

**PERCORSO FORMATIVO E MODELLO DI APPRENDIMENTO
BASATI SULLO STUDIO DEL TERRITORIO: FORNACI ANTICHE
E MATERIALI GEOPOLIMERICI NEL TERRITORIO DI VENETICO**

MELANIA FRANZONE ^{a *}, GIUSEPPE SABATINO ^a,
SALVATORE MEZZATESTA ^b AND SALVATORE MAGAZÙ ^{a b}

ABSTRACT. The main purpose of the work is to identify a training path within a learning model based on the study of the territory. The fundamental assumption of the study is the consideration of the usefulness of frequenting the territory, and of the goods distributed in it, not as an occasional event, but as a didactic practice for the purpose of achieving disciplinary, training and development objectives of the territory. In this frame of reference there is a training course that involves some clay quarries in the Province of Messina that have had and still have a considerable importance for the territory, due to the development of methodologies for improving the properties of clay-based materials. and, consequently, for the cultural and economic exchanges that derive from it. The educational path traced around the following main items: 1) archaeological information on the findings of clay quarries in the area of Venetico and Spadafora; 2) information on the presence of kilns and quarries in the Province of Messina in 1890; 3) use of clay for the production of ceramics, bricks and for the future development of geopolymer products and artefacts and 4) description of the Hoffmann furnace in Venetico which has recently been renovated and enlarged with the creation of classrooms, laboratories and exhibition and meeting spaces.

SOMMARIO. Scopo principale del lavoro è l'individuazione di un percorso formativo in seno a un modello di apprendimento basato sullo studio del territorio. Assunto fondante dello studio è la considerazione dell'utilità di una frequentazione del territorio, e dei beni in esso distribuiti, non come fatto occasionale, ma come prassi didattica ai fini del raggiungimento di obiettivi disciplinari, formativi e di sviluppo del territorio. In questo quadro di riferimento si colloca un percorso formativo che interessa alcune cave di argilla della Provincia di Messina che hanno avuto e hanno ancora oggi una notevole importanza per il territorio, in ragione dello sviluppo delle metodologie per il miglioramento delle proprietà di materiali a base argillosa e, di riflesso, per gli scambi culturali ed economici che ne derivano. Il percorso didattico tracciato si snoda sulle seguenti voci principali: 1) informazioni archeologiche sui ritrovamenti di cave di argilla nella zona di Venetico e Spadafora; 2) notizie sulla presenza di fornaci e cave in Provincia di Messina nel 1890; 3) utilizzo dell'argilla per la realizzazione di ceramiche, laterizi e per lo sviluppo futuro di prodotti e manufatti geopolimerici e 4) descrizione della Fornace Hoffmann di Venetico che è stata recentemente ristrutturata e ampliata con la realizzazione di aule, laboratori e spazi di esposizione e incontro.

1. Introduzione

Il territorio di Venetico si estende fra le pendici settentrionali dei Monti Peloritani e la fascia costiera del versante tirrenico. I confini naturali con i comuni limitrofi di Valdina e Spadafora sono segnati dai torrenti Senia, a ovest, e Cocuzzaro, a est. Nella zona costiera (Venetico Marina), compresa tra la vecchia linea ferroviaria ed il mare, il territorio è di origine alluvionale. Procedendo verso monte, invece, il terreno è di tipo argilloso (ciò ha permesso nei secoli scorsi lo sviluppo dell'industria dei laterizi), mentre la cresta su cui sorge la frazione di Venetico¹

Superiore è costituita da calcari evaporitici. La presenza di cave di argilla nel territorio di Venetico e nei comuni limitrofi ha consentito lo sviluppo, nel XX secolo, di una fiorente attività industriale produttiva di laterizi che si è poi quasi totalmente esaurita negli anni duemila². La lavorazione dell'argilla ha contribuito, in tutta la fascia costiera tirrenica, al passaggio da una economia basata un tempo sull'agricoltura ad una industriale ma, allo stesso tempo, l'attività estrattiva ha portato in qualche modo alla trasformazione della geografia dei luoghi³.

Scopo principale di questo articolo è di individuare un percorso formativo volto a divulgare storie e tradizioni antiche sull'uso dell'argilla nella Provincia di Messina ed evidenziare l'importanza per tutto il territorio di una riconversione basata sulla produzione di geopolimeri. In questo quadro di riferimento le fornaci Hoffman di Venetico si presentano come luogo privilegiato di formazione con un valore culturale aggiunto. Esperienze documentate da studi del settore, mostrano la validità di questo approccio basato sull'insegnamento/apprendimento attraverso competenze incardinate in contesti territoriali ove sono poste al centro dell'attenzione.

¹<https://it.wikipedia.org/wiki/Venetico>

²<https://it.wikipedia.org/wiki/Torregrotta>

³Relazione di Piano PGR 2017 Comune di Venetico Provincia di Messina

2. Scavi archeologici a Venetico - Spadafora

Nel 2007-2008, durante i lavori per la realizzazione del metanodotto, sono stati individuati dei siti archeologici nella zona di Venetico e Spadafora. Gli scavi effettuati dagli archeologi, sotto la direzione tecnico-scientifica di Maria Clara Martinelli e coordinati dagli archeologi Milena Gusmano, a Venetico, e da Maria Teresa Rondinella, a Spadafora, hanno permesso di stabilire che i terrazzi che sovrastano la spiaggia costiera fra Villafranca Tirrena e Venetico sono stati abitati dall'uomo fin dalla preistoria. Questi luoghi venivano scelti principalmente per la presenza di corsi d'acqua ma anche per le cave di argilla e per i giacimenti di gesso e calcare. L'utilizzo delle risorse minerarie, importante per la realizzazione di ceramiche, ha permesso l'inizio di scambi commerciali con altri gruppi umani (Martinelli *et al.* 2015, pp. 153–155). Una cava di calcare e gesso di età Neolitica è stata trovata nella zona di Venetico, su un'altura ad una quota di 190,69 m s.l.m. a circa 2 km in linea d'aria dal mare. La notevole quantità di rocce di calcarenite e gesso potrebbe essere riconducibile a crolli, per smottamenti naturali, di una cava di estrazione di questi minerali. Inglobati in questi crolli sono stati ritrovati frammenti ceramici, fauna domestica (bovini, suini, caprini), manufatti in selce ed ossidiana e grandi macine di pietra (Martinelli *et al.* 2015, p. 169). Sul versante Nord dello scavo è stato individuato uno strato argilloso di pietre di piccole dimensioni con frammenti di ceramica a vernice nera. Questo tipo di ceramica indica una frequentazione di questi luoghi nel periodo che va dalla fine del IV sec. a.c. agli inizi del III sec. a.c. (Martinelli *et al.* 2015, p. 173).

Poco distante da Venetico, in località San Martino (Spadafora-Me), il ritrovamento di una calcara, di cui era ancora ben conservata la camera di combustione, ha permesso di individuare il sito preistorico di San Martino. La calcara era stata costruita su un terreno in cui sono stati trovati i resti di un insediamento preistorico di età neolitica (V millennio a.C.). La cottura del calcare, o "pietra viva", attestata dall'età romana, avveniva nelle "carcare", fornaci costruite in pietra o semplicemente rivestite con la stessa calce che producevano. Quando la temperatura all'interno della fornace sale a più di 800 gradi il carbonato di calcio della pietra si trasforma in ossido di calcio, cioè in "calce viva", che, trattato con l'acqua, diventa calce bianca (Martinelli *et al.* 2015, p. 181).

3. Cave e fornaci in Sicilia nei secoli scorsi

In una statistica, elaborata dagli ingegneri del Corpo Regionale delle Miniere e pubblicata nella "Rivista del servizio minerario" nel 1890, vengono riportati i dati riguardanti le cave della Provincia di Messina. In quell'anno erano presenti cave di calcare, tufo calcareo, arenaria, marmo, sabbia calcarea, gneiss e pomice in 34 comuni della Provincia di Messina. Le cave temporanee erano 530 mentre quelle permanenti 81 ed impiegavano un totale di 1058 operai. In quel periodo la Provincia di Messina occupava il primo posto fra le province siciliane, sia come numero di cave che di fornaci. Nella stessa rivista gli ingegneri del Corpo Regionale delle Miniere hanno pubblicato anche una statistica dettagliata sulle fornaci presenti nella Provincia di Messina. Erano attive 701 fornaci, di varie tipologie, di cui 540 permanenti (174 calce, 43 cemento, 50 gesso, 220 laterizi, 53 terre cotte) e 161 temporanee (110 calce, 5 cemento, 11 gesso, 35 laterizi, 0 terre cotte) con 3101 operai. Il valore complessivo della produzione delle fornaci di tutte le province siciliane era pari a

9,551,402 lire, di cui 3,895,641 lire solo della Provincia di Messina ⁴.

In Sicilia, fino ai primi anni '70, il controllo dell'attività delle cave e delle miniere era stato affidato al COREMI (Corpo Regionale delle Miniere istituito dalla Regione negli anni '50), omologo, per struttura e competenze, del Corpo Nazionale delle Miniere. La legge consentiva a chiunque di attivare una cava, ma doveva esserne dichiarata l'esistenza, dopo l'apertura, al Sindaco, che aveva il dovere di informare il COREMI. Alla fine del 1980 fu varata in Sicilia la nuova disciplina estrattiva dedicata alle cave (l.R.S.127/80), con la quale furono introdotti l'obbligo dell'autorizzazione preventiva, con provvedimento che approvava il relativo progetto minerario, l'obbligo di affidarne la direzione tecnica ad un ingegnere o ad un perito minerario, l'istituzione di un albo dei cavaatori nonché la pianificazione dell'attività estrattiva. ⁵ Attualmente le autorizzazioni ed il controllo delle attività spettano, in Sicilia, all'Assessorato Regionale dell'Energia, che sovrintende ai tre distretti minerari di Caltanissetta, Palermo e Catania ⁶.

4. Laghetti e cave dismesse nel territorio di Venetico - Valdina

Nella zona industriale di Fondachello (Valdina), al confine con Venetico Marina, sono presenti diverse cave d'argilla, molte delle quali ormai dismesse, che negli anni sono state trasformate in discariche (Fig. 1).



FIGURA 1. Cave di argilla. Fondachello (Valdina). Photo by M. Franzone.

Oggi, in seguito ad opere di riqualificazione e lavori di escavazione, vi si sono formati dei laghetti, ormai naturalizzati (Fig. 2A, 2B, 2C), che ospitano fauna ittica ed offrono un habitat ideale per l'avifauna, sia stanziale sia in migrazione (Anatidae, Rallidae).

⁴Analisi di Statistica-Statistica Industriale Fascicolo LXII – Notizie sulle condizioni industriali della Provincia di Messina (p. 40-43)

⁵Schema di Piano dei Materiali di Cava- Volume 6: Aspetti tecnico-minerari (p. 11)

⁶<https://livesicilia.it/2018/04/16/sono-rimasti-solo-in-undici-regionali-in-via-di-estinzione/>



FIGURA 2A. Laghetto formatosi in una cava dismessa. Fondachello (Valdina).
Photo by M. Franzone.



FIGURA 2B. Laghetto formatosi in una cava dismessa. Fondachello (Valdina).
Photo by M. Franzone.



FIGURA 2C. Laghetto formatosi in una cava dismessa e fabbrica di laterizi.
Fondachello (Valdina). Photo by M. Franzone.

5. L'antico mestiere dello "Stazzunaru"

Uno dei mestieri più antichi, risalente ad oltre 20 secoli prima di Cristo, è quello del lavoratore di argilla. Lo *Stazzunaru*, così veniva chiamato in Sicilia, era colui che lavorava negli *stazzuni*, piccoli stabilimenti dove si producevano manufatti in argilla. Qui venivano prodotti *matuni* (mattoni), *canali* (tegole siciliane), *quatretti* (piastrelle) e altri oggetti di uso comune quali *tiani* (tegami), *rasti* (vasi), *quartari* (recipiente di medie dimensioni), *bummuli* (recipiente di dimensioni più piccole) e *fucuni* (barbecue).

Lo *stazzunaru* iniziava a lavorare all'alba impastando la creta con l'acqua, dopo averla prelevata dalle campagne circostanti; ultimata questa operazione passava alla pigiatura, fatta a piedi nudi o con l'aiuto di muli, per ammorbidire e raffinare ulteriormente il materiale; dopo una prima stagionatura il composto veniva messo in stampi di legno in cui veniva lasciato ad asciugare per qualche giorno all'aria aperta; terminata l'essiccazione gli oggetti fabbricati venivano cotti nella *carcara* (fornace) per tutta la notte, un compito molto delicato che veniva affidato al *carcaràru*⁷. Con l'avvento dell'industria edile dei manufatti l'attività dello *stazzunaru* ha perso quasi totalmente la sua importanza e ne resta in vita solo l'arte della lavorazione della ceramica.⁸

6. Utilizzo dell'argilla

L'argilla, grazie alle sue proprietà, trova impiego in diversi settori: nell'industria della ceramica, nella fabbricazione di laterizi e, negli ultimi anni, anche per la realizzazione dei geopolimeri.

7. Produzione della ceramica

Allo stato naturale l'argilla è molto plastica ed ha la caratteristica di impregnarsi d'acqua con estrema facilità, proprietà, queste, che la rendono facilmente modellabile per realizzare degli oggetti in ceramica. La sua lavorazione prevede diverse fasi che partono dalla selezione del materiale:

- Caolino (presenta bassa plasticità e colore bianco, viene utilizzato per realizzare le porcellane cinesi).
- Argilla sabbiosa (possiede alta plasticità e grana fine).
- Argilla refrattaria (è molto resistente al fuoco).

Prima di procedere alla lavorazione l'argilla deve essere ripulita dalle impurità, come radici o materiali organici. Superata la prima fase viene sciolta in acqua e depurata, per eliminare le particelle a granulometria più grossolana. Dopo essere stata ripulita ed essiccata viene ridotta ad una granulometria più fine, macinandola con macinelli in pietra o legno, e miscelata alla "chamotte" (polvere ottenuta dalla macinazione di scarti di ceramica precedentemente cotti), procedimento che rende il prodotto resistente agli sbalzi repentini di calore. Si procede aggiungendo acqua ai due elementi e l'impasto ottenuto, dopo essere stato lavorato cercando di evitare il formarsi di bolle d'aria per evitare crepe nel manufatto,

⁷ianomessina.it/curiosita/Antichi_mestieri.htm

⁸<https://beniambientalieculturaliimeresi.wordpress.com/2016/11/02/stazzunaru/?fbclid=IwAR3PMoPeft-7AbtRjy-RVMCdeVsxkyoaka4XqzXcjOcqXNd0tsCAHhceuY>

passa alla fase di stagionatura, che consiste nel lasciare riposare il prodotto finito per almeno una giornata.

7.1. Foggiatura. Negli anni sono state elaborate varie tecniche di modellazione:

- *Foggiatura a mano libera.*

È la tecnica più antica e consiste nel lavorare l'argilla con il solo uso delle mani. Le rifiniture dell'oggetto modellato possono essere fatte con l'utilizzo di alcuni strumenti, come le stecche o gli occhielli.

- *Foggiatura a colombino.*

Questa tecnica, molto antica, viene utilizzata per creare vasi e ciotole. Dopo aver modellato un disco di creta si ottengono dei lunghi cilindri di argilla (i colombini) di diverso spessore; il primo cilindro viene attaccato direttamente sul disco, esercitando una pressione per saldare bene il colombino su tutta la superficie e questa operazione viene ripetuta sovrapponendo i cilindri uno sull'altro a spirale fino ad ottenere l'altezza desiderata.

- *Foggiatura a lastre.*

Si tagliano delle lastre di argilla di spessore omogeneo, usando un filo o stendendole con un mattarello. Dopo aver perso un po' di umidità le lastre possono essere lavorate, per ottenere la giusta forma, e possono essere giuntate tra loro con l'aiuto di incisioni spalmate con barbotina (collante ottenuto mescolando l'argilla con acqua e qualche goccia di aceto).

- *Foggiatura al tornio.*

Questa tecnica si basa sull'utilizzo del tornio, uno strumento molto antico formato da un supporto girevole la cui velocità viene stabilita tramite un pedale, nel tornio antico, o tramite motorino, nel tornio moderno. Si pone una quantità di argilla al centro del piatto girevole, avendo cura di posizionarla perfettamente in centro, e l'oggetto si modella con uso delle mani o di altri strumenti. La tornitura permette di modellare solo oggetti che abbiano forma circolare.

- *Foggiatura a stampo.*

Si prepara uno stampo in gesso e vi si cola dentro l'argilla liquida attendendo che essicchi. L'oggetto estratto dallo stampo viene poi rifinito a mano prima di essere cotto.

7.2. Essiccazione. Qualunque sia la tecnica di foggatura utilizzata, è necessario che gli oggetti ottenuti vengano essiccati all'aria affinché perdano umidità residua e plasticità. Superato il periodo di essiccazione si arriva allo "*stadio della durezza cuoio*", in questo stadio l'argilla è ormai indurita ma ha ancora una certa residua plasticità, può essere quindi incisa e decorata.

7.3. Steccatura. In questa fase è possibile rendere liscio il manufatto con l'ausilio di un ciottolino in pietra levigata. Le particelle argillose, a causa dello strofinio, affiorano in superficie diminuendo la porosità dello strato più esterno ed avendo come effetto la lucidatura naturale dell'oggetto. Ultimata la fase di steccatura si può ottenere una lucidatura ottimale spennellando la superficie con del latte e strofinandola, quando asciutta, con un panno di lana.

7.4. Cottura. Terminata la fase di steccatura si procede alla cottura, stadio in cui il prodotto ceramico perde la sua fragilità, acquistando una certa robustezza, e subisce un'ulteriore riduzione di volume. Questo processo avviene in appositi forni, in cui le temperature possono superare i 1000°C, e modifica la struttura del prodotto finale. In base alla temperatura, si ottengono risultati diversi:

- Terracotta - tra 960 e 1030 °C.
- Terraglia tenera Terracotta - tra 960 e 1070 °C.
- Terraglia dura - tra 1050 e 1150 °C.
- Gres - tra 1200 e 1300 °C. (prodotto fortemente vetrificato, impermeabile e poco poroso).
- Porcellana tenera - tra 1200 e 1300 °C (previo utilizzo di caolino).
A questo stadio si ottengono vetrificazione, traslucidità ed impermeabilità.
- Porcellana dura - tra 1300 e 1400 °C (è di solito di uso industriale).
- Ceramica High-Tech - tra 1400 e 1700 °C (previo utilizzo di sostanze aggiuntive, quali caolino e allumina).

Se non si utilizzano temperature molto elevate, dalla cottura dell'argilla si ottiene il biscotto, un prodotto poroso che assorbe liquidi ma che può essere reso impermeabile applicando dei rivestimenti. Vetro e smalto sono i materiali utilizzati per il rivestimento e vengono fatti assorbire dalla ceramica per immersione. (Sabatino *et al.* 2021) Nel caso delle maioliche la ceramica, dopo essere stata smaltata, viene decorata dipingendola o graffiando superficialmente le parti colorate.^{9, 10, 11.}

8. Produzione dei laterizi

La realizzazione di questi materiali ha origini antichissime e, nonostante oggi sia molto industrializzato, il ciclo di produzione dei laterizi è rimasto invariato nel tempo (Fig. 3).



FIGURA 3. Produzione di laterizi. Fondachello (Valdina). Photo by M. Franzone.

⁹<http://www.fornidemarco.it/joomla/chi-siamo/saperne-di-piu/70-lavorazione-dell-argilla>

¹⁰<https://www.stradaceramica.it/come-si-fa-ceramica-montelupo/>

¹¹<https://www.scuoladarteceramica.com/it/foggiatura-al-tornio/>

L'argilla, dopo essere stata estratta dalla cava, necessita di un processo di raffinazione, bagnatura e miscelazione. Trascorso il giusto tempo di riposo, il materiale argilloso viene prima raffinato, attraverso il processo di vagliatura, e poi trasferito all'interno dei cassoni mescolandolo con la sabbia da impasto. Si passa quindi alla fase di laminatura in cui, attraverso il passaggio in due macchinari, lo sgrossatore e il finitore, il composto viene frantumato e ridotto in parti più piccole. Il materiale viene ulteriormente raffinato, con un secondo processo di setacciatura, prima di essere mescolato con l'acqua. L'impasto umido giunge quindi alla mattoniera, dove viene compresso per dargli la giusta forma; da qui esce un unico pezzo che, attraverso un filo d'acciaio, viene trasformato in mattoni della dimensione desiderata. Prima di essere cotti i laterizi devono essere essiccati utilizzando l'aria calda recuperata dai forni o utilizzando altre fonti di calore. Il ciclo di produzione dei laterizi termina con la cottura in forni, di solito a tunnel. Il forno è suddiviso in tre parti: zona di preriscaldamento, zona di cottura e zona di raffreddamento.^{12 13}

9. Produzione dei Geopolimeri

Le argille caolinizzate ed il caolino (silicato di alluminio idratato) si formano per alterazione delle rocce preesistenti e possono essere rinvenuti in vene o fratture¹⁴. Questi minerali, un tempo molto ricercati solo per la fabbricazione di ceramiche e porcellane, adesso vengono utilizzati anche come precursori naturali per realizzare i geopolimeri. I materiali geopolimerici si ottengono dall'unione del metacaolino, ricavato dalla calcinazione del caolino, con una sostanza alcalina (attivatore).

10. Tracce storiche delle fornaci di Spadafora - Venetico

Nel 1898, durante gli scavi per la costruzione di un fabbricato, è stata ritrovata una fornace per la costruzione di laterizi nelle vicinanze della stazione ferroviaria Spadafora - Venetico. Questo ritrovamento, di notevole importanza, testimonia la presenza umana in questo territorio in epoca romana e dimostra quanto siano antiche le origini della produzione di laterizi nel territorio spadaforese. Dopo la denuncia di ritrovamento della fornace, presentata dall'ingegnere Alessandro Giunta, la Soprintendenza d'antichità di Siracusa decise di espropriare il terreno. Gli scavi furono seguiti dall'archeologo Antonino Salinas che, in un articolo pubblicato su *Notizie degli Scavi di Antichità*, afferma che "il ritrovamento fu operato da alcuni *stovigliai* i quali scavarono allettati dalla speranza di un ritrovamento di tesoro". I laterizi ritrovati non presentavano alcun bollo, i mattoni avevano la grandezza di 20x50 e uno spessore di 10 centimetri e le tegole (piane) erano simili a quelle di epoca romana. Furono inoltre ritrovati "canali con la lastra di copertura e alcuni piccoli pezzi da servire per sportelli di condutture di acque". Durante gli scavi vennero portate alla luce anche due monete di bronzo: un grano siciliano del XVI secolo e una piccola moneta con l'iscrizione MAMEPTIN... e la lettera isolata Γ. Analizzando gli oggetti ritrovati l'archeologo riuscì a stabilire che la fornace risaliva al periodo "mamertino", circa III sec. a.C. (Pandolfo 2010, pp. 13–15).

¹²<https://t2d.it/news/mattoni-in-laterizio-produzione/>

¹³<http://www.fornacecasetta.it/it/ciclo-produzione-laterizi>

¹⁴<http://www.prolocospadafora.it/sito/wp-content/uploads/2015/01/Capitolo-1.pdf> (p. 154)

11. Fornace Hoffmann di Venetico

In contrada Beviola, all'interno dell'opificio ex Condor, si trova un'antica fornace che negli anni si è ben conservata. La fornace di Venetico, utilizzata per la cottura di laterizi, è una struttura industriale con funzionamento continuo, inventata da Friedrich Eduard Hoffmann. In queste strutture le operazioni di carico e scarico erano eseguite manualmente e, poiché non era possibile automatizzarle, sono state sostituite dai più moderni forni a tunnel¹⁵. Recentemente, nell'ambito del PIT 22 "La via dell'argilla", a cui hanno aderito 15 comuni della Provincia di Messina (Santa Lucia del Mela, San Filippo del Mela, Pace del Mela, Condrò, Gualtieri Sicaminò, San Pier Niceto, Torregrotta, Monforte San Giorgio, Roccavaldina, Valdina, Venetico, Spadafora, Rometta, Saponara e Villafranca Tirrena), sono stati effettuati dei lavori di recupero per mettere in sicurezza l'antico edificio mantenendone le caratteristiche originarie. L'area dismessa, che copre una superficie di circa 18.000 mq, comprende la fornace, le aree libere di pertinenza ed alcuni capannoni industriali¹⁶. L'intera area è stata riqualificata ed adibita a centro polifunzionale per attività didattiche (Fig. 4).



FIGURA 4. Fornace Hoffmann di Venetico. Photo by M. Franzone.

Attualmente la fornace si trova inglobata all'interno di un edificio e i 4 forni, costituiti da volte in mattoni pieni e malta cementizia, sono visibili attraverso vetrate interne alla struttura (Fig. 5A, 5B, 5C).

¹⁵https://it.wikipedia.org/wiki/Forno_Hoffmann

¹⁶<http://www.comunevenetico.me.it/comune/hoffmann.htm>



FIGURA 5A. Struttura interna della fornace Hoffmann di Venetico. Photo by M. Franzone.



FIGURA 5B. Struttura interna della fornace Hoffmann di Venetico. Photo by M. Franzone.



FIGURA 5C. Esterno della fornace Hoffmann di Venetico. Photo by M. Franzone.

Ai forni si può accedere da porte chiuse a vetri, poste sul lato opposto all'ingresso principale.

12. Utilizzo di materiali eco-compatibili per la salvaguardia dell'ambiente

A differenza delle ceramiche e dei laterizi, che necessitano di alte temperature per essere prodotti, per i geopolimeri, che consolidano a basse temperature, non vengono utilizzati forni. Negli ultimi decenni queste malte hanno suscitato l'interesse della ricerca scientifica e delle industrie, si potrebbe quindi proporre alle aziende di diversificare le classiche tecniche di produzione dei laterizi per realizzare questi materiali innovativi ed eco-compatibili. I materiali geopolimerici, detti anche cementi ad attivazione alcalina, sono composti polimerici inorganici che si ottengono unendo una polvere allumino-silicatica, di origine naturale o di sintesi, con una sostanza alcalina. Il termine *geopolimero* è stato introdotto per la prima volta dal chimico francese Joseph Davidovits negli anni 1970. Egli sostiene che le piramidi egiziane non sono state costruite utilizzando rocce naturali ma sono state realizzate con materiali geopolimerici (Davidovits 2009). I geopolimeri hanno come caratteristica principale il consolidamento a temperatura ambiente, da cui deriva un impatto ambientale molto basso. Utilizzati anche negli interventi di restauro, in quanto mirano a superare alcune criticità come la reversibilità, la durabilità, la tossicità per gli operatori e l'inquinamento ambientale, i geopolimeri possono inoltre resistere a temperature molto alte (fino a 1200 °C) e la loro resistenza meccanica è paragonabile ad altri materiali sintetizzati ad alte temperature. In considerazione di queste caratteristiche ed anche per la possibilità di usare una notevole varietà di scarti industriali, vengono considerati materiali eco-compatibili o "environmental friendly" (Obonyo *et al.* 2011).

Grazie alle loro proprietà questi materiali attivati alcalinamente vengono utilizzati in svariati settori:

- Edilizia: è il settore in cui trovano maggiore applicazione grazie alle loro proprietà meccaniche e di resistenza agli attacchi chimici (Obonyo *et al.* 2011, p. 22).
- Arte e restauro: I geopolimeri possono essere utilizzati per realizzare opere artistiche e nuovi prodotti da applicare negli interventi di restauro. Lo scultore e pittore francese Georges Grimal fu il primo ad utilizzare i geopolimeri per creare le sue sculture; la sua opera più importante “Dramatized Sculptor” è stata realizzata utilizzando queste malte (Ghiotti 2017, p. 30).
- Ceramica: anche in questo settore i geopolimeri trovano numerose applicazioni, soprattutto per la realizzazione di piastrelle e mattonelle (Ghiotti 2017, p. 27).

La produzione di queste malte da parte delle industrie comporta numerosi vantaggi: riduzione dei costi di produzione, grazie all’utilizzo di scarti industriali non pericolosi e di ceneri vulcaniche attualmente considerate materiale di scarto; riduzione di materiali destinati allo smaltimento; produzione di materiali innovativi nel rispetto dell’ambiente; emissioni di anidride carbonica ridotte.

13. Laboratorio dei Geopolimeri

Le attrezzature utilizzate in laboratorio per la realizzazione di queste malte sono le seguenti:

- Stufe
- Mulino a giare
- Mortaio in agata
- Setaccio
- Pressa manuale idraulica
- Impastatrice
- Stampi
- Stampante 3D

Per prima cosa la polvere di ogni campione viene essiccata in una stufa (Fig. 6).



FIGURA 6. Stufa.

Il materiale precursore viene quindi macinato, mediante numerosi cicli con un mulino a giare, fino ad ottenere una granulometria idonea, dell'ordine della decina di micron (Fig. 7).



FIGURA 7. Mulino a giare.

I precursori utilizzati per creare i geopolimeri possono essere sia materiali naturali (caolino, pozzolane, cenere vulcanica) sia materiali artificiali (scorie industriali). La scelta dei precursori è di notevole importanza perché, affinché avvenga la geopolimerizzazione, le materie utilizzate devono essere ricche in silicio e alluminio. Prima di procedere alla realizzazione dei geopolimeri è necessario, quindi, effettuare delle analisi chimiche per individuare le fasi cristalline delle polveri utilizzate. In particolare vengono effettuate analisi chimiche attraverso XRF e diffrattometria di raggi X (XRD). Una parte del campione, ottenuta dalla lavorazione del mulino a giare, viene ulteriormente macinata con un mortaio in agata e setacciata per ottenere una polvere impalpabile (Fig. 8).



FIGURA 8. Mortaio in agata.

La polvere ottenuta, dopo essere stata mescolata con un legante (cera) e acido bórico (H_3BO_3), viene inserita in appositi stampi. Il materiale viene infine introdotto in una pressa manuale idraulica e sottoposto ad una pressione di 25 t per 1 minuto (Fig. 9). Le pasticche così ottenute vengono utilizzate per l'analisi XRF che permette di stabilire la composizione chimica dei campioni grazie all'analisi della radiazione di fluorescenza X emessa dagli atomi che li compongono.



FIGURA 9. Pressa manuale in agata.

Si procede quindi alla realizzazione del geopolimero attraverso l'utilizzo dell'impastatrice (Fig. 10A). Dall'unione del precursore con una sostanza alcalina si forma un impasto geopolimerico che viene sistemato in stampi realizzati con stampante 3D. Dopo 5 giorni l'impasto viene tolto dagli stampi ma, per il completo indurimento, bisognerà aspettare circa 28 giorni (Fig. 10B).



FIGURA 10A. Impastatrice utilizzata per mescolare il materiale geopolimerico. Photo by M. Franzone.



FIGURA 10B. Stampi utilizzati per far solidificare i geopolimeri. Photo by M. Franzone.

Il materiale cementizio geopolimerico così formatosi viene infine testato con prove meccaniche e di immersione in acqua per 72 ore.

14. Kit fornito agli studenti per realizzare i geopolimeri in un laboratorio didattico

Per permettere agli studenti di creare dei geopolimeri all'interno di un laboratorio didattico, verrà fornito loro un piccolo kit contenente il materiale necessario come viene riportato in Fig. 11:

- metacaolino
- silicato di sodio liquido
- ciotola
- spatola in acciaio
- stampi realizzati con stampante 3D
- guanti
- mascherina



FIGURA 11. Kit fornito agli studenti.

Il metacaolino, i.e. il precursore (Fig. 12) e il silicato di sodio, ovvero l'attivatore (Fig. 13) sono necessari per realizzare la malta.

| <i>SCHEDA DI SICUREZZA CHIMICA DEL METACAOLINO</i> | |
|--|--|
| IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI | |
| CONTATTO CON GLI OCCHI | Il contatto diretto con le polveri può irritare gli occhi. |
| CONTATTO CON LA PELLE | Il contatto diretto con le polveri può irritare la pelle. |
| INALAZIONE | Il contatto diretto con le polveri può irritare il naso, la gola ed i polmoni. |
| INGESTIONE | Non sono noti effetti tossici. |
| MISURE ANTINCENDIO | |
| IDONEI MEZZI ESTINGUENTI | Il prodotto non è infiammabile. |
| INFORMAZIONI ECOLOGICHE | |
| POSSIBILI EFFETTI SULL'AMBIENTE | Il metacaolino non è tossico, è persistente e non è biodegradabile. |

FIGURA 12. Scheda di sicurezza chimica del metacaolino.

| SCHEDA DI SICUREZZA CHIMICA DEL SILICATO DI SODIO | |
|---|---|
| IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI | |
| CONTATTO CON GLI OCCHI | Il contatto diretto con la soluzione provoca gravi lesioni oculari. |
| CONTATTO CON LA PELLE | Il contatto diretto con la soluzione provoca irritazione cutanea. |
| INALAZIONE | Il contatto diretto con la soluzione può irritare le vie respiratorie. |
| INGESTIONE | L'ingestione della soluzione può causare dolori addominali. |
| MISURE ANTINCENDIO | |
| IDONEI MEZZI ESTINGUENTI | Acqua nebulizzata, schiuma, polvere estinguente secca, biossido di carbonio (CO ₂). |
| INFORMAZIONI ECOLOGICHE | |
| POSSIBILI EFFETTI SULL' AMBIENTE | Tenere lontano da scanichi, acque di superficie e acque sotterranee. Avvisare le autorità competenti se il prodotto ha raggiunto corsi d'acqua o se ha contaminato il suolo o la vegetazione. |

FIGURA 13. Scheda di sicurezza chimica del silicato di sodio.

La ciotola e la spatola serviranno per creare l'impasto geopolimerico che verrà successivamente sistemato negli stampi per farlo indurire. Guanti e mascherine sono protezioni di sicurezza utilizzate nei laboratori.

15. Conclusioni

Finalità principale del presente lavoro è l'individuazione di un percorso formativo fortemente centrato sul territorio dove gli "studenti" possono trarre vantaggio nell'apprendimento attraverso la matericità, tridimensionalità e percepibilità dei contenuti proposti. Il percorso proposto è da inquadrarsi in seno a una strategia comunicativa di cui possono avvantaggiarsi i docenti per coinvolgere gli allievi in percorsi coinvolgenti incentrati sul territorio e finalizzati alla sua valorizzazione. In questo contesto la Fornace Hoffmann di Venetico possiede interessanti potenzialità per diventare luogo di divulgazione scientifica. All'interno della struttura recentemente riqualificata si possono organizzare eventi, exhibit, workshop ed attività didattiche che permettono di far conoscere non solo l'intero territorio e la sua storia ma anche di diffondere le competenze per una potenziale riconversione basata sui geopolimeri. Nella realizzazione di prodotti e manufatti a base di geopolimeri, oltre alle industrie del territorio, possono essere coinvolte diverse figure professionali, come ad esempio il geologo, il fisico, il chimico, l'ingegnere e il restauratore. Avvalendosi di conoscenze interdisciplinari e di una continua ricerca si possono migliorare le tecniche di preparazione di questi materiali eco - compatibili. Si può prevedere l'allestimento di aule multimediali, con lo scopo di raccontare come veniva estratta l'argilla e come alcuni procedimenti produttivi siano stati modificati nel tempo. Le attività didattiche che è possibile organizzare sono molteplici, dai laboratori ludici per insegnare ai bambini come lavorare l'argilla a laboratori più complessi dove, con l'ausilio di supporti audio e video, si può spiegare ai ragazzi, in maniera semplice, come si realizzano i geopolimeri e come queste malte possono essere utilizzate anche per il restauro dei beni culturali. Grande richiamo potrebbero suscitare, inoltre, percorsi turistici e naturalistici per far conoscere l'antica fornace di Venetico, rendere fruibili le cave rinaturalizzate, da dove veniva estratta l'argilla utilizzata per la produzione di laterizi e ceramiche e, in tal modo, contribuire alla valorizzazione del territorio.

References

- Davidovits, J. (2009). *Why the Pharaohs Built the Pyramids with Fake Stones*. Geopolymer Inst. 288 pages.
- Ghiotti, S. (2017). «Scarti di lavorazione della pietra ornamentale: analisi di reimpiego in formulazioni geopolimeriche contenenti loppa d'altoforno». Tesi di dott. Politecnico di Torino.
- Martinelli, M. C., Gusmano, M. e Rondinella, M. T. (2015). «Archeologia a Spadafora e Venetico». *prolocospadafora*.
- Obonyo, E., Kamseu, E., Melo, U. e Leonelli, C. (2011). «Advancing the Use of Secondary Inputs in Geopolymer Binders for Sustainable Cementitious Composites: A Review». *Sustainability* 3(2), 410–423. DOI: [10.3390/su3020410](https://doi.org/10.3390/su3020410).
- Pandolfo, P. (2010). *Spadafora-San Martino. Storia Tradizioni e Simboli di una comunità tirrenica e del suo territorio*. EDAS.
- Sabatino, G., Franzone, M., Martinelli, M. C., Rondinella, M. T., Mezzatesta, F., Magazù, S., Tripodo, A. e Di Bella, M. (2021). «From clays to pottery: role of geomaterials in the social-technological development of the Messina territory (Sicily, Italy) and archaeological-historical information on the main kilns». *Atti della Accademia Peloritana dei Pericolanti. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* 99(S1), A43. DOI: [10.1478/AAPP.99S1A43](https://doi.org/10.1478/AAPP.99S1A43).

^a Università degli Studi di Messina
Dipartimento di Scienze Matematiche e Informatiche, Scienze Fisiche e Scienze della Terra
Viale Ferdinando Stagno D'Alcontres, 31, 98166, Messina, Italy

^b Consorzio Interuniversitario Scienze Fisiche Applicate (CISFA)
Viale Ferdinando Stagno D'Alcontres, 31, 98166, Messina, Italy

* To whom correspondence should be addressed | email: mfranzone@unime.it

