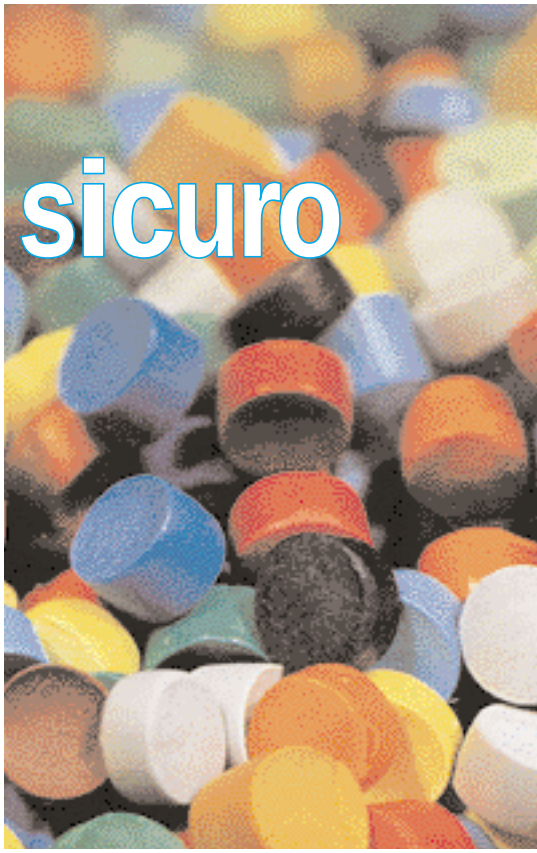
Il PVC, un prodotto eco-compatibile e sicuro



di Graziano Vidotto

Il ciclo industriale del PVC presenta ormai in Italia una situazione positiva sia rispetto alla sicurezza sia all'impatto ambientale. La produzione si svolge in accordo con le leggi e anche i dati di ecobilancio per i manufatti in PVC sono favorevoli. L'industria non intende trascurare i temi che restano ancora aperti e sta intensificando l'attività di ricerca.

I processi di produzione industriale della materia plastica policloruro di vinile (PVC), e i corrispondenti prodotti-manufatti, sono stati nel passato e sono attualmente oggetto di esame approfondito e di continua attenzione da parte delle istituzioni pubbliche italiane ed europee (ultimo esempio il Libro Verde della Commissione Europea) per i loro aspetti di sicurezza e di impatto ambientale, con emissione di legislazioni specifiche a protezione degli operatori dei processi produttivi e degli utenti dei manufatti.
Contemporaneamente, negli ultimi anni sugli stessi processi e prodotti si è focalizza la pressione e l'attacco, presso il pubblico e gli utenti, di organizzazioni ambientaliste, che per presunte motivazioni precauzionali per la salute e di protezione dell'ambiente, chiedono e raccomandano con decisione alle istituzioni competenti la limitazione e il bando, almeno di alcuni processi e prodotti a base di PVC.
Questo articolo offre il contributo dell'industria italiana del PVC (1.200 aziende, 25 mila addetti diretti con un fatturato di 12 mila miliardi/anno circa) alla conoscenza di questo ciclo industriale, come è stato nel passato e come è nel presente, rispetto alla sicurezza e all'impatto ambientale.
Specificatamente sono analizzate:
- la produzione industriale di polimero;
- la trasformazione del polimero in manufatti;
- la performance ambientale e la sicurezza dei manufatti in PVC;
- i problemi aperti.

Graziano Vidotto, Centro di Informazione sul PVC - Via M.U. Traino, 7 - Milano.

La produzione del polimero

Situazione attuale

I riferimenti per la produzione del polimero PVC rappresentano la fotografia attuale di un'industria che ha una situazione tecnologica aggiornata. Schematicamente, la produzione del PVC avviene in una sorta di "scatola chiusa" in stabilimenti integrati. È una "scatola" nella quale entrano materie prime (il cloro, l'etilene, l'ossigeno e l'acido cloridrico) e dalla quale esce il polimero PVC. All'interno di questa "scatola" avvengono reazioni chimiche, processi di trasformazione con produzione degli intermedi dicloroetano (DCE) e cloruro di vinile monomero (CVM) e del polimero PVC.
La prima caratteristica dei processi che si trovano all'interno di questa "scatola" è che essi sono completamente automatizzati, condotti, cioè, da computer; gli operatori hanno il ruolo e il compito di seguire la regolarità del processo e di correggere eventuali deviazioni.
La seconda caratteristica è quella che i processi sono chiusi: gli operatori non vengono a contatto con gli intermedi DCE e CVM, per la buona ragione che questi sono tossici. Il PVC che esce dalla "scatola" è inerte e sostanzialmente esente da CVM.
La terza caratteristica è quella che i sottoprodotti del ciclo industriale di produzione del PVC vengono lavorati, trattati e recuperati come materie prime e come energia. Gli effluenti gassosi vengono raccolti, purificati e alla fine inceneriti. Gli effluenti liquidi vengono raccolti, purificati dalle sostanze clorurate, filtrati per rimuovere i solidi e poi passano al trattamento biologico. I fanghi del trattamento biologico vanno a un inceneritore.
La quarta caratteristica è quella che l'atmosfera all'interno di questa "scatola" viene controllata continuamente. Negli stabilimenti di produzione del PVC c'è un controllo praticamente continuo dell'atmosfera per quanto riguarda il contenuto in CVM, con milioni di analisi all'anno. Vi sono molti punti fissi con analisi cromatografiche e spettrometriche ripetute ogni venti minuti; vi sono misuratori in continuo sugli operatori durante il loro periodo di lavoro negli impianti e vi sono determinazioni del contenuto in dicloroetano nell'atmosfera.
L'ultima caratteristica è quella che i lavoratori che operano in questa "scatola", che è una zona sorvegliata, sono soggetti ad analisi mediche semestrali. I dati della loro esposizione al CVM ven-

La produzione del polimero

Emissioni all'atmosfera:
- <0,1 ngr/m^3 di diossine (come richiesto dalla legislazione europea);
- <10 mgr/m^3 di acido cloridico (legislazione europea <30).

La concentrazione di CVM nell'atmosfera delle aree sorvegliate è:
- <1 ppm (legislazione europea e italiana <3 ppm-media annuale).

La concentrazione di polvere PVC è inferiore a:
- 3 mgr/m^3 (richiesta legge: 10 mgr/m^3; legislazione olandese <2,5 mgr/m^3 per polveri).

Le acque scaricate all'esterno contengono:
- <5 ppm di sostanze clorurate; <1 ppm di DCE;
- <0,5 pico gr TEQ diossine/l (non esiste legislazione italiana ed europea).

Il polimero PVC immesso nel mercato dalle industrie europee (praticamente tutte) socie dell'ECVM (European Council of Vinyl Manufactures) contiene:
- <5 ppm di CVM per applicazioni generali;
- <1 ppm per imballaggio alimentare e medicale.

gono consegnati semestralmente alle autorità sanitarie, e inoltre sono soggetti a campagne straordinarie di controllo.
Il risultato di questa situazione produttiva, che comprende tecnologie e procedure operative, è schematicamente riportato in Tabella.
Per quanto riguarda le emissioni in atmosfera dagli inceneritori, il processo è controllato e in accordo con la legislazione italiana ed europea esistente. Specificamente, gli inceneritori non emettono diossine; ne emettono meno di 0,1 nanogrammi per metro cubo, che è quanto richiesto dalla legislazione europea.
Per quanto riguarda le acque di scarico, quelle di processo e quelle di lavaggio, dopo i vari trattamenti che si concludono con la purificazione biologica, sono, come riportato in Tabella, in accordo con le leggi per contenuto di composti clorurati e diossine.
Per quanto riguarda l'esposizione dei lavoratori al CVM, la legge prevede che la concentrazione media di lunga durata al CVM sia inferiore ai 3 ppm. Gli impianti italiani in media hanno dei valori che sono circa dieci volte più bassi.
Un altro punto riguarda il contenuto in CVM nel polimero PVC che esce dalla "scatola", cioè il polimero prodotto che va alle aziende trasformatrici, il materiale base per ottenere tutti i diversi manufatti in PVC.
L'industria europea si è data un codice di autodisciplina e sulla base di questo il polimero che viene messo sul mercato dai produttori europei associati all'ECVM (European Council of Vinyl Manufacturers) ha, per gli usi generali, un contenuto di CVM inferiore a 5 ppm, mentre il polimero destinato alle applicazioni medicali e alimentari ha un contenuto in CVM inferiore a 1 ppm.
Questa è la situazione degli impianti di produzione del PVC in Italia e in Europa. È una situazione, per quanto riguarda la produzione del polimero PVC, in accordo con le leggi italiane ed europee per gli operatori e per le comunità che vivono nei dintorni delle fabbriche; è una situazione di sicurezza per i trasformatori che producono manufatti in PVC e per gli utenti dei manufatti in PVC. È una situazione ambientale sostenibile, per quanto riguarda gli impianti produttivi, perché tutti gli effluenti sono trattati e i processi produttivi sono a ciclo chiuso.
Questa è la fotografia della situazione produttiva attuale del polimero PVC negli impianti tecnologicamente aggiornati in Italia, in Europa e negli Stati Uniti.

Il passato e l'evoluzione

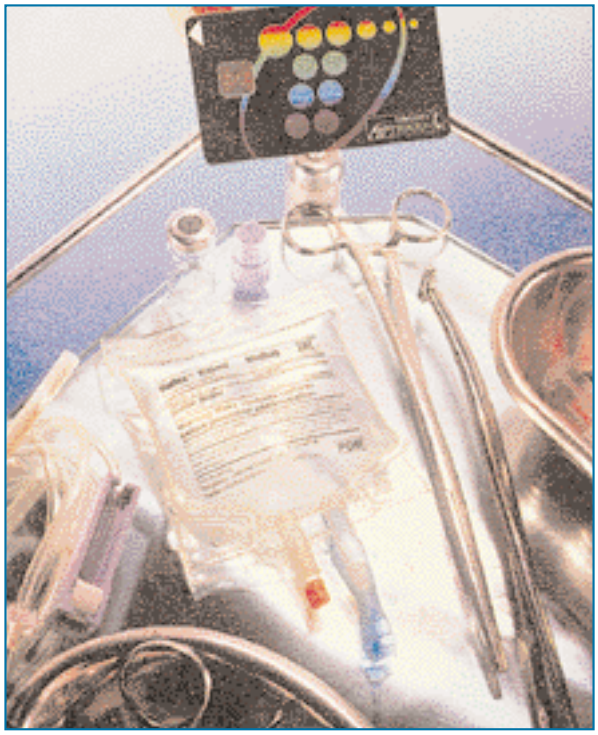
L'industria del PVC ha, alle proprie spalle, una storia pesante di perdite di vite umane per esposizioni al CVM prima del 1974, e una storia di contaminazioni in vario grado delle aree su cui ha operato, pur essendo quest'ultima non dissimile da quella della maggior parte delle industrie chimiche che hanno operato in Italia e in Europa a partire dal 1950.
La perdita di vite umane per angiosarcoma al fegato è stata dovuta all'esposizione prolungata a elevate concentrazioni di CVM prima del 1974, quando la cancerogenicità del CVM non era conosciuta. Il numero dei morti in Italia per angiosarcoma al fegato tra i lavoratori negli impianti di produzione del CVM e PVC nel periodo 1952-1985 è stato definito da indagini epidemiologiche condotte dall'Istituto Superiore di Sanità, in collaborazione con numerosi Istituti specializzati italiani, ed è fin'ora corrispondente a un totale di nove. I risultati dell'Istituto Superiore di Sanità sono stati esaminati, confermati e inseriti anche nell'indagine epidemiologica sui lavoratori sul CVM e PVC in Europa condotta dall'Istituto Internazionale Iarc di Lione di ricerca sui tumori.
Se le vite perse fossero una sola, la storia resterebbe pesante e triste allo stesso modo; altri numeri, quelli che vengono riportati nei processi attualmente in corso per lavoratori e popolazione circostante gli stabilimenti, la cui salute è stata compromessa dall'esposizione al CVM, fanno parte dell'accusa nel dibattimento processuale. L'industria del PVC considera questi casi con la massima attenzione, ma per quanto riguarda gli effetti dell'esposizione al CVM fa riferimento ai dati e risultati trovati dalle istituzioni e, specificamente, dall'Istituto Superiore di Sanità e da Istituzioni Internazionali come l'Iarc di Lione.
Il cambiamento nella maniera di produrre PVC, iniziato nel 1974 con la scoperta della cancerogenicità del CVM, ha di fatto eliminato l'origine e la causa delle morti per esposizione al CVM anche se, dati i lunghi periodi di latenza dell'angiosarcoma al fegato, non si può escludere che altri casi si verifichino in

futuro sugli esposti prima del 1974.
L'inquinamento nei passati cinquant'anni dei terreni su cui l'industria del PVC era situata, rappresenta un problema la cui soluzione può realisticamente partire solo definendo una mappa dettagliata delle macchie d'inquinamento e la loro specifica natura, sia per i terreni industriali sia per quelli vicinali.
Non vi è dubbio che le macchie d'inquinamento sul terreno delle zone industriali che, sulla base delle conoscenze e delle leggi attuali costituiscono pericolo per la salute e per l'ambiente, debbano venir bonificate. Chi nel tempo ha inquinato, non attenendosi alle leggi in vigore, ha delle responsabilità; ma, se quanto è successo è avvenuto all'interno di autorizzazioni e di leggi, anche altri soggetti della società dovranno essere chiamati a risolvere i problemi che la storia industriale ha lasciato. I conti vanno chiusi senza comunque sovrasemplificare una situazione che è assai complessa, e senza ricondurre la responsabilità di tutto l'inquinamento passato a una sola produzione industriale, che finirebbe col diventare un capro espiatorio ingiusto e inefficace.
La produzione attuale di PVC in Italia è sicura e in accordo con le leggi, mentre l'inquinamento è ai livelli permessi dall'adozione delle migliori tecnologie di raccolta e purificazione degli effluenti.

La trasformazione in manufatti

Additivi e sicurezza dei processi

La produzione dei manufatti in PVC richiede sempre l'utilizzo di stabilizzanti. Essi servono per proteggere il polimero durante la trasformazione e per dare ai manufatti lunga vita in opera; sono in forma granulare o in soluzione, vengono utilizzati in percentuali intorno all'1% rispetto al PVC e sono inglobati saldamente nella matrice polimerica. In Europa, quelli più utilizzati (il 75% del totale) sono a base di sali di piombo e vengono impiegati soprattutto nei manufatti destinati all'edilizia. Gli stabilizzanti utilizzati per la produzione di contenitori, di imballi di alimentari e medicinali e per i giocattoli sono, invece, prevalentemente a base di sali di calcio-zinco o di bario-zinco. Ci sono poi stabilizzazioni minori, a base di stagno, e, in piccola quantità, stabilizzazioni a base di sali di cadmio, per le finestre in PVC.
Gli altri additivi necessari nella trasformazione del PVC in manufatti flessibili come, ad esempio, tubi da giardino, giocattoli, cavi di isolamento elettrico, sono i plastificanti. Si tratta di liquidi altobollenti, prevalentemente esteri degli acidi ftalici, adipico e citrico. Non hanno tossicità acuta; sono stati molto studiati, risultando non cancerogeni per l'uomo. Due di essi, specificamente il benzilbutilftalato e il dibutilftalato, avevano mostrato *in vitro* una debolissima azione estrogenica, però non confermata da altre prove *in vitro* e soprattutto non confermata da prove *in vivo*.
La produzione dei compound PVC (le mescole di polimero e additivi) e dei manufatti vengono effettuate in migliaia di stabilimenti italiani. Negli ambienti di lavoro vengono misurate la presenza di polvere di PVC, di stabilizzanti e, se del caso, di plastificanti. Anche i processi moderni di trasformazione del PVC in compound e manufatti sono a ciclo chiuso e automatizzati. La polvere respirabile di PVC nell'ambiente di lavoro risulta inferiore ai tre milligrammi per metro cubo e le concentrazioni di plastificanti risultano dell'ordine di microgrammi per metro cubo.

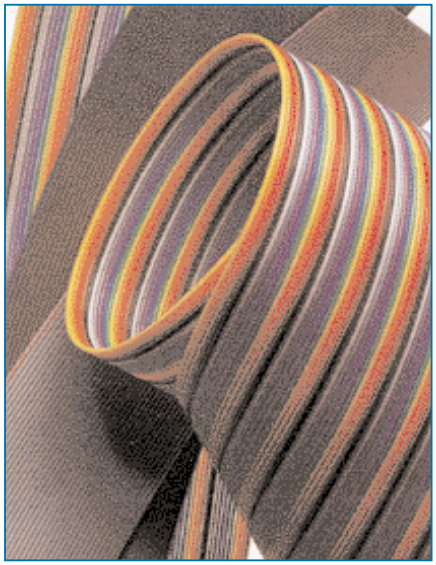


Effetti ambientali e sicurezza dei manufatti in PVC

I processi industriali di trasformazione del PVC sopra descritti portano alla produzione dei manufatti nelle quantità di circa un milione di tonnellate all'anno in Italia, circa 5 milioni e mezzo di tonnellate all'anno in Europa e circa 25 milioni di tonnellate all'anno nel mondo.
I manufatti in PVC vengono utilizzati perché sono igienici, non propagano la fiamma, costano meno e sono sicuri come o più di quelli corrispondenti costituiti da materiali alternativi.
In cinquant'anni i prodotti in PVC sono entrati nella vita di tutti e tutti se ne servono, consciamente o inconsciamente, sia quelli che sono a favore sia quelli che sono contrari al PVC.
È in PVC il 45% delle tubazioni per acque di scarico, il 20% di quelle per acque potabili, il 75% dell'isolamento di cavi elettrici e telefonici negli edifici; le borse, le scarpe, le cartelle per i documenti sono in PVC. Il PVC è un materiale che è entrato in tutti i settori della vita civile e industriale di tutti i paesi del mondo. E vi è entrato non certo perché l'industria del PVC ha fatto pubblicità o promozione. In realtà, e questo non è sicuramente un merito, l'industria del PVC ha curato poco la comunicazione con la società civile, permettendo la diffusione indisturbata e il consolidamento di informazioni infondate.
Il PVC è entrato nella società civile silenziosamente perché rendeva un servizio utile alla collettività al minor costo complessivo. In Germania il 50% delle finestre è in PVC, così come in Inghilterra; si utilizzano perché non si corrodono, perché non marciscono, perché hanno un miglior isolamento termico e acustico, perché non necessitano di manutenzione periodica, perché non bruciano: insomma, perché rendono un ottimo servizio.
La prestazione dei manufatti in PVC non è buona solo sotto l'aspetto economico, ma ha anche a che fare con il consumo energetico per la loro produzione. Il PVC richiede, infatti, meno energia per essere prodotto e lavorato rispetto alla maggior parte degli altri materiali, plastici e metallici. Certo, i consumi energetici non sono tutto. L'effetto ambientale complessivo risulta dalla somma delle energie necessarie per

produrre il materiale, trasformarlo in manufatto, mantenere funzionale il manufatto nella sua vita e infine smaltirlo, recuperandone materia o energia.
Il bilancio ambientale complessivo di un materiale-manufatto rappresenta il solo riferimento fondato di confronto per stabilire una scala del grado di compatibilità ambientale. La maggior parte dei dati esistenti per tutti i materiali sono incompleti e imperfetti, in particolare per quanto riguarda la sorte dei manufatti, il loro smaltimento con recupero di materia o energia, e l'interazione che avviene con la natura quando ritornano alla natura come rifiuti. Pur con questi limiti, i dati di ecobilancio per i manufatti in PVC sono favorevoli o non significativamente sfavorevoli a questo materiale, e indicano, ad esempio, che le bottiglie in PVC non sono molto differenti da quelle in PET o in vetro, che le finestre in PVC hanno vantaggi rispetto a quelle in alluminio e svantaggi rispetto a quelle in legno.
La penetrazione del PVC nel mercato delle applicazioni, in sostituzione del vetro, del legno, della carta, del cuoio e dei metalli, è avvenuto essenzialmente per motivi di maggior igiene, miglior resistenza alla fiamma, minor necessità di manutenzione e in generale per migliori caratteristiche globali.
La sicurezza per gli utenti è d'altra parte garantita dal rispetto delle normative e leggi specifiche che regolano i prodotti destinati ai vari settori applicativi.
I manufatti in PVC nell'edilizia (57% circa dei consumi totali di PVC) sono regolamentati, hanno standard e capitolati di accettazione. Ad esempio, i tubi in PVC per il trasporto di acqua potabile sono stabilizzati con sali di piombo che restano fermamente inglobati nella matrice polimerica. La legislazione prevede che la presenza di sali di piombo nell'acqua potabile sia inferiore a 100 ppb e raccomanda che non superi il livello di 10 ppb. Normalmente, l'acqua potabile trasportata in tubi in PVC contiene meno di 1 ppb di sali di piombo.
L'imballaggio assorbe il 17% dei consumi totali di PVC. Questo settore, che comprende applicazioni delicate e critiche, tipo quelle alimentari e medicali, richiede che i componenti utilizzati (polimero, stabilizzanti e plastificanti) rispondano a definiti criteri di sicurezza e atossicità. Per l'imballaggio alimentare e medicale (a base di PVC o di altri materiali) esiste un preciso quadro normativo italiano ed europeo di riferimento, che include una lista positiva dei materiali

(polimero e additivi) utilizzabili, nonché controlli e verifiche sui manufatti, a salvaguardia della qualità della merce contenuta.
L'acqua minerale non gasata è nata e si è sviluppata fino a consumo di massa, nelle bottiglie in PVC. Tutte le verifiche fatte negli anni sulla qualità complessiva e sulle caratteristiche tossicologiche dell'acqua imbottigliata in PVC hanno dimostrato la sua perfetta equivalenza con l'acqua tenuta in bottiglie di vetro.
Il settore medicale è dettagliatamente regolamentato. Il PVC vi è presente in molteplici applicazioni: la maggioranza dei guanti monouso negli ospedali, le sacche per le trasfusioni di sangue, i tubi e le tende a ossigeno. Le sacche per le trasfusioni di sangue sono ovviamente regolamentate, e vengono definiti i limiti massimi di cessione di plastificante dal contenitore al sangue. Le tracce di plastificante che finiscono nel sangue sono, secondo le autorità sanitarie, innocue. In effetti nei decenni di questo impiego del PVC non sono mai stati rilevati problemi sanitari. Vi sono state, naturalmente e sono tuttora in corso, ricerche per sostituire il plastificante dietilesilftalato nelle sacche trasfusionali con altri plastificanti, e per sostituire le sacche a base di PVC e di altri materiali, ma questi studi, alcuni finanziati da programmi della Comunità Europea, non hanno dato, finora, risultati equivalenti o migliori, in particolare in termini di sicurezza, di quelli ottenuti con il PVC flessibile in uso attuale.



Anche il settore dei giocattoli in PVC flessibile è regolamentato. Le legislazioni che lo definiscono riguardano la funzionalità complessiva dei giocattoli e anche la cessione di plastificanti, CVM e stabilizzanti.
Certamente, per qualunque manufatto, esiste il problema che tutti i produttori europei ed extra-europei le osservino; la protezione e la sicurezza dei consumatori a questo riguardo derivano dalla serietà e professionalità dei produttori, ma, alla fine, vengono garantite anche dai controlli delle istituzioni e delle associazioni dei consumatori.
Per la sicurezza dei manufatti in PVC (così come di qualsiasi altro materiale) si deve, infatti, evidenziare che il mercato europeo importa anche dal di fuori. Occorre controllare quello che viene importato, in modo da essere garantiti sulla sua qualità e rispondenza agli standard europei, anche perché c'è sempre la possibilità che qualche produttore sbagli o non rispetti le leggi. Se e quando questo succede, ciò non ha nulla a che vedere con la capacità del PVC di essere utilizzato per la fabbricazione di manufatti rispondenti a quanto prescritto dalle leggi e sicuri per gli utenti.

Considerazioni conclusive

Il PVC è insomma un materiale sicuro e competitivo per l'insieme delle due prestazioni in tutti i settori di impiego consolidato. Nell'edilizia è ottimale, per consumi energetici e per bilancio ambientale, e ci fa risparmiare una risorsa naturale come il legno. Nel settore elettrico il PVC è eccellente per l'isolamento e perché non brucia facilmente. Quando poi ciò accade, il problema non è certo l'acido cloridrico che si libera: in tutti i recenti e meno recenti grandi incendi, quali ad esempio, quello all'aeroporto di Düsseldorf nel 1997, le persone sono morte per l'ossido di carbonio liberatosi dalla combustione di tutti gli oggetti e materiali presenti sul luogo del disastro, non

per l'acido cloridrico derivante dal PVC. È un ottimo materiale anche per il settore dell'imballaggio alimentare, settore nel quale il PVC ha contribuito e contribuisce alla conservazione delle carni e dei formaggi. Nel settore medicale, oltre a funzionare molto bene, i prodotti in PVC hanno sicuramente contribuito a salvare numerose vite umane. E anche quello dei giocattoli è un settore dove il PVC viene impiegato in modo sicuro. Il problema è quello di rispettare le legislazioni esistenti e di avere, tutti come consumatori, la certezza che siamo protetti dai controlli effettuati dalle Istituzioni, oltreché dalla correttezza dei produttori.

Sicuramente il prodotto PVC e il suo ciclo industriale hanno una storia con prezzi troppo alti che sono stati pagati alla conoscenza. Ora, però, la situazione è di sicurezza per i lavoratori e per gli utenti e di minimizzazione dell'impatto ambientale. Il suo ciclo non emette diossine: meno dello 0,1% di tutte le diossine attualmente emesse nell'ambiente. L'industria europea del PVC si è data volontariamente un Codice di Autodisciplina, che per le emissioni degli inquinanti clorurati dagli impianti produttivi e per il CVM residuo nei prodotti, prevede limiti molto più stretti di quelli che le leggi esistenti pongono a protezione dei lavoratori, delle popolazioni residenti vicino agli impianti e di tutti i consumatori e gli utenti dei manufatti in PVC. Gli additivi utilizzati rientrano nell'esistente quadro normativo. Il riciclo meccanico del PVC è una realtà, così come è possibile il recupero di energia nell'incenerimento di rifiuti che lo contengono. È possibile anche il ricupero di materie prime, attraverso il riciclaggio chimico, anche se per questo occorre ancora uno sviluppo industriale e di consolidamento, che l'industria europea del PVC è impegnata a realizzare.

Certamente vi sono, nel ciclo industriale del PVC, temi che restano ancora aperti, pur all'interno del rispetto delle leggi esistenti di una situazione globale di sicurezza basata sulle migliori conoscenze attuali. Temi aperti simili a quelli che esistono nella più parte dei cicli e attività industriali e civili. Un tema aperto per l'industria del PVC è quello relativo ai margini di sicurezza nell'esposizione al CVM: i margini attuali, circa 10 volte superiori a quelli garantiti dalla legge, sono sufficienti o devono essere rivisti e aumentati? Un altro tema riguarda alcune delle sostanze utilizzate come plastificanti nei manufatti in PVC: sostanze che, pur essendo conosciute e ritenute sicure e innocue nel loro impiego, devono continuare a essere studiate per stabilire definitivamente il loro potenziale effetto alteratore del sistema endocrino. Si tratta di un tema nuovo di conoscenza, che riguarda moltissime delle sostanze utilizzate nella società moderna, inclusi i componenti dei cibi e delle medicine. Un altro tema da sviluppare è quello della stabilizzazione del PVC senza l'impiego di sali metallici. Tutti questi sono temi aperti per un'industria come quella del PVC, che intende procedere al passo con lo sviluppo delle conoscenze, cercando di capire, il più possibile in anticipo, potenziali problemi, seppur piccoli, per poterli risolvere.

Quella del PVC è un'industria che ha, al suo attivo, cinquant'anni di studio, esperienza e conoscenza; come conseguenza, il ciclo industriale e il prodotto sono sostanzialmente sicuri, con rischi e problemi residui umanamente minimizzati.