

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SALERNO**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE**

**TESI DI LAUREA  
IN  
INGEGNERIA CIVILE**

*Ottimizzazione delle attività di raccolta e  
riciclaggio del vetro*

**Relatore:**

**Chiar.mo Prof. Ing.**

**Giovanni De Feo**

**Candidato:**

**Franco Di Perna**

**Matr. 063/100291**

**Anno Accademico 2004 - 2005**



## INDICE GENERALE

<b>Indice delle tabelle</b> .....	IV
<b>Indice delle figure</b> .....	VI
<b>Introduzione</b> .....	1

### PARTE PRIMA

#### **Capitolo I : Il vetro - la storia, la produzione, i materiali**

□ 1.1 : Introduzione.....	4
□ 1.2 : Notizie storiche.....	5
□ 1.3 : La lavorazione del vetro attraverso i secoli.....	8
□ 1.4 : Il polo produttivo di Venezia.....	11
□ 1.5 : La produzione vetraria dell' epoca moderna.....	13
□ 1.6 : Fenomenologia dello stato vetroso.....	15
□ 1.7 : I materiali vetrosi – proprietà ed usi.....	21
□ 1.8 : Le caratteristiche dei contenitori in vetro.....	24

#### **Capitolo II : La gestione dei rifiuti ed il contesto normativo**

□ 2.1 : Introduzione.....	27
□ 2.2 : Il Decreto Ronchi – i principi fondamentali.....	28
□ 2.3 : La produzione dei rifiuti urbani in Italia.....	33
□ 2.4 : La raccolta differenziata in Italia.....	38
□ 2.5 : La gestione dei rifiuti di imballaggio.....	44
□ 2.5.1 : La filiera del vetro.....	48
□ 2.7 : La prevenzione e la minimizzazione dei rifiuti.....	51
□ 2.8 : Il recupero di materia dai rifiuti.....	56

### **Capitolo III : La raccolta differenziata del vetro**

- 3.1 : Introduzione.....61
- 3.2 : I sistemi di raccolta: un quadro generale.....62
- 3.3 : La progettazione del servizio di raccolta differenziata integrata.....66
- 3.4 : Il consumo di imballaggi in vetro.....72
- 3.5 : La raccolta del vetro in Italia.....77
- 3.6 : Organizzazione della raccolta del vetro.....81

### **Capitolo IV : Il processo di riciclaggio del vetro**

- 4.1 : Introduzione.....89
- 4.2 : Le origini del riciclaggio.....90
- 4.3 : Le operazioni di trattamento del vetro.....93
- 4.4 : Il processo produttivo in vetreria.....100
- 4.5 : Efficienze di selezione e riciclaggio del vetro.....109
- 4.6 : I prodotti del riciclaggio del vetro.....118

## **PARTE SECONDA**

### **Capitolo V : Il bilancio ambientale di un impianto di selezione**

- 5.1 : Introduzione.....122
- 5.2 : Distribuzione territoriale degli impianti di selezione e riciclaggio.....123
- 5.3 : Descrizione dell' impianto di selezione del rifiuto vetroso.....126
- 5.4 : Il bilancio ambientale dell' Ecomont.....134

### **Capitolo VI : Il bilancio ambientale di un impianto di riciclaggio**

- 6.1 : Introduzione.....139
- 6.2 : Il riciclaggio del vetro in Italia.....140

- **6.3** : Descrizione dell' impianto di produzione del vetro cavo.....145
- **6.4** : Il bilancio ambientale delle vetrerie venete.....160

**Capitolo VII : Misure per l' ottimizzazione della filiera del vetro**

- **7.1** : Introduzione.....167
- **7.2** : Azioni di ottimizzazione in fase di conferimento e raccolta.....168
- **7.3** : Azioni di ottimizzazione in fase di selezione e riciclaggio.....173
- **7.4** : Possibili alternative di riciclaggio del vetro.....175

**Capitolo VIII : Conclusioni.....178**

**Bibliografia.....182**

## ***CAPITOLO 8 – Conclusioni.***

Il filo conduttore della presente trattazione è stato quello di voler dare una panoramica, quanto più possibile completa, di quelle che sono le problematiche della valorizzazione del rifiuto vetroso, al fine di contribuire positivamente al dibattito sul miglioramento dei sistemi di raccolta, selezione e riciclaggio del vetro.

Questo miglioramento è da considerarsi essenziale ed indispensabile se si prende atto che il rifiuto vetroso ha enormi potenzialità “di vita”, cioè di riutilizzazione, al posto delle materie prime tradizionali.

Infatti il vetro cavo costituisce una rilevante forma di materia prima nella produzione di nuovi contenitori, il che consente:

- di ridurre in maniera considerevole le attività estrattive potendosi eliminare una quantità quasi equivalente di silice;
- di ottenere un risparmio energetico derivante dal minore impiego di energia durante la fusione, dato che il rottame di vetro fonde ad una temperatura inferiore rispetto alla sabbia;
- di contribuire ad una riduzione delle emissioni in atmosfera;
- di ridurre significativamente le quantità di rifiuti da smaltire in discarica.

E', dunque, estremamente importante che i sistemi di raccolta e l' avvio agli impianti di trattamento vengano svolti in maniera corretta, sia in termini di partecipazione degli utenti che di professionalità degli operatori del settore.

A tal proposito occorre subito premettere che dagli incontri avuti con gli operatori del settore e dalle letture effettuate nel corso delle ricerche, ho potuto rilevare che per una effettiva convenienza economica ed ecologica del riciclaggio del vetro grezzo, la qualità della raccolta rappresenta il punto critico e decisivo sul quale si concentrano le effettive prospettive del comparto in termini di incremento di utilizzo di materiali riciclati.

Ciò consente di effettuare alcune riflessioni di fondo riguardanti innanzitutto le condizioni perché possa verificarsi un ulteriore aumento delle quantità riciclate.

Queste condizioni, come già accennato nel corso della trattazione, sono legate in gran parte:

- a) Al miglioramento della qualità della raccolta attraverso sistemi che limitino sia la presenza di impurità, sia la presenza di materiali di

imballaggio estranei, che possano determinare una perdita di vetro nelle fasi di separazione e selezione;

- b) All'ottimizzazione delle operazioni di trattamento e valorizzazione del materiale conferito, cercando di minimizzare le perdite di vetro e di raggiungere livelli di qualità e selettività sempre più efficienti;
- c) Alla raccolta del vetro per colore, rivolta sia alle utenze domestiche ma anche finalizzata ad intercettare quei flussi derivanti da utenze specifiche, che consentirebbe di ridurre i costi di selezione.

Le suddette condizioni non vengono ancora completamente assicurate in Italia, per cui la nostra industria vetraria deve superare notevoli difficoltà per essere in grado di provvedere "fruttuosamente" al riciclo del vetro.

In conseguenza di ciò non si è sempre in grado, nel nostro Paese, di operare con successo in un mercato dove i diretti concorrenti stranieri utilizzano rottame di vetro "pronto forno" che rispetta capitolati di accettazione ben più severi di quelli italiani, grazie proprio al fatto che agli impianti di trattamento arrivano rifiuti vetrosi di qualità nettamente superiore, indipendentemente dalla tipologia di raccolta.

In Italia, infatti, la peggiore qualità del rottame significa maggiori costi di valorizzazione, con la conseguenza di avere una materia prima da avviare a riciclo a costi superiori a quelli della composizione, cioè al mix di materie prime per ottenere il vetro, e di porre fuori mercato le Aziende vetrarie italiane, ovvero, di obbligarle a ridurre la percentuale di riciclo per contrastare la concorrenza.

Molto spesso, quindi, in Italia, l'offerta di rottame da valorizzare, proveniente dalla raccolta differenziata, è di gran lunga superiore alla capacità di riciclo delle industrie del settore.

Perciò nei piazzali dei siti di stoccaggio giacciono tonnellate di rifiuti vetrosi che difficilmente potranno essere avviate al trattamento, se non intervengono fattori atti a determinare un miglioramento della qualità del rifiuto tale che consenta una riduzione dei costi e, quindi, la possibilità di produrre in maniera concorrenziale.

Un ulteriore ostacolo all'utilizzo del rifiuto vetroso è costituito dall'art. 43 del Decreto Ronchi che indica le soglie di concentrazioni massime ammissibili per i metalli pesanti, in specie il piombo, il cadmio, il mercurio e il cromo esavalente, con la fissazione di valori decrescenti nel tempo (100 p.p.m. in peso nel 2001).

Al fine di trovare una soluzione che permette di superare la concentrazione di piombo nel rottame vetroso e, conseguentemente, di poter incrementare la percentuale di rottame pronto al forno con meno costi, dovranno essere messe in atto, in un prossimo futuro, più incisive contromisure idonee a:

- Sviluppare un circuito alternativo di recupero di vetri al piombo (produzione di ceramiche, piastrelle e calcestruzzi autocompattanti utilizzando rottame al piombo come quello derivante dalla messa in sicurezza dei tubi catodici, dalla bonifica delle lampade al neon, dagli schermi per computer e televisori, dai prodotti in cristallo o dalle stoviglie in pyrex);
- Verificare la qualità del rottame di vetro da importazione;
- Responsabilizzare, al massimo, il cittadino nei confronti del problema e dell'importanza della separazione dei vetri al piombo dai vetri normali, prima di immetterli nel circuito della raccolta.

Quanto, poi, al problema della selezione per colore, c'è da dire che certamente questa è tecnicamente possibile durante la fase di valorizzazione del rifiuto, però, non risulta economicamente conveniente.

Perciò se si vuole ottenere un rottame di vetro pronto, di colore bianco, conformemente alle richieste dell'utenza nel nostro Paese, è fondamentale creare un circuito di raccolta differenziata a monte, al fine di inviare agli impianti un rifiuto vetroso praticamente già separato; tale innovazione potrebbe riguardare inizialmente solo il circuito di raccolta presso utenze specifiche mediante sistemi di raccolta e bidoni dedicati allo scopo (bar, ristoranti, mense, centri commerciali, supermercati, comparto sanitario ed enti pubblici) e, nel contempo, attuare una politica di sensibilizzazione ed informazione presso le utenze domestiche, al fine di estendere anche a questo canale la pratica del conferimento con separazione del vetro incolore (bianco o mezzo bianco) da quello colorato, in campane a doppio scomparto (dual box).

In tale prospettiva può essere conveniente l'utilizzo delle selezionatrici ottico-elettroniche per colore che provvedano ad eliminare le frazioni di colore erroneamente conferite dall'utente nella fase di raccolta con costi di selezione accettabili.

In quest'ottica è indispensabile che il sistema adotti e solleciti una politica di raccolta differenziata sempre più accurata ed efficiente, badando più alla qualità che alla quantità del materiale raccolto, operando, tra l'altro, una sempre più efficace azione di sensibilizzazione degli enti preposti, in particolar modo, dei cittadini, degli esercizi

pubblici e quant' altro, allo scopo di selezionare accuratamente e, nel contempo, di minimizzare la quantità di rifiuto da immettere nel sistema della raccolta e del riciclaggio.