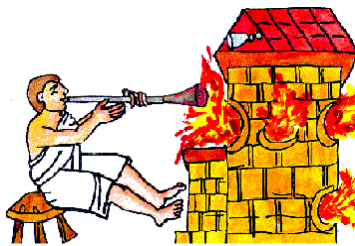


Rottame di vetro e risparmio energetico



Stazione Sperimentale del Vetro
Murano - Venezia

Cos'è il vetro?

Il vetro è un liquido viscoso che è stato raffreddato rapidamente in modo che non avvengano fenomeni di cristallizzazione

Il vetro è quindi una **sostanza amorfa** che può essere descritta come una **soluzione di ossidi in proporzioni variabili** che ne determinano proprietà e caratteristiche chimico-fisiche

SiO_2 , Na_2O , CaO , B_2O_3 , Al_2O_3 , K_2O , MgO ,...

Vetri normalmente utilizzati per contenitori:

- Sodico-calcico (*bottiglie e bicchieri*) SiO_2 - Na_2O - CaO
- Borosilicatico (*flaconi e fiale*) SiO_2 - B_2O_3 - Na_2O
-



Materie prime

Sabbia (vetrificante)

La sabbia è la materia prima impiegata per introdurre la silice (SiO_2) nella miscela vetrificabile. Essa è formata da quarzo in quantità variabile a seconda della sua purezza (99,8÷90,0 %).

Soda (fondente)

Il carbonato di sodio (Na_2CO_3) incide per circa il 50% sul costo totale delle materie prime. In Italia viene utilizzato quasi esclusivamente il carbonato di sodio artificiale (processo Solvay).

Marmo e Dolomite (stabilizzanti)

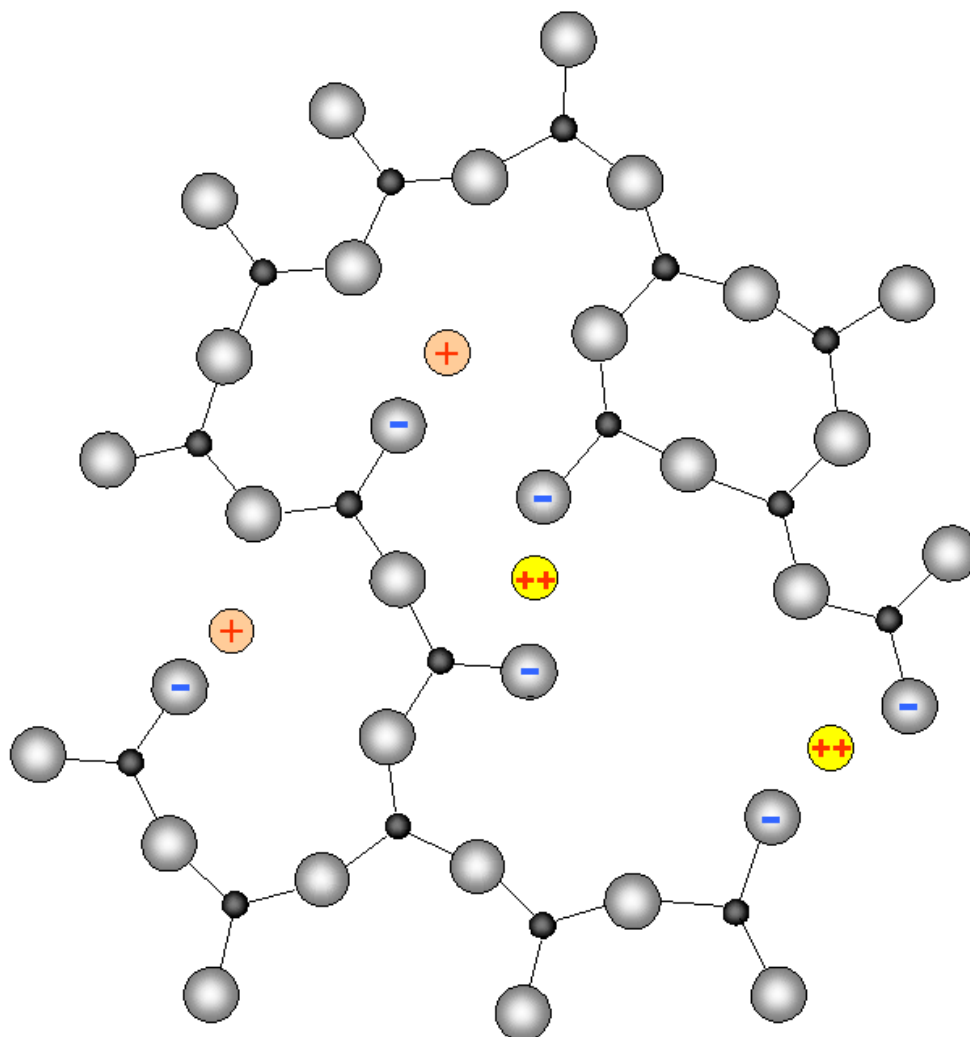
I carbonati di calcio e magnesio (CaCO_3 e MgCO_3) sono minerali naturali che costituiscono una fonte di materie prime relativamente a buon mercato per l'industria vetraria.

Rottame di vetro

Nell'industria è prassi generalizzata impiegare gli scarti di lavorazione dello stabilimento quale materia prima per la fusione (*rottame interno*). Ad essi, nel caso di produzione di vetro per contenitori, si aggiungono quantità variabili di rottame ecologico (*rottame esterno o di riciclo*).



Struttura del vetro silico-sodico-calcico



● Si

● O

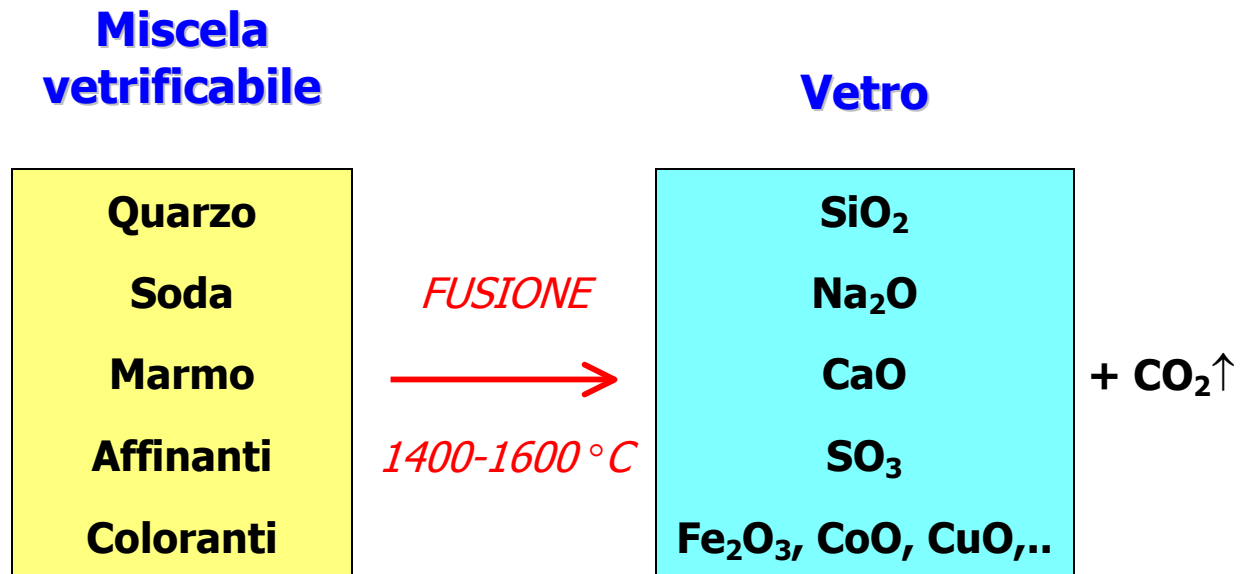
● Ca²⁺

● Na⁺

Stazione Sperimentale del Vetro



Processo di fusione della miscela



Il processo può essere:

- **DISCONTINUO** (*vetro artistico*)
le varie fasi avvengono nel tempo
- **CONTINUO** (*vetro industriale*)
le varie fasi avvengono nello spazio



Processo di fabbricazione del vetro per contenitori

- **Preparazione della miscela vetrificabile**
- **Fusione ed affinaggio del vetro**
- **Condizionamento e distribuzione del vetro fuso alle linee di lavorazione**
- **Formatura degli articoli**
- **Ricottura del prodotto finito**
- **Scelta e confezionamento del prodotto**



***Intervallo di composizione
per un vetro adatto alla produzione di
contenitori***

(percentuale in peso degli ossidi)

SiO₂	70.0	÷	74.0	%
Na₂O	12.0	÷	15.0	%
CaO	7.0	÷	12.0	%
K₂O	0	÷	3.0	%
Al₂O₃	1.0	÷	4.0	%
MgO	0.5	÷	4.5	%



Energia richiesta per la fusione del vetro

La quantità di energia richiesta per la fusione del vetro dipende da:

- **composizione chimica del vetro**
- **materie prime usate nella miscela vetrificabile**
- **contenuto di umidità della miscela vetrificabile**
- **percentuale di rottame impiegato nella miscela vetrificabile**



Introducendo rottame nella miscela vetrificabile si risparmia energia

- **Risparmio indiretto**
(sostituendo le materie prime)
- **Risparmio diretto**
(meno energia richiesta per la fusione)
- **Risparmio complessivo**
(risparmio indiretto + risparmio diretto)

Esempio

Aumentando la percentuale di rottame dal 20% al 50% nella miscela, si ottiene un risparmio energetico complessivo di 340 kcal/kg vetro (20% in meno di energia)



Risparmio indiretto

Energia richiesta per produzione e trattamento delle materie prime

Materie prime	kcal/kg
Sabbie	100 ÷ 360
Soda Solvay	3100
Marmo	130
Rottame interno	60
Rottame esterno	200 ÷ 300

Più rottame, meno materie prime, più risparmio indiretto

+	% di rottame nella miscela	0 %	20 %	50 %	100 %
-	energia richiesta (kcal/kg vetro)	940	760	480	60

Esempio

Aumentando la percentuale di rottame dal **20%** al **50%** nella miscela, si ottiene un risparmio energetico indiretto di **280 kcal/kg vetro**

Stazione Sperimentale del Vetro



Esempio di calcolo

Energia richiesta per produzione e trattamento delle materie prime necessarie per produrre 1 kg di vetro di composizione (in % in peso degli ossidi):

SiO₂	Na₂O	CaO
75	14	11

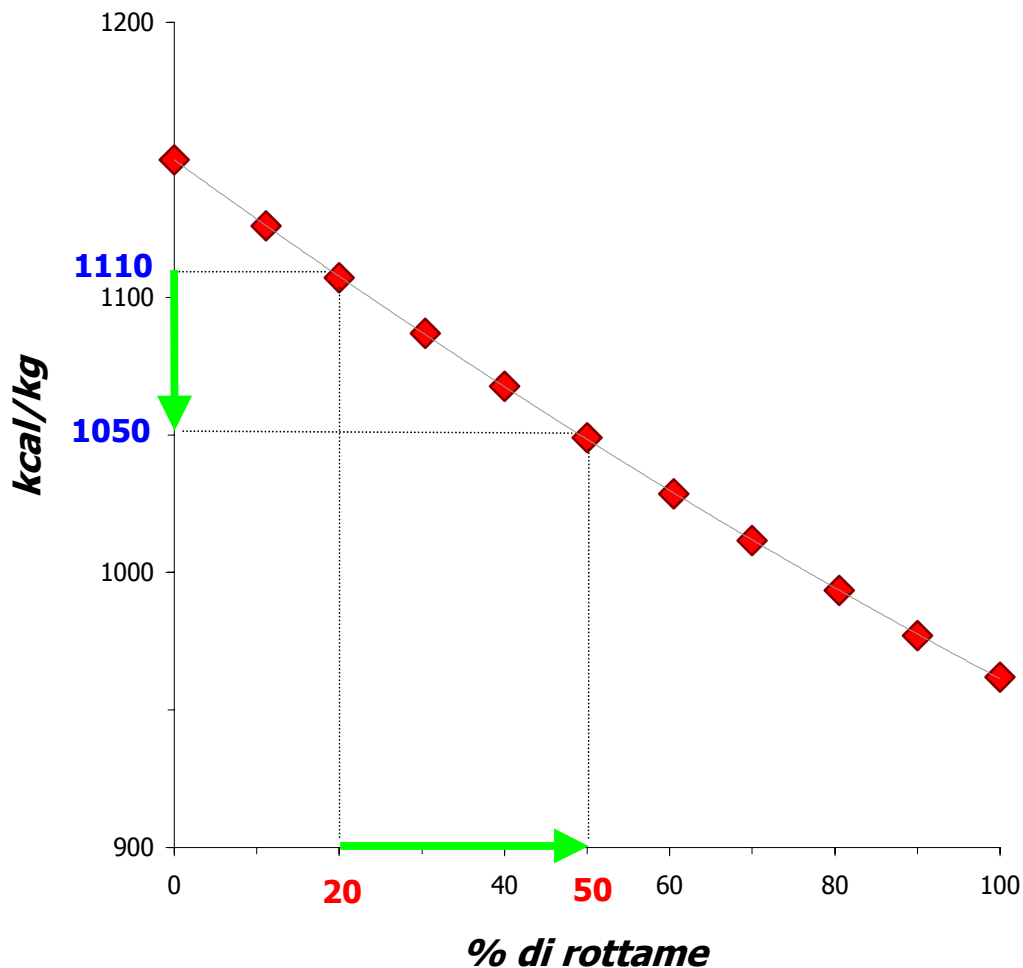
<i>Materie prime</i>	<i>peso (kg)</i>	<i>energia (kcal)</i>
Sabbia*	0.75	173
Soda	0.24	741
Marmo	0.20	26
totale	1.19	940

****assumendo un valore medio di 230 kcal/kg***



Risparmio diretto

Energia richiesta per la fusione della miscela vetrificabile in funzione della percentuale di rottame



Esempio

Aumentando la percentuale di rottame dal 20% al 50% nella miscela, si ottiene un risparmio energetico diretto di 60 kcal/kg vetro

Stazione Sperimentale del Vetro



Risparmio complessivo

Energia richiesta: kcal/kg di vetro prodotto

	<i>materie prime</i>	<i> fusione</i>	<i>totale</i>
miscela con 20% di rottame	760	1110	1870
miscela con 50% di rottame	480	1050	1530
Risparmio	indiretto 280	+ diretto 60	= complessivo 340

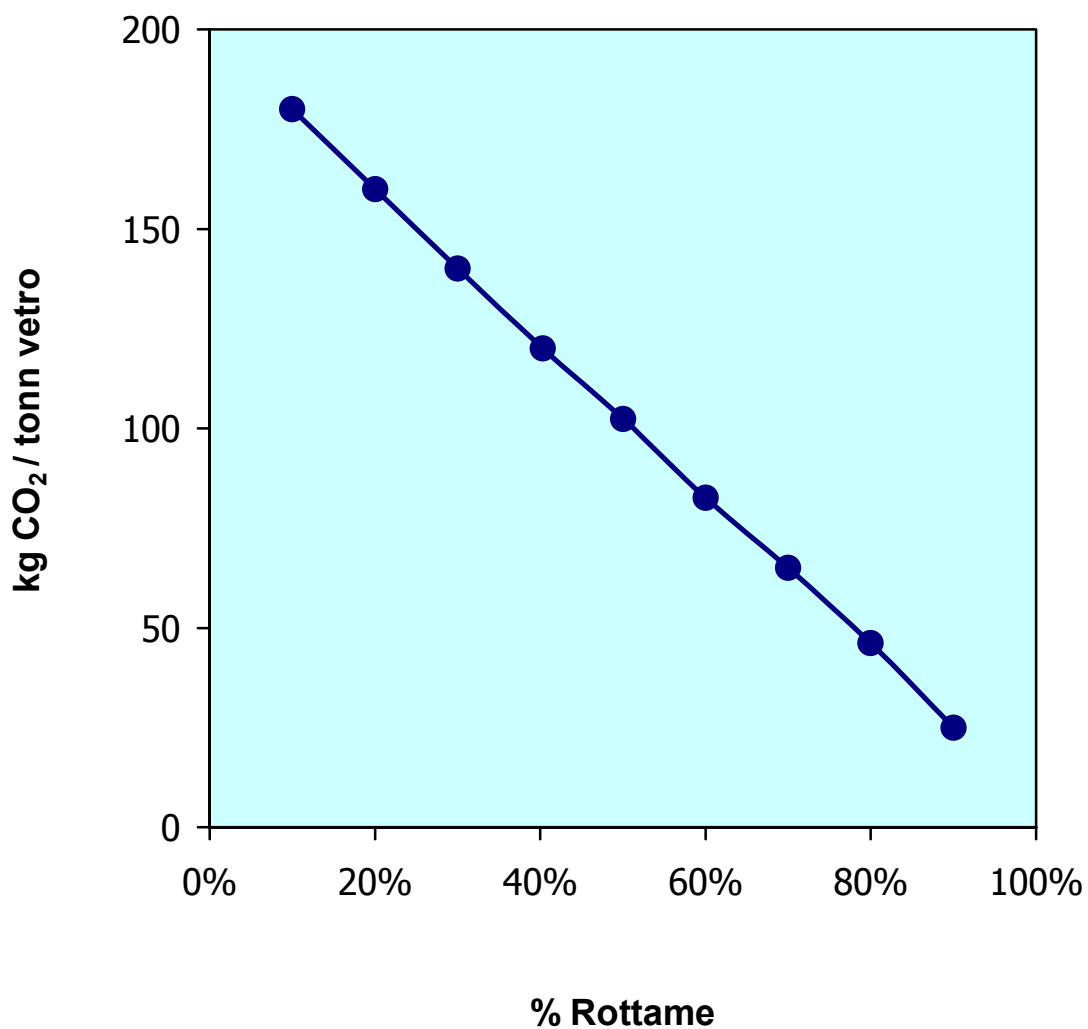
Esempio

Aumentando la percentuale di rottame dal 20% al 50% nella miscela, si ottiene un risparmio energetico complessivo di 340 kcal/kg vetro (20% in meno di energia)

Stazione Sperimentale del Vetro



Quantità di CO₂ emessa per tonnellata di vetro prodotto

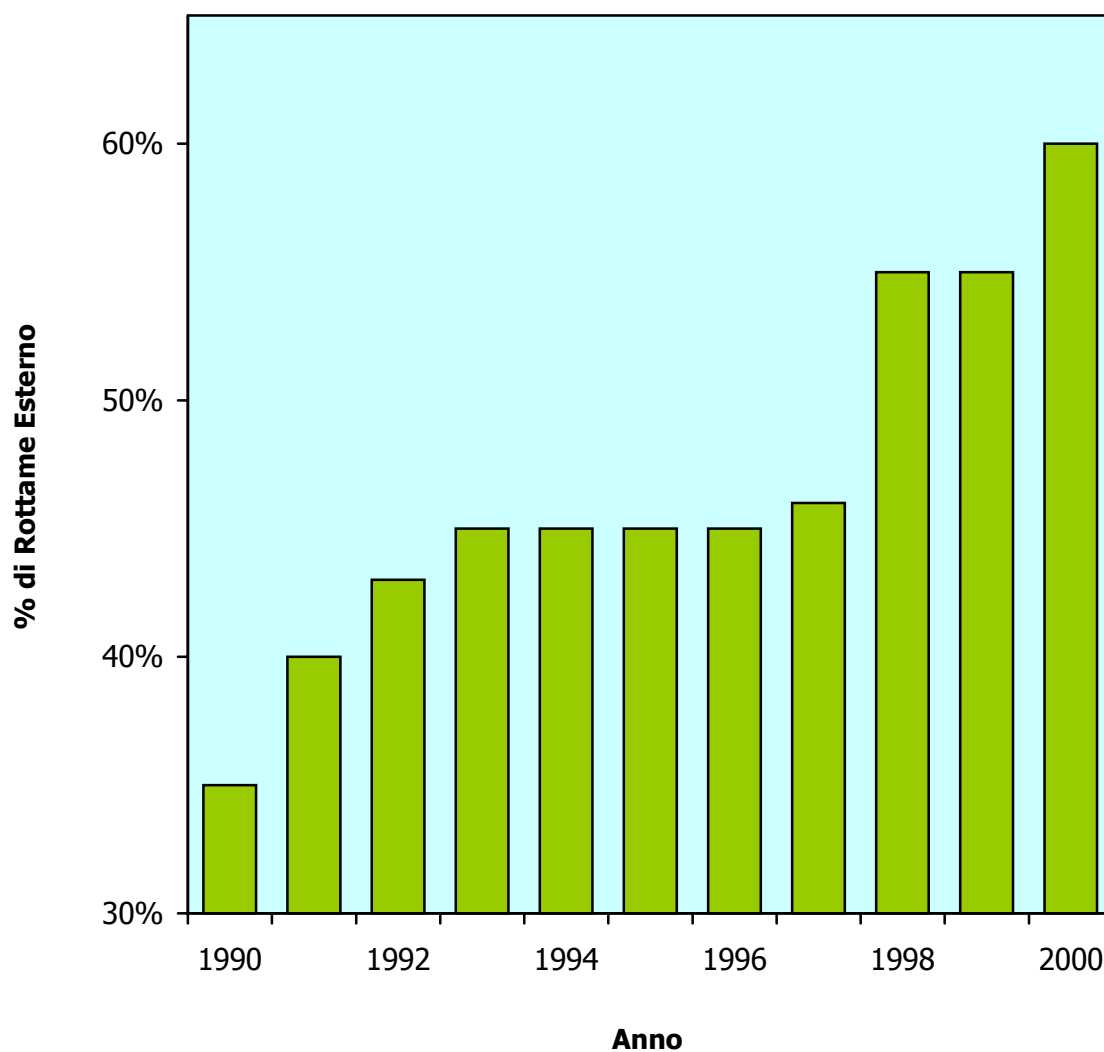


Stazione Sperimentale del Vetro



Evoluzione dell'impiego di Rottame Esterno nella miscela vetrificabile

(1990 - 2000)



Vantaggi derivanti dall'impiego del rottame di vetro

- **Elimina una parte dei rifiuti solidi che contribuiscono al degrado del suolo**
- **Consente di risparmiare notevoli quantità di materie prime**
- **Permette di aumentare la velocità di fusione della miscela vetrificabile**
- **Contribuisce alla diminuzione dell'inquinamento atmosferico**
- **Consente di risparmiare energia, sia direttamente (minore energia necessaria per la fusione), che indirettamente (risparmio di materie prime altamente energetiche)**



Caratteristiche del rottame ecologico ideale

- **essere esente da metalli**
(tappi, banda stagnata,...)
- **essere esente da ceramiche**
(piatti, tazze,...)
- **non contenere sostanze organiche**
(carta, plastica, residui organici,...)
- **essere costituito soltanto da vetro
per contenitori**
(no lampadine, cristallo al piombo,...)
- **essere suddiviso per colore**
(bianco, ambra, verde, misto)

