

A proposito di rifiuti: prima la materia o l'energia?

di Massimo CERANFI*

1. PREMESSA

Il presente articolo vuole fornire un contributo alla rilevante questione, dibattuta anche in tempi recenti, se dai rifiuti dei cicli produttivi e domestici si debba preliminarmente estrarre energia, o se gli stessi flussi debbano essere utilizzati come giacimenti di materia, da riutilizzare per quanto possibile tecnicamente nei cicli produttivi (1). In proposito, si sottolinea la netta opposizione alla sovvenzione con denaro pubblico degli impianti in grado di ricavare energia dai rifiuti (inceneritori).

La questione è importante per vari motivi, ma il principale è che assistiamo all'utilizzo massiccio di fondi pubblici per subsidiare una scelta - quella dell'incenerimento - che viene "giustificata" attraverso una presunta riduzione dell'impiego di combustibili fossili, che darebbe un importante contributo al bilancio energetico nazionale e alla riduzione dei gas serra (2).

Per questo numerosi progetti di impianti sono stati presentati e in parte autorizzati, anche con il benestare di associazioni ambientaliste. La stampa pone in più occasioni la questione di fondo: che al centro di ogni dibattito e scelta ambientale ed economica vi è l'energia, da alcuni definita come "fonte primaria della vita". Pertanto secondo questa tesi anche le risorse materiali dovrebbero essere utilizzate e valorizzate come "vettore energetico", senza porsi altri scrupoli.

2. MATERIA ED ENERGIA NELLA FISICA

La prima tesi che vogliamo confutare è proprio questa: che i materiali, in par-

ticolare le risorse naturali ed i rifiuti combustibili siano anzitutto "energia". Provocatoriamente, vorremmo chiedere a questi sostenitori del "sacro fuoco", se nel loro bilancio quotidiano di sostentamento pongano al primo posto il cibo, o l'energia termica o elettrica: ma siamo sicuri che il cibo, cioè la materia, è al primo posto, e senza questi materiali ricavati dalla biosfera per mezzo di coltivazioni dei terreni e degli allevamenti che di questi si nutrono, essi stessi non potrebbero sopravvivere anche disponendo di ingenti input elettrici o di energia termica. E' pur vero che il cibo si converte in energia metabolica nell'organismo: ma prima è materia, e per nessun motivo rinunceremmo a questo stato delle risorse biologiche!

Ma ancora più interessante è la interpretazione che la fisica moderna ci consegna della materia e della energia: cioè che un pezzo di legno o plastica è contemporaneamente materia ed energia! Infatti, una delle conseguenze più note della teoria della relatività è l'equivalenza tra la massa e l'energia: ad una data massa corrisponde una quantità di energia pari alla massa moltiplicata per il quadrato della velocità della luce. Massa ed energia possono dunque trasformarsi l'una nell'altra e non vanno viste come realtà separate e indipendenti, ma come manifestazioni diverse di una stessa realtà naturale. Nella meccanica quantistica uno dei concetti fondamentali è il cosiddetto *dualismo onda-corpuscolo*, in base al

* Ingegnere dell'Associazione *enerGETICA* - Brescia. E-mail: progetti@energetica.org

quale per esempio la luce può essere interpretata sia come propagazione di onde, sia come un insieme di corpuscoli (più propriamente detti quanti di luce o *fotoni*), e le particelle, ad esempio gli elettroni, possono dare luogo ai fenomeni tipici delle onde.

Nella struttura della materia sono presenti atomi, più o meno ordinati, che conferiscono ad esempio una resistenza, una forma, proprietà meccaniche molto utili, ma allo stesso tempo legami atomici e tra molecole molto forti, che tengono assieme questi mattoncini elementari e impediscono che vaghino per l'universo a caso. Per demolire la materia, ad esempio con la combustione, serve energia, proprio per rompere questi legami forti che tengono unite le molecole interne. Se materia ed energia sono descrizioni corrette e coesistenti per le risorse naturali, perché dovremmo a priori dare la precedenza alla estrazione della energia da tali risorse? Purtroppo infatti per estrarre l'energia interna da un materiale combustibile, dobbiamo "spremerlo", con la combustione e altri processi connessi (trasformazione in altre forme di energia diverse da quella termica), ma anche questi hanno un costo energetico, ambientale ed economico.

Infine c'è un altro grande limite, descritto dalle leggi fisiche in modo sintetico e generale: l'energia e la materia si conservano, nelle trasformazioni; ma mentre rispetto ai flussi energetici il nostro pianeta è un sistema aperto (scambia energia mediante la radiazione solare), per i flussi di materia è un sistema chiuso. Quando si è utilizzato un kg di carbone presente sulla terra, questo non è più disponibile. Pertanto, al centro di tutta la questione delle risorse ambientali e dei rifiuti c'è la materia e non l'energia: se finisce la materia non siamo più in grado di produrci energia (calore, energia elettrica, etc), sino a quando non potremo organizzare le nostre società solamente con l'energia solare (3).

Oggi siamo capaci di produrre principalmente energia con la combustione della materia, ma non siamo in grado di ottenere il processo inverso: ossia produrre materia utilizzando energia. Si riesce solo su scala microscopica di laboratorio!

La questione è talmente importante e sottovalutata (sia da scienziati e ingegneri, che hanno spesso avuto atteggiamenti fideistici nei confronti della possibilità umana di produrre crescenti quantità di energia e beni, ma anche dagli economisti classici, sostenitori della teoria della crescita illimitata), che N. G. Roegen (4) vi ha dedicato parte dei suoi studi, arrivando a evidenziare un dualismo esistente per le leggi fisiche dell'entropia. Queste possono essere descritte come segue: a) nessun lavoro meccanico è ottenibile senza impiego di energia; b) nessun lavoro meccanico è ottenibile senza che parte dell'energia si degradi in forma non disponibile; c) nessun sistema reale può essere completamente depurato dell'energia non disponibile (non utilizzabile).

Nel caso della materia possiamo affermare: 1) nessun lavoro meccanico è ottenibile senza impiego di materia, 2) nessun lavoro meccanico è ottenibile senza che parte della materia si degradi in una forma non disponibile, e 3) nessuna sostanza o materiale può essere completamente depurata degli elementi che la contaminano (non possiamo riportare la materia dopo i cicli di utilizzo esattamente nelle condizioni originarie).

In un solo concetto: **la materia disponibile si degrada ininterrottamente e irreversibilmente in materia non disponibile (ossia non più utilizzabile): la legge dell'entropia vale anche per la materia e non solo per l'energia.** "La lezione importante dalle considerazioni precedenti è che per la descrizione completa dei fenomeni macroscopici dobbiamo tener presente anche ciò che accade alla materia, e non solo ciò che accade all'energia" (5).

3. COME UTILIZZARE MEGLIO LA MATERIA, UNICA "FONTE PRIMARIA DELLA VITA"

3.1 Il bilancio energetico

Mostrato che la fonte primaria della vita è la materia (la terra, il cibo, il legno, la plastica, i metalli, etc) si tratta ora di valutare come sia meglio convertire tale materia: estraendone il contenuto energetico o mantenendovelo? Evidentemente per i modi in cui oggi siamo in grado di produrre energia, servono entrambi i

metodi (il petrolio è bruciato per produrre altre forme di energia più utili alle società, in attesa di seri programmi di riduzione dei consumi e degli sprechi e di orientare la produzione dell'energia da fonte solare); ma *rispetto alle politiche di gestione degli scarti dei cicli produttivi e domestici, visto che esistono più alternative, quale è più efficiente energeticamente e ambientalmente?*

La risposta è complessa ma molti dati sono disponibili: con la combustione in un inceneritore, al livello attuale delle tecnologie disponibili, riusciamo ad estrarre il 25% circa del contenuto energetico del rifiuto, a fronte di ingenti emissioni gassose e solide (25% della materia entrante, come residui solidi; un 3-5% di polveri pericolose e il resto come gas di scarico incluso vapore d'acqua).

La materia infatti si conserva, ma perde le sue qualità e la sua utilizzabilità; qualora si opti per la combustione di rifiuti misti, senza preselezione (sono contenute nei gas centinaia di specie chimiche, molte delle quali ancora dagli effetti non noti sulla salute umana) perveniamo ai risultati peggiori! (6) Nel caso delle lavorazioni fisiche e meccaniche (riciclaggio) si tratta di separare, trattare i rifiuti con tecnologie "a freddo", ossia trattamenti fisici quali lavaggi, selezioni, triturazioni, granulazioni e simili, per ottenere una materia che possa essere (re)introdotta nei cicli produttivi, in toto o in quota percentuale. Le emissioni in atmosfera di questa opzione sono trascurabili rispetto alla prima, come dimostrato in numerosi studi (7), mentre il contenuto energetico rimane racchiuso nella materia (energia di feedstock) nelle catene di molecole legate reciprocamente.

Questo è un grande vantaggio anche energetico, perché nella combustione ricaviamo il 25% dell'energia interna, ma perdiamo completamente l'energia spesa nella produzione del bene e l'energia di lavorazione per ottenere il prodotto finito. Nella Tabella 1 che segue si sono riassunti i dati di consumo energetico relativi al caso degli imballaggi di polietilene a bassa densità (LDPE), perché presenti nei rifiuti urbani e industriali e facilmente separabili dai flussi di rifiuti diversi (8).

Lo schema prevede che si utilizzi imballaggio per 1 t di LDPE e si confrontano nell'analisi del ciclo di vita, oltre alla produzione dai combustibili fossili e la lavorazione, le destinazioni finali: discarica, incenerimento, riciclaggio, tenuto conto dei relativi rendimenti di trasformazione. I dati utilizzati derivano da articoli pubblicati negli ultimi anni da vari autori (9). La migliore soluzione dal punto di vista energetico per chi mira a "mettere al centro di tutto il problema rifiuti energia", è il riciclaggio meccanico, pur in presenza di una resa di trasformazione del 90%.

Il consumo di energia per il ciclo di vita che comprende l'incenerimento è superiore del 25% a quello che prevede la destinazione a riciclaggio!

Questa osservazione è valida e applicabile a tutte le frazioni di rifiuto ad alto potere calorifico (PCI) e che abbiano una collocazione sul mercato del recupero. In Italia le principali frazioni di rifiuto con queste caratteristiche hanno un mercato promettente, in espansione, in cui le aziende sollecitano i decisori a fornire maggiori flussi di materiale da lavorare, perché gli impianti operano a tassi di utilizzo piuttosto bassi. Come è possibile ciò? Semplice: i gestori delle raccolte spesso hanno più interesse a massimizzare i volumi raccolti, senza provvedere ad adeguate separazioni, conferendo quindi tali materiali misti in modo tale da rendere difficoltosa la cernita e nobilitazione.

Essi ricevono comunque dei sussidi, ma almeno il 50% di tali flussi ritorna agli inceneritori come scarto di lavorazione, facendo così contenti due volte i gestori delle raccolte e degli impianti di smaltimento. Anzi: il business è massimizzato in presenza di sistemi a cassonetto sul territorio, che non consentono il grado di dettaglio richiesto nella separazione dalle aziende della rigenerazione.

Risultato: la filiera del legno non riesce a trovare abbastanza materia prima, e così il comparto della plastica, anche per effetto di una disennata politica di dumping dell'incenerimento mediante sussidi CIP 6 e Certificati verdi, con il denaro

dei contribuenti.

Si veda in proposito l'ultimo rapporto di UNIRE, Associazione delle imprese che si occupano di recupero in Italia.

Nella Tabella 2 abbiamo esteso il ciclo di vita del LDPE (1 t) ad una seconda vita, ossia abbiamo ipotizzato che lo stesso sia quasi tutto riciclato e rimesso in lavorazione, per dare dei prodotti finiti che poi di nuovo diventano rifiuti.

La differenza nel bilancio energetico tra le tre opzioni: discarica, riciclaggio, incenerimento, si amplifica (si devono sommare gli impieghi di energia riportati sia

nella Tabella 1 che quelli della Tabella 2) al punto che i consumi energetici connessi al ciclo che prevede l'incenerimento diventano tripli di quelli legati al ciclo di vita che prevede il riciclaggio. Sul punto, per restare all'esempio del riciclaggio del LDPE, non va poi taciuto che tale riciclaggio si può pacificamente realizzare per almeno dieci cicli di vita del materiale con i conseguenti elevati risparmi energetici e con l'altrettanto elevata riduzione del carico inquinante globale relativo al ciclo di produzione/lavorazione di questo materiale plastico (10).

Tabella 1. - Analisi energetica del ciclo di vita del polietilene a bassa densità (LDPE)

Analisi energetica ciclo vita base		
Unità di misura	Kg	
Materiale/processo	LDPE imballaggi vergini	
Note		
Valore unità di riferimento	1000	
Energia in gioco GJ		
P-Produzione	87,80	E _p
L-Lavorazione	-3,16	E _l
E-Energia interna	43,99	E _e
Totale	114,20	

Note: la lavorazione è la estrusione per ottenere film

Energia utilizzata/prodotto ciclo rifiuti		
D-Discarica	-0,45	E _d
R-Riciclaggio	9,43	E _r
INC-Incenerimento	-10,69	E _{inc}
Totale P+L+E+R	80,33	
Totale P+L+E+INC	109,31	
Totale P+L+E+D	113,86	

Note: si ipotizza che il flusso omogeneo di plastica abbia nel riciclaggio una resa di selezione del 90% e si considerano i consumi energetici per il trasporto a impianto di riciclaggio.

Infatti, oltre al vantaggio di avere conservato l'energia nel prodotto, ossia nella materia di cui è costituito l'imballaggio, abbiamo ridotto drasticamente l'energia richiesta dalla produzione degli stessi dalle materie prime! Osserviamo infine - anche se questo è un calcolo approssimato di primo indirizzo - che l'incenerimento ci restituisce il 25% dell'energia interna di feedstock, ma solo il 10% circa dell'energia complessivamente richiesta per ottenere il prodotto che abbiamo smaltito. Se volessimo enfatizzare il confronto con

i materiali quali talune resine termoplastiche ed il legno, potremmo confrontare le alternative comprendendo anche il riutilizzo degli stessi materiali come isolanti termici per la coibentazione degli edifici, cosa che oggi rappresenta un settore industriale in espansione. Ebbene: in questo caso - ipotizziamo di analizzare il Polistirene - l'energia risparmiata nell'arco di vita dell'isolante, a parità di massa di plastica utilizzata, corrisponde a 3 volte l'energia interna posseduta dal materiale. Il risultato finale, considerando un

Tabella 2. - Analisi energetica del secondo ciclo di vita del polistirene a bassa densità (LIDPE)

Analisi energetica ciclo vita base

Unità di misura		
Materiale/processo		LIDPE Imballaggi riciclati
Note		
Valore unità di riferimento		1000
Energia in gioco GJ		
P-Produzione	0	E _p
L-Lavorazione	3,10	E _L
E-Energia interna	43,30	E _E
Totale	46,40	

Note: la lavorazione è la estrusione per estrusione film

Energia utilizzata/prodotto ciclo di vita

D-Scarica	0,25	E _D
R-Riciclaggio	9,43	E _R
INC-Incenerimento	10,96	E _{INC}
Totale P+L+E+R	12,53	
Totale P+L+E+INC	31,31	
Totale P+L+E+D	46,75	

Note: si ipotizza che il flusso energetico di plastica abbia nel riciclaggio una resa di selezione del 90% e si considerano i consumi energetici per il trasporto a impianto di riciclaggio.

solo utilizzo dopo il riciclaggio (cfr. Tabella 3), comporta che il ciclo di vita che comprende il riciclaggio nel comparto dell'isolamento termico, permette consumi energetici pari al 7% circa di quelli ottenibili dalla destinazione a incenerimento con recupero di energia (11). Anche in questo caso si denota infine che non vi sono grandi differenze tra incenerimento con recupero energetico e destinazione a discarica, cosa ovvia visto che la quota maggiore di energia - quella di produzione e lavorazione - è dissipata in entrambi gli scenari di smaltimento.

Non solo: se dopo il riciclaggio per motivi tecnico economici non fosse più possibile rigenerare la materia, avremmo comunque un vantaggio energetico (e ambientale come conseguenza) rilevante, distribuito quasi in misura eguale su discarica e incenerimento. La cosa rilevante è che le due opzioni dal punto di vista energetico sono pressoché simili, ma dal punto di vista ambientale sicuramente si ha un impatto molto più pesante con l'incenerimento dei rifiuti.

Pertanto, se si vuole ridurre l'utilizzo di combustibili fossili, si deve sostenere in tutte le forme il riciclaggio dei rifiuti, non l'incenerimento, perché oggi, secondo questa analisi, basata su

indicatori utilizzati nelle LCA (Life Cycle Assessment, cui abbiamo fatto riferimento nelle tabelle), è il primo il più conveniente, perché conserva l'energia di feedstock dei materiali utilizzati e previene l'utilizzo dell'ingente flusso energetico richiesto in fase di produzione dei beni.

Il concetto che deve essere chiaro è infatti questo: per i materiali contenenti atomi di carbonio e dotati quindi di potere calorifico elevato, l'energia richiesta per la produzione è dello stesso ordine di grandezza dell'energia chimica interna, se non superiore. Quindi ogni tentativo di destinare tali materiali alla combustione è una sfida persa in partenza dal punto di vista energetico.

Il modo più efficace di gestire i rifiuti per ridurre l'uso di combustibili fossili è riutilizzare e riciclare la materia di cui sono composti, per quanto tecnicamente possibile; sostenere se necessario lo sviluppo dei mercati delle materie rigenerate, anche attraverso il Green Public Procurement. Questa è l'opzione che ci permetterà di raggiungere gli obiettivi di Kyoto (cfr. Figura 1).

3.2 Il bilancio ambientale

Anche se non è l'obiettivo di questo breve scritto, è necessario fare riferi-

Tabella 3

ANALISI DEL CICLO DI VITA: POLISTIRENE OTTENUTO DA POLIMERO VERGINE RICICLATO UNA VOLTA - energia totale utilizzata [GJ]

Scenari a confronto	Energia di produzione e lavorazione	Energia di feedstock	Energia risparmiata dal prodotto finito	E di trattamento del rifiuto	Energia totale richiesta
Ciclo di vita con riciclaggio finalizzato ad ottenere prodotto analogo	82,82	0	0	19,60	102,42
Ciclo di vita con riciclaggio come isolante in edilizia	82,82	0	-120	19,60	-17,38
Ciclo di vita con smaltimento finale in Discarica	164,00	94	0	-0,50	207,50
Ciclo di vita con smaltimento finale mediante Incenerimento con recupero di energia	164,00	94	0	-23,63	234,37

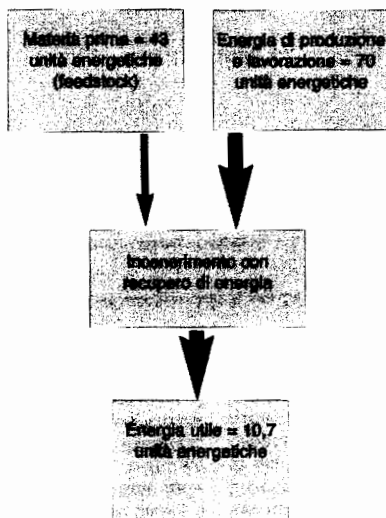
mento alle emissioni degli inceneritori, perché si potrebbe sostenere che anche a fronte di un contributo energetico limitato rispetto ai fabbisogni nazionali (2-3%), potremmo avere il vantaggio di emissioni per unità energetica prodotta inferiori a quelle di altre tecnologie di produzione di energia tradizionali o nuove. Come evidenziato nella Tabella 4, anche su questo versante i fautori del sacro fuoco non trovano ragioni di conforto alle loro tesi.

Utilizzando i fattori di emissione del database di APAT - Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente - distinti per settore produttivo e tecnologia adottata, possiamo stimare per ogni unità energetica prodotta da inceneritori e centrali termoelettriche a carbone, gas naturale e olio combustibile, le emissioni prodotte, in presenza di tecnologie di abbattimento degli inquinanti correntemente applicate. Sottolineiamo che nel catalogo non compaiono tutte le specie chimiche,

ma quelle per le quali in base alle conoscenze sono state pubblicate norme nazionali di riferimento. Per numerosi metalli pesanti, non presenti o trascurabili nelle emissioni tradizionali, troviamo valori anche di ordini di grandezza superiori negli inceneritori (si vedano le emissioni di Mercurio, 100 volte superiori a quelle di una centrale turbogas); per gli Ossidi di azoto abbiamo emissioni doppie; per le Diossine valori di cento volte superiori a quelli di una centrale a olio combustibile, già ritenuta pesantemente inquinante. Di molte sostanze emesse non sono ancora definiti limiti normativi, perché non si sono ancora studiati a fondo gli effetti sulla salute umana e sull'ambiente. Uno dei più insidiosi contaminanti emessi è rappresentato dalle "polveri" (Particolato Totale Sospeso, PM10, PM2.5 o di dimensioni inferiori) che causano elevati impatti sanitari. In riferimento alla produzione di energia elettrica, recentemente si è discus-

Figura 1

BILANCIO ENERGETICO DELL'INCENERIMENTO RIFERITO AL CICLO DI VITA DEL PRODOTTO



so ampiamente di un tema poco considerato, quello delle emissioni delle polveri indirette o secondarie; infatti, la normativa definisce i limiti delle emissioni al camino (la concentrazione degli inquinanti originati dalla combustione di una fonte fossile), mentre non vengono considerati o lo sono in modo inadeguato, la formazione delle particelle (polveri) secondarie derivanti da altri inquinanti emessi, così come gli effetti di risospensione delle polveri fini connessi con le caratteristiche orografiche e meteorologiche di un dato territorio ove è ubicato l'impianto.

Le emissioni di particolato fine e ultrafine, sono confrontabili con quelle delle centrali a carbone per i PM 10, ma sono fino a tre volte superiori per le emissioni secondarie

causate dai precursori delle stesse (PM10 e PM 2,5 secondari), che sono le più pericolose perché completamente assorbibili dal sistema respiratorio delle persone e destinate a fissarsi negli organi con meccanismi di accumulo, originando patologie tumorali e di altro genere.

Pertanto, l'incenerimento risulta avere un impatto aggiuntivo e aggravante rispetto al quadro già drammatico delle emissioni da centrali a ciclo combinato a carbone e olio combustibile. Le emissioni specifiche delle centrali a ciclo combinato a gas sono molto inferiori, ma va segnalato che tutti i progetti proposti in Italia di recente riguardano impianti di grande o grandissima taglia; (1600 MW: proposta di centrale a Oflaga, BS) di conseguenza le emissioni complessive (t/anno) divengono pesantissime anche

Tabella 4

FATTORI DI EMISSIONE IN UN IMPIANTO: CONFRONTO TRA DIFFERENTI TECNOLOGIE DI GENERAZIONE DI ENERGIA (basato sui dati AEA - Centro Nazionale Monitoraggio - Distribuzione dei fattori di emissione)

Inquinante	Attivazione risolventi con recupero energia	Ciclo combinato a gas	Ciclo combinato a olio combustibile	Ciclo combinato a carbone > 300 MW	Ciclo combinato a carbone > 300 MW	U.M.
Selenio	4,38	0,00	2,12	0,24	mg/GJ	
Zinco	8,71	0,00	0,00	0,00	mg/GJ	
Arsenico	21,78	0,00	12	6,00	mg/GJ	
Idrocarburi policiclici aromatici	21,78	0,00	0,00	0,00	mg/GJ	
Monossido di carbonio	35,18	18,00	15,00	14,00	g/GJ	
Protossido di azoto	43,87	3,00	0,50	1,90	g/GJ	
Mercurio	65,34	0,20	24,38	4,27	mg/GJ	
Cadmio	108,88	0,00	24,38	0,22	mg/GJ	
Biossido di zolfo	158,98	0,00	928,00	20,08	g/GJ	
Cenere	188,00	0,00	61,00	4,00	mg/GJ	
Composti Organici Volatili non sostanziosi	288,44	2,50	30,00	0,68	g/GJ	
Rame	438,73	0,00	24,38	0,68	mg/GJ	
Ossidi di idrogeno	581,00	280,00	889,00	300,00	g/GJ	
Plumbio	888,24	0,00	88,00	19,00	mg/GJ	
Nichel	7.124,18	0,00	888,00	8,00	mg/GJ	
Biossido di carbonio	123.886,43	13.000,00	24.888,00	82.000,00	g/GJ	
PM10	20.882,57	300,00	7.888,00	18.000,00	mg/GJ	
Diossido	2.814,38	0,00	30,00	6,00	mg/GJ	
Nitrossido	1.111,00	0,000,00	88,000	0,000,00	mg/GJ	
PM 10 secondario (1)	181.888,81	1.888,00	18.888,00	126.000,00	mg/GJ	
PM 2,5 secondario (1)	488,87	188,00	288,00	240,00	mg/GJ	

1. "Energy and environment in the European Union", European environmental agency, 2001
2. IASA, International Institute for applied systems analysis, baseline scenarios for the planet air for Europe, 2005

per tali tecnologie.

Quale contributo agli obiettivi del protocollo di Kyoto da parte dell'incenerimento?

Le emissioni di anidride carbonica, con questo sistema di produzione di energia, comportano uno sbilanciamento rispetto a qualsiasi programmazione di obiettivi di riduzione nazionali, poiché risultano fino a 3 volte superiori rispetto alle tecnologie tradizionali, peraltro già pesantemente impattanti.

4. PER RIDURRE L'IMPIEGO DI COMBUSTIBILI FOSSILI, ATTRAVERSO LA GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI: PARTIRE DALLE RACCOLTE DIFFERENZIALI SPINTE

La chiave di volta della gestione sostenibile dei rifiuti deve essere pertanto la raccolta differenziata spinta, la prima fase di tutto il ciclo, su cui si deve investire potenziando piattaforme ecologiche, siti di selezione, lavorazione, stoccaggio, e soprattutto avvicinandosi al produttore con sistemi domiciliari di raccolta e di identificazione, tali da premiare i comportamenti sostenibili.

Questo approccio come si è evidenziato non deriva da scelte fideistiche, ma da precise valutazioni energetiche, ed è già attuato in numerose province italiane.

Per i materiali che non contengono una rilevante energia interna utilizzabile in una combustione, le alternative si riducono, ma tra interrimento e riciclaggio il secondo è da preferirsi in quanto anche in tali casi con il riciclaggio si previene l'utilizzo dell'energia

richiesta in fase di produzione dei beni, e la materia è rimessa nei cicli produttivi anziché in discarica, finché è tecnicamente possibile. Il bilancio energetico è favorevole e quello della materia anche, perché come abbiamo detto il nostro pianeta rispetto alla materia è un sistema chiuso.

Eclatante e controverso è il caso dell'umido (organico) prodotto dalle utenze domestiche: il suo utilizzo in agricoltura al posto dei concimi chimici di sintesi, può comportare risparmi energetici elevati, dato che come è noto l'agricoltura industriale è energeticamente in pesante perdita. L'agricoltura tradizionale infatti restituisce sotto forma di prodotti una piccola quota dell'energia consumata sotto forma di combustibili fossili (12). Se per semplicità ipotizziamo che il compost possa sostituire integralmente i fertilizzanti di sintesi, otteniamo che in base al consumo energetico medio della dieta dei paesi industrializzati (secondo gli esperti del settore il rapporto tra energia calorica fornita dal cibo e energia richiesta dalla loro produzione con metodi industriali, è pari a 1:10) il consumo energetico totale del ciclo di vita di questo tipo di rifiuto corrisponde a 800 GJ/t nel caso di smaltimento finale, contro 448 GJ/t se il rifiuto è compostato.

Anche in questo caso è eclatante la non significatività del recupero energetico mediante incenerimento (il potere calorifico dell'organico è inferiore a 2 MJ/kg), e la non significatività della quota di l'energia recuperata da incenerimento rispetto a quella richie-

Tabella 5

ANALISI DEL CICLO DI VITA: RIFIUTO DOMESTICO COMPOSTATO - energia totale utilizzata [GJ]

Scenario e confronto	Energia di produzione e di generazione	Energia di stock	Energia di trasporto e distribuzione	Energia di trattamento del rifiuto	Energia di smaltimento finale
Ciclo di vita con riciclaggio finalizzato ad ottenere prodotto analogo	448	0	0	0	448
Ciclo di vita con smaltimento finale in Discarica	890	4	0	-0,5	893,5
Ciclo di vita con smaltimento finale mediante incenerimento con recupero di energia	800	4	0	-1,13	802,88

sta per la produzione della biomassa organica (cfr. Tabella 5).

La scelta di spingere sull'utilizzo dell'organico selezionato alla fonte costituisce quindi un obiettivo strategico nazionale di politica energetica, verso una riduzione della dipendenza dai combustibili fossili, e potrebbe essere l'unico modo per rendere veramente sostenibile la produzione di energia con biocarburanti (13, 14). In proposito, si veda anche lo schema di Figura 2. Adottando modelli domiciliari secco umido, con una tariffazione puntuale dell'utenza, come previsto peraltro dalle norme vigenti, conseguiamo tassi di selezione e raccolta differenziata minimi del 60% dal flusso dei rifiuti urbani (15).

5. I RIFIUTI RESIDUI A VALLE DELLE RACCOLTE DIFFERENZIALI SPINTE NON SONO UN COMBUSTIBILE RINNOVABILE

Cosa resta a valle delle raccolte differenziate, impostate correttamente per contribuire al fabbisogno di combustibili fossili?

Nel sacco del rifiuto residuo resta ben poco, e le analisi merceologiche svolte in varie provincie danno risultati sorprendenti come mostrano i dati riportate nella Tabella 6 (16).

La massa volumica del rifiuto residuo

passa da 120-150 kg/m³ a 70-90 kg/m³; il Potere Calorifico del rifiuto sale enormemente, oltre 20 MJ/kg (5000 Kcal/kg), perché nel sacco sono presenti frammenti di imballaggi in plastica, insieme a poliaccoppiati, altri oggetti di gomma, e frazioni di organico, vetro, metalli.

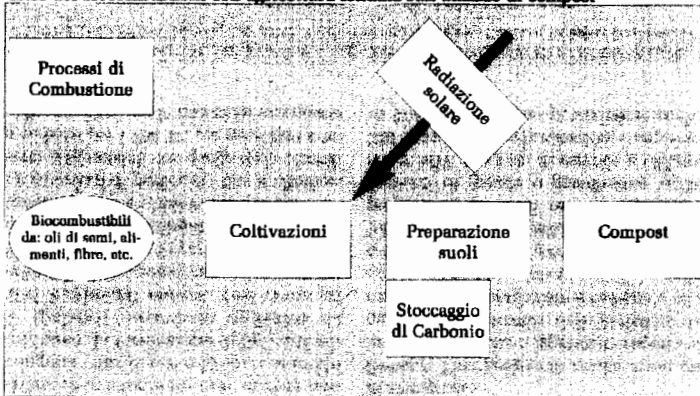
Questo rifiuto, con un PCI così elevato, è il risultato di sistemi di raccolta che possono ancora essere ottimizzati, in particolare con l'introduzione sistematica di tariffe puntuali sulla produzione, per conseguire già oggi tassi di raccolta differenziata del 70% (si vedano le esperienze numerose in Veneto e in Lombardia).

Ciò che residua (il 30%, ma in futuro per effetto dei prezzi delle materie prime potrebbe ridursi ulteriormente) potrebbe essere trattato in impianti di taglia ridotta, specializzati per un rifiuto selezionato, con emissioni (nel caso dei trattamenti meccanici finalizzati a minimizzare il ricorso a discarica) sicuramente inferiori per unità energetica sviluppata, e senza sussidi statali.

Se confrontiamo le diverse analisi merceologiche, scopriamo che la "biodegradabilità" del rifiuto (diversa dalla rinnovabilità) contenuto nel "sacco nero" passa dal 70% per le raccolte a cassonetto, al 20% per le raccolte domiciliari.

Con questi sistemi virtuosi si chiude-

Figura 2.
Ciclo dei biocombustibili con agricoltura fondata sull'utilizzo di compost



rebbe una volta per tutte la porta in faccia al partito trasversale che ha inteso sussidiare l'inconerimento dei rifiuti perché ritenuti "fonte rinnovabile".
 Impostando correttamente il problema dal punto di vista energetico e ambien-

tale, con criteri scientifici quali quelli forniti dall'LCA, si ricava che il sistema migliore è quello che partendo da raccolte domiciliari secco umido e sistemi di tariffazione puntuale, riduce al minimo la frazione da smaltire, ele-

Tabella 6. - Analisi merceologica dei rifiuti in alcuni comuni delle province di Milano e Cremona

Frazione Modello IRI	Comuni oggetto di analisi merceologica				
	Varese		Valerio	Cortemaggiore (CR)	
	Casage (MI) 2004	(VI) 2004	Cremona (CR) 2004	2004	2004
	Secco umido Secco umido Secco umido Secco umido Compostati				
	Percentuali in meno sui recipienti prelevati				
Sottovaglio (< 20 mm) Carta	2,96	1,90			
Sottovaglio (< 20 mm) Plastica	1,06	0,80			
Sottovaglio (< 20 mm) Metalli	0,50	0,50			
Sottovaglio (< 20 mm) Organico	2,96	2,34			
Sottovaglio (< 20 mm) Vetro	0,09	0,28			
Sottovaglio (< 20 mm) Inerti	0,30	0,09	0,00		0,00
Organico - putrescibile da cucina	10,00	6,96	14,51	10,55	86,18
Organico - putrescibile da giardino	2,30	1,90	1,10	0,77	19,44
Organico - altro	0,30	0,00	0,00		0,00
Carta - imballaggi	1,00	1,50	10,43		6,88
Carta - altra carta	1,49	0,00		4,30	
Cartone	4,80	4,40	5,25	4,88	6,06
Pollaccoppiati	4,70	2,80	3,46	1,74	3,82
Resine	4,88	8,00	2,67	0,87	2,87
Tessili sintetici	6,48	0,38	6,10	13,7	1,78
Plastica - plastica in film	19,96	32,00			
Plastica - imballaggi in plastica	6,40	4,30	41,82	58,43	15,25
Plastica - altra Plastica	2,50	4,80			
Gomma	0,00	0,20	1,45	0,00	0,32
Vetro	2,60	1,40	5,13	2,92	4,48
Metalli - metalli ferrosi	4,00	0,70	0,00	0,10	
Metalli - imballaggi o filati in alluminio	2,20	0,70	3,13	1,84	2,84
Metalli - metalli non ferrosi	0,40	0,10			0,04
Inerti	0,10	0,30	0,00	0,01	0,00
Paccaloni	0,10	0,10	0,01	0,05	0,31
Legno	0,60	0,10	0,00	0,03	0,33
Pelli e cuoio	0,40	0,10	0,00	0,06	1,04
Altre non classificabili	0,90	1,20	0,00	0,00	0,52
	100	100	100	100	100
PCI medio Kcal/Kg	3067,80	2909,30	4882,20	2804,70	2281,20
Quota rinnovabile "tecnica"	48,70	40,40	34,84	29,35	73,84
Quota % di organico putrescibile su altro secco	24,50	18,40	16,27	11,37	56,87
Quota % di plastica e pollaccoppiati contenuti	33,50	45,40	48,23	58,28	18,98

vandone il PCI e riducendo a valori trascurabili la frazione biodegradabile dello stesso. A valle di tali raccolte riteniamo che l'opzione di un trattamento meccanico biologico potrebbe ridurre a valori trascurabili il ricorso allo smaltimento finale (10% del rifiuto iniziale), rendendo la discarica appetibile per questo segmento finale dal punto di vista energetico e delle emissioni rispetto all'incenerimento (17).

6. BIODEGRADABILE = RINNOVABILE?

Un ultimo accenno alla rinnovabilità del rifiuto, stabilita per Legge in sede europea e nazionale. Per essere rinnovabile la frazione biodegradabile costituente i rifiuti deve essere ricostituita integralmente durante i cicli di utilizzo: anche in questo caso devono valere le leggi fisiche, prima fra tutte il principio di conservazione della materia.

Il bilancio delle emissioni deve di pari passo tener conto delle cinetiche di trasferimento delle sostanze, tra cui il carbonio, da cui deriva la CO₂: la compatibilità dal punto di vista scientifico si ha quando la velocità di crescita della biomassa uguaglia la velocità di trasformazione dei materiali, che uguaglia la velocità di consumo.

E' grave che fino ad oggi la comunità scientifica non abbia preso una posizione univoca e indipendente al riguardo, lasciando il campo agli affari. E' preoccupante che si incantivi la combustione della biomassa senza rigidi vincoli al rispetto delle leggi fisiche, perché è noto che la biomassa emette CO₂ durante la combustione in misura nettamente superiore agli altri combustibili per unità di energia prodotta!

Chi scrive ritiene che i soggetti portatori di interessi comuni, tra cui la comunità scientifica, debbano condurre una comune campagna di informazione e denuncia, a partire dal livello comunitario, perché i sussidi siano

tolti definitivamente allo smaltimento attraverso l'inceneritore, anche di rifiuti biodegradabili, e siano eventualmente mantenuti unicamente ai soggetti che - gestendo piccoli impianti utilizzando residui agro forestali, non concorrenti delle raccolte differenziate - restituiscono al territorio le biomasse che hanno preso, già durante il ciclo di vita degli impianti, mediante interventi locali di silvicoltura.

Deve essere posta al centro delle politiche comunitarie in tema di ambiente ed energia la destinazione prioritaria delle frazioni biodegradabili umide selezionate alla fonte, nei cicli di compostaggio, ed utilizzo agronomico in agricoltura e settori connessi.

GLOSSARIO

I multipli delle unità di misura:

k (kilo) = mille (10³)

M (Mega) = milione (10⁶)

G (Giga) = miliardo (10⁹)

T (Tera) = mille miliardi (10¹²)

P (Peta) = milione di miliardi (10¹⁵)

Le principali unità di misura :

• caloria (cal) : è la quantità di calore necessaria per innalzare di un grado centigrado (da 14,5 a 15,5 °C) la temperatura di un grammo di acqua alla pressione atmosferica al livello del mare;

• 1 caloria = 4,187 Joule (J);

• 1 Joule = 0,000278 watt

• watt (W) = 1 J / s

• 1 kW = 1.000 Watt

• 1 kWh = 1 Kilowattora

• 1 kWh = 3,6 * 10⁶ J

• MWh = Megawattora = 0,860 Gcal

• MW = Megawatt = 1.000 kW

• 1 GJ = 0,239 Gcal = 0,278 MWh

• 1 Gcal = 4,187 GJ = 1,163 MWh

• 1 MWh = 3,600 GJ = 0,860 Gcal

NOTE

1. Si vedano i convegni organizzati recentemente in Romagna, Piemonte, Campania sul tema, in occasione della presentazione di progetti di impianti alla popolazione.

2. In realtà, secondo gli studi di ENEA presentati nel 2005 sugli scenari energetici nazionali risulta che l'incenerimento contribuisce al fabbisogno energetico nazionale per lo 0,5%, o anche se si

realizzassero tutti i progetti proposti a livello locale non si supererebbe l'1% (Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e opportunità, ENEA 2005).

3. A quel tempo ci confronteremo con l'età del legno e delle biomasse, che saranno l'unica fonte rinnovabile di cui disporremo, assieme all'energia solare diretta e indiretta (eolica, idroelettrica, maree), fattori che tuttavia non consentiranno di mantenere i livelli delle produzioni industriali e lo stile di vita cui siamo abituati in Europa e Nord America da circa un secolo.

4. Nicholas Georgescu Roegen (1906 - 1994), professore di economia, studioso di fama internazionale sui rapporti tra leggi termodinamiche e processi economici, teorico della bioeconomia.

5. N.G. Roegen. *Energia e miti economici*. Bollati Boringhieri, 1998.

6. Ancora di recente da alcuni si sostiene che un inceneritore sia come una centrale alimentata a gas dal punto di vista delle emissioni: e che le moderne tecnologie permettano di ricondurre le stesse a limiti molto restrittivi tali da non destare preoccupazione per la salute umana. La cosa è inaccettabile scientificamente, dato che il combustibile è totalmente differente, non controllabile come nella combustione di un gas ed è solido: tant'è che in letteratura è stato stimata l'incidenza delle emissioni di questo tipo di impianti rispetto al totale e per taluni metalli pesanti si supera il 30%. (Fonte: United Nations Environment Programme, *Dioxin and Furan Inventories. National and Regional Emissions of PCDD/PCDF*, UNEP Chemicals, Ginevra, maggio 1999). Nel 1997, un'indagine del Ministero dell'Agricoltura francese (Direction générale de l'alimentation "Résultats du plan de surveillance de la contamination des produits laitiers per les dioxines", 28 mai 1997) ha evidenziato tassi allarmanti di diossina riscontrati nel latte prodotto in 34 dei 95 Dipartimenti del Paese. In tre Dipartimenti del Nord - l'area a maggiore vocazione lattiera - il tasso riscontrato è superiore a 3 picogrammi per grammo di grassi dei prodotti lattiero-caseari analizzati, rispetto ad un valore di riferimento che non dovrebbe superare 1 picogrammo, mentre a 5 picogrammi scatta la proibizione del consumo. La diossina dispersa nell'atmosfera

appare dovuta all'attività degli inceneritori.

7. Si ricorda tra gli altri: AEA Technology - Waste management options and climate change, 2001 svolto per conto della Commissione europea. Lo scenario ambientale migliore rispetto alle emissioni di CO₂ è quello in cui si massimizza il riciclaggio e il compostaggio dei rifiuti umidi, con riduzioni particolarmente elevate, di circa 500 kg di CO₂ per t di rifiuto trattato, contro un apporto pressoché nullo per gli inceneritori che producono energia elettrica. Si veda anche la nota 6.

8. Peraltro le materie plastiche nella gestione dei rifiuti sono il principale oggetto del contendere tra inceneritori e fautori del riciclaggio. Un volume considerevole dei rifiuti urbani è costituito da materie plastiche.

9. Si veda tra gli altri: Ambiente Italia - Il riciclo ecoefficiente, Edizioni Ambiente 2006.

10. Abbiamo utilizzato dati climatici del Nord Italia e ipotizzato l'applicazione di uno strato di isolante di 7 cm aggiuntivo ad una struttura esistente.

11. E' un grave errore ipotizzare il recupero energetico dal compost, il quale deve essere veicolo di sostanza organica e di elementi nutritivi (N, P, K, ecc.); deve infatti rappresentare una giusta alternativa "sostenibile" ai concimi minerali inorganici tradizionali che, non apportando sostanza organica, hanno impoverito i suoli (esempio eclatante sono i suoli della pianura Padana, soggetti a desertificazione). L'uso del compost infatti rispetta il principio di sostenibilità dell'impiego delle risorse in quanto evita l'impiego di materiali non rinnovabili e di elevate quantità di energia (necessarie al trattamento dei rifiuti, per produrre fertilizzanti di sintesi, ecc.). Tuttavia l'Europa si sta muovendo per incentivare l'utilizzo energetico delle biomasse (combustione in caldaia per esempio). L'unico "processo industriale" su questo pianeta capace di produrre sostanza organica lo fa la pianta con la fotosintesi, e quindi il compostaggio è l'unico processo in grado di valorizzare e "produrre" tale risorsa, per questo motivo è impensabile muoversi solo in un'ottica di utilizzo energetico delle biomasse.

12. Anche il nuovo Governo si è pronunciato a favore della produzione di biocarburanti, ma

con un bilancio energetico delle coltivazioni in perdita riteniamo insensata tale scelta, anche ammesso di avere a disposizione enormi superfici incolte da destinarvi. Solo arricchendo tali terreni con concimi e ammendanti organici quale il rifiuto umido domestico selezionato alla fonte, è possibile far quadrare il bilancio energetico di tale comparto.

13. Si veda in proposito: "Biofuels from waste", di Bill Butterworth, da Refocus, May/June 2006 (rivista ufficiale di ISES, International Solar Energy Society).

14. Per le considerazioni svolte nei paragrafi precedenti, siamo sicuri che i vincoli al riutilizzo della materia di tipo fisico possono spingere tali tassi di raccolta differenziata a valori anche superiori, ma mai pari all'unità. Ciò ci spinge a lavorare parallelamente al

riciclaggio anche sul ciclo di vita dei beni, sulla loro progettazione e sostituzione, sugli stili di vita e la revisione del modello tecnologico ed economico dominante nei paesi "ricchi", verso una società decentrata, della decrescita conviviale.

15. Si vedano le analisi merceologiche svolte in varie Province del Veneto, Lombardia: in particolare ci riferiamo alla Provincia di Milano e Cremona, ma altrove i dati confermano gli esempi citati

16. TBU Environmental engineering - Eumonia Research & Consulting - Greenpeace: "Gestione dei rifiuti a freddo. Stato dell'arte delle tecniche alternative all'incenerimento per i residui dei rifiuti urbani".

Pubblicazione tradotta e promossa da Greenpeace Italia nel 2005.

