



COMUNE DI ASCIANO

Regione Toscana – Amministrazione Provinciale di Siena – Comune di Asciano
Bando Provinciale per l'Educazione Ambientale – Anno 2005

In partenariato con: **SienAmbiente** ed **Associazione culturale "la collina"**
In collaborazione con: **Istituto Scolastico Comprensivo "Sandro Pertini"**

Progetto di Educazione Ambientale
PER UN FUTURO SENZA RIFIUTI

Stili di vita e comportamenti preventivi nella gestione della risorsa rifiuto

Asciano, 6 Marzo – 27 Maggio 2006
Scuola Media Statale "Luigi Magi"

PER UN FUTURO SENZA RIFIUTI

Guida alla conoscenza della risorsa rifiuto

A cura di Domenico Muscò



Asciano (SI), Luglio 2006

Per un futuro senza rifiuti

Guida alla conoscenza della risorsa rifiuto

a cura di Domenico Muscò



Autori dei testi

Elena Balducci (Educatrice ambientale - *Primo Gruppo*),

Cristina Golini (Educatrice ambientale - *Secondo Gruppo*),

Domenico Muscò (Formatore – *Responsabile del Progetto*),

Gruppo dei ragazzi delle Classi Terze (*Sezioni A e B – a.s. 2005/2006*)

Hanno collaborato alla preparazione dei cartelloni ed alla stesura dei testi dei ragazzi:

Carlo Berrettini, Maria Grazia Neri, Alfonso Riva, Licia Sonetti

(Insegnanti Scuola Media Statale “Luigi Magi” di Asciano)

INFEA 2005

Regione Toscana – Amministrazione Provinciale di Siena – Comune di Asciano

INFEA 2005

Regione Toscana
Amministrazione Provinciale di Siena
Comune di Asciano (SI)

Progetto di educazione Ambientale

Per un futuro senza rifiuti

Stili di vita e comportamenti preventivi nella gestione della risorsa rifiuto

Asciano (SI), 6 Marzo – 27 Maggio 2006

Scuola Media Statale “Luigi Magi” (Asciano – SI),

Discarica dei rifiuti indifferenziati (Torre a Castello, Asciano - SI),

Depuratore delle acque reflue urbane (Camparboli, Asciano - SI),

Boschetto di Arbia (Asciano - SI),

Impianto di compostaggio della frazione organica dei RSU (Pian delle Cortine, Asciano – SI),

Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti (Pian dei Foci, Poggibonsi – SI).

Atti delle Attività di Educazione

PER UN FUTURO SENZA RIFIUTI

Guida alla conoscenza della risorsa rifiuto

Ringraziamenti

Un sentito grazie alle due educatrici del progetto (Elena Balducci e Cristina Golini), che hanno elaborato molta parte del materiale didattico presentato in questa “Guida alla conoscenza della risorsa rifiuto”, nonché un grazie agli insegnanti delle Classi Terze (anno scolastico 2005/2006) ed al Preside della scuola Media Statale Magi di Asciano per la fattiva collaborazione alla realizzazione del nostro percorso di educazione ambientale; inoltre, un grazie molto speciale a tutti i ragazzi delle classi 3° A e 3° B (anno scolastico 2005/2006) per aver partecipato in modo costante all’attività didattica, consentendo così la realizzazione di un’esperienza “unica” sulla conoscenza della *risorsa rifiuto*.

© Copyright Comune di Asciano, 2006.

Corso Matteotti 45 – Asciano (SI)

Tel. 0577-714503. Email: sindaco@comune.asciano.siena.it

Consultazione gratuita sui siti web:

- www.comune.asciano.it
- www.icpertini.it

Edizione digitale fuori commercio.

Impianto editoriale e grafica a cura di Domenico Muscò.

Finito di comporre in Siena nel mese di Luglio 2006.

In copertina: Cartello *Isola Ecologica Colombaiolo*, Asciano, Maggio 2006 – Foto di Domenico Muscò.

In frontespizio: *Disegno sul riciclo dei rifiuti*, fonte: http://www.tortoricinrete.it/racc_diff/raccolta_differ.htm

Le foto presenti nell’Appendice n. 3 sono di Domenico Muscò (Marzo-Maggio 2006),

con esclusione delle foto nn. 29, 30, 97, 98, 99, 102, 107, che sono di Alfonso Riva e Maria Grazia Neri - Maggio 2006.

SOMMARIO

Domenico Muscò Introduzione. *Per una gestione sostenibile della risorsa rifiuto* pag. 5

PRIMA PARTE

Inquadramento dell'universo rifiuto

Capitolo 1.

Elena Balducci *Stili di vita e cittadinanza ambientale dei rifiuti* (Primo Gruppo) » 10

Capitolo 2.

Cristina Golini *Stili di vita e cittadinanza ambientale dei rifiuti* (Secondo Gruppo) » 36

Capitolo 3.

Elena Balducci *Impianti di fase post-raccolta dei RSU* (Primo Gruppo) » 47

Capitolo 4.

Cristina Golini *Gli impianti di smaltimento dei RSU* (Secondo Gruppo) » 69

SECONDA PARTE

Strumenti per la programmazione e gestione dell'attività didattica

Capitolo 1.

Domenico Muscò *Calendario didattico* » 78

Capitolo 2.

Elena Balducci *Schede tecniche per i laboratori didattici* (Primo Gruppo) » 83

Capitolo 3.

Cristina Golini *Schede tecniche per i laboratori didattici* (Secondo Gruppo) » 85

Capitolo 4.

Cristina Golini *Scheda d'indagine sui rifiuti urbani* (Secondo Gruppo) » 87

TERZA PARTE

Narrazione e valutazione dell'esperienza educativa

Capitolo 1.

AA.VV. *Relazione sulle interviste alla popolazione di Asciano* (Secondo Gruppo) » 91

Capitolo 2.

AA.VV. *L'esperienza delle visite agli impianti per il trattamento dei rifiuti* » 95

Capitolo 3.

Elena Balducci / Cristina Golini *L'esperienza educativa: il lavoro didattico realizzato* » 98

APPENDICE

Strumenti ed immagini per la promozione e valorizzazione del progetto

1. **Domenico Muscò** *Locandina per la pubblicizzazione del progetto* » 101

2. **Domenico Muscò** *Locandina per la conferenza finale* » 102

3. **Domenico Muscò** *Percorsi fotografici sul lavoro educativo* » 103

INTRODUZIONE

Per una gestione sostenibile della risorsa rifiuto

di Domenico Muscò

1. Il tema dell'ambiente è senza confini, è globale, cioè costituisce il fattore trasversale ad ogni nostra scelta politica, economica e socio-culturale; ma di questo l'essere umano non ne ha mai tenuto conto a sufficienza, per cui oggi siamo di fronte ad una molteplicità di emergenze ambientali, tutte riconducibili ad un comune denominatore: la crisi dell'equilibrio tra l'attuale sistema produttivo/modello di consumo e le necessità di conservazione dell'ambiente. Dunque, bisogna modificare l'odierno sistema di vita, basato sul continuo consumo di risorse ad esclusivo danno dell'ambiente, a favore di uno *sviluppo sostenibile*, ovvero rendere compatibili le esigenze dell'economia con le ragioni ed i limiti dell'ambiente; affinché ciò possa essere realizzato è necessario adottare un approccio preventivo alla tutela ambientale piuttosto che curativo.

Per raggiungere tale obiettivo non è sufficiente l'adozione di una buona normativa (spesso disattesa!), ma occorrono anche una convinta volontà politica e la capacità culturale di promuovere nei cittadini la consapevolezza e la responsabilità socio-ambientale per la costruzione di nuovi stili di vita più consapevoli e sobri nell'uso delle risorse naturali; cioè bisogna attuare politiche di prevenzione e ridurre gli sprechi, allungare la vita utile dei beni in termini di quantità di servizi che essi forniscono entro il loro ciclo di vita, promuovere il riutilizzo della materia incorporata nei prodotti non più servibili, incentivare i mercati delle produzioni locali, etc. E' necessario, dunque, sviluppare la cultura dell'integrazione delle politiche ambientali con quelle economiche e sociali nella direzione della sostenibilità dello sviluppo improntato alla solidarietà intergenerazionale e responsabilità ambientale.

Uno dei contesti in cui si manifestano maggiormente le crisi ambientali sono proprio le aree urbane, dove si presenta con più urgenza il bisogno di promuovere stili di vita più consapevoli e modelli di consumo più parsimoniosi nell'uso delle risorse naturali. Infatti, negli ultimi anni le politiche ambientali sono sempre più guidate dalla visione che il centro urbano sia "la più ampia unità in grado di affrontare inizialmente i molti squilibri e al tempo stesso la più piccola nella quale i problemi possono essere risolti positivamente in maniera integrata, olistica e sostenibile", poiché esso presenta tutti gli elementi necessari per svolgere un ruolo trainante "nel processo di cambiamento degli stili di vita e dei modelli di produzione, di consumo e di utilizzo degli spazi" (*Carta di Aalborg*, 1994).

L'impatto ambientale dei centri urbani emerge in modo significativo proprio nella produzione quantitativa di rifiuti, un indicatore strategico che consente di valutare il carico ambientale generato dai consumi dei cittadini; infatti, uno dei maggiori problemi ambientali di oggi è proprio quello della gestione dei *rifiuti nelle aree urbane*, dove risultano amplificati gli impatti ambientali degli stili di vita non sostenibili, basati su un eccessivo consumo di beni materiali e quindi un'elevata produzione di rifiuti, che determinano una forte pressione sul territorio. Proprio in risposta a tale emergenza, l'UE ha individuato nella prevenzione e riciclo dei rifiuti la strategia per promuovere una gestione più sostenibile dei rifiuti, cioè adottare misure specifiche per promuovere la prevenzione quantitativa dei rifiuti attraverso la modifica radicale delle modalità di uso delle risorse nei processi di produzione e nei prodotti, nonché adottare stili di consumo a minor impatto sull'ambiente.

La sfida che siamo chiamati ad affrontare, in questi ultimi anni, è proprio quella di tradurre tali grandi obiettivi in realtà quotidiana nelle comunità locali, nelle nostre imprese e nelle nostre case. Un primo cambiamento è quello di acquisire un approccio eco-solidale che ci permetta di perseguire

l'obiettivo della riduzione dell'impatto ambientale attraverso ognuna delle nostre scelte, cioè i rifiuti non devono più essere qualcosa di cui disfarsi, ma diventare una vera e propria ricchezza in quanto forniscono materiale per la produzione di nuovi beni, riducendo il bisogno di materie prime.

Quindi, a tale scopo occorre: ottimizzare i processi di riciclaggio dei rifiuti per migliorarne i risultati da un punto di vista ambientale ed economico, mettere in opera sistemi di raccolta differenziata che tengano conto delle realtà locali, spiegare ad ogni essere umano quanto è importante il suo contributo personale, promuovere l'uso di prodotti ecologici, etc., cioè è necessaria l'assunzione di responsabilità ambientale da parte non solo di tutti gli attori del settore istituzionale ed economico, ma di tutti noi.

2. La gestione dei rifiuti è uno dei problemi economici ed ambientali più difficili della nostra società, proprio perché ogni attività umana produce materiali da recuperare o da destinare alla discarica, che ha richiesto l'emanazione di norme apposite (cfr. *Decreto Ronchi* : D.Lgs. n. 22 del 5 febbraio 1997) per definire il quadro del problema ed indicare gli obiettivi da perseguire nella riduzione quantitativa della produzione del rifiuto e della sua pericolosità, nell'incentivazione al recupero, nella diminuzione progressiva del flusso dei rifiuti avviati allo smaltimento in discarica.

La politica di prevenzione del decreto Ronchi mira a trasformare il rifiuto da onere ambientale ad opportunità di sviluppo, un obiettivo che richiede il controllo ed il miglioramento continuo delle prestazioni e dell'efficienza ambientale del prodotto e delle potenzialità di riutilizzo e recupero; per cui solo con la realizzazione di interventi volti al riorientamento dei processi/prodotti si riuscirà a determinare *una drastica riduzione* dell'uso di materie prime, della produzione di rifiuti e delle emissioni inquinanti nell'ambiente (la contaminazione dell'acqua, del suolo e dell'atmosfera).

Per raggiungere i principali obiettivi della gestione dei rifiuti (riduzione della produzione, riutilizzo, riciclo e recupero attraverso la raccolta differenziata, la collaborazione dei cittadini) è necessario un'attenta politica delle istituzioni locali, volta a garantire l'accessibilità e la fruibilità del servizio, cioè possiamo aumentare la percentuale totale di raccolta differenziata e di riduzione della quantità di rifiuti prodotti se riusciamo a motivare le persone al consumo consapevole, al risparmio energetico e delle risorse naturali, ad aumentare le conoscenze e la consapevolezza nei cittadini sui metodi di riutilizzo, separazione e smaltimento dei rifiuti.

Per questo siamo tutti chiamati a *ri-pensare* le nostre abitudini quotidiane ed il *primo passo* è proprio la minor produzione di rifiuti e la corretta gestione di quelli prodotti attraverso la raccolta differenziata (che ha trovato la sua migliore sintesi nella regola delle "Quattro R": riuso, riciclaggio, recupero, riduzione), che ha assunto una grande importanza grazie al diffondersi nella popolazione di una maggiore sensibilità verso i temi della protezione ambientale e della conservazione delle risorse; infatti, un efficace sistema di gestione dei rifiuti si basa anche e soprattutto sulla collaborazione e sulla motivazione del cittadino, soprattutto le nuove generazioni; per cui sensibilizzare e responsabilizzare i giovani al problema della gestione dei rifiuti significa iniziare per tempo un processo di educazione alla cittadinanza ambientale.

3. In tal senso, il progetto *Per un futuro senza rifiuti* (Regione Toscana – Provincia di Siena – Comune di Asciano, Bando EA 2005) è nato dall'esigenza di promuovere tra i giovani la *cultura della sostenibilità e responsabilità ambientale*; cioè ha realizzato un percorso di educazione ambientale sulla *risorsa rifiuto* per i ragazzi delle due classi terze della Scuola Media "L. Magi" di Asciano, ovvero la prevenzione della nascita e riduzione del rifiuto e la corretta pratica della raccolta differenziata dei rifiuti urbani; in concreto, l'intervento educativo ha cercato di far capire ai ragazzi

che uno stile di vita a basso impatto ambientale può essere raggiunto attraverso l'acquisizione di un approccio responsabile nella produzione e gestione del rifiuto, cioè far sì che la raccolta differenziata dei rifiuti sia un comportamento naturale della nostra vita.

Inoltre, l'attività educativa ha avuto l'intento di sensibilizzare sulle modalità e strumenti necessari alla "soluzione" del problema dei rifiuti urbani, cioè ha promosso la conoscenza del ciclo di vita del rifiuto nella sua *dimensione ambientale*, che entra in modo trasversale nel quadro delle scelte concrete che ogni persona è portata a compiere nella sua vita quotidiana. L'intervento ha mirato pure a qualificare la *visione della risorsa rifiuto* in direzione della salvaguardia ambientale, cioè ha cercato di stimolare nei ragazzi della scuola di Asciano un processo di consapevolezza sugli attuali modelli di consumo per modificare i loro stili di vita in altri più sostenibili basati sulla prevenzione e la riduzione dei rifiuti. Infatti, l'azione educativa ha avuto lo scopo di informare, sensibilizzare e responsabilizzare verso l'ambiente urbano attraverso la conoscenza del *valore reale della risorsa rifiuto* e lo studio delle principali questioni legate alla sua gestione sostenibile (per es. fare correttamente la raccolta differenziata, imparare a riusare gli oggetti, conoscere le modalità di riciclaggio e smaltimento, etc.).

L'intervento, quindi, ha stimolato nei giovani la nascita di un rapporto sostenibile con tutte le risorse che usiamo nella vita quotidiana e lo sviluppo di una cultura del rispetto dell'ambiente, che ha permesso di inquadrare il problema dei rifiuti nel quadro più ampio della cultura della sostenibilità, cioè i partecipanti hanno potuto conoscere i pregi ed i limiti della risorsa rifiuto e la non sostenibilità ambientale degli attuali modelli di consumo; infatti, l'obiettivo di fondo perseguito è stato quello di far capire ai ragazzi la relazione di interdipendenza tra il nostro stile di vita e le condizioni ambientali della Terra, cioè ha promosso la consapevolezza che le nostre azioni hanno sempre un impatto ambientale sull'ecosistema del nostro Pianeta sia come consumo di risorse che di inquinamento, sviluppando così il senso del *limite e della responsabilità ambientale*.

4. Il percorso di educazione ambientale *Per un futuro senza rifiuti* -- svoltosi dal 6 marzo al 27 maggio 2006 (83 ore - 47 ragazzi), promosso e gestito dal Comune di Asciano -- è stato dedicato alla promozione della sensibilità ambientale nei giovani in materia di rifiuti, all'interno della più ampia finalità di stimolare lo sviluppo del senso di responsabilità verso la tutela dell'ambiente urbano. In particolare, si è cercato di sensibilizzare i ragazzi sui diversi stili di vita per far comprendere l'importanza delle proprie scelte di consumo in relazione ai meccanismi del mercato ed alle finalità della raccolta differenziata, evidenziando la possibilità di riutilizzo degli oggetti e materiali che hanno perso la funzione pratica per cui erano stati costruiti e che possono essere reimpiegati in altri contesti.

L'attività educativa ha perseguito questi obiettivi mediante lo svolgimento di laboratori didattici sui nostri modelli di consumo per capire come sia possibile evitare la produzione dei rifiuti e su come questi possono essere riutilizzati senza destinarli alla discarica attraverso la raccolta differenziata; nonché sono state svolte diverse uscite per l'osservazione di alcuni siti di interesse per la gestione del ciclo dei rifiuti: le visite guidate alle stazioni ecologiche in Asciano per la raccolta differenziata dei RSU (per analizzare e capire gli elementi strutturali, le modalità di erogazione e collocazione dei contenitori, la comunicazione con la cartellonistica collegata, etc.) ed agli impianti di selezione, valorizzazione e smaltimento dei rifiuti (gestiti da Sienambiente) allo scopo di far conoscere direttamente gli elementi del sistema di gestione integrata dei rifiuti, rilevandone le modalità tecniche e scientifiche del processo, che consentono la salvaguardia dai possibili danni che potrebbero arrecare all'ambiente, cercando così di attivare nei ragazzi una partecipazione conoscitiva-emotiva finalizzata ad un'assunzione di responsabilità ambientale.

In particolare, il percorso educativo ha avuto la seguente architettura didattica in 8 moduli: 1. “Stili di vita e cittadinanza ambientale dei rifiuti” (8 ore); 2. “La gestione ed il controllo del ciclo di vita dei rifiuti” (8 ore); 3. “La tipologia dei rifiuti in ambiente urbano ed extraurbano” (8 ore); 4. “La raccolta differenziata urbana: modalità e strumenti” (8 ore); 5. “Fase post-raccolta dei RSU” (16 ore); 6. “Escursione agli impianti di fase post-raccolta dei RSU” (18 ore); 7. “Laboratorio finale sui risultati del progetto e monitoraggio” (8 ore); 8. “Disseminazione dei risultati di progetto” (9 ore).

Per coinvolgere al massimo i ragazzi nel lavoro didattico ed ottimizzare i risultati educativi ogni classe è stata suddivisa in due gruppi, che ha permesso l'uso di diverse metodologie didattiche (teorico-frontale, esercitativa, osservazione diretta mediante le escursioni, discussione di gruppo sulle visite agli impianti, laboratorio tecnico, etc.) per la realizzazione del percorso educativo e così rispondere al meglio alle esigenze dell'allievo, cioè la priorità di metodo è stata quella di imparare dalle attività di laboratorio, dalle uscite sul campo, dalle indagini effettuate con le escursioni sul territorio comunale, che hanno consentito ai ragazzi di osservare dal vivo gli impianti di trattamento dei rifiuti; dunque una sinergia tra più metodi dove i ragazzi sono diventati soggetti del loro apprendimento e centro del processo educativo alla sostenibilità ambientale.

La “risorsa rifiuto”, dunque, è stata posta come “contesto-strumento” del processo educativo, infatti le stazioni ecologiche di Asciano, il depuratore delle acque reflue di Camparoli ed i 3 impianti di trattamento post-raccolta di Sienambiente (la Discarica di Torre a Castello, l'impianto di Compostaggio delle Cortine, il Termovalorizzatore di Pian dei Foci) sono stati lo scenario didattico privilegiato, che hanno stimolato e facilitato nel ragazzo l'apprendimento del sistema di gestione dei rifiuti e sviluppato la cultura della riduzione dei rifiuti con stili di vita basati sulla prevenzione.

5. Il percorso progettuale si conclude con la realizzazione del presente “Report didattico”: un prodotto digitale d'informazione ambientale dal titolo: *Per un futuro senza rifiuto. Guida alla conoscenza della risorsa rifiuto*, che esemplifica l'attività educativa andando a raccogliere e sistematizzare, in modo organico, tutte le relazioni delle educatrici ambientali ed i lavori dei ragazzi sul sistema di gestione dei rifiuti e le loro visite agli impianti; nonché presenta alcuni testi prodotti successivamente alla conclusione dell'azione educativa a completamento e valorizzazione del lavoro didattico.

Tale *Guida* cerca di dare un quadro conoscitivo sulla nascita e la gestione sostenibile della *risorsa rifiuto*, al fine di continuare a far vivere il messaggio di educazione alla cultura della tutela e riqualificazione dell'ambiente urbano; cioè un prodotto a valenza educativa che mira a promuovere e valorizzare l'esperienza educativa del progetto. In particolare, la *Guida* è uno strumento che cerca di dare una risposta “permanente” al bisogno educativo intercettato adottando una modalità più strutturata, cioè attraverso la presentazione dei materiali didattici secondo un impianto editoriale basato su quattro parti: 1. “Inquadramento dell'universo rifiuto”, 2. “Strumenti per la programmazione e gestione dell'attività didattica”, 3. “Narrazione e valutazione dell'esperienza educativa”, 4. Appendice (“Strumenti ed immagini per la promozione e valorizzazione del progetto”), miranti a dare una rappresentazione unitaria del lavoro svolto.

Dunque, la *Guida* costituisce uno strumento educativo specifico a cui riferirsi per una conoscenza e valorizzazione della *risorsa rifiuto*, in grado di fornire le “competenze” per fare correttamente la raccolta differenziata dei rifiuti, cioè un momento educativo sostenibile teso a stimolare nella persona la *cultura del rifiuto* quale fattore significativo di sviluppo della cittadinanza eco-sostenibile.

Siena, 8 (16) luglio 2006

PRIMA PARTE

Inquadramento dell'universo rifiuto

Capitolo Primo

STILI DI VITA E CITTADINANZA AMBIENTALE DEI RIFIUTI

Primo Gruppo

di Elena Balducci

1. La filosofia della nuova gestione dei rifiuti

La gestione dei rifiuti è uno dei problemi economici ed ambientali più complessi della nostra società, dato che qualsiasi attività umana ha come ricaduta la produzione di materiali da recuperare o da destinare all'abbandono.

Anche se l'economia è basata sulla *trasformazione delle risorse naturali in prodotti e servizi*, occorre tener presente che un loro uso sconsiderato può portare ad un progressivo depauperamento e che le emissioni generate dalle attività economiche e dai rifiuti incidono gravemente sulla capacità di rigenerazione dell'ambiente, con gravi conseguenze sulla salute umana e sulla disponibilità di elementi indispensabili per le attività produttive, quali: *acqua, suolo ed aria*.

La protezione dell'ambiente è, quindi, un elemento indispensabile per una crescita economica sostenibile. Per ridurre le pressioni sull'ambiente occorre, pertanto, riuscire a spezzare il nesso tra: *crescita economica, consumo di risorse naturali e produzione di rifiuti*; a tale scopo, deve essere considerato un *nuovo "punto di vista"*, tenendo conto della continua minaccia alla salute dell'uomo e dell'ambiente; un punto di vista dove il rifiuto viene considerato come una *risorsa* e come un *prodotto da migliorare*.

I criteri, per operare questo cambiamento nella gestione dei rifiuti, possono essere così riassunti:

1. orientamento del cittadino/utente (interessi generali e coinvolgimento),
2. valore aggiunto del cittadino/utente nel processo di gestione dei rifiuti (cliente interno al processo),
3. rifiuto visto come risorsa e prodotto da migliorare,
4. processo produttivo sviluppato con attenzione alla riduzione dell'utilizzo delle materie prime, della produzione di scarti e di inquinamento (minimizzazione degli *input* e degli *output*),
5. controllo e miglioramento dei parametri correlati (principi, strategie, obiettivi).

Nello schema seguente è rappresentata la *filosofia della nuova gestione dei rifiuti*, che poi sarà il tema base del D.Lgs. 22/1997:

- *prevenzione a monte*, attraverso la scelta da parte del *cittadino/consumatore*,
- *recupero a valle*, attraverso la separazione attuata dal *cittadino/utente*.

Le semplici attività di scelta del prodotto da consumare (con o senza imballaggi) e di separazione, grazie alla loro flessibilità, possono dare un alto valore aggiunto, in termini di qualità e diversificazione del prodotto. È in questo contesto che il cittadino diventa elemento essenziale nella gestione dei rifiuti e della raccolta differenziata tramite *due semplici operazioni di scelta, a monte, e di selezione, a valle del processo di utilizzo di un bene*.

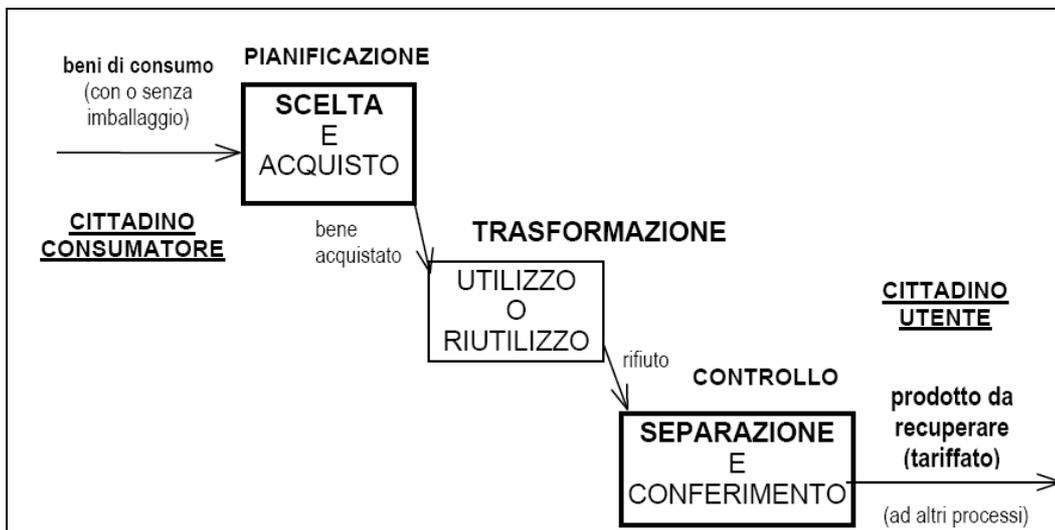


Figura 1. Nel processo di consumo il cittadino conferisce valore aggiunto attraverso l'attività di scelta e di separazione, caratterizzando il rifiuto come un prodotto da migliorare per altri processi a valle.

Queste operazioni sono parte di un modello concettuale: il *Cerchio della qualità*, composto dall'insieme di attività che, interagenti tra loro, influenzano la qualità del prodotto o del servizio.



Figura 2. Il “Cerchio della qualità RU” può diventare una spirale “virtuosa”, se gli attori si impegnano al miglioramento di alcune attività chiave: riduzione, riciclo, scelta e separazione.

Gli attori coinvolti nel “Cerchio della Qualità” dei rifiuti sono individuati nelle *Istituzioni*, nell'*Industria* e nei *Cittadini*. Le *Istituzioni* (intese come Stato, Regioni, Province e Comuni) vengono contemplate come attori della *riduzione*, intesa come *azione preventiva per evitare la produzione dei rifiuti* o per ridurne le quantità prodotte e la nocività per la salute e l'ambiente. Essa è un'attività ad alto valore aggiunto, ma estremamente impegnativa, dato che, per attuarla, dovrebbero essere emesse ordinanze di divieto, nuove regolamentazioni su standard di formato e nocività e dovrebbero essere stanziati fondi per incentivi, informazione ed educazione. Tutte queste sono azioni ed investimenti di sostenibilità ecologica che non producono risultati immediati, politici ed economici, ed è questo uno dei principali motivi per cui vengono spesso disattese.

Le *Industrie* vengono considerate per il loro ruolo nel *miglioramento della complessità del riciclo*, che è funzione della qualità dei prodotti che vengono forniti in ingresso. Se questi input sono fortemente selezionati, omogenei e non tossici, i processi di riciclo possono essere altrettanto semplici, ottimizzati e poco inquinanti; ciò vuol dire produrre una quantità inferiore di rifiuti a parità di prodotto finito.

I *Cittadini* sono considerati affinché operino una *scelta del prodotto*: prima dell'acquisto, il cittadino valuterà se il prodotto con imballaggio è necessario o meno, se è nocivo, se produce rifiuti riciclabili, se può essere riutilizzato o riparato; ed effettuino una *separazione accurata*, secondo gli standard richiesti dal Comune e da una coscienza ecologica orientata al massimo riuso e riciclo. Se da una parte, il bene da consumare è curato ed identificato, dall'altra il prodotto "rifiuto" deve essere a sua volta identificato, suddiviso e curato. Secondo questa logica, il rifiuto diventa culturalmente da "rifiutare" solo quando si ha intenzione di allontanarlo da sé e lo si unisce, consapevolmente, in modo indifferenziato ad altri rifiuti.

Nonostante ciò, non è sufficiente che si *Riduca*, si *Recuperi*, si *Riutilizzi* e si *Ricicli (4R)*, ma nell'ottica di uno sviluppo sostenibile, il sistema dovrà andare oltre: verso un'economia di produzione e di servizio "ad emissioni zero", ove *il rifiuto di un determinato settore produttivo può diventare materia prima per un altro settore*. E' per questo motivo che entro il *Cerchio della gestione della qualità* non è stata considerata l'attività di smaltimento. Il concetto descritto è rappresentato sinteticamente con la scritta "*Rpiù*" all'interno del Cerchio, dove "*Rpiù*" significa, in sostanza, "*oltre le 4R*".

2. La Raccolta Differenziata

La raccolta differenziata svolge un ruolo prioritario nel sistema di *gestione integrata dei rifiuti*, poiché essa consente, da un lato, di ridurre il flusso dei rifiuti da avviare allo smaltimento e, dall'altro, di condizionare in maniera positiva l'intero sistema di gestione; infatti, gli elementi fondamentali della raccolta differenziata sono i concetti di: *Riciclo, Riutilizzo e Recupero*.

Sostanzialmente, sono due i *livelli cui il problema dei rifiuti deve essere affrontato*: quello *individuale* e quello *sociale*. A *livello sociale* è il servizio pubblico che può e deve garantire lo smaltimento dei rifiuti urbani, mettendo a disposizione servizi e gestori per la raccolta; a *livello individuale* è, invece, lasciato alla buona volontà dei consumatori, che di propria iniziativa tengono separati i vari materiali per poi portarli ai contenitori specifici, o per conferirli secondo le modalità stabilite dal proprio Comune.

2.1. I rifiuti per la raccolta differenziata

Sono i materiali utilizzati con più quotidiana familiarità e, proprio per questo, l'azione individuale nella selezione e nella differenziazione di ogni consumatore può avere il maggior effetto.

2.1.1. Il vetro (fonte: Revet)

Il vetro è solido al tatto a temperatura ambiente, però è un materiale fluido, i cui costituenti non rispondono a nessun specifico tipo di ordine reciproco fra molecole; chimicamente viene definito come il prodotto di miscele omogenee di vari silicati allo stato solido con struttura amorfa, avente caratteristiche di impermeabilità e resistenza alla maggior parte dei reagenti chimici. Viene prodotto sotto forma di vetro cavo per contenere liquidi o alimenti, o come vetro piano per lastre, finestre e porte.

La miscela viene preparata a circa 1300-1500 °C e lavorata intorno ai 900 °C. Le materie prime sono silice (70-75%), calce (10-15%) e soda (10-13%), più piccole quantità di ossidi di alluminio e ferro, piombo e ossidi di potassio.

L'utilizzo di rottame di vetro misto, da raccolta differenziata, va a sostituire oltre il 75% di materie prime, nonché comporta un risparmio energetico per minor energia nella fusione, quantificabile in una riduzione del 2,5% di combustibile per ogni 10% di rottame impiegato. Già la sostituzione dell'80% di materia prima porterebbe un risparmio energetico del 20% nel processo di produzione. Inoltre, l'utilizzo di rottame di vetro determina anche un risparmio economico per la collettività, in quanto il costo della raccolta differenziata è inferiore al costo complessivo per lo smaltimento in discarica.

La raccolta differenziata avviene principalmente attraverso l'utilizzo di campane stradali e attraverso la raccolta diretta presso artigiani, laboratori, esercizi commerciali, etc. Esiste anche un secondo tipo di raccolta differenziata : il “*vuoto a rendere*” per il successivo riuso dello stesso contenitore. Questo circuito di distribuzione, sebbene in flessione a seguito dell'introduzione del “*vuoto a perdere*” e dei contenitori in tetrapak, ha ancora un'importanza notevole e permette il riutilizzo al meglio del contenitore prolungandone la vita media.

Le fasi del recupero e del riciclo possono essere suddivise in una prima fase di conferimento del vetro, seguita dalla seconda fase in cui il rottame vetroso viene sottoposto a selezione presso un impianto di trattamento specializzato. La *selezione* ha un ruolo fondamentale in quanto è la sede di separazione dal vetro di tutto ciò che non è vetro (etichette, tappi, altri rifiuti non desiderati, etc.); i rottami di vetro vengono anche valorizzati a seconda della tipologia (es. vetri infrangibili).

Successivamente, il rottame viene frantumato per eliminare i frammenti di grosse dimensioni e sottoposto: a trattamenti per togliere i corpi leggeri (alluminio, carta, plastica) tramite aspirazione, ad un trattamento di deferrizzazione con sistema magnetico, ad eliminazione dei metalli non magnetici (alluminio, piombo, rame) e dei corpi opachi (ceramica, porcellana). Il prodotto finale, detto “*pronto forno*”, deve rispettare determinati requisiti di purezza, più facilmente ottenibile con una selezione e una maggior attenzione al momento del conferimento del prodotto nelle campane di raccolta.

Il “pronto forno” viene poi fuso in vetreria e soffiato in appositi stampi di ghisa per diventare di nuovo contenitore, o steso per produrre vetro piano; seguono poi le fasi di *raffreddamento*, *controllo imperfezioni* e *resistenza meccanica*, infine, la *distribuzione*.

Una limitazione all'uso di rottame di vetro, oltre alla presenza di inquinanti, è il colore del vetro ottenibile dopo la fusione. Il vetro che tollera più contaminazioni da parte di vetri di altro colore è quello verde; una buona pratica ambientale potrebbe essere una raccolta ancora più differenziata a seconda del colore, sistema già adottato da molti anni in paesi come Germania, Olanda e Svizzera mediante campane multiscomparto, permettendo già in fase di raccolta una prima fondamentale separazione, a monte del processo di fusione.

2.1.2. Carta (fonte: Comieco)

La carta viene prodotta a partire dalle fibre vegetali usando, sia piante a *fibra lunga* come le *conifere* (pino, abete, larice), sia piante a *fibra corta* come le *latifoglie* (pioppo, faggio, betulla); la fibra lunga è la più pregiata ed è quasi interamente di importazione.

Il materiale vegetale viene sminuzzato, spappolato e lavorato per ottenere la “pasta di cellulosa” utilizzata per produrre carta e cartone. La pasta può essere ottenuta o per procedimento meccanico, in cui i tronchi (privati dalla corteccia) vengono passati contro delle mole abrasive immerse in acqua, oppure mediante un processo chimico in cui il legno, privo di corteccia e

sminuzzato, viene cotto con degli additivi. Il primo procedimento ha un'elevata resa (circa il 90% in peso del legno sottoposto a lavorazione), ma di qualità più scarsa; mentre si ha il caso contrario con il processo chimico.

Successivamente, la pasta viene essiccata e arrotolata in bobine, dopo esser stata lavorata in macchinari a nastro (macchine continue), dove viene eliminata la componente acquosa della pasta e si ha la distensione delle fibre legnose da formare i fogli. A questo stadio, le bobine possono essere inviate ad *industrie grafiche* o alla *cartotecnica* per le successive lavorazioni fino al prodotto finito.

La pasta di carta può essere ottenuta anche con fibre di recupero da raccolta differenziata, la cosiddetta "*carta da macero*", adeguatamente ripulita da materiali indesiderati, ad ogni modo, però le fibre non possono essere rilavorate all'infinito, poiché la qualità delle stesse si degrada ad ogni passaggio. La fibra dopo ogni passaggio di lavorazione in cartiera tende a spezzarsi divenendo sempre più corta e, di conseguenza, il prodotto finale sempre più fragile, tant'è che affinché siano mantenuti standard qualitativi accettabili, *non si eccedono le 7-8 lavorazioni*.

Per questo motivo, nella pratica, il riutilizzo della fibra di recupero non è omogeneamente distribuito fra le varie produzioni cartacee, mentre trovano un buon impiego (circa l'80% del macero) soprattutto nella produzione del cartoncino (costituito da sovrapposizione di più strati) e del cartone per imballaggi, in quanto è possibile utilizzare la fibra di recupero per tutti gli strati interni e strutturali ondulati, e fibra nuova o macero di elevata qualità per i lati esterni del prodotto.

Non sempre la carta da macero è però riutilizzabile, può succedere che la carta contenga percentuali così elevate di altri materiali da rendere impossibile o antieconomico il riciclaggio. Nonostante sia sempre costituita da cellulosa, essa subisce dei trattamenti (*colorazione, stampa, patinatura, etc.*) o viene a contatto con sostanze (*oli, grassi, etc.*) che ne limitano la possibilità di riutilizzo; cosicché, quando si effettua una raccolta mista (carta e cartoni) la qualità finale del macero (e quindi la sua quotazione sul mercato) è determinata dalla qualità più scadente presente al suo interno; ne consegue che la *raccolta effettuata attraverso i contenitori stradali*, dove vengono conferiti tipologie miste di carta e cartoni, *andrà a produrre un macero di basso valore*. Vi sono però sistemi di raccolta che consentono di recuperare tipologie particolari di macero (imballi, carta da ufficio, etc.) in grado di valorizzare le qualità economicamente più interessanti.

2.1.3. *Quanta carta da macero si deve raccogliere per salvare un albero?*

Per produrre carta occorre usare sia piante a fibra lunga che piante a fibra corta; nella lavorazione si usano in genere *tre quarti di fibra lunga e un quarto di fibra corta*. Per la fibra lunga, la pianta più utilizzata in Italia è il pino silvestre, il cui peso specifico è di 0.8 kg/Lt; un pino silvestre "medio" pronto al taglio ha un diametro medio di circa 70 cm e produce circa 1 mc di legno da inviare in cartiera. Il suo peso utilizzabile sarebbe quindi 800 kg, ma siccome nella lavorazione si ha uno scarto di circa il 40% in peso, si utilizza in realtà solo 480 kg.

Per le piante a fibra corta, si può approssimare sia il peso iniziale che quello dopo la lavorazione a circa la metà del pino silvestre (rispettivamente 400 e 240 kg). Pertanto, la pianta "ideale" da salvare, composta cioè da $\frac{3}{4}$ di pino e $\frac{1}{4}$ da pioppo, dovrebbe avere un peso di 700 kg, che dopo la lavorazione si riduce a 420 kg. Non basterà raccogliere però 420 kg di carta da macero per salvare un albero, perché nella lavorazione del macero si ha circa il 15 % di scarto, il valore diventa così pari a $420 \text{ kg} \times (100/85) = 494 \text{ kg}$, ovvero il quantitativo di carta da raccogliere e riutilizzare per salvare la vita a un albero.

2.1.4. *Plastica* (fonte: Replastic)

Generalmente, si intende per “plastiche” tutto un insieme di manufatti che andrebbero definiti “resine sintetiche”, prodotti derivanti dal petrolio, che vengono scaldati allo scopo di dar loro la forma desiderata. È però nella rilavorazione che le plastiche si comportano in due modi diversi, a seconda della categoria a cui appartengono:

- *termoplastiche*: possono essere riciclate più volte in quanto, se scaldate, tornano ad essere malleabili,
- *termoindurenti*: se scaldate una seconda volta, si decompongono.

Fra le plastiche riciclabili (termoplastiche) troviamo:

1. il *polietilene (PE)*: shoppers e sacchetti vari, film plastico da cucina, tunnel agricoli, imballo merci, etc. Il PE è, inoltre, utilizzato per la produzione di contenitori per liquidi, così come il *polietilene tereftalato (PET)* e il *polivinilcloruro (PVC)*;
2. il *polistirolo (PS)*, altro esempio di plastica riciclabile, *ampiamente conosciuto nella sua forma espansa (EPS)*, è il materiale delle scocche di molti elettrodomestici (tv, pc, telefoni, penne, stoviglie, etc);
3. il *polipropilene (PP)*;
4. il *polimetacrilato (Plexiglass)*;
5. il *policarbonato (PC)*.

Nella seconda categoria di plastiche, *termoindurenti*, troviamo i *siliconi* per sigillare e incollare, le *resine poliuretatiche* usate come *schiume isolanti e coibentanti*. La *riciclabilità* non solo è legata al fatto di appartenere alla categoria delle resine termoplastiche, è necessaria una propria *omogeneità dei materiali che spesso deve superare il 90-95%*.

Il materiale raccolto in modo indifferenziato dalle campane, dovrà essere selezionato per tipologia ed inviato alle specifiche filiere di trasformazione. Inoltre, il polimero separato dovrà comunque essere mescolato con polimero nuovo per avere un prodotto finale con standard qualitativi accettabili. Quindi, *la rilavorazione delle plastiche è un processo che comporta in ogni caso una riduzione delle caratteristiche qualitative del materiale*; inoltre, alcune plastiche non possono essere riciclate, altre perdono con le rilavorazioni le loro caratteristiche fisiche e meccaniche, divenendo molto fragili. Abbiamo così un *limite tecnologico ed economico al riciclaggio delle plastiche* oltre il quale non possiamo andare.

Un altro tipo di riciclaggio delle plastiche “miste” e non selezionate, porta alla produzione di manufatti (panchine, lampioni, arredi urbani, etc.) composti da più plastiche diverse agglomerate insieme, riciclaggio che però fino ad ora non ha riscontrato grande successo.

In alternativa al riciclaggio, la combustione per il recupero di energia o per la produzione di elettricità appare una soluzione interessante per questo tipo di rifiuto, dato le capacità caloriche simili al petrolio sviluppate dalle plastiche durante la combustione. Questo materiale, chiamato *RDF (combustibile alternativo da rifiuto)* potrebbe diventare quasi una alternativa obbligata di smaltimento, *pensando che oggi le discariche sono riempite per buona parte della loro volumetria da materiale plastico non biodegradabile*. Naturalmente, a sfavore della termovalorizzazione del RDF giocano le immissioni in atmosfera di sostanze pericolose che, se non gestite accuratamente, potrebbero generare inquinamento e intossicazioni da *diossina*, sostanza che si produce in situazioni di combustione incompleta in presenza di cloro, di alcuni tipi di plastiche (PVC) o di prodotti cellulosici.

2.1.5. Alluminio (fonte: COALA-RAIL)

L'alluminio è il metallo più abbondante nella crosta terrestre (7.73%), dopo il silicio e l'ossigeno, è il terzo elemento chimico più diffuso; si trova non in forma metallica, ma combinato con altri elementi sotto forma di ossidi e silicati. Si estrae dalla *bauxite* utilizzando un processo che porta inizialmente alla formazione di Allumina (Al_2O_3) e poi, attraverso estrazione elettrolitica, alluminio metallico allo stato fuso. Le caratteristiche principali sono: leggerezza, resistenza alla corrosione, conducibilità termica e atossicità.

La produzione di alluminio, a partire dalla bauxite, comporta un dispendio energetico molto elevato: per 1 kg di alluminio sono necessari 4 kg di bauxite e 14-16 kwh. L'utilizzo di alluminio secondario, prodotto da rifusione da rottame, *risulta essere energeticamente meno dispendioso, con un risparmio energetico del 95%*. Nell'utilizzo comune è principalmente impiegato in *imballaggi per generi alimentari e bevande*, ma anche in contenitori per spray, cerchi per ruote, coperchi, contenitori e stampi per dolci.

Qualitativamente non sussistono problemi legati alle caratteristiche del metallo, dal momento che *l'alluminio presente nelle lattine (99%) è completamente riciclabile*. Inoltre, non esistono differenze tra prodotti realizzati da alluminio primario e alluminio secondario e la rifusione comporta risparmi energetici. *I problemi sono legati alle rese qualitative che si possono ottenere dalla raccolta differenziata*, a seguito delle impurità che si riscontrano nel materiale raccolto, specie con il sistema di raccolta con contenitori a campana: tali impurità sono costituite principalmente da Fe (Ferro), Sn (Stagno), rifiuti urbani in genere fino ad un 30% in peso (fonte: COALA-RAIL, 1992). Notevoli risultati sono stati ottenuti, invece, attraverso la raccolta diretta da parte di associazioni di volontariato o privati.

Il processo di riciclo prevede la selezione per tipologie del materiale raccolto (lattine, lattine stagnate, ferro, etc.), pulite dalle impurità e residui di plastica, infine compattate in balle e portate in fonderia per la fusione, in un *ciclo che può essere ripetuto infinite volte*.

2.1.6. Ferro

La lavorazione del ferro porta ad ottenere prioritariamente tre tipi di materiali: *ferro dolce* (ferro non legato ad alcun altro elemento), la *ghisa* e l'*acciaio* (leghe di ferro-carbonio). Ulteriori lavorazioni consentono poi di ottenere particolari caratteristiche superficiali o integrali degli acciai per aumentarne la resistenza: acciai inossidabili (ferro-nichel-cromo), zincati, cromati, etc.

Dato l'alto costo della materia prima, la raccolta del ferro è una delle pratiche di selezione forse più antiche: è infatti molto più economico lavorare il rottame ferroso (fondendolo nei forni), anziché estrarre rocce ferrose, da cui estrarre il minerale. La raccolta del rottame ferroso, oggetto di intenso scambio a livello mondiale, si attua grazie a recuperatori attrezzati con cassoni, frantoi e presse per la lavorazione del rottame proveniente da scarti (sfridi) di lavorazione, demolizioni industriali, carrozzerie di automobili e raccolta spicciola.

Il trattamento che subisce il rottame, in genere, è costituito da una compressione per ottenere dei cubi di facile movimentazione e trasporto, il conferimento in forno per la fusione e la colatura in stampi e le lavorazioni finali. In alcuni casi, come per i rottami da auto pressate, è necessario, prima dell'avvio all'altoforno, la separazione degli inquinanti presenti, gomma, materie plastiche, serbatoi esplosivi, etc.

2.1.7. Legno

Tra le molteplici funzioni svolte dagli alberi, oltre alla fotosintesi clorofilliana, alla protezione del suolo dall'erosione, alla regolazione e funzione dei cicli vitali per la vita del pianeta, troviamo la produzione di legname, disponibile con l'abbattimento della pianta stessa.

Per ottenere il legno si procede con una trasformazione preliminare, dove il legno viene lavorato ottenendo materia grezza (il legno "tondo", scortecciato e tagliato, pronto al trasporto), segue una prima lavorazione in segheria, dove viene trasformato in materiale da lavoro, avente dimensioni standard, ed una successiva lavorazione (laboratori di falegnameria), mediante la quale il materiale diventa prodotto finito.

Gli scarti di lavorazione iniziale (corteccia, ramaglie), non trattati, sono riutilizzati al 100% nell'industria del pannello (truciolo), nelle cartiere e come legna da ardere. Altre lavorazioni effettuate presso pennellifici o mobilifici, producono scarti legnosi trattati (resine sintetiche, vernici, colle, etc.).

Altri tipi di legnami, impiegati in condizioni gravose di intemperie, sono trattati in autoclave con prodotti impregnati e antimarcenti (creosoto), per produrre traversine e pali di sostegno. Gli scarti di queste lavorazioni finiscono in discarica data la loro tossicità dei trattamenti a cui sono stati sottoposti.

Ultimo tipo di scarto, quello del consumatore, che decide di disfarsi del materiale legnoso, quando cioè il residuo diventa a tutti gli effetti un rifiuto; tuttavia, anche questo è ancora in buona parte riutilizzabile, specie se si tratta di imballaggi per merci, ortofrutta, casse da spedizione.

La raccolta degli imballaggi viene effettuata già presso i centri di confezionamento, distribuzione e commercializzazione, dove una buona frazione degli stessi viene selezionata e riusata, oppure raccolta successivamente e tritata per essere avviata all'industria del pannello, alla combustione ed al compostaggio.

2.1.8. Compost

Fino ad una trentina di anni fa i rifiuti domestici erano costituiti quasi esclusivamente da scarti alimentari di cucina. Preso atto che il destino della gran parte dei rifiuti è la discarica controllata, la sostanza organica contribuisce in modo notevole alla produzione di *biogas* (causa di spiacevoli e persistenti odori) ed alla produzione di percolati (acque sporche ad altissimo carico organico e forti inquinanti delle falde acquifere), visto altresì che lo smaltimento dell'organico tramite inceneritore, essendo ricco d'acqua, fa aumentare la quantità di energia necessaria per la completa combustione dei rifiuti, l'alternativa oggi ritenuta più valida è quella di un *trattamento dell'organico tramite sistemi compost*, in grado di produrre un *ammendante* per le piante, nonché realizzare appieno un riciclaggio sul terreno di ciò che dalla terra proviene.

Esaminando la composizione dei materiali organici, si individuano almeno cinque grandi caratteristiche :

1. *organico da utenze domestiche*: identificabile con gli scarti delle cucine, rappresenta la frazione maggiormente presente;
2. *organico da utenze specifiche*: scarti di mercati e negozi alimentari, ristoranti, bar, mense e luoghi di ristorazione collettiva;
3. *frazione verde*: materiale vegetale proveniente dalla manutenzione di aree verdi pubbliche e private (potature, sfalci d'erba e foglie);
4. *fanghi di depurazione*: risultato della sedimentazione effettuata mediante procedimenti biologici e fisicochimici degli scarichi negli impianti di depurazione;
5. *altri materiali organici*: scarti facilmente trattabili, non collocabili all'interno delle altre categorie, derivanti da coltivazioni, allevamenti (letame, scarti zootecnici) ed attività di

trasformazione dei prodotti agricoli.

Per chiudere il cerchio degli scarti biologici occorrerebbe aggiungere anche altre categorie di rifiuti come carta, legno, cuoio, pelli, tessuti (lana, cotone, juta, canapa), oli esausti alimentari, etc.; date però le caratteristiche profondamente diverse di questi, essi non vengono mai compostati insieme ai materiali organici per la presenza di inquinanti particolari (inchiostri, tessuti misti - sintetici, plastiche), mentre si indirizzano verso destinazioni economicamente più vantaggiose (es. carta) o ad incompatibilità in fase di trattamento (oli).

Il *compostaggio* (termine derivato da “*composto*”: fatto con il contributo di vari minerali) oggi ha assunto il significato di materiale derivante dal trattamento biologico, in presenza di ossigeno, degli scarti organici. È un trattamento che avviene in modo naturale in ambiente, attraverso l’azione decompositrice della materia organica da parte di microrganismi come batteri e funghi, con produzione finale di terriccio ad alto grado di umificazione.

Il compostaggio non è perciò altro che un processo naturale accelerato, utilizzando apposite attrezzature per la triturazione, miscelazione, rivoltamento e ventilazione del materiale organico in decomposizione.

Se, oltre alla frazione verde, si compostano anche frazioni organiche, si preferisce operare in ambienti chiusi a circolazione forzata dell’aria, che poi viene filtrata in biofiltri, sistemi di filtrazione costituiti da uno spesso strato di cortecce umide, sulle quali vivono popolazioni che si nutrono delle sostanze organiche volatili.

Il processo di compostaggio prevede una prima fase di triturazione del materiale e una miscelazione con deposizione in cumuli, dove avviene già una prima mineralizzazione della sostanza organica ad opera dei microrganismi presenti. I cumuli sono ripetutamente rivoltati per un periodo di circa tre mesi a seconda della frazione organica più abbondante. Elemento fondamentale è la presenza di ossigeno, che deve essere sempre mantenuto nel cumulo, pena lo sviluppo di fenomeni putrefattivi di degradazione anaerobica con sviluppo di odori molesti. Al termine del processo si esegue una vagliatura per facilitare il riutilizzo in campo agricolo.

Troviamo diverse tipologie di compost a seconda della qualità della matrice di cui sono costituiti, in particolare si definiscono *compost di qualità le matrici dove sono assenti sostanze indesiderate* (vetro, plastica, elementi dannosi, etc) con alta sostanza organica unificata e stabilizzata.

Il compost prodotto deriva le proprie caratteristiche qualitative principalmente dal tipo di attività da cui proviene e dal tipo di separazione operata in fase di raccolta differenziata. Una parziale separazione nella raccolta, con miscelazione della frazione organica ad altri rifiuti, andrà a discapito della qualità del prodotto finale, in quanto molto difficilmente sarà possibile la ripulitura durante la lavorazione nell’impianto.

È possibile produrre *compost casalingo* attraverso il riempimento di biocompostatori domestici, permettendo anche al servizio pubblico di raccolta di alleggerirsi di una frazione di rifiuto, che viene smaltita e riutilizzata direttamente nelle case dei consumatori.

Il *compost di qualità “Terra di Siena”* è un esempio di compost a matrice qualitativamente elevata, prodotto da Sienambiente, risultato della lavorazione di scarti provenienti dalla raccolta differenziata domestica dei rifiuti organici, di materiale vegetale (sfalci, potature) e di scarti organici dei cicli di lavorazione agro-industriale (pomodoro, vite, etc.). Il prodotto, *classificato come ammendante compostato misto*, può essere utilizzato per le sue proprietà sia *in agricoltura convenzionale che biologica* (circolare Mipaf n. 8/1999), ed è stato certificato dal CIC (Consorzio Italiano Compostatori), che ne controlla i parametri con analisi bimestrali.

2.1.9. Pile (batterie primarie)

Le pile appartengono alla categoria di generatori elettrici portatili, di limitata potenza, costituiti da due elettrodi separati da un elettrolita, in grado di consentire la conversione diretta dell'energia chimica in energia elettrica. È proprio questa conversione la causa dell'impossibilità della loro ricarica, in quanto le reazioni che avvengono nel periodo di scarica e di fornitura di energia elettrica non possono essere invertite nel processo contrario.

Gli impieghi delle pile seguono due linee principali: l'uso di massa e quello specialistico; per l'*uso di massa* i tipi impiegati sono *pile alcaline, zinco/carbone*, mentre per l'*uso specialistico* le più comuni sono quelle a "bottone" *alcaline, zinco/aria, zinco/ox di mercurio, litio*, etc.

Variano gli usi e le percentuali dei metalli pesanti presenti: nelle zinco/carbone si impiegava un amalgama mercurio-cadmio per prevenire i fenomeni di corrosione dello zinco. Dato il contenuto estremamente inquinante di metalli pesanti, l'industria ha portato l'azzeramento del contenuto di mercurio nelle zinco/carbone e nelle alcaline. Per le batterie a bottone, invece, il mercato si è spostato verso la produzione di quelle al *litio, a minor impatto ambientale*, data l'insostituibilità del mercurio nei modelli a zinco/ox di mercurio.

Vengono raccolte in specifici contenitori e smaltite in particolari impianti per il recupero dei metalli. Il problema principale nel riciclaggio dei metalli è però la loro eterogeneità, rendendo così poco vantaggioso un trattamento di recupero integrale. Per quanto riguarda il processo di demercurializzazione e di recupero totale dei metalli presenti è necessario fare una distinzione tra eliminazione del metallo dalle pile a uso specialistico ed il processo di detossificazione tramite trattamento termico e volatilizzazione dei composti a base di mercurio per le pile ad uso di massa (alcaline). Il mercurio volatilizzato può essere rimosso e recuperato tramite filtraggio.

Tecnologie innovative prevedono il recupero dei vari metalli attraverso un procedimento di acidificazione con acido solforico: dopo la frantumazione e macinazione, rimozione di componenti estranei (carta, plastica, lamiera), sono mescolate in acido, in modo da trasformare i metalli presenti in solfati. Le sostanze insolubili in acido (biossido di manganese e grafite) vengono lavate, asciugate e riciclate; mentre i metalli sono poi recuperati con operazioni di estrazione ed elettrolisi.

2.1.10. Batterie (batterie secondarie)

Gli accumulatori elettrici o batterie secondarie sono apparecchi in grado di accumulare energia elettrica (fase di carica) e di restituirla quando necessario (fase di scarica). Il processo, ripetibile per un certo numero di cicli, termina con l'esaurimento della stessa e la sua incapacità a mantenere la carica.

Le più diffuse batterie sono quelle al Pb-acido, utilizzate per l'avviamento dei motori a scoppio, ma anche al Ni-Cd nelle apparecchiature elettriche. Le *batterie al Pb-acido* sono costituite in media dal *65% in peso di piombo* (metallico, sali e ossidi), *25-28% di elettrolita* (acido solforico diluito in acqua distillata), *8-10% di materiale plastico* (polipropilene, ebanite).

L'istituzione del *Consorzio COBAT* per la raccolta delle batterie esauste ha portato, dal 1991, una significativa evoluzione nella politica della raccolta degli accumulatori, prima troppo soggetta alle oscillazioni del mercato del rottame di piombo.

In pochi anni sono state raggiunte percentuali di recupero oltre il 95%, grazie anche alle particolari caratteristiche del prodotto: la rete logistica degli installatori coincideva con quella dei punti di raccolta degli accumulatori sostituiti. Inoltre, l'installazione di centri di raccolta presidiati, sia comunali che privati, dove anche il singolo consumatore può smaltire le batterie usate dalle proprie

sostituzioni, ha limitato drasticamente lo smaltimento incontrollato in ambiente e del conferimento in discarica.

Una volta raccolte le batterie sono riciclati piombo e plastica. Nella prima fase di frantumazione, con neutralizzazione dell'acido solforico, sono separati gli ossidi e sali di Pb (pastello) e gli altri componenti (griglie metalliche, materie plastiche, isolanti elettrici, etc.); successivamente, per diversa densità, si separano le materie plastiche e il rimanente scarto viene destinato alla combustione.

Il Pb recuperato viene mandato in fonderia e fuso in "*piombo d'opera*", contenente però frazioni di inquinanti come rame, stagno, antimonio, etc.. Dopo un ulteriore processo di raffinazione tramite rifusione, trattamento chimico e fisico, si ottiene il Pb commerciabile, con le stesse caratteristiche di quello minerale.

2.1.11. *Medicinali*

La parte di prodotto che comporta dei problemi in fase di smaltimento è costituito dai cosiddetti *principi attivi*, sostanze naturali o di sintesi dotate di *attività* farmacologia; cioè il principio attivo presente nel farmaco non cessa immediatamente la sua azione, passata la data di scadenza, ma mantiene una attività residua di cui non è stimabile con precisione l'effetto terapeutico; per questo motivo è necessario uno smaltimento accurato e separato dal resto dei rifiuti.

Una volta raccolti, vengono stoccati presso ditte specializzate e successivamente inviati allo smaltimento finale. I sistemi di smaltimento *sono l'interramento controllato in contenitori sigillati in discarica o per la maggior parte dei casi mediante l'incenerimento in forni specializzati* (spesso insieme ai rifiuti ospedalieri infetti o potenzialmente infetti).

Le azioni individuate per favorire la raccolta sono riassunte in:

1. conferimento presso i punti di raccolta (farmacie e distretti sanitari),
2. riduzione dei volumi da smaltire (recuperando a parte, confezioni, istruzioni, etc.),
3. ridurre i consumi dei farmaci.

2.1.12. *Oli usati*

Materia prima per la produzione degli oli lubrificanti è il petrolio grezzo, miscela di idrocarburi separabili attraverso un processo di distillazione frazionata. La funzione è quella di lubrificare, ossia ridurre i fenomeni di attrito e frizione presenti tra superfici in movimento, per cui la loro caratteristica fondamentale è la viscosità. Dal momento che essa diminuisce fortemente all'aumentare della temperatura, un lubrificante è più pregiato quando minore risulta essere tale variazione. Nel suo ciclo di impiego subisce trasformazioni chimico-fisiche tali da renderlo inadatto a svolgere in modo permanente le proprie funzioni, per cui diventa necessario sostituirlo.

Gli inquinanti che possono essere contenuti nell'olio usato sono vari, a seconda del materiale con il quale è venuto a contatto: per gli oli lubrificanti dei motori a scoppio è possibile trovare residui di combustione, o metalli di vario genere per quello impiegato in ambito industriale.

Lo smaltimento dell'olio usato sul terreno genera gravi problemi di inquinamento a causa dei metalli in esso contenuti, che possono essere assorbiti da organismi animali e vegetali intossicandoli, nonché dare origine a fenomeni di inquinamento di falda attraverso il percolamento su terreni permeabili. Altra forma di inquinamento è il sottile film che si genera per lo svernamento sull'acqua con conseguenze drammatiche per la flora e fauna acquatica: 1 kg di olio inquina una superficie di 1 kmq, mentre se sversato in fognatura provoca notevoli problemi e blocchi di funzionamento degli impianti di depurazione a fanghi attivi.

L'olio usato è, invece, una importante risorsa atta a favorire il risparmio di una fonte di energia: pur avendo caratteristiche differenti a seconda della provenienza, è per la quasi totalità riutilizzabile; inoltre, possiede un alto contenuto energetico pari all'olio combustibile, può quindi essere impiegato come combustibile in centrali termiche ed elettriche.

Nel 1982 è stato istituito il Consorzio Nazionale Obbligatorio degli Oli Usati, costituito da imprese che immettono al consumo lubrificanti di base e imprese di rigenerazione, che dagli oli usati producono basi lubrificanti rigenerate. *La rigenerazione risulta, infatti, essere l'unico processo che consente il pieno e completo reimpiego*, essa ha minori costi di produzione rispetto alla raffinazione ordinaria e col più alto tasso di rendimento (100 kg di olio esausto rendono 68 kg di olio rigenerato).

2.1.13. Gomma

Il principale rifiuto in gomma che genera problemi nello smaltimento, per quantità, volume e persistenza in ambiente è il *pneumatico*. Per molto tempo, la forma di smaltimento è consistita nell'interramento in discarica e nell'abbandono doloso e selvaggio, pratiche pericolose e non perseguibili per l'elevata persistenza in ambiente del pneumatico: *occorrono circa cento anni perché si cancellino le tracce di un copertone abbandonato*. Una pratica dovuta all'erronea opinione che seppellendo i pneumatici sotto terra questi non provocherebbero alcuna forma di inquinamento; inoltre, la forma tonda e concava del copertone imprigiona biogas facilmente infiammabile che, in caso di incendio, alimentato anche dalla gomma come combustibile, provoca combustioni non controllate in discarica, con sprigionamento di fumi densi e composti policromatici altamente inquinanti.

Alternativa a questi due diffusi sistemi di smaltimento è la *ricostruzione del battistrada per le gomme lisce*, tecnica che si è sempre più affinata, che ha portato benefici non indifferenti alla bilancia commerciale, a seguito di minor importazioni di petrolio, di gomma naturale e sintetica, di fibre flessibili, etc. I pneumatici contengono, infatti, una tela (a cui si aggiunge una struttura a rete metallica) che, ricoperta in gomma, ne costituisce la carcassa; su questa intelaiatura si costruisce o si ricostruisce il battistrada, gomma particolarmente resistente all'usura (SBR per le auto, gomma naturale per gli autocarri), miscelata a nero fumo e infine vulcanizzata per conferirgli l'elasticità voluta.

Il meccanismo dell'uso-recupero-ricostruzione-riuso è però un ciclo finito, in quanto non può essere effettuato che una sola volta, in quanto la struttura del pneumatico non è in grado di sopportare un terzo stress di attività. Si possono individuare, inoltre, almeno altre cinque alternative: triturazione meccanica, triturazione criogenica, pirolisi, combustione in cementificio, termodistruzione.

La differenza tra le prime due forme consiste che, nel sistema criogenico la separazione della gomma dall'acciaio e dal tessuto avviene tramite lo sfruttamento del freddo a temperature che vanno da -60 a -100 °C. In queste condizioni operative, raggiunte con l'azoto liquido, è molto facile la frammentazione ed il successivo vaglio automatico dei vari componenti con un riciclo pressoché totale. La triturazione meccanica porta però costi di investimento e quindi di smaltimento minori (23 lire/kg triturazione meccanica, contro 89 lire/kg criogenica, fonte ENEA). Costi paragonabili alla triturazione criogenica si ottengono anche con processi di pirolisi o di termodistruzione (86 e 75 lire/kg). Nella combustione in cementifici, le elevate temperature raggiunte nei forni sono tali da garantire una buona combustione, meglio ancora degli inceneritori. Un effettivo impiego dei pneumatici in questi ultimi, comporta anche controindicazioni, tra cui: la necessità di un adeguamento del sistema di alimentazione, un sistema di abbattimento fumi per evitare variazioni nei parametri di

emissione, necessità di notevoli quantità e quindi alti costi di trasporto, preferenza nell'incenerire quei tipi di rifiuti che consentono di ottenere la migliore remunerazione.

Tutti i sistemi di smaltimento elencati portano inevitabilmente vantaggi e svantaggi, tra cui la frantumazione sembra essere quello ambientalmente più compatibile rispetto alla combustione e allo smaltimento in discarica. Altre ipotesi di reimpiego per le vecchie gomme potrebbero essere individuate nella produzione di *sistemi insonorizzanti, pavimentazioni, ruote per giocattoli, fondi per piste sportive*, etc. Gli inconvenienti incontrati, in questo caso, sarebbero di natura economica, in quanto la polvere di *gomma depurata o spolverino* prodotta dai sistemi di triturazione non ha ancora un mercato certo e costante, specie se sono prese in considerazione grandi quantità, unica condizione per diminuire significativamente i costi.

2.1.14. *Tetrapak*

Il sistema distributivo, ovvero il sistema tra la rete che collega l'industria produttrice e l'acquirente finale attraverso i punti vendita, deve trasportare materiali e alimenti garantendo il mantenimento delle caratteristiche al minor costo possibile. Il *contenitore "ideale"* per il trasferimento dei prodotti deve essere leggero, ottimizzato nelle dimensioni, *deve mantenere inalterate le caratteristiche qualitative e igieniche del prodotto confezionato*, oltre ad essere economico e non generare problemi ambientali in fase di smaltimento.

In questo contesto si colloca il *Tetrapak*, materiale che è riuscito a conciliare buona parte delle caratteristiche dell'imballaggio "ottimale". *La principale materia prima utilizzata è la carta (70-80% in peso)*, che conferisce al contenitore solidità e stabilità, ed è per i 2/3 *non sbiancata risultando più rigida e meno inquinante*; un sottile *rivestimento in polietilene* è aggiunto su entrambe le superfici conferendo al contenitore *l'impermeabilità al liquido e la protezione dall'umidità esterna*.

I prodotti a lunga conservazione hanno bisogno, inoltre, di una ulteriore barriera addizionale per evitare la penetrazione della luce, dell'ossigeno e per preservarne gli aromi, pertanto si aggiunge alla combinazione carta-polietilene *un sottile foglio di alluminio (tetrapak asettico)*. Il prodotto prende così il nome di "*poliaccoppiato*", ovvero costituito dalla sovrapposizione di strati di sostanze diverse.

Grazie alle sue caratteristiche di leggerezza, economicità, razionalità e funzionalità nella distribuzione, oltre alla protezione del prodotto, questo materiale ha sostituito in pochi anni i tradizionali contenitori per liquidi alimentari e non.

L'impossibilità di riusare lo stesso contenitore dopo il suo utilizzo fa sì che il *Tetrapak* appena svuotato del suo contenuto sia da *considerare come un rifiuto*, da gestire con una politica di recupero e riciclaggio.

La combustione costituisce un'importante forma di recupero dell'energia contenuta nella carta e nel polietilene, un'altra forma più sostenibile è il recupero dei materiali componenti per la produzione di un'ampia gamma di manufatti già da tempo immessi sul mercato: viene lavorato in cartiere separando la *carta* dai film di *polietilene e alluminio*, così la *fibra cellulosica* (di ottima qualità perché lunga) viene riutilizzata per carte di media e alta qualità (*Carta Latte, Carta Frutta*).

Anche lo smaltimento in discarica può essere favorito sia per i volumi ridotti dei contenitori che per la loro sicurezza, in quanto i loro composti sono stabili e non cedono sostanze inquinanti nell'ambiente. Per i contenitori dispersi nell'ambiente, l'impatto è ridotto per la facilità ed i minor tempi di disgregazione dei materiali di cui è composto, rispetto agli altri tipi di imballaggi e contenitori per alimenti.

3. La Politica ambientale della Comunità Europea

La politica ambientale dell'Unione Europea (UE) si fonda sui principi di precauzione, dell'azione preventiva, della correzione – in via prioritaria alla fonte – dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio di “*chi inquina paga*”, per il quale, l'onere della riparazione dei danni all'ambiente non può ricadere sui cittadini, ma deve essere “addebitato” a chi è responsabile di tali danni.

Gli *obiettivi* che si intendono perseguire sono:

1. salvaguardia,
2. tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente,
3. protezione della salute umana,
4. utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali,
5. promozione sul piano internazionale di misure destinate a risolvere i problemi dell'ambiente a livello regionale o mondiale.

Per raggiungere questi obiettivi le *aree su cui intervenire* sono:

1. le risorse naturali,
2. i prodotti,
3. i rifiuti.

La prevenzione e la riduzione dei rifiuti è uno dei temi prioritari del *VI Programma d'Azione Ambientale* dell'UE e ciò implica una migliore collaborazione con le imprese e i soggetti interessati e l'informazione ai cittadini per lo sviluppo di prodotti/processi sostenibili.

La legislazione in materia di gestione dei rifiuti ha introdotto nell'Unione Europea un insieme di principi generali e di procedure di controllo che mirano a garantire un livello elevato di protezione dell'ambiente e della salute umana in tutti gli Stati membri, che costituiscono gli strumenti di una politica dei rifiuti che può essere così schematizzata:

1. *gerarchia nella gestione dei rifiuti*: principio di “*chi inquina paga*”, il requisito secondo cui la gestione dei rifiuti non deve avere ripercussioni negative sulla salute umana e sull'ambiente,
2. *obblighi di autorizzazione*, registrazione e ispezione, contenuti nelle direttive sui rifiuti e sui rifiuti pericolosi,
3. *regolamento* sulle spedizioni di rifiuti.

A queste norme, si sono aggiunte le più recenti Direttive che riguardano la *prevenzione* e la *riduzione integrata dell'inquinamento* (IPPC), le *discariche* (Direttiva 1999/31/CE), l'*incenerimento dei rifiuti* (Direttiva 2000/76/CE) ed una Comunicazione della Commissione del 27 maggio 2003 “*Verso una strategia tematica di prevenzione e riciclo dei rifiuti*”, documento che parte da un'analisi, a livello dei diversi Paesi dell'Unione, delle attuali tendenze nella produzione e gestione dei rifiuti e dello stato di implementazione della legislazione comunitaria, al fine di valutare i risultati ottenuti e gli elementi ancora da sviluppare per promuovere una reale prevenzione quantitativa e qualitativa dei rifiuti e per incentivare il riciclo degli stessi.

La prevenzione della produzione dei rifiuti deve comprendere l'adozione di tecnologie più pulite nei processi di produzione, una progettazione dei prodotti più ecologici e, più in generale, modelli di produzione e di consumo più efficienti sul piano ambientale. La prevenzione deve essere affiancata da una politica di recupero e, in particolare, del riciclo dei materiali, improntata al rispetto dell'ambiente, che tenga anche conto dei vantaggi del recupero energetico rispetto alla domanda crescente di energia.

Gli impatti ambientali dei rifiuti non sono esclusivamente legati al loro trattamento, ma anche all'uso inefficiente delle risorse, sia per gli aspetti relativi all'estrazione delle materie prime, sia per quelli connessi alla loro trasformazione. Con la *prevenzione* si hanno numerosi vantaggi, sia in termini economici (es. risparmio dei costi di smaltimento) che ambientali (conservazione delle risorse naturali, riduzione dei consumi energetici, diminuzione dell'inquinamento, etc.).

Nonostante che la *prevenzione* ed il *recupero* possano contribuire sensibilmente alla riduzione dell'impatto ambientale dell'uso delle risorse ed integrare efficacemente il contributo della regolamentazione dei processi di trattamento dei rifiuti, ancora oggi l'aumento delle percentuali di riciclo dei rifiuti trova in molti casi un forte ostacolo nello svantaggio economico di questa opzione, spesso più costosa del conferimento in discarica e dell'incenerimento. Ciò è dovuto, in parte, anche al fatto che non sempre i costi dell'uso delle risorse e quelli del trattamento dei rifiuti riflettono i rispettivi costi sociali. A livello comunitario manca, inoltre, un approccio generale in materia di riciclo, in quanto, fino ad oggi, le Direttive europee hanno trattato singoli flussi di rifiuti ed hanno permesso di ridurre gli impatti ambientali promuovendo la separazione alla fonte ed il riciclo (batterie, imballaggi, veicoli fuori uso, rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche).

Una politica organica di gestione dei rifiuti deve prevedere, pertanto, misure per la prevenzione della produzione dei rifiuti ed il reinserimento dei rifiuti nel ciclo economico "*chiudendo il cerchio dei materiali*"; per raggiungere questo obiettivo bisognerebbe adottare, a livello comunitario, alcune misure volte a colmare le disparità esistenti tra le diverse pratiche di riciclo.

4. La normativa italiana per la prevenzione dei rifiuti

L'Unione Europea ha elaborato le linee guida per una corretta gestione dei rifiuti, sulle quali si è sviluppata la strategia di gestione di tutti gli Stati membri. In particolare, lo Stato italiano ha disciplinato la materia dei rifiuti col cosiddetto *Decreto Ronchi: D.Lgs. n. 22 del 5 Febbraio 1997*, "Attuazione delle Direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio", come stabilito dall'art. 1, il decreto "disciplina la gestione dei rifiuti, dei rifiuti pericolosi, degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio".

Gli *aspetti innovativi* introdotti dal Decreto sono da ricercarsi nell'*abolizione del dualismo di concetto tra "rifiuto" e materie prime secondarie o residui destinati al riutilizzo*. Vengono, così, precisamente definiti come "*rifiuto*" tutti quei materiali decadenti dai cicli produttivi, non identificabili come "*prodotti*", ma di cui il detentore si disfi, o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi.

Tali materiali sono identificati nell'apposito *Elenco del CER* (Decalogo Europeo Rifiuti, Allegato A), ciascuno associato ad un codice di sei cifre, dove le prime quattro identificano la tipologia produttiva che lo ha generato, facilitando così la ricerca del tipo di rifiuto.

Nell'articolo 7 del Decreto è riportata la classificazione dei rifiuti in base alla loro origine:

- urbani,
- speciali,

ed alle loro caratteristiche in:

- pericolosi,
- non pericolosi.

Scompare, in questo modo, la classificazione in tossico-nocivi, integrata nella categoria dei pericolosi, dove sono inseriti anche rifiuti in virtù di altre caratteristiche, quali la corrosività, l'infiammabilità, etc.; viene meno anche la classificazione dei rifiuti urbani pericolosi (RUP), rappresentati in precedenza da farmaci scaduti, pile e batterie esauste, etc.

Sono assimilati e classificati come *Rifiuti Solidi Urbani* (RSU):

1. i rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;
2. rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi diversi da quelli elencati nel punto precedente ed assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità (art. 21 comma 2, lettera g);
3. rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade;
4. rifiuti di qualunque natura e provenienza, giacenti sulle strade e aree pubbliche o su strade e aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge di mari o laghi o rive dei fiumi;
5. i rifiuti vegetali derivanti da aree verdi, giardini, parchi, aree cimiteriali;
6. rifiuti provenienti da esumazione ed estumulazione, nonché altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale diversi da quelli precedenti.

Sono, invece, classificati come *Rifiuti Speciali*:

1. i rifiuti delle attività agricole ed industriali,
2. i rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti pericolosi che derivano dall'attività di scavo,
3. i rifiuti da lavorazioni industriali,
4. i rifiuti da attività artigianali,
5. i rifiuti da attività commerciali,
6. i rifiuti da attività di servizio,
7. i rifiuti provenienti da attività di recupero e smaltimento rifiuti, i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque e dalla depurazione delle acque reflue e da abbattimenti di fumi,
8. i rifiuti da attività sanitarie,
9. i macchinari e le apparecchiature deteriorati e obsoleti,
10. i veicoli a motore, rimorchi e simili fuori uso e loro parti.

Non sono comprese nella classificazione *alcune tipologie di materiali non definibili come rifiuti* (Art. 8), quali:

1. rifiuti radioattivi,
2. rifiuti risultanti da prospezione, estrazione, trattamento dell'ammasso di risorse minerali o dallo sfruttamento delle cave,
3. carogne e rifiuti agricoli come materie fecali o sostanze naturali non pericolose usate in attività agricola,
4. attività di trattamento degli scarti che danno origine a fertilizzanti (individuati dalla Legge 748/1984),
5. acque di scarico, esclusi i rifiuti allo stato liquido,
6. materiali esplosivi in disuso,
7. materiali provenienti dal suolo o materiali vegetali riutilizzati nelle normali pratiche agricole, comprese le terre da coltivazione provenienti dalla pulizia dei prodotti vegetali destinati all'alimentazione,
8. frazioni merceologiche provenienti da raccolte effettuate da associazioni, organizzazioni ed istituzioni che operino senza fine di lucro, o per scopi ambientali o caritativi,
9. materiali non pericolosi derivanti dall'attività di scavo.

Il Decreto 22/1997 introduce anche l'istituzione di un *Catasto dei rifiuti* e la redazione di un *Registro di Carico-Scarico*, due obblighi imposti a identici soggetti individuati tra coloro che effettuano a titolo professionale attività di raccolta e trasporto di rifiuti, compresi i commercianti e gli intermediari di rifiuti, nonché le imprese e gli enti che producono rifiuti pericolosi e quelle che producono rifiuti non pericolosi derivanti da lavorazioni industriali e artigianali. Sono esonerati da tali obblighi, limitatamente ai rifiuti non pericolosi, i piccoli imprenditori artigiani che non hanno più di tre dipendenti (art. 2038 c.c.). Oltre al *Registro di Carico-Scarico*, viene indicato l'obbligo della redazione di un *formulario da parte del produttore e del trasportatore* per ogni trasporto di rifiuti, ad eccezione del trasporto di rifiuti urbani effettuato dal gestore del servizio pubblico.

Altra novità interessante del Decreto è l'istituzione del *divieto di abbandono e di deposito incontrollato dei rifiuti* su ogni fattispecie giuridica di suolo, privato o pubblico che sia; chi contravviene al divieto, oltre alle sanzioni imposte, è obbligato a ripulire e ripristinare l'area, in solido col proprietario, se ad essi è imputabile dolo o colpa.

L'Art. 17 regola, per la prima volta in Italia, le *attività di bonifica*, in particolare, si fa riferimento ai soggetti tenuti ad effettuare le bonifiche: in mancanza dell'identificazione del vero e proprio responsabile della contaminazione, non è più il proprietario dell'area il soggetto obbligato a bonificare, bensì il Comune o, in seconda istanza, la Regione.

Sono riportati anche cambiamenti nell'Albo degli smaltitori, istituendo *l'Albo dei Gestori*, al quale sono obbligati a iscriversi coloro i quali:

1. svolgono a titolo professionale la raccolta e il trasporto dei rifiuti,
2. raccolgono e trasportano rifiuti pericolosi anche se da essi prodotti,
3. intendono effettuare attività di bonifica dei siti,
4. intendono effettuare bonifica dei beni contenenti amianto,
5. che effettuano commercio e intermediazione dei rifiuti,
6. gestiscono impianti di smaltimento e di recupero di titolarità di terzi,
7. gestiscono impianti mobili di smaltimento e di recupero.

Il Decreto, inoltre, preannuncia l'emanazione di norme tecniche specifiche per la gestione di:

1. *beni durevoli* (frigoriferi, surgelatori, congelatori, tv, computer, lavatrici, lavastoviglie, condizionatori d'aria, etc.), da consegnare presso i punti di raccolta delle stazioni ecologiche e smaltire secondo le varie filiere di raccolta differenziata;
2. *rifiuti sanitari*, da smaltire mediante termodistruzione presso impianti autorizzati;
3. *veicoli a motore*, da consegnare ai centri di raccolta autorizzati per la loro messa in sicurezza, demolizione e recupero rottami;
4. *imballaggi*, con il divieto di smaltimento in discarica, ad eccezione degli scarti derivanti dalle operazioni di selezione, riciclo e recupero rifiuti; nonché il divieto di immettere nel normale circuito di raccolta dei rifiuti urbani gli imballaggi terziari di qualsiasi natura.

L'Art. 24 del Decreto dispone che in ogni ambito territoriale (ATO) debba essere assicurata una raccolta differenziata di rifiuti urbani pari alle seguenti percentuali minime di rifiuti prodotti:

- a. **15%** entro due anni dalla data di entrata in vigore del Decreto (quindi *entro il 1999*);
- b. **25%** entro 4 anni dalla data di entrata in vigore del Decreto (quindi *entro il 2001*);
- c. **35%** a partire dal 6° anno successivo alla data di entrata in vigore del Decreto (quindi *dal 2003*).

5. L'inquinamento da rifiuti

La gestione dei rifiuti rappresenta un problema di tipo ambientale riscontrabile nei paesi industrializzati e tanto più in quelli in via di sviluppo, che sono spesso oggetto di importazioni illegali di rifiuti e di tecnologie produttive ad alto impatto sanitario ed ambientale. Negli ultimi trent'anni abbiamo assistito ad una crescente e smisurata produzione di rifiuti, indice di una società sempre più orientata verso i consumi e verso la modalità "usa e getta" degli articoli di uso quotidiano. Tutto ciò, nonostante, le indicazioni della Unione Europea, che già nella Comunicazione della Commissione Europea del 1996 prevedeva che la prevenzione dei rifiuti e la minimizzazione delle sostanze pericolose dovevano essere i *target* per una strategia sulla gestione dei rifiuti nell'Unione Europea.

Il *V Programma di Azione Ambientale* indicava l'obiettivo di minimizzare i rifiuti, sia in termini di volume che di pericolosità/danno ambientale, entro il 2000: si proponeva, infatti, di ridurre la produzione di rifiuti urbani ai livelli del 1980, ovvero ad una produzione procapite di 300 Kg l'anno, per due principali ragioni: primo, perché i rifiuti rappresentano una potenziale fonte di inquinamento e, secondo, perché i rifiuti contengono alti livelli di materiali riciclabili e riutilizzabili. Di nuovo il *VI Programma d'Azione Ambientale* dell'Unione Europea conferma che la prevenzione e la riduzione dei rifiuti siano da considerarsi fra gli aspetti prioritari per tutela dell'ambiente.

In Italia, invece, la produzione dei rifiuti urbani continua ancora ad essere in aumento. Secondo i dati ufficiali (*Rapporto Rifiuti 2004*, APAT-ONR) la produzione di rifiuti urbani nel 2003 si attesta a circa 30 milioni di tonnellate, equivalenti ad un valore pro-capite di circa 524 kg/abitante per anno. Si registra, quindi, un incremento intorno allo 0,6% rispetto all'anno precedente, anche se certamente il tasso di crescita più elevato è stato registrato nel periodo dal 1995 al 2000, in cui la quantità di rifiuti urbani prodotti è aumentata del 12,2%, con un tasso medio annuo pari al 2,4%. Non bisogna, però, dimenticare come lo stravolgimento della normativa di settore possa, in qualche modo, aver contribuito ad apportare una variazione dei dati. Nell'agosto 2002, infatti, è stata emanata una Legge n. 178, in cui all'Art. 14 si introduce una "interpretazione autentica della definizione di rifiuto", in aperto contrasto con quella stabilita dalla legislazione europea. In base a questa disposizione di legge vengono sottratti gran parte dei rifiuti recuperabili dalla normativa di settore, pregiudicando fra l'altro la trasposizione delle Direttive europee in Italia e quindi l'efficacia della *normativa quadro sui rifiuti* (il Decreto legislativo 22/1997, noto come Decreto Ronchi).

Sempre a tal riguardo, non possiamo non citare la *Legge Delega per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione ambientale*. Col pretesto della semplificazione, si stravolge l'intero sistema di normativa ambientale, in particolare quella relativa al settore rifiuti; cioè i rottami ferrosi e non ferrosi, anche provenienti dall'estero, destinati ad attività siderurgiche e metallurgiche, sarebbero definibili come materie prime secondarie e, quindi, non sarebbero più sottoposti al regime dei rifiuti. Nonostante gli appelli delle associazioni ambientaliste, il testo predisposto dal Ministero dell'Ambiente non è stato modificato sostanzialmente ma, anzi, è stato fortemente aggravato da norme immediatamente attuabili e, prime fra queste, proprio quelle relative allo smaltimento dei rottami ferrosi e quelle relative alla sanatoria paesaggistica.

Per quanto riguarda la raccolta differenziata, nel 2003 ammonta a oltre 6,4 milioni di tonnellate, pari al 21,5% della produzione totale di rifiuti urbani in Italia, con una crescita della quota percentuale del 3% rispetto al 2002. La differenza fra le tre macroaree geografiche è ancora molto evidente: la percentuale di raccolta differenziata si colloca al Nord al 33,5%, vicino quindi all'obiettivo minimo indicato dal decreto Ronchi per il 2003, al Centro si attesta al 17,1% che così raggiunge con quattro anni di ritardo il target del 15%, individuato dalla normativa per il 1999 ed, infine, al sud Italia si colloca ancora a livelli molto bassi: pari circa al 7,7%.

Per quanto riguarda la gestione dei rifiuti urbani nel complesso, nell'arco del quinquennio 1999-2003 si osserva una riduzione dello smaltimento in discarica, che passa così dal 74,4% al 53,5%. Allo stesso tempo, però, si osserva parallelamente un aumento dell'incenerimento dei rifiuti; nel 2003, in Italia, sono stati avviati ad incenerimento oltre 3,1 milioni di tonnellate di rifiuti urbani, fra cui rifiuti indifferenziati e combustibile derivato da rifiuti (CDR), che sono stati trattati in 50 impianti operativi per la maggior parte situati al nord Italia (31 inceneritori). Nel centro della nostra penisola sono presenti 13 unità, mentre nel sud si contano 6 impianti. Il quadro impiantistico tende comunque ad aumentare in accordo alla politica del governo italiano, volta a promuovere la combustione dei rifiuti come unica soluzione al problema. Nel 2007 dovrebbero essere presenti a livello nazionale almeno 58 impianti, di cui 32 dislocati nel nord, 12 al centro e 14 nel sud Italia, che deterrebbe così una capacità di incenerimento complessiva paragonabile a quella del nord Italia.

Secondo *Greenpeace* è necessario perseguire obiettivi progressivi di:

1. Prevenzione	
2. Raccolta differenziata	
3. Compostaggio	
4. Riutilizzo	
5. Riciclo	

Tabella 1. *Obiettivi di Greenpeace per la gestione dei rifiuti*

La prevenzione dei rifiuti rimedia allo spreco di risorse naturali e di energia, liberando risorse economiche utilizzabili per scopi sociali. Separare, compostare e riciclare i rifiuti è un approccio più sostenibile rispetto a quello dello smaltimento, in quanto riduce gli impatti ambientali e sanitari, diminuisce i costi di gestione e può creare posti di lavoro. I rifiuti che residuano a valle della raccolta differenziata possono poi essere trattati in un *impianto MBT* (Trattamento Meccanico Biologico), che riduce ulteriormente la quantità e la pericolosità dei rifiuti da conferire, infine, in una discarica controllata.

I programmi di riciclaggio andati a buon fine, seguiti dal trattamento meccanico biologico del rifiuto residuale, in alcune città del Canada e dell'Australia hanno portato a ridurre fino al 70% i rifiuti urbani da conferire in discarica.

L'incenerimento non è la soluzione alla crisi dei rifiuti; questi possono essere riutilizzati, compostati e riciclati in condizioni di sicurezza, garantendo, in tal modo, una soluzione sostenibile ad un problema globale.

6. La produzione dei rifiuti e la raccolta differenziata in Toscana

La Regione Toscana ha prodotto, nel 2003, 2 milioni e 390 mila tonnellate di rifiuti, in media circa 667 kg/abitante. La provincia di Prato è quella che ha la maggiore produzione procapite, pari a 766 kg/abitante, seguono Lucca, Grosseto e Livorno, che hanno una produzione totale di rifiuti superiore a 700 kg/abitante.

L'incremento della produzione dei rifiuti urbani nella Regione Toscana è di poco inferiore alle 37.000t con un aumento medio dell'1% rispetto al 2002. Le province di Siena, Livorno e Grosseto registrano l'incremento maggiore della produzione totale dei rifiuti rispettivamente pari al 6,9%, 5,9% e 5,4%. Le province di Firenze, Massa Carrara, Pistoia e Prato vedono ridurre il quantitativo dei rifiuti prodotti: in particolar modo a Pistoia e a Prato il quantitativo di rifiuti urbani intercettati diminuisce dell' 1%.

Va sottolineato che gli incrementi di produzione dei rifiuti registrati nel 2003 dipendono, nel caso specifico, non tanto dal territorio, dalla densità demografica e dalle condizioni socio-economiche, ma soprattutto dalle politiche di assimilazione adottate dalle singole Amministrazioni, che hanno assimilato rifiuti speciali agli urbani per raggiungere elevati livelli di raccolta differenziata.

La *raccolta differenziata* ha un'efficienza media regionale del 31% di RD/RU; solo le province di Siena e Prato raggiungono l'obiettivo di legge del 35% di RD/RU, seguono le province di Firenze e Lucca con il 33%. La provincia di Arezzo è l'unica a non avere, ancora, raggiunto l'obiettivo del 25% stabilito per il 2001.

Le province di Grosseto, Pistoia e Siena sono quelle che, rispetto all'anno precedente, hanno avuto un *trend* di crescita di efficienza di raccolta differenziata più rilevante, anche se la prima non ha ancora raggiunto l'obiettivo del 35% di RD/RU, stabilizzandosi al 26% di RD/RU.

Nel 2003 la provincia di Siena segna un incremento di raccolta differenziata del 33% rispetto all'anno precedente. La provincia di Pistoia ha migliorato l'efficienza passando dal 22,9% del 2002 al 30% nel 2003, mentre la provincia di Grosseto, sebbene abbia migliorato l'efficienza, non raggiunge il 30%. Le altre province hanno confermato il dato di efficienza raggiunto nel 2002.

La provincia di Siena, invece, pur essendo la seconda provincia con la più bassa produzione procapite di rifiuti dopo Arezzo, con circa 611 kg/abitate, è tra le sole due che raggiunge l'obiettivo del 35% RD/RU.

LA PRODUZIONE DEI RIFIUTI DELLA TOSCANA								
Unità di misura varie, dati riferiti al 2003								
Provincia	Abitanti	RIND	RD	RU	RIND procapite	RD procapite	RU procapite	Efficienza % RD/RU
	unità	t	t	t	kg	kg	kg	kg
Arezzo	328.482	148.026	41.567	189.593	451	127	577	23%
Firenze	963.099	423.934	189.015	612.949	440	196	636	33%
Grosseto	213.427	117.317	37.538	154.855	550	176	726	26%
Livorno	333.695	172.840	67.141	239.982	518	201	719	30%
Lucca	382.597	200.266	89.462	289.727	523	234	757	33%
Massa-Carrara	195.949	93.533	35.434	128.967	477	181	658	30%
Pisa	393.381	186.667	73.737	260.404	475	187	662	30%
Pistoia	277.737	125.917	49.864	175.781	453	180	633	30%
Prato	235.552	121.200	59.231	180.431	515	251	766	35%
Siena	258.845	106.957	51.165	158.121	413	198	611	35%
Totale regionale	3.582.764	1.696.655	694.154	2.390.810	474	194	667	31%

Fonte: dati ARRR

Tabella 2. La produzione dei rifiuti in Toscana

6.1. La composizione merceologica della raccolta differenziata

Dall'analisi della composizione merceologica della raccolta differenziata emergono non solo le differenze nel tessuto socio-economico e demografico delle province, ma anche le *diverse modalità con cui i gestori delle raccolte hanno attuato i servizi di raccolta e smaltimento*, seguendo le indicazioni contenute nei regolamenti comunali caratterizzati da un diverso grado di assimilazione dei rifiuti speciali agli urbani ed a differenti categorie di attività commerciali e/o produttive. Le province di Prato e Firenze emergono, nel quadro regionale di raccolta differenziata, grazie al rilevante grado di intercettazione di carta e cartone, la cui raccolta è estesa in modo diffuso anche alle grandi utenze ed alle attività commerciali. Lucca si conferma, invece, la provincia con il livello di intercettazione

maggiore, sia per la frazione organica, sia per la raccolta del verde, che superano rispettivamente di 12 kg procapite e di 44 kg procapite la media regionale.

La raccolta multimateriale, che rappresenta circa il 5% del totale dei rifiuti, risulta una raccolta matura su tutto il territorio regionale tanto da non presentare incrementi significativi nel corso degli ultimi due anni. Mentre, la frazione merceologica legata ai rifiuti ingombranti presenta un incremento medio regionale rilevante negli ultimi due anni pari al 26% raggiungendo il livello di 40 kg procapite; in particolare, le province di Siena e Pistoia, che nel 2002 presentavano un grado di intercettazione minore ai 30 kg procapite, presentano gli incrementi maggiori, rispettivamente del 92% e del 96% rispetto all'anno precedente. Un incremento così rilevante può essere spiegato non soltanto dall'attivazione di nuovi centri di valorizzazione degli ingombranti e delle stazioni ecologiche, ma anche da politiche di assimilazione di rifiuti speciali, come legno e metalli, ai rifiuti urbani.

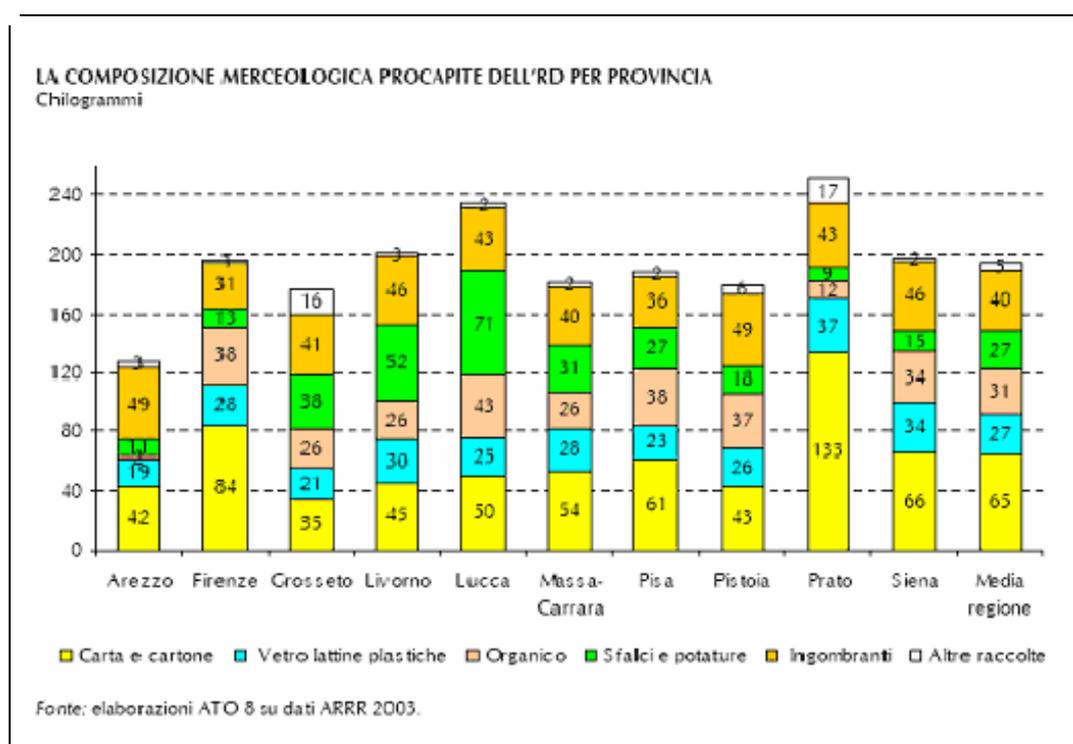


Grafico 1. La composizione merceologica procapite della raccolta differenziata per provincia

Le province di Firenze e di Pisa, invece, non raggiungono per tale frazione, ancora nel 2004, la media regionale attestandosi ad un livello di raccolta di poco superiore ai 30 kg procapite. La provincia di Siena registra un complessivo miglioramento dei livelli di RD, raggiungendo e superando, in tutte le frazioni merceologiche, ad esclusione del verde, il livello medio regionale. Si ritiene però che almeno per la raccolta della frazione organica, nonostante nella sua totalità rispecchi il livello della media regionale, ci possano essere ancora margini per una sua ulteriore crescita; infatti, la composizione merceologica della RD conferma che, nell'ambito del territorio senese, si sia insistito maggiormente sulle raccolte differenziate domestiche e su quelle stradali, trascurando quelle industriali e commerciali, nonché le raccolte effettuate, ad esempio, con le stazioni ecologiche.

7. L'efficienza della raccolta differenziata nell'ATO 8: la Provincia di Siena

La provincia di Siena, dopo aver registrato nel 2001 un'inversione di tendenza rispetto agli anni precedenti con una sostanziale stabilizzazione dei quantitativi di rifiuti differenziati intercettati, presenta nel 2003 un incremento superiore al 30% di RD/RU, che permette il raggiungimento

dell'obiettivo del 35% di RD/RU previsto dalla normativa nazionale. La raccolta differenziata nel 2003 raggiunge circa 51.200t rispetto alle 38.500t del 2002, consentendo di passare dal 27% di RD/RU al 35% di RD/RU.

Il forte incremento dei rifiuti raccolti in modo differenziato ha dato, inoltre, luogo ad una diminuzione del 2,3% della quota dei rifiuti indifferenziati destinati allo smaltimento, a fronte di un continuo, sebbene modesto, aumento che ha interessato il periodo dal 2000 al 2002. Tuttavia, è interessante notare che, nonostante lo sviluppo della raccolta differenziata e la riduzione del rifiuto indifferenziato, la produzione totale di rifiuti urbani è aumentata del 6,87%. Ciò è dovuto al fatto che i maggiori quantitativi di rifiuti differenziati, da un lato, sono intercettati da una maggiore cura nella separazione delle frazioni merceologiche differenziabili dai rifiuti indifferenziati, dall'altro dall'intercettazione di frazioni provenienti da circuiti di raccolta esterni a quello dei rifiuti urbani.

Il raggiungimento dell'obiettivo del 35% di RD/RU nel corso del 2003 nel territorio senese è stato possibile in quanto dieci comuni hanno registrato percentuali di RD/RU superiori al 35%. Tra i comuni, al di sotto dell'obiettivo, ulteriori dieci mostrano comunque valori tra il 30% e il 35% di RD/RU, altri dieci presentano valori tra il 20% e il 30% di RD/RU e solo due si pongono al di sotto del 15% di RD/RU.

L'analisi dell'andamento, per singole frazioni, evidenzia nel 2003 la crescita di tutte le frazioni merceologiche oggetto di raccolta differenziata, ad esclusione della frazione verde e delle altre raccolte. Gli incrementi più rilevanti sono relativi alla carta, metalli e legno che sono cresciuti rispettivamente del 54%, 86% e 151%; di minore entità sono gli incrementi di produzione che hanno interessato il multimateriale e l'organico registrando una variazione positiva rispettivamente del 18% e dell'11%.

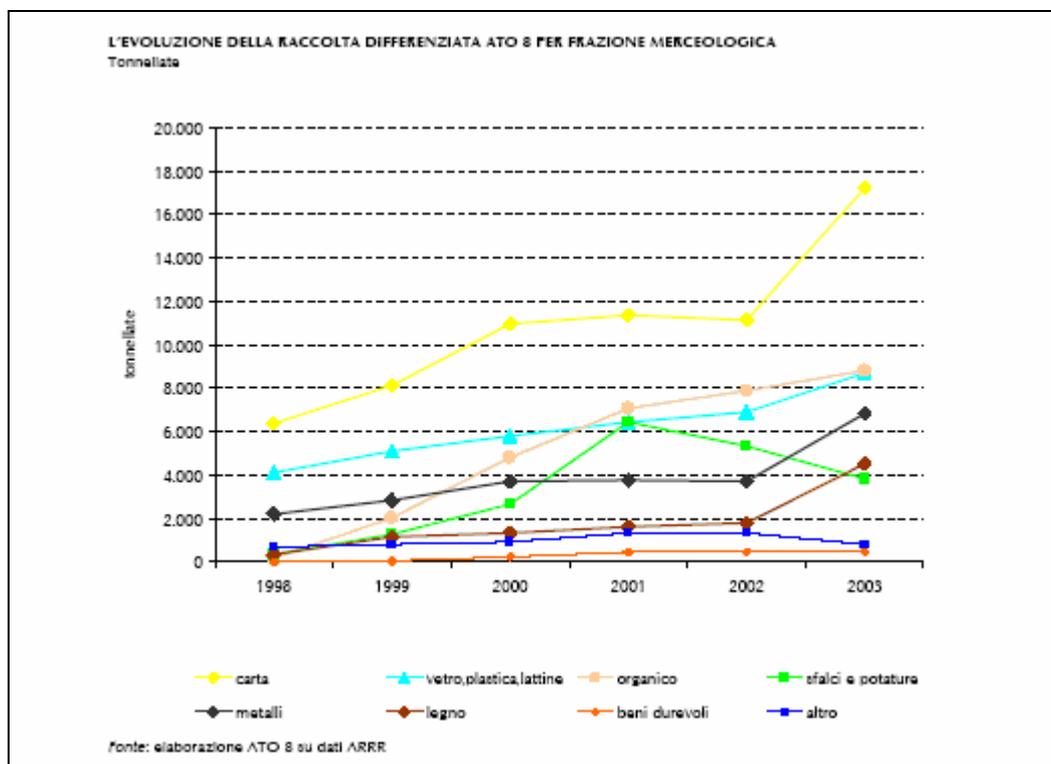


Grafico 2. L'evoluzione della raccolta differenziata nell'Ato 8 per frazione merceologica

Il forte incremento di carta, legno e metalli appare riconducibile solo in parte all'incentivazione della raccolta differenziata domestica; più incisivo appare invece il contributo dato dall'assimilazione di rifiuti da attività produttive al circuito dei rifiuti urbani, pratica che spiega, inoltre, l'incremento

della produzione dei rifiuti, nonostante l'attestata riduzione dei consumi nell'anno 2003. Al contrario, l'incremento della raccolta del multimateriale e dell'organico è attribuibile a politiche di incentivazione e sensibilizzazione delle raccolte differenziate. Nel 2003 è iniziato un graduale passaggio della gestione delle raccolte dei rifiuti urbani dalle Amministrazioni locali al *Gestore unico Sienambiente* per l'intero territorio senese.

Sienambiente ha sviluppato un servizio di raccolta integrata, che coniuga le avanzate tecnologie dei mezzi con la professionalità degli operatori; il servizio si avvale di circa 120 automezzi e 100 addetti, per una provincia che richiede standard di base di alto profilo qualitativo ed una grande flessibilità che permetta di rispondere in modo puntuale alle esigenze del territorio. Tali esigenze sono individuate nei principali fattori come: densità della popolazione, piccoli centri storici, presenza di frazioni, case di campagna, viabilità urbana, presenze turistiche, che richiedono all'azienda una struttura capace di adattarsi alle specifiche richieste delle Amministrazioni locali.

L'EVOLUZIONE DELL'EFFICIENZA DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA NELL'ATO 8						
Percentuali di raccolta differenziata su totale rifiuti escluso spazzamento						
Comuni	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Abbadia S. Salvatore	10,87	21,24	30,14	31,73	29,71	34,41
Asciano	10,30	14,57	9,79	28,30	29,93	32,73
Buonconvento	15,30	27,08	35,12	38,82	39,28	47,41
Casole d'Elsa	6,18	9,45	24,15	19,09	18,15	38,24
Castellina in Chianti	12,70	13,58	14,72	20,19	16,85	17,61
Castelnuovo Berardenga	8,48	11,80	19,18	25,16	24,63	24,89
Castiglione d'Orcia	14,03	18,12	24,88	28,78	25,49	21,85
Cetona	11,60	17,90	22,31	32,11	28,89	25,04
Chianciano Terme	11,72	12,88	15,69	27,16	29,20	30,36
Chiusdino	6,55	7,81	6,98	16,36	28,79	17,64
Chiusi	8,97	23,41	29,58	31,80	28,23	34,55
Colle di Val d'Elsa	12,28	15,60	20,48	24,95	25,24	41,88
Gaiole in Chianti	11,14	13,12	17,16	27,52	26,51	33,88
Montalcino	9,76	13,69	16,56	23,38	30,86	36,51
Montepulciano	4,41	4,10	18,10	24,34	25,46	26,89
Monteriggioni	11,03	15,22	20,71	25,61	26,01	43,65
Monteroni d'Arbia	14,18	26,05	27,16	29,95	28,26	38,58
Monticiano	10,83	13,10	17,40	26,86	24,35	20,71
Murlo	8,23	10,02	8,99	17,84	17,57	17,06
Piancastagnaio	4,53	16,58	18,22	22,15	22,39	31,48
Pienza	9,90	16,20	16,30	19,88	24,32	19,61
Poggibonsi	18,32	29,37	38,46	39,62	40,86	44,34
Radda in Chianti	9,67	8,93	21,83	25,52	27,84	24,32
Radicofani	1,26	6,12	5,55	9,34	8,97	14,10
Radicondoli	10,37	13,81	14,55	24,29	15,03	19,90
Rapolano Terme	12,40	14,69	14,22	12,21	22,82	28,44
San Casciano dei Bagni	11,23	13,39	20,91	29,46	27,81	26,02
San Gimignano	17,14	18,14	19,74	26,83	29,20	37,74
San Giovanni d'Asso	16,61	18,52	27,18	33,43	24,56	25,61
San Quirico d'Orcia	24,64	16,64	20,24	22,96	27,66	40,89
Sarteano	3,48	7,98	25,34	28,04	29,29	29,97
SIENA	15,00	18,28	24,11	26,63	23,46	34,20
Sinalunga	6,75	11,63	17,85	22,23	22,55	30,46
Sovicille	11,49	13,26	20,34	28,73	25,75	38,74
Torrita di Siena	8,61	14,00	22,73	26,69	28,52	34,79
Trequanda	12,77	10,54	8,18	8,35	7,54	9,21
Totale	12,32	17,09	23,01	27,36	27,12	34,60

Fonte: dati ARRR su anno solare.

Tabella 3. L'evoluzione dell'efficienza della raccolta differenziata nell'Ato 8

8. L'impronta ecologica: l'impatto degli stili di consumo sull'ambiente

William Rees e l'allievo Mathis Wackernagel, nell'ambito dei loro studi sulle capacità di carico dei sistemi naturali rispetto alla pressione della specie umana, hanno proposto un indice

specifico per misurare il “peso” dell’uomo sui sistemi naturali, detto *Ecological Footprint*, cioè l’*Impronta ecologica*.

L’impronta ecologica rappresenta l’area totale di ecosistemi terrestri ed acquatici richiesta per produrre le risorse che una determinata popolazione umana (un individuo, una famiglia, una comunità, una regione, una nazione) consuma e per assimilare rifiuti che la stessa popolazione produce; l’impronta ecologica è, quindi, lo spazio che consente a quella popolazione di mantenere i suoi standard di vita o, più semplicemente, di mantenersi in vita.

L’impronta ecologica è la quota di *capacità di carico* dell’ecosistema terrestre di cui un uomo si appropria più o meno consapevolmente. Il metodo di analisi parte dal presupposto che i consumi energetici e materiali e le emissioni dei rifiuti della popolazione richiedano la capacità di produzione e/o di assorbimento di una parte di superficie planetaria e calcola l’impronta ecologica globale di quella popolazione sulla terra, sommando le superfici richieste per ogni consumo e/o rifiuto.

Il calcolo dell’impronta ecologica ha subito nel tempo significative varianti metodologiche; comunque, il metodo base prevede *cinque categorie di consumo degli abitanti di un paese: alimenti, abitazioni, trasporti, beni di consumo e servizi*. Per compiere analisi più sofisticate le cinque categorie di consumo possono essere ulteriormente suddivise, ad esempio, gli alimenti possono essere suddivisi in prodotti vegetali ed animali; i trasporti in privati e pubblici e così via.

L’analisi dettagliata di un bene di consumo riguarda tutte le risorse usate per la sua produzione, il suo consumo e il suo smaltimento. Le risorse incorporate in un bene corrispondono alle quantità di energie e materiali utilizzate durante tutto il ciclo di vita del prodotto: dalla produzione al trasporto, dal consumo allo smaltimento dei rifiuti.

Wackenargel e Rees hanno calcolato per la prima volta, con riferimento al 1991, l’impronta ecologica procapite degli abitanti del Canada, corrispondente alla quota di terra biologicamente produttiva richiesta per sostenere l’impatto ambientale dei consumi di un canadese medio. Il Canada è un territorio molto vasto (9.220.970 kmq) e poco abitato (27.839.000 abitanti) e, quindi, con una densità demografica assai bassa (3 abitanti su chilometro quadrato): dedotte le superfici improduttive, la superficie media a disposizione di ogni canadese è circa 21 ettari, più di quattro volte l’impronta ecologica dei suoi abitanti (5 ettari).

Tipologie di consumi	Ettari di terra per il consumo dei beni e lo smaltimento dei rifiuti					
	Energia	Edifici	Colture	Pascoli	Foreste	Totale
1. Alimenti	0,33	-	0,47	0,99	0,02	1,81
Prod. Vegetali	0,14	-	0,20	-	0,01	-
Prod. Animali	0,19	-	0,27	0,99	0,01	-
2. Abitazioni	0,41	0,80	-	-	0,65	1,14
Costruzione	0,06	0,80	-	-	0,65	-
Gestione	0,35	-	-	-	-	-
3. Trasporti	0,79	0,10	-	-	-	0,89
Motorizzazione Privata	0,60	-	-	-	-	-
Motorizzazione Pubblica	0,07	-	-	-	-	-
Trasporto merci	0,12	-	-	-	-	-
4. Beni Consumo	0,52	0,01	0,05	-	0,24	0,82-
Imballaggi	0,10	-	-	-	0,04	-
Vestitario	0,11	-	0,02	-	-	-
Arredamento	0,06	-	-	-	0,10	-
Libri/periodici	0,06	-	-	-	0,10	-
Tabacco e alcool	0,06	-	-	-	-	-
Cura personale	0,03	-	0,03	-	-	-

Hobby	0,10	-	-	-	-	-
Altri beni	0,00	-	-	-	-	-
5.Servizi	0,29	0,01	-	-	-	0,30
Governo e esercito	0,06	-	-	-	-	-
Istruzione	0,08	-	-	-	-	-
Assistenza sanitaria	0,08	-	-	-	-	-
Servizi sociali	0,00	-	-	-	-	-
Turismo	0,01	-	-	-	-	-
Divertimento	0,01	-	-	-	-	-
Banche e assicurazioni	0,00	-	-	-	-	-
Altri servizi	0,05	-	-	-	-	-
Impronta Ecologica Globale	2,34	0,20	0,52	0,99	0,91	4,96

Tabella 4. *Impronta ecologica globale procapite nel Canada. Dati 1991.*

La situazione a livello mondiale risulta molto diversa rispetto a quanto rilevato per il Canada: l'area complessiva del pianeta è di circa 51 miliardi di ettari. La maggior parte della superficie è occupata da acqua e una quota inferiore a 15 miliardi di ettari è costituita da suolo. Le statistiche sull'uso della terra indicano che circa 1,5 miliardi di ettari (10% dell'area terrestre totale) sono arabili, di cui quasi la metà è coltivata a cereali. Circa 3,4 miliardi di ettari (pari al 23%) sono classificati come "pascoli permanenti". Alla voce "foreste e aree boschive" corrisponde un'ulteriore area di 5,1 miliardi di ettari (pari al 33%), di cui 3,4 miliardi di ettari sono costituiti da foreste tropicali, mentre i restanti 1,4 miliardi di ettari sono aree di "foresta blanda", la cui copertura talvolta non supera il 10% della superficie. Buona parte degli altri 5 miliardi di ettari sono costituiti da zone umide, suoli ghiacciati e rocciosi, deserti, tundra, laghi e fiumi; questa eterogenea categoria include anche circa 0,3 miliardi di ettari edificati dall'uomo. Sommando i dati relativi ai terreni coltivabili, ai pascoli e alle zone costruite possiamo dire che l'area del pianeta è stata pesantemente modificata dall'uomo. Adottando la superficie planetaria dotata di biocapacità, secondo la versione più ottimistica 10,3 miliardi di ettari e rapportando ad essa la popolazione mondiale (6 miliardi di individui), si desume che ogni abitante della terra dispone di 1,7 ettari di superficie produttiva: se il 12% di territorio dovesse essere riservato alla difesa della biodiversità, la superficie bioprodotiva disponibile per ogni uomo che vive sulla terra si ridurrebbe a 1,5 ettari, contro un'impronta ecologica globale media di 1,8 ettari.

La superficie, di cui si appropriano gli abitanti dei paesi più ricchi, è tre volte quella a disposizione dell'abitante medio della terra; se tutti gli abitanti del pianeta avessero gli standard di vita nord americani, l'umanità avrebbe bisogno di tre pianeti, grandi quanto la terra, per vivere in condizioni sostenibili.

Consumi pro capite 1991	Canada	USA	India	Mondo
Potere d'acquisto (\$ USA)	19320	22130	1150	4800
Autoveicoli per cento abitanti	46	57	0,20	10
Consumo carta (kg/anno)	247	317	2	44
Energia fossile (GJ/anno)	250	287	5	56
Estrazione acqua (m ³ /anno)	1668	1868	612	644
IMPRONTA ECOLOGICA (ha)	5	6,2	0,4	1,8

Tabella 5. *Impronta ecologica globale nel mondo. Dati 1991.*

Ad oggi, la vita sulla terra è possibile per la presenza di paesi arretrati, i cui bassi consumi di superficie bioproduttiva compensano quelli elevati dei paesi sviluppati. Se la crescita della popolazione dovesse proseguire secondo le previsioni, nel 2040 si stima che circa 10 miliardi di abitanti del pianeta disporranno di appena 0,9 ettari procapite di superficie biologicamente produttiva, la metà esatta dell'impronta ecologica riferita al 1991.

L'impronta ecologica globale procapite dimostra che lo sviluppo mondiale ha già superato la capacità di carico planetaria; essa non è compromessa del tutto, perché l'iniqua ripartizione della ricchezza e, quindi, la sperequazione dell'uso delle risorse naturali permette che il consumo medio di superficie ecologicamente produttiva di un nord americano sia compensata dal basso consumo di un indiano. L'impronta ecologica dell'italiano medio, calcolata nel 1991, era pari a 3,11 ettari, di cui 0,9 attribuiti alle superfici marine e 2,21 a quelle terrestri. Pur lontana dai livelli nord-americani, essa era cinque volte la superficie che l'italiano medio aveva a disposizione entro i confini nazionali (0,54 ettari). L'Italia dipende largamente dalla superficie bioproduttiva degli altri paesi, infatti, essa non è solo forte importatrice di merci (soprattutto alimenti ed energie), ma lo è anche di *capacità di carico*.

Tipologie di consumi	Ettari di terra per il consumo dei beni e lo smaltimento dei rifiuti						
	Energia	Colture	Pascoli	Foreste	Edifici	Mare	Totale
Alimenti	0,15	0,26	0,55	0,03	-	0,90	1,89
Abitazioni	0,26	-	-	0,13	0,04	-	0,43
Trasporti	0,36	-	-	-	0,02	-	0,38
Beni consumo	0,20	0,01	-	0,07	-	-	0,28
Servizi	0,13	-	-	-	-	-	0,13
Superfici totali	1,10	0,27	0,55	0,23	0,06	0,90	3,11

Tabella 6. *L'impronta ecologica globale procapite in Italia. Dati 1991.*

Essendo l'impronta ecologica globale di un italiano 1,4 volte la superficie a disposizione di ogni abitante della terra, per ogni italiano c'è un altro uomo, in qualche altra parte del mondo, al quale è impedito di consumare il 40% della propria quota di *biocapacità planetaria*.

Tutto ciò significa che la nostra capacità di sopravvivenza per il futuro è strettamente legata al *principio di responsabilità ambientale condivisa, agli stili di vita ed ai modelli di consumo di ognuno di noi, di ogni cittadino/consumatore*. Mediante il rafforzamento del senso di appartenenza al territorio, inteso nella sua globalità, ed alla consapevolezza dell'importanza della responsabilità del singolo nei processi di sviluppo della società moderna, sarà possibile *costruire a piccoli passi un nuovo mondo con nuovi stili di vita "un nuovo mondo è possibile" con l'impegno costante di ciascuno di noi*.

Capitolo Secondo

STILI DI VITA E CITTADINANZA AMBIENTALE DEI RIFIUTI

Secondo Gruppo

di Cristina Golini

1. Stili di vita: necessità, consumi e sprechi

Il nostro stile di vita si basa sul consumismo più o meno sfrenato, sul desiderio di possedere dei beni materiali spesso per nulla indispensabili, anzi addirittura inutili. Ma qual è il rovescio della medaglia del consumo? Sono senza dubbio i *rifiuti*.

Siamo soliti dire che questo è il prezzo che dobbiamo pagare per il progresso, ma in realtà si tratta solo di spreco. Dobbiamo imparare a condurre una vita più sobria, più armonica, meno condizionata dalle pubblicità.

Insomma, è importante che ciascuno di noi impari a saper distinguere tra i bisogni reali e indispensabili da quelli superflui. Purtroppo, siamo bombardati continuamente da messaggi pubblicitari, su qualsiasi mezzo di comunicazione, che ci convincono a consumare anche contro i nostri bisogni. Tutto sembra indispensabile e necessario per condurre uno stile di vita al passo con i tempi, con la modernità, soprattutto per non sentirsi diversi dagli altri.

Non si tratta, dunque, di privarsi delle cose, ma cercare di evitare ciò che può essere inutile e superfluo, cioè si tratta di imparare ad usare gli oggetti con più attenzione e cercando di trattarli in modo che durino a lungo, ad usare e riusare le cose finché possano svolgere la loro funzione.

Un tempo si tendeva a riparare tutto; oggi tutte le cose sono costruite per essere sostituite: siamo nell'*Era dell'usa e getta*, in un mondo in cui spesso è impossibile riparare, perché mancano ad esempio i pezzi di ricambio, in cui risulta in proporzione più costoso riparare che acquistare un nuovo oggetto.

Quando un oggetto non è più riparabile diventa un rifiuto, ma può tornare a vivere in nuovi prodotti grazie al *Riciclaggio*. In pratica ogni materiale può essere riciclato, infatti riciclando:

1. otteniamo un risparmio energetico,
2. evitiamo di utilizzare nuove risorse,
3. evitiamo di sprecare materie prime,
4. produciamo una minore quantità di rifiuti.

In un mondo dalle risorse limitate è fondamentale evitare gli *sprechi*, oltre che necessario produrre con il minor impiego possibile di risorse; così facendo, avremo anche una minore produzione di rifiuti. Di conseguenza, ciò che ognuno di noi può fare è quello di diventare *consumatore critico*, cioè prima di comprare dovremmo porci delle domande sulla ditta produttrice, sul modo di produrre nel rispetto dei diritti umani, dell'ambiente, etc.; nonché dovremmo tener conto dei prodotti equosolidali e rifiutare tutti quelli che non rispettano le migliori pratiche ambientali e sociali.

2. I programmi TV e la tutela ambientale

Non è facile essere critici nei confronti dei consumi: i modelli che ci vengono continuamente proposti e la maggior parte dei programmi televisivi ci spingono agli acquisti. All'interno dei programmi TV per ragazzi, ad esempio, ci sono tante *pubblicità* che invitano all'acquisto di giocattoli

di ogni tipo, di accessori scolastici alla moda, di prodotti alimentari con invitanti sorprese. Si tratta di pubblicità molto convincenti e persuasive.

Ma anche se guardiamo i programmi per adulti non è poi così diverso; siamo bombardati da messaggi pubblicitari e televendite che ci invitano all'acquisto di qualsiasi cosa: da un nuovo telefono super accessoriatto al nuovo arredamento, ad un materasso super rilassante, oltre a tutti i prodotti alimentari, per l'igiene personale e della casa. Insomma, molto spesso finiamo per comprare non tanto perché abbiamo necessità di farlo, ma perché non possiamo farne a meno; così facendo rischiamo non solo di essere tutti uguali, ma anche di pensare tutti nello stesso modo, pur di non sentirci diversi.

Fortunatamente esistono anche programmi TV che mettono in luce i problemi del nostro pianeta e che ci invitano a migliorare il nostro comportamento nei confronti dell'ambiente. Esistono le cosiddette *Pubblicità Progresso*, promosse dal Ministero dell'ambiente, che ci invitano a ragionare sui problemi ambientali, tra i quali il *problema dei rifiuti*.

A questo proposito è molto interessante il messaggio proposto da una pubblicità in cui una madre, mentre coccola il suo bambino, finisce per produrre e gettare tantissimi oggetti nel lettino del proprio figlio, dove una voce di sottofondo dice: "ogni volta che butti un rifiuto pensa al futuro del tuo bambino".

In tal senso si riportano di seguito alcuni esempi di campagne pubblicitarie ed iniziative a difesa dell'ambiente:



Figura 1.



Figura 2.



Figura 3.



Figura 4.



Figura 5.

3. Lo sviluppo sostenibile

Una data importante sotto il profilo ambientale è il 1972, anno in cui viene convocata a Stoccolma la *Conferenza delle nazioni Unite sull'ambiente*. Per la prima volta i rappresentanti di 113 governi partecipanti si sono riuniti per affrontare i problemi derivanti dal degrado ambientale del pianeta, mettendo in stretta relazione le politiche economiche e quelle ambientali.

Ma solo alla fine degli anni Ottanta del secolo scorso le organizzazioni internazionali hanno coniato il termine “Sviluppo sostenibile” per definire la necessità di conciliare sviluppo economico e compatibilità ambientale. Con sviluppo sostenibile s'intende “quello sviluppo che permette alle generazioni attuali di soddisfare i propri bisogni senza impedire a quelle future di soddisfare i loro”. Questa definizione contiene i concetti di “bisogno”, riferito in particolare ai bisogni primari dei poveri del mondo ai quali si deve dare la priorità, e di “limite” imposto dalle tecnologie e dall'organizzazione sociale rispetto alla capacità ambientale di soddisfare i bisogni presenti e futuri, oltre a quello di equità e solidarietà.

Con sviluppo sostenibile s'intende, inoltre, “un miglioramento della qualità della vita senza eccedere la capacità di carico degli ecosistemi di supporto dai quali essa dipende”, soprattutto lo sviluppo sostenibile “offre servizi ambientali, sociali ed economici di base a tutti i membri di una comunità senza minacciare l'operabilità del sistema naturale, da cui dipende la fornitura di tali servizi”.

Nel 1992, nella *Conferenza mondiale dell'ONU* su ambiente e sviluppo, tenutasi a Rio de Janeiro, è stato ampiamente esaminato il tema dello sviluppo sostenibile. In questa occasione è stata sottolineata l'importanza di coniugare nello sviluppo sostenibile i concetti di ambiente, economia e società, oltre all'educazione delle popolazioni alla promozione dello sviluppo sostenibile. È stata sancita l'importanza dell'educazione ambientale come:

1. strumento per la promozione dello sviluppo sostenibile,
2. strumento primario per promuovere sistemi di vita e produzioni sostenibili,
3. garanzia per un uso delle risorse distribuito equamente tra i popoli e le generazioni presenti e future.

Nel frattempo la comunità internazionale si è resa conto della necessità di sviluppare la consapevolezza dei problemi ambientali per migliorare la qualità dell'ambiente e della vita di tutti. La popolazione se conosce ed è consapevole può essere critica nei confronti del sistema produttivo e dello sviluppo sostenibile; inoltre, se partecipa ai processi di programmazione, può essere più responsabile nella gestione del conflitto tra sviluppo socio-economico e integrità dell'ambiente.

Bisogna far capire che il miglioramento dell'ambiente dipende dalla:

- soluzione dei grandi problemi a livello planetario,
- adozione di comportamenti individuali legati alla consapevolezza.

Infatti, se consideriamo che *la natura è di tutti* saremo sicuramente in grado di assumere un comportamento migliore nei confronti dell'ambiente, sia a livello individuale che collettivo.

4. L'impronta ecologica

È un metodo pratico messo a punto negli anni Novanta da Mathis Wacknagel e William Rees, che *visualizza in termini di superficie il nostro impatto sull'ecosistema terrestre*; misura quanto la natura viene utilizzata per produrre le risorse consumate da una popolazione e per assorbire i rifiuti da essa prodotti, in modo da capire:

1. i nostri eccessi,
2. la capacità di resistenza a lungo tempo della natura,

3. dove intervenire.

L'impronta ecologica indica se lo stile di vita o il modello di consumo sia o no sostenibile, cioè si tratta di calcolare l'area di terra produttiva e di mare necessaria per sostenere i nostri consumi di materie prime e di energia e per assorbire i nostri rifiuti.

Per calcolare l'impronta ecologica *serve fare una stima dei consumi di alimenti, abitazioni ed infrastrutture, trasporti, beni di consumo e servizi*. Ad ognuno di questi consumi corrisponde un'impronta ecologica e, grazie a dei dati già elaborati, si può sapere per i vari tipi di consumo quanta superficie è associata; ad esempio, le case creano una impronta ecologica a causa dell'occupazione diretta del suolo e del consumo di energia e materiali per realizzarle e mantenerle, quindi più persone abitano in una stessa casa e minore sarà l'impronta per ciascuno. Il trasporto incide sull'impronta ecologica per via del consumo di combustibile e dell'energia impiegata per la realizzazione dei veicoli. I beni di consumo e i servizi comportano un consumo d'energia e materiali e quindi partecipano notevolmente nella formazione dell'impronta ecologica. L'impronta determinata dagli alimenti è dovuta al ciclo di produzione e di consumo di materiali, ai trasporti, etc.

Negli ultimi 30 anni:

1. l'impronta ecologica globale è aumentata del 50%,
2. il ritmo dei consumi di risorse naturali ha superato la capacità di rinnovamento,
3. l'impronta ecologica ha superato la capacità biologica della terra di almeno il 30%.

L'impronta dei vari paesi del mondo dimostra che il consumo di risorse naturali avviene a scapito dei paesi più poveri. Basti pensare che i paesi occidentali, che sono solo il 20% della popolazione, consumano l'80% delle risorse, superando così la capacità di carico del pianeta.



Figura 6. *L'impronta ecologica.*(Immagine tratta da un depliant della Regione Toscana).

5. La prevenzione, il riuso e il riciclaggio dei rifiuti

Con il termine *rifiuto* s'intende *qualcosa di cui ci disfiamo*, perché riteniamo che non ci serva più. Ma come si può evitare la produzione di rifiuti in una società basata sui consumi? I sistemi più efficaci sono basati sulla *Riduzione* dei rifiuti e sul *Riuso* o *Reimpiego* degli oggetti e/o materiali.

Negli ultimi anni le imprese italiane hanno raggiunto importanti risultati sul fronte della *prevenzione* imboccando la strada della "Responsabilità condivisa" secondo la quale tutti devono dare il proprio contributo. Ad esempio, è diminuito il peso delle lattine d'alluminio, delle vaschette per alimenti e dei fogli, è diminuito il peso e lo spessore delle bottiglie di plastica per acqua e bibite. Per quanto riguarda vetro, carta e legno è stato ridotto il peso degli imballaggi ed è aumentato l'impiego di materiale riciclato.

Ma cosa può fare ciascuno di noi per prevenire e ridurre la produzione di rifiuti? Prima di tutto bisognerebbe comprare solo ciò di cui abbiamo effettivamente necessità, senza farci condizionare; utilizzare prodotti che durano a lungo e che si possono riparare; evitare i prodotti usa e getta; preferire confezioni e imballaggi riutilizzabili; preferire prodotti freschi e sfusi che quindi non hanno imballaggi, etc.

Un altro sistema che può essere messo in atto per prevenire la produzione è il *riciclaggio dei rifiuti*, cioè l'insieme delle strategie per recuperare e riutilizzare i rifiuti evitando che siano condotti in discarica, o inceneriti. Il riciclaggio ha un'importanza fondamentale per salvaguardare l'ambiente e recuperare risorse preziose; per cui se vogliamo riciclare dobbiamo:

1. operare la *raccolta differenziata* dei rifiuti,
2. utilizzare materiale riciclabile come vetro, metalli o vari polimeri,
3. utilizzare materiali biodegradabili che vengono smaltiti con più facilità quando il prodotto diventa un rifiuto.

Ad esempio, oggi oltre alla plastica d'origine petrolchimica, esiste la *bioplastica* d'origine vegetale; questo nuovo tipo di plastica produce una combustione meno inquinante, oltre ad essere biodegradabile quando è rilasciata nell'ambiente o in discarica. Le bioplastiche oggi sul mercato sono composte di amidi e loro derivati, e sono riciclate tra i rifiuti organici. Il loro tempo di decomposizione, nel caso che siano smaltite, è di una trentina d'anni contro i 1.000 della normale plastica.

Esistono, inoltre, delle pellicole trasparenti ad uso alimentare prive di additivi plastificanti, prodotte con materiali facilmente riciclabili, non contenenti PVC, con un peso inferiore rispetto a quella tradizionale, quindi minore è la quantità di rifiuti da smaltire. Nell'incenerimento non rilasciano acido cloridrico e consentono un notevole recupero di energia.

Per riciclare dobbiamo operare una raccolta dei rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee e destinate al riutilizzo, riciclo e recupero di materia prima e per far questo serve la partecipazione della popolazione. Dunque, per attuare una raccolta differenziata di qualità è necessario ottenere il consenso dei cittadini che, grazie ad un'informazione mirata ed efficiente, diventano i protagonisti della prima fase del processo di recupero dei rifiuti.

Le tappe per operare la raccolta differenziata sono:

1. separazione dei rifiuti (secco o non riciclabile, secco riciclabile organico, rifiuti pericolosi, rifiuti ingombranti, etc.),
2. trasporti dei rifiuti separati presso gli impianti di lavorazione,
3. separazione manuale ulteriore dei vari tipi di rifiuti,
4. recupero di componenti riciclabili dai rifiuti ingombranti,
5. trattamento, negli impianti specializzati, di ripulitura, recupero e trasformazione dei rifiuti in materiale riutilizzabile,
6. avvio alla forma prevista di recupero,
7. smaltimento degli scarti.

Si possono riciclare rifiuti di vario materiale, tra questi ricordiamo:

5.1. La Carta

La carta, il cartone ed il cartoncino sono facilmente riciclabili; sono fatti di cellulosa, una materia che può essere usata e riusata più volte. Qualsiasi tipo di carta può essere prodotta con carta riciclata. Quasi il 90% dei quotidiani italiani viene stampato su carta riciclata, quasi il 90% delle

scatole per la vendita di pasta, calzature, prodotti di uso comune, sono realizzate in cartoncino riciclato; mentre le scatole per prodotti fragili o voluminosi sono realizzate al 100% con cartone riciclato. Con il riciclaggio si risparmiano risorse, energie, si producono meno rifiuti e si riduce l'emissione di CO₂.

5.2. Il Vetro

È una miscela di silice, carbonato di sodio e calcio riciclabile al 100% per innumerevoli volte senza subire un degrado quantitativo o qualitativo. Oggi in Italia le bottiglie prodotte sono fatte per il 60% con vetro riciclato; solitamente si raccoglie vetro di colore diverso (vetro misto) con cui si produce vetro giallo o verde e non bianco. Con il riciclo diminuisce l'uso di materie prime, si usa meno energia per la fusione e si riducono le emissioni in atmosfera. Utilizzando 100 kg di frammenti di vetro si produce 100 kg di nuovo prodotto, mentre con 120 kg di materia prima se ne produce 100 kg.

5.3. La Plastica

È una sostanza artificiale prodotta soprattutto utilizzando petrolio, resistente, leggera, lavabile, economica, adatta e funzionale per la conservazione del cibo. Le materie plastiche più diffuse sul mercato dei prodotti di consumo sono:

1. il **PE** (polietilene) usato per sacchetti, bottiglie e flaconi per detersivi, giocattoli, pellicole e altri imballi;
2. il **PP** (polipropilene) utilizzato per realizzare oggetti per l'arredamento, contenitori per alimenti, flaconi per detersivi e prodotti per l'igiene personale, moquette, mobili da giardino;
3. il **PVC** (cloruro di polivinile) impiegato per la produzione delle vaschette per le uova, film e tubi. Lo si trova anche tra i muri di casa, nelle porte, nelle finestre o nelle piastrelle e nelle vesti di carte di credito;
4. il **PET** (polietilentereftalato) utilizzato nelle fibre sintetiche, nastro per cassette, per le bottiglie per bibite e acqua minerale;
5. il **PS** (polistirene) conosciuto come polistirolo, impiegato nella produzione di vaschette per alimenti.

Riciclando la plastica si possono ottenere oggetti utili e di uso comune ad esclusione di quelli destinati all'uso alimentare. Le caratteristiche del materiale riciclato sono simili a quelli iniziali.

Con il *PET riciclato* si producono:

1. nuovi contenitori,
2. fibre per imbottiture,
3. maglioni,
4. pile,
5. moquette,
6. interni per auto.

Con il *PVC riciclato* si producono:

1. tubi,
2. scarichi per l'acqua piovana,
3. materiali vari per l'edilizia.

Con il *PE riciclato* si ottengono:

1. nuovi contenitori per detersivi della casa o per le persone,
2. tappi,
3. film per i sacchi dell'immondizia,
4. casalinghi, etc.

Quando i diversi tipi di plastica vengono selezionati e rilavorati insieme diventano *plastica riciclata eterogenea* impiegata per la produzione di panchine, parchi giochi per bambini, recinzioni, arredi urbani, cartellonistica stradale.

Oggi sono destinate al riciclaggio non solo bottiglie e flaconi, ma anche imballaggi in plastica utilizzati per gli alimenti: sacchetti, vaschette, pellicole per imballaggi.

Con 20 bottiglie si confeziona 1 pila, mentre con una bottiglia di plastica del peso di 50g si produce, tramite termovalorizzazione, l'energia per accendere 1 lampadina da 60 watt per 1 ora.

5.4. *L'alluminio*

È un metallo presente in natura che viene estratto dalla *Bauxite*, minerale molto comune, che si presenta sotto forma di argilla granulosa o rocciosa di vario colore (rosa, rossa, bruna, grigia). L'alluminio è riciclabile all'infinito; il suo recupero e riciclo consente di salvaguardare le risorse naturali e di risparmiare il 95% dell'energia necessaria per produrlo dalla materia prima, mantenendo le sue caratteristiche originarie. Tutti gli oggetti in alluminio che possono essere riciclati hanno la sigla AL o ALU e possono essere:

1. lattine per bibite e conserve,
2. bombolette spray per uso alimentare e non,
3. fogli di alluminio ad uso alimentare,
4. vaschette e contenitori per conservare e congelare i cibi,
5. scatolette per alimenti,
6. capsule e tappi per bottiglie.

Con l'alluminio riciclato si producono biciclette, aerei, treni, automobili, oggetti di arredamento. Occorrono 150 lattine per realizzare 1 bicicletta da competizione, 3 lattine per realizzare 1 paio di occhiali, 130 lattine per realizzare 1 pattino e 37 lattine per realizzare 1 caffettiera.

5.5. *L'acciaio*

È una lega a base di ferro contenente carbonio (in quantità variabile fino al 2%), altri elementi metallici e non, in quantità controllate per conferirgli le proprietà, in funzione del suo utilizzo.

Il suo riciclo permette un notevole risparmio di risorse naturali, energia e sottrae rifiuti dalla discarica. Si possono riciclare contenitori per alimenti, bombolette spray, chiusure metalliche per vasi di vetro, tappi a corona delle bottiglie, scatole in acciaio.

Con l'acciaio riciclato si producono elettrodomestici, rotaie, materiali per l'edilizia, veicoli, imballaggi, (scatolette, barattoli, tappi etc.). Il peso di 19.000 barattoli in acciaio per conserve serve, ad esempio, per produrre un'automobile.

5.6. *Il Legno*

Tutto il legno può essere riciclato. Riciclare significa rispettare gli alberi, ridurre la quantità di legno da portare in discarica e proteggere l'atmosfera: dal legno in decomposizione deriva il metano, mentre dalle fibre del legno viene liberato CO₂, che è tra i responsabili dell'effetto serra.

Se il legno non è adatto per il riciclo viene inviato agli impianti di termovalorizzazione e utilizzato per riprodurre calore ed energia.

Il legno riciclato viene utilizzato per produrre pannelli di legno, per costruire mobili e rivestimenti interni ed esterni, materiale da riscaldamento.

Gli scarti della lavorazione industriale (segature, ritagli, etc.) possono essere utilizzati in cartiera per produrre una pasta di cellulosa, o nei centri di trattamenti dei rifiuti organici per produrre il compost.

5.7. *Il Tetrapack*

È un materiale composto da 75% di carta, 20% di plastica e 5% di alluminio. Viene pressato in balle come per la carta, il cartone, l'alluminio e la plastica e sottoposto ad un processo che separa la cellulosa dalla plastica e dall'alluminio.

Con la cellulosa recuperata dai cartoni per i succhi di frutta e per il latte a lunga conservazione si produce la *Cartafrutta*, mentre con quella recuperata dai cartoni del latte fresco (tetrorex) si fa la *Cartalatte*. Si tratta in entrambi i casi di carta di alta qualità riutilizzabile in svariati modi. L'alluminio e la plastica, invece, presi insieme danno vita al *Marhalene*, un materiale plastico con cui vengono realizzati vasi, arredo urbano, prodotti edili, gadget.

5.8. *Indumenti usati*

Il loro trattamento diminuisce la quantità di rifiuti da portare in discarica, evita l'uso di materie prime e serve ad aiutare le persone più bisognose. Dal riciclaggio si producono nuovi indumenti.

5.9. *Rifiuti organici*

Gli scarti di cucina, gli sfalci e le potature, la segatura, la paglia etc., recuperati e riciclati, servono per produrre un ottimo terriccio per l'agricoltura, anche quella biologica, chiamato *Compost*.

Il compost "Terra di Siena" è prodotto presso l'impianto delle Cortine (Asciano), di proprietà di Sienambiente, ed ha il marchio di qualità rilasciato dal Consorzio italiano compostatori (C.I.C.).

5.10. *Materiali ingombranti*

Mobili, materassi, reti da letto, elettrodomestici, damigiane, lastre di vetro, specchi, pancali, etc., raccolti e separati per gruppi omogenei di materiale vanno a recupero e smaltimento in appositi impianti.

Una volta operata la raccolta differenziata restano i *Rifiuti urbani indifferenziati*, non idonei per un loro normale riciclo, che possono essere ancora selezionati in modo che:

1. i rifiuti ad alto potere calorifico vengono trasportati ad un termoutilizzatore per essere trasformati in energia elettrica (CDR),
2. i "rifiuti umidi" servono per produrre un "compost grossolano" adatto al recupero ambientale,
3. gli scarti di questo ulteriore utilizzo vanno in discarica.

Esistono, inoltre, i *Rifiuti pericolosi*, che possono rilasciare sostanze velenose molto nocive e dannose per l'ambiente e la salute dell'uomo, che vengono raccolti, ma non possono essere riciclati. Tra questi rifiuti ci sono le batterie delle auto, gli accumulatori al piombo, i contenitori di diserbanti, i prodotti chimici, gli oli minerali, i medicinali scaduti, le pile esaurite, i toner per stampanti e

fotocopiatrici, i contenitori etichettati con le scritte: tossico, nocivo, infiammabile e corrosivo. Le pile verranno smaltite in impianti adeguati, mentre i medicinali scaduti andranno nei termovalorizzatori.

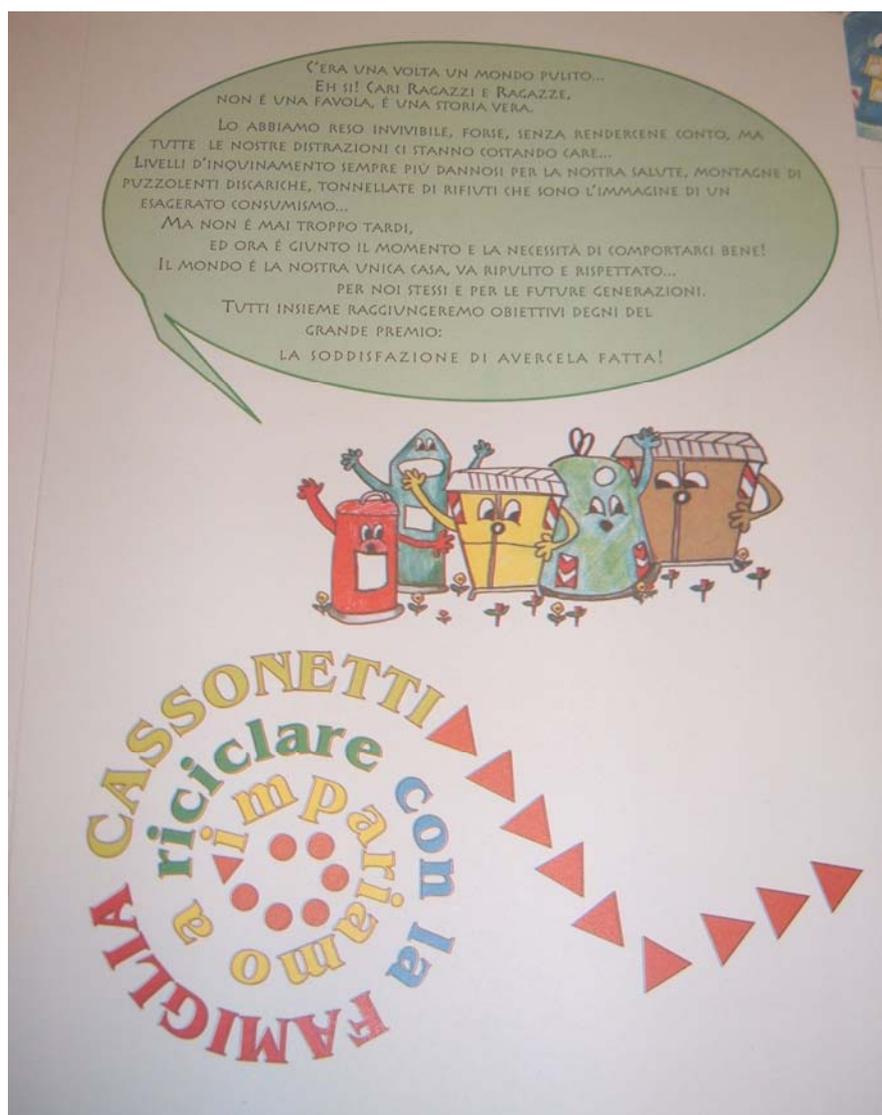


Figura 7. Campagna di informazione sulla raccolta differenziata promossa dai comuni per le scuole.
Tratto da “La famiglia Cassonetti va a scuola”

6. La normativa ambientale italiana in materia di rifiuti

Lo Stato italiano si è assunto il dovere di recepire nell’ordinamento interno le direttive dell’Unione Europea in materia di rifiuti (91/156/CEE), rifiuti pericolosi (91/689/CEE), imballaggi e rifiuti da imballaggio (94/62/CE). Pertanto, su proposta del Consiglio dei Ministri e del Ministro dell’Ambiente, insieme agli altri ministri, il Governo ha emanato il decreto legislativo 5 febbraio 1997 n. 22, definito anche decreto Ronchi (ministro dell’ambiente firmatario del decreto).

Questo decreto dà precise disposizioni su:

1. gestione dei rifiuti,
2. gestione degli imballaggi,
3. gestione di particolari categorie di rifiuti (sanitari, beni durevoli, veicoli a motore, oli e grassi animali, animali morti, oggetti in polietilene),
4. tariffa per la gestione dei rifiuti urbani,
5. sistema delle sanzioni.

Il decreto disciplina la gestione dei rifiuti urbani, dei rifiuti pericolosi, degli imballaggi e dei rifiuti da imballaggi ad esclusione di alcuni tipi di rifiuti disciplinati da specifiche disposizioni di legge (efflussi gassosi emessi in atmosfera, rifiuti radioattivi, materiali esplosivi in disuso, materiali derivanti dallo sfruttamento delle cave, acque di scarico ad esclusione dei rifiuti liquidi, carogne e materie fecali o sostanze naturali non pericolose utilizzate in agricoltura, etc.).

Secondo il decreto i rifiuti devono essere recuperati o smaltiti senza pericolo per la salute dell'uomo e senza causare danni all'ambiente, in particolare senza:

1. determinare rischi ad acqua, aria, suolo, flora e fauna,
2. causare inconvenienti da rumori e odori,
3. danneggiare il paesaggio.

La gestione dei rifiuti è un'attività di pubblico interesse, disciplinata per assicurare un'elevata protezione ambientale e dei controlli efficaci. Si conforma ai principi di responsabilizzazione e cooperazione di tutti i soggetti coinvolti nella produzione, distribuzione, utilizzo e consumo di beni da cui originano i rifiuti.

Lo stato, le regioni e gli enti locali adattano opportune azioni avvalendosi di soggetti pubblici e privati qualificati. Le autorità devono intervenire per favorire:

1. la prevenzione,
2. la riduzione della produzione di rifiuti,
3. la riduzione della pericolosità dei rifiuti,
4. la riduzione dello smaltimento dei rifiuti, favorendo il reimpiego, il riciclaggio, l'uso dei rifiuti per produrre energia o combustibile e il riutilizzo dei materiali riciclati.

Secondo l'origine distinguiamo i rifiuti in:

- *Urbani*. domestici, da spazzamento delle strade, rifiuti non pericolosi provenienti da locali ad uso non domestico, rifiuti presenti sulle spiagge, strade e giardini di uso pubblici, rifiuti vegetali, rifiuti da esumazioni, etc.;
- *Speciali*: lavorazioni industriali, artigianali, commerciali e da attività di servizio, agricole, edili, rifiuti sanitari, veicoli a motore, macchinari rotti o vecchi, rifiuti derivati da recupero e smaltimento, come ad es. i fanghi derivanti da trattamenti delle acque, etc.

Secondo la pericolosità, si distinguono: *rifiuti pericolosi e non pericolosi*.

I rifiuti non devono essere abbandonati, né immessi nelle acque.

Il decreto disciplina anche la gestione degli imballaggi e dei rifiuti da imballaggio per prevenire e ridurre l'impatto ambientale, assicurare un elevato livello di tutela ambientale e per garantire il funzionamento del mercato; nonché indica la necessità di promuovere ed incentivare la prevenzione, il riciclaggio e la riduzione dei rifiuti da imballaggio destinati allo smaltimento.

Stabilisce che i costi di gestione di questi rifiuti sia sostenuto dai produttori e utilizzatori in proporzione delle quantità immesse sul mercato e che la pubblica amministrazione organizzi la raccolta differenziata.

Con questo decreto viene istituita la *Tariffa*, in sostituzione della tassa per lo smaltimento dei rifiuti. La tariffa prevede i costi degli investimenti, della quantità di rifiuti, del servizio fornito e dei costi di gestione, così da assicurare tutte le spese sostenute.

7. Il Piano provinciale di gestione dei rifiuti

In base al Decreto Legislativo 22/1997 viene stabilito che esistono degli ambiti territoriali ottimali per la gestione dei rifiuti, i cosiddetti A.T.O., che corrispondono alle Province. In ciascun ambito territoriale la Provincia assicura la gestione unitaria dei rifiuti urbani e predispone un *Piano di gestione dei rifiuti*, dopo aver sentito i comuni ed in applicazione delle prescrizioni del decreto.

Il crescente volume dei rifiuti, determinato dalle attività di produzione e consumo, richiede una gestione delle diverse tipologie di rifiuti orientata alla protezione dell'ambiente ed alla tutela della salute. Gli interventi sono finalizzati:

- alla riduzione dei rifiuti alla fonte,
- alla corretta gestione degli impianti di recupero e smaltimento.

Il Piano provinciale dei rifiuti della Provincia di Siena:

1. è stato voluto ed approvato dagli Enti locali seguendo le indicazioni del Decreto Ronchi 22/1997,
2. consiste in un sistema di gestione finalizzato a trasformare i rifiuti in materie e risorse riutilizzabili,
3. prevede il recupero ed il riciclo dei rifiuti per produrre *compost* negli impianti ad Asciano e Poggibonsi ed *energia elettrica* nel termovalorizzatore di Poggibonsi,
4. punta a raggiungere una quantità di raccolta differenziata da riciclare che superi quella prevista dalle normative nazionali,
5. prevede, a regime, solo 2 discariche per i rifiuti non riciclabili e gli scarti della lavorazione degli impianti, localizzate a Sinalunga (Le Macchiaie) e ad Abbadia San Salvatore (Poggio alla Billa).

Capitolo Terzo

IMPIANTI DI FASE POST-RACCOLTA DEI RSU

Primo Gruppo

di Elena Balducci

1. Il ruolo di Sienambiente nella gestione dei rifiuti

Sienambiente S.p.A. nasce nel febbraio del 1988 su iniziativa dell'Amministrazione Provinciale di Siena e dei Comuni della Provincia di Siena, al fine di assicurare idonee soluzioni operative e gestionali per gli impianti, le infrastrutture ed i servizi di igiene ambientale previsti dal *Piano Provinciale di Smaltimento Rifiuti della Provincia di Siena*.

Sienambiente opera, in particolare, nella progettazione, realizzazione e gestione di:

- servizi di raccolta integrata e pulizia di spazi pubblici,
- impianti di trattamento finalizzati alla valorizzazione dei rifiuti solidi e smaltimento della parte residuale.

L'area regionale e le regioni confinanti costituiscono il mercato di riferimento della società, oltre ovviamente all'area geografica della *Comunità d'Ambito ATO n. 8*, nella quale Sienambiente, nella sua *qualità di gestore unico*, effettua la gestione dei servizi inerenti il ciclo dei rifiuti urbani svolto in regime di privativa per conto degli Enti Locali.

Il capitale dell'azienda è così ripartito:

1. 16,20 % Amministrazione Provinciale di Siena,
2. 43,78 % Comuni della Provincia di Siena,
3. 0,02 % Comuni Fuori Provincia di Siena,
4. 40,00 % Privati (STA Spa e MPS Merchant Spa).

1.1. Il sistema di gestione dei rifiuti di Sienambiente

1.1.1. La raccolta differenziata

Sienambiente promuove la raccolta differenziata comprendente:

1. raccolta di materie da inviare a riciclo o da utilizzare direttamente negli impianti per la produzione di compost ed energia,
2. raccolta di rifiuti pericolosi per ridurre l'impatto sull'ambiente e prevenire situazioni di pericolo, inviati in appositi centri di smaltimento autorizzati,
3. Sienambiente provvede al monitoraggio continuo delle quantità di rifiuti raccolti.

Nel dettaglio:

Carta

I residui cellulosici (carta e cartone) sono raccolti con il sistema a campana e/o cassonetto, cassoni e cestoni, generalmente di colore giallo, a seconda della provenienza (domestica o da attività produttiva). Lo standard del servizio è individuato in un contenitore ogni 200 abitanti con svuotamento settimanale o quindicinale.

Multimateriale

I contenitori ed i materiali in vetro, plastica, alluminio e banda stagnata vengono raccolti in un'unica campana, generalmente di colore verde. Lo standard del servizio è individuato in una campana ogni 190 abitanti con svuotamento settimanale o quindicinale.

Frazione organica

I rifiuti organici (avanzi di cibo e quelli derivanti da attività di giardinaggio) vengono raccolti mediante cassonetti di colore marrone. Lo standard del servizio è individuato in un cassonetto ogni 130 abitanti svuotati con frequenza bisettimanale.

Ferrosi

La raccolta dei rifiuti ferrosi viene effettuata prevalentemente nell'ambito del recupero dei rifiuti ingombranti e nelle Stazioni Ecologiche mediante cassoni. Lo standard del servizio è individuato in una stazione ecologica per Comune con svuotamenti settimanali o quindicinali.

Accumulatori al piombo

La raccolta avviene mediante appositi contenitori installati nelle Stazioni Ecologiche e/o nei cantieri comunali.

Farmaci

La raccolta dei farmaci scaduti viene effettuata tramite contenitori ubicati presso le farmacie ed i presidi medici.

Pile

La raccolta delle pile viene effettuata tramite contenitori ubicati presso i rivenditori e/o nelle immediate pertinenze.

Siringhe

Viene effettuata dagli operatori del servizio su segnalazione degli utenti nei comuni ove Sienambiente svolge il servizio di spazzamento.

Le materie raccolte in maniera differenziata (quelle riciclabili/riutilizzabili) vengono tutte inviate presso l'impianto di selezione e compostaggio delle Cortine nel Comune di Asciano e subiscono i seguenti processi:

- la frazione organica viene opportunamente trattata per ricavarne ammendante (compost), idoneo per le attività agricole ed il giardinaggio;
- le altre (Carta, Multimateriale, Ferro) vengono vagliate e ripulite per facilitare il loro riciclo, che avviene in appositi impianti prevalentemente dislocati nell'Italia centro-settentrionale.

I rifiuti pericolosi (pile, farmaci, siringhe, accumulatori al piombo) vengono conferiti in appositi impianti autorizzati.

1.1.2. Raccolta rifiuti indifferenziati

Nei cassonetti per i rifiuti indifferenziati, generalmente di colore verde, può essere conferita la parte residuale di rifiuto dopo la raccolta differenziata.

Non possono assolutamente essere depositati:

1. rifiuti tossici e/o pericolosi: quali pile, batterie, lampade al neon, materiali infetti, oli minerali, etc.,
2. sostanze esplosive o auto-combustibili,
3. ceneri con braci ardenti.

Sienambiente garantisce in media la disponibilità di un cassonetto ogni 33 abitanti con 4 svuotamenti a settimana. I rifiuti indifferenziati vengono conferiti presso l'impianto di termovalorizzazione di Poggibonsi; i rifiuti raccolti nell'area della Val d'Elsa vi affluiscono direttamente, mentre quelli degli altri comuni della Provincia di Siena subiscono un passaggio intermedio presso l'impianto di selezione e compostaggio delle Cortine allo scopo di separare alcuni materiali riciclabili, in particolare ferro ed alluminio.

1.1.3. *Raccolta porta a porta*

Può accadere, inoltre, che non sia possibile installare i cassonetti, per cui in alcune zone dei centri storici si utilizza la raccolta porta a porta ed i rifiuti, depositati in prossimità della singola abitazione o condominio, vengono raccolti manualmente secondo frequenze ed orari prestabiliti. Nel caso della raccolta differenziata porta a porta ciascuna frazione va inserita in sacchi di colore diverso e la raccolta avviene in giorni diversi per facilitare le operazioni di separazione da parte delle famiglie. I sacchi possono essere a loro volta conferiti in bidoni, i quali però devono essere custoditi dalla famiglia o dal condominio a cui sono stati assegnati. E' molto importante che i rifiuti vengano depositati negli orari stabiliti per le singole frazioni.

1.1.4. *Stazioni Ecologiche*

Sono spazi comunali attrezzati per il deposito temporaneo di alcune frazioni conferite in via differenziata che, per ragioni volumetriche, non entrano nei contenitori ed in particolare:

1. *rifiuti ingombranti*: mobili, elettrodomestici, suppellettili varie e quanto altro non entra nei cassonetti. Ove stabilito contrattualmente, i rifiuti ingombranti sono raccolti a domicilio (a fondo porta) nei giorni stabiliti; per usufruirne l'utente deve contattare l'ufficio ambiente del proprio Comune di residenza;
2. *grandi sfalci d'erba* e ramaglie;
3. alcune tipologie di rifiuti pericolosi.

Le stazioni ecologiche, attualmente, sono per lo più gestite dalle Amministrazioni Comunali e le tipologie accettate e gli orari di accesso variano da Comune a Comune.

Il *Piano Provinciale di smaltimento dei rifiuti solidi urbani della Provincia* ed il *Piano Industriale dell'ATO 8* prevedono la realizzazione di una stazione ecologica per ogni Comune e Sienaambiente è impegnata nel favorire tale obiettivo.

2. Principi generali di funzionamento degli impianti di fase post-raccolta dei RSU

2.1. *Impianto di Selezione e Compostaggio*

La *Selezione*, partendo dai rifiuti urbani indifferenziati, consiste in un processo di triturazione e suddivisione meccanica dei rifiuti, che consente di:

1. separare la frazione umida da inviare successivamente al processo di stabilizzazione,

2. separare la frazione secca destinata a divenire combustibile ad elevato potere calorifico idoneo per la produzione di energia presso impianti di termovalorizzazione,
3. separare il ferro da avviare a riciclo,
4. inviare in discarica solo la parte residuale.

TIPOLOGIA	LOCALITÀ
Selezione e Compostaggio	Loc. Pian delle Cortine - Comune di Asciano
Valorizzazione dei prodotti della raccolta differenziata	Loc. Pian delle Cortine - Comune di Asciano
Termovalorizzazione	Loc. Fosci - Comune di Poggibonsi
Smaltimento definitivo	Loc. Le Macchiaie - Comune di Sinalunga
	Loc. Poggio alla Billa Comune di Abbadia San Salvatore
	Loc. Cavernano - Comune di Chianciano Terme
	Loc. Torre a Castello - Comune di Asciano

Tabella 1. Tipologia e localizzazione degli impianti di fase post-raccolta dei RSU dell'ATO 8 – Provincia di Siena

Il *compostaggio* è un processo di degradazione aerobica della sostanza organica ad opera di alcuni microrganismi. Con questo procedimento si ottiene:

- il *compost di qualità* se i materiali in ingresso provengono dalla raccolta differenziata dei rifiuti organici (FORSU) e dei vegetali. E' un ottimo ammendante di utilizzo generale in floricoltura ed orticoltura;
- *Frazione Organica Stabilizzata (FOS)* se i materiali in ingresso provengono dalla selezione di rifiuti indifferenziati. La FOS viene successivamente utilizzata per riempimenti, ripristini ambientali e come materiale per la copertura delle discariche.

Le eventuali emissioni liquide vengono raccolte e convogliate in una apposita vasca di stoccaggio, per poi essere trasferite in idonei impianti di depurazione.

Le alte temperature (circa 60°C), che permangono per buona parte del processo ossidativo (circa 20gg), garantiscono la completa eliminazione di batteri patogeni dai cumuli in lavorazione; l'ambiente è chiuso e mantenuto in depressione per evitare il diffondersi di cattivi odori.

Durante la successiva fase di maturazione della sostanza organica stabilizzata, realizzata all'aperto, periodici rivoltamenti del materiale impediscono la formazione di zone prive di ossigeno, causa della produzione di odori molesti.

La *selezione* dei prodotti delle raccolte differenziate consente di:

1. valorizzare le materie provenienti dalla raccolta differenziata di carta e cartone per un loro migliore riciclo,
2. separare, pulire e valorizzare il vetro, l'alluminio, il ferro e la plastica provenienti dalla raccolta differenziata multimateriale da avviare a riciclo,
3. inviare in discarica solo la parte residuale.

TIPOLOGIA	COSA TRATTANO	COSA PRODUCONO
Selezione e Compostaggio	<ul style="list-style-type: none"> - Rifiuti urbani indifferenziati - Rifiuti organici, vegetali e lignocellulosici da raccolta differenziata 	<ul style="list-style-type: none"> - Selezione di rifiuti ad alto potere calorifico finalizzata alla produzione di energia elettrica - Selezione della frazione umida finalizzata alla produzione di sostanza organica stabilizzata; - Recupero del ferro - Produzione di compost di qualità dai rifiuti organici raccolti separatamente
Valorizzazione dei prodotti della raccolta differenziata	<ul style="list-style-type: none"> - Rifiuti urbani da raccolta differenziata della carta e cartone - Rifiuti urbani da raccolta differenziata multimateriale 	Cernita e valorizzazione dei prodotti della raccolta differenziata per facilitarne il riciclo
Termovalorizzazione	<ul style="list-style-type: none"> - Rifiuti solidi urbani indifferenziati - Rifiuti speciali non pericolosi (esclusi gli ospedalieri) 	Energia elettrica immessa direttamente nella rete di distribuzione ENEL
Smaltimento definitivo	<ul style="list-style-type: none"> - Rifiuti solidi urbani indifferenziati - Rifiuti solidi speciali assimilabili agli urbani - Rifiuti solidi speciali non assimilabili agli urbani (solo nelle discariche di Abbadia San Salvatore e Sinalunga) 	<p>Sono impianti finalizzati allo stoccaggio definitivo in condizioni di sicurezza di rifiuti non recuperabili</p> <p>Dalla combustione del biogas prodotto può essere ottenuta energia elettrica; è attualmente così in loc. Torre a Castello.</p>

Tabella 2. *Tipologia, trattamento e produzione degli impianti di fase post-raccolta dei RSU dell'ATO 8 – Provincia di Siena*

2.2. Il Termovalorizzatore

Nel termovalorizzatore i rifiuti vengono trattati mediante processo di combustione. Il calore sviluppato dalla combustione viene recuperato per produrre energia termica e/o elettrica immessa direttamente nella rete di distribuzione ENEL.

Dal processo si originano i seguenti rifiuti:

1. ceneri pesanti e leggere, inviate ad impianti di smaltimento autorizzati,
2. percolati ed acque di processo, inviate ad impianti di depurazione autorizzati,
3. fumi prodotti dal processo di combustione.

Il termovalorizzatore di Poggibonsi garantisce, in qualunque condizione di esercizio, il controllo e la depurazione delle emissioni inquinanti, secondo quanto previsto dalle normative vigenti e dalle autorizzazioni all'esercizio. Il controllo delle emissioni viene effettuato in continuo con un'apparecchiatura che analizza i fumi in uscita dal camino e ne registra i risultati. Ogni sei mesi,

inoltre, le analisi di tutte le sostanze inquinanti emesse dal camino sono effettuate presso laboratori esterni; i risultati delle indagini sono trasmessi agli organi preposti al controllo.

2.3. *Lo smaltimento in discarica*

La discarica rappresenta l'impianto per lo "stoccaggio definitivo" dei rifiuti. Le disposizioni cogenti in materia (Decreto Ronchi), gli indirizzi del *Piano Provinciale di Gestione dei rifiuti* ed il buon senso spingono verso azioni che riducano i materiali da inviare in discarica, poiché è in questo caso che assumono lo status di "rifiuto" vero e proprio.

Le caratteristiche costruttive adottate per la realizzazione delle *discariche controllate* minimizzano il rilascio di emissioni inquinanti nell'ambiente idrico, atmosferico e nel suolo. Le impermeabilizzazioni del bacino di contenimento dei rifiuti, ottenute utilizzando materiali naturali e artificiali (argilla e geomembrane in polietilene), consentono la captazione e raccolta dei liquidi di percolazione che, trasferiti in bacini di stoccaggio attraverso tubazioni, non hanno così la possibilità di disperdersi nel suolo e sottosuolo. Tali liquidi sono smaltiti presso impianti di depurazione appositamente autorizzati.

Il processo anaerobico di degradazione dei rifiuti produce biogas, che viene raccolto attraverso condotti drenanti realizzati nella discarica ed allontanato dal corpo della discarica per essere bruciato; presso la discarica di Torre a Castello (Comune di Asciano), dal processo di combustione del biogas, si ottiene energia elettrica, che viene immessa nella rete di distribuzione ENEL.

Raggiunta la quota di chiusura, la discarica viene superiormente sigillata attraverso la realizzazione di uno strato di copertura impermeabile, necessario ad impedire l'infiltrazione delle acque superficiali all'interno dei rifiuti e la migrazione del biogas verso l'esterno. Terminata l'utilizzazione della discarica per lo smaltimento dei rifiuti, l'intera area interessata viene inerbita e vengono piantate essenze arboree tipiche della zona, al fine di migliorarne l'inserimento paesaggistico.

3. Gli impianti di fase post-raccolta dei RSU afferenti all'ATO 8 – Provincia di Siena, gestiti da Sienambiente

3.1. *L'impianto di selezione e compostaggio di Pian delle Cortine (Comune di Asciano)*

La realizzazione dell'impianto di selezione e compostaggio di Pian delle Cortine rappresenta il primo fondamentale passo verso l'attuazione dei più moderni principi di gestione dei rifiuti delineati dal Piano Provinciale e basati sugli obiettivi di riduzione, recupero di materia ed energia, produzione di compost di qualità e minimizzazione dello smaltimento in discarica.

Gli altri elementi cardine che contribuiranno a perseguire i suddetti obiettivi saranno l'ampliamento e aggiornamento tecnologico dell'impianto di termoutilizzazione di Poggibonsi e l'attivazione del sistema capillare della Raccolta Differenziata fino al raggiungimento dell'obiettivo tendenziale del 50% del rifiuto prodotto.

L'impianto di Pian delle Cortine, attivato ad aprile 2002, riceve attualmente i rifiuti solidi urbani della Provincia di Siena ad eccezione delle aree Amiata, Val d'Elsa e parte della Valdichiana ed i rifiuti organici selezionati FORSU di gran parte della provincia. I primi vengono lavorati e selezionati per ottenere combustibile (materiale ad alto potere calorifico) da impiegare nell'impianto di termovalorizzazione di Poggibonsi per produrre energia elettrica, i secondi costituiscono la matrice per la produzione di *compost di qualità* da impiegarsi in agricoltura come ammendante organico.

Tutte le lavorazioni descritte avvengono in ambienti distinti, progettati in funzione del tipo di attività da svolgere e lasciando comunque ampie possibilità di apportare modifiche ed integrazioni in qualunque momento in funzione delle specifiche esigenze gestionali.

Oltre alle attività principali sopra descritte, all'interno del "complesso impiantistico" sono state inserite due ulteriori specifiche sezioni destinate, rispettivamente, alla valorizzazione dei prodotti della raccolta differenziata (raccolta della carta e raccolta multimateriale) e all'ottimizzazione della gestione del servizio di raccolta, con l'obiettivo di arrivare alla definizione di un complesso integrato e polifunzionale rispondente alle molteplici esigenze connesse con la gestione dei rifiuti.

3.1.1. *Descrizione generale dell'impianto*

L'intero complesso si sviluppa su un'area di circa 10 ettari di superficie individuata all'interno della zona pianeggiante posta alla base della Vallecola del Fosso Campora; tale area è delimitata a sud dal Podere Le Cortine e dalla superstrada Siena-Bettolle e sugli altri tre lati dai rilievi collinari di natura argillosa caratteristici della zona (la superficie coperta è pari a circa 10.000 metri quadrati). Dal punto di vista funzionale, il complesso impiantistico di "Le Cortine" può essere schematicamente suddiviso nelle seguenti 4 sezioni principali:

a. *Impianto di selezione del rifiuto restante dopo la Raccolta Differenziata:*

1. ricevimento,
2. trattamento e separazione frazioni merceologiche definite,
3. caricamento e pressatura del materiale ad elevato potere calorifico.

b. *Impianto di compostaggio e biostabilizzazione:*

1. ricevimento,
2. trattamento, miscelazione e omogeneizzazione dei prodotti,
3. biostabilizzazione del materiale organico da selezione meccanica,
4. compostaggio qualitativo da materiale organico proveniente da raccolta differenziata,
5. raffinazione finale ed eventuale valorizzazione del compost di qualità,
6. stoccaggio del prodotto finito.

c. *Valorizzazione di alcune materie provenienti dai cicli di Raccolta Differenziata (carta, cartone, vetro, plastica, lattine ed altri metalli):*

1. ricevimento,
2. separazione delle varie frazioni, cernita e pulizia,
3. pressatura e stoccaggio temporaneo dei materiali prima delle lavorazioni.

L'impianto di selezione e compostaggio è stato concepito per poter ricevere e trattare le seguenti tipologie di materiali:

A. *materiali provenienti dai normali cicli di raccolta dei rifiuti:*

1. rifiuti restanti dopo raccolta differenziata,
2. rifiuti assimilabili agli urbani;

B. *materiali provenienti da cicli di raccolta differenziata:*

1. frazione organica da raccolta differenziata,
2. fanghi biologici,
3. materiali ligneo-cellulosici,
4. altri materiali compostabili.

Gli automezzi addetti al conferimento delle varie frazioni di materiali e rifiuti da trattare vengono pesati su una pesa a ponte di 18 metri di lunghezza dotata di lettore automatico di budget magnetico, posizionata all'ingresso dell'impianto in prossimità dell'edificio adibito ad uffici e servizi.

Tale area è utilizzata per la pesatura dei mezzi in entrata/uscita e per il controllo. Una volta pesati, gli automezzi proseguono per le rispettive fosse di scarico, dimensionate in base alle quantità e alle caratteristiche qualitative dei materiali da ricevere.

Unica eccezione allo stoccaggio diretto dei materiali in fossa è rappresentata dai materiali ligneo-cellulosici, che vengono dapprima stoccati in un'area pavimentata esterna; da qui, previa biotriturazione da effettuarsi secondo necessità, vengono anch'essi trasferiti, con mezzo meccanico (pala gommata) in dotazione all'impianto, all'interno della fossa di stoccaggio pronti per l'impiego nel ciclo di produzione del compost.

La movimentazione dei materiali dalle rispettive fosse di stoccaggio è effettuata mediante carroponte dotato di benna a polipo azionata da un operatore all'interno della cabina di controllo che, oltre a rifornire le tramogge di carico, deve eliminare eventuali materiali ingombranti provenienti dalla raccolta.

d. Selezione e trattamento dei rifiuti restanti dopo raccolta differenziata

Scopo principale di tale sezione di impianto è quello della produzione di materiale ad elevato potere calorifico dotato di caratteristiche di omogeneità fisiche e chimiche tali da ottimizzare i successivi processi di termodistruzione e di recupero energetico con produzione di energia elettrica.

Tale linea è dimensionata su un flusso orario medio di circa 35 – 40 tonnellate.

La lavorazione complessiva può essere suddivisa nelle seguenti fasi:

1. triturazione e apertura dei sacchetti,
2. vagliatura con separazione di tre tipi di sottoprodotti,
3. deferrizzazione mediante separatori magnetici a nastro,
4. pressatura e carico dei materiali combustibili.

Il rifiuto restante da raccolta differenziata viene prelevato mediante benna a polipo e scaricato nel trituratore-aprisacco, che provvede all'apertura dei sacchetti pieni e ad una prima triturazione del materiale. Dal trituratore, tramite un nastro elevatore a tapparelle, il rifiuto viene trasportato all'interno del vaglio, che costituisce la macchina principale per la differenziazione delle varie frazioni merceologiche, che costituiscono il rifiuto trattato. Esso è realizzato in modo da originare tre flussi di materiali:

1. materiale fine e polveri destinato a discarica,
2. frazione a prevalente matrice organica,
3. frazione secca ad elevato potere calorifico destinato a termovalorizzazione.

Dato che l'obiettivo principale delle operazioni di selezione è quello di generare un materiale combustibile privato della maggior parte di inquinanti (contenuti nelle polveri) e sufficientemente omogeneo, non sono previsti ulteriori stadi di selezione che, oltre a complicare l'impiantistica, incrementerebbero i flussi di scarti destinati a discarica e di materiale a prevalente matrice organica non idoneo alla formazione di compost di qualità agronomicamente accettabili.

Per l'ottimizzazione gestionale del trasporto all'impianto di termovalorizzazione, i materiali vengono inviati tramite nastro trasportatore all'esterno del capannone chiuso, nell'area destinata al caricamento degli automezzi autocompattanti adibiti al trasporto.

Tutte le operazioni sopra descritte avvengono all'interno di un capannone chiuso. Al fine di evitare cattivi odori all'esterno e di rendere idoneo l'ambiente di lavoro, è presente un sistema di

aspirazione che provvede a ricambiare l'aria all'interno, almeno tre volte ogni ora. L'aspirazione dall'interno garantisce la depressione necessaria ad evitare la propagazione di cattivi odori. L'aria estratta viene trattata in un biofiltro per l'eliminazione delle sostanze odorigene contenute nell'effluente. L'aria è distribuita dalla superficie di fondo del biofiltro attraverso una rete di tubazioni fessurate. Lo strato filtrante è costituito da cortecce e radici.

Lo schema impiantistico della sezione di selezione e trattamento dei rifiuti dopo raccolta differenziata è riportato nella seguente figura.

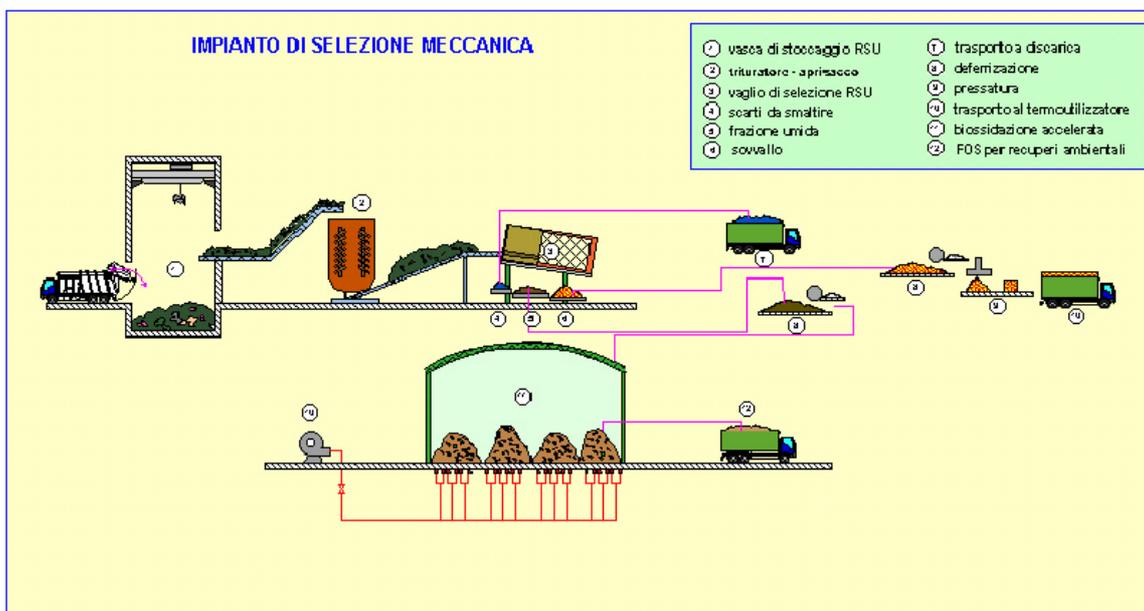


Figura 1. Impianto di selezione meccanica dei rifiuti presso Pian delle Cortine (Comune di Asciano)

3.1.2. Compostaggio di materiali organici raccolti per via differenziata e stabilizzazione di sostanza organica proveniente dalla selezione meccanica

Scopo principale di questa sezione è quello di produrre compost di qualità derivante da materiali provenienti dai cicli di raccolta differenziata. Soprattutto, durante questa prima fase transitoria di organizzazione e ottimizzazione del servizio di raccolta differenziata, fino al raggiungimento della situazione a regime, la potenzialità residua dell'impianto viene utilizzata anche per la produzione di F.O.S. (Frazione Organica Stabilizzata) da matrice organica prodotta nell'impianto di selezione meccanica.

I materiali di partenza per la produzione, rispettivamente, di compost di qualità e F.O.S. sono:

- *Compost di qualità*
 1. rifiuto organico proveniente da raccolta differenziata domestica, scarti della trasformazione agro-alimentare e del commercio e distribuzione di prodotti agro-alimentari;
 2. sfalci, potature e materiale ligneo-cellulosico triturati;
 3. fanghi biologici (eventuale);
 4. eventuali altri materiali omogenei a matrice organica;
- *F.O.S.*
 1. frazione a prevalente matrice organica selezionata mediante l'impianto di selezione meccanica precedentemente descritto;
 2. sfalci, potature e materiale ligneo celluloso triturati;
 3. fanghi biologici (eventuale).

Utilizzando le frazioni sopra indicate possono essere realizzate miscele differenti in funzione di vari fattori, quali il contenuto di sostanza organica, l'umidità etc., al fine di favorire i processi ossidativi e permettere il corretto svolgimento dei processi microbiologici. La flessibilità della struttura progettata permette di affrontare contemporaneamente situazioni intermedie o di passaggio alla situazione di regime senza dover modificare la parte impiantistica.

L'esperienza accumulata durante la gestione di altri impianti di compostaggio relativamente ai processi bioossidativi, la possibilità di utilizzare miscele variabili di prodotti, nonché metodiche e cicli di maturazione differenziati e la conoscenza degli obiettivi chimico-fisici richiesti in funzione degli utilizzi agronomici, permette tra l'altro anche di ottimizzare:

1. la composizione della matrice di partenza e dei corrispondenti parametri operativi (umidità, pH, tempi, tempo di stabilizzazione, etc.) in funzione della qualità dei diversi materiali componenti le matrici;
2. il livello di raffinazione necessario per produrre compost di qualità e quindi le caratteristiche di accettabilità del rifiuto;
3. la procedura operativa per le varie fasi di miscelazione, bioossidazione, maturazione e raffinazione.

Il sistema impiantistico scelto può definirsi a "cumulo continuo aerato" caratterizzato dalla presenza di uno specifico sistema di insufflazione/aspirazione dell'aria per il corretto svolgimento dei fenomeni bioossidativi. *Tale processo rappresenta, in pratica, la riproduzione in condizioni più controllate ed accelerate dei meccanismi di degradazione della sostanza organica che si manifestano in natura e che possono essere descritti in due fasi ben distinte: bioossidazione accelerata e maturazione.*

Nella fase di bioossidazione accelerata, la biomassa presenta un elevato quantitativo di sostanza organica putrescibile, la cui degradazione richiede un notevole consumo di ossigeno. I processi bioossidativi iniziali si sviluppano rapidamente producendo calore, anidride carbonica ed espellendo i liquidi in eccesso; la frazione organica più facilmente degradabile (quali gli zuccheri, gli amminoacidi, gli acidi, etc.) subisce così una rapida digestione grazie all'azione dei batteri termofili (schizomiceti), che determinano l'innalzamento della temperatura che, nell'arco di pochi giorni, può raggiungere e superare i 70°C. In questo periodo una carenza di ossigeno, dovuta a cattiva distribuzione di aria nel materiale o a portata insufficiente può causare asfissia del materiale con conseguente anaerobiosi e compromissione di tutte le fasi seguenti della maturazione. Assumono quindi grande importanza il dimensionamento del sistema di aerazione e la corretta costruzione chimico-fisico-geometrica del cumulo di materiale organico di partenza, in modo da permettere la massima coerenza tra velocità di consumo di ossigeno e capacità di diffusione.

Degradata la frazione organica più fermentescibile, la maggior parte dell'attività batterica tende ad esaurirsi e prendono inizio processi di decomposizione più lenti da parte dei microrganismi specifici che determinano l'umificazione; la temperatura tende a scendere fino a raggiungere valori intorno ai 45-60°C, il pH tende ad abbassarsi fino a stabilizzarsi intorno ai valori prossimi alla neutralità e l'umidità scende a valori non superiori al 40%. Si sviluppa da qui la fase microaerobica di maturazione che, attraverso la sintesi dei polimeri più complessi, determina la formazione di un substrato utile per la produzione di humus.

Dunque, l'impianto può essere schematicamente suddiviso nelle seguenti sezioni:

a. Sezione di preparazione mediante biotriturazione delle sostanze ligneocellulosiche

Per la triturazione dei materiali ligneo cellulose e di eventuali altre frazioni organiche più grossolane prima del loro utilizzo, viene utilizzata una macchina trituratrice cippatrice. Il sistema di triturazione utilizzato effettua la sfibratura dei materiali aumentando quindi la superficie di contatto degli stessi. Tale operazione avviene su un'area pavimentata adiacente all'area destinata allo stoccaggio delle ramaglie. Prima delle successive operazioni si provvede manualmente ad allontanare eventuali componenti inorganici (metalli, plastiche etc.) o altri corpi estranei.

b. Sezione destinata al ricevimento e stoccaggio iniziale dei materiali, preventivamente selezionati ed eventualmente triturati per la formazione del substrato da avviare al compostaggio

Le varie frazioni di materiali organici utilizzabili (FORSU, fanghi biologici, ligneo cellulose e eventuali altri) vengono conferite alle corrispondenti fosse di stoccaggio precedentemente descritte. Il materiale vegetale, preventivamente triturato, viene anch'esso trasferito nell'apposita fossa mediante pala meccanica.

c. Sezione di apertura sacchi, triturazione e omogeneizzazione per la preparazione del substrato

Le varie frazioni di materiali vengono prelevate mediante benna a polipo; unica eccezione è rappresentata dai fanghi biologici, per i quali è stata predisposta una coclea all'interno della fossa di stoccaggio. Le frazioni, in percentuali predefinite in base alla natura dei prodotti di partenza e del compost da ottenere, vengono miscelati in una macchina dotata di coclee dentate controrotanti ad alimentazione elettrica. La macchina, oltre che miscelare attua anche l'apertura e dilacerazione dei sacchetti utilizzati per la FORSU senza la formazione di materiali fini formando una miscela omogenea in qualità e pezzatura.

d. Sezione di bioossidazione accelerata

All'uscita della macchina, un nastro trasportatore provvede al trasferimento del substrato all'interno del capannone di bioossidazione accelerata. Tale capannone è parzialmente tamponato in modo da permettere un parziale ricambio d'aria e rendere controllabili e stabili le condizioni di temperatura e umidità dei cumuli. Un carroponte dotato di sistema con doppio nastro reversibile provvede alla formazione dei cumuli. I rivoltamenti del materiale durante la bioossidazione accelerata sono effettuati mediante un'apposita macchina rivoltacumuli. Sulla pavimentazione di quest'area un sistema di canalette consente, inoltre, la raccolta delle acque di percolazione prodotte durante il processo di compostaggio e l'insufflazione/aspirazione dell'aria di processo. I liquidi di percolazione convogliati in una cisterna interrata, possono essere riutilizzati per l'eventuale umidificazione dei cumuli e la parte in esubero viene inviata alla cisterna di stoccaggio e, successivamente, alla depurazione. Per la distribuzione dell'aria possono essere intervallati cicli di aspirazione/insufflazione adeguati al grado di maturazione, della temperatura, dell'umidità, etc. Tali operazioni sono eseguite in maniera controllata nel rispetto di parametri operativi di corretto funzionamento, basati principalmente sulle misure di temperatura, umidità e pH. I cicli in aspirazione sono utili soprattutto nella prima fase di bioossidazione (primo cumulo) in quanto consentono sia di fornire al materiale fresco in ingresso aria a temperatura maggiore per facilitare l'innesco delle reazioni, sia di eliminare una parte dell'umidità in eccesso inizialmente presente. Per la deodorizzazione dell'aria aspirata è stato realizzato un sistema di biofiltrazione formato da cortecce e radici.

e. Sezione di maturazione

Al termine del ciclo di biossidazione accelerata la pala gommata carica il materiale stabilizzato su un nastro trasportatore di uscita che lo convoglia all'area della maturazione. Tale area scoperta è pavimentata mediante platea in c.l.s. e dimensionata per uno stazionamento del materiale di circa 2 mesi. In questa area non è prevista aerazione forzata, ma l'ossigeno necessario viene fornito semplicemente mediante le operazioni di rivoltamento del cumulo effettuato mediante macchina rivoltacumuli.

f. Sezione di raffinazione e stoccaggio finale dei prodotti pronti per il riutilizzo

Al termine del ciclo di maturazione il compost viene nuovamente prelevato con la pala gommata e conferito alla sezione di vagliatura e di raffinazione al fine di depurarlo dalle parti più grossolane e da eventuali corpi estranei. La raffinazione avviene in due stadi successivi finalizzati alla separazione del compost raffinato da altro materiale organico avente caratteristiche idonee ad essere reimmesso nel ciclo e dal materiale di scarto destinato allo smaltimento o alla termovalorizzazione. L'aria dell'ambiente di lavorazione viene aspirata con apposite cappe e convogliata in filtro a maniche per la depolverazione. Il materiale vagliato viene trasportato nell'area pavimentata esterna per la stabilizzazione finale prima della sua immissione nel mercato (*compost di qualità*).

Lo schema impiantistico della sezione di compostaggio appena descritta è riportato nella seguente figura.

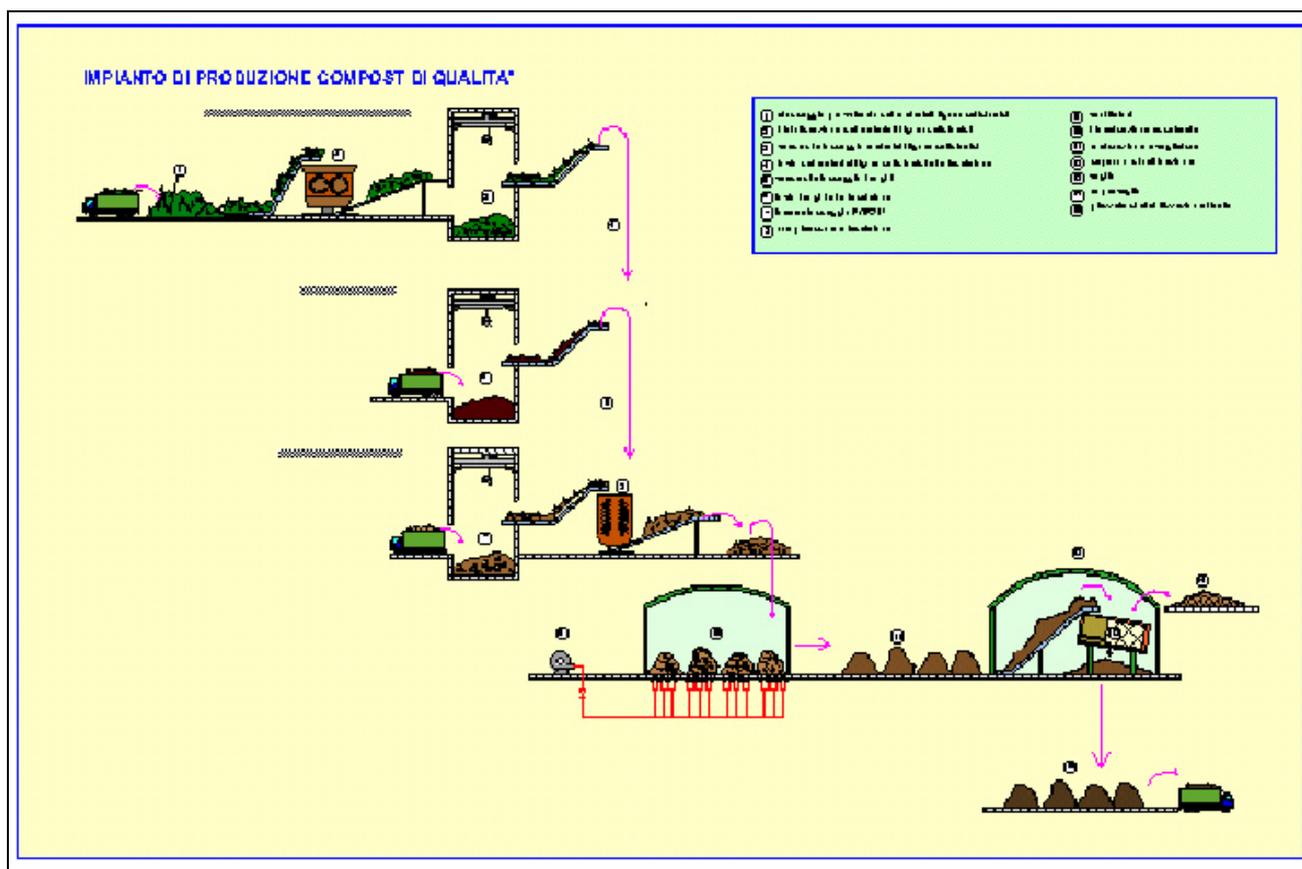


Figura 2. Impianto di produzione del compost di qualità "Terra di Siena" a Pian delle Cortine (Comune di Asciano)

3.1.3. Valorizzazione dei prodotti della raccolta differenziata

La possibilità di recuperare materiali dai rifiuti, quando risulta fattibile sotto l'aspetto tecnico e ambientale, si scontra a volte con gli elevati costi del recupero di alcune tipologie. Questo vale

soprattutto per quelle tipologie che vengono prodotte in quantitativi limitati e in modo molto frammentato in un territorio come quello della Provincia di Siena, caratterizzato da grandi superfici e bassa densità abitativa. A seguito di quanto previsto dal D.Lgs. 22/1997 ed in particolare con la completa emanazione dei decreti attuativi, che introducono procedure semplificate per il recupero di materia ed energia dai rifiuti, è prevedibile che il quantitativo di rifiuti recuperati aumenti ulteriormente in modo da minimizzare l'ammontare dei rifiuti che vengono smaltiti negli impianti di smaltimento previsti dal Piano Provinciale.

Per quanto riguarda il recupero di materia dai rifiuti solidi urbani risulta essenziale un ottimale sviluppo della RD ai fini dell'ottenimento di materiali di qualità, esenti da sostanze contaminanti, o comunque entro i limiti previsti dagli accordi finalizzati alla possibilità di riutilizzo e alla corresponsione degli incentivi. Pertanto la scelta di realizzare un impianto di selezione e valorizzazione della RD ha lo scopo di ottenere un prodotto, per ogni frazione merceologica, pronto al riciclaggio.

L'impianto tratta i materiali provenienti dalla raccolta differenziata per lo più domestica e, in particolare, i flussi di materiale celluloso, carta e cartone, e quelli originati dalla cosiddetta raccolta multimateriale, in cui nel medesimo contenitore si conferiscono bottiglie di vetro, lattine di banda stagnata, lattine di alluminio, contenitori per liquidi in plastica.

I trattamenti previsti sono in effetti di tre tipi:

1. selezione di materiali con classificazione merceologica diversa (es. plastica, vetro, lattine dalla raccolta multimateriale),
2. selezione di materiali della stessa famiglia merceologica (es. carta di diverse qualità, cartone dalla raccolta differenziata di carta e cartone),
3. separazione di materiale estraneo dai flussi in ingresso, per ottenere la qualità richiesta per i successivi possibili riutilizzi.

L'impianto riceve dal bacino senese circa 8.000 tonnellate all'anno di materiali provenienti dalla Raccolta Differenziata multimateriale e 11.000 tonnellate all'anno di carta e cartone; inoltre, potrà ricevere altro materiale dai comuni limitrofi al territorio provinciale. Sarà articolato per trattare a periodi alterni i suddetti due flussi di materiali secondo il seguente schema sintetico:

a. Raccolta Differenziata Multimateriale

Il nastro estrattore convoglia il materiale su un nastro elevatore dosatore che, a sua volta, alimenta un vaglio di pulizia per l'asportazione dei materiali fini; all'uscita del vaglio il materiale viene immesso su un nastro attraversato da un separatore magnetico per l'asportazione dei materiali ferrosi, che vengono convogliati in un cassone che ha anche funzione di stoccaggio.

I materiali leggeri (plastica e alluminio) vengono aspirati con l'ausilio di una cappa aspirante, che è collegata con una camera di calma che fa precipitare in basso i materiali. L'aria di aspirazione viene filtrata prima di essere immessa in atmosfera.

I materiali leggeri vengono scaricati su un nastro che li porta fino al separatore a correnti parassite che estrae l'alluminio; il metallo così separato viene convogliato in uno stoccaggio sufficiente per una settimana di produzione. Da qui può essere convogliato alla pressa per la formazione di balle per agevolare le operazioni di stoccaggio e di trasporto.

La plastica viene convogliata su un nastro e sottoposta al controllo di qualità di un operatore e successivamente viene scaricata in uno stoccaggio sufficiente a contenere la quantità selezionata nel corso di un turno di lavoro. Lo stoccaggio della plastica alimenta direttamente il nastro della successiva fase di pressatura.

Il vetro, depurato dai materiali ferrosi e leggeri, prosegue sul nastro trasportatore dove è ricavata una postazione di selezione e se necessario un operatore procede al controllo di qualità.

b. Raccolta Differenziata Carta e Cartone

Nell'impianto possono essere effettuate operazioni di pulizia e selezione delle varie tipologie di materiali cartacei come cartone, carta grafica, bianco, etc; mediante il nastro elevatore/dosatore il materiale raggiunge la cabina di selezione, dove gli operatori procedono manualmente all'eliminazione dei materiali indesiderati e alla separazione delle diverse tipologie cartacee. Queste raggiungono gli stoccaggi sottostanti tramite le bocchette di caduta. Gli stoccaggi temporanei ricavati sotto le bocchette consentono di procedere alle successive operazioni di pressatura operando sequenze determinate dalle rispettive velocità di riempimento.

Tutti i prodotti ottenuti dai processi di selezione e valorizzazione sopra descritti possono essere a questo punto avviati al trattamento in idonei impianti di trattamento.

Lo schema impiantistico della sezione di selezione e trattamento dei rifiuti dopo raccolta differenziata è riportato nella seguente figura.

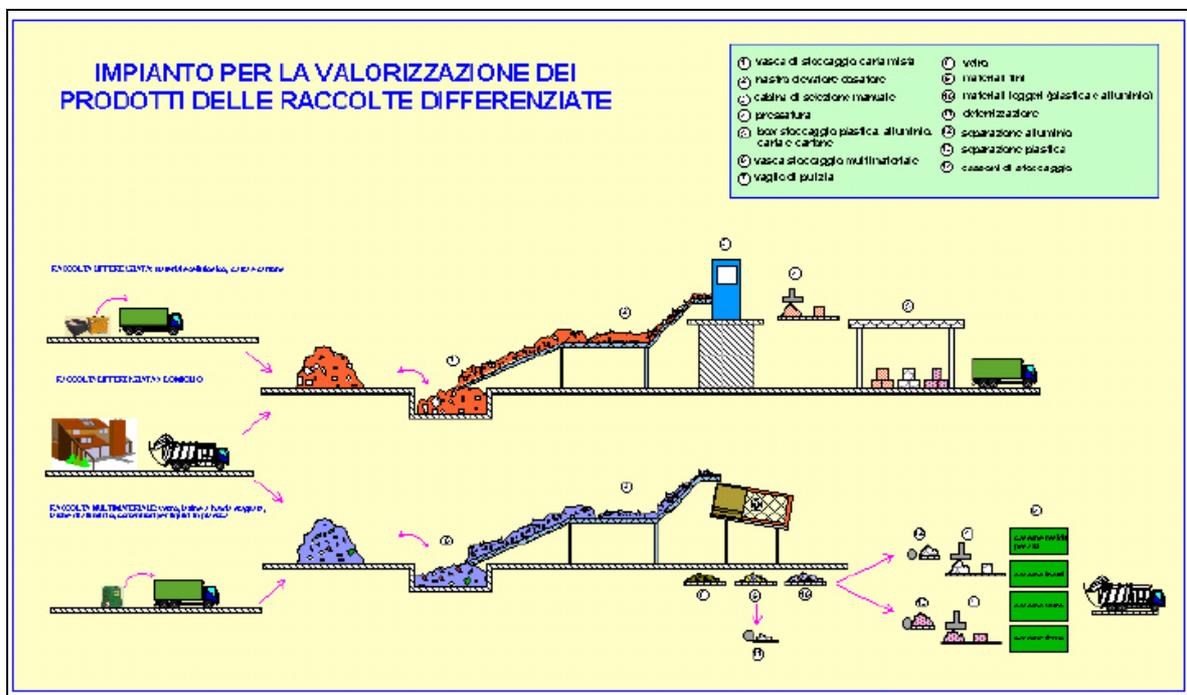


Figura 3. Impianto per la valorizzazione dei prodotti della raccolta differenziata di Pian delle Cortine (Comune di Asciano)



Figura 4. Veduta panoramica dell'impianto di selezione

Figura 5. Particolare esterno dell'impianto di Pian delle Cortine



Foto 6. Particolare interno dell'impianto: cumulo di compost

3.1.4. Il compost di qualità "Terra di Siena"

La qualità del compost "Terra di Siena" è certificata dal CIC (Consorzio Italiano Compostatori), che ne controlla i parametri con analisi bimestrali. La legge 748 del 19 ottobre 1984 (come modificata dal Decreto 27 marzo 1998), disciplina forme e modalità di etichettatura e commercializzazione di concimi ed ammendanti in Italia. Il prodotto compost "Terra di Siena" è classificato come: *ammendante compostato misto*.

- *Composizione chimica*
 1. pH 7,8,
 2. Sostanza organica 50 % s.s.,
 3. Azoto totale 2,4 % s.s.,
 4. Fosforo totale (come P₂O₅) 1,6 % s.s.,
 5. P otassio totale (come K₂O) 2,1 % s.s.,
- *Caratteristiche merceologiche*
 1. Pezzatura <10 mm (fine),
 2. Umidità (40-50%) (media),
 3. Peso specifico (550-650 kg/m³) (media).

Per le particolari caratteristiche agronomiche il prodotto compost "Terra di Siena" può essere comparato al letame con la differenza che contiene un quantitativo di acqua inferiore.

	<i>Letame vaccino</i>	<i>Letame ovino</i>	<i>Compost terra di Siena</i>
<i>Acqua (Kg)</i>	750	700	450
<i>Sostanza secca (Kg)</i>	250	300	550
<i>Sostanza organ. (Kg)</i>	200	210	275
<i>Azoto (Kg)</i>	6	8	13,2
<i>Fosforo* (Kg)</i>	2,5	2,3	8,8
<i>Potassio** (Kg)</i>	7	15	11,5

* P₂O₅ ** K₂O

Tabella 3. Confronto tra letame vaccino, letame ovino e compost (10 q.li di compost Terra di Siena vs. 10 q.li letame)

In sintesi, dal confronto con il letame si deduce che: 10 q.li di compost “Terra di Siena” apportano maggiori quantità di sostanza organica, di azoto, fosforo e potassio. La dose media consigliata è 250 q.li di compost per ettaro. “Compost Terra di Siena” può essere utilizzato sia per produzioni convenzionali che biologiche, in quanto il prodotto è “consentito in agricoltura biologica” secondo la circolare Mipaf n.8/1999.

3.2. *L’impianto di termovalorizzazione di “Pian dei Foci” (Comune di Poggibonsi)*

L’impianto di Pian dei Foci, insieme con quello di selezione e compostaggio di Pian delle Cortine, costituisce l’elemento cardine per l’attuazione del Piano Provinciale di gestione dei rifiuti andando a completare il *sistema integrato*. Secondo il Piano, infatti, i rifiuti restanti dopo la raccolta differenziata, previa un’ulteriore valorizzazione attuata nell’impianto di selezione di Pian delle Cortine, dovrebbero essere termicamente trattati per produrre energia.

Il potenziamento dell’impianto di *Termovalorizzazione di Pian dei Foci*, previsto dal Piano Provinciale per la gestione dei rifiuti in Provincia di Siena, è quindi finalizzato alla produzione di energia elettrica utilizzando, come combustibile, i materiali ad elevato potere calorifico selezionati nell’impianto di selezione centralizzato di Pian delle Cortine, oltre che modeste quantità di rifiuti assimilabili agli urbani selezionati o rifiuti solidi urbani residui dopo raccolta differenziata ed eventuali altre tipologie di rifiuti autorizzate.

Tale impianto, oltre ad essere inserito, come polo di trattamento rifiuti, nel Piano Provinciale sopra citato, risulta conforme al Piano Energetico Regionale, che prevede la possibilità di recupero energetico da rifiuti per la Provincia di Siena, per una potenza installata complessiva pari a 8,4 MW.

3.2.1. *Descrizione dell’impianto*

L’intervento proposto dal Piano provinciale prevede la realizzazione di una nuova linea di termovalorizzazione, ad integrazione delle due linee esistenti; la realizzazione di quest’ultima avverrà sulla stessa area attualmente destinata ad impianti tecnologici. I lavori verranno realizzati in modo da ottimizzare l’integrazione tra le nuove costruzioni e le strutture esistenti; in particolare, saranno uniformate ed unificate le sezioni di stoccaggio e alimentazione dei rifiuti conferiti, i sistemi di controllo ed analisi, nonché tutti i servizi generali di stabilimento. A completamento del polo di termovalorizzazione, saranno riviste tutte le opere di urbanizzazione, compresi piazzali di accesso e manovra e viabilità di accesso.

L’impianto in oggetto può essere suddiviso nelle seguenti sezioni principali:

a. Ricevimento, stoccaggio e alimentazione rifiuti

Lo stoccaggio dei residui da trattare avverrà all’interno di fosse di stoccaggio, la cui capacità è determinata sulla base delle quantità da trattare, dei pesi specifici presunti per ciascuna tipologia di residui e di un tempo di stoccaggio massimo di tre giorni. La nuova fossa sarà unificata all’esistente e gestita da un unico carroponete. Saranno previsti appositi setti amovibili per consentire la separazione delle differenti frazioni di rifiuti e, in particolare, dei rifiuti della Val d’Elsa dagli altri. I rifiuti vengono movimentati all’interno della fossa e alimentati alle tramogge dei forni mediante un carroponete munito di benna a polipo. Per i rifiuti ospedalieri è invece prevista un’area di scarico indipendente, dotata di sistema di alimentazione ai forni indipendente e parzialmente automatizzata.

b. Combustione

La combustione avviene all'interno di un reattore a griglia mobile avente pareti refrattarie. All'interno del reattore si distingue una zona di alimentazione ed accensione dei residui, una di combustione e una di finizione della combustione. Oltre ai residui combustibili, nella camera di combustione viene immessa l'aria necessaria alla combustione; questa viene dosata in maniera automatica in funzione delle effettive esigenze per ogni zona di combustione. Le pareti del forno vengono altresì raffreddate ad acqua mediante tubazioni collegate al circuito caldaia, in modo da migliorare lo sfruttamento dell'effetto dell'irraggiamento in camera di combustione e ridurre il fenomeno di fusione e attacco delle scorie sulle pareti del forno. Ai fini di una più efficace e sicura combustione dei residui caratterizzati da elevati poteri calorifici, saranno adottate anche griglie innovative raffreddate.

c. Caldaie a recupero

Nelle caldaie a recupero viene sfruttato il contenuto termico dei fumi per produrre vapore surriscaldato da utilizzare per la produzione di energia elettrica. Nello stesso tempo lo scambio termico permette di ridurre la temperatura dei fumi fino a valori di circa 230 °C, compatibili con le successive fasi di depurazione dei fumi. La prima zona della caldaia, a pareti membranate, è in grado di ridurre la temperatura dei fumi, il surriscaldatore è ubicato all'interno della caldaia ad una temperatura di circa 600 °C. Il vapore surriscaldato da inviare in turbina viene prodotto alla pressione di 40 bar e alla temperatura di 360 °C. La produzione di vapore complessiva stimata varia da 36 a 42 tonnellate per ora, in funzione dell'efficienza del sistema e della quantità di residui trattati. Il contributo delle linee esistenti, a sua volta, varia da 5 a 9 tonn/ora.

d. Linea depurazione fumi

Il regime normativo di riferimento che regola le emissioni inquinanti e ne fissa i limiti è costituito dal DM 503/1997. Visti i notevoli progressi fatti, in questi ultimi decenni, l'impianto in questione, in questa sezione, sarà in grado di fornire prestazioni depurative superiori ai limiti di legge. Il sistema depurativo previsto è a secco al fine di evitare effluenti liquidi di difficile e onerosa depurazione; in linea di massima, sarà costituito da una torre di condizionamento fumi, da un reattore per abbattimento acidi, microinquinanti organo-clorurati e metalli pesanti, da un filtro a maniche per l'eliminazione delle polveri e da una sezione per l'abbattimento degli ossidi di azoto.

e. Ciclo termico per la produzione di energia elettrica

La produzione di energia elettrica avviene immettendo il vapore surriscaldato in una turbina a vapore accoppiata ad un alternatore. Il nuovo impianto andrà ad integrare quello esistente da poco avviato, dedicato alle due linee esistenti. La turbina potrà operare sia con il solo vapore prodotto nella nuova linea che con tutte le linee comprese quelle oggi in esercizio. Tenendo conto di un rendimento di conversione complessivo stimato pari al 22%, l'energia complessiva prodotta sarà di circa 6,2 MW medi nel caso di sola nuova linea e di 7,7 con allacciate anche le linee esistenti.

La situazione attuale dell'impianto deriva dal completamento dei lavori di bonifica dell'adiacente discarica e di realizzazione della sezione destinata alla produzione di energia elettrica.

3.2.2. Termovalorizzazione in Toscana

In Toscana, il Piano Regionale prevede la riduzione dell'uso delle discariche per il rifiuto tal quale, promuovendo la raccolta differenziata, il compostaggio della sostanza organica e la

termovalorizzazione per il resto dei rifiuti non riciclabili. Purché gli impianti abbiano un elevato rendimento nel recupero dell'energia, una taglia minima che permetta una gestione in attivo dal punto di vista economico, un sistema di depurazione dei fumi all'altezza dei tempi, cioè capace di assicurare il rispetto dei limiti alle sostanze inquinanti in assoluta sicurezza.

I moderni impianti di termovalorizzazione rappresentano il frutto di un approfondimento scientifico e di un progresso tecnologico, che hanno avuto luogo nella seconda metà degli anni Ottanta e nei primi anni Novanta, in particolare in Svezia e in Germania, dopo una riflessione sui potenziali rischi dalle emissioni degli impianti precedentemente costruiti, che determinò di fatto una moratoria nella realizzazione di nuovi impianti e nell'uso di quelli già funzionanti. Il risultato degli studi eseguiti è stato positivo: con nuove tecniche costruttive e con precise norme di conduzione si possono mantenere per le emissioni nei limiti di massima sicurezza.

In sintesi, fanno ormai parte di una conoscenza consolidata, normalizzata e condivisa i seguenti criteri tecnici e gestionali: la combustione deve essere condotta entro limiti precisi, in modo da mantenere condizioni di perfetta ossidazione per un tempo minimo di 2 sec. con almeno 850 °C, anche nelle fasi di accensione e spegnimento. In questo modo, tenendo sotto continuo controllo l'ossigeno residuo, l'ossido di carbonio e l'anidride carbonica è possibile evitare la formazione di microinquinanti durante la combustione. I limiti richiesti sono facilmente ottenuti, perché il processo è sempre sotto controllo con l'aiuto di strumenti di misura che forniscono continuamente i dati alle centraline (in varie forme computerizzate), che automaticamente possono azionare bruciatori ausiliari, regolare il flusso di aria, etc. Gli acidi forti (solforico e cloridrico), che si trovano nei fumi a valle della combustione, sono eliminabili con il lavaggio dei fumi con soda o calce nelle torri di reazione appositamente costruite. Si possono utilizzare filtri a tessuto resistenti a temperature elevate e capaci di fermare particelle di dimensioni microbiche, per cui si ha l'abbattimento delle polveri al disotto di 10 mg/Nmc (invece dei 200, che erano prescritti negli anni '80). Con il dosaggio del carbone attivo si possono eliminare le infinitesime tracce di diossine (che possono formarsi in fase di raffreddamento dei fumi) al disotto del limite di 100 picogrammi (1 picogrammo è un milionesimo di un milionesimo di grammo); con il dosaggio di composti ammoniacali nei fumi si può abbassare la formazione di ossidi di azoto al disotto di limiti che i motori a scoppio e persino i bruciatori a metano non riescono a rispettare.

Le polveri fermate dai filtri hanno un elevato contenuto di sostanze tossiche e debbono essere trattate in modo da imprigionarle in materiali inerti tipo cemento, con additivi che impediscono che in seguito possano essere rilasciate per dilavamento anche in sostanze acide. Dopo questo trattamento, debbono essere comunque messe in particolari discariche. Queste regole e queste tecniche sono ormai in uso dall'inizio degli anni '90 e i dati di funzionamento degli impianti, dove sono applicate, non hanno mai più dato ragione di allarme; la ricerca si è ormai spostata sui miglioramenti del rendimento di trasformazione dell'energia termica contenuta nei rifiuti in energia elettrica, che è quella più facilmente trasportabile ed utilizzabile. L'energia contenuta nei rifiuti a base di legno, carta, vegetali e di altre sostanze organiche è da considerarsi energia rinnovabile, dato che questi materiali derivano dalla sintesi dell'anidride carbonica atmosferica e la loro combustione è in alternativa alla decomposizione naturale: il risultato in termini di restituzione all'atmosfera di anidride carbonica è all'incirca lo stesso ed è in equilibrio con la sottrazione all'atmosfera di altrettanta anidride carbonica con cui si forma nuova sostanza organica per effetto della fotosintesi clorofilliana. Diverso è il caso della plastica, che costituisce il 30% circa dell'energia contenuta nei rifiuti, dato che rappresenta un materiale proveniente dal petrolio.

L'inceneritore di Poggibonsi, già evoluto in termovalorizzatore, in quanto abbinato ad una centrale termoelettrica da 1,2 MWb, produce delle emissioni "a norma di legge"; è da notare però che quando si ha a che fare con limiti normativi di emissioni in atmosfera, essi si riferiscono alle concentrazioni e non alla massa, per cui non sono in grado di tenere conto della risposta del sistema.

3.3. Impianti di stoccaggio definitivo: le discariche

Gli impianti di stoccaggio definitivo, ovvero le discariche, rappresentano la metodologia di smaltimento dei rifiuti più utilizzata ad oggi in Italia. Apparentemente facile da realizzare e poco onerosa, la discarica presenta problematiche ben più complesse di quanto non si supponga.

La metodologia della discarica nasce in tempi molto antichi, ma le ridotte quantità di materiali scartati e la biodegradabilità di essi rendeva il sistema eco-compatibile. Con l'ingresso di plastica e latta e del sistema consumistico "usa e getta", che ha portato ad una crescita esponenziale della produzione di rifiuti nei paesi industrializzati, il problema dell'eliminazione del rifiuto è divenuto più rilevante. Il vuoto legislativo, che è rimasto fino al 1982, non ha facilitato la situazione italiana e solo dal 1997 con l'entrata in vigore del Decreto Legislativo n. 22 del 5/02/1997, noto come "Decreto Ronchi", si è iniziato a gettare le basi per un sistema di gestione integrata dei rifiuti. Secondo la nuova normativa nazionale (e regionale) l'utilizzo degli impianti di stoccaggio definitivo *dovrà essere limitato allo smaltimento dei soli rifiuti inerti*, privilegiando il recupero energetico tramite combustione, il riutilizzo di materiali e la raccolta differenziata. Attualmente, in Provincia di Siena, sono attive 8 discariche, sette delle quali gestite da Sienambiente SpA, per uno smaltimento complessivo previsto per l'anno 2001 di oltre 166.000t di rifiuti urbani e speciali. Secondo le previsioni del Piano Provinciale di gestione dei rifiuti, al termine di questa fase transitoria necessaria alla creazione di nuovi impianti centralizzati di selezione, compostaggio e termovalorizzazione, rimarranno attive solo due discariche "Le Macchiaie" nel Comune di Sinalunga e "Poggio alla Billa" nel Comune di Abbadia S. Salvatore.

La fase transitoria prevede la chiusura delle discariche di "Le Fornaci" (Comune di Monticiano), di "Cornia" (Comune di Castelnuovo Berardenga), di "Buche di Poggio Bianco" (Comune di Monteroni d'Arbia), di "Cavernano" (Comune di Cianciano Terme) ed infine si prevede la chiusura della discarica di "Torre a Castello" (Comune di Asciano).

Nelle cartine seguenti sono riportate le ubicazioni degli impianti esistenti:



Figura 7. Impianti esistenti per la gestione dei rifiuti nella Provincia di Siena (dati del 2001)

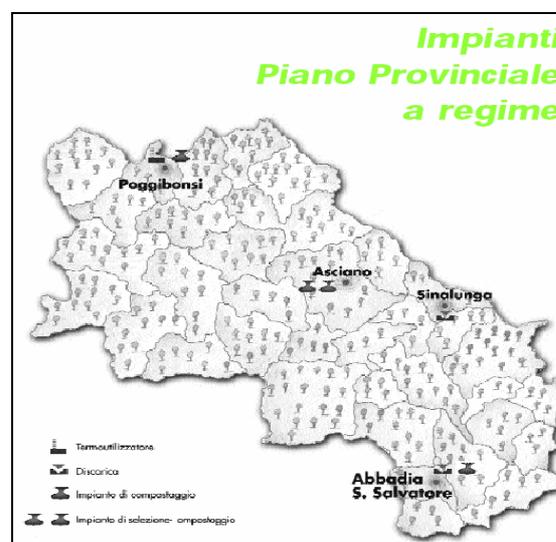


Figura 8. Impianti previsti dal Piano Provinciale per la gestione dei rifiuti nella Provincia di Siena

Lo stoccaggio definitivo sul suolo e nel suolo dei rifiuti deve essere effettuato in impianti che devono rispettare alcuni requisiti tecnici minimali:

1. ubicazione,
2. geologia e geotecnica del suolo,
3. protezione delle acque dall'inquinamento,
4. drenaggio e captazione del percolato,
5. smaltimento del biogas,
6. tecniche di conduzione,
7. drenaggio di acque superficiali,
8. attrezzature e servizi,
9. sistemazione finale e recupero dell'area.

In passato la discarica rappresentava un luogo dove i rifiuti venivano abbandonati in modo incontrollato, spesso lungo scarpate, su argini di torrenti e fiumi o comunque in posizioni tali da favorire un naturale allontanamento verso valle; i liquidi prodotti dalla degradazione dei rifiuti venivano dispersi nell'ambiente con conseguenti contaminazioni delle acque sotterranee e superficiali. Allo scopo di ridurre il volume occupato, i rifiuti spesso venivano bruciati provocando la formazione di composti pericolosi per la salute dell'uomo e per l'ambiente.

Oggi le tecniche di realizzazione delle discariche consentono la costruzione di impianti sicuri, in quanto vengono adottate misure di sicurezza tali da garantire il controllo su tutte le emissioni prodotte, siano esse solide, liquide e gassose. Per evitare emissioni incontrollate è necessario, quindi predisporre appositi sistemi di contenimento e captazione, che rendano la discarica un sistema isolato dall'ambiente circostante.

Le maggiori contaminazioni ambientali prodotte da una discarica possono essere sicuramente ricondotte al percolato ed al biogas, i cui effetti negativi possono interferire sull'ambiente idrico ed aeriforme del territorio circostante all'impianto.

3.3.1. *Il percolato*

Con percolato viene indicato il liquido che si forma all'interno della discarica per effetto della degradazione della sostanza organica contenuta nei rifiuti e per dilavamento meteorico. Allo scopo di evitare l'infiltrazione di tale liquido sulle pareti e sul fondo della discarica devono essere adottate alcune tecniche costruttive tali da garantire la completa impermeabilizzazione dell'invaso. Questa può essere ottenuta o con materiali naturali, quali l'argilla o attraverso la posa in opera di geosintetici. La presenza di affioramenti di argilla, con permeabilità inferiore a 10-16 cm/sec., nell'area della discarica rappresenta la massima garanzia alla contaminazione delle acque sotterranee.

Quando le caratteristiche geologiche naturali dei terreni non offrono sufficienti garanzie di permeabilità, gli invasi delle discariche vengono resi impermeabili attraverso la posa in opera di teli di polietilene ad alta densità (HDPE), saldati l'uno all'altro ed ancorati sul bordo superiore dell'invaso.

I liquidi che si formano all'interno della discarica vengono, quindi, drenati mediante condotte poste sul fondo dell'invaso e convogliati all'esterno attraverso tubazioni di HDPE per poi essere raccolti in apposite vasche; da qui il percolato stoccato viene inviato o attraverso una condotta o con autocisterne agli impianti di depurazione. In alcuni casi l'impianto di raccolta e stoccaggio del percolato può essere dotato di un impianto di pretrattamento o di depurazione in sito; il percolato infatti è un liquido non pericoloso, ma con carico inquinante tale, in caso di abbondanti sversamenti, da limitare la crescita vegetativa e provocare la contaminazione di acque di falda.

3.3.2. Biogas

In condizioni anaerobiche le sostanze putrescibili messe a dimora in discarica tendono a decomporre sviluppando una miscela gassosa comunemente indicata con il nome di biogas. La composizione del biogas è essenzialmente data da metano e anidride carbonica, oltre a piccole quantità di azoto (N₂), ammoniaca (NH₃), ossido di carbonio (CO), idrogeno (H₂), idrogeno solforato (H₂S), ossigeno (O₂) e tracce di altri tipi di idrocarburi ed altri composti (diclorometano, benzene, toluene, etc.). I valori di riferimento per la composizione del gas si attestano come riportato nella tabella successiva.

<i>PARAMETRI</i>	<i>U.D.M.</i>	<i>Valore</i>
Metano	%	30/60
Anidride carbonica	%	40/70

Tabella 4. Valori medi di riferimento per la composizione del biogas

I quantitativi e la composizione del biogas prodotto da una discarica non presentano caratteristiche costanti nel tempo, sia per la diversa produzione che avviene nelle trasformazioni che supera complessivamente i 15 anni, sia per i conferimenti di rifiuti, che generalmente variano di anno in anno per quantità e composizione merceologica. La figura seguente indica l'andamento della produzione di biogas nel tempo.

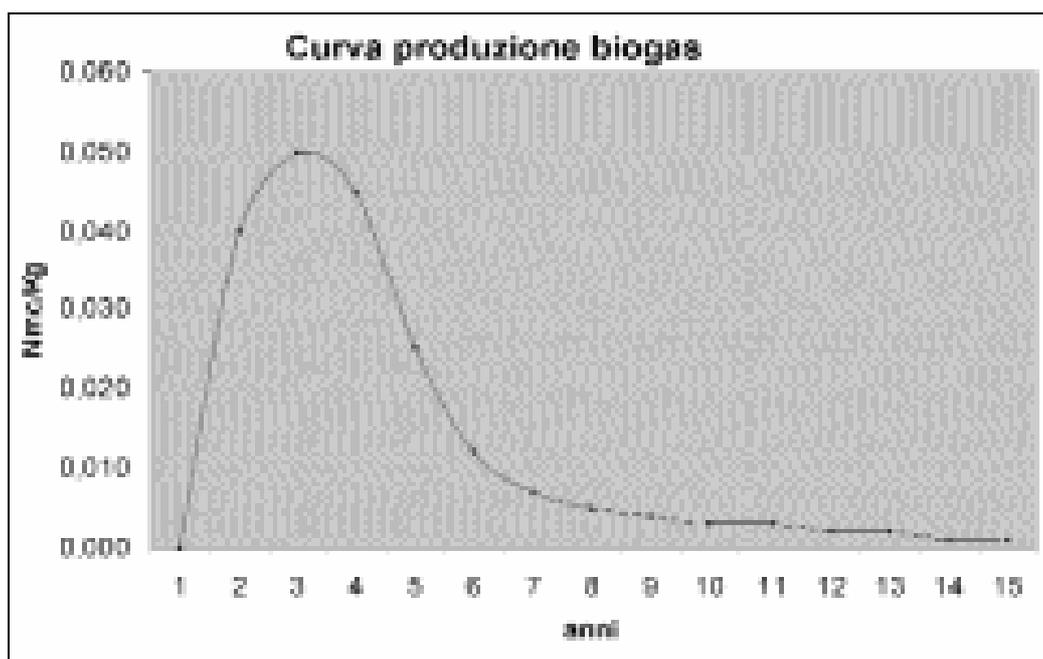


Grafico 1. Curva di produzione del biogas

Il biogas, a seconda del quantitativo prodotto, cioè della dimensione dell'impianto, può essere:

1. liberamente disperso nell'atmosfera se in quantità esigue, a seguito di specifica autorizzazione,
2. combusto sulle teste dei pozzi con apposite torce statiche,
3. convogliato mediante tubazioni in HDPE ad un una torcia dotata di gruppo aspiratore,
4. convogliato a motori endotermici per il recupero energetico termoelettrico.

La produzione di biogas, alimentata dalla decomposizione della materia organica, provoca una riduzione di volume della stessa con fenomeni di cedimenti, che devono essere previsti già in fase di progettazione.

Il biogas prodotto all'interno della discarica viene captato attraverso condotti (camini), realizzati nei rifiuti per tutto il loro spessore, allo scopo di evitare la formazione di sacche e ristagni all'interno della massa dei rifiuti; dai camini il biogas viene convogliato attraverso tubazioni alla torcia dove avviene la combustione. In presenza di elevati quantitativi di biogas, il calore prodotto dalla combustione può essere utilizzato anche per la produzione di energia elettrica.

3.3.3. Modalità di bonifica e di riqualificazione dei siti adibiti a discarica

Tra i maggiori impatti dovuti alla discarica, troviamo l'occupazione del territorio e l'impatto visivo. Il problema della localizzazione degli impianti di smaltimento e trattamento rifiuti è spesso legato al loro inserimento ambientale nel territorio circostante.

La realizzazione di una discarica implica la realizzazione di volumi da rendere disponibili per il conferimento di rifiuti. Durante la coltivazione, la discarica viene suddivisa in lotti o settori allo scopo di occupare porzioni ristrette e limitare le superficie esposte agli agenti meteorici. Terminato il riempimento di ciascun settore si procede alla realizzazione della copertura definitiva e quindi alla apertura del settore adiacente. Tale modalità di riempimento consente di limitare al massimo l'impatto visivo oltre che ottimizzare tecnicamente la produzione di percolato e l'emissione di cattivi odori.

La copertura definitiva di una discarica implica la creazione di una superficie impermeabile allo scopo di impedire l'infiltrazione delle acque superficiali e la fuoriuscita del biogas. Tale superficie può essere realizzata attraverso la posa in opera di geosintetici in HDPE o utilizzando argilla disposta in strati. Infine, l'intera superficie della discarica viene ricoperta con uno strato di terreno vegetale per favorire la crescita della vegetazione; questa, oltre che limitare l'instaurarsi di fenomeni di erosione, che possono nel tempo compromettere il buon funzionamento dell'impianto, ha lo scopo di mitigare l'impatto visivo della discarica e quindi di consentire un corretto inserimento nel paesaggio circostante.

Le fasi di gestione di una discarica non si limitano, pertanto, al periodo di coltivazione, ma necessitano anche di un *periodo di controllo e gestione post-chiusura*.

Nella *fase di coltivazione* il ciclo del rifiuto si riassume nelle seguenti fasi:

1. pesatura e controllo dei mezzi in ingresso,
2. scarico e costipazione con macchine compattatrici,
3. copertura giornaliera con inerti e altro materiale idoneo.

Per quanto riguarda i RSU., dal peso specifico dei sacchetti dell'immondizia nel cassonetto di circa 0.3/0.4 kg/dm³ si arriva a valori di 0.9 kg/dm³ dopo la compattazione.

Le operazioni che devono essere eseguite nella *fase di post-chiusura* della discarica sono:

1. controllo sul funzionamento dell'impianto di drenaggio e raccolta del percolato,
2. controllo sul funzionamento della rete di captazione e combustione del biogas,
3. manutenzione della copertura e della rete di raccolta delle acque superficiali,
4. manutenzione della vegetazione.

L'utilizzo delle discariche per i Rifiuti Solidi Urbani (RSU) è destinato a ridursi progressivamente fino ad un utilizzo per soli materiali residui di combustione o di trattamento, cioè inertizzati. In Provincia di Siena tale obiettivo potrà essere raggiunto solo a seguito della realizzazione degli impianti centralizzati attraverso i quali i rifiuti potranno essere trattati e recuperati nelle loro diverse frazioni merceologiche e, quindi, smaltiti in discarica solo per i residui non riutilizzabili. Questa gestione dei rifiuti comporta una notevole riduzione dei volumi da smaltire negli impianti di stoccaggio definitivo, quindi una maggiore vita delle discariche ed un minore impatto ambientale.

Capitolo Quarto

GLI IMPIANTI DI SMALTIMENTO DEI RSU

Secondo Gruppo

di Cristina Golini

1. Premessa

Lo Stato italiano ha emanato il Decreto Lgs. n. 22 del 2 febbraio 1997 per la gestione dei rifiuti, detto Decreto Ronchi, con il quale si stabilisce una nuova modalità di gestione dei rifiuti basata sulla prevenzione (art. 3), sul recupero (art. 4) e solo come ultima possibilità c'è il ricorso allo smaltimento (art. 5).

Questo decreto stabilisce che:

1. lo smaltimento dei rifiuti deve essere effettuato in condizioni di sicurezza e costituisce la fase residuale della gestione dei rifiuti. I rifiuti da avviare allo smaltimento finale devono essere il più possibile ridotti potenziando la prevenzione, le attività di riutilizzo e di recupero;
2. gli impianti di incenerimento possono smaltire i rifiuti solo se il processo di combustione è accompagnato da recupero energetico, cioè se si verifica trasformazione del potere calorifico dei rifiuti in energia utile;
3. è consentito smaltire in discarica solo i rifiuti inerti, i rifiuti individuati da specifiche norme tecniche ed i rifiuti che rimangono come residui delle operazioni di riciclaggio, di recupero e di smaltimento.

I sistemi di smaltimento più diffusi sono: la discarica controllata e l'incenerimento.

2. L'incenerimento

Si tratta di un sistema di smaltimento che richiede la *combustione dei rifiuti per ridurre il volume ed ottenere un residuo minimo ed inerte, con recupero di energia*.

I materiali che escono da un inceneritore sono classificati come *rifiuti speciali* e come tali richiedono *adeguati trattamenti*. Le ceneri (pari a circa un terzo del volume di rifiuti immessi), i carboni attivi dei filtri di fumi, gli inerti nel caso di letto fluido ed i fanghi della depurazione delle acque di trattamento dei fumi concentrano cloro, fluoro, zolfo, metalli tossici, ossidi di azoto, etc., e contengono composti pericolosi generatisi nel processo di combustione, inquinanti non presenti all'origine nei rifiuti, come diossine, furani, PCB, fenoli, etc.. Si tratta in molti casi di sostanze estremamente persistenti e bioaccumulanti, che hanno causato danni sanitari molto rilevanti secondo numerose statistiche e pertanto vanno riposte in discariche per rifiuti pericolosi. Quindi, *l'inceneritore non evita la discarica*, ma anzi richiede il ricorso a discariche speciali, la cui localizzazione e gestione presenta difficoltà notevolmente superiori rispetto ad una discarica per rifiuti urbani.

Vista la scarsa efficacia come impianti di trattamento dei rifiuti, la normativa ridefinisce gli inceneritori come *termovalorizzatori*, evidenziando il beneficio energetico derivante dall'utilizzo del calore prodotto dalla combustione dei rifiuti rispetto a quando vengono riposti direttamente in discarica.

L'incenerimento, anche a prescindere dai problemi di inquinamento che produce, non rappresenta quasi mai una valida alternativa al risparmio energetico ottenibile con il riciclaggio.

I gas che si producono durante la combustione, prima di essere lasciati liberi di diffondersi nell'ambiente, subiscono un abbattimento delle polveri per poter soddisfare i limiti previsti dalla legge.

I *rifiuti solidi* che si producono durante la combustione sono:

1. le *scorie*, cioè i residui solidi che vengono estratti dal forno per via indipendente dai fumi (sostanze organiche, silicati, ossidi di ferro, di alluminio e di magnesio, metalli pesanti, solfati, cloruri e fluoruri) sono pari a circa il 25-30% rispetto al peso dei rifiuti in entrata, e sono considerate rifiuti da smaltire e riuscire a recuperarle servirà a diminuire l'impatto ambientale ed a favorire una maggiore protezione ambientale;
2. le *ceneri* e le *polveri volatili*, che vengono estratti dal forno insieme ai fumi, vengono abbattute dagli impianti di depolverizzazione; la quantità dipende dal sistema di combustione e dal dispositivo installato lungo il percorso dei fumi, mentre la composizione è simile a quella delle scorie;
3. i prodotti di reazione della depurazione dei gas di scarico.

I rifiuti urbani giunti all'impianto di incenerimento vengono stoccati in una fossa sufficientemente ventilata per allontanare i gas e l'acqua di condensa; poi avviene un pretrattamento dei rifiuti ingombranti in modo che ciò che è possibile viene inviato al recupero, quello che non è combustibile viene separato, il resto viene sottoposto a frantumazione.

I rifiuti vengono caricati dalla gru nella parte alta dei forni, da qui scendono in fondo al pozzo, dove un dispositivo di dosaggio distribuisce i rifiuti sulla sottostante griglia; poi ci sono due camere di combustione ed un sistema di accensione dei forni.

Il camino dell'impianto deve essere sufficientemente alto da favorire la dispersione degli inquinanti emessi e deve essere munito di un sistema per analizzare il carbonio organico e i cloruri. Se la combustione non è completa, si formano delle sostanze pericolose, quali le diossine e i furani; dunque, è necessario un'alta temperatura e dei lunghi tempi di contatto. I principali prodotti della combustione sono: anidride carbonica, acqua, acido cloridrico, acido fluoridrico, anidride solforosa, ossido di azoto e biossido di carbonio.

2.1. *Il processo della combustione*

La combustione è un processo di ossidazione con sviluppo di calore, dove le sostanze inerti subiscono solo delle modifiche chimiche. La componente combustibile dei rifiuti è costituita da sostanze organiche che contengono carbonio, idrogeno e zolfo, che vengono ossidati ad anidride carbonica, acqua ed anidride solforosa. Soprattutto a causa dell'eterogeneità dei rifiuti solidi urbani, questo processo non è completo, per cui i fumi possono contenere ossido di carbonio, idrocarburi leggeri, scorie, etc.

2.2. *Il trattamento delle scorie*

La parte ferrosa contenuta nelle scorie viene condotta al recupero in metallurgia, mentre le scorie residue vengono vagliate e separate, solo quelle superiori a certe dimensioni vengono portate in discarica.

2.3. *Il recupero del calore di combustione*

Il calore di combustione può servire a produrre:

1. acqua calda,
2. vapore surriscaldato,
3. energia elettrica.

3. La discarica controllata

Un tempo, tutto o quasi tutto, andava a finire in discarica, pertanto le discariche erano numerose e spesso nemmeno ben costruite. Oggi, con la nuova legislazione, esiste un piano provinciale che prevede la riduzione radicale delle discariche, dal momento che si deve prima di tutto operare un recupero ed un riciclo dei rifiuti. Quando questo piano sarà a regime, le discariche della provincia di Siena, che un tempo erano circa quaranta, diventeranno solo due; dunque, pian piano le discariche non saranno più il sistema principale di smaltimento dei rifiuti.

La discarica è un *luogo dove vengono depositati in maniera non selezionata i rifiuti solidi urbani e tutti i rifiuti provenienti dalle attività dell'uomo, che non si possono riciclare o utilizzare come combustibile negli impianti di termovalorizzazione*. Essa prevede lo stoccaggio definitivo dei rifiuti per strati sovrapposti per:

1. facilitare la fermentazione delle sostanze organiche,
2. evitare l'inquinamento dell'ambiente circostante, cioè l'acqua, il suolo, l'aria,
3. evitare di disturbare la popolazione con odori sgradevoli, rumori, dispersione di polveri e sviluppo d'insetti.

Pertanto lo stoccaggio definitivo di rifiuti in una discarica è una soluzione praticabile solo a determinate condizioni, che possono essere ricondotte ai seguenti principi generali:

1. la discarica deve essere situata in luoghi con caratteristiche stabili per tempi superiori a quelli di persistenza delle sostanze da smaltire e della loro pericolosità (tempi che in alcuni casi possono essere assai lunghi);
2. in base alla pericolosità delle sostanze da smaltire, la discarica deve presentare barriere naturali o artificiali, che isolino i rifiuti dall'ambiente esterno, in particolare dai principali vettori di diffusione costituiti dalle acque sotterranee e dall'aria;
3. la discarica, per tutto il tempo di persistenza del pericolo relativo ai rifiuti contenuti, deve essere controllata con sistemi di monitoraggio sulle acque dei pozzi circostanti e di pozzi di controllo appositamente scavati; devono, inoltre, essere previsti sistemi di captazione del percolato e del gas eventualmente prodotto dai processi di fermentazione.

Attualmente, in base alla vigente normativa, esistono tre diversi tipi di discarica:

1. le discariche per rifiuti inerti,
2. le discariche per rifiuti non pericolosi che comprendono anche i solidi urbani,
3. le discariche per rifiuti pericolosi.

4. L'impatto inquinante delle discariche

Le discariche inquinano:

1. l'aria con emissioni di anidride carbonica, metano, ma anche con odori sgradevoli,
2. l'acqua con dispersione di pesticidi, composti organici, nitrati e di metalli pesanti,
3. il terreno con occupazione di spazio e deposito di materiali nel suolo.

Una moderna discarica deve prevedere dei sistemi di captazione di metano e anidride carbonica, dal momento che questi due gas fanno parte dei gas serra, responsabili dei cambiamenti climatici. Inoltre, i residui di molti rifiuti condotti in discarica restano attivi per molti anni e producono sostanze che possono contaminare il terreno e le falde acquifere; per cui necessita che la discarica sia ben costruita, venga ben controllata, non solo durante il suo funzionamento, ma anche quando verrà chiusa. È dimostrato che dopo la chiusura di una discarica si possono trovare tracce di questi inquinanti anche per periodi lunghissimi, addirittura tra i 300 e i 1.000 anni.

Nella peggiore delle ipotesi, come nel caso delle *discariche incontrollate ed abusive*, che non prevedono nessuna impermeabilizzazione artificiale e non presentano sufficienti barriere naturali, il percolato, con il suo carico inquinante, viene direttamente disperso nei corsi d'acqua superficiali o nelle acque sotterranee.



Figura 1. *Discarica abusiva*



Figura 2. *Avviso di sequestro discarica abusiva*

5. La struttura di una discarica

In generale, in funzione delle caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche del luogo prescelto, vengono realizzati tre tipi di discariche:

1. *discariche in avvallamento*: realizzate per riempimento di vecchie cave non più in uso o di fosse scavate appositamente nel terreno (tipo a),
2. *discariche rialzate*: che poggiano a livello del piano di campagna e si sviluppano in altezza (tipo b),
3. *discariche in pendio*: realizzate a ridosso dei pendii, per riempimento di spaccature aperte lungo i versanti dovuti a cave, zone calanchive, etc. (tipo c).

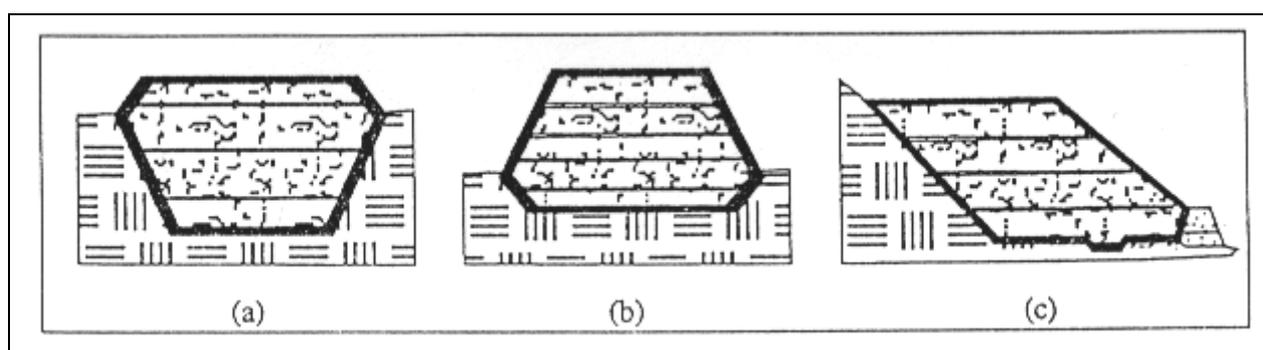


Figura 3. *Le tipologie strutturali delle discariche per rifiuti*

I processi di decomposizione delle sostanze organiche, che avvengono ad opera dei batteri anaerobici, presenti nelle discariche, portano alla produzione di *percolato e biogas*, la cui diffusione nell'ambiente causa inquinamento del suolo, dell'acqua e dell'aria. Per questo motivo quando si costruisce una discarica si deve limitare il flusso degli inquinanti verso l'ambiente esterno, tramite la presenza di barriere a bassa permeabilità di origine naturale per la presenza di un terreno ricco di argilla, o tramite la costruzione di barriere impermeabili artificiali.

Le discariche, inoltre, devono essere dotate di un sistema di drenaggio e raccolta del percolato; infatti, la frazione organica liquida altamente inquinante, che si forma in seguito alla biodegradazione, si raccoglie tra i rifiuti e poi in assenza di ulteriori interventi tende a fuoriuscire dagli argini o ad accumularsi sul fondo.

I condotti di raccolta del percolato sono inseriti in uno strato drenante molto permeabile posto sopra la base impermeabile e diretti verso un pozzo di raccolta. Da qui viene prelevato e convogliato in una vasca di decantazione, dalla quale viene inviato ad un impianto di depurazione per il suo trattamento.

Una discarica completamente isolata (tramite un'impermeabilizzazione naturale o artificiale) diviene un accumulatore di biogas. Per evitare dispersioni nel sottosuolo e diffusione nell'aria di cattivi odori e danni alla vegetazione, il biogas viene raccolto attraverso un sistema di captazione costituito da pozzi verticali, dai quali partono delle tubazioni fessurate, disposte orizzontalmente in modo da raggiungere tutte le zone della discarica. La pressione, alla quale sono sottoposti i gas all'interno della discarica, ne permette la raccolta e l'asportazione; il biogas raccolto viene convogliato e condotto al punto in cui avviene la combustione.

Nelle discariche di grandi dimensioni viene progettato un impianto per lo sfruttamento ed il riutilizzo del biogas prodotto, poiché i rifiuti smaltiti in discarica producono biogas per 20-30 anni.

In base alla normativa italiana sulle discariche è necessario definire la stabilità del terreno di fondazione, dei versanti e dell'accumulo dei rifiuti. Il terreno di fondazione deve essere in grado di supportare i sovrastanti componenti della discarica, in modo da garantire la stabilità e l'integrità; i problemi di stabilità dei versanti di una discarica dipendono dal modo in cui è costruita e solitamente sono maggiori nelle discariche rialzate.

Per poter ridurre il rischio di franamento degli argini perimetrali, si può aumentare la stabilità iniziale:

1. operando un consolidamento,
2. predisponendo dei sistemi per intercettare le acque prima della loro infiltrazione,
3. impermeabilizzando il fondo e le pareti,
4. controllando il drenaggio del percolato e del biogas.

6. Sistemazione finale dell'area di discarica

Quando si opera la chiusura della discarica e la bonifica dell'area si deve ridurre l'infiltrazione delle acque meteoriche superficiali, per limitare la produzione del percolato, controllare le perdite di biogas nell'atmosfera ed, infine, recuperare a verde la zona della discarica.

Una volta che la discarica non verrà più utilizzata, dovrà essere ricoperta, pertanto al momento della progettazione si deve tener presente il tipo di rifiuti presenti in discarica, gli eventuali e possibili assestamenti del terreno in cui è costruita la discarica, i valori delle precipitazioni, etc., per capire quale potrebbe essere la direzione di flusso delle acque di ruscellamento.

Il suolo vegetale necessario per la copertura va scelto in base a:

1. ph, di cui quello ottimale deve essere leggermente acido, cioè di circa 6,5, in modo da contrastare l'azione di evaporazione del percolato, che nelle discariche chiuse è, invece, leggermente basico,
2. contenuto dei nutrienti,
3. condizioni locali del clima,
4. specie vegetali che sono state previste.

Nel luogo dove c'era una discarica deve essere messa una vegetazione il più vicino possibile a quella del luogo in cui è presente la discarica stessa, ovvero le essenze autoctone. La mortalità delle piante, che sono posizionate sopra la discarica, è molto alta, perché il terreno in cui si sviluppa la vegetazione ha bisogno di tempo per maturare e soprattutto perché il drenaggio dell'acqua inizialmente non è perfetto; inoltre, le fughe di gas non perfettamente raccolto dal sistema di aspirazione provoca il soffocamento delle radici delle piante.

7. Il percolato di discarica

La produzione di percolato in discarica rappresenta una delle maggiori problematiche di impatto ambientale degli impianti di interrimento controllato dei rifiuti. L'acqua di origine meteorica, infiltrandosi attraverso l'ammasso di rifiuti stoccati, si carica di un numero incalcolabile di combinazioni organiche ed inorganiche trasformandosi in un refluo con caratteristiche tossiche (percolato) che può contenere:

1. composti organici alogenati difficilmente degradabili,
2. concentrazioni elevate di azoto ammoniacale,
3. forti concentrazioni saline,
4. metalli pesanti.

Il percolato prodotto, giunto sul fondo della discarica, esercita una pressione tendendo ad attraversare le barriere impermeabili esistenti; una minima discontinuità nell'impermeabilizzazione rappresenta una via di fuga di queste acque contaminate verso le falde sotterranee, con conseguenze ambientali potenzialmente molto serie; successivamente il percolato, prima di essere trattato, viene drenato in apposite tubazioni e pompato in cisterne di stoccaggio provvisorie.

L'età della discarica e le variazioni meteorologiche sono senza dubbio i parametri che generalmente influiscono sui volumi di percolato prodotto e le sue caratteristiche qualitative; per cui necessita prevedere un impianto di trattamento che non sia solo flessibile dal punto di vista dei volumi da trattare, ma anche in grado di depurare un refluo che presenta nel tempo caratteristiche fisico-chimiche differenti. I trattamenti di base per il percolato prodotto in discariche controllate si possono suddividere in trattamenti di tipo biologico e di tipo chimico-fisico.

Si giustifica pertanto l'interesse verso soluzioni impiantistiche modulari, in grado di trattare un fluido di tali caratteristiche con l'obiettivo di raggiungere, in uscita dal trattamento, concentrazioni relativamente basse di composti organici, ammoniaca, idrocarburi alogenati e metalli pesanti con una bassa tossicità per la fauna acquatica.

Nella maggior parte dei casi la depurazione del percolato avviene all'esterno dell'impianto di smaltimento rifiuti. L'art. 2 del D. Lgs. n. 36/2003, relativo alla gestione delle discariche, fornisce la più recente definizione di percolato: "liquido che si origina prevalentemente dall'infiltrazione di acque nella massa dei rifiuti o dalla decomposizione degli stessi". Il percolato, quindi, si origina dalla naturale decomposizione, in parte indotta dal contatto con le acque piovane, dei rifiuti stoccati presso una discarica. Di conseguenza, ai sensi dell'art. 7 del Decreto Ronchi, il percolato da discarica, in quanto "derivante dall'attività di recupero e smaltimento di rifiuti", è a sua volta qualificabile come rifiuto e, in particolare, come rifiuto speciale. Non esistono forme possibili di "riutilizzo", anche previo trattamento.

Inoltre, il D.Lgs. n. 36/2003 sulle discariche considera il percolato come un elemento di pericolo per i terreni e le falde ed impone al gestore della discarica una serie di incombenze (monitoraggi, metodi di riduzione, captazione) volti a garantirne la raccolta e lo smaltimento secondo

modalità idonee, onde evitare che lo stesso, lasciato filtrare nel suolo, possa causare un inquinamento dell'area circostante la discarica e magari raggiungere la falda.

L'impianto di trattamento deve essere autorizzato ai sensi della normativa sui rifiuti e il deflusso del percolato deve rispettare i limiti di cui al D.Lgs. n. 152/1999 ed essere autorizzato ai sensi della normativa sugli scarichi.

Attualmente, in Italia, il percolato viene sottoposto a trattamenti di depurazione spesso non idonei a rimuovere efficacemente gli inquinanti in esso contenuti. Il rispetto dei limiti allo scarico nelle acque superficiali (fiumi e laghi) è sovente assicurato dalla semplice diluizione del percolato nei liquami con cui viene frammisto. Ciò, in assenza di prescrizioni più severe da parte di molte autorità di controllo sul trattamento di questo rifiuto, ha spesso causato il disinteresse verso lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie più efficaci e moderne. In altri Paesi europei, Svizzera e Germania soprattutto, tali tecnologie si stanno affermando come una valida soluzione, che risolva effettivamente il problema del percolato.

Un sistema è basato su un bioreattore a membrana (MBR) per la depurazione del percolato, con particolare riferimento alla rimozione dell'azoto secondo un processo innovativo, che consente consistenti risparmi energetici e di reagenti, oltre alla rimozione di buona parte degli inquinanti più difficilmente biodegradabili.

8. Il biogas

Con il termine biogas si intende una *miscela di vari tipi di gas* (per la maggior parte metano) *prodotto dalla naturale fermentazione batterica in anaerobiosi* (assenza di ossigeno) *dei residui organici provenienti da rifiuti*: vegetali in decomposizione e carcasse in putrescenza. L'intero processo vede la decomposizione del materiale organico da parte di alcuni tipi di batteri, producendo anidride carbonica, idrogeno molecolare e metano. Oltre alla già nota importanza del metano come gas ad effetto serra, la sua presenza nelle discariche deve essere monitorata attentamente a causa delle sue caratteristiche esplosive in ambienti confinati non appena la sua concentrazione risulta compresa tra il 5 ed il 15%. Inoltre, esso risulta dannoso sia per l'uomo, perché può provocare asfissia in ambienti chiusi, che per la vegetazione provocando asfissia delle radici.

Negli ultimi anni sono state sviluppate interessanti tecnologie che, tramite l'utilizzo di batteri in appositi "fermentatori", sono in grado di ottenere grandi quantità di biogas dai rifiuti organici urbani e dal letame prodotto dagli allevamenti. Il gas metano prodotto in questo processo può essere, quindi, utilizzato per la combustione in caldaie da riscaldamento o nei motori a scoppio.

La CO₂ prodotta dalla combustione del metano così ricavato permette quasi di pareggiare il bilancio dell'anidride carbonica emessa in atmosfera: la CO₂ emessa dal biogas è la stessa CO₂ fissata dalle piante (o assunta dagli animali in maniera indiretta tramite le piante), al contrario di quanto avviene per la CO₂ emessa ex-novo dalla combustione dei carburanti fossili. Ulteriore vantaggio ecologico nell'utilizzo del biogas è quello di impedire la diffusione nella troposfera del metano emesso naturalmente durante la decomposizione di carcasse e vegetali: il metano è, infatti, uno dei gas-serra più potenti ed è quindi auspicabile la sua degradazione in CO₂ ed acqua per combustione.

Di particolare interesse, ai fini delle valutazioni inerenti la produzione di biogas, è il calcolo della presenza di sostanza organica biodegradabile e di cellulosa nelle frazioni "carta, cartone e legno"; un elevato contenuto di sostanza organica favorisce la produzione di biogas e metano. La percentuale di metano nel biogas varia, a seconda del tipo di sostanza organica alimentata e dalle condizioni di processo, da un minimo del 50% fino all'80% circa.

9. La depurazione del biogas

Per il *recupero dell'energia dal biogas* si impone un impianto di depurazione che consenta di abbattere gli inquinanti senza dispersioni in atmosfera, ma inviandoli al sistema di trattamento del percolato, consentendo così lo smaltimento negli impianti preposti a questo scopo e ottenere un biogas depurato, che permette un funzionamento ottimale dei motori endotermici e un livello di emissioni in atmosfera ampiamente entro i limiti; cioè la presenza di CO₂ nel biogas viene ridotta nel processo di abbattimento e nelle torri di lavaggio. Una corretta combustione, con un giusto apporto di O₂, porta alla formazione di H₂O, che viene persa sotto forma di vapore e di CO₂ senza dare origine al dannoso CO.

L'idrogeno solforato si ottiene dalla fermentazione anaerobica di prodotti che contengono composti di zolfo, il quale viene abbattuto pressoché totalmente nelle colonne di lavaggio e quindi avviato al trattamento, evitando così sia la dispersione nell'ambiente sia il trascinamento verso i motori endotermici utilizzatori. L'acido cloridrico e l'acido fluoridrico vengono anch'essi interamente abbattuti, trasformandosi in cloruri e fluoruri di sodio e calcio, avviati quindi all'impianto di trattamento.

10. Le linee guida per l'applicazione dell'analisi di rischio alle discariche

L'analisi del rischio ambientale è stata sviluppata come strumento per valutare i dati di tossicità di sostanze a cui la popolazione è o può essere esposta e per quantificare i rischi potenziali per la salute. Le discariche possono costituire un rischio per la salute e l'ambiente, per un tempo che può essere molto lungo, a causa delle possibili emissioni di percolato e biogas nel loro intero ciclo di vita. In particolare, l'analisi del rischio fornisce un supporto decisionale e una giustificazione per la progettazione e la gestione dei sistemi barriera, di fondo e finale, dei sistemi di monitoraggio ambientale e delle procedure operative.

Le linee guida si propongono di individuare i metodi e definire i concetti e i criteri attraverso i quali poter applicare le procedure generiche, già indirizzate ai siti contaminati, al caso specifico delle discariche; in quest'ottica viene, quindi, sviluppato il modello concettuale per tale sito specifico, individuando le tre componenti fondamentali, ossia la sorgente, i percorsi e i bersagli.

La sorgente viene identificata nella stessa discarica e nei suoi potenziali contaminanti: percolato e biogas. I percorsi e le possibili vie di esposizione vengono individuati in comparti ambientali quali l'atmosfera, le acque sotterranee, il suolo ed il sottosuolo. Infine, sono individuati i bersagli, cioè i soggetti sensibili alla contaminazione da percolato (acque sotterranee e superficiali) e da biogas (uomo ed ecosistemi), tenendo conto dei fenomeni di diffusione e di trasporto del percolato e del biogas.

Il risultato dell'analisi di rischio porta alla determinazione del potenziale rischio presente, sulla base delle informazioni raccolte per le tre componenti del modello. Tale metodologia consente, in considerazione dei risultati ottenuti, di individuare delle misure correttive e degli interventi atti a ridurre o quantomeno gestire il rischio identificato.

Inoltre, lo stesso strumento può essere di supporto alla progettazione sia dei sistemi di controllo delle emissioni dell'impianto che di quelli di monitoraggio ambientale, contribuendo ad individuare, in ogni specifico caso, i livelli di guardia per le sostanze rappresentative dell'eventuale contaminazione.

L'*obiettivo* principale delle linee guida, dunque, è quello di poter *fornire dei criteri di riferimento* a coloro che prevengono, controllano e gestiscono il potenziale rischio indotto da un impianto di discarica, in modo tale da scegliere le *migliori tecnologie* attualmente disponibili per il *controllo delle emissioni della discarica*.

SECONDA PARTE

Strumenti per la programmazione e gestione dell'attività didattica

Capitolo Primo

CALENDARIO DIDATTICO

A cura di Domenico Muscò

REGIONE TOSCANA - PROVINCIA DI SIENA – COMUNE DI ASCIANO

PROGETTO INFEA - BANDO 2005

Corso di Educazione Ambientale

PER UN FUTURO SENZA RIFIUTI

Stili di vita e comportamenti preventivi nella gestione della risorsa rifiuto

Scuola Media “Luigi Magi” di Asciano – POF 2005-2006

DATA	ORARIO	MODULO	UNITA' DIDATTICHE	DOCENTE	SEDE
Lunedì 6 Marzo 2006	Primi 2 gruppi Classe 3° B 9.10/11.10 Secondi 2 gruppi Classe 3° A 11.40/13.40	1° Modulo <i>Stili di vita e cittadinanza ambientale dei rifiuti</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Stili di vita e modelli di consumo: riflessione sui meccanismi di induzione dei bisogni, - Comportamenti individuali e familiari: come ridurre gli sprechi, - Analisi di programmi tv e dei modelli proposti rispetto ai consumi, - Principi di prevenzione e precauzione per la riduzione dei rifiuti, - Sviluppo sostenibile e diritti intergenerazionali, - Definizione del termine “rifiuto”, - Impatto ambientale dei rifiuti: inquinamento idrogeologico ed atmosferico, - Impronta ecologica: l’impatto dei stili di consumo sull’ambiente, - Come evitare la produzione di rifiuti? come ridurre il consumo di risorse? quali rifiuti riciclare? - I prodotti realizzati con materiali riciclati, - La normativa ambientale italiana in materia di rifiuti, - Le competenze degli enti locali: il Piano provinciale dei rifiuti. 	<p><i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini</p> <p><i>Docenti scuola:</i> Alfonso Riva Maria Grazia Neri</p> <p><i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini</p> <p><i>Docenti scuola:</i> Maria Grazia Neri Licia Sonetti</p>	Scuola Media “Luigi Magi” di Asciano Aula
Lunedì 13 Marzo 2006	Primi 2 gruppi Classe 3° B 9.10/11.10 Secondi 2 gruppi Classe 3° A 11.40/13.40	2° Modulo <i>La gestione ed il controllo del ciclo di vita dei rifiuti</i>	<ul style="list-style-type: none"> - La “Regola delle 4 R” (riuso, riciclo, recupero, riduzione), - Il Sistema integrato per la gestione rifiuti (raccolta, stoccaggio, recupero, riciclaggio, smaltimento), - Il sistema Toscano: le comunità d’ambito dei rifiuti (ATO), - Le funzioni del soggetto gestore unico per il servizio integrato dei rifiuti: il caso di “Sienambiente”, - Principio della responsabilità ambientale condivisa (produttori-consumatori): “chi inquina, paga”, - Il principio dell’equità: chi non produce rifiuti non paga niente. 	<p><i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini</p> <p><i>Docenti scuola:</i> Alfonso Riva Maria Grazia Neri</p> <p><i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini</p> <p><i>Docenti scuola:</i> Maria Grazia Neri Licia Sonetti</p>	Scuola Media “Luigi Magi” di Asciano Laboratorio

<p>Lunedì 20 Marzo 2006</p>	<p>Primi 2 gruppi Classe 3° B 9.10/11.10</p> <p>Secondi 2 gruppi Classe 3° A 11.40/13.40</p>	<p>3° Modulo</p> <p><i>La tipologia dei rifiuti in ambiente urbano ed extraurbano</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Categorie dei rifiuti: domestico, urbano, agricolo ed industriale, - Classificazione in dettaglio dei rifiuti domestici ed urbani, - RD Multimateriale della frazione secca: carta, cartone, plastica, metalli, tessili, legno, vetro, - La frazione organica umida: scarti organici di cucina, sfalci di giardinaggio, carta da cucina, etc., - I rifiuti urbani voluminosi: legno, metalli, elettrodomestici, computer, RAEE, - I rifiuti urbani pericolosi: medicinali scaduti, batterie esauste, contenitori di prodotti tossici e infiammabili, batterie auto esaurite, - I rifiuti speciali, tossici e nocivi. 	<p><i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini</p> <p><i>Docenti scuola:</i> Alfonso Riva Maria Grazia Neri</p> <p><i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini</p> <p><i>Docenti scuola:</i> Licia Sonetti Maria Grazia Neri</p>	<p>Scuola Media “Luigi Magi” di Asciano</p> <p>Laboratorio</p>
<p>Lunedì 27 Marzo 2006</p>	<p>Primi 2 gruppi Classe 3° B 9.10/11.10</p> <p>Secondi 2 gruppi Classe 3° A 11.40/13.40</p>	<p>4° Modulo</p> <p><i>La raccolta differenziata urbana: modalità e strumenti</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemi di organizzazione ed obiettivi della raccolta differenziata (RD), - Raccolta di abiti ed indumenti usati e mediante conferimento in appositi contenitori, - Raccolta gratuita su chiamata di materiali inerti, - Centri di raccolta e rifiuterie: rifiuti riciclabili che non possono essere inseriti in contenitori per RD, - Classificazione dei contenitori per rifiuti urbani: cassonetti, campane, bidoni, sacchi, - Postazioni di raccolta e contenitori (cassonetti e bidoni in aree inaccessibili): uno per ciascun flusso, - Cosa inserire e cosa non inserire nelle campane del multilaterale, nei cassonetti dell'indifferenziato, nel cassonetto dell'organico, nei bidoni dei rifiuti speciali e pericolosi, - Frequenze temporale di raccolta: 3 turni di raccolta settimanale per l'indistinto e tre per l'organico. 	<p><i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini</p> <p><i>Docenti scuola:</i> Alfonso Riva Maria Grazia Neri</p> <p><i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini</p> <p><i>Docenti scuola:</i> Licia Sonetti Maria Grazia Neri</p>	<p>Scuola Media “Luigi Magi” di Asciano</p> <p>Laboratorio</p>
<p>Lunedì 3 Aprile 2006</p>	<p>Primi 2 gruppi Classe 3° B 9.10/11.10</p> <p>Secondi 2 gruppi Classe 3° A 11.40/13.40</p>	<p>5° Modulo</p> <p><i>Fase post- raccolta dei RSU – 1° Parte</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inquadramento tipi di impianti per la selezione, valorizzazione e smaltimento dei rifiuti, - L'autosufficienza degli impianti di trattamento preliminare, recupero e smaltimento in ATO, - L'innovazione tecnologica al servizio della migliore gestione dei rifiuti, - La risorsa del riciclaggio: i prodotti ecologici e la generazione dei biodegradabili (es. il Mater-Bi), - Modalità di smaltimento: gli impianti di selezione, trattamento e valorizzazione dei rifiuti urbani: <ol style="list-style-type: none"> 1. il compostaggio per la produzione di compost dalla frazione organica, 2. la termovalorizzazione per il recupero di energia dalla frazione combustibile dei rifiuti trattati. 	<p><i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini</p> <p><i>Docenti scuola:</i> Alfonso Riva Maria Grazia Neri</p> <p><i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini</p> <p><i>Docenti scuola:</i> Licia Sonetti Maria Grazia Neri</p>	<p>Scuola Media “Luigi Magi” di Asciano</p> <p>Laboratorio</p>

Mercoledì 10 Maggio 2006	9-12.30 2 Gruppi: Classe 3° A + Classe 3° B	6° Modulo <i>Escursione agli impianti di fase post- raccolta dei RSU</i>	- Visita all'impianto di compostaggio per la frazione organica "Le Cortine" (Asciano): produzione del compost di qualità "Terra di Siena".	<i>Ingegnere Sienambiente</i> Alessio Biagini Domenico Muscò <i>Docenti scuola:</i> Sonia Sandroni Carlo Berrettini Fabrizio Cappelli Alessandra Mita	Scuola Media "Luigi Magi" di Asciano Escursione: Le Cortine (Asciano).
Lunedì 15 Maggio 2006	9-12.30 1 Gruppo: Classe 3° A	6° Modulo <i>Escursione agli impianti di fase post- raccolta dei RSU</i>	- Visita all'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti di "Pian dei Foci" (Poggibonsi): produzione dell'energia elettrica CDR.	<i>Ingegnere Sienambiente</i> Alessio Biagini Domenico Muscò <i>Docenti scuola:</i> Sonia Sandroni Marusca Saletti	Scuola Media "Luigi Magi" di Asciano Escursione: Pian dei Foci (Poggibonsi).
Mercoledì 17 Maggio 2006	9-13 1 Gruppo: Classe 3° B	6° Modulo <i>Escursione agli impianti di fase post- raccolta dei RSU</i>	- Visita all'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti di "Pian dei Foci" (Poggibonsi): produzione dell'energia elettrica CDR.	<i>Ingegnere Sienambiente</i> Claudio Bellucci Domenico Muscò <i>Docenti scuola:</i> Fabrizio Cappelli Alessandra Mita	Scuola Media "Luigi Magi" di Asciano Escursione: Pian dei Foci (Poggibonsi).

Lunedì 22 Maggio 2006	Primi 2 gruppi: Classe 3° B 9.10/11.10 Secondi 2 gruppi: Classe 3° A 11.40/13.40	7° Modulo <i>Laboratorio finale sui risultati del progetto e Monitoraggio</i>	- Riflessione dei ragazzi sull'esperienza educativa ed elaborazione del materiale di testimonianza, - Analisi dei dati raccolti sulla RDU e sulle visite agli impianti. - Somministrazione ai ragazzi del "Questionario di verifica risultati, gradimento e valutazione del progetto".	<i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini <i>Docenti scuola:</i> Alfonso Riva Maria Grazia Neri <i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini <i>Docenti scuola:</i> Licia Sonetti Maria Grazia Neri	Scuola Media "Luigi Magi" di Asciano Laboratorio
Sabato 27 maggio 2006	10.40-13.40 Tutte le classi della Scuola Media. + Genitori dei ragazzi	8° Modulo <i>Disseminazio ne dei risultati di progetto</i>	- Conferenza conclusiva di presentazione dei risultati del progetto aperta alla cittadinanza: - introduzione del responsabile progetto, - interventi del sindaco e del dirigente scolastico, - interventi degli esperti esterni, - testimonianza degli allievi, - consegna attestati ai ragazzi.	<i>Responsabile progetto:</i> Domenico Muscò <i>Educatrici:</i> Elena Balducci Cristina Golini <i>Docenti scuola:</i> Alfonso Riva Carlo Berrettini Licia Sonetti Maria Grazia Neri <i>Sindaco Asciano:</i> Roberto Pianigiani <i>Preside scuola Media Magi:</i> Enzo Magini	Scuola Media "Luigi Magi" di Asciano Palasport Conferenza finale

Capitolo Secondo

SCHEDA TECNICHE PER I LABORATORI DIDATTICI

Primo Gruppo

di Elena Balducci

Scheda del 13 marzo 2006	
2° Modulo: <i>La gestione ed il controllo del ciclo di vita dei rifiuti</i>	
Contenuti	Visione del video sulla raccolta differenziata "A casa di Giulia": spiegazione e discussione del video con gli alunni.
Obiettivi	Apprendimento del funzionamento dei processi di raccolta differenziata dei rifiuti, quali: carta, legno, alluminio, acciaio, vetro, organico, etc. e maturazione di una graduale coscienza ambientale volta al recupero, riuso, riciclaggio dei materiali di scarto.
Tipo di esercitazione	Esercitazione svolta in classe.
Metodi	Utilizzo di metodi di apprendimento partecipativi, dove gli alunni costituiscono parte attiva del processo di apprendimento.
Aree disciplinari interessate	Linguistica (italiano: terminologia settore rifiuti), Storico-sociale (modelli dei comportamenti di consumo).
Strumenti	DVD sul tema della raccolta differenziata dal titolo "A casa di Giulia".
Attrezzature	Letto DVD, PC portatile, proiettore.
Materiale di consumo	-

Scheda del 20 marzo 2006	
3° Modulo: <i>La tipologia dei rifiuti in ambiente urbano ed extraurbano</i>	
Contenuti	Analisi di riviste settimanali a scelta degli alunni (ciascun alunno analizzerà la propria rivista), individuazione dei modi in cui viene trattato il tema dei rifiuti mediante lo strumento delle riviste, ritaglio degli articoli o immagini di interesse, illustrazione dei concetti chiave: recupero, riuso, riciclaggio, ATO, etc. Realizzazione di cartelloni illustrativi relativi alle diverse tipologie di rifiuto, mediante l'uso delle immagini ritagliate dalle riviste e di materiali di rifiuto di varia natura (bottiglie, contenitori tetrapak, etc.).
Obiettivi	Sviluppo di una graduale coscienza ambientale volta al recupero, riuso, riciclaggio dei materiali di scarto, volta, inoltre, all'analisi critica di ciò che ci viene proposto dalle riviste di comunicazione di massa.
Tipo di esercitazione	Esercitazione svolta in classe
Metodi	Utilizzo di metodi di apprendimento partecipativi, dove gli alunni costituiscono parte attiva del processo di apprendimento.
Aree disciplinari interessate	Linguistica (italiano: terminologia settore rifiuti), Storico-sociale (modelli dei comportamenti di consumo), Artistica (realizzazione di oggettistica a partire da materiali di scarto).
Strumenti	Riviste settimanali, materiali di scarto reperiti dagli alunni.
Attrezzature	PC portatile, proiettore, forbici, pennarelli colorati, uniposca, colla, oggettistica varia reperita dai ragazzi.
Materiale di consumo	Pennarelli colorati uniposca, colla.

Scheda del 27 marzo 2006	
4° Modulo: <i>La raccolta differenziata urbana: modalità e strumenti</i>	
Contenuti	Uscita a piedi nel Comune di Asciano per l'individuazione e la localizzazione dei contenitori utilizzati per la raccolta differenziata dei rifiuti, delle isole ecologiche, etc.
Obiettivi	Apprendimento del funzionamento pratico del sistema di raccolta differenziata nel Comune in cui vivono gli alunni.
Tipo di esercitazione	Esercitazione svolta all'aperto.
Metodi	Metodi di apprendimento partecipativi, con il coinvolgimento degli alunni che rappresentano parte attiva del processo di apprendimento stesso.
Aree disciplinari interessate	Artistica (realizzazione di disegni relativi ai contesti urbani dedicati alle stazioni ecologiche e degli impianti di riciclaggio), Geografia (conoscenza del territorio comunale in relazione ai siti che ospitano i contenitori utilizzati per la raccolta differenziata).
Strumenti	Macchine fotografiche per la realizzazione di foto che andranno a rappresentare parte del materiale utilizzato per la realizzazione dei cartelloni finali.
Attrezzature	Macchine fotografiche portate dai ragazzi.
Materiale di consumo	-

Scheda del 3 aprile 2006	
5° Modulo: <i>Fase post-raccolta dei RSU</i>	
Contenuti	Analisi dei principali impianti di gestione dei rifiuti: selezione e compostaggio, termovalorizzazione, discariche; utilizzo del compost per la piantagione di bulbi da fiore, che verranno esposti in occasione della giornata di presentazione finale del progetto.
Obiettivi	Far conoscere agli alunni le principali differenze che intercorrono tra materiali biodegradabili e non, tra le diverse tipologie di trattamento post-raccolta dei rifiuti: compostaggio, termovalorizzazione, etc.
Tipo di esercitazione	Esercitazione svolta in classe e nel laboratorio di tecnica.
Metodi	Metodi di apprendimento partecipativi, con il coinvolgimento degli alunni che rappresentano parte attiva del processo di apprendimento stesso.
Aree disciplinari interessate	Linguistica (italiano: terminologia settore rifiuti), Storico-sociale (modelli dei comportamenti di consumo), Scientifica (scienze della bioenergia, del biogas e dei materiali biodegradabili), Artistica (realizzazione di disegni relativi all'attività svolta dagli alunni relativa all'utilizzo del compost come ammendante per fiori), Tecnica (tecnologie dei processi di selezione e riciclaggio dei rifiuti).
Strumenti	PC portatile, video-proiettore.
Attrezzature	Attrezzi da giardino, quali guanti e mestole per piantare i bulbi.
Materiale di consumo	Bulbi da fiore, vasi da giardino, compost, terriccio.

Scheda del 22 maggio 2006	
7° Modulo: <i>Laboratorio finale sui risultati del progetto</i>	
Contenuti	Analisi e riflessione partecipata relativamente alle uscite effettuate dai ragazzi in visita ai principali impianti di gestione dei rifiuti; considerazioni conclusive del corso: obiettivi raggiunti, aspetti da migliorare. . Somministrazione del questionario di monitoraggio del corso.
Obiettivi	Sintetizzare concretamente il percorso formativo degli alunni intrapreso durante il corso del Progetto "Per un futuro senza rifiuti".
Tipo di esercitazione	Esercitazione in classe.
Metodi	Metodi di apprendimento partecipativi, con il coinvolgimento degli alunni che rappresentano parte attiva del processo di apprendimento stesso.
Aree disciplinari interessate	Linguistica (italiano: terminologia settore rifiuti per l'impostazione e la messa a punto dei cartelloni illustrativi), Storico-sociale (modelli dei comportamenti di consumo), Artistica (capacità di composizione dei cartelloni illustrativi, in modo che siano il più possibile chiari, immediati e allo stesso tempo belli, nei confronti dei possibili interlocutori: comuni cittadini, altri studenti, insegnanti, genitori, fratelli e/o sorelle di età superiore e/o inferiore).
Strumenti	Questionari di monitoraggio.
Attrezzature	-
Materiale di consumo	-

Capitolo Terzo

SCHEDE TECNICHE PER I LABORATORI DIDATTICI

Secondo Gruppo

di Cristina Golini

Scheda del 13 marzo 2006	
2° Modulo: <i>La gestione ed il controllo del ciclo di vita dei rifiuti</i>	
Contenuti	Concetti di rifiuto, raccolta, recupero, riciclo e smaltimento, cosa s'intende per "Regola delle Quattro Erre", funzioni del gestore dei rifiuti.
Obiettivi	Comprendere il concetto di rifiuti e l'importanza della raccolta differenziata, capire la necessità di produrre meno rifiuti, riuso di vecchi oggetti, necessità di operare attivamente nella gestione dei rifiuti.
Tipo di esercitazione	Uscita
Metodi	Interviste, fotografie.
Aree disciplinari interessate	Area linguistica, artistica, storico-sociale.
Strumenti	Lavoro di gruppo: indagine sullo stile di vita del passato, il riuso e il recupero degli oggetti.
Attrezzature	Vocabolario, computer (floppy e cd), macchina fotografica digitale e registratore.
Materiale di consumo	Cancelleria (cartoncino bianco e colorato anche di recupero, colla, forbici, carta da fotocopie, colori).

Scheda del 20 marzo 2006	
3° Modulo: <i>La tipologia dei rifiuti in ambiente urbano ed extraurbano</i>	
Contenuti	Rifiuti urbani, frazione secca e organica, rifiuti urbani voluminosi, pericolosi, speciali.
Obiettivi	Distinguere i vari tipi di rifiuti, comprendere l'importanza della raccolta dei rifiuti pericolosi e speciali.
Tipo di esercitazione	In classe
Metodi	Recupero di materiali, preparazione di schede e cartelloni.
Aree disciplinari interessate	Area linguistica, artistica.
Strumenti	Lavoro di gruppo: osservazione di oggetti realizzati con materiale di vario tipo.
Attrezzature	Vocabolario, computer, fotocopiatrice.
Materiale di consumo	Cancelleria (cartoncino bianco e colorato, anche di recupero, colla, forbici, carta da fotocopie, colori, spillatrice).

Scheda del 27 marzo 2006	
4° Modulo: <i>La raccolta differenziata urbana: modalità e strumenti</i>	
Contenuti	Sistemi di organizzazione della raccolta differenziata, classificazione dei contenitori per rifiuti urbani, cosa inserire e cosa non inserire nei vari contenitori per rifiuti.
Obiettivi	Imparare a raccogliere e differenziare i rifiuti, saper gestire i rifiuti.
Tipo di esercitazione	Uscita
Metodi	Visita alle isole ecologiche: osservazione dei cassonetti e del loro contenuto.
Aree disciplinari interessate	Area linguistica, storico-sociale, tecnica.
Strumenti	Lavoro di gruppo: indagine sulla raccolta differenziata, raccolta e separazione dei rifiuti.
Attrezzature	Vocabolario, macchina fotografica digitale.
Materiale di consumo	Cancelleria (cartoncino bianco e colorato, anche di recupero, colla, forbici, carta da fotocopie, colori, spillatrice).

Scheda del 3 aprile 2006 5° Modulo: Fase post-raccolta dei RSU	
Contenuti	Riciclaggio come risorsa, compostaggio e termovalorizzazione, smaltimento dei rifiuti.
Obiettivi	Importanza ed utilità del compost e del recupero di energia dai rifiuti.
Tipo di esercitazione	In classe
Metodi	Preparazione di schede e/o cartelloni, osservazione dei materiali riciclati.
Aree disciplinari interessate	Area linguistica, scientifica, artistica, tecnica, geografia.
Strumenti	Lavoro di gruppo: individuazione di prodotti realizzati con materiale di riciclo o riciclabili, progettazione di una campagna di sensibilizzazione sulla raccolta differenziata.
Attrezzature	Computer, macchina fotografica digitale, fotocopiatrice.
Materiale di consumo	Cancelleria (cartoncino bianco e colorato anche di recupero, colla, forbici, carta da fotocopie, colori, spillatrice).

Scheda del 22 maggio 2006 7° Modulo: Laboratorio finale sui risultati del progetto	
Contenuti	Analisi sulle visite agli impianti. Riflessioni dei ragazzi sull'esperienza educativa del progetto.
Obiettivi	Verifica sull'apprendimento dei contenuti dei vari laboratori. Attuazione della raccolta differenziata e capacità di promuovere, con il loro comportamento, la finalità del progetto.
Tipo di esercitazione	In classe
Metodi	Sistemazione di tutto ciò che è stato raccolto e realizzato nei precedenti laboratori. Realizzazione di messaggi pubblicitari sulla raccolta differenziata e gestione dei rifiuti.
Aree disciplinari interessate	Area linguistica, artistica.
Strumenti	Lavoro di gruppo: allestimento di una mostra.
Attrezzature	Macchina fotografica digitale, fotocopiatrice.
Materiale di consumo	Cancelleria (cartoncino bianco e colorato, anche di recupero, colla, forbici, spillatrice, carta da fotocopie, colori).

Capitolo Quarto

SCHEDA D'INDAGINE SUI RIFIUTI URBANI

Secondo Gruppo

di Cristina Golini

REGIONE TOSCANA – PROVINCIA DI SIENA - COMUNE DI ASCIANO

Progetto INFEA 2005

PER UN FUTURO SENZA RIFIUTI

Stili di vita e comportamenti preventivi nella gestione della risorsa rifiuto

Scuola Media “Luigi Magi” di Asciano (SI)

Classi III° A - III° B *Secondo Gruppo*

INDAGINE : “*STILE DI VITA DEL PASSATO E MODALITA' DI RACCOLTA DEI RIFIUTI*”

DATA: _____

NOME DELL'INTERVISTATO: _____

RESIDENZA DELL'INTERVISTA: _____

ETA': _____

1. Quando avevi la nostra età, in cosa erano diversi i tuoi consumi e della tua famiglia rispetto ai nostri giorni?

2. Alle cose di cui disponevi, davi lo stesso valore che gli diamo oggi?

3. Possedevi tanti giocattoli? Con quale materiale erano stati costruiti?

**4. a. In che modo raggiungevi la scuola? b. Possedevi molti libri, quaderni, penne, etc.?
c. La scuola era riscaldata, ben illuminata e aveva una palestra?**

5. Cosa conteneva il bidone dell'immondizia?

6. Gli avanzi del cibo venivano (sono possibili più risposte):

- Dati da mangiare agli animali,
- Interrati all'aperto,
- Usati come concime per l'orto,
- Gettati tra i rifiuti,
- Altro.

7. I prodotti alimentari venivano venduti confezionati o sfusi?

8. Gli abiti, compresi gli abiti vecchi, che fine facevano? (sono possibili più risposte)

- Gettati via,
- Passati a parenti ed amici,
- Se molto consumati, aggiustati e riutilizzati,
- Usati come stracci,
- Altro.

9. Chi era incaricato di raccogliere i rifiuti degli abitanti del paese?

10. Attualmente, dove getti i tuoi rifiuti?

- Solo nel cassonetto dell'indifferenziato,
- In diversi contenitori in base alla tipologia.

11. Ritieni che la raccolta differenziata sia utile per:

- Ridurre gli sprechi,
- Salvaguardare l'ambiente,
- Per recuperare materia prima,
- Altro.

12. Dove porteresti:

- La televisione e il frigo non più funzionanti? _____
- Le pile esaurite? _____
- Gli avanzi di cibo? _____
- Le erbacce e le patate? _____
- I vecchi indumenti? _____
- I farmaci scaduti? _____

CONCLUSIONE

13. Secondo la tua esperienza:

- A. Lo stile di vita odierno è migliore rispetto al passato?
- B. La quantità di rifiuti che viene prodotta oggi è aumentata notevolmente rispetto a quando eri più giovane?
- C. Il progresso ha portato più vantaggi o svantaggi per l'uomo e l'ambiente?

TERZA PARTE

Narrazione e valutazione dell'esperienza educativa

Capitolo Primo

RELAZIONE SULLE INTERVISTE ALLA POPOLAZIONE DI ASCIANO

Relazione a cura del Secondo gruppo dei ragazzi delle Classi 3°A e 3°B – A.S. 2005/2006

1. Premessa

Nell'ambito del progetto *Per un futuro senza rifiuti*, lunedì 13 marzo 2006 siamo usciti per raccogliere informazioni sugli stili di vita e comportamenti preventivi della risorsa rifiuto. Abbiamo effettuato diverse interviste, scegliendo le persone in base a diverse fasce di età per avere un'idea di come è cambiato il loro comportamento nell'arco di quaranta-cinquanta anni. Il questionario che avevamo a disposizione era composto da alcune domande adatte per effettuare un'indagine sullo stile di vita delle persone, nel passato e nel presente, in relazione alle loro modalità di rapportarsi ai rifiuti.

Le persone intervistate sono state individuate nei dintorni della scuola, nel locale negozio Coop e per alcuni casi, riguardanti persone anziane, anche nelle loro abitazioni. Dopo ogni domanda, abbiamo riportato una breve analisi delle risposte suddividendo (soprattutto dove è stato possibile raccogliere i dati mediante istogrammi) gli intervistati in base a quattro fasce di età (classi d'età: 30-45, 46-65, 70-80, 90-100).

I questionari e le rispettive elaborazioni grafiche (dove il dato reperito è di tipo numerico) non hanno la pretesa di avere una validità statistica, poiché il campione di popolazione intervistato non è stato scelto criteri statistici; inoltre, gli intervistati (in numero non uguale nelle varie classi di età, poiché non reperiti tali durante l'uscita) potevano scegliere più tipologie di risposte tra quelle presentate. Pertanto a questi risultati deve essere attribuito un valore indicativo d'opinione in merito agli argomenti trattati, pur comunque interessante.

2. Analisi aggregata delle risposte per singola domanda

1. Quando avevi la nostra età in cosa erano diversi i tuoi consumi e della tua famiglia, rispetto ai nostri giorni?

Nelle risposte a questa domanda si nota che in tutte le fasce di età è possibile riscontrare un elemento comune, cioè che un tempo i consumi rispetto ad oggi erano ridotti; frutta e verdura venivano mangiate in gran quantità a differenza della carne e, in generale, si buttavano via meno cose.

2. Alle cose di cui disponevi davi lo stesso valore che gli diamo oggi?

Le persone oltre i cinquanta anni hanno risposto che davano molta importanza alle cose di cui disponevano, mentre quelle sotto i quarant'anni hanno detto che gli si dava la stessa importanza.

3. Possedevi tanti giocattoli? Con quale materiale erano stati costruiti?

Il dato comune è che c'erano meno giochi e fatti con materiali piuttosto semplici (stoffa, legno, creta); in particolare, la persona più anziana ha risposto che non possedeva giochi materiali, ma il gioco "era tra di loro o con gli animali".

4. In che modo raggiungevi la scuola? Possedevi molti libri, quaderni, penne, etc.? La scuola era riscaldata, ben illuminata e aveva una palestra?

Le fasce più anziane andavano a scuola a piedi, solo i più giovani andavano a scuola con il pullman.

Tutte le fasce concordano che avevano per la scuola solo lo stretto materiale indispensabile.

Le due fasce di età più giovani dicono che le scuole erano come oggi; le due fasce più anziane dicono che la scuola era solo riscaldata.

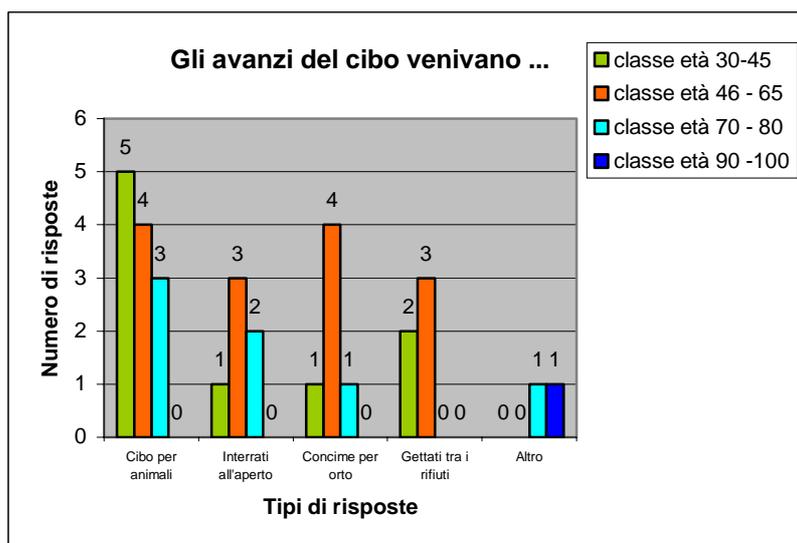
5. Cosa conteneva il bidone dell'immondizia?

La fascia più giovane, a questa domanda, ha risposto che i bidoni contenevano le cose che contengono oggi. Le fasce più anziane hanno risposto che i bidoni non c'erano.

6. Gli avanzi del cibo venivano (sono possibili più risposte):

- dati da mangiare agli animali,
- interrati all'aperto,
- usati come concime per l'orto,
- gettati tra i rifiuti,
- altro.

Gli avanzi di cibo venivano soprattutto dati da mangiare agli animali. La persona più anziana dice che non c'erano rifiuti; solo le classi di età più giovani hanno scelto anche l'opzione "gettati tra i rifiuti", mentre per quelle più vecchie gli avanzi del cibo venivano comunque riutilizzati in una qualche maniera.



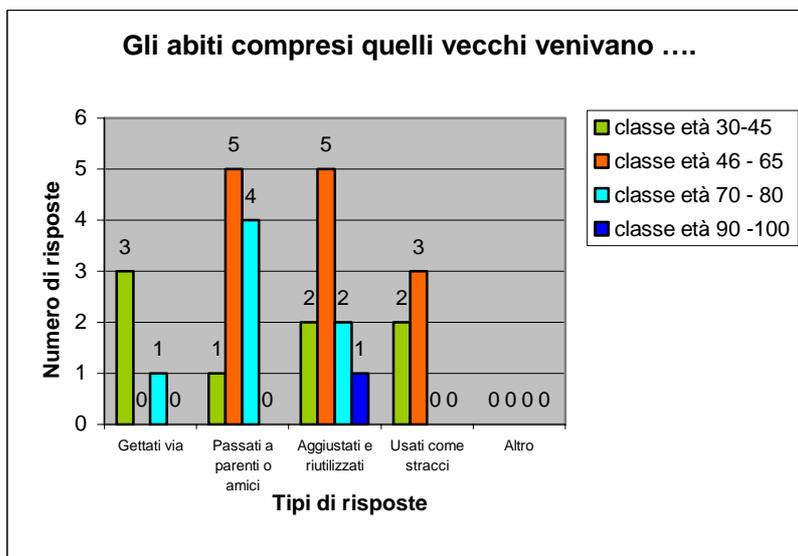
7. I prodotti alimentari venivano venduti confezionati o sfusi?

Tutte le fasce hanno dichiarato che i prodotti venivano venduti sfusi. Una persona della fascia dei 30-45 ha, invece, risposto che si cominciava a vendere i primi prodotti confezionati.

8. Gli abiti, compresi gli abiti vecchi, che fine facevano? (sono possibili più risposte):

- gettati via,
- passati a parenti ed amici,
- se molto consumati: aggiustati e riutilizzati,
- usati come stracci,
- altro.

La prima fascia ci ha detto che venivano soprattutto gettati via; le altre fasce più anziane hanno, invece, detto che venivano soprattutto passati a parenti e amici, o riaggiustati se troppo consumati.



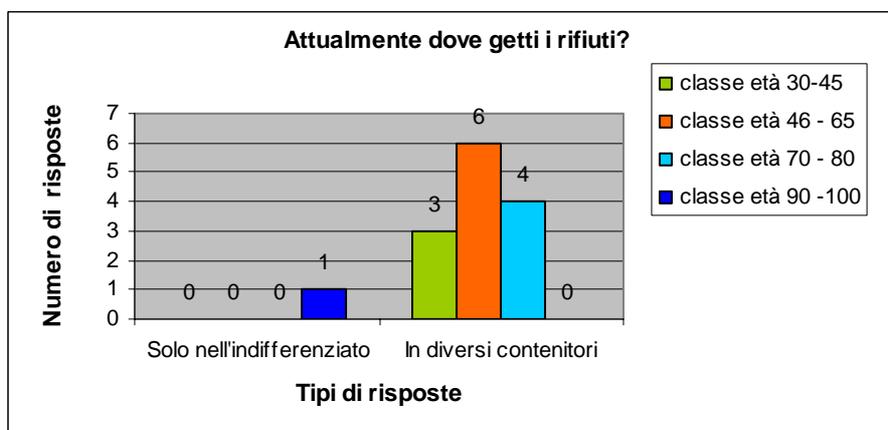
9. Chi era incaricato di raccogliere i rifiuti degli abitanti del paese?

Tutte le fasce hanno risposto che a prendere i rifiuti andavano gli spazzini, solo la fascia dei 90-100 ha risposto che, stando in campagna, i rifiuti venivano buttati nella concimaia.

10. Attualmente dove getti i tuoi rifiuti?

- solo nel cassonetto dell'indifferenziato,
- in diversi contenitori in base alla tipologia.

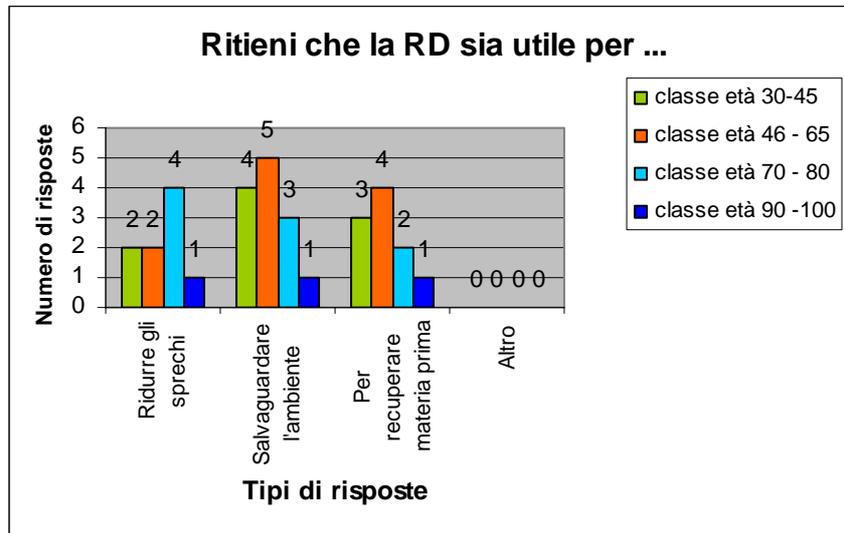
C'è sostanziale accordo tra i vari intervistati, delle diverse classi di età, nell'utilizzare i vari contenitori della raccolta differenziata.



11. Ritieni che la raccolta differenziata sia utile per:

- ridurre gli sprechi,
- salvaguardare l'ambiente,
- per recuperare materia prima,
- altro.

In questa domanda tutte le persone hanno risposto che la raccolta differenziata è utilissima per salvaguardare l'ambiente, ridurre gli sprechi, per recuperare materie prime. C'è, quindi sostanziale accordo tra i vari intervistati delle diverse classi di età; da evidenziare che le classi di età più vecchie hanno fornito un maggior numero di risposte per l'opzione "ridurre gli sprechi".



12. Dove porteresti:

- la televisione e il frigo non più funzionanti?
- le pile esaurite?
- gli avanzi di cibo?
- le erbacce e le potature?
- i vecchi indumenti?
- i farmaci scaduti?

La maggior parte delle persone intervistate conosce la raccolta differenziata e indica i diversi contenitori adatti alla diversificazione dei rifiuti.

3. Conclusione

a. Secondo la tua esperienza, lo stile di vita odierno è migliore rispetto al passato?

Per tutte le persone, di ogni età, c'è stata un'unica risposta, cioè che lo stile di vita è migliore.

b. La quantità di rifiuti che viene prodotta oggi è aumentata notevolmente rispetto a quando eri più giovane?

Anche per questa domanda, la risposta è una sola in tutte le fasce, cioè che i rifiuti sono aumentati molto da quando queste persone erano giovani a oggi.

c. Il progresso ha portato più vantaggi o svantaggi per l'uomo e l'ambiente?

Ancora una volta gli intervistati si sono trovati d'accordo sul fatto che il progresso, in tutti i campi, ha portato vantaggi per l'uomo, ma che l'ambiente può sostenerlo solo entro certi limiti, per cui è stato detto che il progresso porta anche svantaggi per la natura.

Al termine di questa attività di interviste, possiamo notare che nel corso dei decenni sono aumentati notevolmente i consumi delle persone nell'ambito della famiglia; nel passato si dava molta più importanza alle cose di cui si disponeva e si cercava quindi di conservarle più a lungo possibile.

Abbiamo poi notato che in tutte le fasce d'età, tranne quelle più anziane, è abbastanza diffusa la cultura della raccolta differenziata dei rifiuti, volta al loro riutilizzo; infatti, quasi tutti hanno risposto che riutilizzano i diversi contenitori in base alla tipologia.

Infine, tra i vari dati è emerso che il progresso ha sì portato molti vantaggi per l'uomo, ma allo stesso tempo ha causato svantaggi per l'ambiente.

L'ESPERIENZA DELLE VISITE AGLI IMPIANTI PER IL TRATTAMENTO DEI RIFIUTI

Relazione a cura dei ragazzi delle Classi 3°A e 3°B – A.S. 2005/2006

1. Discarica per rifiuti di Torre a Castello (Asciano)

Giovedì 4 maggio 2006 siamo andati a visitare la discarica nei pressi di Torre a Castello. Oggi questa discarica è usata da tutta la Provincia di Siena; invece, vent'anni fa, ogni comune aveva una o due discariche, che gestiva direttamente senza l'apporto di numerosi macchinari, che oggi sono alla base del suo andamento.

Da ciò che ci è stato spiegato dai tecnici della discarica è emerso che gli impianti di stoccaggio definitivo, ovvero le discariche, rappresentano ancora la metodologia di smaltimento dei rifiuti più diffusa in Italia. Lo smaltimento dei rifiuti in discarica è limitato ai rifiuti inerti, infatti nella gestione dei rifiuti viene privilegiato il recupero energetico tramite combustione, il riutilizzo e la raccolta differenziata. Nella Provincia di Siena attualmente ci sono otto discariche, sei delle quali gestite da Sienambiente S.p.A., con una capacità di smaltimento di circa 110.000 tonnellate di rifiuti all'anno.

Le discariche sono di 3 categorie in base ai rifiuti che vi si possono smaltire ed i principali elementi che le caratterizzano sono:

- ubicazione,
- geologia e geotecnica del suolo,
- drenaggio e captazione del percolato,
- drenaggio di acque superficiali,
- protezione delle acque dall'inquinamento,
- tecniche di conduzione,
- smaltimento del biogas,
- attrezzature e servizi,
- sistemazione finale e recupero dell'area.

1.1. Gestione e caratteristiche tecniche

Le fasi di gestione della discarica consistono in: coltivazione, controllo e gestione post-chiusura. Nella fase di coltivazione il ciclo del rifiuto si riassume così:

- pesatura e controllo del materiale in ingresso,
- scarico e costipazione con macchine compattatrici,
- copertura giornaliera con materiale idoneo (FOS).

L'utilizzo delle discariche per i rifiuti solidi urbani è destinato a ridursi fino ad un utilizzo per soli materiali residui di combustione.

1.2. Aspetti di sicurezza ambientale

Il deposito a terra dei rifiuti può costituire una potenziale parte di inquinamento, principalmente per le emissioni gassose e quelle liquide. La maggior parte delle discariche sorgono in aree caratterizzate essenzialmente da terreno argilloso, la cui permeabilità o velocità di

infiltrazione è inferiore a 10-17 cm/sec. Il liquido che si deposita sul fondo (percolato) viene in ogni caso opportunamente convogliato all'esterno in vasche di raccolta, mediante condotte drenanti poste all'interno del corpo della discarica durante la realizzazione. Il percolato è un liquido decisamente inquinante.

1.3. Biogas

Le sostanze che si decompongono vengono messe nelle discariche e, con dei processi inizialmente aerobici e successivamente anaerobici, si forma il biogas raccolto ed utilizzato a fini energetici. Alla discarica di Torre a Castello erano ben evidenti i tubi di convogliamento del biogas raccolto, formato da una miscela di metano ed anidride carbonica; il suo recupero serve anche ad evitare l'insorgere di incendi.

2. Depuratore acque reflue e Boschetto di Arbia (Asciano)

Lunedì 8 maggio 2006 abbiamo effettuato, nella prima parte della mattinata, una breve visita al depuratore delle acque reflue del comune di Asciano; in questa struttura vengono depurati gli scarichi urbani compresi i liquami fognari e gli scarichi industriali (acque nere) prima di riammetterli nei corsi d'acqua con caratteristiche nei limiti dei parametri di legge, al fine di eliminare sostanze inquinanti che potrebbero uccidere gli organismi presenti nei fiumi.

Abbiamo osservato la presenza di due grosse vasche in cui:

- nella prima, caratterizzata da un intenso ribollire e notevole cattivo odore, erano presenti le acque nere in entrata che, sottoposte inizialmente a trattamenti meccanici chimico-fisici, vengono poi miscelate con batteri in condizioni d'intensa areazione, subendo quindi il processo di depurazione biologica; in queste condizioni avvengono i due principali processi di ossidazione del carbonio organico e dell'ammoniaca ad opera di batteri aerobici;
- nella seconda vasca con acqua non in movimento, ci è stato spiegato che la miscela liquame-fanghi attivi passa alla sedimentazione finale, dove i fanghi attivi si separano, decantando sul fondo, mentre le acque chiarificate e depurate vengono inviate al corso d'acqua. Tali fanghi una volta essiccati e stabilizzati vengono usati come concimi in agricoltura.

Nella seconda parte della mattina ci siamo recati al "Boschetto di Arbia"; si tratta di un lembo dell'originario bosco che ricopriva il territorio delle Crete Senesi, situato all'interno del paese. Il Comune di Asciano, dopo alcune vicende di compravendita con soggetti privati, è riuscito ad ottenere questo bosco, che vuole ora valorizzare come parco urbano ad uso di tutti i cittadini.

In effetti, appena arrivati, ci siamo resi conto di come sia utilizzato dagli abitanti di Arbia; mentre il prof. Riva ci illustrava il bosco, molte persone percorrevano i suoi piccoli sentieri: anziani, mamme con bambini, etc.

Il boschetto è un esempio di querceta, cioè un bosco dominato da una specie di quercia: il cerro (*Quercus cerris*); abbiamo imparato che questa quercia caducifolia rappresenta l'albero più diffuso in Toscana, poiché forma la maggior parte dei boschi delle colline toscane. Si riconosce per alcune caratteristiche come la presenza di venature rossastre longitudinali sulla corteccia, le foglie piuttosto ruvide al tatto e la tipica cupola ricciuta che ricopre la ghianda.

Abbiamo osservato che alcuni cerri erano stati tagliati alla base formando una ceppaia, da cui sono spuntati altri nuovi getti (polloni), che poi hanno dato origine a fusti ben sviluppati; questo è un esempio di taglio del bosco, cioè di gestione del bosco. Un'altra specie arborea osservata è stata l'olmo campestre (*Ulmus minor*); tutte le specie di olmo (genere *Ulmus*) possiedono una caratteristica

foglia a base asimmetrica. Nel sottobosco, tra numerose erbe e arbusti, era presente anche il pungitopo (*Ruscus aculeatus*), un arbusto intensamente raccolto a scopo decorativo, protetto dalle leggi italiane.

La protezione di porzioni di bosco, anche in città, è importante per la salvaguardia della biodiversità, cioè della varietà della vita sul nostro pianeta, che è sempre più in diminuzione.

3. Impianto di Selezione e Compostaggio delle Cortine (Asciano)

Il giorno mercoledì 10 maggio 2006 abbiamo fatto visita all'impianto di selezione, valorizzazione delle raccolte differenziate e compostaggio de "Le Cortine" nel comune di Asciano; si tratta di un impianto piuttosto complesso e ciò si nota già dal nome stesso. Esso riceve la maggior parte dei rifiuti solidi urbani della provincia di Siena ed anche materiali provenienti da raccolta differenziata come carta, multimateriale e rifiuti organici. Il personale dell'impianto ci ha fatto indossare dei caschi protettivi di un colore diverso da quello dei lavoratori e dei tecnici dell'impianto.

Abbiamo osservato come i rifiuti solidi urbani vengono lavorati e selezionati per ottenere un prodotto che sarà bruciato al termovalorizzatore di Poggibonsi per generare energia elettrica; questa fase avviene in un capannone chiuso, dove i sacchetti triturati vengono portati su nastri trasportatori e vagliati secondo vari metodi e deferrizzati. I materiali arrivano e partono su camion che vengono sempre pesati su una grossa pesa.

La sezione del compostaggio, invece, ha l'obiettivo di produrre *compost di qualità* a partire da materiale organico di scarto di vario tipo, proveniente sia dall'attività domestica che agroindustriale. In una prima fase viene realizzato un meccanismo di degradazione accelerata della sostanza organica, dove agiscono batteri ossidativi con alto consumo di ossigeno; poi il prodotto subisce una maturazione più lenta che porta alla formazione di *humus*. Ci siamo stupiti di come il compost maturo non abbia un odore pungente a differenza di quanto avevamo immaginato; ci è stato spiegato che esso viene impiegato in agricoltura e addirittura venduto a chiunque voglia comprarlo.

L'impianto ha anche l'importante funzione di valorizzazione dei rifiuti nel senso che i materiali provenienti dalle raccolte differenziate vengono suddivisi, cerniti e dove occorre anche ripuliti per essere avviati ad un buon riciclo ad opera di altri impianti. Esistono due linee, quella della carta e quella del multimateriale, che in uscita producono carta e cartone, vetro, ferro, alluminio e plastica.

4. Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti (Poggibonsi)

Abbiamo effettuato la visita al termovalorizzatore di Pian dei Foci (Poggibonsi) a classi separate, in due giorni differenti: il 15 maggio 2006 (3°A) e il 17 maggio 2006 (3°B).

Questo grosso impianto è finalizzato alla produzione di energia elettrica utilizzando come combustibile i rifiuti provenienti per la maggior parte dall'impianto di selezione di Pian delle Cortine. Vengono prodotti in questo impianto energia elettrica, ceneri ed anche acqua calda.

Ci è stato mostrato come inizialmente i rifiuti vengono ricevuti e stoccati all'interno di una fossa, da dove vengono in seguito portati nel forno e bruciati attraverso la combustione; qui viene immessa l'aria necessaria al processo e vengono raffreddate le pareti del forno.

Il calore che si genera è utilizzato per produrre vapore surriscaldato da inviare ad una turbina con un alternatore che genera corrente elettrica. Un sistema di analisi e trattamento chimico-fisico depura a secco i fumi prodotti; essi vengono trattati con carboni attivi, acqua e bicarbonato e si ottengono ceneri dal colore bianco.

L'impianto è costantemente vigilato e diretto da una "sala di controllo" ricca di monitor con una finestra a diretto contatto con la fossa, dove siamo potuti entrare anche noi ragazzi.

L'ESPERIENZA EDUCATIVA: IL LAVORO DIDATTICO REALIZZATO

di Elena Balducci e Cristina Golini

L'obiettivo principale del Progetto INFEA "Per un futuro senza rifiuti" è stato quello di rendere i ragazzi più consapevoli in materia di rifiuti, affinché cominciassero ad orientare il loro stile di consumo e il loro comportamento verso una "non produzione di rifiuti", oltre che verso una gestione sostenibile del rifiuto attraverso la raccolta differenziata, cioè far capire ai ragazzi come sia possibile evitare la produzione dei rifiuti incentivandone il loro riuso e riciclo ed evitarne la discarica.

In un mondo fatto di sprechi, di consumi sfrenati, in cui la produzione di rifiuti è in crescita esponenziale, è necessario promuovere nei giovani una maggiore coscienza su modelli di vita e di comportamento più responsabili nei confronti degli altri esseri viventi, non solo per le generazioni attuali, ma anche per quelle future.

L'attività svolta durante il percorso didattico del progetto si è articolata in una serie di incontri frontali con gli allievi delle due classi terze della Scuola Media "Magi" di Asciano (SI). Ciascuna classe è stata suddivisa in due sottogruppi, seguiti da una diversa educatrice, allo scopo di migliorare l'efficienza operativa del lavoro. Allo stesso modo, ciascun gruppo ha svolto attività diverse che, in parallelo, seguivano il medesimo obiettivo utilizzando strumenti e sistemi di apprendimento diversificati. Questo aspetto è risultato fondante per il raggiungimento dei target previsti dal Progetto, permettendo agli alunni della medesima classe di fare esperienze diverse, ma con obiettivi comuni, arricchendo notevolmente il patrimonio conoscitivo di ciascuno, potendo usufruire dell'esperienza maturata da una doppia visione del tema trattato.

Le lezioni si sono articolate in incontri a carattere strettamente teorico-concettuale e in incontri di carattere più pratico, impostati secondo il sistema dei laboratori. Nel primo caso, sono stati affrontati tutti i principali concetti chiave legati al tema dei rifiuti e della loro gestione, ponendo particolare attenzione alla nuova filosofia di gestione dei rifiuti basata sul concetto delle **4R**, ovvero **Riduzione, Recupero, Riutilizzo e Riciclo**, nell'ottica di uno sviluppo sostenibile, dove il rifiuto di un determinato settore produttivo può diventare materia prima per un altro settore.

Le lezioni hanno, inoltre, previsto l'analisi della normativa ambientale in materia di rifiuti, ponendo l'attenzione sull'importanza della prevenzione, del recupero, della gestione degli imballaggi, di un corretto smaltimento, di una classificazione dei rifiuti (urbani, speciali, pericolosi...) e indicando le diverse competenze a livello istituzionale, a scala nazionale, regionale, provinciale e comunale.

Durante i laboratori sono state affrontate le medesime tematiche, ma in questo caso, attraverso strumenti e metodologie di apprendimento diretto, quali esperienze tecnico-pratiche, volte a rendere gli alunni protagonisti, in maniera tale che il tema dei rifiuti entrasse a far parte integrante della loro esperienza di vita vissuta.

Nello specifico, l'attività di laboratorio ha previsto:

1. la visione di video illustrativi sulla raccolta differenziata, mostrando come essa può essere svolta quotidianamente con semplicità;
2. la realizzazione di cartelloni esplicativi delle diverse tipologie di rifiuto esistenti;

3. la visita a stazioni ecologiche del proprio comune di appartenenza;
4. la realizzazione di interviste alla popolazione locale per capire il loro grado di sensibilità nei confronti della tematica analizzata, evidenziando i cambiamenti nello stile di vita e consumo legati ai passaggi generazionali;
5. l'analisi dei rifiuti attraverso ciò che viene proposto dai mass-media, per mezzo dello strumento delle immagini pubblicitarie;
6. l'utilizzo diretto di prodotti derivanti dal riciclaggio dei rifiuti, quali il compost come ammendante per il giardinaggio e l'agricoltura in genere;
7. l'analisi diretta delle principali tipologie di rifiuto, del loro destino e delle possibilità di recupero e riciclaggio, in base alle diverse tipologie di materiale (plastica, alluminio, vetro, carta, etc.);
8. la realizzazione di cartelloni sulla raccolta differenziata dopo aver osservato le differenze esistenti tra i vari contenitori per i rifiuti, nella struttura, nel colore e su cosa è possibile inserire e non inserire nello specifico cassonetto;
9. l'osservazione e la comprensione del significato dei marchi e simboli ecologici presenti nei prodotti in commercio, affinché i ragazzi possano diventare più consapevoli nei loro acquisti, imparando a privilegiare quelli più rispettosi dell'ambiente;
10. l'ideazione di una campagna di sensibilizzazione sulla tema dei rifiuti mediante cartelloni.

L'ultima parte dell'attività ha posto l'attenzione sulla fase finale del ciclo di vita dei rifiuti e quindi sulle varie tipologie di impianti utili alla loro gestione, quali le discariche, gli impianti di selezione e compostaggio, i termovalorizzatori, mediante la visita diretta, da parte degli studenti, alla discarica di Torre a Castello (Asciano), all'impianto di depurazione delle acque reflue urbane (Asciano), al "Boschetto" dell'Arbia, all'impianto di compostaggio "Le Cortine" e all'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti di "Pian dei Foci" (Poggibonsi).

Gli argomenti trattati durante il corso si sono mostrati nel loro complesso estremamente utili ai fini della maturazione di una coscienza critica da parte dei ragazzi sul tema dei rifiuti ed, in particolare, della loro gestione. Dalle opinioni dirette degli alunni è emersa l'importanza della conoscenza del problema della gestione dei rifiuti e il valore di attuare la raccolta differenziata; attività che non deve essere imposta, ma di cui occorre semplicemente farne capire la rilevanza. Diversi ragazzi hanno detto di aver iniziato a praticare la raccolta differenziata da quando hanno cominciato a frequentare il corso e, indubbiamente, questo rappresenta il risultato tangibile delle potenzialità e dei risultati realizzabili mediante l'educazione dei giovani, che rappresentano il vero punto cardine su cui far leva per migliorare lo stato di salute del nostro pianeta.

Riteniamo che il progetto sia stato utile per tutti coloro che, in qualche modo, ne hanno preso parte, non soltanto quindi per gli studenti; siamo convinte che in ciascuno di noi sia cresciuta la consapevolezza che l'ambiente è un bene comune e che dobbiamo attivarci sempre di più, affinché tutti lo rispettino e lo tutelino.

Ci auguriamo che, quanto i ragazzi abbiano appreso durante il corso, rimanga radicato nelle loro coscienze, ma soprattutto sia un invito a sensibilizzare anche altri ragazzi, conoscenti, familiari sul problema della gestione dei rifiuti, affinché le generazioni future possano ancora godere delle bellezze del nostro pianeta.

Speriamo che anche altri Istituti Scolastici e Istituzioni abbiano la possibilità di realizzare progetti simili, affinché sempre più persone prendano in esame questo problema, rendendosi conto che ognuno di noi può essere più partecipe e attivo nella gestione dei rifiuti. Non sarà affatto facile avere "un futuro senza rifiuti", ma sarà sempre più importante attuare interventi di riduzione, recupero, riutilizzo e riciclo, affinché il rifiuto non sia più visto come un "rifiuto", bensì come una nuova "risorsa".

APPENDICE

Strumenti ed immagini per la promozione e valorizzazione del progetto

1. LOCANDINA PER LA PUBBLICIZZAZIONE DEL PROGETTO

A cura di Domenico Muscò



COMUNE DI ASCIANO

Soggetto Proponente ed Attuatore del Progetto INFEA: **Comune di Asciano (SI)**

In partenariato con: **Sienambiente Spa** ed **Associazione culturale "la collina"**.

In attuazione del **PROGRAMMA DI EDUCAZIONE AMBIENTALE DELLA REGIONE TOSCANA**, Bando della Provincia di Siena – Anno 2005, realizzato con il concorso finanziario della Regione Toscana e della Provincia di Siena, verrà realizzato il percorso di Educazione Ambientale:

Per un Futuro senza Rifiuti

Stili di vita e comportamenti preventivi nella gestione della risorsa rifiuto

Inizio: Lunedì **6 Marzo 2006** - Fine: Sabato **27 maggio 2006**

N. **47 allievi** suddivisi in **4 gruppi** - N. ore: **83** - **Un** incontro a settimana per singolo gruppo.

Scuola Media "L. Magi" di Asciano – POF a.s. 2005-2006 - Classi: **3°A e 3° B**

La frequenza è obbligatoria.

L'intervento educativo rappresenta un momento di promozione della cultura ecologica in ambiente urbano e periurbano, cioè propone un percorso di conoscenza e riflessione sulle relazioni tra l'uomo e la città, tra la persona e il territorio di vita; in particolare, mira a sviluppare la coscienza ambientale delle nuove generazioni in materia di rifiuti urbani realizzando un'azione educativa sul "ciclo di vita del rifiuto" per gli studenti delle terze classi della Scuola Media "L. Magi" di Asciano, con l'obiettivo di innescare processi di consapevolezza per orientare -- in via preventiva, gli stili di vita ed i comportamenti di consumo dei ragazzi -- alla *non produzione di rifiuti*, nonché alla gestione sostenibile del rifiuto attraverso la raccolta differenziata.

Architettura del percorso educativo:

Il percorso educativo è composto da 8 moduli:

1. "Stili di vita e cittadinanza ambientale dei rifiuti" (8 ore),
2. "La gestione ed il controllo del ciclo di vita dei rifiuti" (8 ore),
3. "La tipologia dei rifiuti in ambiente urbano ed extraurbano" (8 ore),
4. "La raccolta differenziata urbana: modalità e strumenti" (8 ore),
5. "Fase post-raccolta dei RSU" (16 ore),
6. "Escursione agli impianti di fase post-raccolta dei RSU" (18 ore),
7. "Laboratorio finale sui risultati del progetto e monitoraggio" (8 ore).
8. "Disseminazione dei risultati del progetto" (9 ore).

Sedi di svolgimento delle attività educative:

Istituto Comprensivo Sandro Pertini - Scuola Media "L. Magi" (Asciano – SI).

Impianti SienAmbiente: Le Cortine, Torre a Castello, Pian dei Foci (Poggibonsi).

Siti del comune di Asciano: Boschetto dell'Arbia, Depuratore comunale delle acque reflue (Camparboli).

Al termine del *percorso educativo* sarà rilasciato dal Comune di Asciano un "*Attestato di frequenza*" agli allievi partecipanti.

Per informazioni: Comune di Asciano: sindaco@comune.asciano.siena.it - Domenico Muscò: musco@arci.it

Asciano, 6 Febbraio 2006

Il legale rappresentante: Roberto Pianigiani

2. LOCANDINA PER LA CONFERENZA FINALE

A cura di Domenico Muscò



Regione Toscana
Educazione ambientale



COMUNE DI ASCIANO



Istituto Comprensivo
"Sandro Pertini"

In partenariato con: **Sienambiente SpA** ed **Associazione culturale "la collina"**

Asciano, 27 maggio 2006 – Ore 10.40-13.40

Palestra (Palasport) dell'Istituto Comprensivo "Sandro Pertini" (Via A. Grandi 35, Asciano)

Conferenza finale

per la presentazione dei risultati del Percorso di Educazione Ambientale

PER UN FUTURO SENZA RIFIUTI

Stili di vita e comportamenti preventivi nella gestione della risorsa rifiuto

Progetto INFEA 2005 – Bando della Provincia di Siena

Scuola Media "L. Magi" di Asciano

POF a.s. 2005-2006 - Classi: 3°A e 3° B

6 Marzo - 27 maggio 2006 / N. 47 allievi - N. 83 ore

Programma dei lavori

Roberto Pianigiani (Sindaco di Asciano)

Saluto di benvenuto

Enzo Magini (Dirigente scolastico dell'Istituto Comprensivo "Sandro Pertini")

Introduce e Coordina l'incontro

Domenico Muscò (Responsabile del progetto "Per un futuro senza rifiuti")

Presentazione del progetto: obiettivi, metodi e strumenti

Elena Balducci - Cristina Golini (Educatrici)

Il lavoro educativo realizzato

Carlo Berrettini - Maria Grazia Neri - Alfonso Riva - Licia Sonetti

(Docenti Scuola – Collaboratori del progetto)

L'esperienza didattica sui rifiuti: il contributo al percorso scolastico

L'esperienza didattica: il racconto dei ragazzi

Consegna ai ragazzi dell' "Attestato di partecipazione"

Visita guidata dai ragazzi

Mostra dei cartelloni realizzati sulla raccolta differenziata dei rifiuti

Invito per la cittadinanza

Per informazioni: Comune di Asciano: sindaco@comune.asciano.siena.it - Domenico Muscò: musco@arci.it
Istituto Comprensivo "Sandro Pertini": Tel. 0577-718357

3. PERCORSI FOTOGRAFICI SUL LAVORO EDUCATIVO

A cura di Domenico Muscò



Figura 1. Asciano, 6 Marzo 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3°B – Primo Gruppo



Figura 2. Asciano, 6 Marzo 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3° B –Primo Gruppo



Figura 3. Asciano, 6 Marzo 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3°A – Primo Gruppo



Figura 4. Asciano, 6 Marzo 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 5. Asciano, 13 Marzo 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 6. Asciano, 13 Marzo 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 7. Asciano, 13 Marzo 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 8. Asciano, 13 Marzo 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 9. Asciano, 20 Marzo 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°B – Secondo Gruppo



Figura 10. Asciano, 20 Marzo 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3°B – Primo Gruppo



Figura 11. Asciano, 20 Marzo 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3°B – Primo Gruppo



Figura 12. Asciano, 20 Marzo 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3°A – Primo Gruppo



Figura 13. Asciano, 27 Marzo 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3°B – Primo Gruppo



Figura 14. Asciano, 27 Marzo 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3°B – Primo Gruppo



Figura 15. Asciano, 27 Marzo 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 16. Asciano, 27 Marzo 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 17. Asciano, 27 Marzo 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 18. Asciano, 27 Marzo 2006.
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 19. Asciano, 27 Marzo 2006. *Campana raccolta mista*



Figura 20. Asciano, 27 Marzo 2006. *Cassonetto per la carta*



Figura 21. Asciano, 27 Marzo 2006. *Cassonetto per la raccolta della FORSU*

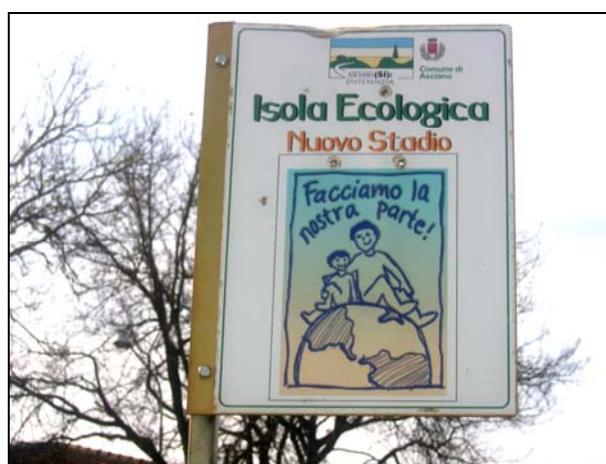


Figura 22. Asciano, 27 Marzo 2006. *Tabella dell'Isola Ecologica*



Figura 23. Asciano, 27 Marzo 2006. *Retro della tabella Isola Ecologica*



Figura 24. Asciano, 27 Marzo 2006. *Tabella per raccolta organico animali*



Figura 25. Asciano, 3 Aprile 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3°B – Primo Gruppo



Figura 26. Asciano, 3 Aprile 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 27. Asciano, 3 Aprile 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 28. Asciano, 3 Aprile 2006. *Lezione di Pristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 29. Asciano, 3 Aprile 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3°B – Primo Gruppo



Figura 30. Asciano, 3 Aprile 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3°B – Primo Gruppo



Figura 31. Asciano, 3 Aprile 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3[°]A – Primo Gruppo



Figura 32. Asciano, 3 Aprile 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3[°]A – Primo Gruppo



Figura 33. Asciano, 3 Aprile 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3[°]B – Primo Gruppo



Figura 34. Asciano, 3 Aprile 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3[°]A – Primo Gruppo



Figura 35. Asciano, 6 Aprile 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3[°]B – Secondo Gruppo



Figura 36. Asciano, 6 Aprile 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3[°]B – Secondo Gruppo



Figura 37. Asciano, 6 Aprile 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3°B – Primo Gruppo



Figura 38. Asciano, 6 Marzo 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 39. Asciano, 4 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A
Discarica rifiuti di Torre a Castello



Figura 40. Asciano, 4 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A
Discarica rifiuti di Torre a Castello



Figura 41. Asciano, 4 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A
Discarica rifiuti di Torre a Castello



Figura 42. Asciano, 4 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A
Discarica rifiuti di Torre a Castello



Figura 43. Asciano, 4 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°B
Discarica rifiuti di Torre a Castello



Figura 44. Asciano, 4 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°B
Discarica rifiuti di Torre a Castello



Figura 45. Asciano, 4 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°B
Discarica rifiuti di Torre a Castello



Figura 46. Asciano, 4 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°B
Discarica rifiuti di Torre a Castello



Figura 47. Asciano, 4 Maggio 2006.
Discarica rifiuti di Torre a Castello



Figura 48. Asciano, 4 Maggio 2006.
Discarica rifiuti di Torre a Castello



Figura 49. Asciano, 4 Maggio 2006.
Discarica rifiuti di Torre a Castello



Figura 50. Asciano, 4 Maggio 2006.
Discarica rifiuti di Torre a Castello



Figura 51. Asciano, 8 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A/B
Depuratore comunale delle acque reflue urbane



Figura 52. Asciano, 8 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A/B
Depuratore comunale delle acque reflue urbane



Figura 53. Asciano, 8 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A/B
Depuratore comunale delle acque reflue urbane



Figura 54. Asciano, 8 Maggio 2006. Località Camparboli
Depuratore comunale delle acque reflue urbane



Figura 55. Asciano, 8 Maggio 2006. Località Camparboli
Depuratore comunale delle acque reflue urbane



Figura 56. Asciano, 8 Maggio 2006. Località Camparboli
Depuratore comunale delle acque reflue urbane



Figura 57. Asciano, 8 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A/B
Boschetto in Località Arbia

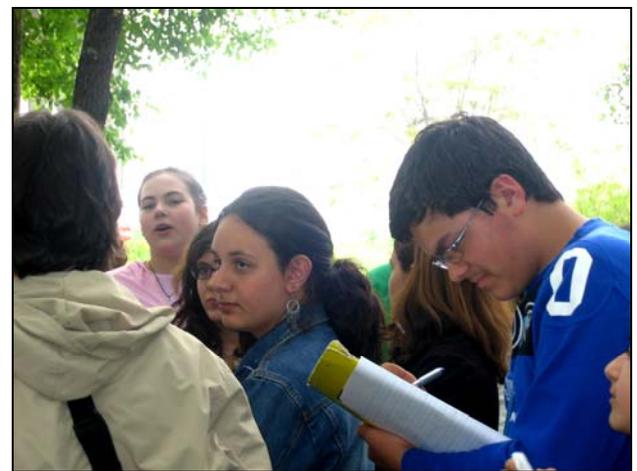


Figura 58. Asciano, 8 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A/B
Boschetto in Località Arbia



Figura 59. Asciano, 8 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A/B
Boschetto in Località Arbia



Figura 60. Asciano, 8 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A/B
Boschetto in Località Arbia



Figura 61. Asciano, 8 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A/B
Boschetto in Località Arbia



Figura 62. Asciano, 8 Maggio 2006. *Boschetto in Località Arbia*



Figura 63. Asciano, 10 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A
Impianto di compostaggio FORSU - Pian delle Cortine



Figura 64. Asciano, 10 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A
Impianto di compostaggio FORSU - Pian delle Cortine



Figura 65. Asciano, 10 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A
Impianto di compostaggio FORSU - Pian delle Cortine



Figura 66. Asciano, 10 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°A
Impianto di compostaggio FORSU - Pian delle Cortine



Figura 67. Asciano, 10 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°B
Impianto di compostaggio FORSU - Pian delle Cortine



Figura 68. Asciano, 10 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°B
Impianto di compostaggio FORSU - Pian delle Cortine



Figura 69. Asciano, 10 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°B
Impianto di compostaggio FORSU - Pian delle Cortine



Figura 70. Asciano, 10 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°B
Impianto di compostaggio FORSU - Pian delle Cortine



Figura 71. Asciano, 10 Maggio 2006. Pian delle Cortine
Particolare Impianto di compostaggio FORSU



Figura 72. Asciano, 10 Maggio 2006. Pian delle Cortine
Particolare Impianto di compostaggio FORSU



Figura 73. Asciano, 10 Maggio 2006. Pian delle Cortine
Particolare Impianto di compostaggio FORSU



Figura 74. Asciano, 10 Maggio 2006. Pian delle Cortine
Particolare Impianto di compostaggio FORSU



Figura 75. Poggibonsi, 15 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3^A
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti - Pian dei Foci



Figura 76. Poggibonsi, 15 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3^A
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti - Pian dei Foci



Figura 77. Poggibonsi, 15 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3^A
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti - Pian dei Foci



Figura 78. Poggibonsi, 15 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3^A
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti - Pian dei Foci



Figura 79. Poggibonsi, 17 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°B
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti - Pian dei Foci



Figura 80. Poggibonsi, 17 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°B
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti - Pian dei Foci



Figura 81. Poggibonsi, 17 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°B
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti - Pian dei Foci



Figura 82. Poggibonsi, 17 Maggio 2006. Scuola Media Magi, 3°B
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti - Pian dei Foci



Figura 83. Poggibonsi, 15 Maggio 2006. Pian dei Foci
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti



Figura 84. Poggibonsi, 15 Maggio 2006. Pian dei Foci
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti



Figura 85. Poggibonsi, 15 Maggio 2006. Pian dei Foci
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti



Figura 86. Poggibonsi, 15 Maggio 2006. Pian dei Foci
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti



Figura 87. Poggibonsi, 15 Maggio 2006. Pian dei Foci
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti



Figura 88. Poggibonsi, 15 Maggio 2006. Pian dei Foci
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti



Figura 89. Poggibonsi, 15 Maggio 2006. Pian dei Foci
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti



Figura 90. Poggibonsi, 17 Maggio 2006. Pian dei Foci
Impianto di Termovalorizzazione dei rifiuti



Figura 91. Asciano, 22 maggio 2006. *Lezione di Elena Balducci*
Scuola Media Magi, 3°B – Primo Gruppo



Figura 92. Asciano, 22 Maggio 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°B – Secondo Gruppo



Figura 93. Asciano, 22 maggio 2006. *Lezione di Balducci-Golini*
Scuola Media Magi, 3°B – Gruppi unificati



Figura 94. Asciano, 22 Maggio 2006. *Lezione di Balducci-Golini*
Scuola Media Magi, 3°B – Gruppi unificati



Figura 95. Asciano, 22 Maggio 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 96. Asciano, 22 Maggio 2006. *Lezione di Cristina Golini*
Scuola Media Magi, 3°A – Secondo Gruppo



Figura 103. Asciano, 27 Maggio 2006. Scuola Media Magi
Mostra finale del progetto



Figura 104. Asciano, 27 Maggio 2006. Scuola Media Magi
Mostra finale del progetto



Figura 105. Asciano, 27 Maggio 2006. Scuola Media Magi
Mostra finale del progetto

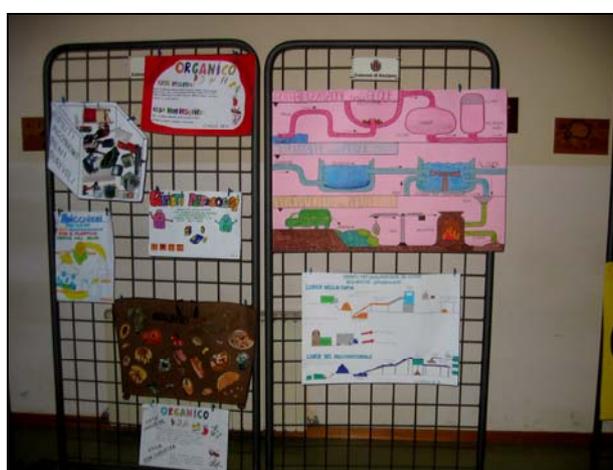


Figura 106. Asciano, 27 Maggio 2006. Scuola Media Magi
Mostra finale del progetto



Figura 107. Asciano, 27 Maggio 2006. Scuola Media Magi – *Gruppo dei ragazzi partecipanti al Progetto INFEA 2005*