

SOSTANZE CHIMICHE NEI MATERIALI TESSILI : VERIFICA E STANDARDIZZAZIONE DEI METODI ANALITICI..

Riccardo Innocenti – CNR/ ISMAC sez. di Biella

INTRODUZIONE

A partire dalla fine degli anni 80' le informazioni di tipo scientifico e tecnico riguardanti la presenza di sostanze chimiche pericolose nei materiali tessili hanno acquisito crescente importanza. Queste informazioni hanno progressivamente raggiunto un livello di allarme che ha spinto i media e le associazioni dei consumatori a sottolineare il problema della presenza di tali sostanze nei manufatti tessili destinati al consumo.

Per esempio, è stata riportata la presenza di azocoloranti in materiali tessili di diversa provenienza, la formaldeide è stata occasionalmente rinvenuta in tessuti da arredo, sostanze organiche contenenti stagno sono state indicate come potenzialmente problematiche in indumenti sportivi e indumenti antipioggia, ecc.

Come conseguenza, diversi Paesi Europei hanno iniziato a dialogare con organizzazioni commerciali, associazioni dei consumatori, rappresentanti dell'industria tessile e altre varie autorità pubbliche o private al fine di studiare le problematiche legate alla presenza di sostanze chimiche nei tessuti. Contemporaneamente si sono presentati sul mercato una serie di marchi o etichette ecologiche volontarie con lo scopo di impartire ai prodotti tessili finiti un valore aggiunto basato sulla eco-compatibilità dei processi e sulla non tossicità per gli utilizzatori finali.

SOSTANZE CHIMICHE NEI MATERIALI TESSILI

Considerando l'interazione dei tessuti con l'epidermide umana , teoricamente le sostanze chimiche contenute nei materiali tessili destinati al consumo possono indurre:

- irritazioni di tipo fisico;
- effetti di tossicità locale (soprattutto per gli addetti alle lavorazioni);
- irritazioni di tipo chimico;
- reazioni allergiche.

Le reazioni allergiche verso le sostanze chimiche contenute nei tessuti possono comparire come reazioni immediate ma più spesso compaiono come reazioni tardive e persistenti. Inoltre le reazioni allergiche, anche immediate, possono essere causate da accessori dei materiali tessili, quali bottoni o fibbie contenenti nichel .

Dal punto di vista della natura chimica delle sostanze presenti nei materiali tessili, gli effetti a breve o lungo termine di tossicità o sensibilizzazione dipendono da fattori quali:

- il rischio assoluto associato alla sostanza;
- il meccanismo di esposizione : contatto, ingestione, inalazione;
- lo stato fisico e chimico della sostanza quando presente nel manufatto tessile o sulla sua superficie.

A titolo di esempio in tabella 1 viene riportata la composizione tipica totale di un manufatto tessile etichettato 100 % cotone (1).

Tabella 1 : composizione 100 % cotone

COTONE	77 %
ELASTAN	2 %
COLORANTE	4 %
RESINA stabilizzazione dimensionale	per 10 %
AMMORBIDENTI, OTTICO	2 %
RINFORZI,CUCITURE	5 %

Questo esempio basta da solo ad evidenziare la complessità di un approccio sistematico al problema del contenuto di sostanze chimiche nei materiali tessili e dei suoi riflessi sulle questioni di ordine sanitario riguardanti la tossicità e le allergie.

Si può affermare comunque che, considerando la grande varietà e le elevate quantità di sostanze chimiche impiegate nei processi di produzione e finissaggio dell'industria tessile, il numero di episodi di incompatibilità causati dall'uso di materiali tessili appare relativamente limitato e gli episodi di reazione allergica distribuiti casualmente e ancora non ben definiti. La causa di ciò va probabilmente ricercata nel fatto che le sostanze chimiche nei materiali tessili sono raramente disponibili sotto forma di molecole o composti liberi, quasi sempre in quantità molto basse a parte alcuni casi specifici.

Inoltre non tutte le sostanze chimiche che vengono impiegate nella produzione di tessili rimangono all'interno o sulla superficie delle fibre. La loro permanenza sui materiali è funzione delle modalità di applicazione, della loro proprietà chimico-fisiche e del grado di eliminazione nelle operazioni di lavaggio. La maggior parte delle sostanze chimiche impiegate nella preparazione dei tessuti viene eliminata sulla base dei seguenti criteri:

- 1) le sostanze volatili (p.b. inferiore a 100 °C) evaporano nei trattamenti di finissaggio a caldo;
- 2) le sostanze altamente solubili in acqua sono rimosse mediante i lavaggi;
- 3) determinati ausiliari di processo non si incorporano nei materiali e vengono rimossi dopo il processo
- 4) determinati reagenti (ossidanti o riducenti) vengono rimossi o si degradano durante i processi.

Per contro, l'elenco delle sostanze che per motivi di non eliminabilità o perché costituiscono parte integrante del finissaggio di uso o di aspetto del tessile, non possono essere eliminate, rimane piuttosto lungo. Esso comprende i coloranti, i candeggianti ottici, gli agenti di finissaggio easy-care, gli idrorepellenti, gli antispurco, i ritardanti di fiamma, gli antimicrobici, gli ammorbidenti, ecc.

Le sostanze chimiche sono presenti nei materiali tessili finiti generalmente in basse concentrazioni e possono variare in funzione della natura del materiale fibroso, del tipo e intensità del colorante, del tipo di finissaggio (2).

Tabella 2 – concentrazioni tipiche di alcune sostanze nei tessili.

mercurio	0.01 ppm
rame	1 – 50 ppm
zinco	1 – 50 ppm
cadmio	1 – 5 ppm
pentaclorofenolo	5 ppm
coloranti	0.1 – 3 % peso totale
carriers	0.1 – 1 % peso totale
formaldeide	30 – 100 ppm
antifiamma	1 – 10 % peso totale
fluororganici	0.3 – 8 % peso totale

Tuttavia è noto che la quantità assoluta o relativa di una sostanza chimica contenuta in un manufatto tessile da sola non è sufficiente a caratterizzare il rischio di tossicità o allergia, poiché entrano in gioco altri fattori quali la facilità di cessione (criterio di biodisponibilità) e la predisposizione della singola persona.

L'ANALISI DELLE SOSTANZE CHIMICHE NEI MATERIALI TESSILI

L'analisi chimica risulta essere il mezzo più veloce ed efficace per ottenere un quadro il più possibile chiaro e completo di quali sostanze chimiche attualmente siano presenti o meno e in quale quantità nei manufatti tessili. L'elevato numero di sostanze coinvolte e a volte la mancanza di informazioni affidabili sui processi rende praticamente impossibile un approccio diverso, di tipo compilativo o informativo, al problema. Ovviamente l'analisi chimica deve essere preventivamente mirata alla ricerca di quelle sostanze che risultino sotto indagine dal punto di vista tossicologico e che, di volta in volta, possano essere presenti in un determinato manufatto sulla base delle sue specifiche di produzione.

Appare evidente come la ricerca mediante analisi chimica di tali sostanze non possa prescindere da alcune linee guida fondamentali:

- devono essere disponibili metodi di analisi ufficiali derivanti preferibilmente dalle normative cogenti;
- qualora ciò non sia possibile, si deve ricorrere a metodi di letteratura selettivi per quella particolare sostanza che devono comunque essere convalidati;
- nei casi meno favorevoli si può essere obbligati a ricorrere a metodi specifici ma non selettivi che devono essere praticamente messi a punto e convalidati;

La convalida di standardizzazione di un metodo analitico prevede un procedimento che deve confermare la validità del metodo stesso per l'uso che si intende farne.

I metodi necessitano di una convalida:

- prima della loro applicazione a lavori di routine;
- tutte le volte che cambiano le condizioni sulle quali il metodo è stato convalidato : ad esempio strumenti con caratteristiche diverse;
- tutte le volte che il metodo viene modificato per applicarlo ad obiettivi analitici diversi da quelli per i quali era stato originariamente convalidato.

I dati tecnici che delimitano lo scopo del metodo e i criteri di convalida dovrebbero includere:

- i composti;
- le matrici;
- tipo di analisi: quantitativa o qualitativa;
- quantità in gioco e limiti di rilevabilità;
- campo di linearità ;
- precisione e accuratezza;
- tipo di apparecchiatura.

L'analisi di una generica sostanza chimica in un materiale tessile può essere finalizzata a obiettivi diversi:

- controllo di qualità aziendale;
- controllo per l'ottenimento di un marchio di qualità;
- controllo di conformità alle normative cogenti nazionali ed internazionali;
- analisi tossicologiche per uso medico.

In tutti i casi ma specialmente laddove entrano in gioco motivazioni di carattere legislativo, sanitario o commerciale, ci deve essere una ragionevole certezza che le prestazioni analitiche dei singoli laboratori, siano essi pubblici o privati, presentino caratteristiche elevate di precisione e accuratezza, impiegando metodi condivisi, laddove possibile, e dotati della necessaria robustezza. La *ripetibilità* all'interno di un singolo laboratorio e la *riproducibilità* tra laboratori diversi nell'applicazione di una metodica analitica, rappresenta un requisito fondamentale per evitare che le prestazioni analitiche possano diventare poco affidabili e casuali, svuotando così di ogni contenuto l'approccio analitico al problema delle sostanze tossiche nei materiali tessili.

Non è possibile esaurire nella presente trattazione tutti i casi di sostanze chimiche presenti in materiali tessili e relative problematiche analitiche, ci limiteremo ad alcuni esempi significativi.

ANALISI DEI COLORANTI NEI MATERIALI TESSILI

Coloranti azoici che possono liberare ammine aromatiche

Questa classe chimica di materie coloranti costituisce circa il 70 % delle molecole utilizzate come materie coloranti suddivise nelle diverse classi tintoriali (reattivi, dispersi, premetallizzati, ecc.).

Alcune molecole contengono nella struttura delle *ammine aromatiche*, la cui descrizione originale risale alle liste emessa dal Ministero della Sanità Tedesco (1995) per le sostanze cancerogene per l'uomo (lista MAK1) e per gli animali (lista MAK2). La problematica è stata recepita con una direttiva della EU (n°61 /02) e attualmente è stabilito un elenco di 24 ammine aromatiche potenzialmente pericolose e per i coloranti in grado di liberare, in determinate condizioni, tali ammine sussiste il divieto di utilizzo.

La direttiva EU n°61/02, alcune legislazioni nazionali e i principali marchi ecologici volontari costituiscono le fonti di regolazione della materia.

Le sorgenti di contaminazione possono essere:

- ✓ utilizzo di materie coloranti "vietate"
- ✓ presenza di contaminazioni da sottoprodotti nella sintesi di materie coloranti
- ✓ presenza di materie coloranti in materiali tessili riciclati o provenienti da Paesi per i quali non valgono le restrizioni in materia.

La presenza nei coloranti di queste ammine è considerata potenzialmente pericolosa per la salute poiché nel caso di assorbimento cutaneo o per ingestione, il colorante può subire una demolizione riduttiva per l'intervento di enzimi epatici e intestinali, che possono liberare ammine aromatiche.

La problematica dei metodi analitici è in questo caso piuttosto complessa.

Alla fine del 2001 erano disponibili metodi analitici derivanti dalle normative cogenti dei singoli Stati (Francia – XPG 08-014 Germania B –82-02) oppure impiegati nei controlli dei marchi privati volontari (Oeko-Tex, Ecolabel, ecc.).

Dal 2002 circola un progetto di norma EU-EN che cerca di realizzare una sintesi tra i vari metodi analitici disponibili.

Il metodo di analisi proposto si basa su:

- demolizione riduttiva del colorante con sodio ditionito in tampone citrato;
- estrazione con t-butilmetiletere e purificazione;
- rilevazione con varie tecniche strumentali.

Il colorante può essere demolito riduttivamente sul materiale tessile tal quale (metodo 1) oppure dopo estrazione dal materiale con clorobenzene (metodo 2).

Il metodo risulta molto complesso e presenta alcuni passaggi critici per i quali la massima accuratezza e riproducibilità sono fondamentali. Tra questi citiamo la fase di demolizione riduttiva, la cui cinetica è influenzata dal tipo di colorante e dalla natura del substrato e la fase di estrazione nel metodo 1 che prevede di dover recuperare la matrice di reazione dal tessuto mediante spremitura.

La fase di rivelazione viene ampiamente lasciata alla discrezione e all'esperienza del singolo laboratorio, prevedendo l'impiego di tecniche diverse:

cromatografia su strato sottile (TLC), HPLC con rivelazione DAD o MS, GC-MS, elettroforesi capillare (CE).

Anche se comunemente l'analisi viene condotta con GC-MS, è noto che i risultati ottenuti sono soggetti a livelli di ripetibilità molto bassi e rischi concreti di falsi risultati.

Infatti nel progetto di norma EU-EN si dice che l'analisi di ammine aromatiche in quantità minime può condurre a risultati di falso positivo, pertanto viene definito un valore cosiddetto di "ricognizione" o "identificazione" pari a 30 mg/Kg (ppm) per singola ammina, applicabile solo a materiali omogenei come matrice e colore.

Per quantità di singola ammina superiore a 30 mg/Kg si può assumere che un particolare colorante sia stato impiegato. Per quantità inferiori a 30 mg/Kg non è ritenuto possibile avere la certezza che sia stato impiegato un particolare colorante senza ulteriori informazioni sul tipo e la purezza del colorante o dei coloranti impiegati.

Coloranti cancerogeni e potenzialmente allergenici

Trattasi di materie coloranti contenenti molecole che possiedono caratteristiche cancerogene o allergeniche

Esiste un elenco di coloranti definiti cancerogeni, mutageni o tossici per la riproduzione, classificati nell' Allegato n°1 dell' EINECS (European Inventory of Existing Chemical Substances) (3), adottato integralmente dai marchi volontari Ecolabel e OekoTex (ed altri,) il cui utilizzo non è consentito e che non dovrebbero essere reperibili sul mercato. Per estensione la clausola di divieto di utilizzo è estesa a tutte quelle materie coloranti a cui si possano applicare determinate classi di rischio per cancro, mutazione genetica o alterazione biologica(R 40-45-46-49-60-61-62-63-68). Esiste inoltre una lista di coloranti potenzialmente allergenici, appartenenti alla categoria dei dispersi, che possono essere ancora presenti sul mercato, ad esempio in manufatti tessili provenienti da paesi asiatici. Questi coloranti dovrebbero essere sostituiti con altri non potenzialmente pericolosi oppure il loro impiego potrebbe essere permesso qualora la solidità della tintura allo scarico in sudore acido e alcalino del tessile tinto sia accettabilmente alta (grado 4 minimo) premiando il concetto di biodisponibilità, cioè se il colorante non migra dal tessile non viene assorbito dalla cute e non genera fenomeni irritativi e allergici. Questo concetto è tuttavia opinabile, poiché le sostanze allergizzanti sono tali anche a concentrazioni molto basse, pertanto, in attesa di progressi nella verifica della biodisponibilità in funzione della solidità, si preferisce la rinuncia precauzionale all'uso dei suddetti coloranti.

Dal punto di vista della standardizzazione dei metodi la situazione non è ottimale poiché non sono disponibili metodi di analisi da normative cogenti o altre e pertanto si dovrebbero impiegare metodi non normalizzati basati sull'estrazione del colorante in matrice di sudore e la sua quantificazione mediante HPLC o TLC. Risulta evidente che una tale situazione presuppone assenza di una standardizzazione di base e quindi non è nota la ripetibilità e la riproducibilità tra laboratori e ciò comporta un elevato rischio di risultati analitici poco riproducibili e con un elevato rischio di falsi positivi o di non rilevabilità di basse quantità.

METALLI PESANTI

I metalli pesanti nei prodotti tessili e nei corrispondenti cicli produttivi vengono presi in considerazione con sempre maggiore attenzione da parte delle legislazioni e dei marchi volontari per la loro potenziale tossicità e il notevole impatto ambientale.

Sotto l'aspetto della tossicità verso l'uomo, sono noti gli effetti negativi sul metabolismo ed anche gli effetti sensibilizzanti di una serie di metalli pesanti impiegati nel ciclo produttivo tessile.

Ricordiamo tra gli altri il cromo (totale ed esavalente), uno dei metalli maggiormente impiegati nei cicli tessili, presente in una serie di coloranti impiegati soprattutto nel ciclo laniero e il nichel, presente in coloranti e pigmenti ma soprattutto noto per essere utilizzato in leghe metalliche che vengono impiegate per materiali incorporati in indumenti sotto forma di bottoni, cerniere, ecc. ma soprattutto noto per innescare facilmente reazioni allergiche in un elevato numero di soggetti.

La presenza di metalli pesanti nei prodotti tessili può essere affrontata, dal punto di vista analitico, in rapporto a due diversi orientamenti riguardanti l'interazione metallo-tessile-utilizzatore:

- determinare la presenza e la quantità totale di un determinato metallo in un manufatto tessile;
- valutare la biodisponibilità di un determinato metallo, cioè la tendenza ad essere ceduto dal tessile all'epidermide umana in particolari condizioni.

Questo secondo approccio appare quello più interessante per la valutazione dell'impatto sugli utilizzatori di manufatti tessili.

La normativa UE e alcune normative nazionali prevedono restrizioni per l'impiego di cadmio e nichel. Alcuni marchi volontari (Ecolabel, Oeko-Tex) e l'ETAD regolamentano l'impiego di una serie di metalli (Sb,As,Pb,Cr,Cu,Ni,Hg), per i quali vengono fornite quantità limite nell'estratto da sudore acido (Oeko-Tex) o quantità limite come impurezze nei coloranti (Ecolabel,ETAD).

Nel caso del nichel si valuta la biodisponibilità mediante una complessa prova di cessione da una superficie nota (EN 1811), il cui risultato viene espresso come microgrammi di nichel per cm² di superficie per settimana di contatto e viene applicata a prodotti destinati ad entrare in contatto con

l'epidermide (bottoni, rivetti, cerniere, marchi metallici, ecc.). Tali prodotti non possono essere utilizzati se la cessione è superiore a $0.5 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{settimana}$.

La biodisponibilità di un generico metallo pesante può essere valutata mediante un test di cessione che determina la quantità di metallo che può essere ceduta da un materiale tessile messo in contatto con una soluzione di sudore acido. Il metallo passato in soluzione (generalmente come colorante) viene valutato quantitativamente mediante tecniche di spettrofotometria di assorbimento atomico (AAS) o plasma (ICP) o mediante spettrofotometria Uv/Vis (cromo esavalente).

Questa procedura, applicata da vari marchi volontari, non è normalizzata anche se viene utilizzata possibilmente con modalità simili. I metodi fanno riferimento alle norme cogenti per la determinazione della solidità delle tinte in sudore acido (ad es. ISO 105 E-04 o equivalenti) per la fase di estrazione del metallo, applicando le corrispondenti condizioni di temperatura, tempo di contatto e peso del campione. Il metodo per la quantificazione dei metalli nella matrice acida non è specificato, né per quanto riguarda il tipo di tecnica spettrofotometrica né per quanto riguarda la tipologia di analisi ovvero se si analizza direttamente il metallo in matrice oppure previa digestione acida.

La fase di estrazione con soluzione di sudore acido rappresenta un punto critico poiché la cessione del metallo alla soluzione risente non solo della temperatura e tempo di contatto, ma della struttura del tessuto, della disponibilità del metallo (ad es. legato nella molecola di un colorante), delle operazioni di immersione e spremitura del campione.

La riproducibilità dei risultati nel singolo laboratorio può essere accettabile applicando una metodica controllata ma la riproducibilità tra laboratori diversi che anche operino con una norma condivisa non è, allo stato attuale, nota e richiederebbe approfondimenti.

Dal punto di vista della disponibilità del metallo e della struttura del materiale tessile, è noto che più la quantità del metallo è piccola in assoluto, più problematica risulta la riproducibilità dell'analisi arrivando, in certi casi, a falsi negativi se il metallo non è facilmente estraibile o la tecnica analitica non è sufficientemente sensibile.

FORMALDEIDE

La formaldeide è una sostanza organica volatile allo stato puro, la cui molecola è ritenuta fortemente irritante per inalazione, sensibilizzante per contatto e sospetta cancerogena.

Attualmente il suo impiego nel ciclo tessile viene limitato impiegando, laddove possibile, prodotti esenti o a bassissimo contenuto di formaldeide.

La presenza di formaldeide nei prodotti tessili viene regolata da numerose normative nazionali cogenti e dai principali marchi volontari. Sono imposti valori limite variabili in funzione della fonte di regolamento, i valori più stringenti vanno da 20 ppm per articoli destinati a bambini (giocattoli, abbigliamento) a 30 ppm per abbigliamento a contatto con la pelle, a 300 ppm per altri manufatti tessili.

Dal punto di vista analitico i metodi disponibili sono tutti normalizzati a livello nazionale e si basano sulla analisi della molecola mediante reazione con acetilacetone, rivelazione colorimetrica e analisi quantitativa spettrofotometrica (EN-ISO 14184-1, JIS L1041, BS 6806).

I metodi differiscono per le modalità di estrazione della formaldeide dal substrato tessile:

- formaldeide libera ed estraibile: quale viene estratta immergendo il campione nella soluzione di estrazione
- formaldeide rilasciata: quale viene rilasciata in atmosfera e assorbita, in condizioni controllate, nella soluzione di estrazione.

Studi approfonditi hanno dimostrato che non esiste una correlazione diretta tra i risultati dei due tipi diversi di metodi e che risultati elevati ottenuti impiegando un singolo metodo possono non essere confermati impiegando un metodo alternativo.

Ciò deriva soprattutto dal fatto che le sorgenti di formaldeide sul tessuto, laddove presente, possono presentarsi con caratteristiche diverse ovvero come formaldeide libera, derivati non reagiti che possono trasformarsi in formaldeide libera per idrolisi, resine parzialmente o totalmente reticolate che possono idrolizzarsi a livelli diversi (4).

PENTACLORO E TETRACLOROFENOLI (PCP – TCP)

I PCP, TCP e i loro sali sono sostanze organiche caratterizzate da proprietà antibatteriche e antimuffa. Presentano proprietà tossiche e cancerogene. Derivano principalmente dall'utilizzo come agenti antimicrobici e antimuffa nei trattamenti di fibre naturali o per la protezione di manufatti tessili durante il magazzinaggio e il trasporto. Non possono essere usati e vanno sostituiti con prodotti simili ma non tossici. Sorgenti di contaminazione sono rappresentate da prodotti tessili provenienti da paesi extra-europei o materiali tessili riciclati.

Considerata la pericolosità di questi prodotti, numerosi Paesi hanno emanato legislazioni restrittive che ne vietano l'uso e vietano l'importazione di materiali tessili, cuoi o pelli che contengano tracce di PCP o TCP in genere superiori a 5 ppm.

I marchi volontari impongono il divieto di utilizzo o impongono limiti molto restrittivi, a volte coincidenti con i limiti di rilevabilità analitica (0.05 mg/Kg).

Anche in questo caso i metodi analitici non sono normalizzati, è disponibile una norma tedesca DIN 53313 specifica però per la determinazione dei pentaclorofenoli nelle pelli. In generale vengono impiegati metodi che prevedono l'estrazione dei fenoli con un solvente organico, la derivatizzazione con anidride acetica e la determinazione con gascromatografia con rivelazione a cattura di elettroni (GC-ECD) o massa (GC-MS).

L'analisi in teoria si presenta abbastanza complessa, in pratica la quantificazione dell'analita avviene dopo una fase di estrazione che rappresenta lo stadio critico, in quanto funzione del tempo di estrazione, della natura del substrato tessile e della disponibilità del fenolo. Non sono noti i valori di riproducibilità intra e inter-laboratorio sul metodo e i limiti di rilevabilità in funzione dei diversi tipi di substrato (composizione fibrosa, filato, tessuto, ecc.) .

CONCLUSIONI

A partire degli anni 90, molti paesi hanno promulgato normative cogenti che vietano o restringono l'uso di sostanze chimiche pericolose nella produzione di materiali tessili per abbigliamento e altri usi. In aggiunta a tali normative, si sono affermati sul mercato alcuni marchi di etichettatura ecologica su base volontaria. Queste azioni cogenti o volontarie potrebbero intensificarsi in un futuro prossimo, con gli obiettivi di:

- porsi a tutela della salute dei consumatori
- difendere la qualità delle produzioni tessili italiane ed europee mediante azioni di certificazione e tracciabilità dei prodotti.

In questo contesto assume primaria importanza la possibilità di disporre di metodiche analitiche certe, riproducibili e condivise che permettano di valutare correttamente l'assenza di determinate sostanze o la loro presenza con limiti di impiego.

Metodiche analitiche standardizzate sono disponibili per molte delle sostanze da analizzare ed esse certamente possono raggiungere buoni livelli di riproducibilità all'interno del singolo laboratorio.

A livello di condivisione, la riproducibilità tra laboratori diversi non è stata mai o sufficientemente sperimentata e questo rappresenta un limite poiché valori diversi tra laboratori diversi possono condurre a sotto o sovrastima nel contenuto di una particolare sostanza e quindi a problemi di tipo commerciali o contenziosi di tipo legale.

Si noti che per alcune sostanze in realtà non sono disponibili metodiche standardizzate ufficiali e quindi il problema si propone in termini più severi.

Da qui la necessità di approfondire queste tematiche con appropriati progetti di ricerca che possono coinvolgere come attori i laboratori qualificati, la aziende interessate, organismi pubblici, le associazioni dei consumatori.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- (1) K.Lacasse, W.Baumann " Textile Chemicals – Environmental Data and Facts" Springer 2004
- (2) Ibid.

- (3) H.Motschi, A.Clarke “ Regulatory Developements Affecting European Manufacturers and Processors of Dyes and Pigments” Rev. Prog. Coloration – Vol. 28 1998 (71)
- (4) M.Hewson “ Formaldehyde in Textiles” JSDC Vol. 110 1994 (140)