla legge.
- *Emissioni ed inquinamento elettromagnetico*: l'Istituto effettua controlli relativamente alle emissioni elettromagnetiche.

Nell'ambito del progetto LATT (Laboratorio di Alta Tecnologia Tessile) è stato avviato presso l'Istituto un dipartimento di:

- *Controllo del comportamento e resistenza al fuoco di supporti tessili*: ove si effettuano analisi relativamente al comportamento e alla resistenza al fuoco di supporti tessili al fine di determinarne la classe ai sensi del D.M. 26 giugno 1984 .

### **Stazione Sperimentale per la Seta – Como**

***Responsabile progetto: Dr. Gian Maria Colonna; Collaboratore: Dr. Lorenzo Gamba***

STAZIONE SPERIMENTALE PER LA SETA è un ente di ricerca e di servizi per il settore tessile/abbigliamento e serico in particolare. Istituita a Milano nel 1923, oggi STAZIONE SPERIMENTALE PER LA SETA è un ente pubblico economico, come stabilito dal Decreto legislativo n. 540 del 29 ottobre 1999.

Due laboratori di ricerca altamente avanzati, con sede a Milano e a Como, sono attrezzati per elaborare un'ampia varietà di servizi e di ricerche indispensabili per chi opera nel settore tessile. L'attività di SSPS comprende:

- Ricerca applicata su commissione diretta di aziende ed enti pubblici. STAZIONE SPERIMENTALE PER LA SETA assiste le aziende anche nella predisposizione e presentazione di progetti per finanziamenti pubblici.
- Prove, controlli e consulenze su materie prime, intermedi di lavorazione, prodotti finiti, anche in relazione alle problematiche ambientali.
- Formazione professionale di tecnici del settore tessile a tutti i livelli. L'ente organizza e svolge corsi di base, stage formativi, corsi specialistici anche su temi a richiesta. Offre borse di studio e addestramento per giovani diplomati e laureati. Studenti universitari di indirizzo scientifico e tecnologico svolgono tesi di laurea sperimentale presso i laboratori dell'Ente.

Inoltre, SSPS:

- pubblica la rivista *La Seta*, unica rivista nazionale dedicata a tutti gli aspetti del settore serico
- diffonde dati statistici sul settore serico aggiornati semestralmente
- pubblica le cartelle colore sulle tendenze cromatiche per le stagioni a venire
- pubblica libri e manuali sulle caratteristiche e la tecnologia della seta
- partecipa ai lavori di normazione tecnica a livello nazionale (UNI) e internazionale (CEN, ISO)
- cura una biblioteca specializzata con oltre 1000 volumi di carattere tecnico-scientifico e storico-culturale oltre a varie raccolte di riviste italiane e straniere
- effettua ricerche bibliografiche su richiesta
- promuove la conoscenza della seta presso le nuove generazioni assistendo le scuole elementari e medie nella messa a punto di allevamenti didattici del baco da seta, kit didattico SETAVIVA <sup>TM</sup>, e organizza il concorso European Silk Award destinato a giovani studenti delle scuole di stile europee.