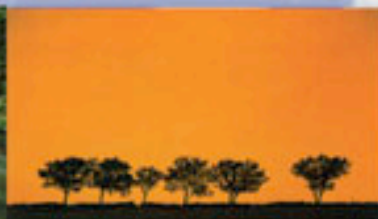


**ENEA**

Ente per le Nuove tecnologie,  
l'Energia e l'Ambiente



CONSORZIO NAZIONALE PER IL RECUPERO  
E RICICLAGGIO DEGLI IMBALLAGGI  
A BASE CELLULOSICA

# Una nuova filiera per la produzione di pasta disinchiestrata da carta da macero

Nino Di Franco, Pier Giorgio Landolfo,  
Luca Marciani





Una nuova filiera per la produzione  
di pasta disinchiostrata  
da carta da macero

Una nuova filiera per la produzione  
di pasta disinchiestrata  
da carta da macero

2004 ENEA  
Ente per le Nuove tecnologie  
l'Energia e l'Ambiente

Lungotevere Thaon di Revel, 76  
00196 Roma

ISBN 88-8286-102-3

Il volume riflette l'opinione degli autori e non necessariamente quella dell'ENEA



Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia  
e l'Ambiente



Consorzio nazionale per il recupero  
e riciclaggio degli imballaggi  
a base cellulosica

## UNA NUOVA FILIERA PER LA PRODUZIONE DI PASTA DISINCHIOSTRATA DA CARTA DA MACERO

Nino Di Franco  
Pier Giorgio Landolfo  
Luca Marciani



## INDICE

INTRODUZIONE .....	9
1. ANALISI DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA DEGLI IMBALLAGGI MISTI AD ALTRA FRAZIONE CARTACEA PRESENTE NEI RIFIUTI URBANI NEL SUD ITALIA .....	13
1.1 Analisi della situazione attuale.....	13
1.2 Analisi dello sviluppo della RD nell'Italia meridionale .....	16
1.3 Scenari futuri per l'evoluzione della raccolta differenziata di carta e cartone nel Sud Italia.....	19
1.3.1 Scenario 1: le regioni del Sud Italia raggiungono le percentuali di RD previste dagli obiettivi indicati dal D.Lgs. n. 22/97 .....	20
1.3.2 Scenario 2: le regioni del Sud Italia raggiungono le percentuali di RD previste dai Piani regionali di gestione dei rifiuti.....	21
1.3.3 Scenario 3: le regioni del Sud Italia, nei tempi indicati nei Piani, si assestano su valori intermedi di RD, inferiori a quelli indicati nella normativa nazionale e regionale, ma equiparabili a quelli raggiunti mediamente nel 2001 dalle regioni del Nord Italia. ....	25
1.4 Previsione dei flussi futuri di macero nel Sud Italia.....	36
Bibliografia del capitolo 1 .....	38
2. BILANCI DI FIBRA IN ITALIA E NEL SUD ITALIA.....	39
2.1 Il bilancio nazionale di fibra (anno 2001).....	39
2.2 Il bilancio nazionale di fibra (anno 2002).....	42
2.3 Bilancio di fibra – Sud-Italia (anno 2001) .....	43
Bibliografia del capitolo 2.....	48
3. POSSIBILI CICLI TECNOLOGICI DI IMPIANTI DESTINATI ALLA PRODUZIONE DI PASTA DA CARTA A PARTIRE DA MACERO POST- CONSUMO .....	49
3.1 Processi di trattamento.....	49
3.2 Spappolamento .....	49
3.3 Assortimento .....	49
3.5 Disinchiostrazione .....	50
3.5.1 Fattori limitanti per la disinchiostrazione .....	51

3.5.2	Innovazioni tecnologiche per la disinchiostrazione.....	55
3.6	Ulteriori trattamenti per migliorare le qualità ottiche della pasta .....	55
3.7	Sezione di formazione della pasta.....	56
3.8	Deumidificazione della pasta da carta prodotta .....	56
3.9	Termovalorizzazione degli scarti da pulper e dei fanghi da deinking.....	57
3.10	Trattamento delle acque e dei fanghi di rifiuto .....	58
	Bibliografia del capitolo 3 .....	60
4.	ANALISI COSTI-BENEFICI: SCENARI DI RICICLO OTTIMALE .....	61
4.1	Aspetti qualitativi della pasta disinchiostrata.....	61
4.1.1	Mercato delle cellulose .....	62
4.1.2	Mercato del macero .....	63
4.1.3	Scenari di riciclo ottimale .....	64
4.2	Analisi costi-benefici .....	65
4.2.1	Determinazione dei parametri .....	66
4.2.2	Voci di spesa .....	67
4.2.2.1	Macero.....	67
4.2.2.2	Personale.....	67
4.2.2.3	Energia.....	69
4.2.2.4	Manutenzione.....	69
4.2.2.5	Materiali ausiliari .....	70
4.2.2.6	Rifiuti.....	70
4.2.2.7	Trasporto.....	71
4.2.2.8	Ripartizione dei costi annuali .....	71
4.2.2.9	Calcolo del flusso di cassa.....	72
4.3	Investimenti.....	72
4.4	Determinazione del VAN.....	73
	Bibliografia del capitolo 4 .....	75



## INTRODUZIONE

L'Unione Europea, a partire dal 1989<sup>1</sup>, si è dotata di una “strategia” per la gestione dei rifiuti. Tale strategia si è concretizzata nella corrispondente evoluzione normativa e nei Programmi di Azione a favore dell'Ambiente, i quali hanno identificato cinque settori prioritari tra i quali:

- la prevenzione della produzione di rifiuti (per esempio tramite lo sviluppo di tecnologie pulite, di eco-design e di immissione sul mercato di prodotti poco incidenti sulla quantità e nocività dei rifiuti, lo sviluppo di tecniche appropriate di eliminazione delle sostanze pericolose dai rifiuti ecc.);
- la massimizzazione del recupero, dando la preferenza al riutilizzo e recupero dei materiali rispetto al recupero di energia. In tale ambito si evidenzia la direttiva 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio e la sua revisione che ha concluso l'iter legislativo con il voto del Parlamento europeo del 26/1/2004;
- la minimizzazione dello smaltimento finale, con la progressiva riduzione della discarica.

In Italia, tali politiche hanno trovato applicazione nell'emanazione e nelle successive integrazioni del decreto legislativo n. 22/1997 (“decreto ‘Ronchi’”). Il sistema integrato delineato dalla legislazione nazionale si pone come obiettivo prioritario una separazione alla fonte dei materiali per avviarli al circuito di recupero e valorizzazione, definendo anche gli obiettivi da raggiungere in materia di raccolta differenziata. Questo processo, se da un lato permette di ridurre lo smaltimento dei rifiuti indifferenziati, dall'altro richiede condizioni di mercato favorevoli per l'allocazione dei prodotti originati in tutto o in parte dai materiali riciclati. Per sviluppare tale condizioni è fondamentale eliminare le criticità che attualmente impediscono l'ottimizzazione dell'utilizzo di materiali di riciclo all'interno del sistema produttivo ed individuare ulteriori spazi di mercato, mantenendo nel contempo condizioni di stabilità al mercato dei materiali riciclati<sup>2</sup>.

In questo quadro, la frazione dei materiali cellulosici (imballaggi, carte da macero ecc.) è di particolare rilevanza in quanto, oltre che negli scarti della lavorazione dell'industria editoriale e delle industrie cartotecniche, essi sono presenti negli scarti di tutti i settori produttivi e del terziario, pubblici e privati, e, inoltre, costituiscono la frazione secca maggiormente presente nei rifiuti urbani ed al contempo la frazione maggiormente recuperata e riciclata.

I soggetti che operano nel sistema di raccolta e riciclo sono molteplici; i principali sono: i raccoglitori privati, i raccoglitori pubblici, le cartiere, i trasformatori, i consumatori finali. A questi soggetti, ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs 22/97, per il raggiungimento degli obiettivi di recupero e riciclaggio degli imballaggi cellulosici e per garantire il necessario raccordo con le pubbliche amministrazioni responsabili della raccolta differenziata, i produttori e gli utilizzatori, si aggiunge il Comieco (Consorzio nazionale per il recupero e riciclaggio degli imballaggi a base cellulosica); questo ha il compito, tramite convenzioni con le amministrazioni locali, di gestire il sistema di ritiro degli

---

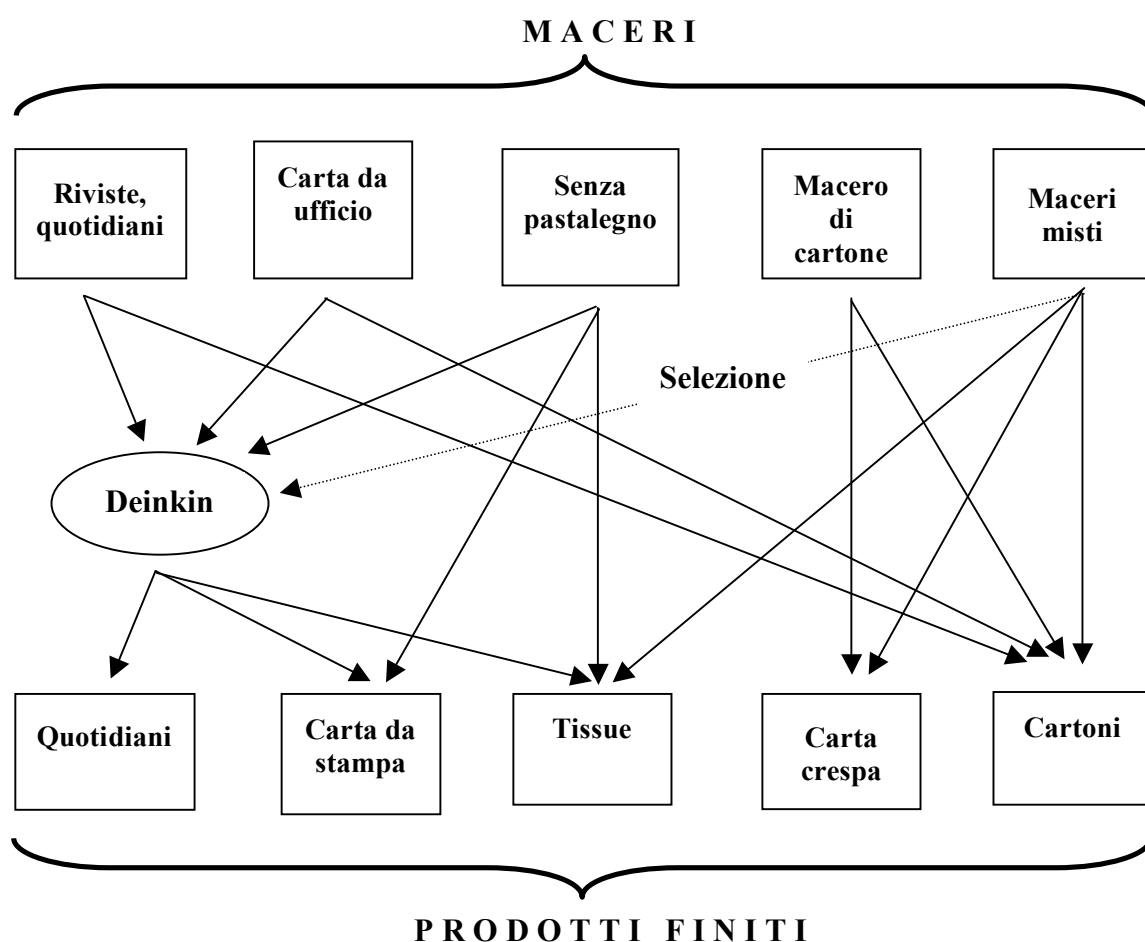
<sup>1</sup> GUCE C22 del 18/5/1990.

<sup>2</sup> In tale ambito è importante evidenziare il DM n. 203 del 8/5/2003 sugli “acquisti verdi” della Pubblica Amministrazione.

imballaggi e dei materiali cellulosici provenienti dalle raccolte differenziate (RD) del servizio pubblico, nonché il suo riciclaggio nell'ambito degli obiettivi indicati dalla direttiva 94/62/CE e dalla sua integrazione. Tali compiti sono svolti attraverso l'organizzazione di piattaforme di raccolta/selezione convenzionate con il Consorzio e distribuite su tutto il territorio nazionale.

Ai fini del recupero delle fibre cellulosiche in cicli tecnologici, le interrelazioni funzionali tra le diverse tipologie di maceri ed i vari prodotti cartari vengono evidenziate nel diagramma 1<sup>3</sup>.

**Diagramma 1** - Interrelazioni funzionali tra maceri e prodotti finiti



Esso evidenzia che:

- non si può usare un qualunque macero per fabbricare direttamente un qualunque tipo di carta, essendo le combinazioni limitate;

<sup>3</sup> *The Likely Impacts of Recycled Content Requirements for Paper Products in Europe*, CEPI Special Report Recycling, novembre 1999.

- per rendere utilizzabile un macero per impieghi in settori diversi dagli imballaggi, occorre procedere alla nobilitazione della fibra tramite il *deinking*, operazione complessa e costosa in termini economici ed in termini di perdite di fibra, di impatto sull'ambiente (produzione di rifiuti e reflui) e di complicazioni gestionali;
- l'ottimizzazione del ciclo della fibra cellulosica deve tenere in conto non solo la quantità, ma anche e soprattutto la *qualità* delle fibre circolanti.

L'efficienza di un simile sistema di recupero del macero, riassunte in realtà quanto si realizza a livello nazionale, è globalmente quantificata dal *Tasso di Utilizzo*, definito come rapporto tra il consumo di macero e la produzione cartaria. Tale indicatore dà conto della capacità tecnologica di un paese:

- di trattare macero nelle proprie cartiere;
- di trattare lo stesso macero con alti rendimenti.

Un aumento del Tasso di Utilizzo può ottenersi su diversi fronti:

- aumentando il flusso di macero in ingresso alle cartiere a parità di produzione;
- diminuendo le perdite di fibra trattata;
- modificando il mix dei prodotti in uscita dal sistema, in particolare orientando la produzione verso carte e cartoni che possano utilizzare maggiori quantitativi di fibre rigenerate.

Il punto 1) interessa lo sviluppo della raccolta del macero sul territorio, col conseguente aumento dei flussi raccolti; il punto 2) riguarda la qualità del macero raccolto e il suo indirizzamento verso le utilizzazioni più pertinenti; il punto 3) è regolato dall'offerta tecnologica e dal mercato finale, che può richiedere o meno prodotti ad alto contenuto di fibre rigenerate.

Il presente lavoro cercherà di individuare le condizioni di mercato affinché si possa affermare una nuova filiera di valorizzazione del macero proveniente da raccolte differenziate post-consumo, filiera che impatterà principalmente sul precedente punto 3), ed in ricaduta anche sugli altri due.

Si è ritenuto rilevante concentrare l'attenzione su tale frazione post-consumo poiché:

- 1) i maceri da raccolta privata o industriale già sono inseriti in circuiti tecnico-economici consolidati, ed i relativi scenari futuribili non lasciano intravedere opportunità significative di miglioramento;
- 2) mediamente a livello nazionale le percentuali di RD dai rifiuti urbani sono notevolmente al di sotto degli obiettivi indicati dalla normativa ed è ancora notevole la sua potenzialità di crescita e, quindi, è prevedibile un incremento dell'offerta di macero.

Riguardo quest'ultimo punto, le proiezioni delle attuali tendenze di mercato fanno in effetti prevedere la disponibilità di grandi volumi di macero post-consumo sul territorio nazionale, ed in particolare nelle regioni centro-meridionali, dove attualmente i flussi di macero provenienti da RD sono del tutto marginali. Un corretto ed efficace processo di valorizzazione dei rifiuti urbani cellulosici sotto forma di materia dovrà prevedere a

*priori* le migliori modalità di utilizzazione di tali maceri in relazione alle prospettive di crescita e evoluzione delle RD e le opzioni che attualmente possono essere individuate sono:

- l'utilizzazione dei maceri nel comparto della produzione di cartoni;
- l'utilizzazione in nuove cartiere costruite ad hoc a livello locale;
- l'esportazione.

Un'alternativa più flessibile alle precedenti soluzioni, e che consentirebbe la massima valorizzazione della fibra raccolta, potrebbe consistere nella realizzazione di impianti per la produzione di pasta disinchiostata, situati nei baricentri delle zone di raccolta dei maceri post-consumo; ciò comporterebbe minori aree per l'insediamento e minori investimenti iniziali. Tali impianti costituirebbero un processo produttivo di minor impatto tecnologico rispetto all'intero processo di fabbricazione della carta, e l'effetto scala giocherebbe quindi per essi un ruolo ridotto rispetto alla realizzazione di una cartiera .

La pasta disinchiostata si porrebbe sul mercato come un'alternativa a metà strada tra la cellulosa vergine ed il macero di qualità; potendo andare immediatamente in lavorazione, permetterebbe l'assorbimento di materiali cellulosici riciclati anche a quelle cartiere che non possono riconvertire i propri impianti alla lavorazione di macero per indisponibilità di capitali o per questioni logistiche. Infine si aprirebbe, a seconda dei momenti congiunturali, la strada all'esportazione di un prodotto sicuramente meno problematico del macero (minori oneri di trasporto a parità di fibra utile e migliore macchinabilità).

Lo studio, finalizzato dunque alla verifica di fattibilità tecnico-economica della precedente opzione tecnologica, si articola in quattro sezioni:

- nella prima sezione viene svolta un'analisi degli scenari futuri riguardanti la raccolta di macero proveniente da RD post-consumo, a livello italiano e in particolare nel Sud Italia, per poter quantificarne le probabili disponibilità e per poter dimensionare gli impianti produttivi;
- nella seconda vengono stilati i bilanci di fibra per l'Italia ed il Sud Italia;
- nella terza viene esposta una *review* delle principali tecnologie di trattamento e disinchiostazione del macero;
- nella quarta sezione viene svolta un'analisi tecnico/economica dell'iniziativa individuata, per evidenziarne redditività e punti critici.

Il lavoro mostra come negli anni futuri si renderà presumibilmente disponibile nel sud Italia un extra-flusso di carta da macero post-consumo di circa 400.000 t/anno. Un simile flusso potrà essere indirizzato verso impianti di disinchiostazione operanti in isola, posizionati in corrispondenza delle principali zone metropolitane (Napoli, Bari, Palermo/Catania), per la produzione di pasta disinchiostata essiccata, semilavorato da potersi utilizzare tal quale in cartiere dovunque ubicate. L'analisi costi-benefici mostra come l'equilibrio economico si ottenga in corrispondenza di un prezzo di mercato per la pasta disinchiostata pari a circa 196 euro/t. Tale prezzo si situa nella fascia di prezzi che divide le cellulose più economiche dai migliori maceri, e ciò conforta l'ipotesi di probabile pronta apertura del mercato per tale semilavorato.

## 1. ANALISI DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA DEGLI IMBALLAGGI MISTI AD ALTRA FRAZIONE CARTACEA PRESENTE NEI RIFIUTI URBANI NEL SUD ITALIA

### 1.1 Analisi della situazione attuale

Il decreto legislativo n. 22/97, noto come “decreto Ronchi”, ha avviato, nel sistema di gestione dei rifiuti, un profondo processo di trasformazione su tutto il territorio nazionale. La sua applicazione e, in primo luogo, l'accordo ANCI/CONAI hanno permesso, pur con le diverse criticità, la diffusione della raccolta differenziata degli imballaggi primari e delle frazioni ad essi assimilabili presenti nei rifiuti urbani, raggiungendo risultati significativi nel recupero e nel riciclo dei materiali.

Gli imballaggi primari costituiscono circa il 35% in peso dei rifiuti urbani (RU) e tra questi gli imballaggi di natura cellulosica rappresentano in Italia la frazione maggiormente recuperata e riciclata. In tabella 1.1 sono riportati i dati relativi al consumo, riciclo e recupero degli imballaggi cellulosici nel periodo 2000-2002.

**Tabella 1.1** - Ciclo degli imballaggi cellulosici in Italia nel 2000-2002

<b>Gestione dei rifiuti di imballaggio cellulosici</b>	<b>Anno 2000 (1.000 t/anno)</b>	<b>Anno 2001 (1.000 t/anno)</b>	<b>Anno 2002 (1.000 t/anno)</b>
Imnesso al consumo	4.089	4.098	4.218
Riciclo (a)	1.877	2.109	2.369
Recupero come energia (b)	150	190	120
Recupero totale (a+b)	2.027	2.299	2.489
<b>% Riciclo</b>	<b>46</b>	<b>51</b>	<b>56</b>
<b>% Recupero totale</b>	<b>50</b>	<b>56</b>	<b>59</b>

Fonte: [2], [8]

Questi dati evidenziano positivamente il raggiungimento degli obiettivi fissati dal decreto Ronchi in relazione al recupero e riciclo di questi materiali e pongono l'Italia tra i paesi europei che maggiormente utilizzano la carta da macero (tabella 1.2).

Tuttavia, nonostante questi aspetti positivi, non mancano certo delle criticità sia sull'evoluzione della RD in generale, sia su quella cartacea in particolare, in quanto:

- anche se la percentuale della raccolta differenziata è in continua crescita, gli obiettivi del D.Lgs. n. 22/97 appaiono ancora molto lontani. La situazione della RD nel 2001 è risultata pari, a livello nazionale, al 16,8%, con un forte divario tra le regioni del Nord e le regioni meridionali, che presentano una percentuale media pari al 5%. Quindi, mentre si può considerare consolidata nelle regioni del Nord e sta decollando nelle regioni del Centro, nel Sud Italia si presenta un quadro in evoluzione dove le azioni portate avanti dalle strutture commissariali incominciano lentamente ad avviarsi, ma con una parte consistente del territorio nel quale deve essere ancora attivata;
- le regioni meridionali solo negli ultimi anni si sono dotate di un Piano di gestione dei rifiuti e questo ha significato un notevole ritardo o una impossibilità di sviluppare le condizioni per avviare la raccolta differenziata.

**Tabella 1.2** - Utilizzo di macero in Europa nel 2001

<b>Paese</b>	<b>Utilizzo macero (1.000 t/anno)</b>	<b>Produzione di carta (1.000 t/anno)</b>	<b>Tasso utilizzo (%)</b>
Germania	11.526	17.879	64
Francia	5.566	9.625	58
<b>Italia</b>	<b>5.089</b>	<b>8.923</b>	<b>57</b>
Gran Bretagna	4.612	6.204	74
Spagna	4.196	5.132	82
Paesi Bassi	2.320	3.174	73
Austria	1.890	4.250	44
Svezia	1.832	10.534	17
Finlandia	698	12.502	6
Belgio	605	1.662	36
Grecia	380	495	77
Danimarca	361	377	96
Portogallo	347	1.419	24
Irlanda	43	47	91
<b>Totale UE</b>	<b>39.465</b>	<b>82.222</b>	<b>48</b>
Svizzera	1.109	1.718	65
Norvegia	439	2.219	20
Rep. Ceca	393	874	45
Ungheria	350	494	71
Rep. Slovacca	266	696	38
<b>Totale Europa occ.</b>	<b>42.022</b>	<b>88.223</b>	<b>48</b>

Fonte: CEPI

Nel settore cartario, i risultati raggiunti nella RD di carta e cartone e nell'utilizzo di macero su base nazionale rispondono pienamente agli obiettivi sugli imballaggi indicati nella normativa (tabella 1.1).

Tali risultati sono stati raggiunti dal Comieco con un coinvolgimento ancora parziale del territorio nazionale; ad oggi è infatti assente nel sistema il contributo di gran parte dell'Italia meridionale. Questa criticità richiede alcune riflessioni in quanto diventa di notevole importanza capire fino a quanto il settore è interessato a spingere ulteriormente la RD degli imballaggi primari e degli altri materiali cartacei presenti nei RU oltre agli obiettivi indicati dalla legge. In particolare, qualora si creassero le condizioni per un'offerta notevolmente maggiore di macero post-consumo con la certezza della disponibilità di tale flusso nel tempo, sarebbe interessante prevedere:

- se il sistema cartario sarà in grado di valorizzare queste ulteriori quantità;
- quali potrebbero essere i migliori utilizzi di tali extra-flussi.

Nelle figure 1.1 e 1.2 viene raffigurata l'organizzazione del mercato del macero in Italia a livello regionale.

**Figura 1.1** - Piattaforme per la selezione e pressatura di carta e cartone raccolti dai Comuni convenzionati con il Comieco (dato al 31/12/2002)



Fonte: Comieco

**Figura 1.2** - Cartiere che riciclano carta e cartone raccolti dai Comuni convenzionati con il Comieco (dato al 31/12/2002)



Fonte: Comieco

In figura 1.1 è presentata la dislocazione sul territorio nazionale delle piattaforme di raccolta ed in figura 1.2 la dislocazione delle cartiere che lo utilizzano.

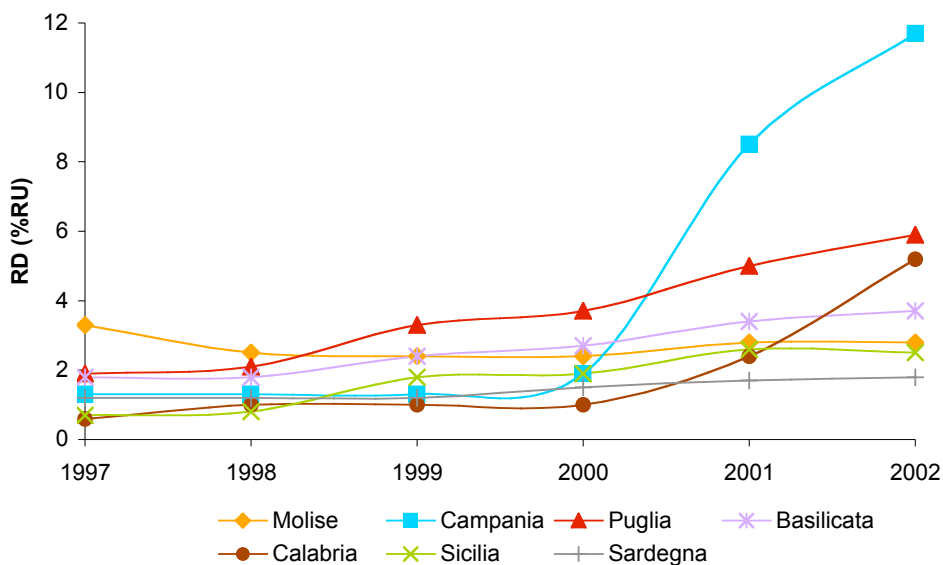
Diventa, quindi, fondamentale, qualora si raggiungano gli obiettivi fissati dal decreto Ronchi, individuare le possibili soluzioni tecnico-economiche che siano in sintonia con l'evoluzione della RD sul territorio, soluzioni che permettano non solo un ulteriore utilizzo del macero post-consumo nei settori tradizionali, costituiti soprattutto dalla produzione di carta e cartone da imballaggio, ma la sua valorizzazione in settori più remunerativi, quali la produzione di carta per usi grafici, per produzione di carta *tissue* e da giornale; tali filiere utilizzano, come materia prima, fibre vergini o maceri altamente selezionati, materiali reperiti essenzialmente all'estero.

## 1.2 Analisi dello sviluppo della raccolta differenziata nell'Italia meridionale

Nelle regioni del Sud Italia, dal 1997 al 2002 la percentuale di RD nei RU è aumentata in media da circa l'1% al 5% (figura 1.3).

In particolare, la frazione di carta e cartone riciclata è passata da 1,6 kg/ab·anno a circa 8,8 kg/ab·anno (figura 1.4).

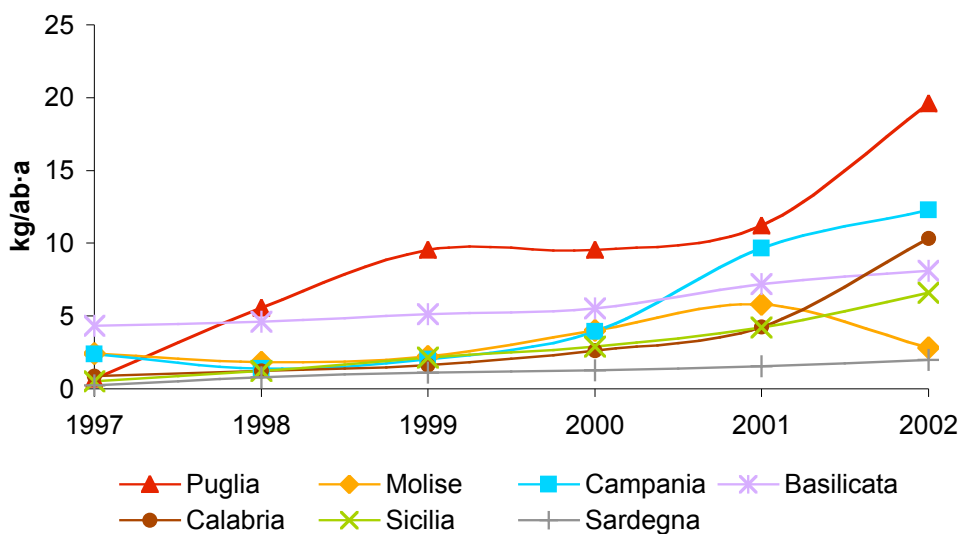
**Figura 1.3** - Andamento della raccolta differenziata (RD), espressa in % sui rifiuti urbani (RU), nelle regioni del Sud Italia



Fonte: elaborazione ENEA su dati Comieco e ONR



**Figura 1.4** - Andamento della raccolta differenziata di carta e cartone nelle regioni meridionali



Fonte: elaborazione ENEA su dati Comieco e ONR

Analizzando le precedenti figure 1.3 e 1.4 e le successive tabelle 1.3, 1.4 e 1.5, si può notare in particolare che, in relazione alla tendenza di crescita, dal 2000 si sono create le condizioni e sono state avviate le azioni che prefigurano un reale e significativo avvio della RD.

**Tabella 1.3** - Confronto tra raccolta differenziata di carta e cartone gestita in convenzione e quella totale nelle regioni meridionali nel 2001-2002

Regione	Raccolta differenziata carta e cartone totale		Raccolta differenziata carta e cartone in convenzione		Percentuale di raccolta differenziata in conv. sul totale	
	2001 (t/anno)	2002 (t/anno)	2001 (t/anno)	2002 (t/anno)	2001 %	2002 %
Campania	55.986	71.138	53.978	70.438	96	99
Sicilia	21.478	33.603	19.094	27.290	89	81
Puglia	45.758	80.124	40.690	58.732	89	73
Basilicata	4.368	4.936	2.451	3.067	56	62
Calabria	8.789	21.352	6.823	21.352	78	100
Sardegna	2.564	3.272	0	722	0	22
Molise	1.910	927	0	291	0	31
<b>Totale</b>	<b>140.853</b>	<b>215.353</b>	<b>123.036</b>	<b>181.893</b>	<b>87</b>	<b>85</b>

Fonte: [8]

**Tabella 1.4 - Comuni convenzionati con Comieco nelle regioni meridionali nel 2001-2002**

<b>Comuni convenz.</b>	<b>Molise</b>	<b>Campania</b>	<b>Puglia</b>	<b>Basilicata</b>	<b>Calabria</b>	<b>Sicilia</b>	<b>Sardegna</b>
Anno	% Comuni	% Comuni	% Comuni	% Comuni	% Comuni	% Comuni	% Comuni
2001 <sup>(*)</sup>	0,0	88,6	27,5	0,8	19,1	19,7	0,0
2002	14,7	81,3	56,6	1,5	84,8	39,7	3,7

(\*) Al 31/05/2001 – Fonte: [8], [9]

**Tabella 1.5 - Abitanti convenzionati nelle regioni meridionali nel 2001-2002**

<b>Abitanti convenz.</b>	<b>Molise</b>	<b>Campania</b>	<b>Puglia</b>	<b>Basilicata</b>	<b>Calabria</b>	<b>Sicilia</b>	<b>Sardegna</b>
Anno	% Abitanti	% Abitanti	% Abitanti	% Abitanti	% Abitanti	% Abitanti	% Abitanti
2001 <sup>(*)</sup>	0,0	91,6	48,6	11,4	26,2	35,9	0,0
2002	28,0	89,2	72,5	12,3	80,3	70,0	4,3

Fonte: Comieco

Si nota, in particolare, che il sostanziale aumento delle percentuali di RD è coinciso con:

- la stipulazione delle convenzioni tra il Comieco, le Amministrazioni locali e le strutture commissariali in molte regioni del Meridione;
- l’emanazione, come si vedrà in seguito, di specifici Piani di emergenza e di gestione dei rifiuti;
- l’avvio di alcune iniziative interessanti sulle politiche di gestione dei rifiuti; ad esempio si evidenzia, in Campania, l’avvio di un progetto di sviluppo della RD, a Napoli, che prevede la riprogettazione della RD da multimateriale a monomateriale in prevalenza domiciliare sulla base delle più avanzate esperienze nazionali.

Nel 2002 (tabelle 1.6 e 1.7), nelle regioni meridionali sono stati prodotti 8.964 kt di rifiuti urbani; di questi ne sono stati recuperati circa 559 kt, pari al 6%. Il 39% della raccolta differenziata è costituita da carta e cartone, pari a 215 kt.

**Tabella 1.6 - Produzione di rifiuti urbani e raccolta differenziata nelle regioni meridionali nel 2002 (dati espressi in t/anno e kg/abitanti-anno)**

<b>Regione</b>	<b>Abitanti totali</b>	<b>Produzione rifiuti urbani</b>		<b>Raccolta differenziata</b>		<b>Raccolta differenziata carta e cartone</b>	
		<b>(t/anno)</b>	<b>kg/ab-anno</b>	<b>(t/anno)</b>	<b>kg/ab-anno</b>	<b>(t/anno)</b>	<b>kg/ab-anno</b>
Campania	5.792.580	2.747.300	474	321.500	56	71.138	12
Sicilia	5.098.234	2.400.000	471	60.050	12	33.603	7
Puglia	4.086.422	1.803.700	441	106.200	26	80.124	20
Basilicata	607.853	223.000	367	8.250	14	4.936	8
Calabria	2.064.718	878.000	425	45.700	22	21.352	10
Sardegna	1.654.470	790.000	478	14.200	9	3.272	2
Molise	328.980	122.000	371	3.400	10	927	3
<b>Totale Sud</b>	<b>19.633.257</b>	<b>8.964.000</b>	<b>454</b>	<b>559.300</b>	<b>29</b>	<b>215.353</b>	<b>11</b>

Fonte: elaborazioni ENEA su dati Comieco

**Tabella 1.7** - Produzione di rifiuti urbani e raccolta differenziata nelle regioni meridionali nel 2002 (dati espressi in %)

<b>Anno 2002</b>	<b>Quota della raccolta differenziata sulla produzione di rifiuti urbani</b>	<b>Quota della raccolta differenziata di carta e cartone sul totale della raccolta differenziata</b>	<b>Quota della raccolta differenziata di carta e cartone sulla produzione di rifiuti urbani</b>
<b>Regione</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Campania	11,7	22,1	2,6
Sicilia	2,5	56,0	1,4
Puglia	5,9	75,4	4,4
Basilicata	3,7	59,8	2,2
Calabria	5,2	46,7	2,4
Sardegna	1,8	23,0	0,4
Molise	2,8	27,3	0,8
<b>TOTALE SUD</b>	<b>6,2</b>	<b>38,5</b>	<b>2,4</b>

Fonte: elaborazione ENEA su dati Comieco e ONR

### 1.3 Scenari futuri per l'evoluzione della raccolta differenziata di carta e cartone nel Sud Italia

Partendo dall'analisi della situazione attuale, lo studio sviluppa alcuni scenari sulla possibile evoluzione della RD delle frazioni cartacee e l'evoluzione dell'offerta di macero nelle regioni meridionali ad "Obiettivo 1"<sup>4</sup>.

Si è assunto che:

- la produzione e le caratteristiche dei rifiuti urbani restino costanti nel medio/lungo periodo in tutte le regioni, in relazione al punto 1 del decreto Ronchi sulla prevenzione;
- le regioni del Nord, che hanno raggiunto livelli di raccolta prossimi agli obiettivi del decreto Ronchi, nei prossimi anni avviino un processo di stabilizzazione con incrementi minori, ottimizzando maggiormente l'efficienza gestionale dei circuiti di raccolta;
- le regioni del Sud viceversa, e in particolare la Campania, la Puglia, la Calabria e la Sicilia, sottoposte all'emergenza rifiuti da diversi anni, grazie allo sforzo delle strutture commissariali, all'emanazione dei Piani regionali e alla disponibilità di risorse finanziarie pubbliche per il settore, sia pur con ritardo, avviino il sistema con una notevole tendenza di crescita delle percentuali di RD;
- occorra un periodo di 5 anni per il raggiungimento di risultati in linea con la tendenza di crescita del Nord Italia. Tale periodo coincide con il periodo massimo riportato nei Piani per il sistema a regime e, come viene sviluppato nei capitoli successivi, con quello che è stato necessario mediamente al Nord per conseguire i soddisfacenti risultati al 2001.

<sup>4</sup> Le regioni ad "Obiettivo 1" sono: Molise, Campania, Basilicata, Puglia, Calabria, Sicilia e Sardegna. In queste regioni si presenta la possibilità di avere incentivi economici per l'avvio delle necessarie tecnologie.

Per l'elaborazione dello studio sono stati utilizzati dati pubblicati dal Ministero dell'Ambiente (Osservatorio Nazionale dei Rifiuti) e dal Comieco.

La Regione Campania è stata considerata come riferimento tra le Regioni meridionali e si è presupposto che: le altre Regioni, sottoposte in una fase successiva ad ordinanza, avendo seppur in ritardo emanato i relativi Piani (Puglia, Sicilia e Calabria), beneficiando anche dell'esperienza maturata in Campania, avviino significativamente la RD e si posizioneranno, in tempi brevi, su risultati analoghi.

Sono stati sviluppati tre possibili scenari per le regioni meridionali ad Obiettivo 1:

1. le regioni del Sud Italia raggiungono le percentuali di RD previste dagli obiettivi indicati dal D.Lgs. n. 22/97;
2. le regioni del Sud Italia raggiungono le percentuali di RD previste dai Piani regionali di gestione dei rifiuti;
3. le regioni del Sud Italia, nei tempi indicati nei Piani, si assestano su valori intermedi di RD, inferiori a quelli indicati nella normativa nazionale e regionale, ma equiparabili a quelli raggiunti mediamente nel 2001 dalle regioni del Nord Italia.

### *1.3.1 Scenario 1: le regioni del Sud Italia raggiungono le percentuali di RD previste dagli obiettivi indicati dal D.Lgs. n. 22/97*

Il decreto legislativo n. 22/97 fissa come obiettivo a regime, al 2003, il recupero ed il riciclaggio del 35% dei rifiuti urbani. La percentuale nella RD della frazione cartacea rappresenta, mediamente, circa il 30% della RD complessiva (fonte: APAT). Pertanto, qualora si raggiungessero gli obiettivi del decreto, si arriverebbe a riciclare, attraverso la raccolta di carta e cartone, il 10,5% dei rifiuti totali prodotti.

Nella tabella 1.8 sono, pertanto, riportate le stime delle quantità di carta e cartone che si possono riciclare qualora si raggiungessero gli obiettivi fissati dal decreto.

**Tabella 1.8** - Stime di carta e cartone recuperabili nelle regioni meridionali secondo gli obiettivi previsti dal decreto legislativo n. 22/97

<b>Regione</b>	<b>Abitanti totali</b>	<b>Media Italia produzione rifiuti urbani (kg/ab-anno)</b>	<b>Calcolo produzione rifiuti urbani (t/anno)</b>	<b>D. Lgs. 22/97 Obiett. RD (%)</b>	<b>Calcolo Obiett. RD (t/anno)</b>	<b>RD carta e cartone (% RD)</b>	<b>Calcolo RD carta e cartone (t/anno)</b>
Campania	5.792.580	515	2.983.179	35	1.044.113	30	312.190
Sicilia	5.098.234	515	2.625.591	35	918.957	30	274.768
Puglia	4.086.422	515	2.104.507	35	736.578	30	220.237
Basilicata	607.853	515	313.044	35	109.566	30	32.760
Calabria	2.064.718	515	1.063.330	35	372.165	30	111.277
Sardegna	1.654.470	515	852.052	35	298.218	30	89.167
Molise	328.980	515	169.425	35	59.299	30	17.730
<b>Totale Sud</b>	<b>19.633.257</b>	<b>515</b>	<b>10.111.127</b>	<b>35</b>	<b>3.538.895</b>	<b>30</b>	<b>1.058.129</b>

Fonte: elaborazione su dati ONR

Dall'analisi della tabella 1.8 si può dedurre che la quantità di carta e cartone recuperabile nelle regioni meridionali italiane aumenterebbe dagli attuali 7 kg/ab-anno ai 54 kg/ab-anno, passando da 141 kt/anno a, circa, 1.058 kt/anno.

Questo risultato comporterebbe un incremento di offerta di carta da macero a livello nazionale del 70,5%.

### 1.3.2 Scenario 2: le regioni del Sud Italia raggiungono le percentuali di RD previste dai Piani regionali di gestione dei rifiuti

Le Regioni del Sud Italia hanno recepito le indicazioni del D.Lgs. n. 22/97 attraverso modalità e tempistiche differenti (tabella 1.9). Alcune Regioni prevedono obiettivi di medio termine diversi rispetto a quelli indicati nel decreto, altre applicano totalmente le indicazioni del decreto, ma traslano le date per i loro raggiungimento (tabelle 1.10 e 1.11).

**Tabella 1.9** - Normative emanate per la gestione dei rifiuti nelle Regioni meridionali

Regione	Normativa vigente di riferimento	Anno di emanazione	Tipologia
Campania	Piano smaltimento rifiuti	1996	Del.del 31/12/1196
	Dispos. Emergenza Rifiuti	2000	Ord. M.A. n. 3100 del 22/12/2000
Sicilia	Piano Gestione Rifiuti	2002	Ord. Com. n. 1166 del 18/12/2002
Puglia	Piano Gestione Rifiuti	2001	Decr. n. 41 del 6/3/2001
Calabria	Piano Gestione Rifiuti	2001	Ord. n. 815 del 8/10/2001
Sardegna	Piano Gestione Rifiuti	1998	Legge regionale del 1998
Basilicata	Piano Gestione Rifiuti	2001	Legge regionale n. 6 del 2/2/2001
Molise	Piano Emergenza Rifiuti	2001	Del. n. 10 del 9/1/2001

**Tabella 1.10** - Obiettivi previsti nei Piani delle Regioni meridionali per la raccolta differenziata

Regione	Obiettivo RD		Obiettivo RD		Obiettivo RD	
	%	Anno di raggiungimento	%	Anno di raggiungimento	%	Anno di raggiungimento
<i>D.Lgs. 22/97</i>	15	1999	25	2001	35	2003
Campania	10	07/1997	15	12/1997	35	1999
Sicilia	15	2003	25	2005	35	2006
Puglia	15	1999	25	2001	35	2003
Basilicata	30	2000	40	2001	50	2002
Calabria	15	2002	25	2003	35	2004
Sardegna	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Molise	nd	nd	nd	nd	35	nd

Fonte: elaborazione ENEA dei dati indicati nei Piani regionali

**Tab. 1.11** - Obiettivi previsti nei Piani delle Regioni meridionali per la RD di carta e cartone

Regione	Obiettivo RD carta e cartone		Obiettivo RD carta e cartone		Obiettivo RD carta e cartone	
	(t/anno)	Anno di raggiung.	(t/anno)	Anno di raggiung.	(t/anno)	Anno di raggiung.
Campania	302.662	07/1997	336.549	12/1997	336.549	1999
Sicilia	110.691	2003	184.458	2005	274.768	2006
Puglia	69.788	1999	138.000	2001	163.000	2003
Basilicata	18.080	2000	23.730	2001	33.900	2002
Calabria	44.908	2002	74.846	2003	111.277	2004
Sardegna	nd	nd	nd	nd	71.953	nd
Molise	nd	nd	nd	nd	17.730	nd

Fonte: elaborazione ENEA dei dati indicati nei Piani regionali

Per la definizione dei flussi di raccolta dei materiali cartacei, si riporta di seguito una breve analisi schematica sui vari Piani regionali per la gestione dei rifiuti urbani<sup>5</sup>.

- **Campania:** il Piano Regionale per la Gestione dei Rifiuti in Campania è del 1996 (delibera regionale del 31/12/1996): nel Piano si ponevano, come obiettivi per la raccolta differenziata (articoli 6.2 e 6.3) le seguenti percentuali dei rifiuti prodotti:

10% entro il 31 luglio 1997;

15% entro il 31 dicembre 1997;

35% nei successivi due anni.

Il Piano prevedeva di “recuperare entro il 31/12/1999 (Tab. 1.6.3) il 50% di carta e cartone presenti nei rifiuti urbani (il Piano indicava che il 23,23% dei rifiuti urbani è costituito da carta e cartone: 15% imballaggi, 8% carta e cartoni vari), pari al 11,62% del rifiuto urbano prodotto”.

Nell’ordinanza n. 3100 del 22/12/2000 la Regione ha indicato le “Disposizioni per l’Emergenza Rifiuti in Campania”. Nell’ordinanza si affronta la questione della raccolta differenziata degli imballaggi negli articoli 7 ed 8:

“A partire dal 1 gennaio 2001 è applicato alla tariffa di conferimento dei rifiuti urbani un coefficiente di maggiorazione pari all’1% per ogni punto percentuale di raccolta differenziata non realizzato rispetto all’obiettivo minimo del 30%...”

Considerando che in Campania la produzione media di RU è pari a 470 kg/ab·anno e che la RD di carta e cartone rappresenta il 26-30% della RD totale, qualora si raggiungesse “l’obiettivo minimo del 30% di raccolta differenziata”, significherebbe raccogliere 816.772 t/anno di rifiuti da avviare al riciclo e, di questi, 236.864 t/anno sarebbero di carta e cartone, passando da 10 kg/ab·anno a 41 kg/ab·anno.

<sup>5</sup> Si riportano in corsivo le citazioni tratte dai Piani Regionali.

- **Puglia:** il Piano Regionale per la Gestione dei Rifiuti è del 2001 (decreto n. 41 del 6/3/2001). Di seguito obiettivi fissati (articolo C.3) in peso dei rifiuti urbani da raccogliere in modo differenziato e da avviare al recupero:
  - per i rifiuti urbani senza imballaggi primari:
    - a) 15% al 31 dicembre 1999;
    - b) 25% al 31 dicembre 2001;
    - c) 35% al 31 dicembre 2003;
  - per gli imballaggi primari presenti nei rifiuti urbani<sup>6</sup>:
    - a) 4,7% al 31 dicembre 1999;
    - b) 4,7% al 31 dicembre 2001;
    - c) 5,9% al 31 dicembre 2003;
  - totali della raccolta differenziata (rifiuti urbani con imballaggi):
    - a) 19,7% al 31 dicembre 1999;
    - b) 29,7% al 31 dicembre 2001;
    - c) 40,9% al 31 dicembre 2003.

Il Piano della Regione Puglia ha previsto, quindi, di recuperare:

- 138.000 t/anno di carte e cartoni al 31/12/2001, pari all'8% della RD totale che rappresenterebbe il 36,2% dei rifiuti urbani prodotti;
- 163.000 t/anno di carte e cartoni al 31/12/2003, pari al 9% della RD totale che rappresenterebbe il 40,9% dei rifiuti urbani prodotti.

L'applicazione del Piano significherebbe, pertanto, aumentare la raccolta di materiali cartacei da *11 kg/ab-anno* a *40 kg/ab-anno*.

- **Sicilia:** il Piano Regionale per la Gestione dei Rifiuti della Sicilia è del 2002 (Ordinanza Commissariale n.1166 del 18/12/2002). Gli obiettivi del Piano per la raccolta differenziata (capitolo 7) sono:
  - 15% entro il 2003;
  - 25% entro il 2005;
  - 35% a regime.

Il Piano per la carta e cartone prevede, pertanto:

- 110.691 t/anno entro il 2003;
- 184.458 t/anno entro il 2005;
- 274.768 t/anno a regime.

L'applicazione del Piano significherebbe, pertanto, aumentare la raccolta di materiali cartacei passando da *4 kg/ab-anno* a *54 kg/ab-anno*.

- **Basilicata:** il Piano Regionale per la Gestione dei Rifiuti è del 2001 (legge regionale n. 6 del 2/2/2001). Di seguito gli obiettivi fissati per la raccolta differenziata dei materiali cellulosici:

---

<sup>6</sup> “Si stima una presenza di circa 400.000 t di imballaggi primari (gli imballaggi ammontano a circa il 23,5% dei rifiuti solidi urbani)”.

- 8% nel 2000;
- 10,5% nel 2001;
- 15% nel 2002.

Si è previsto di raccogliere al 2002, quindi, 33.900 t/anno di carta e cartone (15% dei rifiuti urbani prodotti), passando da 7 kg/ab·anno a 56 kg/ab·anno.

- **Calabria:** il Piano Regionale per la Gestione dei Rifiuti è del 2001 (delibera n. 815 del 8/10/2001 ed ordinanza n. 1322 del 2001). Gli obiettivi del Piano per la raccolta differenziata sono:
  - 15% entro il 2002;
  - 25% entro il 2003;
  - 35% entro il 2004.

Pertanto il Piano prevede di recuperare attraverso la RD di carta e cartone:

- 44.908 t/anno entro il 2002;
- 74.846 t/anno entro il 2003;
- 111.277 t/anno entro il 2004.

L'applicazione del Piano significherebbe, pertanto, nella Regione Calabria, aumentare la raccolta di materiali cartacei da 4 kg/ab·anno a 54 kg/ab·anno.

- **Molise:** il Piano di Emergenza dei Rifiuti è del 2001 (delibera n. 10 del 9/1/2001) e con delibera n. 427 del 22/3/2002 si è previsto un "Potenziamento degli interventi per favorire la RD". Nel Piano si prevede il raggiungimento degli obiettivi previsti dal D.Lgs. n. 22/97 del 35% di rifiuto urbano recuperato attraverso la raccolta differenziata: se tale obiettivo fosse raggiunto si potrebbero recuperare 17.730 t/anno di carta e cartone, passando da 6 kg/ab·anno a 54 kg/ab·anno.
- **Sardegna:** il Piano di Gestione è del 1998 e prevedeva "...intercettamento della frazione cartacea presente nei rifiuti pari al 20%...nella prima fase di avvio delle raccolte differenziate...con l'affinamento...tra 25-50 kg/ab·anno ed una quota...verso il 35-40% del totale della frazione cartacea presente attualmente nei rifiuti urbani". Se si raggiungessero tali obiettivi si raccoglierebbero nella Regione 71.953 t/anno di carta e cartone, passando da 2 kg/ab·anno a circa 43 kg/ab·anno.

Nella tabella 1.12 si riportano i quantitativi di carta e cartone indicati per il 2001 nei Piani ed i valori di RD realmente raggiunti nello stesso anno.

Il confronto di questi due valori evidenzia il notevole ritardo o le inadempienze delle Regioni meridionali rispetto ai tempi previsti. In conclusione, si riportano nella tabella 1.13 i quantitativi di carta e cartone che si possono riciclare a regime, qualora venissero raggiunti gli obiettivi riportati nei Piani regionali.



**Tabella 1.12** - Obiettivi riportati nei Piani delle Regioni meridionali per la raccolta differenziata di carta e cartone nel 2001 e valori realmente ottenuti nel 2001

<b>Regione</b>	<b>Obiettivi del Piano raccolta differenziata di carta e cartone per il 2001 (t/anno)</b>	<b>Raccolta differenziata carta e cartone Anno 2001 (t/anno)</b>
Campania	236.864	55.986
Sicilia	110.691	21.478
Puglia	138.000	45.758
Basilicata	23.730	4.368
Calabria	44.908	8.789
Sardegna	71.953	2.564
Molise	17.730	1.910
<b>Totale</b>	<b>643.876</b>	<b>140.853</b>

Fonte: elaborazione ENEA dei dati indicati nei Piani regionali

**Tabella 1.13** - Stime delle frazioni cartacee recuperabili a regime nelle regioni meridionali secondo gli obiettivi previsti nei Piani regionali

<b>Regione</b>	<b>Obiettivi Piani raccolta differenziata carta e cartone (t/anno)</b>
Campania	236.864
Sicilia	274.768
Puglia	163.000
Calabria	111.277
Sardegna	71.953
Basilicata	33.900
Molise	17.730
<b>Totale</b>	<b>909.492</b>

Fonte: elaborazione ENEA da proiezioni percentuali indicate nei Piani

In relazione agli obiettivi previsti nei Piani regionali, la raccolta differenziata di carta e cartone presente nei RU dovrebbe aumentare dagli attuali 7 kg/ab·anno a 46 kg/ab·anno, passando dagli attuali 141 kt/anno a, circa, 909 kt/anno.

*1.3.3 Scenario 3: le regioni del Sud Italia, nei tempi indicati nei Piani, si assestano su valori intermedi di RD, inferiori a quelli indicati nella normativa nazionale e regionale, ma equiparabili a quelli raggiunti mediamente nel 2001 dalle regioni del Nord Italia*

La situazione attuale della RD nelle regioni meridionali evidenzia una sostanziale differenza tra i risultati raggiunti e le percentuali di raccolta riportate nei Piani regionali.

Malgrado questa sostanziale differenza tra i risultati ottenuti e gli obiettivi prefissati, pur con i diversi contesti e le diverse dinamicità, si è evidenziata, dagli anni 2000 e 2001, comunque, la tendenza ad una reale attivazione della RD.

Il quadro evidenziato presenta delle Regioni nel Meridione che hanno politicamente raccolto la sfida di sviluppare dei sistemi di gestione integrata dei RU in linea con le indicazioni della normativa nazionale. Esse, sia pur in maniera disomogenea, incominciano a raggiungere nella RD risultati parziali ma costanti nel tempo, con la presenza anche di “circuiti virtuosi”.

Questi risultati, a condizione che continui l’impegno dei diversi attori sul territorio, presuppongono, nella fase successiva, la completa trasformazione dell’attuale sistema di gestione ancora basato sulla discarica. Questa modernizzazione del sistema dovrebbe far crescere notevolmente le attuali quote di RD portandole in percentuale, a risultati confrontabili con le regioni del Nord.

Per capire quale potrebbe essere l’evoluzione del *trend* di crescita nel tempo, si considera il valore di RD della Campania al 2001 come punto di partenza. Questo valore viene confrontato con i valori delle regioni del Nord all’avvio del decreto Ronchi (1997), quando in queste regioni erano già presenti molte delle condizioni raggiunte da alcune regioni del Sud e, in particolare, dalla Campania a partire dal 2000.

La tabella 1.14 riporta l’evoluzione della RD dal 1997 al 2002 nelle regioni del Nord Italia.

**Tabella 1.14** - Raccolta differenziata (%) dal 1996 al 2002 nelle regioni del Nord Italia

RD %	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Piemonte	7,5	11,4	11,0	15,0	17,2	19,6	22,5
Val d’Aosta	6,3	7,0	10,3	12,3	14,9	17,6	21,0
Lombardia	21,0	27,0	30,8	33,3	32,0	36,7	35,3
Trentino A. Adige	12,6	17,5	14,7	19,1	23,3	26,3	26,6
Veneto	10,3	15,3	19,5	23,9	26,6	31,1	36,3
Friuli Venezia G.	7,2	10,2	12,7	16,0	18,4	20,1	21,6
Liguria	4,7	6,2	8,4	9,5	11,7	13,5	14,8
Emilia Romagna	8,8	11,7	14,8	19,1	21,7	23,9	26,2

Fonte: ONR e ISSI

Dall’analisi della tabella si evidenzia che queste regioni hanno iniziato nel periodo indicato un percorso che, seppur con risultati diversi, le porta ad avvicinarsi agli obiettivi indicati dal decreto ed in alcuni casi a raggiungerli.

In particolare:

- *Obiettivo del D.Lgs. n. 22/97 al 1999: 15% di RD. Questo obiettivo è stato raggiunto da:*
  - Lombardia che costituisce, in realtà, un caso particolare in quanto già prima dell’entrata in vigore del decreto, nel 1996, aveva una percentuale di RD pari al 21%, quindi, superiore al primo obiettivo fissato dal decreto;
  - Veneto, partendo dal 10% del 1996, ha superato il 15% di RD nel 1997;
  - Trentino Alto Adige, partendo dal 13% del 1996, ha superato il 15% di RD nel 1997 (raggiungendo il 17,5%);

- Emilia Romagna, partendo dal 9% del 1996, ha raggiunto il 15% di RD nel 1998;
- Piemonte, partendo dal 8% del 1996, ha raggiunto il 15% di RD nel 1999;
- Friuli Venezia Giulia, partendo dal 7% del 1996, ha raggiunto il 15% di RD nel 1999 (arrivando al 16%);
- Val d'Aosta, partendo dal 6% del 1996, ha raggiunto il 15% di RD nel 2000;
- Liguria, partendo dal 5% del 1996, dovrebbe aver raggiunto, secondo le stime ISSI, il 15% di RD nel 2002.

- *Obiettivo del D.Lgs. n. 22/97 al 2001: 25% di RD. Questo obiettivo è stato raggiunto da:*
  - Lombardia, ha raggiunto il 25% di RD nel 1997 (pervenendo al 27%);
  - Veneto, ha raggiunto il 25% di RD nel 2000 (raggiungendo il 27%);
  - Trentino, ha raggiunto il 25% di RD nel 2001 (oltre il 26%);
  - Emilia Romagna, dovrebbe aver raggiunto, secondo stime ISSI, il 25% di RD nel 2002 (il 24% nel 2001, il 26% nel 2002);
- *Obiettivo del D.Lgs. n. 22/97 al 2003: 35% di RD. Questo obiettivo è stato già raggiunto da:*
  - Lombardia, ha raggiunto il 35% di RD nel 2001 (pervenendo al 37%);
  - Veneto, dovrebbe aver superato, secondo stime ISSI, il 35% di RD nel 2002 (raggiungendo il 36%).

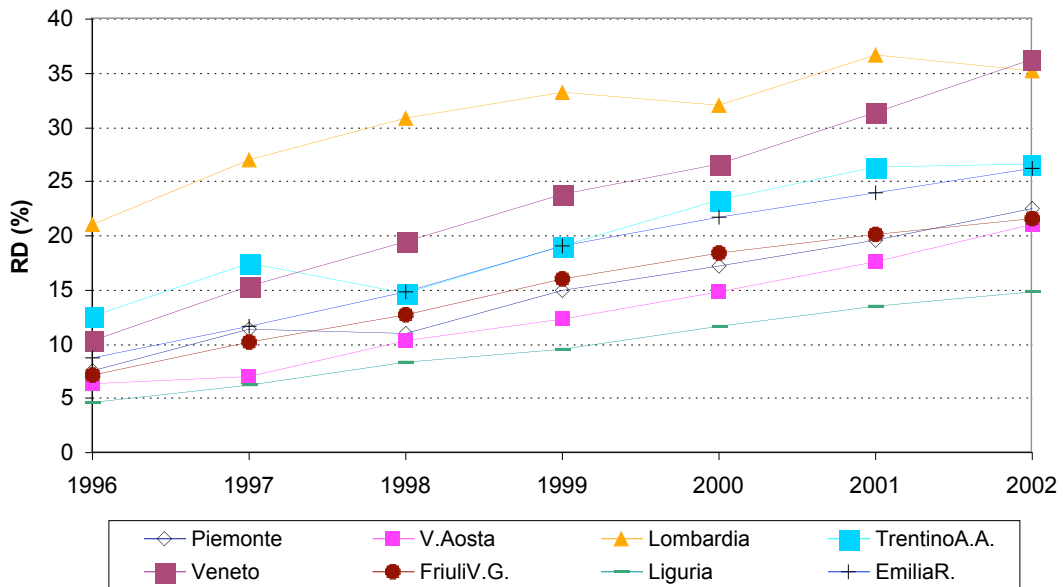
Dall'analisi dell'evoluzione della RD nelle regioni del Nord Italia (tabelle 1.15 e 1.16, figure 1.5 e 1.6), si può constatare che in un arco temporale di sei anni (dal 1996 al 2002), ad esclusione della Lombardia e della Liguria, queste regioni, avviando sul territorio una pianificazione coerente con gli obiettivi indicati dalla normativa, partendo già da valori di raccolta differenziata di circa il 9%, hanno ottenuto una crescita tendenziale del 16%, attestandosi su valori di raccolta del 26% (mediamente al 2002).

**Tabella 1.15** - Analisi del raggiungimento degli obiettivi di raccolta differenziata (%) fissati dal D.Lgs. n. 22/97 da parte delle Regioni del Nord Italia

Ob. D.Lgs. 22/97	15%		25%		35%	
	Anno di raggiung.	Anni dal D.Lgs. n. 22/97	Anno di raggiung.	Anni dal D.Lgs. n. 22/97	Anno di raggiung.	Anni dal D.Lgs. n. 22/97
Piemonte	1999	2	-	-	-	-
Val d'Aosta	2000	3	-	-	-	-
Lombardia	1996	-	1997	0	2001	4
Trentino Alto Adige	1997	0	2001	4	-	-
Veneto	1997	0	2000	3	(2002)	5
Friuli Venezia Giulia	1999	2	-	-	-	-
Liguria	(2002)	5	-	-	-	-
Emilia Romagna	1998	1	(2002)	5	-	-

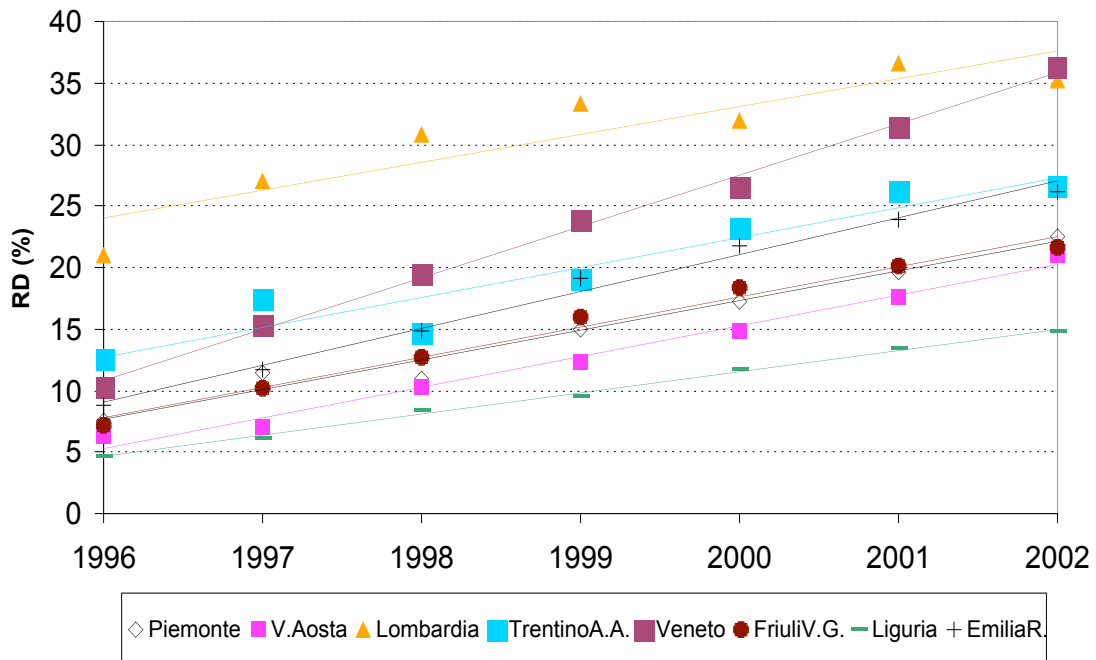
Fonte: elaborazione ENEA su dati ONR

**Figura 1.5** - Andamento della raccolta differenziata (%) dal 1996 al 2001 nelle regioni del Nord Italia



Fonte: elaborazione ENEA su dati ONR

**Figura 1.6** - Analisi con andamento lineare della raccolta differenziata (%) dal 1996 al 2001 nelle regioni del Nord Italia



Fonte: elaborazione ENEA su dati ONR

**Tabella 1.16** - Raccolta differenziata (%) nel 1996 e nel 2002 nelle regioni del Nord Italia

Regione	Quota raggiunta nel 1996	Quota raggiunta nel 2002	Quota media nel 1996-2002
Piemonte	8	22	18
Val d'Aosta	6	21	15
Lombardia	21	35	14
Trentino Alto Adige	13	27	14
Veneto	10	36	26
Friuli Venezia Giulia	7	22	15
Liguria	5	15	10
Emilia Romagna	9	26	17

Fonte: elaborazione ENEA su dati ONR

La Campania nel 1996 aveva una percentuale di RD dell'1%. Nel corso degli ultimi anni la Regione ha avviato la più avanzata politica di interventi nella gestione dei RU tra le regioni meridionali, sia nella definizione della pianificazione territoriale, sia nella ristrutturazione tecnico-operativa del sistema integrato di gestione, raggiungendo nel 2001 l'8,5% e nel 2002 l'11,7%. In relazione a tale processo, si è scelto di prendere la Campania come riferimento per le regioni del Sud Italia nello sviluppo del terzo scenario.

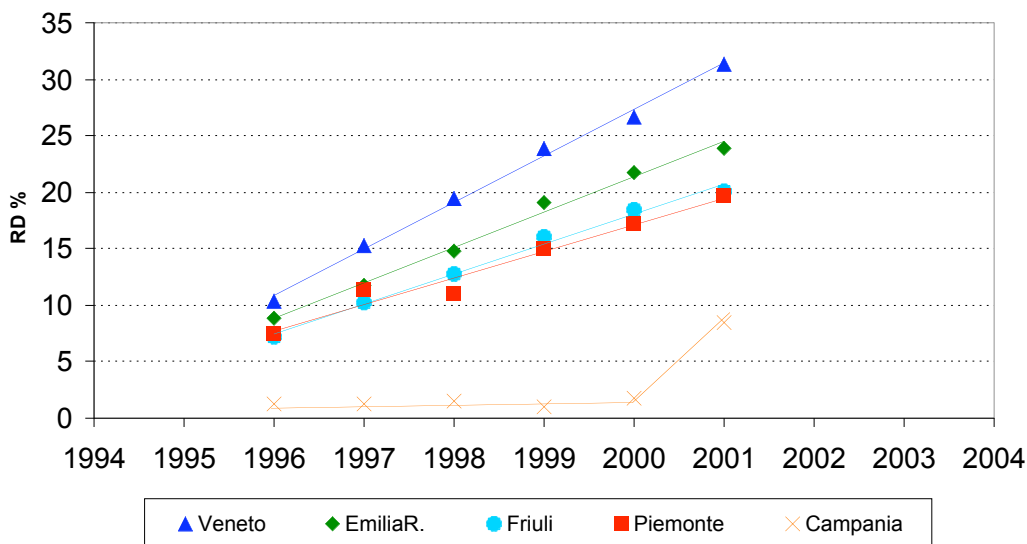
Le strategie e la pianificazione territoriale sviluppata, con il relativo valore di RD al 2001, permettono un'ipotesi di confronto con i valori delle regioni del Nord all'entrata in vigore del D.Lgs. n. 22/97. Infatti l'anno 2001 può essere considerato, per la Campania, come "l'anno di riferimento" da cui si è efficacemente avviato il sistema di gestione integrata dei rifiuti.

Dall'analisi dei dati riportati nelle tabelle precedenti si può constatare che la Campania, nel 2001, ha raggiunto un valore di RD confrontabile con i valori medi di RD delle regioni del Nord al 1996.

In particolare, nell'arco di 5 anni, queste regioni sono passate da:

- Piemonte: dall'8% (1996) al 20% (2001);
- Friuli Venezia Giulia: dal 7% (1996) al 20% (2001).
- Emilia Romagna: dal 9% (1996) al 24% (2001);
- Veneto: dal 10% (1996) al 31% (2001).

**Figura 1.7** - Analisi con andamento lineare della raccolta differenziata nelle regioni Veneto, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Piemonte e Campania, dal 1996 al 2001



Fonte: elaborazione ENEA su dati ONR

**Tabella 1.17** - Abitanti e produzione di rifiuti urbani nel 2001 in Campania, Piemonte e Veneto

Regione	Abitanti	Rifiuti urbani (1.000 t/anno)	Rifiuti urbani (kg/ab·anno)
Campania	5.792.580	2.722,6	470
Piemonte	4.288.051	2.084,0	486
Veneto	4.487.560	2.190,0	488

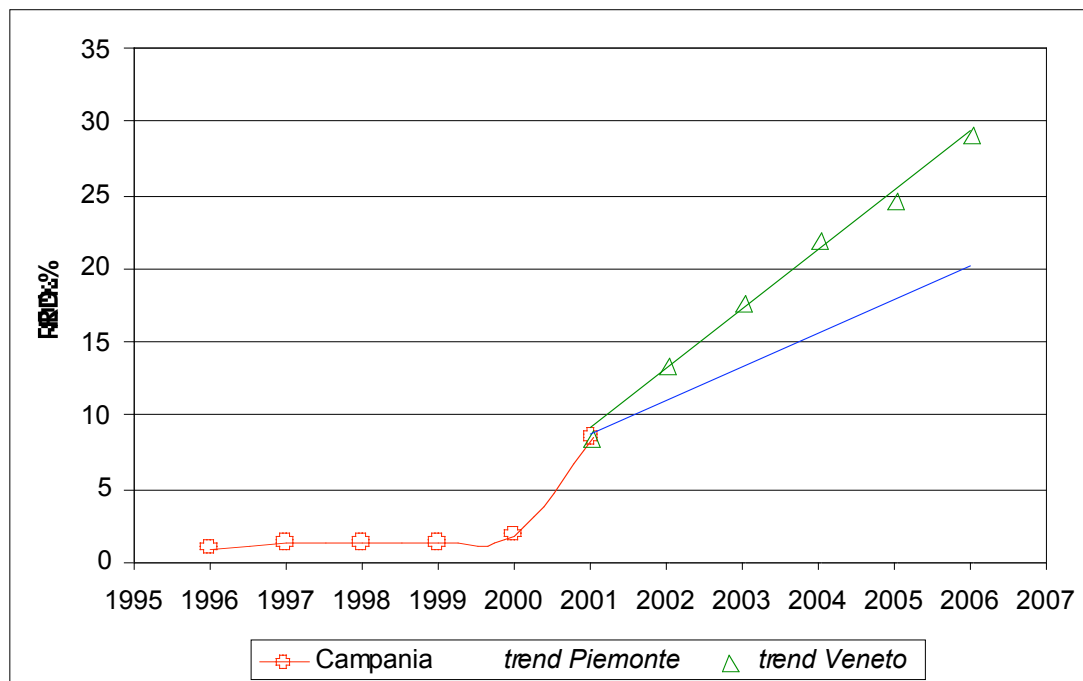
Fonte: ONR

Come evidenziato dalla figura 1.7 e dalla tabella 1.17, le regioni Piemonte e Veneto che, in relazione alla produzione di rifiuti urbani, si possono confrontare con la Campania, pur con caratteristiche diverse, in poco più di cinque anni, partendo da una percentuale di RD simile a quella della Campania al 2001, sono riuscite a raggiungere risultati significativi nel recupero e riciclo dei materiali.

Questi risultati possono, pertanto, rappresentare un riferimento indicativo per un possibile *trend* di crescita, minimo e massimo, per la Campania e per le regioni meridionali (tabella 1.18).

In figura 1.8 viene rappresentata tale ipotesi di crescita relativamente alla regione Campania.

**Figura 1.8** - Previsione della quota di raccolta differenziata in Campania al 2006 nell'ipotesi di crescita lineare simili a quelle avute, dal 1996 al 2001, dal Piemonte e dal Veneto



Fonte: elaborazione ENEA su dati ONR

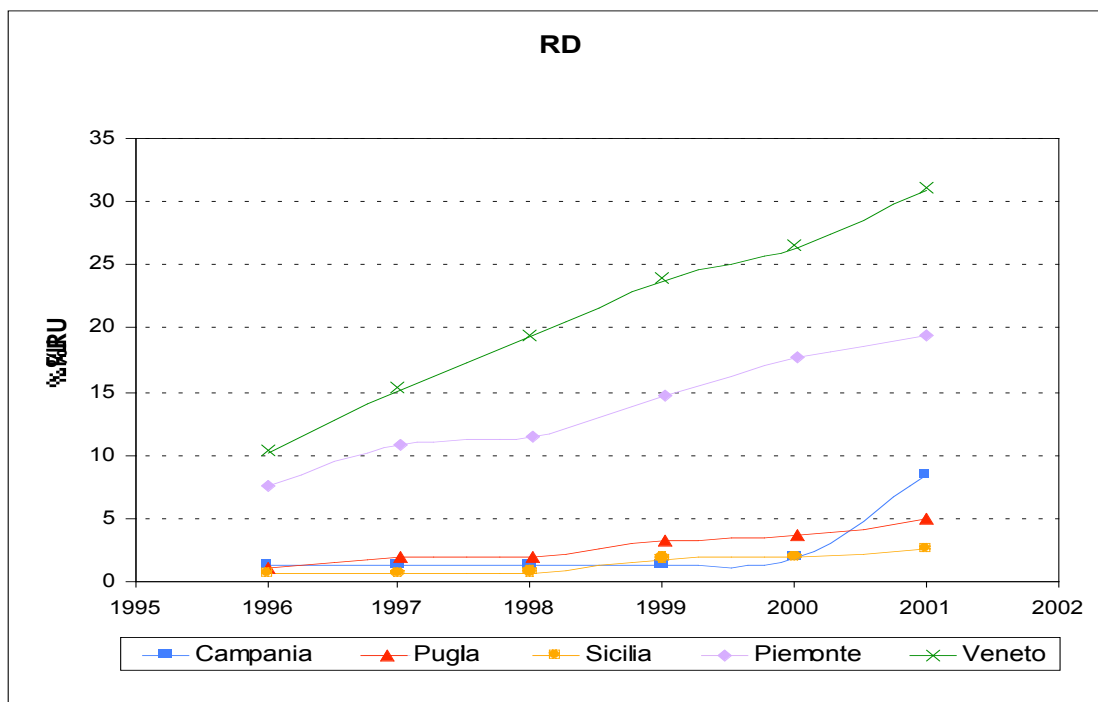
**Tabella 1.18** - Previsione della quota di raccolta differenziata in Campania al 2006 nell'ipotesi di crescita lineare simili a quelle avute, dal 1996 al 2001, dal Piemonte e dal Veneto

RD %	Campania	Piemonte	Veneto	RD% Campania	Trend Piemonte	Trend Veneto
Anno				Anno		
1996	1	8	10	2001	9	9
1997	1	11	15	2002	12	14
1998	1	11	20	2003	12	18
1999	1	15	24	2004	16	22
2000	2	17	27	2005	18	25
2001	9	20	31	2006	20	30

Fonte: elaborazione ENEA su dati ONR

Dall'analisi della figura 1.8 e della tabella 1.18 si deduce che se in Campania la strategia predisposta procederà secondo le logiche individuate nel sistema integrato, la RD, nei prossimi 5 anni, dovrebbe posizionarsi su valori simili a quelli ottenuti nelle regioni Piemonte e Veneto. In particolare, si stima di raggiungere una percentuale di RD tra il 20%, valore ottenuto dal Piemonte e il 30% relativo al Veneto.

**Figura 1.9** - Andamento della raccolta differenziata nel 1996-2001 nelle tre maggiori regioni del Meridione e nelle due regioni settentrionali di riferimento



Fonte: elaborazione ENEA su dati Comieco ed ONR

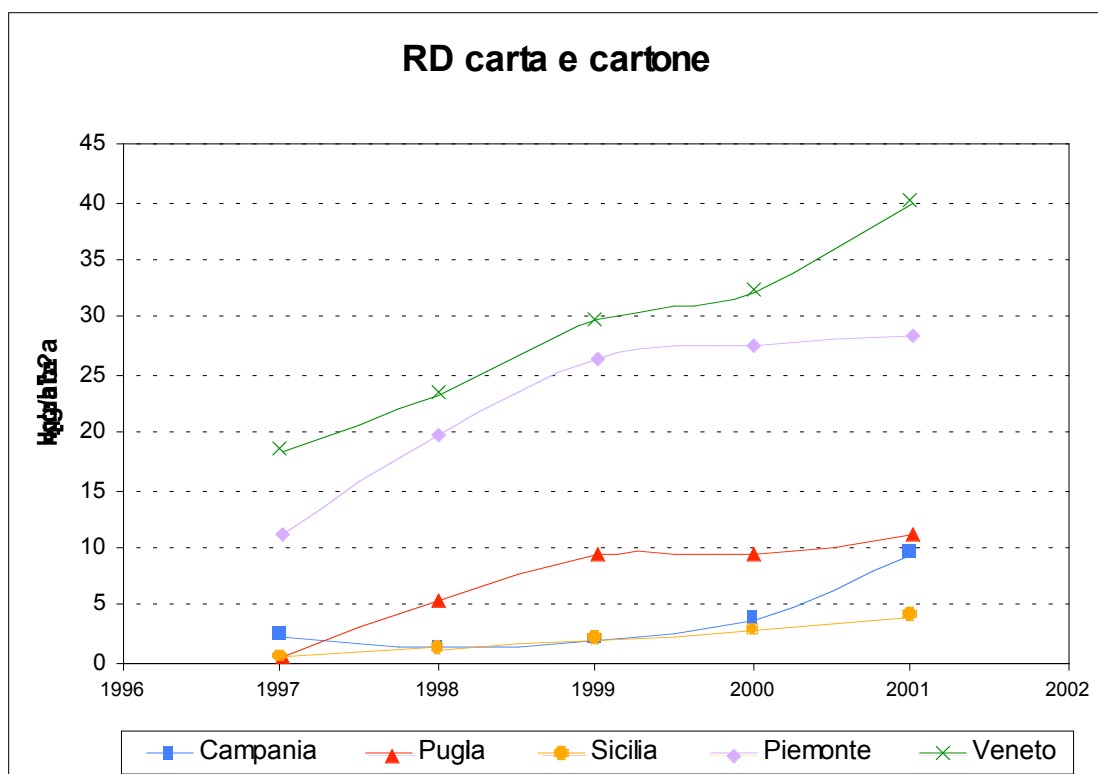
In relazione anche al possibile *trend* di crescita della RD della frazione cellulosa presente nei RU, dall'analisi della figura 1.10 si può constatare che i valori raggiunti al 2001 da Campania e Puglia sono confrontabili con quelli che si registravano per il Piemonte al 1997.

Nella tabella 1.19 si riportano i valori relativi al 2001:

- la regione Campania al 2001 ha raccolto circa *10 kg/ab-anno* di carta e cartone
- la regione Puglia al 2001 ha raccolto circa *11 kg/ab-anno* di carta e cartone;
- la regione Piemonte, partendo nel 1997 da una RD di carta e cartone pari a circa *11 kg/ab-anno*, nel 2001 ha raccolto *28 kg/ab-anno*;
- la regione Veneto, partendo nel 1997 da una RD di carta e cartone pari a circa *18 kg/ab-anno*, nel 2001 ha raccolto *40 kg/ab-anno*.



**Figura 1.10** - Andamento della raccolta differenziata di carta e cartone dal 1997 al 2001 nelle tre maggiori regioni del Meridione e nelle due regioni settentrionali di riferimento



Fonte: elaborazione ENEA su dati Comieco ed ONR

**Tabela 1.19** - Raccolta differenziata totale e raccolta differenziata di carta e cartone nel 1997 e nel 2001 in Campania, Puglia, Piemonte e Veneto

Regione	Raccolta differenziata		Raccolta differenziata carta e cartone	
	1997 %	2001 %	1997 kg/ab·anno	2001 kg/ab·anno
Campania	1	9	3	10
Puglia	1	5	0	11
Piemonte	11	20	11	28
Veneto	15	31	18	40

Fonte: elaborazione ENEA su dati Comieco e ONR

Le analogie tra i dati relativi al 1997 in Piemonte e quelli al 2001 in Campania, sono evidenziate anche osservando i valori, nello stesso arco temporale, ottenuti dalle due città maggiori delle due regioni: Napoli e Torino (tabella 1.20), le quali sono confrontabili in relazione alla quantità di rifiuti prodotti: 560 kt/anno a Napoli e 520 kt/anno a Torino.

**Tabella 1.20** - Raccolta differenziata nel 1997 e nel 2001 negli agglomerati urbani di Napoli e Torino

Città	Raccolta differenziata	
	1997 %	2001 %
Napoli	1	6
Torino	7	30

Fonte: elaborazione ENEA su dati Comieco e ONR

**Tabella 1.21** - Quota della raccolta differenziata sul totale dei rifiuti urbani prodotti nelle maggiori regioni del Sud Italia e nelle regioni di riferimento nel 2001 (dati in %)

Anno 2001	Quota di RD sulla produzione di RU	Quota di RD carta e cartone sul totale di RD	Quota di RD carta e cartone sulla produzione di RU
Regione	%	%	%
Campania	8,5	24,2	2,1
Sicilia	2,6	33,4	0,9
Puglia	5,0	52,9	2,6
<b>Totale</b>	<b>5,5</b>	<b>32,2</b>	<b>1,8</b>
Veneto	31,1	26,4	8,2
Piemonte	19,6	29,9	5,9
<b>Totale</b>	<b>25,5</b>	<b>27,7</b>	<b>7,1</b>

Fonte: elaborazione ENEA su dati Comieco e ONR

**Tabella 1.22** - Produzione di rifiuti urbani e raccolta differenziata nelle maggiori regioni del Sud Italia e nelle due regioni di riferimento del Nord Italia nel 2001

Anno 2001 Regione	Abitanti totali	Rifiuti urbani		Raccolta differenz.		RD carta e cartone	
		(t/anno)	kg/ab-anno	(t/anno)	kg/ab-anno	(t/anno)	kg/ab-anno
Campania	5.792.580	2.722.574	470	231.419	40	55.986	10
Sicilia	5.098.234	2.469.600	484	64.210	13	21.478	4
Puglia	4.086.422	1.729.878	423	86.494	21	45.758	11
<b>Totale</b>	<b>14.977.236</b>	<b>6.922.052</b>	<b>462</b>	<b>382.123</b>	<b>26</b>	<b>123.222</b>	<b>8</b>
Veneto	4.487.560	2.190.000	488	681.000	152	179.956	40
Piemonte	4.288.051	2.084.000	486	408.460	95	121.956	28
<b>Totale</b>	<b>8.775.611</b>	<b>4.274.000</b>	<b>487</b>	<b>1.089.460</b>	<b>124</b>	<b>301.912</b>	<b>35</b>

Fonte: elaborazione ENEA su dati Comieco e ONR

Si ipotizza, ai fini del nostro studio, a livello cautelativo, “l’opzione Piemonte” come *trend* di crescita per la Campania e, successivamente, per tutte le Regioni meridionali. In relazione a ciò, si è ipotizzato che la Campania, in una prima fase, e le altre Regioni meridionali in seguito, avviando i sistemi di gestione riportati nei Piani, avranno una crescita della RD confrontabile con i valori di raccolta raggiunti in Piemonte al 2001, pari a 28 kg/ab-anno.

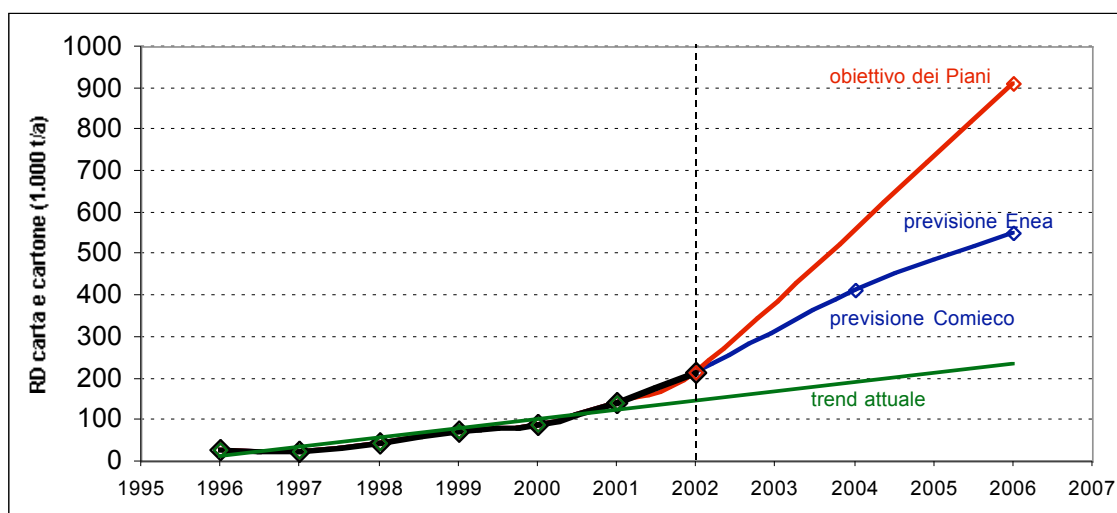
Tale valore può rappresentare il valore reale di RD di carta e cartone che le regioni meridionali potrebbero realmente essere in grado di raggiungere, nel medio termine. Tale quantitativo, pur rimanendo un valore intermedio, nell'attesa di raggiungere, a regime, gli obiettivi previsti dai Piani e dal decreto n. 22/97, è sicuramente in grado di rappresentare, per le regioni meridionali, un risultato notevole che prefigura, anche per queste regioni, un sistema di gestione dei rifiuti in linea con la normativa nazionale. In tale contesto, come indicato nella tabella 1.23, la quantità di carta e cartone recuperabili in Campania aumenterebbe dagli attuali 10 kg/ab·anno a 28 kg/ab·anno, passando da 56 kt/anno a 162 kt/anno, e, globalmente, nelle regioni meridionali aumenterebbe dagli attuali 7 kg/ab·anno a 28 kg/ab·anno, passando da 141 kt/anno a, circa, 550 kt/anno. Questo scenario, che prevede un incremento, in cinque anni, della RD di carta e cartone nel Sud Italia in modo da raggiungere, nel 2006, i 550 kt/anno, risulta essere tendenzialmente in linea anche con gli obiettivi previsti dal Comieco, che ha valutato di raccogliere 413 kt/anno nel 2004 (figura 1.11).

**Tabella 1.23** - Stime di carta e cartone recuperabili qualora nelle regioni meridionali si raccogliessero 28 kg/ab·anno (valore relativo alla regione Piemonte: "Scenario 3")

Regione	Abitanti Totali	Anno 2001 RD carta e cartone		Scenario 3 RD carta e cartone	
		(t/anno)	kg/ab·anno	(t/anno)	kg/ab·anno
Campania	5.792.580	55.986	10	162.192	28
Sicilia	5.098.234	21.478	4	142.751	28
Puglia	4.086.422	45.758	11	114.420	28
Calabria	2.064.718	8.789	4	57.812	28
Sardegna	1.654.470	2.564	2	46.325	28
Basilicata	607.853	4.368	7	17.020	28
Molise	328.980	1.910	6	9.211	28
<b>TOTALE SUD</b>	<b>19.633.257</b>	<b>140.853</b>	<b>7</b>	<b>549.731</b>	<b>28</b>

Fonte: elaborazione ENEA su dati Comieco e ONR

**Figura 1.11** - Raccolta differenziata di carta e cartone nel Sud Italia: previsioni al 2006.



Fonte: elaborazione ENEA su dati ONR e Comieco

#### **1.4 Previsione dei flussi futuri di macero nel Sud Italia**

Dal confronto dei tre scenari si può ritenere che, nel periodo preso a riferimento per lo sviluppo di sistemi di raccolta differenziata, l'offerta di macero da raccolta differenziata post-consumo, nelle regioni meridionali prese in considerazione, può essere stimata tra *550 kt/anno* e *1.058 kt/anno*, pari a *28 kg/ab·anno* e *54 kg/ab·anno* (tabelle 1.25 e 1.26).

Si ritiene opportuno evidenziare che i valori di massima, in particolare, sono identificabili con gli obiettivi dei Piani regionali. Questi obiettivi richiedono un completo processo di modernizzazione tecnico/operativo e impiantistico del sistema che potrebbe richiedere tempi superiori ai 5 anni.

Un'evoluzione più realistica traspare dall'analisi del terzo scenario dove si ipotizza un sistema che, nel medio/lungo periodo, si posiziona sui valori, inferiori agli obiettivi prefissati, ma in linea con il contesto evolutivo dell'Italia.

Questi valori stimano un surplus di macero post-consumo che in parte sarà sicuramente riciclato nei settori tradizionali (produzione di imballaggi), ma che permette di prefigurare un flusso interessante per la valutazione di possibili impieghi in settori a maggiore valore aggiunto dove il sistema attualmente richiede una notevole quota di importazione di macero e/o materie prime.

**Tabella 1.24** - Stime di carta e cartone recuperabili nelle regioni meridionali qualora si raggiungessero: gli obiettivi raggiunti dal Piemonte ("Scenario 3"); gli obiettivi previsti dai Piani regionali e gli obiettivi previsti nel D.Lgs. n. 22/97

Regione	Anno 2001	Anno 2002	Scenario 3	Ob. Piani reg.	Ob. D.Lg. 22/97
	RD carta e cartone kg/ab-anno	RD carta e cartone kg/ab-anno	RD carta e cartone kg/ab-anno	RD carta e cartone kg/ab-anno	RD carta e cartone kg/ab-anno
Campania	10	12	28	41	54
Sicilia	4	7	28	54	54
Puglia	11	20	28	40	54
Calabria	4	10	28	54	54
Sardegna	2	2	28	43	54
Basilicata	7	8	28	56	54
Molise	6	3	28	54	54
<b>Totale Sud</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>28</b>	<b>46</b>	<b>54</b>

**Tabella 1.25** - Stime di carta e cartone recuperabili nelle regioni meridionali qualora si raggiungessero: gli obiettivi raggiunti dal Piemonte ("Scenario 3"); gli obiettivi previsti dai Piani regionali e gli obiettivi previsti nel D.Lgs. n. 22/97

Regione	Anno 2001	Anno 2002	Scenario 3	Ob. Piani reg.	Ob. D.Lgs. 22/97
	RD carta e cartone (t/anno)	RD carta e cartone (t/anno)	RD carta e cartone (t/anno)	RD carta e cartone (t/anno)	RD carta e cartone (t/anno)
Campania	55.986	71.138	162.192	236.864	312.190
Sicilia	21.478	33.603	142.751	274.768	274.768
Puglia	45.758	80.124	114.420	163.000	220.237
Calabria	8.789	21.352	57.812	111.277	111.277
Sardegna	2.564	3.272	46.325	71.953	89.167
Basilicata	4.368	4.936	17.020	33.900	32.760
Molise	1.910	927	9.211	17.730	17.730
<b>Totale Sud</b>	<b>140.853</b>	<b>215.352</b>	<b>549.731</b>	<b>909.492</b>	<b>1.058.129</b>

## Bibliografia del capitolo 1

- [1] *“La gestione dei Rifiuti Urbani 2001”* – ARPAV, ONR, 2001
- [2] *“Programma specifico di prevenzione 2003”* – Comieco, 2003
- [3] *“Produzione e gestione dei rifiuti urbani”* – Ministero dell’Ambiente, APAT, ONR, Rapporti annuali anni 1996-2002
- [4] *“Raccolta, Riciclo e Recupero di carta e cartone”* – Banca dati Comieco, Rapporti annuali anni 1996-2002
- [5] *“La riforma dei rifiuti: la produzione di rifiuti urbani e la raccolta differenziata in Italia”* – Istituto per lo Sviluppo Sostenibile in Italia, 2003
- [6] *“Studio finalizzato all’introduzione delle tecnologie innovative per il riciclaggio della carta”* – Convenzione ENEA – Comieco, 2001
- [7] *“Raccolta differenziata ed evoluzione del rapporto tra domanda e offerta di macero in Italia”* – Istituto per l’Ambiente, 2001
- [8] *“Raccolta, Recupero e Riciclo di carta e cartone 2002”* – Comieco 2003
- [9] *“Raccolta, Recupero e Riciclo di carta e cartone 2002”* – Comieco 2000

## 2. BILANCI DI FIBRA IN ITALIA E NEL SUD ITALIA

La costruzione di un *bilancio di fibra* costituisce passaggio propedeutico per la comprensione delle problematiche legate al recupero e riciclo della carta. Attraverso questa rappresentazione schematica si possono infatti valutare i flussi dei materiali cellulósici, a partire dalle materie prime utilizzate, ottenendo indicazioni sia in termini quantitativi (le dimensioni dei vari flussi in termini di tonnellate/anno), sia in termini strategici (quali interrelazioni funzionali legano tra loro i vari flussi). Dall'analisi del bilancio e dalla sua evoluzione nel tempo, di conseguenza, si possono trarre importanti indicazioni sull'efficacia dei programmi di recupero e riciclo della fibra, si possono pianificare politiche di valorizzazione ottimale della carta recuperata e dedurre sviluppi e scenari futuri.

Bilanci di fibra vengono regolarmente elaborati a livello nazionale dal Comieco/Assocarta/FISE ed a livello UE dal CEPI ([1], [2], [3], [4]). Per lo scopo del presente lavoro, le diverse componenti della fibra cellulósica vengono tuttavia presentate in tali bilanci ad un livello di aggregazione troppo elevato mentre, ai fini della pianificazione di politiche locali di valorizzazione della fibra, sono necessari dati senz'altro piú disaggregati e puntuali.

Di seguito verrà dunque costruito un bilancio di fibra scomposto in tutte quelle componenti quantificabili o per via diretta (reperendo i vari dati in letteratura) o per via indotta tramite elaborazione. Nell'ambito di questo studio, in particolare, è stato sviluppato un bilancio a livello di Sud Italia per approfondire la valutazione dei relativi flussi in un'area nella quale si prevede un incremento della frazione cellulósica da raccolta differenziata post-consumo nel medio termine.

### 2.1 Il bilancio nazionale di fibra (anno 2001)

Il bilancio nazionale 2001 può essere interpretato a partire dal punto di confluenza dei tre flussi delle materie prime utilizzate nell'industria cartaria:

1. *consumo di macero*: quantità effettiva di macero utilizzato nei processi di produzione [1], pari a 5.089 kt;
2. *consumo di fibre vergini*: cellulosa vergine<sup>7</sup> [3], pari a 3.479 kt;
3. *consumo materie prime non fibrose*: cariche, patine, additivi [3], pari a 1.690 kt.

La somma dei tre flussi costituisce il totale della materia prima in ingresso al sistema produttivo, pari a 10.258 kt.

I dati relativi alla produzione nazionale di carta e cartone (8.923 kt nel 2001 in Italia) ed al mercato con l'estero (nel 2001 in Italia sono state importate 4.397 kt ed esportate 2.587 kt di carta e cartone) sono forniti da Assocarta [3].

In base a tali dati si può valutare la perdita di materia che avviene lungo il processo di produzione<sup>8</sup>, pari a 1.335 kt (15,0% della produzione, sensibilmente piú elevato del

---

<sup>7</sup> Consumo (apparente) = [Produzione nazionale] – [Esportazione] + [Importazione]

Consumo fibre vergini = [415 kt] – [21 kt] + [3.085 kt] = 3.479 kt

<sup>8</sup> Perdite non recuperabili = [Pulping] – [Produzione carta]

12,2% del bilancio CEPI [2]), ascrivibile a fibra e cariche perdute attraverso lo smaltimento dei fanghi generati nella fase di preparazione dell'impasto (*epurazioni, separazioni, filtraggi* vari ecc.). La fibra contenuta in questo flusso, non più recuperabile in quanto tale, è eventualmente utilizzabile in processi di recupero (nell'industria dei laterizi, come combustibile ecc.).

Le cartacce prodotte lungo la macchina continua in occasione di strappi e fermi macchina, i refili prodotti in patinatura ed allestimento e gli altri scarti di carta comunque generati in cartiera, vengono reimmessi in circolo all'interno dello stesso ciclo produttivo, e completamente recuperati (considerando trascurabile l'aliquota di cartacce non riammessa in circolo perché inquinata da grassi, morchie ecc.). Assocarta ha valutato che, mediamente, gli scarti recuperabili rappresentano il 7% delle materie prime utilizzate, pari a, pertanto, 718 kt nel 2001.

Al mercato interno viene conferito un flusso di 10.733 kt di carta e cartone<sup>9</sup>.

Facendo riferimento al bilancio di fibra a livello UE redatto dal CEPI nel 2001 [2], si è ritenuto di poter considerare valide anche per l'Italia le percentuali europee relative alle perdite dovute:

- alle attività di trasformazione della carta (*RP from conv & print*);
- ai prodotti rimasti invenduti (*returns unsold*).

Le *perdite dall'attività di trasformazione della carta* (refili, scarti per prodotti difettosi o fuori standard ecc...) vengono assunte pari all'8% (859 kt) del flusso di carta e cartone conferito al mercato interno, mentre l'invenduto viene assunto pari al 2,5% (247 kt) del *prodotto finito* (fatturato), ossia delle restanti 9.874 kt<sup>10</sup>.

I prodotti invenduti e le perdite dell'attività di trasformazione della carta vengono completamente recuperati e reimmessi in circolo, e costituiscono l'aliquota di macero recuperato dalla raccolta presso le attività industriali (pari a 1.106 kt).

In complesso, la carta che viene utilizzata dai consumatori finali attraverso il mercato interno assomma a 9.628 kt.

Nel flusso relativo al consumo finale di carta e cartone sotto forma di prodotti ed imballaggi vanno valutate anche le quantità di carta importate ed esportate incorporate nei prodotti, dette "imballaggi pieni". Nei bilanci sinora redatti dal Comieco e dal CEPI tali quantità non vengono prese in considerazione. Tale flusso è stato quantificato elaborando i dati, sia da fonti Comieco, APAT ed ONR (dati relativi alla raccolta nazionale di macero e alla raccolta differenziata di carta e cartone da rifiuto urbano) che di produzione nazionale e di macero raccolto dalle attività industriali.

A partire dai dati forniti dal Comieco [1] relativi al consumo, all'importazione ed alla esportazione di macero, si è valutata la quantità di macero interno raccolto<sup>11</sup> in Italia nel 2001, che è pari a 4.680 kt.

---

Perdite non recuperabili = [10.258 kt] – [8.923 kt] = 1.335 kt

<sup>9</sup> Mercato interno = [Produzione nazionale] – [Esportazione] + [Importazione]

Mercato interno = [8.923 kt] – [2.587 kt] + [4.397 kt] = 10.733 kt

<sup>10</sup> Prodotti finiti = [Mercato interno] – [Perdite di lavorazione]

Prodotti finiti = [10.733 kt] – [859 kt] = 9.874 kt

<sup>11</sup> Raccolta apparente di macero = [Consumo macero] – [Importazione] + [Esportazione]

Raccolta macero in Italia = [5.089 kt] – [667 kt] + [258 kt] = 4.680 kt



Come visto, di queste 1.106 kt sono state raccolte presso le attività industriali (scarti dell'attività di lavorazione della carta e prodotti invenduti). Pertanto, la raccolta di carta e cartone post-consumo<sup>12</sup> in Italia nel 2001 è stata pari a 3.574 kt.

La raccolta di macero post-consumo avviene attraverso due canali:

- *raccolta differenziata da rifiuto urbano* di carta e cartone, attraverso cassonetti differenziati e raccolta “porta a porta”;
- *raccolta “mirata”* di carta e cartone, attraverso raccolte presso le attività commerciali e gli uffici.

In relazione ai dati forniti dal Comieco, in Italia la raccolta differenziata (RD) di carta da rifiuto urbano [1], è stata nel 2001 pari a 1.501 kt. Pertanto, la raccolta “mirata” di carta<sup>13</sup> nel 2001 in Italia è stata pari a 2.074 kt.

Anche in questo caso si sono considerate attendibili anche per l'Italia le percentuali, indicate dal CEPI [2], relative alla raccolta effettuata presso gli uffici (il 22% della raccolta mirata, pari a 464 kt) e presso le attività commerciali (il 78% della raccolta mirata, pari a 1.609 kt); non si è potuto, invece, valutare l'aliquota di raccolta differenziata effettuata tramite la modalità del “porta a porta” poiché non esistono dati nazionali consolidati al riguardo.

Per valutare la quantità di carta e cartone o giunta a “fine vita” in quanto smaltita in discarica, o sottoposta ad altri processi di recupero quali la termovalorizzazione, il compostaggio e la produzione di CDR, sono stati elaborati i dati forniti dal Ministero per l'Ambiente attraverso l'APAT e l'ONR [4], partendo dalle seguenti considerazioni. Da uno studio del 1999 dell'ARPAV [7], indicante la composizione media dei rifiuti urbani<sup>14</sup>, si rileva che il 25% è costituito da carta e cartone.

Estrapolando tale percentuale a livello nazionale, si può ritenere che delle 29.835 kt di rifiuti urbani prodotti nel 2001, 7.459 kt sono costituite da carte e cartoni. Di queste, 1.501 kt sono state raccolte attraverso la raccolta differenziata dei rifiuti urbani, mentre le restanti 5.958 kt sono state prevalentemente smaltite in discarica o recuperate attraverso altri processi.

In particolare, in base ai dati forniti dal Comieco, si valuta in 636 kt la quantità di carta recuperata tramite la termovalorizzazione e in 87 kt la quantità utilizzata per la produzione di combustibile derivato da rifiuti (CDR). Pertanto, la quantità di carta e cartone smaltita in discarica risulta pari a 5.235 kt, pari al 70,2% della frazione cartacea post-consumo.

Gli sviluppi futuri del recupero di macero saranno determinati dalla normativa vigente, in particolare dal D.Lgs. 22/97 [5], che impone di portare la raccolta differenziata al 35% dei rifiuti urbani, e dal D.Lgs. n. 36 del 13.1.2003 [6] (attuazione della direttiva 1999/31/CE), che indica tra i rifiuti che non possono essere smaltiti in discarica (dal 1.1.2007) quelli con potere calorifico inferiore (PCI) superiore a 13.000 kJ/kg.

Il bacino da cui estrarre tale incremento non può che consistere nella quantità di carta attualmente smaltita in discarica. Per chiudere il bilancio di fibra sono state valutate, infine, le quantità di carta e cartone importate od esportate sotto forma di prodotti ed imballaggi pieni e l'aliquota di materiali cartacei non recuperabili a valle degli usi finali.

---

<sup>12</sup> Raccolta post-consumo = [Raccolta (apparente) macero] – [Raccolta attività industriali]

<sup>13</sup> Raccolta “mirata” = [Raccolta macero post-consumo] – [Raccolta Differenziata carta/cartone]

<sup>14</sup> Rifiuti Indifferenziati = [Rifiuto Urbano] – [Raccolta Differenziata Totale]

Della quantità totale di carta fatturata all'utilizzatore finale<sup>15</sup>, il CEPI [2] indica che una frazione pari al 18,5% non è né recuperabile, né riciclabile; tale frazione in particolare è costituita dai seguenti flussi:

- il 9,3% come carta perduta a causa dell'utilizzo specifico (ad es. carte *tissue* e carte per sigarette);
- il 6,6% come carta sottratta all'attività di recupero (ad es. libri acquisiti da biblioteche, scatole utilizzate di continuo);
- il 2,6% come carta in qualche modo "inquinata" (ad es. da oli e grassi).

Nell'ipotesi che la precedente quota percentuale del 18,5% resti valida anche a livello nazionale, il flusso di fibra in questa parte del bilancio sarà così strutturato:

$$T + W = J + U + X$$

dove:

T = Prodotti ed imballaggi in carta conferiti agli usi finali  
W = Import-Export di prodotti in carta ed imballaggi pieni  
J = 18,5%·(T+W) = perdite non recuperabili  
U = Raccolta macero post-consumo totale  
X = carta e cartone smaltiti con i rifiuti indifferenziati.

Risolvendo la precedente relazione rispetto all'incognita "W", si può valutare l'aliquota di carta che si somma (se importata) o si sottrae (se esportata) al flusso totale sotto forma di prodotti ed imballaggi pieni.

L'importazione netta in Italia nel 2001 è quindi di 2.069 kt ( > 0 ) pari al 17% delle 11.696 kt destinate globalmente agli usi finali.

## 2.2 Il bilancio nazionale di fibra (anno 2002)

Il bilancio della fibra per l'anno 2002 è stato costruito sulla base di dati Comieco, Assocarta e FISE.

Rispetto al 2001, nel 2002 in Italia si registra un leggero incremento (4%) della produzione cartaria, passando da 8.923 kt a 9.273 kt di carta e cartone prodotte. In questa produzione l'utilizzo di macero, quale materia prima, è rimasto percentualmente costante pari al:

- 49% delle materie prime utilizzate;
- 46% della produzione cartaria<sup>16</sup>.

Costante anche l'utilizzo, tra le materie prime, delle fibre vergini (34%) e degli additivi (17%).

Il tasso di riciclo del macero<sup>17</sup> è rimasto costante pari al 47%. Gli obiettivi fissati dal CEPI per il 2005 sono di raggiungere un tasso di riciclo pari al 56% [10].

<sup>15</sup> Prodotti ed imballaggi per utilizzatori = [Prodotti prod.naz.] + [Import (netto) prod./imb.pieni]

<sup>16</sup> Tasso di utilizzo = [Consumo macero] / [Produzione cartaria]

<sup>17</sup> Il Tasso di Riciclo indica quanta parte della carta richiesta in complesso dal mercato deriva dall'utilizzo di macero ed è un indicatore, quindi, dell'efficacia del sistema produttivo cartario nel trattare carta da macero nei propri processi. Tasso di riciclo = [Consumo macero] / [Consumo carta]

La maggior parte del macero utilizzato nell'industria cartaria italiana proviene, anche nel 2002, dalla raccolta nazionale (95%). Rispetto al 2001, l'esportazione di macero è aumentata del 62%, mentre l'importazione è rimasta costante. In generale, la raccolta totale nazionale di macero è aumentata del 5,5%.

Per quanto concerne i canali attraverso i quali si realizza la raccolta nazionale di macero, il 23% è sempre recuperato attraverso la raccolta presso le attività industriali, mentre l'aliquota di macero recuperato attraverso la raccolta differenziata di carta e cartone da rifiuto urbano è rimasta costante e pari al 32%.

Analizzando la situazione in generale a livello nazionale [7], si segnala che, nel 2002, con una produzione costante di rifiuti urbani (pari a 520 kg/ab·anno), la raccolta differenziata è aumentata passando dal 17% al 18,5% (pari a 96 kg/ab·anno). La raccolta differenziata di carta e cartone risulta aumentata, passando dai 26 kg/ab·anno di carta recuperata nel 2001 ai 28 kg/ab·anno del 2002.

Da notare che, malgrado si sia registrato un incremento dell'utilizzazione della frazione cartacea dei rifiuti urbani per la produzione di CDR, la quantità di carta e cartone avviata a smaltimento in discarica, 5.848 kt, rappresenta, comunque, il 78% della carta e del cartone presenti mediamente nei rifiuti urbani (7.450 kt).

### 2.3 Bilancio di fibra – Sud-Italia (anno 2001)

Per la realizzazione dello schema di bilancio di fibra relativo alle regioni del Sud Italia nel 2001, in mancanza di tutti i dati necessari, si sono effettuate delle stime con applicazioni matematiche appropriate. I dati a disposizione riguardavano: la produzione di carta e cartone e di articoli in carta e cartone al Sud Italia (dati forniti da ISTAT) e la produzione di rifiuti urbani e la raccolta differenziata di carta e cartone nel Sud Italia nel 2001 (fonte Comieco ed ONR). I dati elaborati sono mostrati nella tabella 2.1.

**Tabella 2. 1** - Produzione cartaria, produzione di rifiuti urbani e raccolta differenziata di carta e cartone nel Sud Italia<sup>18</sup> nel 2001

Anno 2001		
Dato Sud Italia	1.000 t/anno	Fonte
<b>Produzione carta/cartone</b>	<b>240,6</b>	<b>ISTAT</b>
Cart. per imballaggi	175,5	ISTAT
Cart. per tissue	9,4	ISTAT
Cart. per uso grafico	49,4	ISTAT
Cart. altri tipi	6,3	ISTAT
<b>Produzione articoli in cart.</b>	<b>508,3</b>	<b>ISTAT</b>
<b>Produzione di rifiuti urbani</b>	<b>8.907,4</b>	<b>ONR</b>
<b>RD carta/cartone</b>	<b>140,8</b>	<b>Comieco</b>

Fonte: elaborazione ENEA su dati: ISTAT, Comieco ed ONR

<sup>18</sup> I valori riportati in tabella rappresentano le somme delle quantità relative alla produzione cartaria, alla produzione di rifiuti urbani ed alla raccolta differenziata di carta e cartone delle regioni: Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna.

**Tabella 2.2** - Produzione cartaria, percentuale di utilizzo di macero per comparto e stime di quantità di macero utilizzato nel Sud Italia nel 2001

Anno 2001	Produzione cartaria	Percentuale di utilizzo di macero sul prodotto	Utilizzo di macero
	1.000 t/anno	%	1.000 t/anno
Cart. per imballaggi	175,5	99,8	175,1
Cart. per tissue	9,4	25,3	2,4
Cart. per uso grafico	49,4	12,4	6,1
Cart. altri tipi	6,3	40,2	2,5
<b>Produzione carta/cartone</b>	<b>240,6</b>		<b>186,2</b>

Fonte: elaborazione ENEA su dati: ISTAT, Comieco ed Assocarta

Per la valutazione del *consumo di macero*, non essendo note le diverse tipologie di produzione, sono state utilizzate le percentuali fornite da Comieco ed Assocarta, relative all'utilizzo, a livello nazionale, del macero nei vari comparti produttivi (tabella 2.2).

Per valutare l'utilizzo delle altre materie prime si è considerato che a livello nazionale<sup>19</sup>:

- per la produzione in generale di carta e cartone, mediamente, si utilizza macero per il 49% delle materie prime. Il restante 51% è costituito, mediamente, da fibre vergini per il 34% e da materie prime non fibrose per il 17%;
- il tasso di utilizzo del macero rappresenta il 57% della produzione totale di carta e cartone.

Tali percentuali, tuttavia, non possono essere direttamente applicate alle regioni del Sud Italia, in quanto nel Meridione si presenta un quadro produttivo non eterogeneo, ma basato, principalmente, sulla produzione di carta e cartone da imballaggi, prodotto che attualmente richiede, quale materia prima, principalmente macero e, solo in parte, fibre vergini.

Pertanto si sono dedotte le percentuali relative alle materie prime utilizzate nel Sud Italia, attraverso delle proporzioni matematiche applicate ai diversi settori.

Attraverso la successiva proporzione si è stimata, ad esempio, la percentuale di utilizzo di macero su materie prime totali nel caso di produzione di carta e cartone per imballaggi.

$$49\% : 57\% = x : 99,8\% \rightarrow x = 85,8\%$$

In relazione a tale valore, si stima che nel Sud Italia, per la produzione di carta e cartone per imballaggi si utilizza, quale materia prima, macero per l'85,8%. Il restante 14,2% è, quindi, costituito da fibre vergini e materie non fibrose.

In questo settore produttivo si era stimata una quantità di macero utilizzata pari a 175,1 kt. Le materie prime totali utilizzate sono stimate, pertanto, in 204,1 kt<sup>20</sup>, di cui 29 kt<sup>21</sup> sono costituite da fibre vergini e materie prime non fibrose.

<sup>19</sup> Fonte: Comieco ed Assocarta.

<sup>20</sup> Materie prime totali = (Macero utilizzato·100) / (perc. ut. macero) = (175,1 kt·100)/85,8 = 204,1 kt

Analogamente per le fibre vergini, viene stimata la percentuale di utilizzo su materie prime totali nel caso di produzione di carta e cartone per imballaggi attraverso la successiva proporzione:

$$34\% : 51\% = x : 14,2\% \rightarrow x = 9,5\%$$

Si è stimata, quindi, la quantità di fibre vergini utilizzate all'interno del processo produttivo di carte e cartoni per imballaggi, nel 2001 nel Sud Italia, pari a 19,3 kt<sup>22</sup>.

Per differenza si ricava la quantità di materie non fibrose utilizzate:

$$(204,1 \text{ kt}) - (175,1 \text{ kt}) - (19,3 \text{ kt}) = 9,7 \text{ kt}$$

Adottando lo stesso procedimento per ogni tipologia produttiva, si ricavano le stime dei valori relativi al Sud Italia per le quantità delle singole materie prime utilizzate (tabella 2.3).

**Tabella 2.3** - Stime di materie prime utilizzate nei vari comparti produttivi di carte e cartoni nel 2001 nel Sud Italia

<b>Anno 2001</b>	<b>Uso macero 1.000 t/anno</b>	<b>Uso fibre vergini 1.000 t/anno</b>	<b>Uso mat. non fibrose 1.000 t/anno</b>	<b>Tot. materie prime 1.000 t/anno</b>
Cart. per imballaggi	175,1	19,3	9,7	204,1
Cart. per tissue	2,4	5,7	2,8	10,9
Cart. per uso grafico	6,1	34,2	17,1	57,4
Cart. altri tipi	2,5	3,2	1,6	7,3
<b>Prod. carta/cartone</b>	<b>186,2</b>	<b>62,5</b>	<b>31,2</b>	<b>279,9</b>

Fonte: elaborazione ENEA su dati ISTAT

Dal bilancio relativo al Sud Italia si nota che delle 272 kt stimate di macero raccolto nel Meridione, 186 kt sono utilizzate nelle attività produttive locali, mentre circa 86 kt sono trasferite nel resto dell'Italia e/o all'estero.

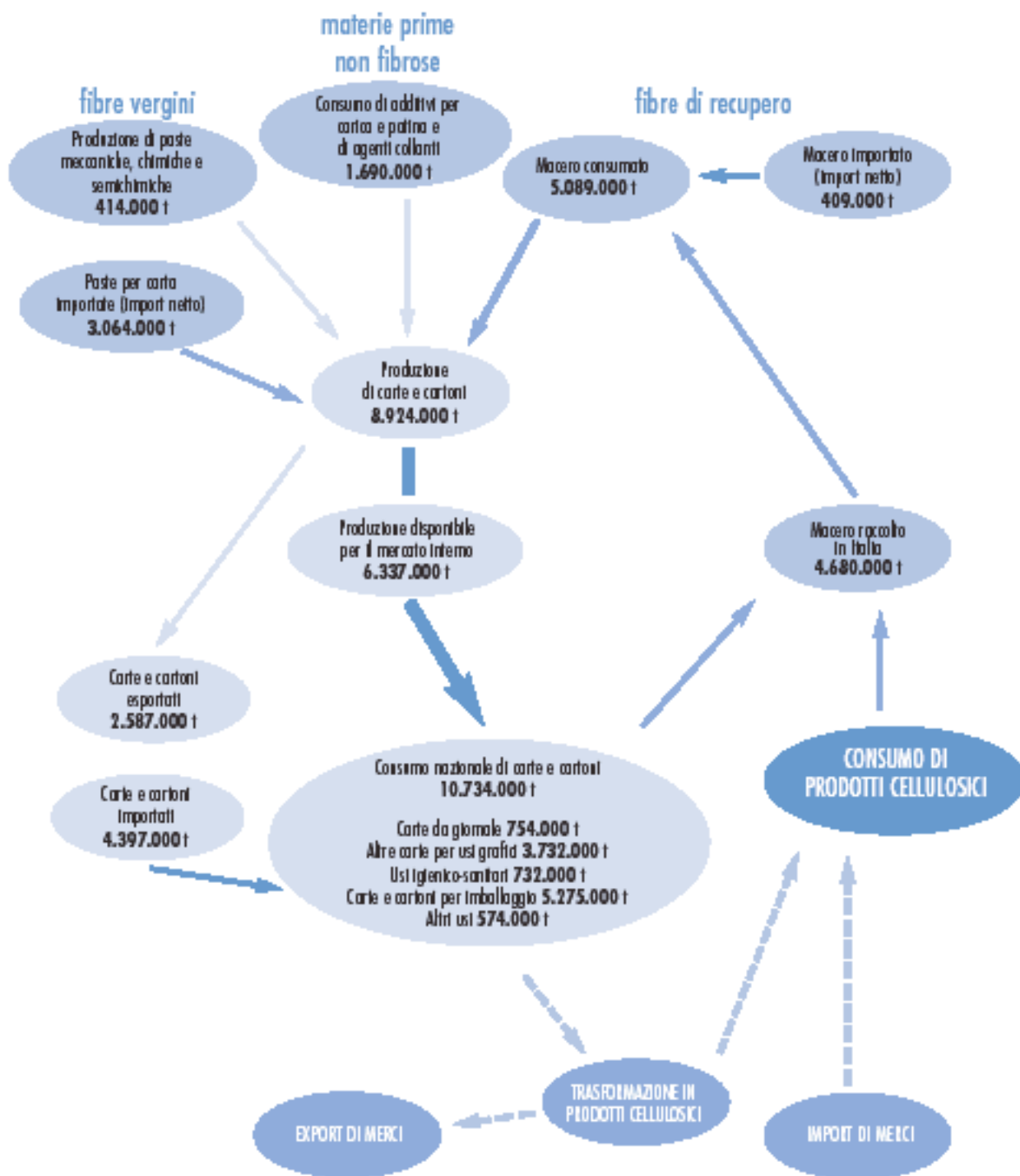
Applicando all'Italia meridionale la composizione merceologica dei rifiuti urbani precedentemente riportata, si stima in 2.049 kt la quantità di carta e cartone presente nei rifiuti urbani. Di questi l'88% (1.799 kt) è stato smaltito in discarica, circa il 5% è stato recuperato (termovalorizzazione e CDR) e 141 kt, pari al 7%, sono state raccolte in maniera differenziata.

Si riportano nelle figure 2.1 e 2.2 i bilanci di fibra, relativi all'anno 2001, redatti dal Comieco e dal CEPI.

<sup>21</sup> Altre materie prime = Materie prime – Macero utilizzato = (204,1 kt) – (175,1 kt) = 29 kt

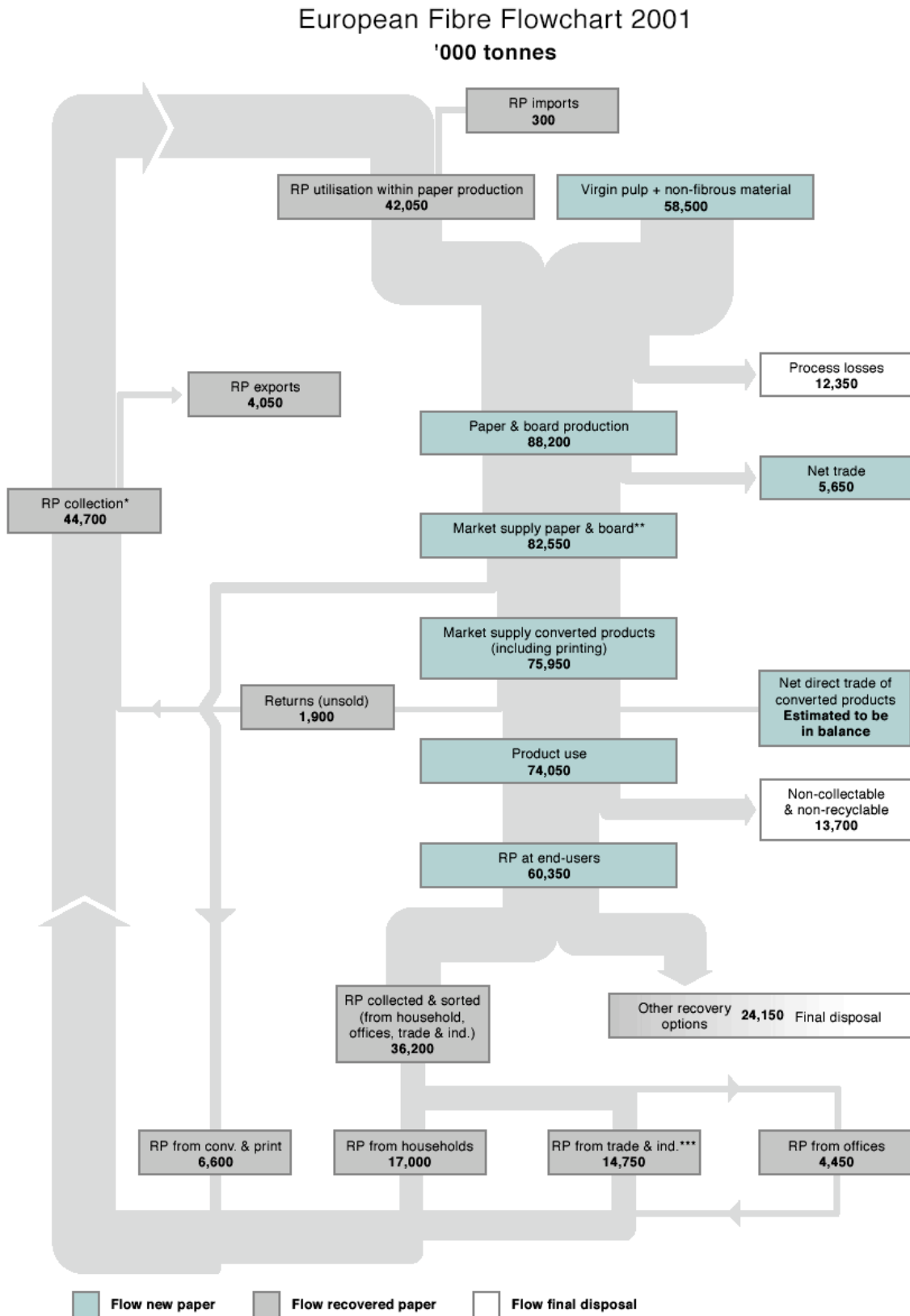
<sup>22</sup> Fibre vergini = (Materie prime)·(perc.ut. fibre vergini) = (204,1 kt)·(9,5/100) = 19,3 kt

Figura 2.1 - Il ciclo delle materie cellulosiche in Italia nel 2001



Fonte: Comieco

Figura 2.2 - Bilancio europeo della fibra 2001



Fonte: CEPI

## Bibliografia del capitolo 2

- [1] Comieco Consorzio Nazionale Recupero e Riciclo degli Imballaggi a base Cellulosica – “*Raccolta, Riciclo e Recupero di carta e cartone, 2001*” – Banca dati Comieco, 7° Rapporto, luglio 2002
- [2] ASSOCARTA Associazione Italiana fra gli Industriali della Carta, Cartoni e Paste per Carta – “*Industria della carta e cartone in Italia*” – Assocarta, [www.assocarta.it](http://www.assocarta.it)
- [3] FISE Federazione Imprese di Servizi, *L’Italia del Recupero 2003*, [www.fise.org](http://www.fise.org)
- [4] CEPI Confederazione Europea delle Industrie Cartarie Europee – “*Special Recycling Statistic, October 2002*” – Cepi, [www.cepi.org](http://www.cepi.org)
- [5] Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio – “*La produzione e la gestione dei rifiuti urbani*” – ARPA-ONR, [www.minambiente.it](http://www.minambiente.it)
- [6] Testo Coordinato del Decreto Legislativo del 5 febbraio 1997 n.22 – “*Attuazione delle Direttive CEE sui Rifiuti*” – S.O. G.U. n.278 del 28/11/1997
- [7] Decreto Legislativo del 13 gennaio 2003 n.36 – “*Attuazione della Direttiva 199/31/CEE sulle discariche di rifiuti*” – S.O.G.U. n.59 del 12/3/2003
- [8] ISSI Istituto Sviluppo Sostenibile Italia – “*Produzione di Rifiuti Urbani e Raccolta Differenziata in Italia, dati aggiornati al 31 dicembre 2002*” – La Riforma dei Rifiuti, ISSI 2003
- [9] ARPAV Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente Veneto – “*La gestione dei Rifiuti Urbani, 2001*” – ARPAV-ONR 2001
- [10] ASSOCARTA – “*Distribuzione territoriale dell’Industria Cartaria Italiana, anno 1997*” – Elaborazione Assocarta, 1997
- [11] CEPI – “*Dichiarazione Europea sul Recupero della Carta, Progress Report*” – Cepi, 2001
- [12] ASSOCARTA – “*Il rapporto ambientale 2002: strumento di gestione per l’industria cartaria*” – Assocarta, Presentazione del 4° Rapporto Ambientale dell’Industria Cartaria Italiana, Roma 20/03/2003



### 3. POSSIBILI CICLI TECNOLOGICI DI IMPIANTI DESTINATI ALLA PRODUZIONE DI PASTA DA CARTA A PARTIRE DA MACERO POST-CONSUMO

#### 3.1 Processi di trattamento

La carta da macero, per poter essere utilizzabile in cartiera, deve essere sottoposta a trattamenti di selezione e purificazione tanto più spinti quanto più ne è scarsa la qualità di partenza relativamente alle caratteristiche del prodotto finale.

Il macero conferito in piattaforma di selezione viene dapprima separato per quanto possibile da contaminanti (materiali non fibrosi presenti nel cassonetto, principalmente plastiche) e da cartoni, e quindi pressato in balle ed inviato in cartiera.

#### 3.2 Spappolamento

La prima fase del processo in cartiera consiste nella preparazione di una sospensione acquosa di fibre la quale, in seguito disidratata, costituirà il semilavorato cellulosico. Le balle di macero vengono acquisite ad una certa umidità in equilibrio con l'ambiente atmosferico (circa il 10%). Esse, previa aggiunta di acqua, vengono spappolate in uno *spappolatore* (pulper), capiente tina ad asse verticale in cui un rotore (girante) posto sul fondo provvede alla completa apertura del contesto fibroso fino ad ottenere una sospensione di densità del 3-6% (3-6 parti di fibra su 100 parti di acqua). Il fondo del pulper è dotato di una trappola per la separazione degli oggetti estranei più voluminosi e pesanti, e di una griglia forata (con fori da 3 a 20 mm) per l'estrazione della pasta. Il processo avviene in *batch* separati di alimento, con funzionamento continuo per un tempo medio di 15-45 minuti.

Durante questa prima fase, oltre all'azione meccanica esercitata dalla girante, possono essere anche addizionati alcuni prodotti chimici, come acqua ossigenata, silicato di sodio ed idrossido di sodio: l'acqua ossigenata garantisce una sbianca preliminare della fibra, l'ambiente basico, invece, favorisce il rigonfiamento della fibra e la separazione dell'inchiostro che sarà poi allontanato nelle fasi successive.

#### 3.3 Assortimento

La successiva fase di assortimento consiste nell'ulteriore allontanamento dei contaminanti fini ancora presenti nell'impasto; essa avviene attraverso processi meccanici, principalmente tramite *idrocloni* ed *epuratori* a fori e fessure.

- *Gli idrocloni* eliminano le impurezze di massa volumica diversa da quella delle fibre, per effetto della forza centrifuga.  
Gli idrocloni *per pasta densa*, con densità della pasta del 2-6%, eliminano le impurità grossolane; hanno una portata fino a 1200 l/min e pressione di alimentazione di 100-200 kPa. Il flusso degli scarti solidi viene eliminato attraverso delle valvole a tempo (apertura ogni 10 secondi, circa).  
Gli idrocloni *per pasta diluita (cleaner)*, sono tanto più efficaci quanto più la pasta è diluita (di solito tra 0,5 e 0,7%); eliminano le impurità fini, hanno portata

media da meno di 100 a più di 2000 l/min e pressione di alimentazione tra 250 e 350 kPa.

- *Gli epuratori a fori o fessure* eliminano le impurezze di dimensioni maggiori delle fibre, possono essere *aperti* (piani o a tamburo rotante o vibrante con 300-1000 vibrazioni al minuto) con fessure larghe da 0,25 a 1 mm e *pressurizzati* (chiusi con cestello cilindrico a fori contro il quale scorrono deflettori rotanti). La portata idraulica può essere anche superiore a 60 m<sup>3</sup>/min, con una concentrazione della pasta del 0,5-1,5%.

Dalle fasi di spappolamento ed assortimento viene separato un rifiuto, denominato *scarto di pulper*, che oscilla da punte del 10% ad una media del 5% in secco della carta da macero impiegata [10]. Tale scarto è composto per circa il 50% da plastiche miste, per il 30% da fibra di cellulosa, per il 5% da legno e tessuti, per il restante 5% da inerti e metalli. Lo scarto da pulper presenta mediamente un contenuto di umidità del 40-50%.

### 3.4 Separazione delle diverse frazioni

A valle della prima sezione dell'impianto, dopo il pulper e la filtrazione a tamburo, vengono divisi i flussi di fibre corte e di fibre lunghe attraverso delle valvole azionate meccanicamente da un operatore in base alle caratteristiche del macero di alimento. I due flussi vengono così inviati a due *tine* distinte, le quali possono alimentare la produzione di due diversi tagli di pasta per carta

### 3.5 Disinchiostrazione

La disinchiostrazione può essere effettuata principalmente attraverso due processi:

- per *lavaggio*, con aggiunta nel pulper di 1-2% di agenti disperdenti e 1-2% di NaOH;
- per *flottazione*: il processo avviene in celle di flottazione con insufflazione di aria con aggiunta di circa l'1% di agenti flottanti e conseguente asportazione della schiuma (che ha inglobato buona parte delle particelle di inchiostro) tramite raschie.

A seconda della tipologia di macero impiegato e delle caratteristiche richieste al prodotto finale, si possono associare alla disinchiostrazione anche ulteriori fasi di lavorazione quali: lo *sbiancamento*, l'*ispessimento* e la *dispersione*, processi effettuati allo scopo di rompere i legami tra inchiostro e fibre, di aumentare la tonalità di bianco, di rimuovere ulteriormente i corpi estranei.

La taglia dimensionale minima degli impianti di disinchiostrazione in Italia è pari a circa 50.000 t/anno, ma tali impianti sono integrati nelle cartiere e non esistono attualmente impianti non integrati operanti *in isola*.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> Da uno studio effettuato da Ambiente Italia ed ENEA nel 1999 [9], risultava che negli USA ed in Francia erano stati realizzati impianti non integrati: in particolare, veniva segnalato un impianto non integrato di disinchiostrazione in Francia realizzato per produrre polpa da macero con elevati standard

Come analizzato precedentemente, nella fase di spapolamento nel pulper si può effettuare un lavaggio e una dinchiostrazione preliminare delle fibre aggiungendo opportuni *chemical* all'impasto. Successivamente le particelle disperse di inchiostro (di dimensioni inferiori a 20-30  $\mu\text{m}$ ) sono eliminate per lavaggio in più stadi con addensatori a tamburo, filtri a vuoto, addensatori a vite, presse a vite, presse a doppia tela e successiva depastigliatura.

La tecnologia maggiormente utilizzata oggi per la disinchiostrazione delle fibre è la *flottazione*: questo processo avviene in celle di flottazione con l'azione combinata di agenti flottanti (saponi), che favoriscono il distacco dell'inchiostro dalle fibre, e bolle d'aria, che tendono a trasportare verso l'alto l'inchiostro libero dalla fibra; la schiuma formata in superficie viene asportata tramite con raschie (figura 3.1).

L'efficienza del processo è incrementata generalmente mediante il ricircolo del liquido dall'alto al basso della vasca.

Pur basandosi sulla stessa tecnica, esistono diverse tipologie di flottatori, realizzati in modo da ottimizzare i flussi ed i consumi: le tipologie più in uso sono i flottatori *Denver cell*, *Degussa cell*, *MAC (Multiple Aeration Closed) cell*, ed il moderno *Eco-cell*.

La schiuma rimossa dalle raschie viene inviata ad una centrifuga, dove il fango a base di inchiostro è concentrato al 50% di secco [10] per lo smaltimento che, generalmente, avviene in discarica controllata, mentre l'effluente liquido viene inviato all'impianto di depurazione.

### 3.5.1 Fattori limitanti per la disinchiostrazione

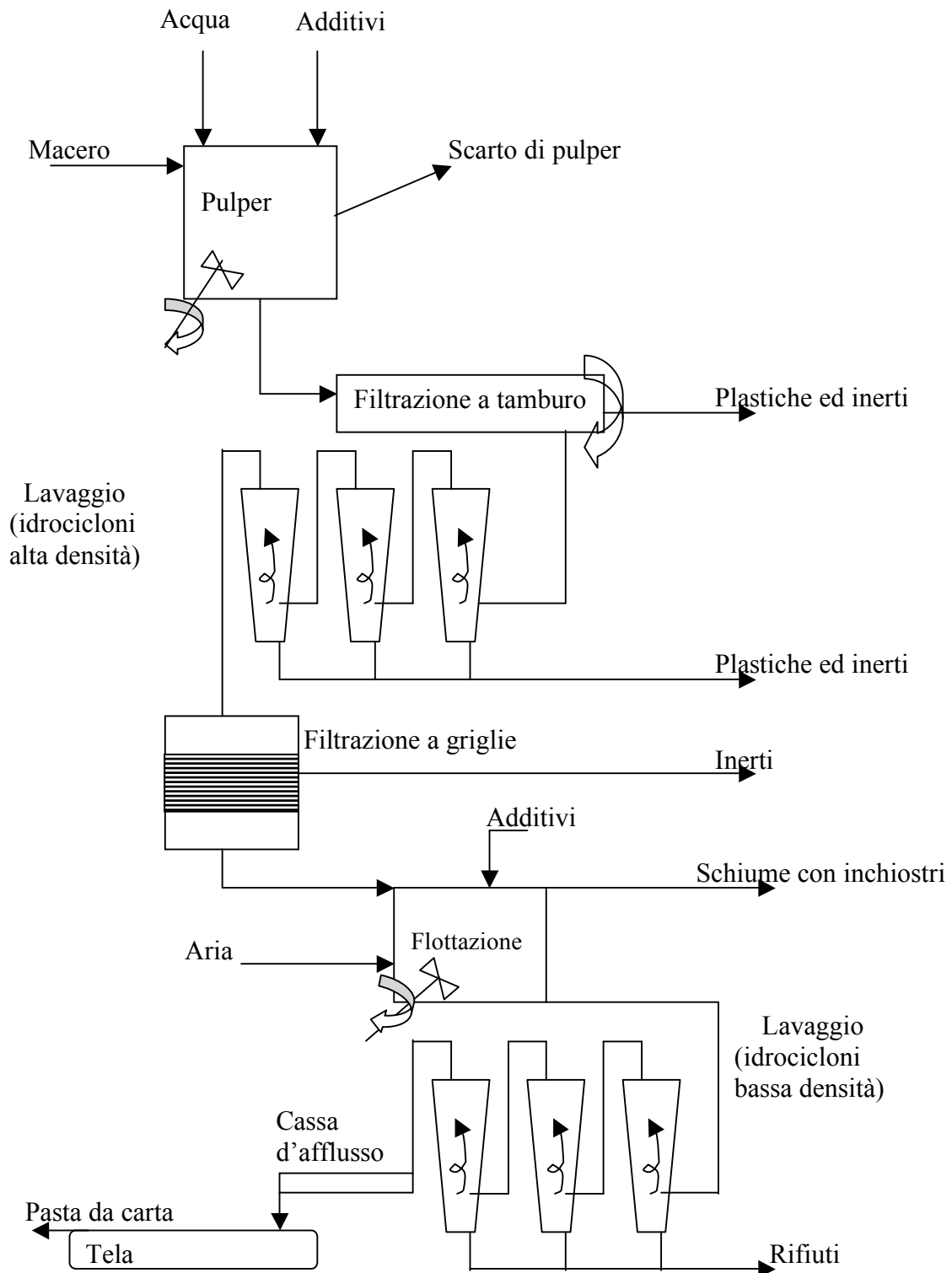
La presenza di inchiostri, colle ed altri elementi contaminanti nelle carte da macero incide in maniera determinante sulla qualità della pasta prodotta in termini di luminosità e di aspetto ottico.

Nella figura 3.2 [3] si riporta la distribuzione delle dimensioni (espressa in  $\mu\text{m}$ ) delle particelle che incidono negativamente sulla pulizia delle fibre. Tra 30 ed 80  $\mu\text{m}$  vi è il limite ottico al di sotto del quale le particelle non sono più viste dall'occhio umano come singole macchie, ma come un omogeneo "grigiore".

---

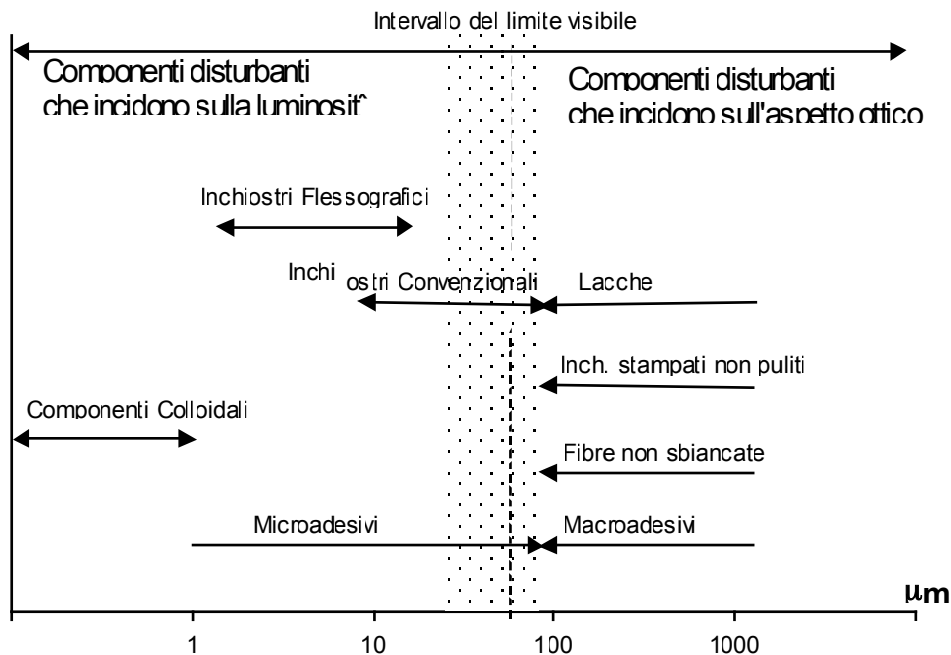
qualitativi, ma dalle analisi effettuate risultava che operasse con difficoltà per problemi di mercato. La soglia minima di produzione per la sostenibilità economica di tali impianti, in base a tale studio, era stata valutata pari a circa 200.000 t/anno.

**Figura 3.1** - Schema a blocchi di un impianto di produzione di pasta disinchiostata utilizzando macero post-consumo



Fonte: elaborazione ENEA

**Figura 3.2** -Intervallo di dimensioni dei componenti che incidono sulla luminosità e sull'aspetto ottico della pasta da carta [3]



Nel macero post-consumo sono presenti, in diverse percentuali, tutte le tipologie di contaminanti indicate nella figura precedente, tuttavia attualmente il problema principale è costituito dalla presenza di inchiostri flessografici [1]. La frazione merceologica maggiormente presente nel macero post-consumo è costituita dalle riviste e dai quotidiani e, in Italia l'utilizzo della tecnologia flessografica per la stampa dei quotidiani, in alternativa all'usuale utilizzo delle rotative offset, è aumentato decisamente negli ultimi vent'anni (nel 2001 in Italia è stato stampato con tecniche flexo il 17% dei quotidiani nazionali [1]).

La disinchiostrazione delle miscele contenenti stampati offset (inchiostri a base di olio, con comportamento idrofobo) e flexo (inchiostri a base di acqua e comportamento idrofilo) risulta estremamente problematico con gli impianti attualmente esistenti, infatti le condizioni ottimali di trattamento per gli stampati derivanti dalle due differenti tecnologie non sono le medesime. In particolare, le condizioni di spapolamento a pH basico, cruciale per la separazione dell'inchiostro offset dalle fibre, sono estremamente negative per gli inchiostri flessografici. In ambiente alcalino, infatti, le resine che li compongono favoriscono la dispersione degli stessi in fase acquosa, ma le particelle disciolte, estremamente piccole ed idrofile, inficiano la flottazione dell'inchiostro.

Quantitativi di stampati flessografici superiori al 5-7% nella composizione del macero che alimenta gli impianti di disinchiostrazione di tipo convenzionale si traducono in un forte deperimento qualitativo della pasta ottenibile (soprattutto in termini di grado di bianco ed inchiostro residuo). Anche la presenza di un quantitativo minimo di questa tipologia di inchiostri, infatti, determina una significativa riduzione del grado di bianco dell'impasto a causa della notevole frammentazione e rideposizione del pigmento.

Particolari problematiche sono legate anche alla presenza di stampati con xerigrafia e stampe laser nel macero post-consumo: in queste tipologie di stampati, infatti, i pigmenti (inchiostri formati da copolimeri a base di carbonio) sono fissati attraverso fusione e legati elettrostaticamente alle fibre presenti sullo strato superficiale del foglio di carta. Solitamente buoni risultati sono stati ottenuti trattando tali stampati con *dispersione meccanica* e *conglomerazione chimica* seguita da *schermatura* e *centrifugazione*, processi che, però, dal punto di vista operativo, energetico e tecnico risultano più costosi della flottazione.

Nelle tabelle 3.1 e 3.2 sono riassunti i vari processi attualmente utilizzati per migliorare la luminosità e l'aspetto ottico della pasta da carta: in relazione al tipo di contaminante sono indicate le efficienze attuali relative ai singoli processi [3].

**Tabella 3.1** - Efficienza dei vari processi per la rimozione dei contaminanti

Contaminanti	Effetti negativi su	Rimozione dei contaminanti				
		Epurazione	Flottazione	Lavaggio	Centrifuga	
					alta densità	bassa densità
Inchiostri convenzionali (offset)	luminosità	-	<b>alta</b>	media	bassa	bassa
Lacche	ottica	bassa	<b>alta</b>	-	media	-
Inchiostri Flessografici	luminosità	-	bassa	<b>alta</b>	-	bassa
Fibre con inchiostri Non distaccati	ottica	-	-	-	-	-
Fibre non sbiancate	ottica	-	-	-	-	-
Fibre colorate	ottica	-	-	-	-	-

Fonte: *International Journal of Mineral Processing* [3]

**Tabella 3.2** - Efficienza dei vari processi per migliorare l'aspetto ottico della pasta

Contaminanti	Effetti negativi su	Modificazione dei contaminanti		
		Dispersione	Sbianca	
			Ossidazione	Riduzione
Inchiostri convenzionali (offset)	luminosità	<b>alta</b>	bassa	bassa
Lacche	ottica	<b>alta</b>	-	-
Inchiostri Flessografici	luminosità	-	-	-
Fibre con inchiostri non distaccati	ottica	<b>alta</b>	media	bassa
Fibre non sbiancate	ottica	-	<b>alta</b>	-
Fibre colorate	ottica	-	-	<b>alta</b>

Fonte: *International Journal of Mineral Processing* [3]

### 3.5.2 Innovazioni tecnologiche per la disinchiostrazione

Numerosi studi sono stati effettuati allo scopo di trovare delle tecnologie per la disinchiostrazione che permettano di raggiungere maggiori tonalità di bianco, riducendo i costi energetici richiesti, e che siano in grado di trattare anche miscele di stampati offset, flexo e stampati da xerigrafia o laser [da 1 a 8].

Attualmente, da prove effettuate in laboratorio, sono stati riscontrati risultati positivi attraverso i processi di:

- *flottazione in colonna*: consente la riduzione dei costi operativi pari all'80%, la riduzione dell'utilizzo dei reagenti pari al 30%, ovvero la riduzione dei costi per l'energia, operativi e capitali, ottenendo, però, la stessa tonalità di bianco che si può ottenere con i normali processi di flottazione; gli svantaggi principali sono costituiti dalla necessità di dover fornire microbolle di aria.
- *trattamento biologico con enzimi*: si realizza attraverso lo sviluppo di alcuni enzimi specifici (*cellulase*, *xylanases* e *pectinase*) i quali, attraverso i loro processi enzimatici, rimuovono, idrolizzando i polimeri, gli inchiostri delle stampe laser e con xerigrafia. Questo processo avviene meglio a pH 3, ma questo influisce negativamente su tenore di bianco.
- *flottazione in celle chiuse*: studi effettuati hanno dimostrato che l'utilizzo, quale flottatore, dell'impianto "Cybercell", permette di migliorare la rimozione dell'inchiostro dalle fibre.

In merito alle problematiche legate agli inchiostri flessografici, studi effettuati [1] hanno dimostrato che attualmente non è possibile ottenerne pasta da carta di alta qualità; tuttavia se la percentuale di presenza nel macero di stampe con inchiostri flexo non è elevata, è possibile ottenerne un prodotto di alta qualità attraverso un impianto che preveda un doppio stadio di flottazione e più fasi di sbianca.

Ai fini della separazione dei pigmenti flexo, sembrano essere promettenti tecniche a membrana in ultra- e micro-filtrazione [11]. Esperimenti di laboratorio sono stati inoltre condotti da ENEA su impasti reali di cartiera additivati di inchiostro flexo, e le membrane hanno manifestato una capacità di captazione totale dei pigmenti.

### 3.6 Ulteriori trattamenti per migliorare le qualità ottiche della pasta

Oltre al lavaggio ed alla flottazione, un'altra fase normalmente presente è la *dispersione* che, grazie ad un'azione prevalentemente meccanica, consente di ridurre la dimensione dei punti residui di sporco ed impurità al fine di renderli meno evidenti o allontanabili facilmente qualora la pasta prodotta in cartiera sia poi soggetta ad un'ulteriore fase di flottazione.

Talvolta viene prevista anche una fase di *sbianca finale*, che agisce sulle fibre rendendo l'impasto più bianco: detta fase è maggiormente spinta quanto più elevata è la qualità richiesta per la pasta disinchiostata.

### 3.7 Sezione di formazione della pasta

L'impasto diluito, una volta disinchiostro e depurato dalle impurità, attraverso un distributore viene immesso in una *cassa di afflusso* che ha lo scopo di rendere stabile ed omogeneo il flusso della pasta. Il getto di pasta viene fatto cadere dalla cassa di afflusso sulla tela della macchina attraverso una apertura (*bocca di afflusso* o "*slice*") delimitata da un labbro inferiore fisso e un labbro superiore mobile.

La sezione di formazione è, generalmente, a *tavola piana*, ma può essere anche a *forma in tondo* o a *doppia tela*.

- Con il termine "*tavola piana*" si intende il complesso di organi sopra e sotto i quali gira una tela di macchina a forma di nastro continuo, sulla quale avviene la separazione, per drenaggio attraverso le maglie della tela, dell'acqua dalle parti solide (fibre).

Il contenuto secco della pasta aumenta progressivamente lungo la tavola: dopo la prima sezione in cui sono presenti i rulli sgocciolatori è del 1,5-3%; successivamente, dopo le casse aspiranti varia tra il 10 e il 15% ed, infine, dopo il rullo aspirante è del 20-25%.

Il vuoto necessario alle varie fasi di drenaggio viene realizzato con pompe o con soffianti.

- Con il termine "*forma di tondo*" si intende una vasca, alimentata con la pasta, in cui gira un tamburo creatore ricoperto da una tela sulla quale si depositano le fibre, mentre l'acqua l'attraversa. Il foglio di fibre che viene così a crearsi viene staccato attraverso un feltro levatore. Solitamente questo processo viene utilizzato per la produzione di fogli multistrato (cartone) utilizzando più forme in tondo in successione, con un unico feltro levatore.
- Si utilizza un sistema detto "*a doppia tela*" quando il getto proveniente dalla cassa di afflusso è diretto nell'angolo formato da due tele convergenti, attraverso cui avviene il drenaggio. Formato il foglio, questo rimane aderente ad una tela, mentre l'altra si stacca.

### 3.8 Deumidificazione della pasta da carta prodotta

L'eliminazione dell'acqua residua dalla pasta prodotta può avvenire sia attraverso sistemi meccanici (*sezione presse umide*), sia per evaporazione a mezzo del calore (*seccheria*).

- *Sezione presse umide*

Questa sezione permette di eliminare quanta più acqua possibile per pressatura meccanica: nel passaggio attraverso le presse, di cui una solitamente aspirante, il foglio di pasta viene supportato da feltri umidi. Vi sono attualmente in uso diverse tipologie di presse: *piana*, *aspirante*, *scanalata*, *doppia* e "*fabric*". Il contenuto in secco dopo la sezione delle presse varia generalmente tra il 30 e il 50%.

- *Seccheria*

Questa sezione permette di eliminare tutta l'acqua residua dalla pasta per evaporazione a mezzo del calore. Le modalità tecnologiche sono in tutto simili a



quelle utilizzate per la produzione delle varie tipologie di carta e cartone. In generale, i cilindri essiccatori sono alimentati con vapore saturo proveniente direttamente da una caldaia o da una centrale termoelettrica (*vapore di contropressione*). Il vapore cede il suo calore alla pasta-carta e condensa. La pressione del vapore e la sua temperatura diminuiscono dall'ultima sezione alla prima della seccheria. Per l'essiccamento di carta e cartone nelle cartiere generalmente si utilizza vapore saturo con pressioni e temperature variabili tra 280 kPa – 40 °C (carte normali) e 900 kPa – 140 °C (kraft). Nel caso di essiccamento della pasta-carta, la quantità di vapore necessaria dipende dal contenuto secco che si vuole ottenere nel prodotto finale.

- *Ventilazione*

Questo processo viene utilizzato per asportare il vapore che si libera dalla pasta: l'aria calda e secca (circa 12 kg di aria secca ogni kg di acqua evaporata) entra in una cappa, aperta o chiusa, e attraverso degli aspiratori viene scaricata all'esterno, dopo aver attraversato un economizzatore, dove cede il suo calore all'aria in entrata.

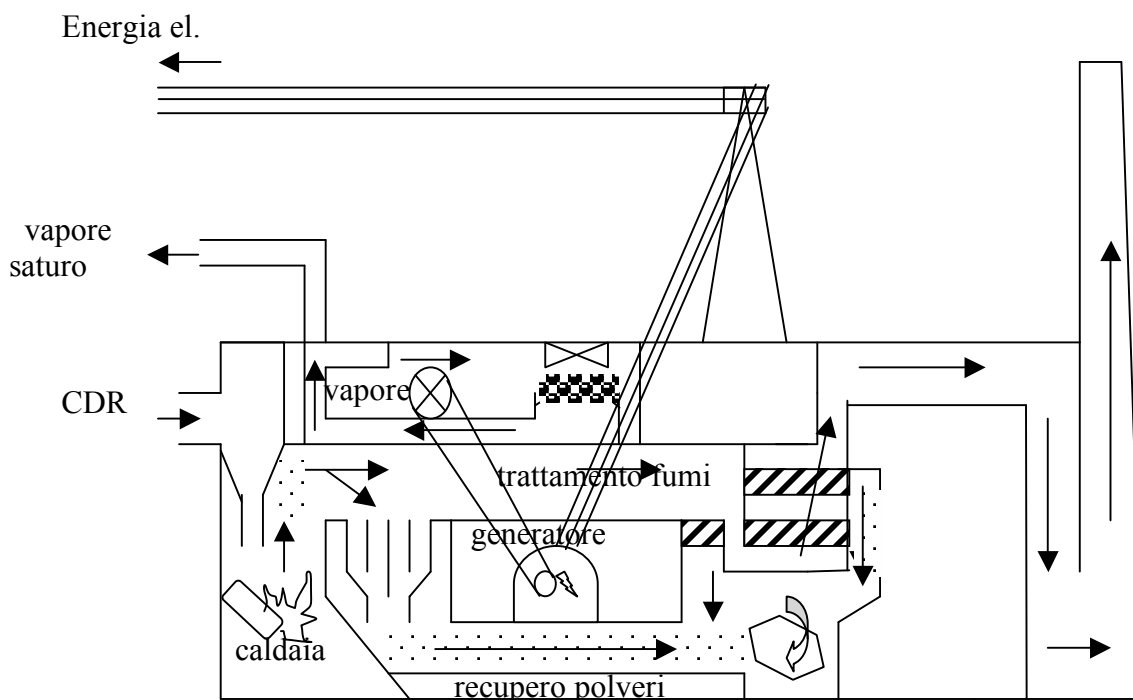
### **3.9 Termovalorizzazione degli scarti da pulper e dei fanghi da deinking**

I rifiuti prodotti dagli impianti di lavorazione della carta da macero sono composti principalmente [10] da scarti di pulper e fanghi di disinchiostrazione (che rappresentano insieme il 60% della produzione totale di rifiuti) e fanghi provenienti dal trattamento delle acque reflue (30% della produzione totale di rifiuti); altri tipi di rifiuti sono rappresentati da scarti di ferro, legno e plastica degli imballaggi, di oli esausti e rifiuti assimilabili agli urbani. Come analizzato precedentemente, gli scarti di pulper sono costituiti essenzialmente da plastiche, fibre di cellulosa, legno e tessuti. Questi materiali hanno la caratteristica di essere dotati di elevati PCI: i fanghi hanno PCI medio pari a 1.800 kcal/kg, gli scarti da pulper secchi pari a 6.000-7.000 kcal/kg; pertanto, considerando una umidità media degli scarti e dei fanghi di circa il 50%, si può stimare che il combustibile derivato dagli scarti da pulper e dai fanghi di deinking è dotato di PCI pari a 2.500-3.000 kcal/kg.

I rifiuti da pulper, pertanto, miscelati con i fanghi (concentrati, come visto, al 50% di secco) potrebbero essere utilizzati per la produzione di energia elettrica e termica, direttamente quali combustibili in caldaia oppure successivamente previa produzione di combustibile derivato da rifiuti (CDR).

Si riporta in figura 3.3 uno schema di un impianto generico di termovalorizzazione alimentato con combustibile proveniente da rifiuto.

**Figura 3.3** - Schema di un generico impianto di termovalorizzazione a CDR



Fonte: elaborazione ENEA

L'utilizzazione degli scarti da pulper e dei fanghi essiccati di depurazione dell'industria cartaria come combustibili per produrre energia è autorizzata e regolata dal decreto del Ministero dell'Ambiente del 5 febbraio 1998 sulle procedure semplificate di recupero dei rifiuti non pericolosi (Allegato 2, sub-allegato 1, comma 9 e 12).

Il decreto indica che il recupero energetico può essere effettuato attraverso la combustione in impianti dedicati al recupero energetico di rifiuti di potenza termica nominale non inferiore a 6 MW.

Si riportano in tabella 3.3 i requisiti e le caratteristiche richieste dal decreto per gli scarti da pulper e i fanghi dell'industria cartaria per il recupero attraverso la combustione.

### 3.10 Trattamento delle acque e dei fanghi di rifiuto

Negli impianti di produzione di pasta disinchiostrata si tende a chiudere il più possibile il ciclo delle acque con depurazione e riutilizzo sia dell'acqua proveniente dagli scarti, sia dell'acqua ottenuta dallo stadio di lavaggio e addensamento dei fanghi.

Le acque di scarto sono trattate attraverso un chiarificatore, generalmente con il metodo della flottazione ad aria disciolta, per la separazione solidi-liquidi e riciclate nei processi di produzione.

I fanghi residui dal trattamento delle acque e le schiume con inchiostro vengono raccolti in un'apposita tina ed inviati ad una tavola drenante di gravità e, successivamente, pressati ottenendo così una concentrazione superiore al 40% di materia secca.

**Tabella 3.3** - Caratteristiche richieste, in base al decreto del Ministero dell'Ambiente del 5 febbraio 1998, per gli scarti da pulper e i fanghi dell'industria cartaria per il recupero energetico attraverso combustione

<b>Caratteristiche</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Scarto da pulper</b>	<b>Fanghi</b>
Umidità in massa	<i>max %</i>	30	20
PCI sul tal quale	<i>min kJ/kg</i>	12.500	6.000
Ceneri in massa sul tal quale	<i>max %</i>	10	-
Cloro in massa sul tal quale	<i>max %</i>	0,9	0,9
Zolfo in massa sul tal quale	<i>max %</i>	0,5	0,6
Pb+Cr+Cu+Mn+Zn	<i>mg/kg</i>	900	-
Pb sul secco	<i>mg/kg</i>	200	200
Cr sul secco	<i>mg/kg</i>	50	100
Cu sul secco	<i>mg/kg</i>	300	300
Mn sul secco	<i>mg/kg</i>	150	300
Ni sul secco	<i>mg/kg</i>	20	30
As sul secco	<i>mg/kg</i>	9	10
Cd+Hg	<i>mg/kg</i>	7	7

Fonte: decreto del Ministero dell'Ambiente del 5 febbraio 1998

### Bibliografia del capitolo 3

- [1] I. Gallo, G. Mosele, G. Galland, B. Carrè – *La disinchiostrazione di stampati off-set e flessografici miscelati: analisi delle problematiche relative al trattamento congiunto dei due tipi di macero*
- [2] Aticelca – *Nuove tecnologie per uno sviluppo sostenibile dell'industria cartaria* – Atti del XXXIV Congresso annuale Aticelca, 2003
- [3] M. Kemper – *State of the art and new technologies in flotation deinking* – International Journal of Mineral Processing, 1998
- [4] S. Chaiarrekji, H. Dhingra, B.V. Ramarao – *Deinking of recycled pulps using column flotation: energy and environmental benefits* – Resources Conservation and Recycling, 2000
- [5] U. Viesturs, M. Liete et al. – *Biological deinking technology for the recycling of office waste papers* – Bioresource Technology, 1999
- [6] S. Vyas, A. Lachke – *Biodeinking of mixed office waste paper by alkaline active cellulases from alkaterant *Fusarium sp.** – Enzyme and Microbial Technology, 2003
- [7] T. Moon, R. Nagarajan – *Deinking xerographic and laser-printed paper using block copolymers* – Colloids and Surfaces, 1998
- [8] J.A. Finch, C.A. Hardie – *An exemple of innovation from the waste management industry: deinking flotation cells* – Minerals Engineering, 1999
- [9] ENEA, Dipartimento Ambiente – *Il riciclaggio dei materiali in Italia* – Ambiente Italia, 1999
- [10] Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente – *Rifiuti Industriali, metodologie di calcolo dei coefficienti di produzione* – ANPA, Dipartimento stato dell'ambiente, controlli e sistemi informativi, Rapporti 18/02, 2002
- [11] B.H.Upton, G.A.Krishnagopalan, S.Abubakr, *Characterization of Ultrafiltration for Flexographic Newsprint Deinking*, Pulping, Papermaking and Chemical Preparation, No 311, Vol. 92, 1996, pagg. 152-156.

#### **4. ANALISI COSTI-BENEFICI: SCENARI DI RICICLO OTTIMALE**

Lo studio previsionale fin qui condotto indica una disponibilità sul territorio Sud Italia di circa 550.000 t/anno di macero post-consumo entro il 2006 (§ 1.4). In questo stadio del lavoro ci si propone di individuare le aree di convenienza tecnico-economica per una nuova filiera tecnologica di valorizzazione di simili extra-flussi di macero.

*L'opzione consiste nella realizzazione di un sistema di raccolta-selezione-lavorazione del macero post-consumo finalizzato alla produzione di un semilavorato cellulosico (pasta-carta o pasta disinchiostrata); tale sistema può parzialmente sovrapporsi all'attuale ciclo di recupero delle frazioni cartacee senza interferire su processi già consolidati ed in atto.*

L'opzione prevede la realizzazione di un impianto di trattamento e disinchiostrazione del macero; l'impianto verrà alimentato da macero post-consumo preventivamente selezionato in una piattaforma con linea di selezione. In piattaforma verranno eliminati i principali contaminanti (plastiche e materiali non fibrosi) presenti nel materiale da RD, e verranno separati i cartoni i quali, una volta imballati, verranno indirizzati verso la convenzionale linea di valorizzazione (cartiere per produzione di carte per ondulatori). Potrebbe essere opportuno, in uno studio successivo, verificare la convenienza ad impostare una RD mirata che escluda il conferimento di cartoni nel cassonetto.

In uscita dalla piattaforma il macero, selezionato ed imballato, viene inviato all'impianto, dove subisce le lavorazioni tipiche di una convenzionale preparazione di impasti: spappolamento, disinchiostrazione, assortimento, drenaggio dell'acqua, pressatura, essiccazione. Il semilavorato in uscita consisterà in fogli di cellulosa il cui tenore di bianco andrà aggiustato il più possibile verso gli alti gradi ottimizzando il processo di disinchiostrazione sia sul versante gestionale che su quello tecnologico.

Né in Italia né all'estero esistono esperienze di simili filiere produttive; laddove si produce pasta disinchiostrata, questa viene conferita a cartiere dello stesso gruppo industriale, ed in ogni caso la materia prima consiste in maceri selezionati ('di qualità').

Perché lo studio fin qui condotto abbia una sua pragmatica giustificazione è necessario che venga condotta un'analisi costi-benefici per l'intera iniziativa, che evidenzii l'economicità dell'ipotesi industriale ed i suoi punti di criticità.

##### **4.1 Aspetti qualitativi della pasta disinchiostrata**

La pasta disinchiostrata deriva da un processo tecnologico che parte da fibra di recupero, quindi a parità di condizioni non potrà mai recuperare le caratteristiche meccaniche e di bianco proprie delle cellulose. Si tenga presente che la resa in disinchiostrazione è strettamente correlata col grado di bianco da raggiungere, e questo aspetto costituisce senza dubbio uno dei vincoli di sistema cui è sottoposta la nuova filiera. In particolare, è abbastanza consolidata presso gli operatori la tabella di correlazione (tabella 4.1), che lega il grado di bianco desiderato con la resa in fibra disinchiostrata (il complemento a 100, applicato al macero trattato, diventa fango da disinchiostrazione).

**Tabella 4.1** - Correlazione grado di bianco/resa disinchiostro

<b>Grado di bianco nell'impasto finale</b>	<b>Resa di disinchiostrazione</b>
60	85%
65	80%
70	70%
80	50%

Ovviamente i precedenti valori di resa vanno intesi come ragionevoli approssimazioni, essendo sempre diversi gli impianti di disinchiostrazione sia dal punto di vista del layout che dei parametri chimico-fisici di marcia.

Si pone dunque in questa fase il problema della scelta del grado di bianco della pasta disinchiostata da produrre. Come detto in precedenza, questo dovrà essere il maggiore possibile, ai fini del maggior apprezzamento da parte del mercato, ma senza che vengano reinnesate quelle esternalità ambientali che il progetto nel suo complesso vuole prevenire alla radice.

Al riguardo, si tenga presente cosa comporti l'adozione di un ciclo produttivo al 50% di resa (a parte gli scarti prodotti in piattaforma di selezione): più della metà del macero raccolto si trasformerebbe in rifiuti da dover smaltire presumibilmente in discarica.

In questa fase previsionale si ritiene che un grado di bianco di 60 potrebbe costituire un buon compromesso, considerato che un simile valore è compatibile con la produzione di carta da giornale, di carta tissue 'industriale' e anche di carte grafiche (per quaderni e/o per fotocopie)

#### 4.1.1 Mercato delle cellulose

In tabella 4.2 vengono riportate le quotazioni medie dei diversi tipi di cellulosa sul mercato italiano (euro/t) nel periodo ottobre 2002- settembre 2003.

**Tabella 4.2** - Quotazioni della cellulosa sul mercato nazionale ott. 2002-set. 2003 [1]

<b>Cellulose (euro/t)</b>	<b>Ott-02</b>	<b>Nov-02</b>	<b>Dic-02</b>	<b>Gen-03</b>	<b>Feb-03</b>	<b>Mar-03</b>	<b>Apr-03</b>	<b>Mag-03</b>	<b>Giu-03</b>	<b>Lug-03</b>	<b>Set-03</b>
Gregge meccaniche	421	421	421	421	421	421	421	421	421	407	407
Bianchite meccaniche	452	452	437	437	437	427	437	437	417	407	407
Gregge soda fibra lunga	455	445	435	435	440	450	470	470	450	442	442
Alla soda fibra lunga	485	475	470	470	475	495	515	510	487	467	477
Alla soda fibra corta	525	485	475	475	480	485	505	500	487	467	477

Per il 2002, il consumo apparente di cellulosa in Italia è stato complessivamente di 3.636.514 [1], suddiviso tra:

- 485.677 t di paste meccaniche;
- 3.150.837 t di paste chimiche e semichimiche;

La pasta disinchiostata impatterà sulla precedente segmentazione di mercato in misura marginale, eventualmente entrando a far parte del mix di materie prime cellulosiche. In particolare, cartiere che utilizzano in larga parte cellulose gregge non bianchite non

dovrebbero risentire del grado di bianco non elevato della pasta disinchiostrata, qualora questa fosse utilizzata nel mix celluloso, compatibilmente col raggiungimento degli standard meccanici del prodotto finale.

#### 4.1.2 Mercato del macero

In tabella 4.3 vengono riportate le quotazioni medie delle diverse frazioni di macero sul mercato italiano (euro/t) nel periodo ottobre 2002- settembre 2003 [1].

**Tabella 4.3** - Quotazioni delle diverse tipologie di macero

<b>Carte da macero (UNI EN 643)</b>	<b>Ott- 02</b>	<b>Nov -02</b>	<b>Dic- 02</b>	<b>Gen -03</b>	<b>Feb -03</b>	<b>Mar -03</b>	<b>Apr -03</b>	<b>Mag- 03</b>	<b>Giu- 03</b>	<b>Lug -03</b>	<b>Set- 03</b>
1.01 Macero raccolta differenziata	12	9	9	9	9	19	24	17	7	7	7
1.02 Carte e cartoni misti	37	30	30	30	33	46	56	46	30	30	42
1.04 Cartone ondulato 70%	42	36	36	36	40	55	65	52	37	38	49
1.05 Cartone ondulato 100%	52	45	45	45	51	66	76	63	45	44	57
1.11 Giornali e riviste	72	69	69	69	69	72	82	70	58	58	70
2.02 Resa quotidiani	74	72	72	72	72	77	87	72	61	61	74
3.01 Rifili stampati bianchi	110	100	100	100	100	110	120	110	97	97	107
4.02 Ondulato Kraft 1	85	85	85	85	90	105	125	115	95	95	107

Nell'arco del 2002 l'ISTAT ha rilevato un consumo di macero presso le cartiere sul territorio nazionale di 5.194.343 t.

La pasta disinchiostrata, contrariamente al macero, consiste di fibre che possono essere inviate direttamente in macchina, senza ulteriori pre-trattamenti nelle prime fasi del processo produttivo. Un simile semilavorato potrebbe trovare il suo canale naturale nella produzione di carta da giornale, di carta *tissue* e di carte grafiche, laddove per questi ultimi due segmenti non vengano richieste caratteristiche di bianco esasperate.

Il settore della produzione di *carta da giornale* – 175.100 t nel 2002 – afferrisce in pratica ad un solo stabilimento che lavora esclusivamente maceri selezionati, a fronte di un'importazione nazionale di carta da giornale di 539.000 t, e c'è sicuramente spazio per allargare la base produttiva.

Il settore della carta *tissue* fa uso di materie prime che vanno dalle cellulose pure a qualunque tipologia di macero. La produzione nazionale è stata nel 2002 pari a 1.314.508 t, circa il 15% della produzione totale di carte e cartoni per lo stesso periodo (9.072.764 t).

Il settore delle *carte grafiche* (esclusa la carta da giornale) ha visto nel 2002 una produzione nazionale di 2.889.068 t. Si tenga presente che tale settore è alimentato in Italia quasi esclusivamente da cellulosa. Esistono tuttavia delle realtà aziendali che producono carte grafiche a partire dal 100% di macero, e questa possibilità aprirebbe anche per il comparto grafico l'uso di fibra disinchiostrata.

In tale contesto si inserisce, con tutto il suo potenziale di apertura del mercato del riciclo, l'emanazione del decreto n. 203 del 18 maggio 2003, che prevede l'utilizzo di prodotti ottenuti da materiale riciclato in misura non inferiore al 30% del fabbisogno nella Pubblica Amministrazione e nelle Società a prevalente capitale pubblico.

Stanti simili premesse, risulta molto difficile in questa fase riuscire a prevedere l'evoluzione del possibile mercato per la fibra disinchiostrata, ed in quale percentuale riguarderà il mercato dei maceri e/o delle cellulose. La semplice legge del mercato lascia al momento solo prevedere che:

- *per cartiere che attualmente utilizzano il 100% di macero*, il beneficio adell'acquisto di pasta disinchiostrata (la mancanza di impurità nell'alimentazione) verrebbe scontato da un prezzo unitario di acquisizione sicuramente superiore a qualunque macero;
- *per cartiere che attualmente utilizzano il 100% di cellulosa*, il beneficio all'acquisto della pasta disinchiostrata (minor prezzo) verrebbe scontato da una più complessa gestione del processo produttivo.

Poiché il prezzo di vendita della pasta disinchiostrata è dunque difficilmente prevedibile, l'analisi costi-benefici verrà condotta determinando proprio quel valore di *breakeven* che determina l'indifferenza all'intrapresa dell'iniziativa (VAN = 0).

#### 4.1.3 *Scenari di riciclo ottimale*

Un altro fattore critico del presente studio è l'individuazione della potenzialità produttiva dell'impianto in termini di t/anno di semilavorato prodotto. Mere ragioni di convenienza economica suggerirebbero di dimensionare l'impianto alla massima potenzialità possibile nel Sud Italia (circa 400.000-500.000 t/anno a regime). Questa soluzione, oltre a necessitare l'immediata disponibilità di ingenti flussi di macero, dell'intero ammontare dell'investimento e della garanzia dell'assorbimento dell'intera produzione di pasta da parte del mondo produttivo, prospetta comunque delle esternalità negative ineliminabili, quali:

- la necessità-disponibilità di una grande area per l'insediamento;
- il trasporto dell'intera quantità di maceri raccolti – la maggior parte dei quali provenienti da lunghe distanze – verso un'unica localizzazione, con tutto quel che ciò comporta in termini di aggravio della viabilità e del maggior carico di emissioni veicolari.

Un'alternativa più flessibile è la realizzazione di impianti per la produzione di pasta disinchiostrata nelle zone baricentriche di raccolta dei maceri. Ciò comporta:

- minori aree per l'insediamento e minori investimenti per i singoli impianti;
- minori impatti ambientali dovuti:
  - ai trasporti in termini di minor traffico e minori emissioni (circolerebbe solo la pasta disinchiostrata, mentre gli scarti si fermerebbero a livello degli impianti di smaltimento-recupero locali)
  - al minor impatto paesaggistico
  - alle minori emissioni dell'impianto
- la possibilità di istituire transazioni commerciali con le cartiere più vicine, per poter conferire in ambito locale pasta disinchiostrata sulla scorta di contratti a medio-lungo termine;



- la dimensione non eccessiva degli impianti, il che favorisce l'adozione immediata delle migliori tecnologie disponibili finalizzate alla massima produttività ed alla minimizzazione dell'impatto sull'ambiente, oltre ad un accesso più veloce alle autorizzazioni;
- gradualità nell'implementazione territoriale;
- flessibilità in rapporto alle possibili esigenze della domanda;
- benefici sociali (posti di lavoro e conseguente rivalutazione socio-economica del territorio).

A livello del presente studio previsionale, si può ipotizzare di ripartire l'incremento di maceri a regime secondo tre impianti, in corrispondenza delle uniche vere 'foreste urbane' presenti nel Sud Italia: Napoli (Campania), Bari (Puglia, Basilicata, Molise), Palermo e/o Catania (Sicilia, Calabria, eventualmente Sardegna).

Attualmente nel Sud Italia vengono raccolte ed avviate a valorizzazione circa 150.000 t/anno di maceri post-consumo. Ipotizzando di non voler influire su questa filiera ormai consolidata, il surplus di maceri sarebbe intorno a:

$$550.000 \text{ (disponibilità a regime)} - 150.000 \text{ (attualmente raccolti)} = 400.000 \text{ t/anno}$$

Ogni impianto dovrebbe dunque mediamente trattare:

$$400.000/3 = 133.000 \text{ t/anno di macero}$$

le quali, con un rendimento di conversione globale (selezione in piattaforma + lavorazione in impianto di disinchiostrazione) del 75%, darebbero luogo ad una produzione di

$$133.000 \times 0,75 = 100.000 \text{ t/anno di pasta disinchiostata.}$$

Su 335 giorni/anno di lavoro, ciò indica una potenzialità di circa 300 t/giorno.

Lo studio concentrerà dunque l'analisi costi-benefici su impianti di simile taglia produttiva individuando, come relativi bacini di raccolta, le aree in precedenza nominate: 1) Campania, 2) Puglia, Molise, Basilicata, 3) Calabria, Sicilia, Sardegna.

#### 4.2 Analisi costi-benefici

La valutazione della *performance* economica dell'impianto di disinchiostrazione viene effettuata adottando la metodologia del VAN.

Come noto, il VAN esprime il vantaggio complessivo dell'iniziativa in termini monetari, e si determina attualizzando la serie di flussi di cassa generati dalla realizzazione dell'iniziativa medesima.

Il VAN è determinato dalla seguente relazione:

$$\text{VAN} = \text{FC} \cdot \text{FA} - \text{I}_0$$

in cui:

- FC è il flusso di cassa generato annualmente, dato dalla somma algebrica di ricavi e spese
- FA è il fattore di annualità, dato dalla relazione:

$$FA = \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \cdot i}$$

in cui “i” è l’interesse di calcolo ed “n” è il numero di anni di durata dell’iniziativa

- I<sub>0</sub> è l’investimento complessivo.

#### 4.2.1 Determinazione dei parametri

FC è dato dalla somma algebrica di ricavi (fatturato) e spese generati annualmente dall’iniziativa, depurata delle tasse:

$$FC = (RI - SP) \cdot (1-T)$$

T è il coefficiente medio delle tasse dirette (data la necessaria approssimazione dello studio, non si ritiene di dover considerare la variabilità marginale di T in funzione del reddito).

RI è attribuibile alla sola vendita di pasta disinchiostata. Non si considerano in questo studio ulteriori voci di entrata, quali l’eventuale vendita di energia elettrica (l’impianto sarà dotato di un impianto di cogenerazione che, in particolari periodi, potrà cedere eccedenze alla rete elettrica) o di eventuali sottoprodotti (fanghi bianchi o fanghi di disinchiostazione disidratati da riciclare in altri cicli produttivi). Non si tengono altresì in conto esternalità positive, principalmente di carattere ambientale (§ 4.1.3).

RI è dato da:

$$RI = P_a \cdot C_p$$

- in cui P<sub>a</sub> è la produzione annua (t/anno); C<sub>p</sub> è il prezzo della pasta disinchiostata sul mercato (euro/t);
- P<sub>a</sub> è pari a 100.000 t/anno (paragrafo 4.1.3).

C<sub>p</sub> verrà assunto come incognito, poiché in questa fase non ne è possibile la determinazione con sufficiente precisione. Affinchè i risultati dello studio siano da considerarsi confortanti, il VAN dovrebbe azzerarsi per valori di C<sub>p</sub> compresi tra i prezzi dei migliori maceri e delle cellulose meno pregiate (tabelle 4.2 e 4.3).

Con simili assunzioni, il fatturato - RI - è pari a:

$$RI = 100.000 \cdot C_p$$

SP è il complesso delle spese correnti, ossia degli esborsi che avvengono con scadenza annuale, ed è esprimibile come:

$$SP = C_{\text{mac}} + C_{\text{per}} + C_{\text{en}} + C_{\text{man}} + C_{\text{mat}} + C_{\text{tr}} + C_{\text{rif}}$$

in cui:

- $C_{\text{mac}}$  è il costo di approvvigionamento del macero
- $C_{\text{per}}$  è il costo per il personale
- $C_{\text{en}}$  è il costo per approvvigionamenti energetici
- $C_{\text{man}}$  è il costo per manutenzione
- $C_{\text{mat}}$  è il costo per materiali ausiliari (additivi, lubrificanti ecc...)
- $C_{\text{tr}}$  è il costo per trasporti
- $C_{\text{rif}}$  è il costo per lo smaltimento dei rifiuti

#### 4.2.2 Voci di spesa

Si analizzano di seguito le singole voci relative alle spese correnti: i costi annuali stimati sono espressi in milioni di euro (M€).

##### 4.2.2.1 Macero

Il costo di acquisizione del macero  $C_{\text{mac}}$  è dato da:

$$C_{\text{mac}} = Q_{\text{mac}} \cdot P_{\text{mac}}$$

in cui:

$Q_{\text{mac}}$  è la quantità annua di macero post-consumo lavorata

$P_{\text{mac}}$  è il prezzo unitario del macero post-consumo pagato

Da quanto visto al § 4.1.3, il macero post-consumo alimentato all'impianto è pari a:

$$Q_{\text{mac}} = 133.000 \cdot 0,9 \text{ (rendimento di piattaforma)} = 120.000 \text{ t/anno}$$

Tale macero ha subito un'operazione di selezione in piattaforma, ed il suo prezzo non è dunque corrispondente ai valori in tabella 4.3 corrispondenti alla frazione 1.01 (Macero raccolta differenziata). Operatori del comparto del macero, in via conservativa, forniscono per tale frazione un prezzo che è attualmente intorno a 35 euro/t.

Con tali assunti,  $C_{\text{mac}}$  è pari a:

$$C_{\text{mac}} = 120.000 \cdot 35 = 4,2 \text{ M€/anno}$$

##### 4.2.2.2 Personale

Il costo del personale  $C_{\text{per}}$  è dato da:

$$C_{\text{per}} = N_{\text{ad}} \cdot C_{\text{ad}}$$

in cui:

- $N_{ad}$  è il numero di addetti in stabilimento
- $C_{ad}$  è il salario medio per addetto

$N_{ad}$  è stato valutato dai dati ISTAT sull'occupazione del comparto cartario in Italia nell'anno 2000 (banca dati Prodcum).

Nell'intervallo di produzione 70.000-130.000 t/anno è stato rilevato il numero di addetti per le aziende del comparto produzione carta presenti in Italia (tabella 4.4).

Escludendo a priori dati statisticamente anomali (non presenti nella tabella), si ricava una media di 1,01 addetti per ogni 1000 t/anno di prodotto. Di conseguenza  $N_{ad}$  risulta:

$$N_{ad} = 1 \cdot 100 = 100 \text{ addetti}$$

La retribuzione del personale nel comparto cartario è stata rilevata dai dati ISTAT sulle retribuzioni contrattuali nell'industria. Il contratto "Carta, editoria e grafica" riporta, nel settore "Carta e cartone", i dati mostrati in tabella 4.5.

**Tabella 4.4** - Distribuzione produzione/addetti nel comparto cartario per produzione compresa tra 70.000 e 130.000 t/anno

Azienda n.	Produzione (1000 t/anno)	Numero addetti	Addetti/1000 t
1	72,35	88	1,22
2	72,44	27	0,37
3	74,79	42	0,56
4	75,25	53	0,70
5	77,99	102	1,31
6	81,13	50	0,62
7	95,41	141	1,48
8	100,76	184	1,83
9	106,18	99	0,93
10	120,67	173	1,43
11	122,70	87	0,71
<b>media</b>	<b>90,88</b>	<b>95</b>	<b>1,01</b>

Fonte: elaborazione ENEA su fonte ISTAT

**Tabella 4.5** - Contratto Collettivo di Lavoro "Carta e Cartone", stima della distribuzione della retribuzione mensilizzata, orario di lavoro e occupazione dipendente per operai e impiegati (anno 2000)

TOTALE			OPERAI			IMPIEGATI		
Retrib. dicembre 2000 (euro)	Orario netto anno 2000	Num. dip.	Retrib. dicembre 2000 (euro)	Orario netto anno 2000	Num. dip.	Retrib. dicembre 2000 (euro)	Orario netto anno 2000	Num. dip.
<b>1.542,08</b>	<b>1.746,38</b>	<b>17.147</b>	<b>1.557,40</b>	<b>1.750,75</b>	<b>13.397</b>	<b>1.487,32</b>	<b>1.730,75</b>	<b>3.750</b>

Fonte: elaborazione ENEA su fonte ISTAT

La retribuzione su base annua di una risorsa pesata è dunque pari a:

$$1542 \cdot 12 \text{ mesi} = 18.504 \text{ euro/anno}$$

Assumendo che le imposte sul salario a carico del datore di lavoro assommino al 30%, il costo della singola risorsa è pari a:

$$C_{ad} = 18.504 / 0,7 = 26.436 \text{ euro/anno}$$

$C_{per}$  in definitiva è dato da:

$$C_{per} = 100 \cdot 26.436 = 2,6 \text{ M€/anno}$$

#### 4.2.2.3 Energia

L'impianto di disinchiostrazione necessita di energia termica per l'essiccazione della pasta e di energia elettrica per il trascinamento dei macchinari. Tali flussi energetici sono forniti da un impianto di cogenerazione basato su turbina a gas alimentata a metano.

Per una produzione intorno a 300 t/giorno, in un caso fisicamente analogo (stabilimento per produzione di carta per ondulatori a partire da 100% macero) è stato installato un impianto turbogas da 5 MWe, in grado di soddisfare sia la richiesta termica che quella elettrica.

Una simile macchina assorbe circa 1700 Nm<sup>3</sup>/h di metano, corrispondenti ad un consumo annuo di (335 giorni di lavoro/anno):

$$1700 \times 335 \times 24 = 13,7 \text{ M Nm}^3/\text{anno}$$

In via conservativa si assume un consumo annuo di 15 milioni di Nm<sup>3</sup> di metano.

L'industria cartaria ha mediamente pagato il gas naturale, nel corso del 2002, 0,208 euro/Nm<sup>3</sup>, comprese le imposte (dato Assocarta).

I precedenti dati forniscono, per gli assorbimenti energetici:

$$C_{en} = 15.000.000 \cdot 0,208 = 3,12 \text{ M€/anno}$$

Il precedente dato va considerato come largamente approssimato, probabilmente per eccesso. Si tenga infatti presente che lo stabilimento preso come riferimento, producendo carta finita, contempla nel processo la fase di raffinazione dell'impasto (la fase del processo cartario più energivora di elettricità), fase invece non presente nell'impianto di disinchiostrazione.

#### 4.2.2.4 Manutenzione

Il costo per manutenzione (ordinaria e straordinaria)  $C_{man}$  è stato valutato a seguito di interviste con operatori del settore cartario, dalle quali si è rilevato come questa voce costituisca circa il 4,5-5,5% del fatturato.

Nello studio si assume una percentuale del 5,0%; il costo per manutenzione è in definitiva:

$$C_{\text{man}} = \text{RI} \cdot 0,05$$

#### 4.2.2.5 Materiali ausiliari

Il costo per materiali ausiliari, principalmente additivi per la disinchiostrazione e la sbianca, è stato anch'esso rilevato da interviste con operatori cartari, dalle quali si è ricavato un dato pari al 1-1,5% del fatturato. Assumendo conservativamente una percentuale del 1,5%, il costo per materiali ausiliari è pari a:

$$C_{\text{mat}} = \text{RI} \cdot 0,015$$

#### 4.2.2.6 Rifiuti

Il costo per smaltimento rifiuti è dato da:

$$C_{\text{rif}} = Q_{\text{rif}} \cdot C_{\text{sm}}$$

in cui:

- $Q_{\text{rif}}$  è la quantità annua di rifiuti smaltiti (t/anno)
- $C_{\text{sm}}$  è il costo unitario di smaltimento (euro/t).

Come visto in precedenza (§ 4.1.3), la resa di trasformazione da macero post-consumo a pasta è stata assunta globalmente pari al 75%, avendo stimato pari a 0,9 la resa in piattaforma di selezione e pari a 0,85 la resa in impianto di deinking (tabella 4.1). Il flusso annuo di rifiuti può di conseguenza essere assunto pari a:

$$Q_{\text{rif}} = (133.000 \times 0,90) \times 0,15 = 18.000 \text{ t/anno}$$

$C_{\text{sm}}$  è stato determinato tramite interviste di operatori del comparto, dalle quali si è rilevato un dato (conservativo) per smaltimento presso inceneritore (nel raggio di 300 km) pari a:

$$C_{\text{sm}} = 77 \text{ euro/t}$$

Tale costo risulta indicativamente in linea anche con smaltimenti in discarica controllata.

In definitiva, il costo per smaltimento rifiuti è pari a:

$$C_{\text{rif}} = 18.000 \cdot 77 = 1,4 \text{ M€/anno}$$

#### 4.2.2.7 Trasporto

Il costo di trasporto  $C_{tr}$  è relativo al trasporto del macero dalla piattaforma all'impianto di disinchiostrazione, ed è dato dalla relazione:

$$C_{tr} = Q_{mac} \cdot D \cdot C_{km}$$

in cui:

- $D$  è la distanza media (km) di trasporto; supponendo che l'impianto venga realizzato in posizione baricentrica rispetto al proprio bacino di approvvigionamento, la piattaforma più vicina sarà presumibilmente compresa nel raggio di 100 km.
- $C_{km}$  è il costo chilometrico per unità di peso. E' stato rilevato in letteratura [2] un dato pari a 15 euro/(t x 100 km)

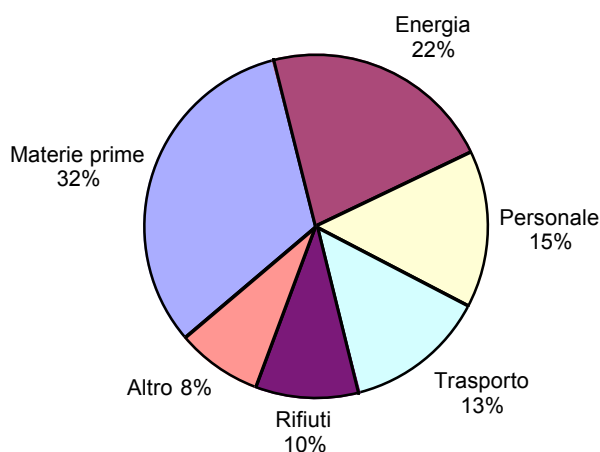
Dai precedenti dati si ricava:

$$C_{tr} = 120.000 \cdot 15 \cdot 1 = 1,8 \text{ M€/anno}$$

#### 4.2.2.8 Ripartizione dei costi annuali

In figura 4.1 viene riportata la ripartizione relativa dei vari costi annuali individuati nei precedenti paragrafi 4.2.2.1-4.2.2.7. Le proporzioni relative rispecchiano abbastanza fedelmente quanto avviene realmente presso il comparto cartario.

**Figura 4.1** - Ripartizione dei costi di un impianto di deinking con una produttività pari a 300 t/giorno



Fonte: elaborazione ENEA

Uno studio di Assocarta [3] fornisce infatti le seguenti percentuali fra le varie voci di spesa:

Materie prime	50%
Energia	20%
Trasporti	10%
Personale	10-15%

Rispetto ai valori di figura 4.1, calcolate in maniera indipendente, l'unica differenza rilevabile rispetto ai dati Assocarta consiste nella quota per acquisizione di materie prime, inferiore nel caso dell'impianto di deinking (32%) rispetto all'intero comparto cartario (50%). Ciò è manifestamente dovuto alla diversità dei prezzi intrinseci delle materie prime utilizzate, rispettivamente macero e mix di cellulose (§ 4.1.1 e 4.1.2).

#### 4.2.2.9 Calcolo del flusso di cassa

Il flusso di cassa annuo, così come introdotto al § 4.2.1, applicando un coefficiente medio di tasse dirette T pari al 30%, è pari a:

$$FC = (RI - SP)(1-0,3)$$

La sua determinazione discende dall'individuazione del prezzo della fibra sul mercato  $C_p$ , che rende per adesso indeterminato RI e dunque anche lo stesso flusso di cassa FC.

### 4.3 Investimenti

L'investimento  $I_0$  cui dare corso è dato dalla somma di cinque componenti:

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5$$

in cui:

- $I_1$  è il costo dell'impianto produttivo (fabbricazione di pasta disinchiostrata al 50% di umidità)
- $I_2$  è il costo della seccheria per essiccare la pasta fino al 4-5% di umidità
- $I_3$  è il costo dell'impianto di cogenerazione
- $I_4$  è il costo delle opere civili
- $I_5$  è il costo dei mezzi di trasporto

$I_1$  è stato determinato richiedendo un preventivo ad una ditta costruttrice di impianti cartari, la quale ha fornito, per un impianto della potenzialità di 150 t/giorno di pasta, una valutazione chiavi in mano di 12,314 M€. Un impianto di potenzialità doppia (300 t/giorno) costa meno del doppio; si assume un costo globale di **18,0 M€**.

$I_2$  è stato fornito da un operatore del settore cartario, che ha valutato per l'impianto di essiccazione un costo di circa **1 M€**.

$I_3$  (turbogas da 5 MWe) è stato valutato **3,5 M€**.



$I_4$  è stato orientativamente stimato essere pari al 30% del costo degli impianti, quindi pari a **6,7 M€**.

$I_5$  è stato stimato come il 3% dell'investimento finora conteggiato, e pari a **0,9 M€**.

In complesso, l'intero investimento cui far fronte è pari a:

$$I_0 = 18 + 1 + 3,5 + 6,7 + 0,9 = \mathbf{30,1 \text{ M€}}$$

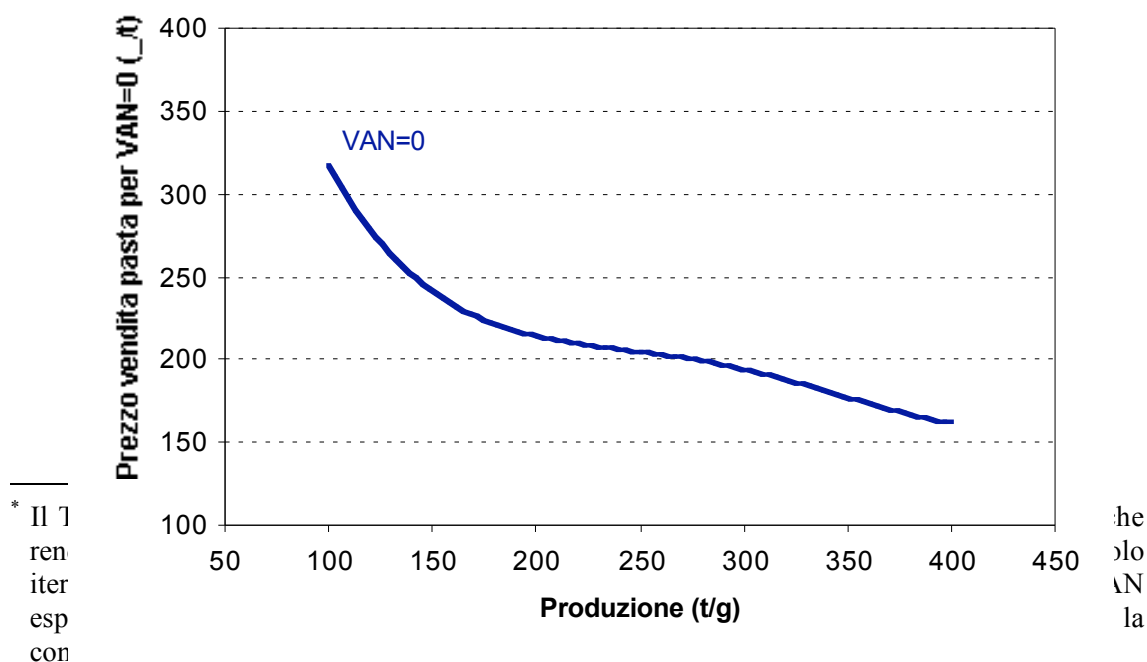
#### 4.4 Determinazione del VAN

Il fattore di annualità FA (§ 4.2), calcolato per una vita di 10 anni all'interesse (reale) del 5%, è pari a 7,72. Programmando un foglio Excel con i precedenti dati, si ottiene VAN = 0 per un prezzo di vendita della pasta disinchiostata pari a:  **$C_p = 196$  euro/t.**

Si riportano nelle figure 4.2, 4.3 e 4.4 gli andamenti del VAN e del TIR\* in funzione della produzione, del prezzo della pasta e del tasso di interesse.

Tenendo in conto anche i benefici fiscali relativi all'ammortamento dell'impianto - il FC aumenta del termine  $\frac{I_0}{n} \cdot T$  - il prezzo di vendita di breakeven passa a  $C_p=182$  euro/t.

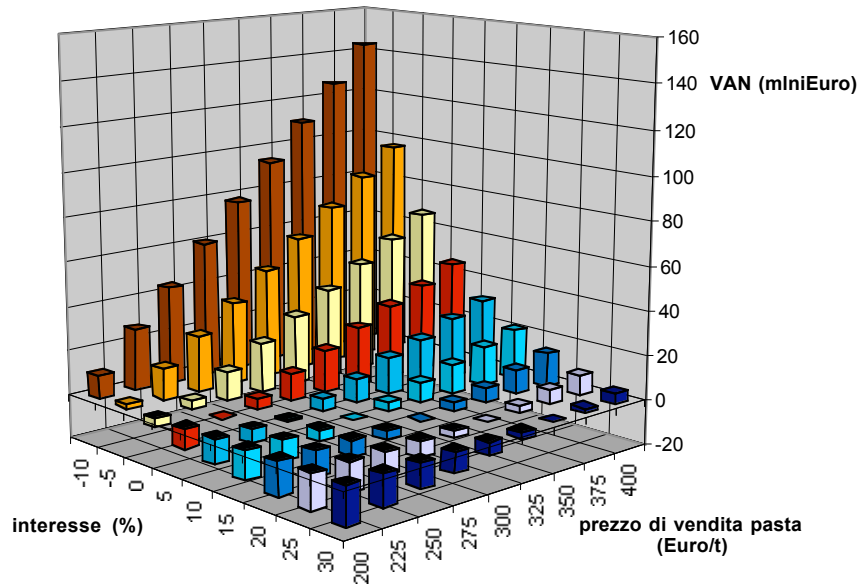
**Figura 4.2** - Curva di VAN nullo al variare del prezzo di vendita della pasta e della produzione giornaliera



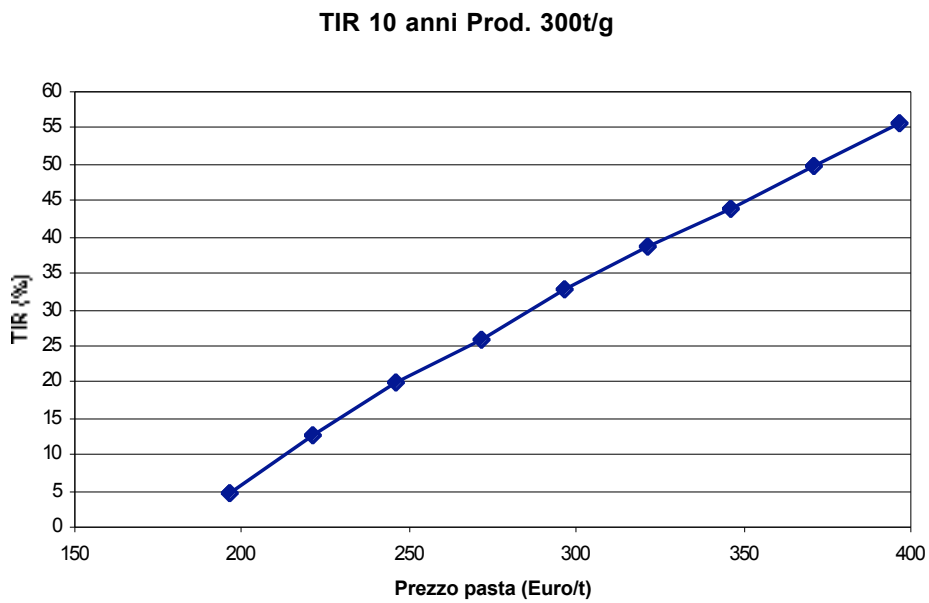
\* Il TIR  
inter  
esp  
con

the  
olo  
VAN  
la

**Figura 4.3.** - Analisi del VAN per un impianto di produzione pari a 300 t/giorno in funzione del prezzo di vendita della pasta e del tasso di interesse



**Figura 4.4** - Analisi del TIR a 10 anni per un impianto di produzione pari a 300 t/giorno in funzione del prezzo di vendita della pasta



#### **Bibliografia del capitolo 4**

- [1] Comieco, *MIM - Monitor Internazionale Maceri*, anno 2003, nn. 8, 9, 10
- [2] ENEA, Dipartimento Ambiente – *Il riciclaggio dei materiali in Italia* – Ambiente Italia, 1999
- [3] A cura di Assocarta, *Monografia sull'industria della carta*, giugno 2001 ([http://www.mm2000.it/monografie/assocarta\\_2001.pdf](http://www.mm2000.it/monografie/assocarta_2001.pdf))



**ENEA**

**ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,  
L'ENERGIA E L'AMBIENTE**

Lungotevere Thaon di Revel, 76  
00196 ROMA

[www.enea.it](http://www.enea.it)