

Principi di Ecodesign
Docente: arch. Adriano Magliocco

Il riciclo il VETRO

informazioni e dati provenienti da quanto pubblicato online dai marchi citati
e dal sito www.matrec.it

CORSO DI LAUREA IN DISEGNO INDUSTRIALE
A.A. 2005-06

Prodotto di fusione inorganico, soluzione solida o fluido solidificato poiché il materiale, attraverso una tecnica di raffreddamento controllato passa dallo stato fluido a quello solido senza cristallizzazione. Le molecole, disposte in modo completamente disordinato, non formano alcun reticolo cristallino

FASI

- Preparazione e miscelazione delle materie prime solide
- Fusione e raffreddamento
- Formatura degli articoli
- Scelta e confezionamento

MATERIALI:

- vetrificanti : silice, anidride borica, anidride fosforica, feldspati, caolini
- fondenti: carbonati di sodio e potassio, abbassano la temperatura di fusione rendendo più facile la lavorazione
- stabilizzanti: carbonati di calcio e bario, ossidi di piombo, zinco e alluminio, migliorano la stabilità del vetro rispetto agli agenti atmosferici
- Affinanti opacizzanti e coloranti: per cambiare caratteristiche

Per la realizzazione di contenitori e simili si usa il 70% di silice con l'aggiunta di carbonato di sodio e carbonato di calcio. Nei casi di produzione manuale la percentuale di sodio aumenta per rallentare la solidificazione

Altri additivi: nitrato di sodio facilita l'omogeneità e l'eliminazione delle bolle, ossidi metallici per conferire il colore (verde ossidi di cromo e ferro, giallo lo zolfo, azzurro il cobalto, ecc.)

2.1.2 Composizione del vetro

Silice	(SiO ₂)	69-74%
Calce	(CaO)	5-12%
Ossido di sodio	(Na ₂ O)	12-16%
Magnesia	(MgO)	0-6%
Allumina	(Al ₂ O ₃)	0-3%

Questa composizione è fissata in Europa nella EN 572 parte 1

La materia prima secondaria “pronta al forno” viene immessa nel ciclo per ridurre i consumi (riciclo pre-consumo)

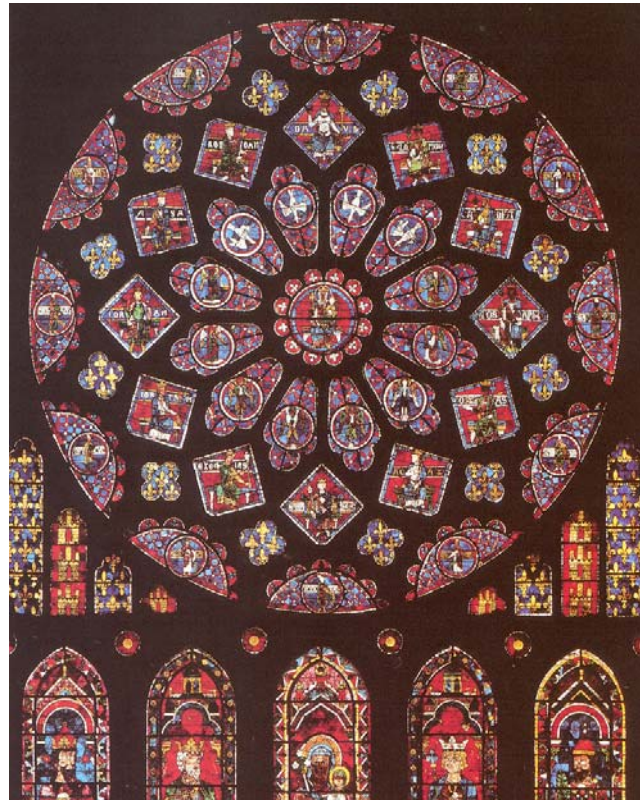
La miscela viene portata a fusione a temperature di 1330-1500 °C in forni con diverse caratteristiche

A crogiolo: per vetri speciali

A vasca: consente la suddivisione in scomparti per la lavorazione di diversi prodotti

A bacino: per vetri di grande potenzialità, con stazionamento della massa liquida per il tempo necessario allo sviluppo di fenomeni chimico-fisici che portano alla formazione del vetro

Il vetro esce dal forno di fusione e va in quello di affinamento, a T maggiore, in cui si libera il gas disciolto così che non si formino bolle, si separano le scorie (per galleggiamento), quindi si raggiunge una T inferiore per arrivare alla fluidità necessaria per il tipo di lavorazione



FORMATURA

Soffiaggio: per realizzazione di oggetti cavi, contenitori, a macchina o a bocca

Stampaggio: per oggetti pieni, la massa fluida viene introdotta nello stampo (in acciaio in genere) e compressa

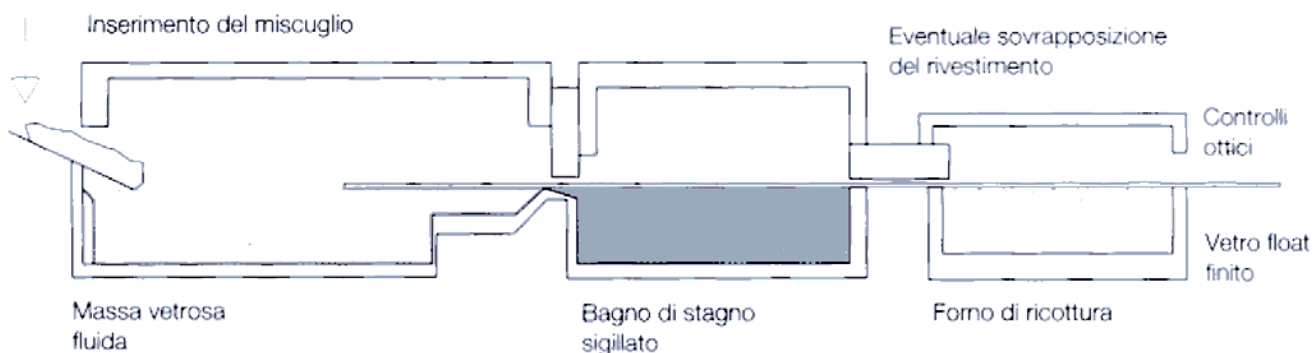
Colata: la massa fusa viene colata in stampi di cui assume la forma

Laminazione: per la fabbricazione di lastre introducendo la pasta tra rulli la cui distanza determina lo spessore

Il vetro lavorato o semilavorato viene poi introdotto nei forni di ricottura a 480-550 °C per eliminare le tensioni interne dovute a raffreddamento veloce degli strati superficiali, poi viene fatto u, raffreddamento lento. Successivamente si passa alla rifinitura con mole abrasive e lucidatrici a pasta di ossido di ferro.

Le fibre di vetro, usate come isolante termico, sono ottenute mediante il passaggio del vetro fuso in una filiera di platino con fori del diametro di qualche micron investita da un getto di vapore o aria compressa in modo da formare una miriade di gocce sferiche che, trascinate dalla corrente d'aria, formano fili sottilissimi. Si ottiene sia da vetro vergine che da rottami che da residui dell'industria siderurgica.

Oggi il vetro da lastre – quello impiegato in particolare nell'edilizia – si produce con la tecnica del *floating*, da cui prende il nome. Viene così chiamato dal nome del più diffuso procedimento di Fabbricazione Industriale del Vetro, FLOAT appunto, messo a punto da Sir Alastair Pilkington (Gran Bretagna) alla fine degli anni '50. Il nome "Float" viene dal verbo Inglese "to float" che significa "galleggiare" e deriva dal fatto che, ad un certo punto del processo, il nastro di vetro in formazione si trova a galleggiare su uno strato di Stagno fuso (liquido). Più del 90% del Vetro prodotto a livello mondiale è ottenuto con il Metodo FLOAT



Dati Vetro&Glass-Milano

LINEA DI FABBRICAZIONE FLOAT (la sua lunghezza è di circa 450 metri) Da sinistra verso destra:

Alimentazione con Materie Prime

Fornaci di Fusione

Primo Raffreddamento su Stagno Fuso

Forno di Ricottura

Taglio delle Lastre di Colata

Carico delle lastre sui mezzi di trasporto

componenti principali usati per la fabbricazione del Vetro "Float" sono:

UN VETRIFICANTE

Sabbia Silicea (73%)

UNO STABILIZZANTE

Carbonato di Calcio (9%)

UN FONDENTE

Solfato di Sodio (13%)

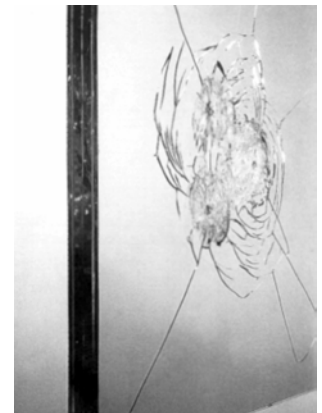
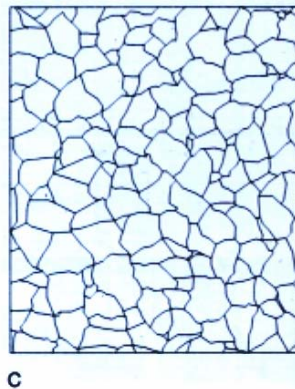
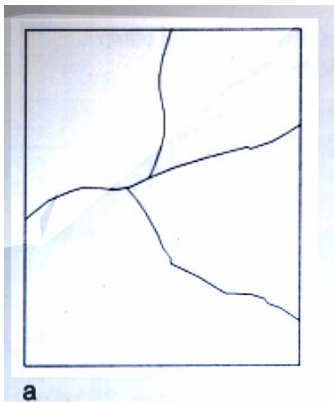
Una volta dosati e miscelati, a questi componenti viene aggiunta una certa massa di Vetro Riciclato, in frammenti, per diminuire il consumo di gas delle Fornaci di Fusione . La miscela di Materie Prime, opportunamente dosate in un Silo, passa su un nastro trasportatore e viene immessa in una Fornace di Fusione a cinque Camere dove viene portata alla temperatura di circa 1.500 gradi Centigradi

All'uscita dalla Fornace di Fusione la massa di vetro fuso viene portata a galleggiare sulla superficie di un **bagno di Stagno fuso**, alla temperatura di circa 1.000 °C Il vetro che a questa temperatura è molto viscoso e lo Stagno che invece è molto fluido non si mischiano e la superficie di contatto tra i due elementi risulta perfettamente piana e liscia
Il vetro forma così un "nastro" di 3.210 mm di larghezza con uno spessore che può variare da 3 a 19 mm.

Il vetro lascia il bagno di Stagno ad una temperatura di circa 600 °C ed entra, ormai allo stato solido, in una **Camera di Ricottura** passando su una serie di rulli. Questa fase del processo di fabbricazione serve a modificare le tensioni interne permettendo che il nastro di vetro, reso assolutamente piano, possa essere tagliato in lastre senza problemi
Le due superfici del nastro di vetro sono perfettamente lisce e brillanti e non necessitano di alcuna ulteriore finitura.

Terminata la fase di raffreddamento, il nastro di vetro viene sottoposto ad una serie di controlli molto rigorosi; quindi viene lavato ed asciugato
A questo punto viene tagliato in "**Lastre di Colata**" aventi dimensioni di **3.210 x 6.000 mm**
Sono queste le più grandi Lastre di Vetro Float reperibili in commercio

La tipologia di frammentazione influenza il grado di sicurezza nell'impiego del vetro; le lastre di floating ricotto, o di vetro stirato (laminato), hanno una frammentazione a bordi taglienti, pericolosa in caso di incidente; si può effettuare una tempra, parziale o totale, al fine di ottenere una frammentazione a piccole parti e con bordi non taglienti, cosa che però limita la lavorabilità della lastra a prima della fase di tempra; il terzo caso è quello del vetro stratificato, ottenuto incollando tra di loro due o più lastre di vetro con del polivinilbutirrale, una pellicola plastica in grado di trattenere le parti in caso di rottura.



La "Tempra" (o Tempera) è un trattamento termico a cui si sottopone una lastra di vetro "Float" per aumentarne notevolmente, fino a quattro-cinque volte, le caratteristiche di resistenza meccanica e di resistenza allo shock termico. Consiste nel portare la lastra di vetro, in un apposito forno, alla temperatura di circa 700 °C e poi di raffreddarla bruscamente. Questo procedimento genera, all'interno della lastra, delle tensioni che si oppongono alle forze esterne di flessione. In caso di rottura, le tensioni interne vengono "liberate" istantaneamente causando lo sbriciolamento del vetro in minuscoli frammenti inoffensivi. Per questo suo comportamento, il vetro temperato è considerato prodotto di sicurezza verso le persone

Un esempio tipico di applicazione dei vetri temperati sono i finestrini laterali delle autovetture

Altri tipici impieghi sono: Divisori fissi, Box doccia e Protezioni in genere - Vetrate e Finestrature , Scaffali e Mensole - Piani di tavoli e tavolini - Mobiletti per arredamento

I vetri temperati vengono anche impiegati nella fabbricazione dei vetri stratificati e delle vetrate isolanti

Le lastre temperate non possono essere tagliate, forate o molate sui bordi, queste lavorazioni devono pertanto essere eseguite prima della tempra

Nota Bene: I vetri temperati, a causa del loro stato "tensionato", possono presentare, sia pure abbastanza raramente, il problema della rottura "spontanea.

*Un impiego particolare dei vetri temperati, nel campo dei materiali per arredamento, è rappresentato dal cosiddetto **VETRO DIAMANTE**: si tratta di un vetro temperato stratificato tra due lastre di vetro "Float"*

Dopo la stratificazione, si provoca la rottura del vetro temperato assestando un colpo su uno dei suoi spigoli

Il vetro temperato si sbriciola in piccoli frammenti che però vengono tenuti insieme dalle due lastre esterne

*Il **VETRO DIAMANTE** può essere usato per piani di tavolo, mensole e divisori*



La tempra conferisce inoltre migliore resistenza meccanica alla lastra di vetro come è possibile vedere dalle immagini sotto riportate che illustrano come la compressione indotta dalla tempra negli strati esterni sia in grado di contrastare gli sforzi di trazione, pericolosi in un materiale fragile come il vetro. Questa caratteristica determina la modalità di rottura caratteristica, dovuta alle differenze di sollecitazione degli strati interni della lastra

VETRO RICOTTO, IN ASSENZA DI SOLLECITAZIONI

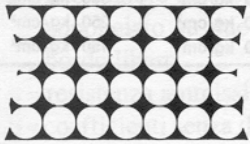
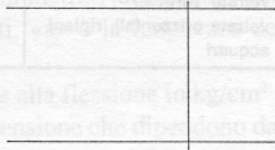


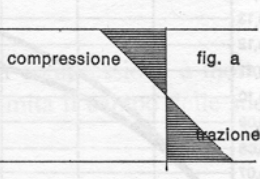
DIAGRAMMA DELLE TENSIONI



VETRO RICOTTO, SOTTOPOSTO A FLESSIONE



DIAGRAMMA DELLE TENSIONI



VETRO TEMPRATO, IN ASSENZA DI SOLLECITAZIONI

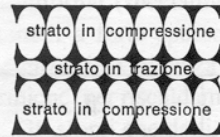
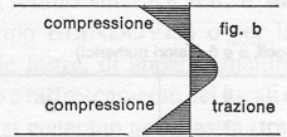


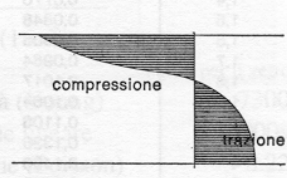
DIAGRAMMA DELLE TENSIONI



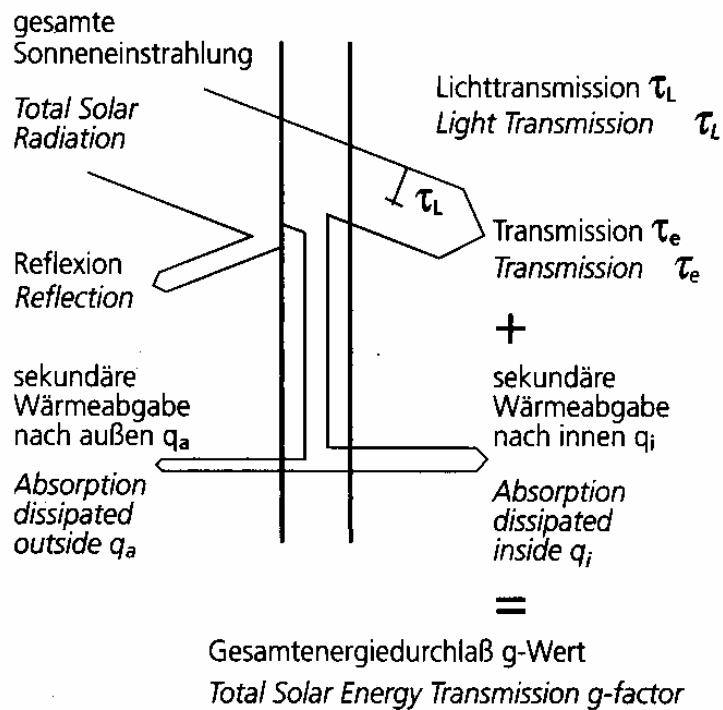
VETRO TEMPRATO, SOTTOPOSTO A FLESSIONE



DIAGRAMMA DELLE TENSIONI



La peculiarità del materiale vetro è la trasparenza. Il comportamento rispetto al passaggio della radiazione solare è sintetizzabile con un parametro: **il fattore solare**



INFORMAZIONI AMBIENTALI

Consumi di energia: 30% di incidenza sul costo del prodotto finito di cui 15% energia elettrica e 85% da combustibili convenzionali

Nel riciclo dei rottami di vetro non c'è alcuna perdita: da 100kg si ottengono 100 kg di prodotto rinnovato.

Additivare alla fusione 10% di rottame implica un risparmio energetico del 2,5% in quanto la temperatura di fusione si abbassa e conseguentemente si ha una riduzione dei fumi da combustione, delle emissioni di azoto, polveri e anidride carbonica

Il costo energetico di 1 tonnellata di contenitori in vetro è stimabile in 20.000 MJ/t se il contenuto di rottami è del 30%, scende a 15.400 MJ/t con un contenuto dell'80%

Eco-indicator 99

50mPt per 1kg di vetro marrone con una percentuale di riciclato del 61%

51mPt per 1kg di vetro verde con contenuto di riciclato del 99%

58 mPt per 1kg vetro bianco con contenuto di riciclato del 55%

Per 1 kg di vetro recuperato dai rifiuti e riciclato senza produzione di vetro vergine si hanno – 15mPt

Riciclaggio di vetro di 1kg senza produzione vetro vergine: 51mPt

Incenerimento di 1kg di vetro: 5,1 mPt

Stazionamento in discarica di 1kg di vetro: 1,4 mPt

Raccolta differenziata effettuata dai consumatori di 1kg di vetro: 6,9 mPt

Raccolta differenziata effettuata dai comuni: 2,2 mPt

IL RICICLO DEL VETRO

Per quanto appena detto la pratica del riciclo pre-consumo resta interna al processo di produzione.

Il riciclo post-consumo avviene grazie alla raccolta differenziata. Questa avviene in maniera diversa nei paesi europei, in alcuni dei quali è piuttosto capillare e suddivisa per i tre principali colori impiegati per gli involucri (bottiglie, barattoli) che costituiscono la principale risorsa. In Italia la raccolta invece non tiene conto di questa possibilità di differenziazione, col il risultato che diventa pressochè impossibile produrre nuovamente contenitori dei rispettivi colori (si possono però ottenere bottiglie verdi), piuttosto il materiale riciclato viene utilizzato per produrre prodotti di diverso tipo.

Esistono dei requisiti essenziali concernenti la composizione, la riutilizzabilità e la recuperabilità (in particolare la riciclabilità) degli imballaggi, e richiedono agli imballaggi di vetro le seguenti caratteristiche:

-Requisiti di fabbricazione

Gli imballaggi di vetro sono fabbricati in modo da limitare il volume al minimo necessario ed il loro peso è quello minimo ottenibile con la migliore e più avanzata tecnologia in continua evoluzione. I contenitori in vetro per prodotti alimentari rispettano ampiamente tutti i requisiti stabiliti dal Decreto Ministeriale 21.3.73 "Disciplina igienica degli imballaggi, recipienti, utensili destinati a venire in contatto con le sostanze alimentari o con sostanze di uso personale" e tra questi, ovviamente, quelli relativi alle cessioni.

-Requisiti per la riutilizzabilità

Gli imballaggi di vetro concepiti per essere riutilizzati soddisfano simultaneamente i seguenti requisiti:

-le proprietà fisiche e le caratteristiche dell'imballaggio consentono la serie di reimpieghi nelle condizioni di utilizzo normalmente prevedibili al momento della progettazione, che, per le tipologie più diffuse, vanno da 20 a 40 rotazioni;

- possibilità di trattare gli imballaggi usati per ottemperare ai requisiti in materia di salute e di sicurezza dei lavoratori;

-quando l'imballaggio non è più utilizzato e diventa, quindi, un rifiuto viene normalmente avviato al riciclo.

Gli imballaggi in vetro, anche quando non immessi sul mercato come imballaggi da riutilizzare, sono comunque idonei per potere essere impiegati più volte per la stessa funzione per iniziativa del consumatore (riutilizzo spontaneo).

- Requisiti di riciclabilità

L'imballaggio in vetro è riciclabile fino al 100% per la fabbricazione di nuovi contenitori con caratteristiche e requisiti identici a quelli prodotti con materie prime originarie, o sabbia (soprattutto di cava).

E LA QUALITA' DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA? NEWS DALLA RETE...

ROTTAMI DI VETRO RICICLATI DI ELEVATA PUREZZA DALLA FINLANDIA

per produrre bottiglie e vasetti, lana di vetro, materiali di filtraggio ed abrasivi, e piastrelle decorative.

Suomen Uusioaines Ltd.* di Forssa, Finlandia, garantisce ora che i suoi rottami di vetro riciclati contengono meno di 10 g/t di ceramica, meno di 5 g/t di alluminio o ferro e meno di 5 g/t di piombo. Il contenuto di ceramica è spesso meno di 1-2 g/t. Si garantisce che le impurità organiche non superino 500 g/t e l'umidità il 2%. Questi elevanti parametri qualitativi risultano dall'impiego di nuove macchine di frantumazione e cernita, nonché dalle più avanzate tecnologie di purificazione.

Alla Suomen Uusioaines i campioni vengono prelevati ogni ora, e dopo ogni turno lavorativo un campione di 10 kg viene sottoposto ad una dettagliata analisi di laboratorio per garantire la qualità ed evitare i problemi di lavorazione associati alla presenza nei rottami di vetro riciclati di componenti ceramici e di altri contaminanti.

Migliore cernita dei colori

L'azienda ricicla ogni anno oltre 60 000 t di vetro, e fornisce i propri prodotti con granuli che arrivano fino a 50 mm di diametro. Suomen Uusioaines ottiene le materie prime dalle fonti municipali e dagli ospedali, oltre che dal settore edilizio e dall'industria automobilistica. I prodotti finiti forniti dalla Suomen Uusioaines sono rottami di vetro flint, misto (trasparente e verde) o marrone, oltre che del tipo float.

Gli utenti principali

Gli utenti principali dei rottami di vetro della Suomen Uusioaines includono la Saint-Gobain Isover, che incorpora rottami di vetro float e misti nella sua gamma di prodotti Isover-Comfort in lana di vetro ad uso edilizio e di coibentazione termica. I fabbricanti di imballaggi Owens-Illinois e Rexam usano i rottami di vetro Suomen Uusioaines per produrre bottiglie e contenitori di vetro. Fra gli altri clienti si annoverano i fabbricanti di mattoni 'eco-tile' per il rivestimento degli edifici. I rottami di vetro riciclati sono anche ideali per produrre materiali di sabbiatura ed elementi di filtri.

Facendo risparmiare materie prime e riducendo il consumo energetico dei processi di fabbricazione, l'utilizzo del vetro riciclato serve a proteggere l'ambiente. Il sistema ambientale applicato alla Suomen Uusioaines soddisfa i requisiti della norma ISO 14001.

Fase di produzione

Riduzione della quantità, e della nocività per l'ambiente, delle materie prime utilizzate negli imballaggi.

Il riciclo del vetro in vetreria, ovvero la sostituzione delle materie prime tradizionali con rottame di vetro, permette cospicui vantaggi tecnologici ed ambientali, tra i quali i più rilevanti sono:

- riduzione delle emissioni da forni fusori a seguito di risparmi energetici indiretti (sostituzione di materie prime ottenute con costi energetici molto più elevati rispetto al rottame di vetro);
- riduzione delle emissioni da forni fusori a seguito di risparmi energetici diretti (maggiore velocità del processo di fusione che si svolge a temperature più basse rispetto a quelle richieste dall'impiego di materie prime tradizionali, minore quantità di umidità da evaporare, minori volumi di gas di reazione che si liberano asportando energia termica);
- riduzione di una quantità di materie prime pari al 119% dei quantitativi di rottame di vetro interno ed esterno impiegati (il 19% in più di materie prime è dovuto alla "perdita al fuoco" che non si ha utilizzando rottame di vetro), cui consegue una minore attività estrattiva stimabile in circa 835.000 m³.

Infatti, la fusione del rottame di vetro è un processo che non richiede le trasformazioni chimiche che sono, invece, necessarie per ottenere vetro partendo da materie prime originarie; di conseguenza, l'impiego del rottame permette una cospicua riduzione quantitativa delle emissioni nonché il contestuale miglioramento della loro qualità. A questi vanno aggiunti gli analoghi effetti che derivano dal minore consumo di combustibili sia all'interno del processo di fabbricazione del vetro che nella produzione delle materie prime.

Fase di alleggerimento

Riduzione della quantità di imballaggi.

L'alleggerimento del peso dei contenitori di vetro è una pratica costante della produzione vetraria.

Negli ultimi venti anni il peso dei contenitori si è ridotto negli anni '90, rispetto agli anni '80, mediamente del 9 % circa con punte del 15%;

il medesimo confronto aggiornato all'anno 2000 fa registrare una riduzione media del 15 % con punte anche del 35%.

Non è superfluo osservare che tale riduzione si è ottenuta, a parità di resistenza e prestazioni, per autonoma iniziativa dei produttori di vetro ed in completa assenza di normative al riguardo.

Data la "maturità" del processo di produzione del vetro cavo meccanico, tali significativi risultati, discendendo dall'introduzione di innovazioni tecnologiche di grande portata, sono apprezzabili solamente nel medio-lungo termine. Tra le innovazioni che si sono succedute in questi ultimi vent'anni, e che hanno permesso l'ottenimento dei risultati sopra citati, vi sono, ad esempio, il passaggio nella formatura dei contenitori dalla tecnologia del "soffio-soffio" a quella del "presso-soffio" e più recentemente, per le tipologie di prodotto compatibili, anche del "presso-presso", che hanno permesso una più omogenea distribuzione del vetro sullo stampo e quindi una riduzione degli spessori.

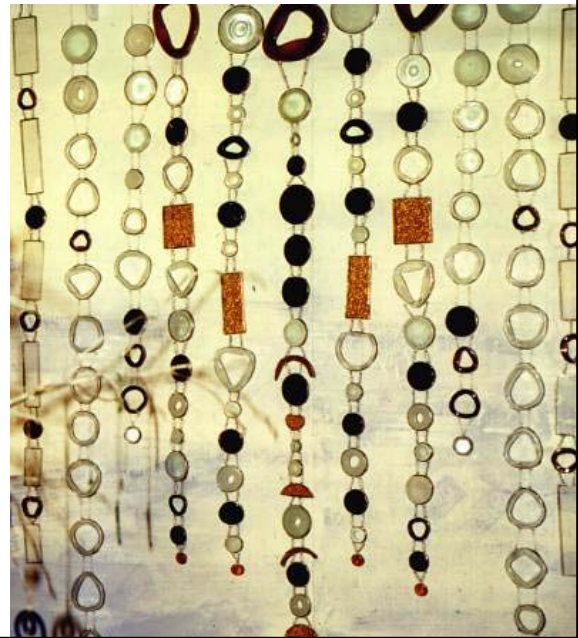
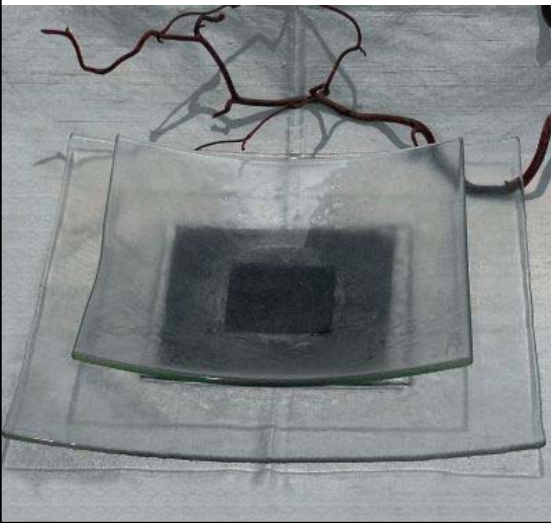
Dello stesso tenore gli interventi volti ad ottimizzare il raffreddamento degli stampi come pure i trattamenti interni/esterni effettuati sul contenitore per migliorare la sua resistenza agli shock termici ed ai tormenti meccanici cui è sottoposto nella fase di riempimento automatico che avviene ormai ad altissime velocità: insieme di interventi che hanno consentito e continueranno a consentire la fabbricazione di imballaggi di vetro sempre più leggeri a parità di resistenza meccanica. Va evidenziato che, ovviamente, l'alleggerimento del peso medio permette di ridurre, a parità di numero di pezzi, le quantità in peso da recuperare mediante le raccolte differenziate. E' bene precisare che l'operazione di alleggerimento è assolutamente compatibile con l'incremento dei quantitativi di rottame riciclati.

In altre parole, il maggiore impiego di rottame non compromette l'alleggerimento dei contenitori in vetro.

Quanto sopra premesso, è bene comunque sottolineare che i risultati conseguiti nel processo produttivo, in termini di riduzione del peso medio unitario a parità di prestazioni, rischiano di essere inficiati o quantomeno alterati dal registrato scadimento qualitativo del rottame raccolto.



Il riuso, esempio: studioMetamorphosi (Calcata, Roma) oggetti realizzati a mano in vetro riciclato. Piatti in vetrofusione con foglia di argento. Bicchieri e portaceneri ottenuti dalla lavorazione di bottiglie di vetro. Tende ed oggetti decorativi ottenuti dal taglio e dalla lavorazione di contenitori in vetro di vario tipo, tutti recuperati.



FOAMGLAS

E' un isolante termico dalle proprietà inalterabili, costituito per oltre il 50% da vetro riciclato post-consumo proveniente da tubi di neon e parabrezza di automobili e da sabbia di quarzo. Foamglas è privo di CFC, HCFC, HFC e di altri agenti nocivi.

Caratteristiche La struttura del materiale, costituita da particelle di vetro chiuse rende Foamglas totalmente impermeabile all'acqua, stagno al vapore acqueo e ai gas, resistente alla compressione, di lunga durata.

Altre sostanze tra cui il carbonio vengono aggiunte in percentuali molto ridotte al fine di provocare a 1300°C, tramite ossidazione, la formazione di piccolissime bolle di CO₂ all'interno del vetro fuso. Queste danno origine alla struttura cellulare del vetro e lo trasformano da materiale ad alta conducibilità termica in un materiale coibente.

Materiale incombustibile (Classe 0).

Stabilità dimensionale: il suo coefficiente di dilatazione lineare è bassissimo e comparabile a quello del calcestruzzo e dell'acciaio.

Resistente ai solventi e agli acidi.

Applicazioni

Sistemi per tetti compatti: - praticabile con limitazioni –pedonabile –carrabile -con vegetazione - tetti piani su lamiera grecate - isolamento con pendenza integrata

Tetto compatto con copertura metallica: -su supporto monolitico -su supporto di legno -su lamiera profilata o acustica

Tetto a falde: su supporto di legno - su supporto monolitico

Sistemi di isolamento di pavimenti: - sotto soletta - sopra soletta

Sistemi di isolamento dei muri - isolamento periferico muri doppi - facciata ventilata

Sistemi di isolamento interno - isolamento di muri interni - isolamento interno per soffitti

Lavorabilità Foamglas è proposto in lastre per il sistema di posa compatto e in pannelli per la messa in opera a secco. Lastre e pannelli sono facilmente lavorabili, ciò favorisce la resa della messa in opera. Le lastre normalmente sono messe in opera con l'ausilio di bitume fuso mentre i pannelli con tecnica a secco o mediante collanti a freddo. Foamglas si taglia con un normale segaccio e non necessita di particolari attrezzature per la posa in opera.

Il materiale è completamente impermeabile all'acqua e stagno al vapore, non assorbe umidità e resiste alla compressione in permanenza. Ai vantaggi citati si aggiungono quelli delle caratteristiche intrinseche del vetro come l'incombustibilità, la stabilità dimensionale (nessun ritiro o rigonfiamento), la resistenza all'attacco di solventi e prodotti chimici.

Inorganico, il vetro cellulare Foamglas è incombustibile (Classe 0) e a contatto col fuoco non sviluppa fumi o gas tossici.

Il Foamglas non è soggetto all'attacco di roditori, uccelli, microrganismi e batteri.

Modulo di elasticità	90 Nmm ²
----------------------	---------------------

FOAMGLAS per il sistema compatto Tipo F

Densità	~ 165 kg/m ³
Conduttività termica	0,050 W/mK
Resistenza alla compressione	da 0,68 a 1,67 N/mm ²
Coefficiente di dilatazione lineare	9x10 ⁻⁶ /K
Calore specifico	0,84 kJ/kgK
Diffusività termica	3,5x10 ⁻⁷ m ² /sec
Modulo di elasticità	135 Nmm ²

FOAMGLAS Floor Board T4 WDS

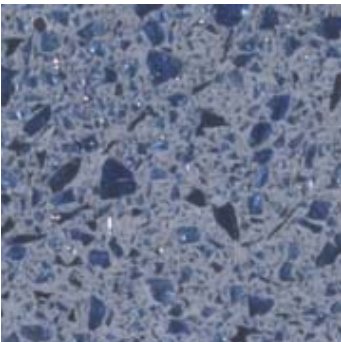
Densità	~ 120 kg/m ³
Conduttività termica	0,040 W/mK
Resistenza alla compressione	da 0,21 a 0,66 N/mm ²
Coefficiente di dilatazione lineare	9x10 ⁻⁶ /K
Calore specifico	0,84 kJ/kgK
Diffusività termica	4,2x10 ⁻⁷ m ² /sec
Modulo di elasticità	90 Nmm ²

FOAMGLAS Floor Board Tipo F

Densità	~ 165 kg/m ³
Conduttività termica	0,050 W/mK
Resistenza alla compressione	da 0,68 a 1,67 N/mm ²
Coefficiente di dilatazione lineare	9x10 ⁻⁶ /K
Calore specifico	0,84 kJ/kgK
Diffusività termica	3,5x10 ⁻⁷ m ² /sec
Modulo di elasticità	220 Nmm ²

T.T.U.R.A.

T.T.U.R.A è un materiale composto per l'85% da frammenti di vetro riciclato post-consumo provenienti da bottiglie, dall'edilizia, da mezzi di trasporto. I frammenti, legati con una speciale resina senza solventi, creano un materiale eco-compatibile dalle numerose applicazioni. La resina di base può essere pigmentata e abbinata al colore dei frammenti di vetro. E' impermeabile, ha un'alta resistenza ai raggi UV e agli agenti chimici, ai petroli, all'alcool, agli acidi diluiti, agli alcali. E' igienico e inalterabile alle sterilizzazioni industriali. Prodotto in fogli e mattonelle, può incorporare disegni, marchi, testo, elementi che rimangono visibili per tutta la durata del materiale. T.T.U.R.A. può essere impiegato in ambienti interni ed esterni per cucine, bagni, bar, ristoranti, negozi, per pavimentazioni, arredamento, scale, ecc.



T.T.U.R.A basic - Contiene frammenti di vetro chiaro mescolati con la resina colorata. Viene lucidato per creare profondità, attraverso effetti d'ombra e di luce. È possibile scegliere il colore della resina tra una gamma di 11 colori di base.

T.T.U.R.A standard - Per la versione standard è possibile scegliere il colore della resina su una gamma di colori PANTONE molto vasta o richiedere un particolare colore da realizzare.

T.T.U.R.A specialist - Per la versione specialist è possibile scegliere tra una gamma di 34 vetri speciali da mescolare con vetri standard per creare una superficie dalle caratteristiche uniche



Dimensioni dei frammenti di vetro - Tre sono le dimensioni standard dei frammenti di vetro: - miscela di vetro aggregato fino a un massimo di 4 mm - miscela di vetro aggregato fino a un massimo di 6 mm - miscela di vetro aggregato fino a un massimo di 10 mm

Colore del vetro: Verde, blu, ambra e neutro o chiaro. Possono essere utilizzati singolarmente o miscelati insieme.

Finiture superficiali La finitura superficiale dipende dal tipo di applicazione: - rivestimento strutturato - rivestimento lucido - rivestimento tattile (superficie antisdrucchiolevole)

