

L'eco-efficienza dei contenitori di vetro sottile

La valutazione economica della produzione sostenibile dei contenitori di vetro dimostra che l'assottigliamento dei contenitori e il loro riciclo comporta vantaggi ambientali immediatamente quantificabili. Lo studio è stato condotto da ricercatori del Dipartimento di Management, Sapienza Università di Roma.

Andrea Esposito, Giuliana Vinci

Nel 2015, la produzione europea di vetro si aggirava intorno a 35 milioni di tonnellate, posizionando l'Europa in vetta alla classifica dei produttori di vetro [1]. L'industria del vetro è costituita da molti settori, che forniscono prodotti destinati a diversi utilizzi: 62% packaging di vetro (vetro cavo); 30% vetro piano (edilizia, automotive); 8% vetro per altri utilizzi (chimica, farmaceutica) [2].

Il vetro cavo detiene la leadership della produzione globale di vetro, grazie alle caratteristiche che lo rendono materiale idoneo all'imballaggio per alimenti. In particolare:

- sostenibilità (riutilizzabile e riciclabile all'infinito, riduce il consumo di materie prime e di energia);
- qualità (preserva le proprietà organolettiche degli alimenti, resiste agli agenti chimici);
- salute (non è reattivo, è facile da pulire, sterilizzare e riutilizzare);
- marketing (può assumere forme, colori e

texture infinite, conferendo riconoscibilità ai marchi di successo e di qualità);

- duttilità (è utilizzato in svariati settori, dall'alimentare al farmaceutico, al cosmetico).

PRODUZIONE DEL VETRO

Il processo produttivo del vetro inizia con l'approvvigionamento delle materie prime necessarie alla formazione

della miscela vetrificabile (**tabella 1**) [3]. Una volta dosate e miscelate, le materie prime vengono incanalate nel forno fusorio [4].

Il forno fusorio è composto da materiale refrattario e può resistere per molti anni alle elevate temperature di fusione; viene riscaldato attraverso una serie di bocchette, situate ai lati delle pareti del forno, dalle quali fuoriescono fiamme alimentate da metano. La resa calorifica può essere incrementata anche attraverso l'uso di apparecchiature elettriche (elettrodi), che permettono una maggiore uniformità termica del vetro. La goccia di vetro incandescente (1.200 °C circa) giunge, per caduta verticale guidata, allo stampo della

Tabella 1 - Combinazioni di materie prime per tipologie di prodotto. Valori espressi in %.

Table 1 - Combinations of raw materials by product type. % values.

COSTITUENTI	Vetro piano	Vetro cavo	Vetro x illuminazione	Vetro x Ind.chimica	Fibre tessili	
CONSTITUENTS	Plate glass	Hollow glass	Glass for lighting	Glass for Chem. Ind.	Textile fibers	
Silice	72,80	73,30	60,00	67,50	53,20	Silica
Ossido di Alluminio	0,79	1,56	0,10	5,15	14,54	Aluminium oxide
Ossido di Calcio	8,60	9,80	-	11,40	22,60	Calcium oxide
Ossido di Magnesio	3,61	0,34	-	-	0,42	Magnesium oxide
Monossido di Piombo	-	-	24,00	-	-	Lead monoxide
Ossido di Sodio	13,70	14,20	1,00	15,60	0,26	Sodium oxide
Ossido di Potassio	0,50	0,80	14,90	0,15	0,21	Potassium oxide
Anidride Solforica	0,30	0,20	-	0,20	-	Sulfur trioxide

Fonte/Source: Assovetro, 2015.

Eco-efficiency of thin glass containers

Economic assessment of the sustainable production of glass containers shows that making the containers thinner and recycling them carries immediately quantifiable environmental advantages. The study was conducted by researchers at the Department of Management of the Sapienza University of Rome.

Andrea Esposito, Giuliana Vinci

In 2015, European glass production reached approximately 35 million t, putting Europe at the top of the ranking of global glass producers [1]. The glass

industry comprises many sectors supplying various uses: 62% glass packaging (hollow glass); 30% plate glass (construction, automotive); 8%

glass for other uses (chemical industry, pharma) [2].

Hollow glass leads global production thanks to characteristics that make it a suitable material for food packaging, in particular:

- sustainability (unlimited reusability and recyclability mean that it reduces raw materials and energy consumption);
- quality (it preserves the organoleptic properties of foods and is resistant to chemicals);
- health (it is unreactive and is easy to clean, sterilize and reuse);
- marketing (the possible shapes, colors and textures are limitless, conferring recognizability to popular and quality

brands);

- versatility (it is used in myriad sectors, from food to pharmaceuticals and cosmetics).

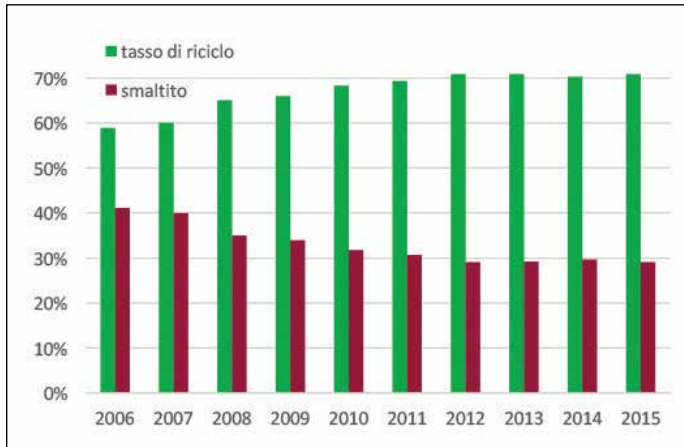
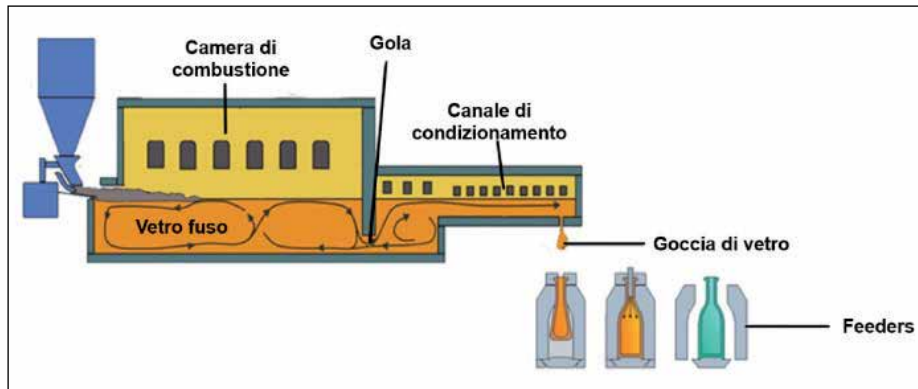
GLASS PRODUCTION

The glass production process begins with supply of the raw materials needed to form the mixture that can be turned into glass (**table 1**) [3]. Once dosed and mixed, the materials are fed into the melting furnace [4].

The melting furnace is made of refractory material that enables it to resist for years the high temperatures required for the melting process; it is heated through a series of openings on

1 - Schema di attraversamento del vetro fuso nel canale di raffreddamento.

Diagram of melted glass passing through cooling tunnel.



macchina formatrice (figura 1).

Le gocce vengono trasferite agli stampi in ghisa, feeders, tramite apposite guide gocciola e, per effetto combinato del vuoto e dell'aria compressa, si realizza il contenitore. I processi tradizionali di formatura di un contenitore di vetro sono essenzialmente due: il procedimento soffio-soffio e il processo presso-soffio.

Con il processo presso-soffio è possibile ottenere contenitori più leggeri e sottili. Alla fase di formatura segue una fase di ricottura dove è possibile rimuovere le tensioni del vetro. Infine, i contenitori im-

ballati vengono trasportati al magazzino prodotti finiti.

RICICLO DEL VETRO

Il vetro può essere fuso e rimodellato un numero infinito di volte; proprio per questa caratteristica il rottame di vetro (cullet) è diventato una delle più importanti materie prime per la produzione di vetro [5]. Infatti nella produzione di vetro colorato, circa il 60% della materia prima proviene da rottami riciclati (vetro recuperato attraverso la raccolta pubblica o dagli scarti di lavorazione interna) [6].

I rottami di vetro permettono un'accelerazione del processo di fusione a temperature più basse, così da garantire un risparmio di materie prime e di energia.

In Europa attraverso la raccolta differenziata si recupera oltre il 75% del vetro consumato; in Svezia, Svizzera, Austria, Belgio e Olanda si raggiunge anche il 90%, in Italia il 70% (sotto la media Europea).

In figura 2 è riportato il tasso di riciclo nel periodo 2006-2015, dove si evince che il trend è in crescita [7].

Il riciclo del vetro, oltre al vantaggio economico, consente di ottenere notevoli vantaggi ambientali (tabella 2) [7].

L'iter che interessa il recupero del vetro prevede un preciso percorso logistico, progettato in funzione della localizzazione degli impianti produttivi. Dalle campagne di raccolta del vetro parte il trasporto verso il sito di stoccaggio, dove il vetro da riciclare viene diviso per colore e frantumato in unità più piccole. Il ciclo di vita di un imballaggio da riciclare è inferiore a 30 giorni [8].

ASSOTTIGLIAMENTO DEL VETRO E VANTAGGI

L'imballaggio in vetro presenta due criticità: la fragilità e il peso del contenitore.

2 - Percentuale di vetro riciclato in Italia (Fonte: CO.RE.VE., 2015).
Percentage of glass recycled in Italy (Source: CO.RE.VE., 2015).

Tabella 2 - Vantaggi del riciclo del vetro.

Table 2 - Advantages of glass recycling.

Risparmi energetici complessivi Total energy saving		288.000 TEP pari a circa 319 milioni di metri cubi di gas approx. 319 million cubic meters of gas	
		3.041.000 tonnellate di cui: 3.041.000 t of which:	
Minor consumo di materie prime minerali, a parità di vetro prodotto Raw mineral consumption reduction for glass output parity	sabbia/sand	1.882.000	t
	soda	541.000	t
	calcare/limestone	344.000	t
	dolomite	167.000	t
Riduzione totale emissioni di CO ₂ Total CO ₂ emissions reduction		1.903.000	t di CO ₂ /t CO ₂

Fonte/source: CO.RE.VE., 2015



the walls of the furnace emitting methane-fed flames. The temperature can also be increased using electric devices (electrodes), which enable heating the glass more uniformly. The incandescent molten glass (approximately 1,200 degrees Celsius) is then poured into the mould of the forming machine (figure 1).

The molten glass is directed into the cast iron mould feeders through special guides, and then a combination of vacuum and compressed air forms the container. There are two main traditional processes for shaping glass containers: blow & blow and press & blow. Press &

blow enables creating thinner and more lightweight containers. Forming is followed by annealing, i.e. reheating the container to remove stress from the glass. Finally the packaged containers are stored as finished products.

GLASS RECYCLING

Glass can be melted and reshaped ad infinitum. This characteristic makes cullet (scrap glass) one of the most important ingredients in glass production [5].

In fact, some 60% of the raw material used to produce colored glass is derived from recycled cullet (recovered from public collection or scraps from factory

processes)[6].

Cullet enables accelerating the melting process, and at lower temperatures, guaranteeing saving on raw material and energy.

In Europe, 75% of the glass consumed is recovered through separate collection, as much as 90% in Sweden, Switzerland, Austria, Belgium and the Netherlands, and 70% in Italy (under the European average).

Figure 2 shows the rate of recycling during the period 2006-2015. There is a clear positive growth trend [7].

In addition to an economic advantage, glass recycling also makes possible

remarkable environmental advantages (table 2) [7].

The journey of recovered glass follows a precise logistical pathway, designed according to the location of production sites, that leads from the public glass collection container to storage warehouses where the glass is sorted by color and broken down.

The life cycle of packaging that is recycled is less than 30 days [8].

THIN GLASS AND ITS ADVANTAGES

Glass packaging has two criticalities: fragility and weight. Technological innovation has enabled overcoming



Tabella 3 - Confronto del peso di assottigliamento dei contenitori negli ultimi 20 anni.

Table 3 - Compared weight of containers after 20 years of thinning techniques.

Tipologia	1990	2010	Type
Flacone per fisiologica 500 ml	255 g	238 g	500 ml flacon for saline solution
Flacone per sciroppo 150 ml	100 g	90 g	150 ml flacon for syrup
Bottiglie di vermouth 1000 ml	470 g	415 g	1000 ml vermouth bottle
Bottiglie per birra 600 ml	280 g	250 g	600 ml beer bottle
Bottiglie per birra 330 ml	150 g	135 g	330 ml beer bottle
Bottiglia per birra cauzionata 660 ml	540 g	320 g	660 ml returnable beer bottle
Bottiglia per birra cauzionata 330 ml	300 g	200 g	330 ml returnable beer bottle
Bottiglia olio 1000 ml	430 g	395 g	1000 ml bottle for olive oil
Bottiglia spumante 750 ml	640 g	525 g	750 ml bottle for sparkling wine
Bottiglia bordolese 750 ml	390 g	360 g	750 ml bottle for Bordeaux mixture
Bottiglia borgognotta 750 ml	410 g	390 g	750 ml bottle for Burgundy-style wine bottle
Aperitivi monodose 275 ml	280 g	200 g	275 ml monodose for aperitif
Bottiglia latte	470 g	360 g	Milk bottle

Fonte/source: CO.RE.VE., 2015

L'innovazione tecnologica ha però permesso di superare, almeno in parte, questi limiti, consentendo di realizzare contenitori in vetro sempre più sottili e leggeri, ma che conservano le caratteristiche funzionali tradizionali [9].

Le tecniche di assottigliamento e di alleggerimento dei contenitori sono state applicate, in particolar modo, alla produzione delle bottiglie di vino, spumante e champagne.

Negli ultimi 20 anni, molte aziende produttrici di packaging di vetro hanno implementato il proprio processo ottenendo contenitori più leggeri anche del 30-35%. Questi risultati sono stati raggiunti con tecniche di progettazione e modellistica con sistemi narrow neck press and blow [8].

In tabella 3 è riportato il confronto dei pesi di alcuni tipi di contenitori prodotti con sistemi diversi tra gli anni 1990 (tecnica tradizionale) e 2010 (applicazione della tecnica arrow neck press and blow) [7].

I vantaggi legati alla riduzione dello spessore e il peso dei contenitori di vetro possono essere analizzati su due orizzonti

temporali: breve e lungo periodo.

- Nel breve periodo il vantaggio principale è legato alla riduzione dei costi di trasporto, poiché un contenitore più sottile e leggero permette una saturazione migliore degli spazi e un maggior carico del mezzo trasportatore [10].

- Nel lungo periodo i vantaggi sono legati alla sostenibilità dei contenitori in vetro, poiché contenitori più sottili e leggeri richiedono una minore temperatura di fusione, quindi minori materie prime energetiche.

Studi recenti hanno messo a confronto la carbon footprint di diversi tipi di contenitori (vetro, plastica, metallo, carta), osservando il rapporto esistente tra la produzione dei contenitori e le emissioni di CO₂ [11]. L'analisi è stata sviluppata attraverso una metodologia "cradle to gate" valutando tutte le esternalità derivanti dalla fase di distribuzione del prodotto finito.

La riduzione dello spessore e del peso dei contenitori in vetro permette una diminuzione del 4-5% di CO₂.

Il riciclo e la produzione di packaging in vetro sempre più leggeri e sottili compor-

these limits, at least in part, by making it possible to create increasingly thin and lightweight glass containers that maintain the functional properties of the traditional containers [9].

The techniques used to make containers thinner and lighter have been applied especially in the production of bottles for wine, spumante and champagne. Over the last 20 years, many glass packaging manufacturers have implemented their own processes to obtain containers as much as 30-35% lighter. These results have been achieved through design and modeling techniques using narrow neck press and

blow systems [8].

Table 3 compares the weights of a number of container types produced using different systems between 1990 (traditional techniques) and 2010 (narrow neck press and blow) [7].

The advantages of reducing the thickness and weight of glass containers can be measured in terms of two different timeframes: short and long term.

- In the short term, the main advantage relates to transport costs, since a thinner and more lightweight container enables a better use of space and higher loads on the means of transport [10].

- Over the long term, thinner and lighter glass containers prove more environmentally sustainable since they require lower melting temperatures, so less raw materials are consumed to generate the required energy. Recent studies have compared the carbon footprint of different container types (glass, plastic, metal, paper) by looking at the existing relationship between container production and CO₂ emissions [11]. Such analyses have been developed through a "cradle to gate" methodology that evaluates all externalities of the finished product's distribution.

Reduction of the thickness and weight of glass containers enables a 4-5% reduction in CO₂ emissions. Recycling and production of increasingly light and thin glass packaging carries substantial environmental advantages by saving on raw materials, energy recovery and lessening CO₂ emissions, making such practices ecologically efficient and sustainable. ■

Andrea Esposito, Giuliana Vinci
Dipartimento di Management
Sapienza Università di Roma,
Via del Castro Laurenziano 9
00161 Rome

BIBLIOGRAFIA / BIBLIOGRAPHY

- 1) CONAI (2016). Imballaggio in cifre 2015. Consorzio nazionale imballaggi, Milano.
- 2) CO.RE.VE. (2016). Programma Specifico di Prevenzione 2015 (Risultati di Riciclo 2015). Consorzio Recupero Vetro. Milano.
- 3) ASSOVETRO (2015). Dati annuali del settore. Associazione nazionale degli Industriali del vetro. Roma.
- 4) Fernandes H.R., Tulyaganov D.U., Ferreira J.M.F. (2009). "Preparation and characterization of foams from sheet glass and fly ash using carbonates as foaming agents". *Ceram. Int.*, 35, 229-235.
- 5) Bernardo E., Cedro R., Floean M., Hreglich S. (2007). "Reutilization and stabilization of wastes by the production of glass foams". *Ceram. Int.*, 33, 963-968.
- 6) Bernardo E. (2007). "Micro- and macro-cellular sintered glass-ceramics from wastes". *J. Eur. Ceram. Soc.*, 27, 2415-2422.
- 7) CO.RE.VE. (2016). I benefici della raccolta-riciclo del vetro in Italia. Consorzio Recupero Vetro. Milano.
- 8) CONAI (2016). CONAI: il futuro della prevenzione? Verso l'eco-efficienza, con lo strumento "Life Cycle Assessment". Consorzio nazionale imballaggi, Milano.
- 9) Accorsi R., Versari L., Manzini R. (2015). "Glass vs. plastic: life cycle assessment of extra-virgin olive oil bottles across global supply chains". *Sustainability*, 7, 2818-2840.
- 10) Saner D., Walser T., Vadenbo C.O. (2012). "End-of-life and waste management in life cycle assessment". *Int. J. Life Cycle Assess.*, 17(4), 504-510.
- 11) Scotti M., Bondovalli C., Bodini A. (2009). "Ecological Footprint as a tool for local sustainability: the municipality of Piacenza (Italy) as a case study". *J. Environ. Impact Assess. Rev.*, 29, 39-50.

ta vantaggi ambientali consistenti nel risparmio di materie prime, recupero energetico e riduzione di CO₂ immessa nell'atmosfera, quindi, si pone come una scelta eco-efficace e sostenibile. ■

Andrea Esposito, Giuliana Vinci

Dipartimento di Management
Sapienza Università di Roma,
Via del Castro Laurenziano 9
00161 Roma