

*Elena Ansaloni, Davide Frascaro  
LITCAR  
Università di Bologna, Polo di Rimini  
Germana Olivieri, Paolo Neri  
ENEA - Bologna  
Silvia Giuliani  
Lesepeidado Srl - Bologna  
Leonardo Setti  
Dipartimento di Chimica Industriale  
e dei Materiali  
Università di Bologna  
a-elena@libero.it*



## POLITICHE INTEGRATE DI PRODOTTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN INCHIOSTRO INKJET ECOLOGICO

**Nell'ottica di una politica integrata di prodotto (IPP), abbiamo studiato il ciclo di vita di un inchiostro per stampa ink jet a carattere alimentare da utilizzare nell'office,** al fine di ottenere un prodotto ecocompatibile in termini di riciclo di carta e cartucce esauste. Al termine dello studio è stato ottenuto un prodotto "ecologico" che riduce gli impatti ambientali del 68% rispetto ad un prodotto "tradizionale".

I problema dei rifiuti derivanti da attività di ufficio sta acquisendo sempre maggior peso: una quantità ingente di rifiuti è sicuramente rappresentata dai consumabili per stampanti e dalla carta stampata. La produzione mondiale di carta e cartoni nel 2003 era di 339 milioni di tonnellate con un incremento previsto di circa il 2,5% annuo fino al 2010, di cui 102 milio-

ni di tonnellate sono per stampa e scrittura mentre 38 milioni di tonnellate sono utilizzate per carta da giornale. L'ascesa della carta da stampa e scrittura è stata la più elevata rispetto all'incremento di carta negli altri settori, infatti dal 1980 è aumentata del

110% a fronte di aumento globale del 78%. È un trend inatteso se si pensa che qualche decina di anni fa, agli esordi dell'era informatica, ci si immaginava una rapida evoluzione verso un "ufficio senza carta". Di fatto le recenti tecnologie di stampa per-



*Elena Ansaloni è stata premiata dal Gruppo Giovani della SCI per avere presentato, nell'ambito del V S.A.Y.C.S. - Sigma-Aldrich Young Chemists Symposium (Riccione, 10-12 ottobre 2005), il miglior poster per l'area tematica "Energia, ambiente e beni culturali".*

mettono di ottenere carta stampata sempre più facilmente e sempre più velocemente, ciò ha portato ad un notevole incremento della carta stampata di tipo usa-e-getta, nonostante la progressiva sostituzione degli archivi cartacei con quelli di tipo informatico. Si stima che il numero di fogli utilizzati in un ufficio americano cresca ogni anno del 20%. Nel 1996 più di 800 miliardi di fogli sono usciti dalle fotocopiatrici statunitensi ed altrettanti dalle stampanti. Dividendo questi dati per il numero di lavoratori si traduce in un consumo di circa 12.000 fogli a testa. Considerando che 220 fogli di carta da ufficio pesano circa un chilogrammo, si arriva a stimare in circa 54 kg il consumo medio di carta da ufficio da parte di un lavoratore americano. Nel settore ufficio si stanno diffondendo sempre più le stampanti a getto d'inchiostro con una crescita a due cifre a causa di una politica aggressiva sulla riduzione dei prezzi unitari delle stampanti. Ogni anno nel mondo vengono consumati 60 milioni di cartucce toner e oltre 500 milioni di cartucce per stampanti ink-jet che veicolano circa  $10^4$  t/anno di inchiostro.

Accanto al "rifiuto carta" prodotte negli uffici,

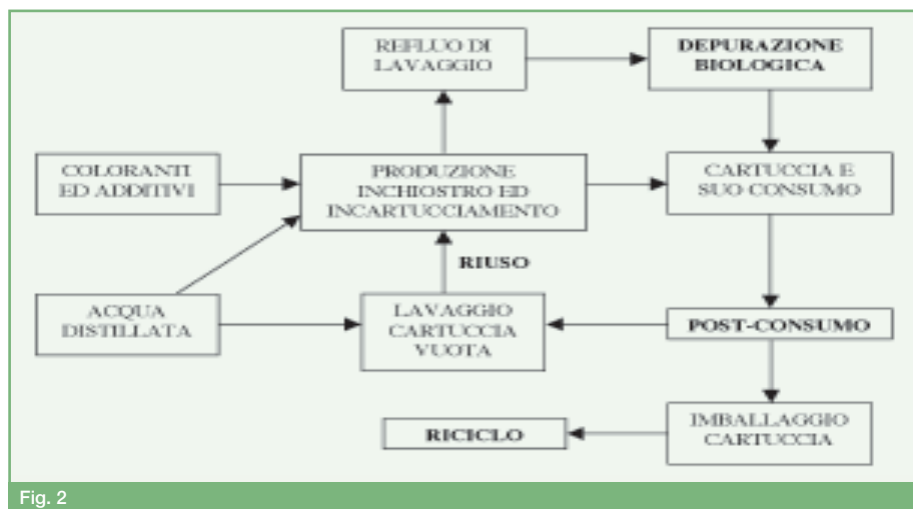


Fig. 2

ci, sono da considerarsi anche i rifiuti prodotti dai consumabili per stampa ink jet. A livello nazionale Assocarta stima che l'industria cartaria utilizza per la sua produzione circa il 50% di carta da macero, di cui solo il 7,3% [1] viene utilizzata come materia prima per la produzione di carta ad uso grafico (Fig. 1); per questa tipologia di carta sono, infatti, richieste lavorazioni particolari viste le elevate caratteristiche di qualità, in particolare grado di bianco, richieste dal mercato. Tali qualità attualmente vengono ottenute con processi chimici che prevedo-

no l'utilizzo di cloro per la sbianca delle paste per carte.

Visti gli scenari legati al rifiuto della carta stampata da ufficio e le esigenze del macero, sarebbe opportuno che gli inchiostri per la stampa office fossero realizzati al fine di soddisfare il riciclo di questa carta. Attualmente il mercato degli inchiostri per la stampa ink jet propone prodotti con caratteristiche di alta cromaticità ed elevata resistenza nel tempo sulla carta per soddisfare le esigenze richieste dalle stampe fotografiche. Ovviamente queste caratteristiche sono controproducenti per quanto riguarda il riciclo della carta comune che richiederebbe semplici processi di sbianca e di trattamento dei reflui costituiti essenzialmente da inchiostro diluito.

Sulla base di quanto detto abbiamo studiato un ciclo di vita semplificato di un inchiostro per inkjet dalla sua produzione fino al riciclo della carta (estrazione e lavorazione delle materie prime; fabbricazione e trasporto del prodotto; riuso, riciclo e smaltimento finale) al fine di valutare gli stadi più impattanti e quindi ridisegnare un inchiostro a minore impatto ambientale ad uso

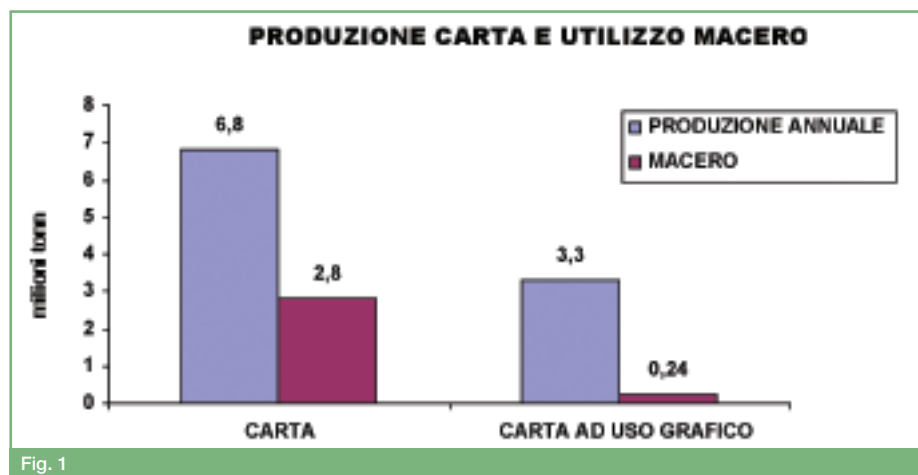


Fig. 1

ufficio seguendo una corretta Politica Integrata di Prodotto. Per lo studio di LCA (Life Cycle Assessment) [2] è stato necessario definire i confini dello studio che comprendono le materie prime e considerano l'intero processo di produzione fino al destino finale dei reflui di lavaggio e di produzione, nonché il fine vita della cartuccia esausta (Fig. 2).

Dall'analisi dei risultati della valutazione di impatto, eseguita utilizzando il Metodo Eco-Indicator 99E/WCE [3], si evince che la categoria che presenta il maggior impatto, 76%, è quella relativa alle Risorse in cui il massimo danno è rappresentato dai combustibili fossili con cui si produce la plastica della cartuccia e dal film di plastica che avvolge la cartuccia nell'imballaggio. Va sempre considerato che la percentuale riportata è riferita al danno effettuato sul danno totale della categoria a cui sono stati sottratti i danni evitati. Per quanto riguarda invece la categoria Human Health, che incide per il 20% sul totale, il maggior danno è dovuto alla plastica della cartuccia, al cartone per l'imballaggio della cartuccia e ad una delle componenti dell'inchiostro in particolare l'umettante.

In base a queste indicazioni derivanti dallo studio LCA, abbiamo disegnato un nuovo inchiostro che riducesse gli impatti descritti sopra e che permettesse di ottenere un migliore processo per il riciclo della carta sia dal punto di vista della sbianca della carta sia dal punto di vista dei trattamenti dei vari reflui.

Da un punto di vista normativo le cartucce esauste, che hanno contenuto un inchio-

stro tradizionale, avente un certo grado di tossicità e di recalcitranza alla depurazione biologica, dovrebbero essere smaltite in discarica per rifiuti speciali non pericolosi mentre nel caso di un riuso della cartuccia come refill, le acque inchiostrate di lavaggio della cartuccia dovrebbero essere inviate ad uno smaltimento chimico-fisico.

Per ridurre l'impatto della cartuccia e delle acque di lavaggio, abbiamo disegnato un prodotto con componenti ad uso alimentare in modo che risultasse assolutamente atossico secondo la normativa vigente in merito agli additivi alimentari. Per il nostro studio si è pensato di sostituire i tradizionali componenti degli inchiostri con altri di grado alimentare, a partire dai coloranti fino a tutti gli altri additivi necessari a conferire agli inchiostri caratteristiche di buona stampabilità. In questo

modo, nel calcolo del ciclo di vita del nuovo inchiostro, le acque reflue di lavaggio possono essere smaltite tramite trattamento biologico, secondo il D.Lgs. 152/99, e le cartucce esauste possono essere inviate al riciclo di materiali di plastica poiché riconducibili alla categoria "R3: Riciclo/Recupero sostanze organiche non utilizzate come solventi" (D.Lgs. 22/97).

Dai risultati del confronto tra le due tipologie di inchiostro si è potuto osservare che entrambi i processi presentano un maggior impatto ambientale nella categoria R Fossil Fuel dovuto alla plastica della cartuccia e al suo imballaggio, ma mentre per l'inchio-



stro ecologico", tale danno rappresenta il 65,33%, per quello tradizionale rappresenta il 75,83%, inoltre il processo "inchiostro ecologico" è complessivamente meno dannoso del 68% rispetto a quello tradizionale e ciò deriva dal diverso fine vita della cartuccia e delle acque reflue di lavaggio e di produzione dell'inchiostro.

Gli inchiostri da noi messi a punto, che indicheremo per comodità "ecologici" sono stati confrontati con gli inchiostri tradizionali

## **Integrated Policy of Product for the Production of an Environmental Friendly Ink-Jet Printing**

*The aim of the research was to study the life cycle of a food suitable ink for ink-jet printing. This ink, used for office purpose, should be an environmental friendly product considering the paper and cartridges recycle. We produced an "ecological" product which reduces the environmental impacts of about 68% compared with "traditional" once.*

ABSTRACT 

in termini di recupero dalla carta inchiostrata al fine di valutare il vantaggio nella fase di sbianca nel processo di riciclo della carta. Gli inchiostri tradizionali presentano un recupero piuttosto basso dalla carta [4], pari al 5-80% in funzione del colorante, mentre quelli "ecologici" mostrano un recupero praticamente totale sempre in funzione del colorante.

Lo studio ha quindi mimato un trattamento in depuratore biologico a fanghi attivi (uno dei processi che vengono utilizzati per il trattamento delle acque reflue di cartiera) dei reflui di lavaggio della carta. I coloranti presenti negli inchiostri ecologici hanno mostrato una buona biodegradabilità nel depuratore, mentre quelli tradizionali si sono adsorbiti sui fanghi facendo cambiare agli stessi colore e dimostrando la loro scarsa biodegradabilità.

Sono stati quindi valutati anche gli effetti del riuso della cartuccia sull'impatto ambientale complessivo. Nello studio di impatto è stato quindi inserito il volume di acqua necessario per il lavaggio della cartuccia prima di essere reinchiostrata e lo smaltimento del refluo che è ovviamente diverso nei due casi. Passando a 5 riutilizzi delle cartucce si osserva un calo complessivo del danno del 64% e del 39% rispettivamente per gli inchiostri tradizionali e per quelli ecologici (Fig. 3). Questa diminuzione è attribuibile ad una minore incidenza della cartuccia per peso di inchiostro. Riutilizzando la cartuccia per 20 volte non si osserva invece un calo significativo in entrambi gli inchiostri. Questo è dovuto all'influenza degli im-

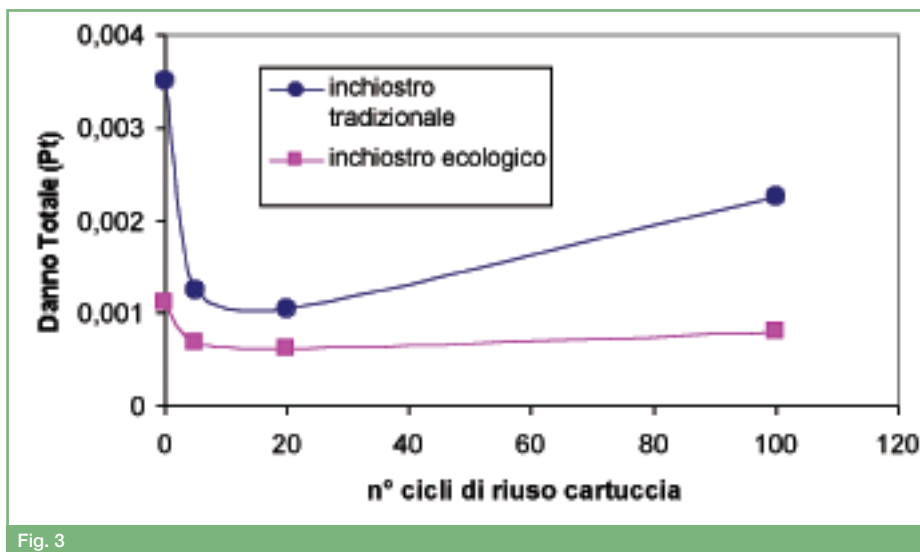


Fig. 3

ti legati all'acqua di lavaggio e al suo smaltimento, tanto che dopo 100 riutilizzi si osserva un aumento significativo dell'impatto seppure per l'inchiostro ecologico risulta più contenuto (+129%) rispetto a quello dell'inchiostro tradizionale (+216%) a causa della diversa tipologia di smaltimento dei reflui inchiostriati.

### Conclusioni

Oltre al minore impatto ambientale, gli inchiostri ecologici risultano atossici secondo le normative sugli additivi alimentari e questo costituisce un ulteriore valore aggiunto per una loro potenziale applicazione nell'ambito delle amministrazioni pubbliche, le quali sono sempre più invitate a seguire i criteri dettati dal Green Public Procurement. La sfida di creare un'economia ecologicamente sostenibile passa per gli enti locali i quali, secondo il decreto 203 dell'8 maggio 2003 emanato dal Ministero

dell'Ambiente e della tutela del Territorio di concerto con il Ministero delle Attività Produttive e con il Ministero della Salute, dovrebbero coprire il 30% del fabbisogno annuale di beni e manufatti con prodotti realizzati in materiale riciclato.

Tale progetto dimostra come sia possibile attraverso puntuali studi di impatto ambientale e Politiche Integrate di Prodotto, disegnare nuovi prodotti a basso impatto ambientale e nuovi processi ecologicamente ed economicamente sostenibili. Le maggiori criticità del progetto sono proprio legate al creare una domanda di prodotto che attualmente ha la sua unica leva nel costo degli inchiostri che si traduce nel costo medio della stampa. Sicuramente gli eventi recenti legati al problema della tossicità degli inchiostri negli imballaggi poliaccoppiati può creare una coscienza critica anche verso il prodotto della stampa inkjet e sulla sicurezza dell'operatore anche in uso office.

### Bibliografia

- [1] Fonte Assocarta 2005.
- [2] M.A. Curran, Environmental Life Cycle Assessment, McGraw-Hill, 1996.
- [3] The Eco-Indicator 99, Methodology Report-Annex, PRè

- Consultants B.V., 5 October, 1999.
- [4] L. Setti *et al.*, Inchiostri per stampa ink-jet a basso impatto ambientale all'interno del ciclo di lavorazione di una cartiera, RICICLA 2001 Rimini, Ambiente & Territorio, pag. 324.