

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901892484A1

Publication Date

20120523

Applicant

HOLLER PORFIDI S.R.L.

Title

PROCEDIMENTO PER LA PRODUZIONE DI PIETRE ARTIFICIALI

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Procedimento per la produzione di pietre artificiali"

di: Holler Porfidi S.r.l., nazionalità italiana, via Praga,
6 fraz. Gardolo - 38121 Trento

Inventori designati: Vincenzo Maria Sglavo, Emanuele Dalla
Torre, Gino Holler

Depositata il: 23 novembre 2010

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Campo dell'invenzione

La presente descrizione riguarda un procedimento per la produzioni di pietre artificiali in forma di lastre a partire da frazioni di scarto della lavorazione della pietra di porfido.

Sfondo tecnologico

Il porfido è una roccia magmatica effusiva di colore vario, più frequentemente grigio, rosa o rossastro, a struttura porfirica, costituita cioè da una massa microcristallina o vetrosa in cui sono immersi grossi cristalli (fenocristalli). I costituenti mineralogici fondamentali sono quarzo, ortoclasio, albite/anortite, plagioclasio, sanidino, biotite. Rari sono l'orneblenda ed i pirosseni. Minerali accessori sono, tra gli altri, l'apatite, la magnetite e lo zirconio; i fenocristalli sono costituiti generalmente da feldspati (ortoclasio e plagioclasio) e quarzo ed a volte anche da biotite.

Il porfido trentino, nello specifico, è di tipo quarzifero, caratterizzato da una composizione cristallina di grande purezza e omogeneità. Ha una tessitura isotropa nella quale i minerali riconoscibili sono rappresentati

esclusivamente da piccoli cristalli di feldspato potassico roseo, plagioclasio latteo, quarzo vitreo e femici neri.

Dal punto di vista chimico il porfido è costituito da circa 70% di silice (SiO_2), 14% di ossido di alluminio (Al_2O_3), 8% di ossido di sodio (Na_2O) e di potassio (K_2O), 3% di ossidi di ferro (Fe_2O_3) e un contenuto molto limitato di altre impurità.

L'uso del termine "porfido quarzifero" è tipicamente europeo e indica il corrispondente effusivo dei graniti, vale a dire il prodotto di consolidazione in superficie di una lava a composizione granitica espansa in tempi geologici lontani (i porfidi quarziferi europei hanno età in genere carbonifera o permiana). Il termine fu, infatti, coniato per la prima volta in Germania dove i primi petrografi lo applicarono a rocce del luogo, site ad esempio nella Foresta Nera, nell'Odenwald e nel Massif Central; tale termine fu poi esteso ad altre zone della catena alpina.

Nelle Alpi si trovano depositi quarziferi in diverse regioni, ma il complesso che si può considerare il più grande d'Europa è senz'altro quello delle montagne del Trentino Alto Adige che è stato denominato "piattaforma porfirica atesina". Tale enorme complesso di rocce vulcaniche, che si estende nella regione Trentino Alto Adige, presenta rocce estremamente varie e differenziate per modalità di formazione, che sono conseguenza di un'intensa attività vulcanica iniziata 260 milioni di anni fa nel Permiano inferiore e proseguita per molti milioni di anni in un continuo succedersi di fasi eruttive e fasi di stasi.

Tra le varie modalità di deposizione di queste rocce, particolare importanza assumono le ignimbriti poiché sono

queste che hanno dato origine al porfido. Si tratta di colate di miscele liquido-gassose con spessori variabili da cinque a dieci metri e con un chimismo abbastanza costante fino a costituire la cosiddetta unità ignimbritica che raggiunge centinaia di metri di spessore.

Il porfido attualmente coltivato è limitato ad una di queste unità ignimbratiche, classificata come ignimbrite riolitica e caratterizzata da fessurazione verticale e frattura da percussione molto nette, indispensabili per la lavorazione della pietra in lastre regolari di alcuni centimetri di spessore.

Il termine porfido non è quindi altro se non il nome commerciale del minerale che dal punto di vista petrografico viene denominato "riolite ignimbritica".

La composizione chimica, quella mineralogica e la struttura marcatamente porfirica determinano, oltre alla lastrificazione, le caratteristiche tecniche (elevato carico di rottura a compressione, elevata resistenza all'attacco di agenti chimici, elevato attrito radente e volvente) che fanno del porfido uno dei più importanti materiali da pavimentazione e da rivestimento in Europa.

A causa della particolare caratteristica della struttura interna della pietra di porfido, i grossi blocchi di materiali estratti dalle cave presentano linee di falda lungo le quali il materiale può - a seguito di urti o col tempo - fratturarsi. Durante la lavorazione i blocchi vengono quindi preventivamente separati in lastre, successivamente spaccate o tagliate per ottenere piastre, blocchi e cubetti delle dimensioni volute e richieste dal mercato.

Una frazione ragguardevole del materiale scavato (circa il 70%) rappresenta il sottoprodotto della

produzione di lastre, blocchi e cubetti.

Questa importante frazione viene oggi giorno tutta convogliata in appositi impianti di macinazione al fine di ottenere aggregati utili nella produzione di massicciate ferroviarie, calcestruzzo e asfalto.

Tuttavia, una porzione ancora importante del materiale non risulta essere utilizzabile industrialmente e viene comunemente smaltita in discarica, con conseguenti elevati costi da parte delle aziende estrattrici e di trasformazione. Si tratta, in particolare, di sabbie dalla granulometria limitata (sotto i 4 mm) e dei cosiddetti "limi", scarto ottenuto dalla purificazione delle acque utilizzate nei processi di macinazione e taglio. Solo i limi costituiscono un rifiuto quantificabile in circa un milione di tonnellate l'anno nel solo Trentino.

È il caso di sottolineare che l'attività estrattiva del porfido è resa possibile solo dalla gratuità del parametro ambientale e che pertanto la società è costretta, per garantire il lavoro e il reddito dell'estrazione, ad accollarsi il danno ambientale di enormi discariche. Tale condizione è andata peggiorando negli ultimi anni, sia per le difficoltà di reperimento delle aree di discarica, sia per l'emergente coscienza ecologica delle comunità locali.

È dunque sempre più impellente la necessità di trovare possibili applicazioni del porfido di risulta nell'industria costruttiva, al fine di ridurre i problemi di smaltimento e di scongiurare, in tal modo, l'apertura di nuove cave di prestito nel territorio. Si tratta, dunque, di trasformare un problema, come quello dello smaltimento del materiale di risulta, in una possibile risorsa, fonte di nuovi guadagni. Il riutilizzo degli scarti della lavorazione primaria del porfido è dunque l'anello mancante

per la compatibilità tra sviluppo ed ambiente.

Dal punto di vista chimico e mineralogico, limi e sabbie presentano una composizione molto simile alla pietra naturale di riferimento e questo ha spinto la ricerca a individuare possibilità di impiego degli stessi come materiale base nella produzione di manufatti utili per costruzioni edili, nel realizzare pavimentazioni dalle caratteristiche e dall'aspetto simile a quelli realizzati per la corrispondente roccia naturale.

In un documento anteriore, e specificamente nel brevetto britannico GB-A-18 883 pubblicato nel 1912, è descritto un processo che prevede l'utilizzo di scarti della lavorazione del porfido nella produzione di pietre artificiali. Il processo è realizzato miscelando tali scarti con fosfato di alluminio e carbonato di sodio, pressando la miscela addizionata di una certa quantità d'acqua e riscaldando il pezzo a temperatura tra circa 1100 e 1200°C.

Tale procedimento non permette, tuttavia, di ottenere pietre artificiali con le necessarie caratteristiche fisico-meccaniche ed estetiche fondamentali per l'impiego in ambito industriale.

Sommario dell'invenzione

Tenendo in conto le limitazioni esistenti nei procedimenti di tecnica nota è quindi sentita la necessità di identificare un procedimento che permetta di realizzare pietra artificiale a partire da scarti dell'industria del porfido, dove la pietra artificiale risultante presenti le necessarie caratteristiche fisico-meccaniche nonché estetiche utili per la sua applicazione in campo edilizio.

Tale scopo è raggiunto grazie alla soluzione

specificamente richiamata nelle rivendicazioni che seguono. Le rivendicazioni formano parte integrante della descrizione della presente domanda.

In una forma di attuazione la presente descrizione prevede la possibilità di consolidare miscele opportune di sabbie, limi ed opportuni agenti di consolidamento utili alla sinterizzazione ed, opzionalmente, a conferire al prodotto caratteristiche estetiche particolari utilizzando temperature di sinterizzazione/consolidamento inferiori a 1100-1200°C, così da evitare il degrado dei costituenti minerali fondamentali del porfido, in primis l'ossido di ferro e il quarzo, con conseguente distruzione della microstruttura fondamentale del materiale.

Una prima forma di attuazione della presente descrizione concerne un procedimento per realizzare pietra artificiale a partire da limi e/o sabbie di porfido, comprendente:

a) formare una miscela di limi e/o sabbie con almeno un additivo di consolidamento in presenza di acqua,

b) produrre a partire da tale miscela un corpo sagomato ("verde");

c) sinterizzare il corpo sagomato, così da ottenere la pietra artificiale, in cui i limi o sabbie di porfido presentano una granulometria inferiore a 4 mm e l'additivo di consolidamento è scelto fra silicato di sodio e cloruro di cobalto.

Una seconda forma di attuazione della presente invenzione concerne una pietra artificiale ottenuta mediante il procedimento sopra descritto, in cui la pietra artificiale presenta una tonalità di colore selezionata fra arancione/marrone/granata, grigio e nero.

La presente descrizione fornisce un procedimento che

si discosta sostanzialmente dal procedimento descritto nel brevetto britannico GB-A-18 883, in quanto le materie prime utilizzate e il loro quantitativo relativo, nonché le caratteristiche finali del materiale conferiscono un prodotto dotato di caratteristiche chimico-fisiche superiori rispetto a quelle raggiungibili con il procedimento della tecnica nota.

In particolare, la pietra artificiale prodotta con il procedimento oggetto della presente domanda si presenta molto più compatta e maggiormente resistente dal punto di vista meccanico con specifiche caratteristiche estetico-cromatiche.

Descrizione dettagliata dell'invenzione

Nel seguito verranno fornite indicazioni dettagliate per la realizzazione del procedimento oggetto della presente descrizione. Tale descrizione non ha carattere limitativo ma solamente esemplificativo del procedimento. Pertanto variazioni in termini di condizioni di processo o di materie prime utilizzate potranno essere effettuate senza per questo uscire dall'ambito di protezione conferito dalla presente domanda in funzione delle sue rivendicazioni.

Una forma di attuazione della presente descrizione concerne un procedimento per realizzare pietra artificiale a partire da limi e/o sabbie di porfido, comprendente:

- a) miscelare limi o sabbie con almeno un additivo di consolidamento in presenza di acqua,
 - b) produrre a partire dalla miscela un corpo sagomato ("verde");
 - c) sinterizzare il corpo sagomato,
- così da ottenere la pietra artificiale, in cui i limi o

sabbie di porfido presentano una granulometria inferiore a 4 mm e l'additivo di consolidamento è scelto fra silicato di sodio e cloruro di cobalto.

Nella presente descrizione è descritto un procedimento per la produzione di pietre artificiali in forma di lastre con varie tonalità cromatiche a partire dai residui della lavorazione del porfido, ovvero sabbie con granulometria inferiore a 4 mm e limi, scarti ottenuti dalla purificazione delle acque utilizzate nei processi di macinazione e taglio.

Miscele specifiche di sabbie, limi e opportuni agenti chimici sono inizialmente formate in lastre di varie dimensioni e spessore e successivamente sottoposte a riscaldamento a temperatura inferiore a 1100°C così da promuovere processi di consolidamento per sinterizzazione al fine di ottenere prodotti densi e dalle specifiche caratteristiche tecniche ed estetiche.

Materie prime

Le materie prime utilizzate per la produzione di pietre artificiali in forma di lastre sono rappresentate fondamentalmente da limi e sabbie di porfido cui sono stati aggiunti composti chimici quali silicato di sodio ed opzionalmente cloruro di cobalto.

I limi di porfido rappresentano il residuo delle lavorazioni di segazione, macinazione e lucidatura della pietra naturale. Si presentano come un aggregato melmoso contenenti frazioni variabili di acqua da pochi punti percentuali al 50% circa. Una volta essiccata e disgregata nei singoli frammenti presenta una dimensione granulometrica inferiore a 300 µm circa e una composizione chimica e mineralogica del tutto simile alla roccia

naturale (con prevalenza quindi di quarzo e feldspati).

La sabbia utilizzata nell'ambito della presente descrizione corrisponde alla frazione di granulometria compresa tra 0 e 4 mm, limitatamente impiegata industrialmente (calcestruzzi o agglomerati bituminosi), derivante dalle operazioni di macinazione e successiva setacciatura/separazione di aggregati con granulometria superiore. La granulometria della sabbia qui in questione comprende frazioni molto variabili nell'intervallo 0-4 mm, anche se la maggior parte del materiale ricade tra 500 µm e 3 mm. Anche la sabbia presenta una composizione chimica e mineralogica del tutto simile alla roccia naturale.

Il silicato di sodio, come solido in soluzione acquosa, è utilizzato come additivo per migliorare il processo di consolidamento delle polveri (sabbia e limo essiccato) durante il trattamento termico successivo alla formatura attraverso l'attivazione di meccanismi di sinterizzazione in presenza di fase liquida.

Il cloruro di cobalto (CoCl_2 oppure $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) è utilizzato come additivo per modificare le caratteristiche cromatiche del materiale prodotto, consentendo di ottenere tonalità finali variabili tra arancione/marrone/granata, grigio e nero, ma garantisce anch'esso l'attivazione di meccanismi di sinterizzazione a temperature relativamente limitate.

Lavorazioni preliminari

Le lavorazioni preliminari delle materie prime riguardano principalmente il trattamento dei limi. Al fine di essere opportunamente utilizzati gli stessi vanno sottoposti innanzitutto ad un processo di essiccazione (mediante riscaldamento convenzionale - aria calda o

irraggiamento IR - o attraverso trattamento con microonde) al fine di rimuovere almeno in gran parte la presenza di umidità (portandola al di sotto del 5%).

Successivamente, i limi vanno disgregati meccanicamente per ottenere una polvere con granulometria inferiore a 300 μm . Infine, vanno selezionate e assortite opportune classi granulometriche mediante vagliatura sia dei limi che della sabbia.

Miscelazione, formatura e cottura

Obiettivo principale della presente descrizione è lo sviluppo di una pasta microcristallina di fondo simile sia per aspetto sia per caratteristica a quella naturalmente presente nella roccia naturale.

A tale scopo si parte miscelando opportunamente le granulometrie inferiori a 300 μm con acqua in quantità variabili tra 0 e 20% in peso, a seconda della consistenza da ottenere in caso di formatura.

Per ottenere la massima densità possibile è sviluppata una distribuzione granulometrica basata su modelli teorici proposti da Dinger-Funk [J.S. Reed, Principles of ceramics processing, 2nd ed., J. Wiley & Sons, 1995] nei loro studi sull'impacchettamento di particelle di varie dimensioni.

A titolo di esempio nella tabella 1 è riportata una delle distribuzioni granulometriche utilizzata.

Tabella 1

Dimensione massima	Frazione granulometrica (%)
300	0,0
150	27,7
80	19,6
40	17,0
3	35,8

Oltre alle distribuzioni ottimizzate mediante i modelli quali quello proposto da Dinger-Funk possono essere utilizzati anche i limi tal quali essiccati e disgregati, addizionati con acqua (0-20% in peso).

Negli impasti così realizzati sono aggiunte quantità variabili di silicato di sodio e cloruro di cobalto comprese fra 0 e 10% in peso al fine di ottenere proprietà fisiche, meccaniche e cromatiche finali variabili.

La miscelazione delle materie prime può essere manuale o meccanica, ma deve garantire omogeneità dell'aggregato che in genere si presenta come un ammasso sufficientemente asciutto.

Terminata la fase di miscelazione si passa alla fase di formatura tramite pressatura. Una opportuna quantità di materia prima viene introdotta nello stampo e sottoposta a pressatura con carichi massimi variabili tra 10 e 100 MPa per tempi variabili fra poche frazioni di secondo e alcuni min.

La superficie di base del maschio o della femmina possono presentare opportune lavorazioni, ondulazioni o altro al fine di generare nella piastra finale specifiche caratteristiche morfologiche o steriche.

La piastra "verde" estratta dallo stampo viene poi sottoposta a processo di cottura che garantisce il consolidamento attraverso il quale si ottiene il prodotto finale.

Le temperature e i tempi necessari per una efficace sinterizzazione sono i seguenti:

- temperatura di sinterizzazione: 1000-1200°C;
- tempo in isoterma alla temperatura massima: 30 min-8 h;

- rampa di riscaldamento: compresa tra 0,1°C/min e 10°C/min.

Le piastre così ottenute possono essere successivamente sottoposte a processi di taglio, levigatura, lucidatura, fiammatura o altro in maniera del tutto simile a quanto avviene per le pietre naturali di porfido o le piastrelle in gres o cotto o porcellanato.

Esempi di attuazione

Esempio 1: prodotto a pasta omogenea di colore marrone

Tale prodotto è stato realizzato utilizzando limi tal quali nella percentuale del 92% con aggiunta del 3% di silicato di sodio disciolto nel 5% di acqua. La miscela è stata pressata con un carico di 40 MPa per 5 min e successivamente cotta in forno per 4 h a 1100°C.

La pietra artificiale così ottenuta presenta le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- densità di bulk = 2,26 g/cm³.
- porosità = 11,3%
- assorbimento d'acqua = 8,7%
- resistenza a flessione biassiale [D.K. Shetty et al., "Biaxial Flexure Tests for Ceramics", Ceramic Bulletin, 59(12):1193-97, (1980)] = 27,2 MPa.

Esempio 2: prodotto a pasta omogenea di colore nero

Tale prodotto è stato realizzato utilizzando limi tal quali nella percentuale del 90% con aggiunta del 5% di cloruro di cobalto esaidrato e il 5% di acqua. Pressato con un carico di 40 MPa, per 5 min e successivamente cotto in forno per 4 h a 1100°C.

Il prodotto presenta le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- densità di bulk = 2,4 g/cm³
- porosità = 5%
- assorbimento d'acqua = 1%
- resistenza flessione = 52,4 MPa

Esempio 3: prodotto a pasta granulare simile al porfido naturale

Tale prodotto è stato realizzato utilizzando la distribuzione granulometrica che è riportata in tabella 2 in un quantitativo pari al 92% addizionata con il 3% di silicato di sodio disciolto nel 5% di acqua.

La miscela dei limi e della sabbia con una granulometria identificata è stata pressata con un carico di 40 MPa per 5 min e successivamente cotta in forno per 4 h a 1100°C.

Tabella 2

Dimensione massima	% Granulometrica
4000	0,0
2500	4,2
1180	5,4
800	2,3
425	3,1
limi tal quali	80,0

Tale pietra artificiale presenta le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- densità di bulk = 2,2 g/cm³
- porosità = 14%
- assorbimento d'acqua = 5%
- resistenza flessione = 24 MPa.

Confronto con la tecnica nota

La pietra artificiale ottenuta con il procedimento oggetto della presente descrizione risulta sufficientemente

simile dal punto di vista dell'assortimento granulometrico a quello descritto nel brevetto GB-A-18 883 vista la presenza contemporanea sia di aggregati molto fini (qui identificati come limi) sia di elementi più grossolani (sabbia).

Si è cercato quindi di realizzare seguendo i dettami del brevetto citato un certo numero di campioni così da poter paragonare i materiali che - come apparirà evidente - risultano diversi sia per quanto riguarda i leganti utilizzati sia per quanto riguarda le proprietà fisico-meccaniche.

Il materiale è stato realizzato secondo il brevetto citato, utilizzando temperature di cottura variabili tra 1000 e 1100°C ai tempi di mantenimento di 4 h in presenza di additivi leganti costituiti da fosfato di alluminio e carbonato di sodio.

Tale materiale presenta sempre una superficie "a buccia d'arancia" tale da renderlo particolarmente sgradevole dal punto di vista estetico.

I risultati migliori corrispondono al materiale sinterizzato a 1100°C per 4 h che presentano densità di bulk pari a 2,0 g/cm³, una densità apparente di circa 2,2 g/cm³, un assorbimento d'acqua valutato nell'ordine del 13%, una porosità pari a circa il 15% ed una resistenza a flessione biassiale [D.K. Shetty et al., "Biaxial Flexure Tests for Ceramics", Ceramic Bullettin, 59(12):1193-97, (1980)] uguale a 11 MPa.

Si può facilmente osservare che tutti i materiali descritti nella presente invenzione presentano prestazioni fisico-meccaniche, oltre che estetiche, migliori di quanto descritto nel brevetto GB-A-18 883.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per realizzare pietra artificiale a partire da limi e/o sabbie di porfido, comprendente:

a) formare una miscela di detti limi e/o sabbie con almeno un additivo di consolidamento in presenza di acqua,

b) produrre a partire da detta miscela un corpo sagomato ("verde");

c) sinterizzare detto corpo sagomato, così da ottenere detta pietra artificiale, il procedimento essendo caratterizzato dal fatto che:

- detti limi e/o sabbie di porfido presentano una granulometria inferiore a 4 mm;

- detto additivo di consolidamento è scelto fra silicato di sodio e cloruro di cobalto.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui detti limi e/o sabbie di porfido presentano una granulometria inferiore a 3 mm.

3. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 o 2, in cui detti limi presentano una granulometria inferiore a 300 µm.

4. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto additivo di consolidamento è aggiunto in una quantità compresa tra 0,1 e 10% in peso rispetto al peso di detti limi e/o sabbie.

5. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta sinterizzazione è condotta da una temperatura compresa tra 1000-1200°C.

6. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta miscelazione di detti limi e/o sabbie con detto almeno un additivo di consolidamento è condotta con una quantità di acqua compresa tra 0,1 e 20% in peso rispetto al peso di detti limi e/o sabbie.

7. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta produzione di detto corpo sagomato ("verde") a partire da detta miscela è realizzata mediante pressatura di detta miscela con un carico compreso tra 10 e 100 MPa.

8. Pietra artificiale ottenuta applicando il procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 7.

9. Pietra artificiale secondo la rivendicazione 8, in cui detta pietra artificiale presenta una tonalità di colore selezionata fra arancione/marrone/granata, grigio e nero.

CLAIMS

1. Method to realize artificial stone from porphyry silts and/or sands, including:

a) mixing said silts and/or sands with at least one consolidation additive in presence of water,

b) producing from said mixture a shaped body ("green"),

c) sintering said shaped body,

in order to obtain said artificial stone, the method being characterized in that:

- said porphyry silts and/or sands have a particle size lower than 4 mm;

- said consolidation additive is selected between sodium silicate and cobalt chloride.

2. Method according to claim 1, wherein said porphyry silts and/or sands have a particle size lower than 3 mm.

3. Method according to any one of claim 1 or claim 2, wherein said silts have a particle size lower than 300 μm .

4. Method according to any one of the preceding claims, wherein said consolidation additive is added in an amount between 0.1 and 10% by weight relative to the weight of said silts and/or sands.

5. Method according to any one of the preceding claims, wherein said sintering is carried out at a temperature between 1000-1200°C.

6. Method according to any one of the preceding

claims, wherein said mixing of said silts and/or sands with said at least one consolidation additive is carried out with an amount of water comprised between 0.1 and 20% by weight relative to the weight of said silts and/or sands.

7. Method according to any one of the preceding claims, wherein said producing from said mixture of said shaped body ("green") is carried out by subjecting said mixture to a pressure load comprised between 10 and 100 MPa.

8. Artificial stone obtained using the method according to any one of claims 1 to 7.

9. Artificial stone according to claim 8, wherein said artificial stone presents a color hue selected from orange/brown/burgundy, gray and black.