



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101996900558236
Data Deposito	22/11/1996
Data Pubblicazione	22/05/1998

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	03	B		

Titolo

PROCEDIMENTO PER LA PRODUZIONE DI UN VETRO A PARTIRE DA UNA CARICA DI MATERIALE SOLIDO RISULTANTE DALLA COMBUSTIONE DI RIFIUTI SOLIDI URBANI, VETRO OTTENUTO CON IL PROCEDIMENTO ED UTILIZZAZIONE DI TALE MATERIALE SOLIDO PER LA PRODUZIONE DI VETRO SECONDO IL PROCEDIMENTO

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:
"Procedimento per la produzione di un vetro a partire da una carica di materiale solido risultante dalla combustione di rifiuti solidi urbani, vetro ottenuto con il procedimento ed utilizzazione di tale materiale solido per la produzione di vetro secondo il procedimento"

di: CO.R.I.VE. CONSORZIO RICERCA INNOVAZIONE VETRO,
nazionalità italiana, Viale delle Scienze, 43100
Parma

Inventori designati: Angelo MONTENERO, Enrico
DALLARA

Depositata il: 22 novembre 1996

10964000945

* * *

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un procedimento per la produzione di un vetro a partire da una carica di materiale solido secco risultante dalla combustione di rifiuti solidi urbani secondo il preambolo della rivendicazione 1.

L'incenerimento dei rifiuti solidi urbani è una tecnica di smaltimento dei rifiuti che si sta sempre più diffondendo in quanto questi rifiuti, con la combustione, perdono completamente la loro carica batterica, trasformandosi in un prodotto essenzial-



mente inorganico.

I prodotti della combustione dei rifiuti solidi urbani negli inceneritori sono costituiti da due differenti tipi di polveri: una cenere propriamente detta ed un polverino proveniente dagli elettrofiltri utilizzati per separare i componenti solidi dei fumi di combustione da quelli gassosi prima di immetterli nell'atmosfera.

La cenere è classificata dalle norme di legge come "rifiuto speciale non tossico e non nocivo", mentre il polverino è classificato dalle stesse norme come "rifiuto speciale tossico e nocivo".

La cenere, pur non essendo nociva, è un materiale del tutto inutile che in generale viene stoccato in una discarica. Le discariche per le ceneri, oltre a causare problemi per quanto riguarda la tutela del paesaggio, hanno anche elevati costi di gestione.

Questi problemi sono ancora più gravi nel caso del polverino, il cui stoccaggio richiede costose discariche per rifiuti speciali tossici.

Per risolvere questi problemi sono già stati fatti diversi tentativi di convertire la cenere ed il polverino risultanti dalla combustione dei rifiuti solidi urbani in elementi vetrosi inerti che

da una parte possano essere utilizzati come aggregati, ad esempio al posto della ghiaia, e dall'altra parte, nel caso delle ceneri, fissino od imprigionino gli elementi nocivi, come il piombo ed il mercurio, che sono contenuti in forti proporzioni nel polverino.

Un procedimento secondo il preambolo della rivendicazione 1 è noto dal documento EP-A-0 294 362.

Questo documento riguarda un procedimento in cui la cenere ed il polverino risultanti dalla combustione di rifiuti solidi urbani vengono prima essiccati con un trattamento termico a circa 500°C. Successivamente, alla carica di prodotto essiccato si aggiungono additivi sotto forma di sali alcalini, tra cui cloruro di sodio NaCl, e/o metalli come il piombo, in modo da formare un eutettico.

La carica così addizionata viene fusa ad una temperatura che può giungere fino a 1200°C, in un forno a combustibile od elettrico. Il materiale fuso viene poi colato e solidificato in modo da formare un granulato o pezzi di altro genere, di struttura vetrosa e/o sinterizzata, non idrosolubili.

I prodotti finali vetrosi così ottenuti hanno una struttura instabile, ossia cristallizzabile, che

li rende inadatti alla trasformazione in manufatti di vetro.

Il procedimento noto è inoltre costoso, poiché per ottenere una composizione eutettica esso richiede additivi relativamente costosi.

Dal documento EP-A-0 330 872 è noto un procedimento secondo il quale una cenere da rifiuti solidi urbani viene riscaldata ad una temperatura superiore alla sua temperatura di fusione in modo che i suoi componenti vengano fusi almeno in parte e formino aggregati. Per abbassare il punto di fusione è prevista l'aggiunta di additivi. Questi additivi rientrano nel gruppo della sabbia, del vetro, della calcite e della dolomite. Con questo procedimento noto si ottiene un materiale in ogni caso disomogeneo, anche se con caratteristiche chimiche stabili.

Dal documento US-A-4 191 546 è noto un procedimento per la produzione di vetri a partire da ceneri volanti, polverino, fanghi provenienti dalle purificazione delle acque e rifiuti solidi urbani, in cui alla carica di questi materiali si aggiungono additivi vari, tra cui calcite CaCO_3 .

Con questo procedimento si ottengono vetri facilmente cristallizzabili, ossia inadatti alla trasformazione in manufatti.

Dai documenti EP-A-0 359 003 e corrispondente US-A-4 944 785 è noto un procedimento per la conversione in vetro di rifiuti solidi in cui le ceneri vengono miscelate con rottame di vetro ed un sale alcalino terroso per formare una carica mista la quale viene aggiunta ad un bagno di vetro fuso.

Il risultato finale di questo procedimento è un vetro ottenuto soltanto in parte da rifiuti.

Nessuno dei procedimenti secondo la tecnica nota sopra considerata permette di ottenere economicamente, a partire dai prodotti di combustione di rifiuti solidi urbani, un vetro che, nel caso della cenere, sia del tutto stabile, ossia non cristallizzabile facilmente e spontaneamente, e possa essere riutilizzato per la produzione di manufatti, come qualsiasi rottame di vetro, e che, nel caso del polverino, sia così stabile da poter essere riutilizzato perlomeno come materiale inerte.

L'invenzione mira appunto a questo scopo.

Secondo l'invenzione, questo scopo è raggiunto per mezzo di un procedimento quale rivendicato.

L'invenzione è basata sulla constatazione che, da una parte, la cenere prodotta da un inceneritore di rifiuti solidi urbani presenta una composizione che corrisponde quasi a quella di un vetro silicoso-

docalcico e, per ottenere questa composizione, è sufficiente incrementarvi la proporzione di fondente sotto forma di soda, molto economica, o potassa, mentre il polverino recuperato dagli elettrofiltri di un inceneritore ha una composizione che solitamente corrisponde quasi a quella di un vetro al piombo: nel polverino uno degli ossidi formatori PbO ed il fondente Na_2O+K_2O sono già presenti nelle proporzioni necessarie, e per ottenere la composizione di un vetro al piombo è sufficiente aggiungere una proporzione adatta dell'altro ossido formatore, la silice, ossia di un materiale molto economico.

L'aggiunta dell'ossido formatore carente può avvenire prima della fusione o durante la fusione.

L'invenzione sarà chiarita meglio dalla lettura della descrizione che segue, fatta con riferimento al disegno annesso, la cui figura unica rappresenta il classico diagramma di stato di una miscela ternaria silicosodocalcica, sul quale sono stati riportati i punti di fusione corrispondenti a certe composizioni sperimentali.

Esperimento I

Da un inceneritore di rifiuti solidi urbani è stato prelevato un campione omogeneo di circa 2 Kg di materiale, il quale è stato lasciato essiccare

per alcuni giorni, mescolandolo giornalmente per facilitarne la completa disidratazione.

Nonostante che i rifiuti fossero stati defer-
rizzati prima della combustione, nella cenere
raccolta erano ancora presenti residui di banda
stagnata, contenitori arrugginiti ed altri materiale
ferrosi fini. Questi residui metallici sono stati
eliminati dalla cenere.

Dalle analisi, la cenere presentava la composi-
zione secondo la seguente Tabella I (le percentuali
sono in peso sul peso totale):

Tabella I

silice	36,2%
ferro	2,9%
nicel	54 ppm
rame	480 ppm
piombo	0,52%
calcio	11,28%
potassio	1,08%
alluminio	5,48%
zinco	0,14%
cromo	0,092%
sodio	6,12%
magnesio	2,15%
manganese	0,07%

C organico 33-41%

Deve essere inteso che nella cenere i metalli sopra elencati sono sotto forma di ossidi e di sali inorganici ossigenati.

Dall'analisi si è potuto constatare che il 52% in peso della miscela era composta da ossidi formatori e da fondenti di una miscela vetraria silicoso-docalcica.

Se si considerano gli ossidi presenti nella cenere in maggiore concentrazione, si osserva che un diagramma di stato da prendere in considerazione dovrebbe comprendere sei specie:

SiO_2 - Na_2O - Al_2O_3 - CaO - K_2O - C organico.

Considerando però che la fusione della cenere, ai fini della presente invenzione, dovrà avvenire alle alte temperature, si possono fare alcune considerazioni:

- nella fusione gli eventuali sali inorganici ossigenati ancora presenti nella cenere verranno trasformati quasi completamente in ossidi durante il riscaldamento;
- il C presente (residuo carbonioso), sottoposto a trattamenti termici in atmosfera di ossigeno superiore al 6%, si trasformerà completamente in CO_2 per combustione completa a 1000°C .

A questo punto il diagramma di stato da selezionare si riduce a cinque componenti, ma si possono fare ulteriori considerazioni:

- all'interno di una struttura vetrosa l'ossido di sodio e l'ossido di potassio sono vicarianti e quindi possono essere considerati insieme;
- l'ossido di alluminio è in percentuali minori rispetto all'ossido di calcio e quindi con una sostanziale approssimazione può essere lecitamente trascurato.

In base a ciò, per valutare la temperatura di fusione della cenere si può esaminare il diagramma ternario soda-calce-silice della figura 1: in questo caso, considerando le tre percentuali relative agli ossidi del diagramma come le uniche presenti in una carica destinata ad un forno fusorio, dal diagramma si trova la temperatura prevista di fusione.

In generale si può dire che una cenere derivante dalla combustione di rifiuti solidi urbani contiene silice, soda e/o potassa e calce nelle seguenti proporzioni:

SiO_2 :	30-40%
$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$:	7-8%
CaO :	10-15%

Dal diagramma di stato della figura si evince

che per una composizione relativa alla sola cenere con queste proporzioni e, come appare lecito, considerate valide le semplificazioni che precedono, la temperatura prevista di fusione è compresa tra 1200°C e 1250°C (punto E1 della figura 1 o suoi dintorni).

La cenere è stata poi sottoposta ad un trattamento termico di fusione ed affinaggio, riscaldando il bagno fuso fino a 1600°C, per ottenere un fuso colabile.

Il programma di riscaldamento adottato è riportato nella seguente Tabella II.

Tabella II

Rampa	vel. di risc.	T di arrivo	Stazionamento
1	150°C/h	350°C	1h
2	100°C/h	650°C	1h30'
3	70°C/h	950°C	2h
4	100°C/h	1450°C	5h
5	100°C/h	1600°C	5h

Il materiale solidificato, ottenuto dalla fusione della sola cenere, era una sostanza lucida, con una colorazione nero-verdastra data con molta probabilità dalla presenza di ferro.

All'analisi diffrattometrica si constatò che trattando la sola cenere a 1600° si ottiene effetti-

vamente un vetro.

Un campione di questo vetro, sottoposto ad analisi termica differenziale e successiva analisi diffrattometrica, permise tuttavia di rilevare che il materiale era divenuto policristallino, con la formazione di silicati di alluminio, calcio e sodio, di silicato di ferro, di silicato di calcio e di silice.

In base a questi risultati si è concluso che partendo dalla sola cenere è certo possibile ottenere un vetro, ma ciò implica il raggiungimento di alte temperature (1600°C) ed inoltre il prodotto ottenuto devetrifica facilmente, il che lo rende inutilizzabile come materia prima da trasformare in manufatti di vetro od altro.

Esperimento II

Alla cenere avente la composizione dell'Esperimento I è stato aggiunto un fondente allo scopo di abbassarne il punto di fusione nonché di eliminare l'inconveniente della cristallizzazione.

Poiché i fondenti più comuni sono i carbonati di potassio e di sodio, è stato preferito quest'ultimo per la sua facile reperibilità ed il suo minore costo.

Ci si prefiggeva di ottenere una temperatura di

colata attorno ai 1450°C ed avere così una temperatura leggermente inferiore a quella di fusione di un forno per vetro industriale, con un conseguente risparmio di energia.

Nell'Esperimento II la miscela di partenza è stata preparata partendo da una determinata quantità di cenere con aggiunta di carbonato sodico in modo tale che l' Na_2O presente corrispondesse al 15% in peso del totale (punto E2 del diagramma della figura 1).

La miscela così ottenuta è stata macinata in un mulino elettrico a palle di agata.

La miscela così macinata è stata fusa ed affinata nello stesso forno dell'Esperimento I secondo il programma della seguente Tabella II.

Tabella II

Rampa	vel. di risc.	T di arrivo	Stazionamento
1	150°C/h	350°C	1h
2	100°C/h	650°C	1h30'
3	50°C/h	950°C	2h
4	200°C/h	1450°C	6h

Come si può constatare, in questo esperimento, così come tutti gli altri esperimenti che saranno descritti più avanti e nei quali sarà usato fondente addizionale, la rampa di salita di temperatura è

stata lenta nel passaggio da 650 a 950°C, ossia nella zona di decarbonatazione, mentre è stata eseguita una salita più rapida da 950°C a 1450°C con successivi stazionamenti. La temperatura di colata è stata di 1450°C.

Il materiale colato si presentava, dopo raffreddamento, come una massa lucida trasparente di colore verde scuro, ancora dovuto probabilmente alla presenza di ioni ferro bivalenti e di carbone in forma colloidale.

Le analisi diffrattometriche eseguite hanno dimostrato che il materiale ottenuto era a tutti gli effetti una sostanza vetrosa.

Sottoponendo ad analisi termica differenziale il campione su cui era stata effettuata la diffrattometria, si notò che attorno ai 1000°C si verificava un segnale di reazione endotermica, associabile prevedibilmente con l'inizio della fusione del materiale.

Un'ulteriore analisi diffrattometrica della polvere sottoposta al trattamento termico (proveniente dall'analisi termica differenziale), non mise in evidenza picchi di cristallizzazione.

In base ai risultati è stato quindi possibile affermare che il vetro ottenuto dalla cenere con

l'aggiunta del 15% in peso di soda non aveva subito alcuna devetrificazione a seguito del trattamento termico.

Esperimenti III, IV e V

L'Esperimento II ha dimostrato che con un fondente (Na_2O) nella percentuale del 15% si può ottenere un vetro omogeneo ad una temperatura di fusione attorno ai 1400°C .

Lo stesso risultato è verosimilmente ottenibile con un fondente costituito da $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ o dal solo vicariante K_2O .

Interessava allora sapere quali tipi di vetro si potessero ottenere diminuendo ulteriormente la percentuale di fondente, ma senza innalzare sostanzialmente la temperatura di colata.

Si prepararono allora tre ulteriori composizioni contenenti, rispettivamente, concentrazioni di soda del 13% (Esperimento III), dell'11% in peso (Esperimento IV), ossia aventi caratteristiche simili a quelle del vetro al 15% di soda (Esperimento II), ed un'altra composizione all'8% di soda (Esperimento V) ed avente perciò caratteristiche intermedie fra quella del vetro da sola cenere (Esperimento I) e del vetro al 15% di soda (Esperimento II), ma con un contenuto di soda superiore al

6%, valore che pare essere il limite inferiore per ottenere una buona colata.

Sempre in un mulino elettrico a palle di agata si macinò una quantità di cenere e carbonato sodico in modo tale che nella massa colata fossero presenti, rispettivamente, il 13%, l'11% e l'8% in peso di Na_2O .

Anche in questi casi nel forno si eseguì il programma di riscaldamento di cui alla Tabella III.

Le temperature di fusione delle miscele al 13%, all'11% ed all'8% di soda sono indicate rispettivamente con E3, E4 ed E5 nel diagramma di stato della figura 1.

Il mantenimento prolungato della miscela fusa a 1450°C consentì un ottimo affinaggio in tutti e tre gli Esperimenti III, IV e V. La colata in stampo di ottone avvenne senza difficoltà negli Esperimenti III e IV. In entrambi questi esperimenti si ottenne un vetro verde scuro la cui natura vetrosa fu confermata dall'analisi a raggi X.

La polvere vetrosa ottenuta per macinazione dai vetri degli Esperimenti III e IV venne sottoposta ad analisi calorimetrica differenziale che non evidenziò alcun picco significativo di reazioni sia endotermiche che esotermiche.

Si poté quindi concludere che, contrariamente al vetro ottenuto dalla fusione della cenere sola (Esperimento I), che è facilmente devetrificabile, utilizzando una miscela contenente cenere da inceneritore con l'aggiunta sia del 13% che dell'11% in peso di soda si ottiene una sostanza vetrosa stabile, ossia non devetrificabile.

Nell'Esperimento V (8% di soda), a 1450°C si colò una pasta di vetro che risultò uniforme solo se dalla cenere era stato preliminarmente eliminato tutto il materiale metallico con la massima accuratezza.

Nel vetro ottenuto l'uniformità del colore verde scuro era disturbata da piccole percentuali di materiale metallico. Queste, essendo rimaste indissolte nella pasta fusa, lasciavano zone di colorazione rossastra sul materiale solidificato.

Come per il campione dell'Esperimento II, l'analisi diffrattometrica dei campioni degli Esperimenti III, IV e V non evidenziò fasi cristalline.

Nel caso del campione dell'Esperimento V l'analisi calomerimetrica differenziale evidenziò solo una reazione endotermica attorno ai 620°C, che però lasciò inalterata la struttura vetrosa del materiale

ottenuto. Si può dunque concludere che anche nel caso dell'8% di soda si ottiene un materiale vetroso non devetrificabile.

I campioni di cui agli Esperimenti II, III, IV e V furono sottoposti a prove di resistenza chimica.

Per questo tipo di analisi si triturarono i campioni di vetro con un pestello d'acciaio fino ad ottenere una pezzatura inferiore ai 9,5 mm.

I campioni triturati furono sottoposti ad analisi dell'eluato consistenti in un test di cessione con acido acetico 0,5N secondo la tecnica IRSA-CNR, nonché in un test di cessione per assorbimento atomico a scopo di determinazione dei metalli pesanti nell'eluato.

I test di cessione IRSA-CNR sono descritti nella pubblicazione IRSA "Metodi analitici per le acque", Quad. Ist. Ric. Acque, 11, 1972, alla quale si rimanda.

Tutti i test di cessione sui vetri ottenuti dagli Esperimenti III, IV e V confermarono che tutte le concentrazioni dei metalli pesanti erano al di sotto della concentrazione limite ammissibile stabilita dalle norme di legge.

In altri termini, questi vetri poterono essere classificati come sostanze inerti, non tossiche e

non nocive, tali da poter essere stoccate come tali o riciclate per la produzione di manufatti.

In particolare, se questi vetri dovessero essere stoccati essi andrebbero insieme agli sfridi di costruzione in discariche del tipo B previste dalle norme di legge.

Esperimento VI

E' stata pure tentata la preparazione di un vetro con il 6% di Na_2O , il cui punto di fusione è indicato in E6 nel diagramma di stato della figura 1.

Le tecniche di preparazione e di trattamento termico di questa miscela corrispondono a quelle degli Esempi II, III, IV e V.

Il vetro ottenuto, la cui temperatura di fusione era ancora al di sopra di 1200°C (punto E6), venne portato a 1450°C , ma la sua colata in stampo a questa temperatura non risultò possibile.

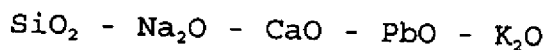
Esperimento VII

In questo esperimento si analizzò innanzitutto la composizione del polverino ottenuto da elettrofiltri per i fumi di scarico di un inceneritore di rifiuti solidi domestici.

Dai risultati delle analisi si ricavarono elementi per valutare se il polverino potesse dare

o meno origine a vetro.

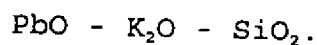
Per l'analisi si considerarono i cinque ossidi presenti in maggiore quantità:



Dato che in letteratura non si trova un diagramma di stato relativo all'insieme di questi cinque ossidi, per affrontare il problema si ricorse ad alcune approssimazioni che portarono ad un modello semplificato in base al quale potere ricavare informazioni sulla miscela:

- il sodio ed il potassio sono ioni vicarianti all'interno di una struttura vetrosa e quindi si possono considerare le loro concentrazioni come un'unica quantità riferita a K_2O e/o a Na_2O ;
- la seconda approssimazione, ben più forte della precedente, è quella di non considerare la presenza di CaO (12,6% nei campioni analizzati) in seno alla miscela.

Basandosi su queste approssimazioni si può dire che per valutare la vetrificazione di un campione di polverino potrebbe bastare l'esame del diagramma di stato ternario con i seguenti ossidi:



Tralasciando le percentuali degli altri ossidi, dal diagramma riportato nella figura 2 si può veri-

ficare se il polverino riesce a vetrificare da solo ad alte temperature.

L'analisi del polverino limitatamente agli ossidi suddetti fornì i seguenti valori (tutte le percentuali sono in peso):

$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$: 22%

SiO_2 : 7,4%

PbO : 12,4%

In generale, si può dire che un polverino separato dai fumi di combustione di un inceneritore di rifiuti solidi urbani contiene soda (e/o potassa), silice ed ossido di piombo nelle seguenti proporzioni:

$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$: 20-25%

SiO_2 : 7-8%

PbO : 10-15%

Sperimentalmente è stato osservato che riscaldando il solo polverino a 1600°C si ottiene un fuso che, dopo solidificazione, dà origine ad un sistema costituito da due fasi solide.

Basandosi su questa osservazione sperimentale e considerando la composizione di un normale vetro al piombo, si è pensato di aumentare il tenore di silice mantenendo costante il rapporto $(\text{NaO}+\text{K}_2\text{O})/\text{PbO}$.

Esperimento VIII

Per la preparazione della miscela si aggiunsero 77 g di silice a 100 g di polverino.

Applicando le approssimazioni elencate nell'Esperimento VII, si ottiene in questo caso una miscela i cui ossidi a maggiore concentrazione sono quelli di seguito riportati:

SiO_2 : 48%

$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$: 12,4%

PbO : 7%

La composizione dell'Esperimento VIII fu sottoposta ad un trattamento termico di fusione ed affinaggio secondo il programma riportato nella sottostante Tabella IV.

Tabella IV

Rampa	1°C min
T di arrivo	1520°C
Stazionamento	4h

Il fuso, ottenuto in un crogiolo di platino ed utilizzando un forno elettrico, secondo il programma della Tabella IV, venne colato in uno stampo, anche se con una certa difficoltà, a 1520°C e risultò di colore verde.

L'analisi diffrattometrica dimostrò il carattere vetroso del composto ottenuto.

Dall'analisi dell'eluato, effettuata con i test di cessione con acido acetico e per assorbimento atomico di cui agli Esperimenti II, III, IV e V, risultò che il vetro ottenuto da 100 g di polverino con l'aggiunta di 26 g di silice (vetro da polverino al 26% di silice) soddisfaceva alle concentrazioni limite stabilite dalle norme di legge per classificarlo come materiale inerte non tossico e non nocivo, diversamente dal vetro ottenuto da solo polverino dell'Esperimento VII, che per la presenza di piombo ed altri metalli pesanti è classificabile come materiale speciale tossico o nocivo.

Questo materiale si presta all'uso come inerte, ad esempio come aggregato o come pietrame nel campo dell'ingegneria civile.

Esperimento IX

Si preparò poi una miscela di polverino con il 26% di tenore di silice.

Per la preparazione di questa miscela si aggiunsero a 25 g di silice 100 g di polverino essiccato.

Applicando le approssimazioni di cui all'Esperimento VIII si ottengono le seguenti percentuali per gli ossidi a maggiore concentrazione.

SiO₂ : 26%

$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$: 17,5%

PbO : 10%

Anche in questo caso il fuso venne colato dopo un riscaldamento a 60°C/h secondo la Tabella IV fino a 1520°C .

L'analisi diffrattometrica confermò anche in questo caso la presenza di una struttura vetrosa, sebbene suscettibile di cristallizzazione a lungo andare.

Il campione di vetro, sottoposto all'analisi dell'eluato secondo i test di cessione con acido acetico e per assorbimento atomico diede risultati simili a quelli della composizione ottenuta con l'Esperimento VIII, vale a dire che anche in questo caso si ottenne un materiale inerte non tossico e non nocivo, da un rifiuto speciale tossico e nocivo come il polverino da elettrofiltri.

Anche questo materiale si presta all'uso come inerte ad esempio come aggregato o come pietrame nel campo dell'ingegneria civile.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la produzione di un vetro a partire da una carica di materiale solido secco risultante dalla combustione di rifiuti solidi urbani, comprendente le fasi di

- aggiungere alla carica un additivo,
- fondere la carica in un forno in modo da ottenere un bagno di materiale vetroso, e
- colare e solidificare il materiale vetroso, caratterizzato dal fatto che
- si parte da una carica di materiale solido secco composto preponderantemente da una miscela ternaria di un primo ossido costituito da SiO_2 , un secondo ossido costituito da Na_2O e/o K_2O ed un terzo ossido costituito da CaO e/o PbO , nella quale il primo od il secondo ossido è carente ai fini della formazione di un vetro solidificato almeno sostanzialmente stabile,
- prima della fusione o durante la fusione si aggiunge a questa carica, in qualità di additivo, una proporzione dell'ossido carente tale da ottenere una composizione la cui temperatura di colata è pari od inferiore a 1600°C e che allo stato solidificato è almeno sostanzialmente stabile,
- si sottopone il bagno ad una fase di affinaggio

e

- al termine della fase di affinaggio si esegue la colata del materiale vetroso alla suddetta temperatura pari od inferiore a 1600°C .

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che come materiale solido si utilizzano ceneri di rifiuti urbani in cui l'ossido carente è costituito da Na_2O e/o K_2O e prima della fusione o durante la fusione si aggiunge alla carica tale ossido carente nella suddetta proporzione sotto forma di un suo composto.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che, la miscela ternaria iniziale avendo la seguente composizione in peso sul totale della carica:

SiO_2 : 30-40%

$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$: 7-8%

CaO : 10-15%

ed il resto della carica essendo costituito preponderantemente da C organico, si aggiunge in miscela alla carica una proporzione in peso sul totale della carica del componente $\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{K}_2\text{O}$ compresa tra il 6% ed il 15%.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che si esegue la colata

della carica ad una temperatura dell'ordine di 1450°C.

5. Procedimento secondo la rivendicazione 2, 3 oppure 4, caratterizzato dal fatto che il suddetto componente viene aggiunto sotto forma di Na_2CO_3 .

7. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 2 a 6, caratterizzato dal fatto che si aggiunge alla cenere la suddetta proporzione di Na_2O e/o K_2O e si sottopone a macinazione la miscela così ottenuta, prima della fusione.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che come materiale solido si utilizza polverino separato dai fumi della combustione di rifiuti solidi urbani in cui il terzo ossido è costituito almeno in parte da PbO ed in cui il primo ossido SiO_2 è carente, e dal fatto che prima della fusione o durante la fusione si aggiunge alla carica SiO_2 nella suddetta proporzione.

8. Procedimento secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che, la miscela ternaria iniziale avendo la seguente composizione in peso sul totale della carica

$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$: 20-25%

SiO_2 : 7-8%

PbO : 10-15%,

si aggiunge in miscela alla carica una proporzione in peso sul totale della carica di SiO_2 compresa tra il 15% ed il 50%.

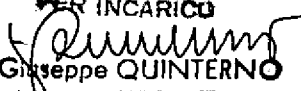
9. Procedimento secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che si esegue la colata della carica ad una temperatura dell'ordine di 1520°C .

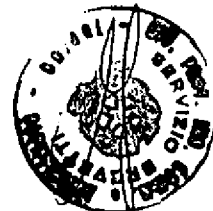
10. Vetro ottenuto con un procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti.

11. Elemento o manufatto formato da un vetro ottenuto con un procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 9.

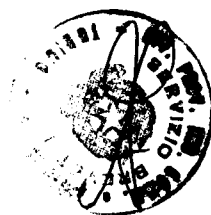
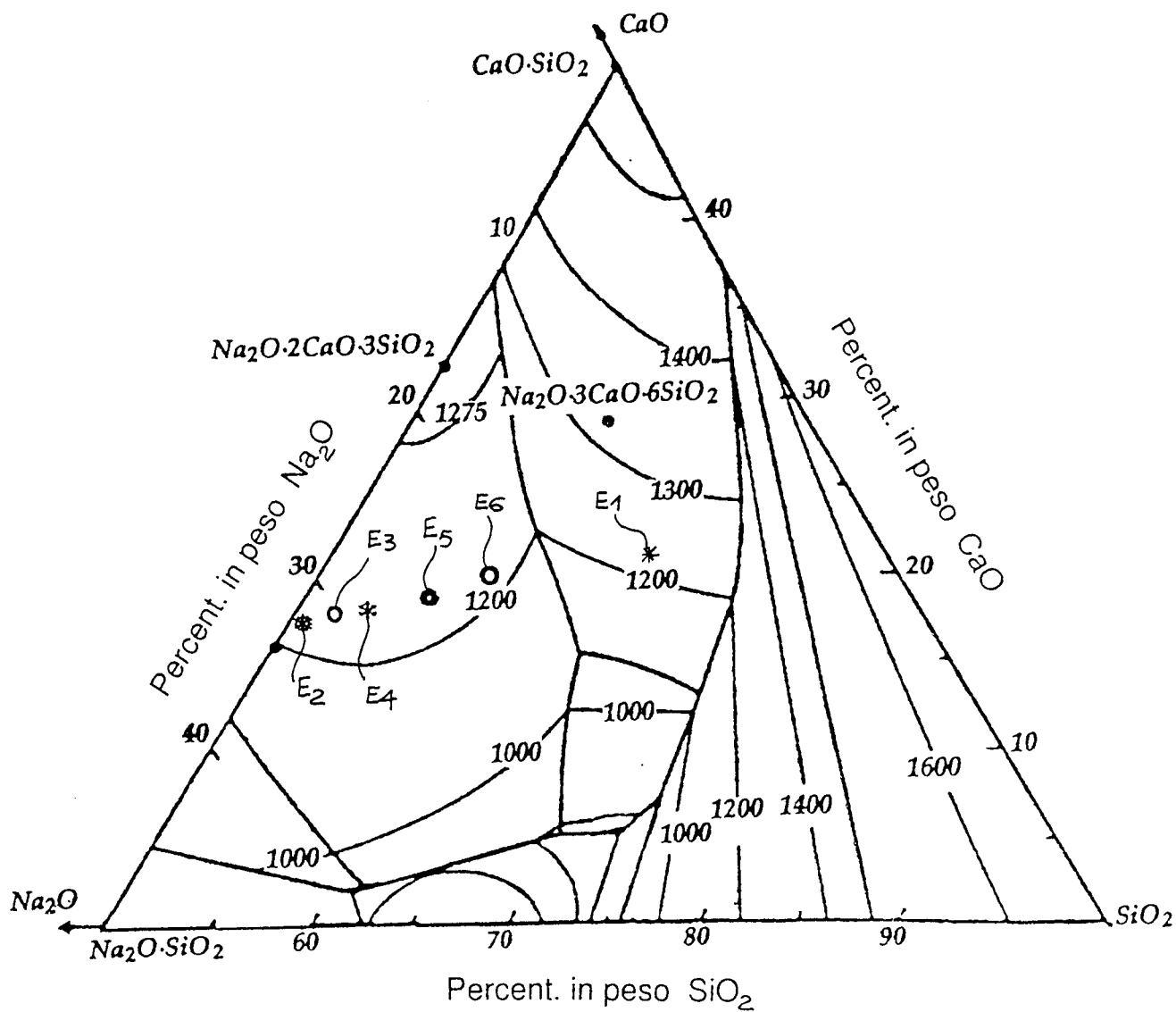
12. Utilizzazione di un materiale solido risultante dalla combustione di rifiuti solidi urbani per la produzione di vetro sostanzialmente stabile con un procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 9.

JACOBIACCI & PETRARI S.p.A.

PER INCARICO

Ing. Giuseppe QUINTERNO
N. Iscrit. AlBO 257
(in proprio o per gli altri)



T096A000945



Prin...