
Transizione verde e digitale per la manifattura

Materials



Transizione verde e digitale per la manifattura

Materials

Colophon

Questo volume e gli esiti di ricerca in esso pubblicati sono stati finanziati dall'Unione europea - NextGenerationEU attraverso il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4 "Istruzione e ricerca" Componente 2 "Dalla ricerca all'impresa" Investimento 1.5 - Ecosistema ECS_00000043 "iNEST - Interconnected Nord-Est Innovation Ecosystem" (CUP F43C22000200006) - Spoke 3.

**Transizione verde e digitale
per la manifattura avanzata
Materials**

a cura di
Alberto Bassi
Davide Crippa

ISBN (cartaceo)
979-12-5953-219-0
ISBN (digitale)
979-12-5953-230-5
DOI
10.57623/979-12-5953-230-5



Il presente volume è pubblicato in modalità Open Access Gold. Il file è scaricabile dalla piattaforma Anteferma Open Books www.anteferma.it/aob/

Il testo è stato sottoposto a double-blind peer review, in conformità con i criteri definiti per la pubblicazione nella Collana

editore
Anteferma Edizioni
via Asolo 12, Conegliano, TV
edizioni@anteferma.it

progetto grafico
Giulia Ciliberto
Luca Coppola
Pietro Costa
Giacomo Dal Prà

copyright



Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

iNEST	Spoke 3 Transizione verde e digitale per la manifattura avanzata Research Topic 3 Materials
Coordinatore scientifico	Lorenzo Fedrizzi
Coordinamento editoriale	Alberto Bassi (luav) Davide Crippa (luav) Raffaella Fagnoni (luav)

Nota per le attribuzioni:

Questo volume è frutto della collaborazione tra docenti e ricercatori di iNEST Spoke 3, Research Topic 3, appartenenti alle Università di Udine, di Bolzano, di Trento, luav di Venezia e Friuli Innovazione.

Nell'ambito di un'attività di ricerca condivisa, concezione e stesura generale del volume sono da attribuire ai curatori, con il coordinamento editoriale di Alberto Bassi, Davide Crippa e Raffaella Fagnoni e il coordinamento grafico di Francesca Maria Cimaglia. Per la redazione del volume sono stati invitati a collaborare gli studiosi che in questi anni hanno fatto parte del raggruppamento iNEST Spoke 3, Research Topic 3 di luav.

Alla stesura dei saggi di approfondimento hanno collaborato anche i tanti studiosi e soggetti che, a vario titolo, hanno partecipato alla ricerca: Alberto Bassi (A.B.), Luca Casarotto (L.C.), Massimiliano Cason Villa (M.C.V.), Francesca Maria Cimaglia (F.M.C.), Paolo Colombo (P.C.), Pietro Costa (P.C.), Davide Crippa (D.C.), Michele De Chirico (M.D.), Carmen Digiorgio Giannitto (C.D.G.), Gianluca Fabris (G.F.), Raffaella Fagnoni (R.F.), Filippo Gobbin (F.G.), Daniele Rolli (D.R.), Annapaola Vacanti (A.V.).

GRUPPO DI LAVORO

Università Iuav di Venezia

Alberto Bassi (coordinatore), Maria Antonia Barucco, Luca Casarotto, Davide Crippa, Michele De Chirico.

Indice

	Introduzione Alberto Bassi, Davide Crippa	p. 7
CAPITOLO 1	Waste Driven Design. Metodologie transdisciplinari per la trasformazione dei rifiuti in materia prima di seconda generazione Davide Crippa, Raffaella Fagnoni, Michele De Chirico, Francesca Maria Cimaglia	p. 10
CAPITOLO 2	Dal sistema tessile lineare alla rigenerazione materica: sperimentazioni WDD sui rifiuti post-consumo Carmen Digiorio Giannitto, Davide Crippa, Francesca Maria Cimaglia	p. 24
CAPITOLO 3	Progettare la plastica. Dal materiale al prodotto nella transizione verso l'economia circolare Luca Casarotto	p. 40
CAPITOLO 4	Il comparto lapideo in Italia: un'industria fatta di localismi e problemi comuni Davide Crippa, Gianluca Fabris, Massimiliano Cason Villa, Francesca Maria Cimaglia	p. 50
CAPITOLO 5	Murano 3D. Innovazione e sostenibilità per il vetro artistico Davide Crippa, Paolo Colombo, Daniele Rolli, Filippo Gobbin	p. 64
CAPITOLO 6	Simbiosi industriale: dalla circolarità dei materiali allo storytelling territoriale Raffaella Fagnoni, Davide Crippa, Pietro Costa, Annapaola Vacanti, Massimiliano Cason Villa, Francesca Maria Cimaglia	p. 74
CAPITOLO 7	Dalla ricerca al sistema: incubatori di innovazione sostenibile Davide Crippa, Massimiliano Cason Villa, Francesca Maria Cimaglia, Daniele Rolli	p. 84

Autori	Alberto Bassi Davide Crippa
Affiliazione	Università Iuav di Venezia



L'obiettivo principale del volume è restituire i risultati delle ricerche condotte nell'ambito dello Spoke 3 di iNEST, dedicate alla transizione verde e digitale delle filiere produttive del Nord-Est. Attraverso la cultura del design, intesa come pratica sperimentale e riflessiva, il libro esplora la materia come strumento di conoscenza, rigenerazione e innovazione. Le attività presentate dimostrano come il progetto possa agire da catalizzatore tra ricerca scientifica, impresa e territorio, promuovendo una trasformazione sistemica dei processi produttivi.

Introduzione

Questo volume raccoglie i risultati di una serie di ricerche sviluppate all'interno dello Spoke 3 del progetto iNEST – Interconnected Nord-Est Innovation Ecosystem, che ha tra i suoi obiettivi la transizione verde e digitale delle filiere produttive del Nord-Est. Il libro nasce come strumento di sintesi e di restituzione di un lavoro corale condotto negli ultimi anni dal gruppo di ricerca dell'Università Iuav di Venezia, attraverso dottorati, spin-off, laboratori e collaborazioni con imprese e istituzioni culturali del territorio.

L'intento non è solo documentare singole sperimentazioni sui materiali, ma mettere in evidenza un modo di fare ricerca che si fonda sulla cultura del design e sulle sue specifiche modalità di indagine: osservare, manipolare, prototipare, costruire senso a partire dalla materia. È un approccio diverso da quello tipico dell'ingegneria, più aperto alla complessità e alla sperimentazione, che trova nella dimensione del progetto il proprio metodo. Negli anni di iNEST, questa modalità è stata formalizzata in una metodologia riconoscibile: il Waste Driven Design (WDD), un modello di ricerca e innovazione che prende avvio dai rifiuti e dagli scarti per rigenerarli in nuove risorse materiali, culturali e produttive.

Il Waste Driven Design non si limita a ottimizzare processi o a migliorare le prestazioni dei materiali: parte dal rifiuto come condizione di progetto, ne studia la composizione, le potenzialità e i limiti, e ne esplora le trasformazioni attraverso cicli di sperimentazione iterativa. La materia diventa così non solo oggetto, ma interlocutore del progetto, capace di orientare decisioni e strategie. Questa metodologia, illustrata nel primo capitolo, costituisce la base teorica e operativa di tutte le ricerche raccolte nel volume.

A partire da questo quadro, il libro approfondisce quattro filoni materici principali, ciascuno rappresentativo di una sfida cruciale nella gestio-

ne e nella valorizzazione dei rifiuti industriali e post-consumo.

Il primo ambito è quello delle plastiche, e in particolare dei packaging monouso, uno dei nodi più critici del sistema dei materiali contemporaneo. La ricerca si muove su due direzioni complementari: da un lato, la prevenzione del problema attraverso la definizione di criteri per una progettazione dei packaging più consapevole e sostenibile; dall'altro, la sperimentazione di processi di trasformazione degli scarti plastici non riciclabili, come nel progetto Marble CAP, che riconverte film multistrato e tappi in lastre composite di seconda generazione.

Il secondo filone riguarda i tessuti e gli scarti del settore moda e arredo, affrontati non con logiche di separazione delle fibre ma di ricomposizione diretta, mediante processi di termo-pressione a bassa temperatura. Da queste sperimentazioni nascono pannelli semi-rigidi e materiali fonoassorbenti, capaci di valorizzare fibre eterogenee senza riportarle a materia prima vergine, secondo un principio di prossimità e responsabilità di filiera.

Il terzo ambito di ricerca è quello della pietra e dei fanghi di segazione, un rifiuto speciale di difficile gestione ambientale. Gli studi condotti hanno esplorato la possibilità di riutilizzare polveri e residui di lavorazione attraverso processi a freddo e leganti naturali, generando nuovi materiali per superfici e componenti modulari. L'obiettivo non è soltanto tecnico, ma anche culturale: restituire valore e continuità a una materia tradizionalmente legata al territorio, trasformandola da scarto in risorsa di progetto.

Infine, la ricerca sul vetro affronta la relazione tra tradizione e innovazione, esplorando processi di rifusione controllata e l'uso di stampi realizzati con tecnologie additive a partire da rifiuti edili. L'esperienza mostra come la sperimentazione sul

vetro possa diventare anche un campo di dialogo tra saperi artigianali e strumenti digitali, aprendo nuove possibilità per la manifattura sostenibile.

Questi quattro percorsi convergono verso una riflessione comune: la materia come medium di conoscenza e innovazione. Ogni esperimento diventa occasione per ridefinire i confini tra ricerca scientifica e pratica progettuale, tra rigore tecnico e costruzione di senso.

A chiusura del volume, due sezioni mettono in relazione le ricerche materiali con i dispositivi di rete e di trasferimento che le sostengono. La prima riguarda il collegamento con l'RT4 di iNEST, in particolare con il programma *Material Exploratory*, che sviluppa strumenti di storytelling al servizio della sostenibilità: un modo di comunicare e condividere le traiettorie dei materiali e i loro cicli di vita, in dialogo con i temi della simbiosi industriale e della cultura del riuso.

La seconda sezione evidenzia il ruolo del Cen-

tro Studi CTRL+Junk Lab dello Iuav e del Cluster NSBVN – Sustainable Exhibit, che rappresentano due infrastrutture complementari: il primo come luogo di ricerca e sperimentazione sui materiali sostenibili; il secondo come piattaforma applicativa dedicata ai processi espositivi e agli interni. Entrambi operano in sinergia con i LabVillage, le azioni trasversali di iNEST che mettono in connessione università, imprese e istituzioni, favorendo la circolazione della conoscenza e la disseminazione dei risultati.

Il libro intende così restituire non solo una raccolta di casi studio, ma la visione di un ecosistema di ricerca fondato sulla collaborazione tra attori diversi e sulla consapevolezza che la transizione ecologica passa anche attraverso la materia e le sue trasformazioni. Il design, in questo contesto, si conferma come strumento critico e operativo per costruire ponti tra ricerca e produzione, tra rifiuti e risorse, tra passato e futuro.



Il comparto lapideo in Italia: un'industria fatta di localismi e problemi comuni

Autori	Davide Crippa Gianluca Fabbris Massimiliano Cason Villa Francesca M. Cimaglia
--------	--

Affiliazione	Università Iuav di Venezia
--------------	-------------------------------



La filiera lapidea italiana, radicata in una rete di distretti territoriali e saperi artigianali, affronta oggi la sfida della transizione ecologica. Attraverso il Waste Driven Design, i fanghi di segagione vengono reinterpretati come risorsa, trasformando un rifiuto ad alto impatto in materia prima di seconda generazione e in occasione di rigenerazione culturale e produttiva.

Il comparto lapideo in Italia: un'industria fatta di localismi e problemi comuni

Il settore lapideo italiano rappresenta una delle eccellenze produttive più consolidate del Paese, sia per valore economico sia per patrimonio culturale. L'Italia, come osserva Bassi (2017), è "connotata da un'industria molecolare, imbevuta di localismo e piccole imprese", e quella lapidea ne costituisce una delle espressioni più emblematiche. Il comparto si fonda su un tessuto produttivo diffuso e fortemente radicato nei territori, dove l'estrazione e la lavorazione della pietra si intrecciano con la storia e l'identità dei luoghi.

Gli undici distretti lapidei ufficialmente riconosciuti e le numerose aree non comprensoriali dislocate lungo la penisola testimoniano la varietà e la specializzazione del settore. Ogni distretto si distingue per caratteristiche geologiche e culturali specifiche: dalle cave di marmo di Carrara e della Valpolicella ai bacini di pietra leccese e trani, fino ai distretti del granito sardo o della pietra lavica etnea. Ciascuno di questi territori ha sviluppato nel tempo un sistema produttivo autonomo, sostenuto da saperi tramandati, reti artigianali e filiere locali capaci di esportare competenze in tutto il mondo.

La relazione tra risorsa naturale e cultura del progetto costituisce uno degli elementi distintivi del sistema lapideo italiano. La pietra, più di altri materiali, porta con sé una dimensione identitaria e temporale: è memoria geologica ma anche testimonianza storica, rappresenta il paesaggio e allo stesso tempo lo trasforma. Le cave e le aree di lavorazione non sono soltanto luoghi di produzione, ma veri e propri paesaggi culturali, nei quali il tempo dell'estrazione, della trasformazione e dell'abbandono si intrecciano in un'unica stratigrafia materiale.

All'interno di questo quadro di eccellenza, il ciclo produttivo della pietra ornamentale si rivela però anche altamente intensivo e caratterizzato da un significativo impatto ambientale. L'analisi

dei processi estrattivi e di lavorazione mostra come la differenza tra il volume del blocco cavato e la quantità effettivamente trasformata in prodotto finito sia molto elevata. In alcune produzioni si stima che oltre il 60% della materia prima venga disperso sotto forma di scarto o di residuo (Bianco *et al.*, 2023).

Gli scarti più visibili sono rappresentati dagli sfridi e dalle polveri di taglio, che vengono parzialmente recuperati e reimmessi nel ciclo produttivo come sottoprodotti. Tuttavia, una parte consistente della perdita materiale è costituita dai cosiddetti fanghi di segagione, residui finissimi generati dal taglio in umido dei blocchi mediante lame o fili diamantati. Durante la lavorazione, l'acqua funge da sistema di raffreddamento e da mezzo di contenimento delle particelle di marmo, impedendone la dispersione nell'ambiente. Il risultato è una sospensione densa e complessa, la cui composizione varia a seconda della natura petrografica del materiale trattato.

Questi fanghi vengono classificati come rifiuti speciali non pericolosi (codice CER 01 04 13) e, a differenza di altri scarti lapidei, non sono considerati sottoprodotti. Si stima che vengano generati tra 70 e 90 chilogrammi di fanghi per ogni tonnellata di marmo lavorato (Marucci, 2022). Si tratta di quantità ingenti, che pongono problemi di stoccaggio, smaltimento e costi elevati di gestione per le imprese.

In un'economia sempre più orientata ai principi di circolarità e decarbonizzazione, il settore lapideo si trova quindi di fronte alla necessità di ripensare le proprie logiche produttive, passando da un modello di estrazione e trasformazione lineare a un modello rigenerativo capace di valorizzare i residui come risorse. L'obiettivo non è soltanto quello di ridurre l'impatto ambientale, ma di ridefinire il ruolo stesso del rifiuto, rico-

noscendo nei fanghi di segagione e negli altri scarti un potenziale materiale e narrativo. Come ricordano Badalucco e Casarotto (2018), “il rifiuto diventa segno del tempo e memoria geologica”: un frammento che custodisce la storia del territorio e delle sue trasformazioni. In questa prospettiva, la pietra non è solo materia inerte da modellare, ma testimone attiva di processi ambientali e culturali. Riconoscere valore a ciò che resta – alle polveri, ai fanghi, agli sfidi – significa anche recuperare una dimensione etica del progetto, capace di restituire senso al materiale e di generare nuove possibilità per i territori.

È da questa consapevolezza che prende avvio la sperimentazione presentata in questo studio, che esplora la possibilità di trasformare i residui di lavorazione lapidea in neo-materiali destinati a nuove applicazioni. Il progetto si colloca nel quadro metodologico del Waste Driven Design (WDD), approccio sviluppato in ambito IUAV che assume il rifiuto come punto di partenza per la ricerca progettuale (Crippa *et al.*, 2025).

FIGURA 01 – P. 58

L'intento non è semplicemente tecnico, ma culturale: restituire alla materia scartata la possibilità di raccontare il proprio ciclo di vita e di riattivare un legame con il contesto da cui proviene.

IMPOSTAZIONE DI UNA SPERIMENTAZIONE SU DUE CASI ANTITETICI

I rifiuti feldspatici del comprensorio VCO e quelli carbonatici della Val di Chiampo

I fanghi di segagione sono considerati come punto di partenza: non come rifiuti da smaltire, ma come materia in transito su cui mettere alla prova il Waste Driven Design (WDD). In questa ricerca il WDD è il quadro operativo che consente di leggere composizioni diverse, impostare prove comparabili e tradurre gli scarti in ricette di progetto, secondo un approccio situato e transdisciplinare (Crippa *et al.*, 2025). L'obiettivo generale è definire strategie condivise per il riutilizzo dei residui di lavorazione che, per natura, presentano un'elevata eterogeneità sia geografica sia chimico-mineralogica. Per questo l'avvio delle prove ha richiesto un'integrazione di competenze tra ingegneria dei materiali, chimica e design, oltre a un confronto diretto con le imprese – interlocutori decisivi per tradurre i risultati in requisiti operativi e mercati plausibili, e per ancorare la ricerca a vincoli reali di

processo e costo (Vacanti, 2025). In tal senso, il design ha agito da mediatore epistemico, “sintetizzatore del gruppo” capace di tenere insieme saperi e metriche differenti senza perdere di vista il fine applicativo (Papanek, 1971).

FIGURA 02 – P. 59

La prima fase ha riguardato la caratterizzazione chimico-fisica dei residui. In coerenza con la tesi, sono stati considerati due casi antitetici: da un lato i fanghi feldspatici riferibili al comprensorio del Verbano-Cusio-Ossola (serizzo, beola, granito), ricchi di alluminosilicati (quarzo, feldspati, miche); dall'altro i fanghi carbonatici derivanti dalle lavorazioni della Val di Chiampo e del veronese (travertino, marmo, quarziti calcaree), con frazione fine dominata da CaCO_3 e tracce marginali di oli lubrificanti usati nei tagli in umido (Marucci, 2022). Questa opposizione litologica è cruciale perché orienta la reattività con diverse famiglie di leganti e, di conseguenza, le traiettorie progettuali: i residui allumino-silicatici risultano compatibili con attivazioni di tipo pozzolanico/geopolimerico, mentre i residui carbonatici rispondono meglio a sistemi idraulici o bio-polimerici. La letteratura di settore conferma la possibilità di valorizzare i fanghi lapidei lungo entrambe le direzioni, purché si presidino granulometria, umidità e contaminanti, che incidono su presa, ritiro e stabilità dei compositi (Bianco, Marra, e Salvetti, 2023; Marucci, 2022).

FIGURA 03 – P. 60

In parallelo all'analisi, è stata condotta una ricognizione critica delle tecnologie già documentate per l'impiego diretto dei fanghi nella formulazione di nuovi materiali. La selezione è avvenuta sulla base di criteri incrociati: impatto ambientale (preferenza per basse temperature e ridotto contenuto di clinker), costo e reperibilità delle materie prime, scalabilità su linee esistenti e velocità di produzione; parametri chiave per non fermarsi a risultati di laboratorio difficilmente trasferibili (De Chirico, 2025). È qui che si distingue l'angolo del design dei materiali da quello, pur fondamentale, dell'ingegneria dei materiali: il primo integra, oltre ai requisiti meccanici, dimensioni percettive, estetiche, narrative e di mercato, così da costruire fin dall'inizio una “intelligenza d'uso” del materiale dentro scenari concreti (Crippa *et al.*, 2025).

Sulla base di queste valutazioni sono stati defini-

ti quattro leganti: (1) una resina epossidica a base acqua assunta come benchmark industriale; (2) una resina naturale (a base vegetale), per esplorare una traiettoria bio-based e potenzialmente più reversibile; (3) un precursore pozzolanico (attivato) per i fanghi feldspatici; (4) un cemento partendo da rifiuti delle lavorazioni del cemento, selezionato per il più basso impatto rispetto ai Portland tradizionali e la maggiore compatibilità con matrici carbonatiche (Marucci, 2022). I criteri di scelta hanno seguito tre assi: compatibilità chimico-fisica con le due matrici di scarto, filiera corta (fornitori prossimi per ridurre costi/tempi e migliorare la tracciabilità) e scalabilità/reversibilità in ottica di Life Cycle Design; quest'ultimo, nella formulazione di Manzini, richiede di integrare i requisiti ambientali lungo tutto il processo progettuale, orientando decisioni su processi, componenti e fine vita (Manzini, 1998). Ne deriva che la ri-immissione del materiale a fine uso non è un'opzione accessoria, ma un vincolo di progetto che influisce sia sulla scelta del legante sia sulla definizione di temperature, tempi e geometrie.

Impostato il quadro, si è passati alla prototipazione: uno lavorato a CNC con distaccanti dedicati, impasti preparati controllando umidità residua dei fanghi (essiccazione < 80 °C), rapporti legante-filler e additivi, e vibrazione per favorire il degasaggio. I campioni così ottenuti sono stati trattati come artefatti epistemici (Hansen, 2010): oggetti-prova che non servono solo a "dimostrare" una ricetta, ma a generare conoscenza sui comportamenti della materia – viscosità in colata, tempi di presa, ritiro, micro-porosità, stabilità dimensionale, adesione al distaccante, risposta a levigatura e lucidatura. Tutto è stato registrato in protocolli replicabili (schede, immagini, matrici comparate), costruendo una banca dati fisica e digitale utile per correlare variabili e risultati lungo iter successivi.

Coerentemente con il WDD – che mira a superare la soglia sperimentale per favorire l'adozione industriale – i risultati della prima ondata sono stati scalati su formati maggiori per verificare compatibilità con tempi ciclo e attrezzaggi di linea (De Chirico, 2025). Lo scale-up ha evidenziato limiti e margini: sensibilità della presa all'umidità residua, necessità di controllare la dispersione dell'aria nelle miscele più viscosi, differenze di comportamento tra fanghi feldspatici (più reattivi con geopolimeri) e carbonatici (più stabili con leganti idraulici low-carbon o bio-polimeri). Le formulazioni più promettenti sono state selezionate e sottoposte a prove mec-

caniche preliminari (compressione/flessione) per verificare coerenza prestazionale, omogeneità interna e stabilità nel tempo. In parallelo, si è avviata la ricerca estetica: finiture, lucidature, pigmentazioni compatibili, con attenzione alla narrazione visiva della provenienza (pattern, granulometrie leggibili, cromie ottenute senza metalli pesanti), così da orientare possibili scenari d'uso in rivestimenti interni, componenti di arredo e allestimenti temporanei. L'assunto è che il valore del neo-materiale non derivi solo da performance tecniche, ma dalla capacità di connettere proprietà, storia della materia e applicazioni in filiere reali – riducendo costi di smaltimento e creando nuove economie di senso (Bianco *et al.*, 2023).

FIGURA 04 – P. 62

In definitiva, la sperimentazione mostra che l'opposizione feldspatico/carbonatico non è un mero dato geologico, ma una chiave progettuale: guida la selezione dei leganti, impone parametri di processo distinti e apre famiglie applicative differenziate. Nel primo caso, la traiettoria pozzolanico-geopolimerica si presta a elementi compatti e finiture profonde; nel secondo, la linea idraulica/bio-polimerica facilita tempi ciclo brevi e ottima lavorabilità superficiale, con potenziale di reversibilità a fine vita superiore rispetto a sistemi termoindurenti tradizionali. Il tutto rientra in un quadro circolare che mette al centro tracciabilità, reversibilità e prossimità di filiera, in coerenza con i principi del Life Cycle Design (Manzini, 1998) e con l'impianto metodologico del WDD (Crippa *et al.*, 2025). Ciò che passa dal laboratorio alla produzione non è soltanto un materiale, ma un protocollo decisionale – una grammatica di scelte replicabile – capace di orientare imprese e progettisti nella riattivazione dei fanghi di segazione come materia prima di seconda generazione.

RISULTATI DELLA RICERCA E SCENARI PROGETTUALI

L'applicazione della metodologia del *Waste Driven Design* ha portato a una serie di risultati concreti che hanno tradotto la sperimentazione materica in prototipi e scenari d'uso.

La progressione dal laboratorio al progetto si è sviluppata in tre direzioni principali – vasi, arredi urbani e rivestimenti modulari – che hanno permesso di esplorare differenti scale, tecniche di lavorazione e linguaggi formali, mantenendo

costante l'obiettivo di verificare la replicabilità industriale dei materiali ottenuti.

FIGURA 05 – P. 62

Il primo output realizzato è una collezione di vasi prodotti con miscele a base di fanghi carbonatici e legante naturale a base di soia, testata inizialmente in stampi dedicati e poi in calchi realizzati con tecniche di colata a spessore.

Questa serie è nata come esercizio di verifica delle proprietà plastiche e di colabilità dei composti e per osservare il comportamento del materiale nei passaggi di asciugatura e finitura. Il vaso, per la sua forma cava e la sua superficie curva, è stato scelto come oggetto campione capace di amplificare le criticità del processo: disomogeneità, tensioni, bolle d'aria, differenze cromatiche e di porosità. Le prove hanno dimostrato la buona stabilità dimensionale del materiale e una resistenza alla compressione in linea con i valori ottenuti nei test di laboratorio. Durante la lucidatura e la levigatura è emersa la possibilità di ottenere finiture continue e brillanti, con variazioni cromatiche dovute alla diversa granulometria dei residui: una qualità visiva che è stata valorizzata anziché corretta, accettando la non uniformità come esito estetico del processo di riciclo (De Chirico, 2025).

La seconda applicazione è derivata da un progetto di arredo urbano. In questo caso, i prototipi sono stati realizzati utilizzando miscele a base di fanghi feldspatici del VCO e leganti pozzolanici, orientando la sperimentazione verso forme massicce e autoportanti, come sedute, moduli di contenimento e bordure. L'obiettivo era testare la resistenza strutturale del materiale e la sua compatibilità con sistemi di stampaggio o colata di dimensioni maggiori. La ricerca formale ha privilegiato elementi monolitici e modulari, adatti a essere aggregati o riposizionati, con superfici che conservano volutamente la materialità imperfetta del composto e una colorazione naturale derivata dai minerali presenti nei fanghi. La collaborazione con un'azienda locale ha consentito di valutare i tempi ciclo e i costi di produzione su piccola serie, suggerendo la possibilità di impiegare il materiale in micro-arredi o pavimentazioni temporanee a basso impatto.

FIGURA 06 – P. 63

Questa esperienza ha evidenziato come la ricerca sui residui lapidei possa superare il piano sperimentale e trovare applicazioni in ambiti concreti della rigenerazione urbana e del design circolare (Bassi, 2020).

Parallelamente, la sperimentazione ha esplorato la produzione di piastrelle e pannelli modulari, sviluppati con l'intento di verificare la scalabilità industriale del materiale e la sua idoneità a processi di stampaggio piatto. Utilizzando una miscela a base di fanghi carbonatici, cemento alla loppa d'altoforno e additivi naturali, sono stati ottenuti elementi di dimensioni standard (20×20 cm e 30×30 cm), successivamente levigati e lucidati.

Questi prototipi hanno mostrato una notevole compattezza e una buona reazione alla levigatura meccanica, con un assorbimento d'acqua inferiore al 2% e un comportamento termico assimilabile a quello di ceramiche leggere. Le superfici, variamente pigmentate e micro-puntinate, presentano una texture irregolare che restituisce un'identità visiva legata alla materia originaria, trasformando lo scarto in segno riconoscibile.

Dal punto di vista produttivo, la prova con le piastrelle ha confermato la ripetibilità del ciclo di colata e la compatibilità con stampi industriali, aprendo prospettive di integrazione in processi ceramici esistenti e di sperimentazione su finiture custom. Nel loro insieme, questi risultati mostrano come la metodologia del WDD possa diventare uno strumento operativo capace di accompagnare il passaggio dalla scala sperimentale alla scala di progetto, senza perdere il legame con il contesto materiale e territoriale da cui ha origine.

I vasi, gli arredi e le piastrelle non rappresentano soltanto esiti formali, ma momenti di una stessa catena di apprendimento che mette in relazione materia, processo e linguaggio.

Ogni prototipo è insieme prova tecnica e dispositivo narrativo, testimone di un percorso che, dal rifiuto lapideo, conduce alla costruzione di una nuova materia culturale, capace di restituire valore ai residui dell'industria estrattiva italiana.

Riferimenti bibliografici

- Bassi, A. (2017) Design Contemporaneo. Il Mulino, Bologna, Italia.
- Badalucco, L. & Casarotto, L. (2018) Dallo scarto al valore. Quando dalla forma dei residui litici emergono vocazioni nascoste, MD Journal n. 6, Media MD, Milano, Italia.
- Bianco, I., Blengini, G. A. & Chiappino, C., Life Cycle Assessment (LCA) di settore per lastre in pietra naturale italiana, <https://marmiegraniti.it/wp-content/uploads/2023/04/LCA-Settore-Pietra-Naturale-Italia-3.pdf>
- Crippa, D., Digiorgio Giannitto, C., Di Prete, B., & Cason Villa, M. (2025) Waste-driven design (WDD): A transdisciplinary approach to transforming food packaging waste into a second-generation material. Sustainability, volume(numero), pagine. DOI
- De Chirico, M. (2025a) Waste Driven Design. Il progetto nella metamorfosi della materia (Tesi di dottorato) Università Luav di Venezia, Venezia, Italia.
- Hansen, F. T., (2010) Material-driven 3D digital form giving, experimental use and integration of digital media in the field of ceramics, Doctoral dissertation, The Danish Design School, Copenhagen.
- Manzini, E. & Vezzoli, C. (1998) Lo sviluppo di prodotti sostenibili, Maggioli Editore, Rimini, Italia.
- Marucci, L. (2022) Azioni per la promozione dell'economia circolare nel settore lapideo https://www.fondazioneisi.org/images/Progetto_Ambiente_Settoe_Lapideo.pdf
- Papanek, V. (1971) Design for the real world: Human ecology and social change. Pantheon Books.
- Vacanti, A. (2025) The responsibility of interaction design in digital alienation. AGATHÓN, 12, 15-23.



FIGURA 01

Esiti degli studi sui fanghi di segagione e sugli scarti di lavorazione di pietre e marmi provenienti dalle filiere produttive del VCO e della Val di Chiampo (crediti: designdifferente).



FIGURA 02

Prove campioni 10x10 dei fanghi di segagione della lavorazione Val di Chiampo (crediti: G. Fabris).

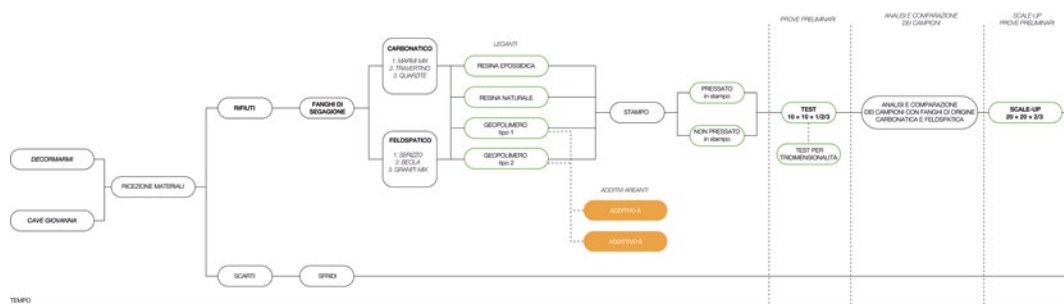
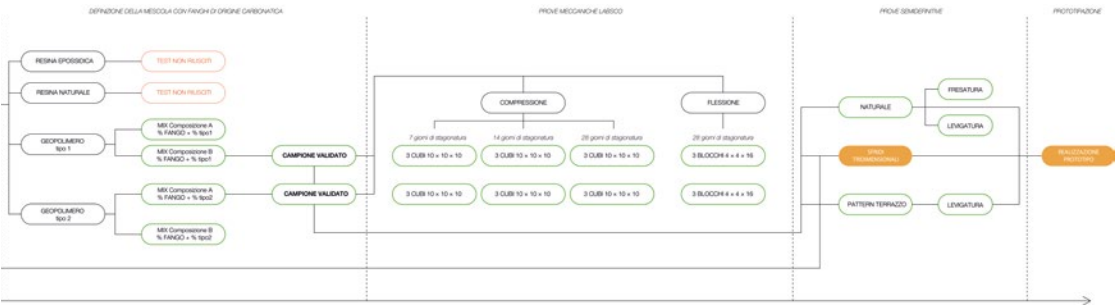


FIGURA 03

Diagramma di sviluppo della ricerca secondo il metodo Waste Driven Design (crediti: D. Crippa, G. Fabris).



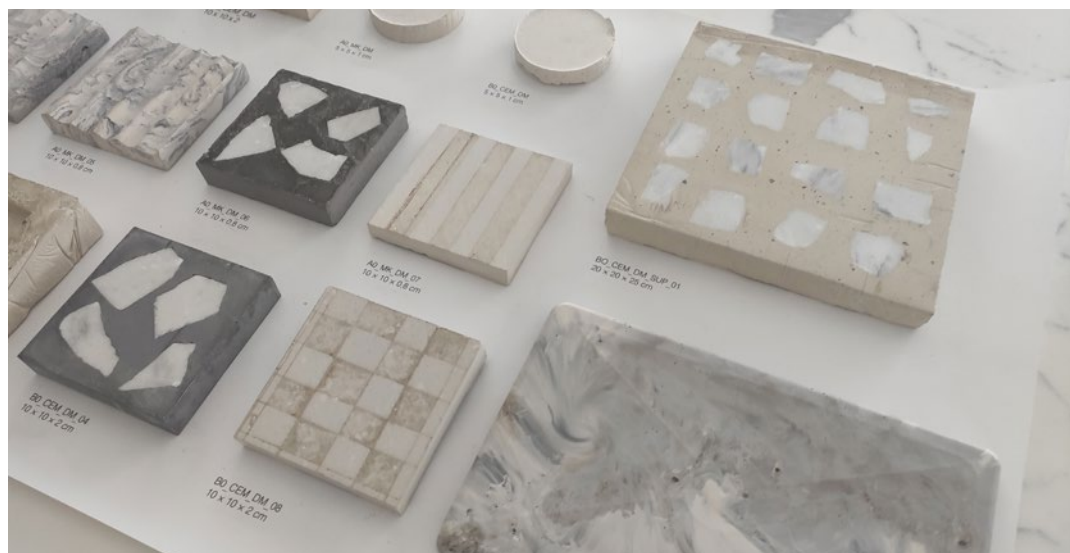


FIGURA 04

Mostra presso Decormarmi dei risultati delle sperimentazione con lo scale-up e le soluzioni finali verificate anche a spessori maggiorati e con inserti di scarti (crediti: D. Crippa).



FIGURA 05

Simulazioni progettuali del sistema modulare in neo-materiale geopolimerico da fanghi lapidei, applicato a seduta e pavimentazione per arredo urbano e mitigazione microclimatica. (crediti: F. M. Cimaglia)



FIGURA 06

Configurazione su scala padiglione del sistema modulare in neo-materiale da fanghi lapidei, orientata alla creazione di oasi microclimatiche urbane e dispositivi di rigenerazione ambientale.
(crediti: F. M. Cimaglia)

Volume 1	Spoke 3 Transizione verde e digitale per la manifattura avanzata
	Research Topic 3 Materials
A cura di	Alberto Bassi Davide Crippa

L'obiettivo principale del volume è restituire in forma sistematica e critica i risultati delle ricerche condotte nell'ambito dello Spoke 3 di iNEST, dedicato alla transizione verde e digitale delle filiere manifatturiere del Nord-Est. Attraverso la cultura del design, intesa come pratica sperimentale, riflessiva e material-driven, il libro indaga la materia non solo come componente tecnica, ma come dispositivo conoscitivo, narrativo e rigenerativo. I contributi evidenziano come il progetto agisca da catalizzatore tra ricerca scientifica, impresa e territorio, generando processi di innovazione in grado di ridefinire modelli produttivi, logiche di valorizzazione dello scarto e forme di cooperazione tra attori. Il volume documenta un approccio transdisciplinare nel quale il design opera come mediatore epistemico tra discipline scientifiche, processi industriali e dimensione culturale del fare, promuovendo il passaggio da sistemi lineari a ecosistemi rigenerativi e data-driven. Attraverso sperimentazioni applicative, casi studio e scenari di trasferibilità, viene dimostrato come strategie waste-based, material thinking e simbiosi industriale possano riconfigurare la materia di scarto in risorsa attiva - tecnica, progettuale e culturale - orientando la trasformazione delle filiere verso modelli circolari, tracciabili e territorialmente radicati. Le sperimentazioni illustrate non si limitano alla generazione di nuovi materiali, ma costruiscono una grammatica operativa per la transizione, in cui la materia diventa strumento di apprendimento, innovazione e responsabilità ambientale. In questo quadro, il design emerge come motore cognitivo e strategico della trasformazione, capace di integrare dimensione tecnica, intelligenza digitale e visione sistemica, contribuendo alla definizione di nuovi paradigmi industriali fondati sulla cooperazione tra accademia, impresa e territorio. Il volume rappresenta pertanto una piattaforma critica e propositiva per comprendere come il design possa guidare la trasformazione delle materie, dei processi e delle filiere produttive, accompagnando la transizione verde e digitale verso sistemi rigenerativi, consapevoli e capaci di produrre impatto duraturo.