

Alessandro Cardarelli  
Marco Barbanera



## Edilizia sostenibile - Valorizzazione dei rifiuti solidi urbani attraverso l'economia circolare



*La crescita dei consumi e l'urbanizzazione hanno portato ad un aumento dei rifiuti solidi urbani (RSU). In Italia, nel 2019, gli impianti di trattamento meccanico-biologico (TMB) hanno prodotto oltre 8.7 milioni di tonnellate di rifiuti, di cui circa 1 milione di tonnellate di bio stabilizzato o FOS (frazione organica stabilizzata), la maggior parte conferita in discarica. Un altro ingente flusso di FOS deriva dal compostaggio della frazione organica dei rifiuti urbani provenienti dalla raccolta differenziata non idoneo all'uso come fertilizzante (compost fuori specifica). La gestione dei rifiuti deve spostarsi verso un'ottica di economia circolare, valorizzando il compost fuori specifica e riducendo i rifiuti in discarica. Inoltre, la sostenibilità ambientale nell'edilizia è fondamentale per ridurre il consumo energetico e le emissioni di gas serra. La pratica della bioedilizia, che utilizza materiali ecosostenibili, può contribuire a ridurre l'impatto ambientale e migliorare l'efficienza energetica degli edifici.*

## 1. Il problema dello smaltimento dei rifiuti solidi urbani

La crescita dei consumi, l'urbanizzazione e lo sviluppo economico hanno portato ad un aumento della produzione di rifiuti solidi urbani (RSU).

Ogni anno nell'Unione Europea vengono generati circa 250 milioni di tonnellate di RSU (480 kg pro capite).

In Italia, nel 2019, circa 30 milioni di tonnellate di RSU sono state riciclate, ma la maggior parte è stata destinata alla discarica. Questo causa inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo, con emissioni di CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e sostanze chimiche.

L'art. 7 del DLgs. n.36/2003 stabilisce che i rifiuti devono essere trattati prima di essere collocati in discarica. Il trattamento meccanico-biologico (TMB) viene utilizzato come pretrattamento per i rifiuti destinati alla discarica o all'incenerimento. Attraverso la selezione meccanica ed il trattamento biologico si ottengono materiali riciclabili, organici e scarti.

Il TMB permette di recuperare materiali riciclabili, ridurre le emissioni inquinanti ed il volume dei rifiuti destinati alla discarica, così da garantire la stabilità biologica dei rifiuti. Nel 2019, gli impianti TMB hanno prodotto oltre 8.7 milioni di tonnellate di rifiuti/materiali, di cui circa 1 milione di tonnellate di materiale bio stabilizzato (materiale organico sottoposto a digestione aerobica) o FOS (frazione organica stabilizzata), la maggior parte conferita in discarica.

Un altro flusso importante di rifiuti è rappresentato dalla frazione organica dei rifiuti urbani della raccolta differenziata. Questa può essere trattata in impianti di digestione anaerobica, producendo biogas e compost. Nel 2019, in Italia, sono stati trattati oltre 3.9 milioni di tonnellate di rifiuti urbani negli impianti di compostaggio.

Tuttavia, non tutto il compost può essere utilizzato come fertilizzante e la parte che non rispetta i requisiti chimico-fisici secondo il DLgs. n. 75/2010, denominata "compost fuori specifica" o

FOS, viene conferita in discarica.

I quantitativi di compost fuori specifica rappresentano circa il 7.6% dei rifiuti trattati, equivalente a circa 50000 tonnellate all'anno. Inoltre, dal conferimento in discarica dei RSU si genera il percolato, che deve essere raccolto e trattato adeguatamente (rif. DLgs. n.36/2003).

È necessario trovare alternative per valorizzare il compost fuori specifica, ridurre i rifiuti in discarica e gestire il percolato, portando l'attività di gestione dei rifiuti verso una prospettiva di economia circolare.

Un'opzione di valorizzazione consiste nell'utilizzare questi sottoprodotti come precursori nella produzione di materiali a base di carbonio nel settore dell'edilizia.

## 2. L'economia circolare e l'edilizia sostenibile

La sostenibilità ambientale e l'efficienza energetica sono sfide cruciali per la nostra società.

Gli edifici contribuiscono infatti al 40% del consumo energetico ed al 36% delle emissioni di gas serra in Europa.

L'adozione di pratiche edilizie sostenibili è essenziale per migliorare la qualità della vita, ridurre il consumo di energia, valorizzare il patrimonio immobiliare e diminuire le emissioni.

Questo approccio si applica sia agli edifici nuovi che a quelli esistenti che richiedono interventi di recupero e riqualificazione.

La ristrutturazione degli edifici esistenti può ridurre il consumo energetico totale dell'UE di circa il 5-6% e le emissioni di CO<sub>2</sub> del 5%.

Gli obiettivi dell'Agenda delle Nazioni Unite promuovono l'economia circolare, che mira a massimizzare il valore dei prodotti, dei materiali e delle risorse, riducendo la produzione di rifiuti e l'impatto ambientale.

Poiché il settore edilizio genera un terzo dei rifiuti in Europa ed utilizza circa la metà delle materie

prime estratte, l'approccio circolare può svolgere un ruolo chiave nella protezione dell'ambiente e migliorare la competitività delle imprese, creando edifici energeticamente efficienti ed offrendo un maggiore comfort abitativo. La pratica della bioedilizia, che utilizza materiali sostenibili a basso impatto ambientale, può ridurre l'estrazione di materie prime, limitare le importazioni attraverso il riciclo e migliorare l'efficienza energetica. La bioedilizia rappresenta oggi quindi una soluzione necessaria e vantaggiosa.



## ECOPLASTER – Biostabilizzato per edilizia ecosostenibile

Il progetto “ECOPLASTER: biostabilizzato per edilizia ecosostenibile”, finanziato dal Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica e coordinato dall’Università degli Studi della Tuscia, in collaborazione con Ecologia Viterbo S.r.l. e Kimia S.p.A., si pone l’obiettivo di impiegare, in un’ottica di economia circolare, alcune frazioni derivanti dalla gestione degli RSU per la produzione di malte con migliorate prestazioni termoigrometriche ed acustiche.

Il progetto, avviato nel febbraio del 2022 e che terminerà nel febbraio 2025, prevede la produzione di malte additivate con hydrochar, ottenuto mediante carbonizzazione idrotermale (HTC) della miscela della frazione organica stabilizzata (FOS), o compost fuori specifica, e di percolato di discarica. La frazione liquida residuale del processo HTC sarà ulteriormente valorizzata/recuperata per la produzione di polimeri biodegradabili di origine microbica di possibile applicazione come bioplastiche o nel packaging alimentare.

**Per approfondire:**

[www.ecoplaster.it](http://www.ecoplaster.it)



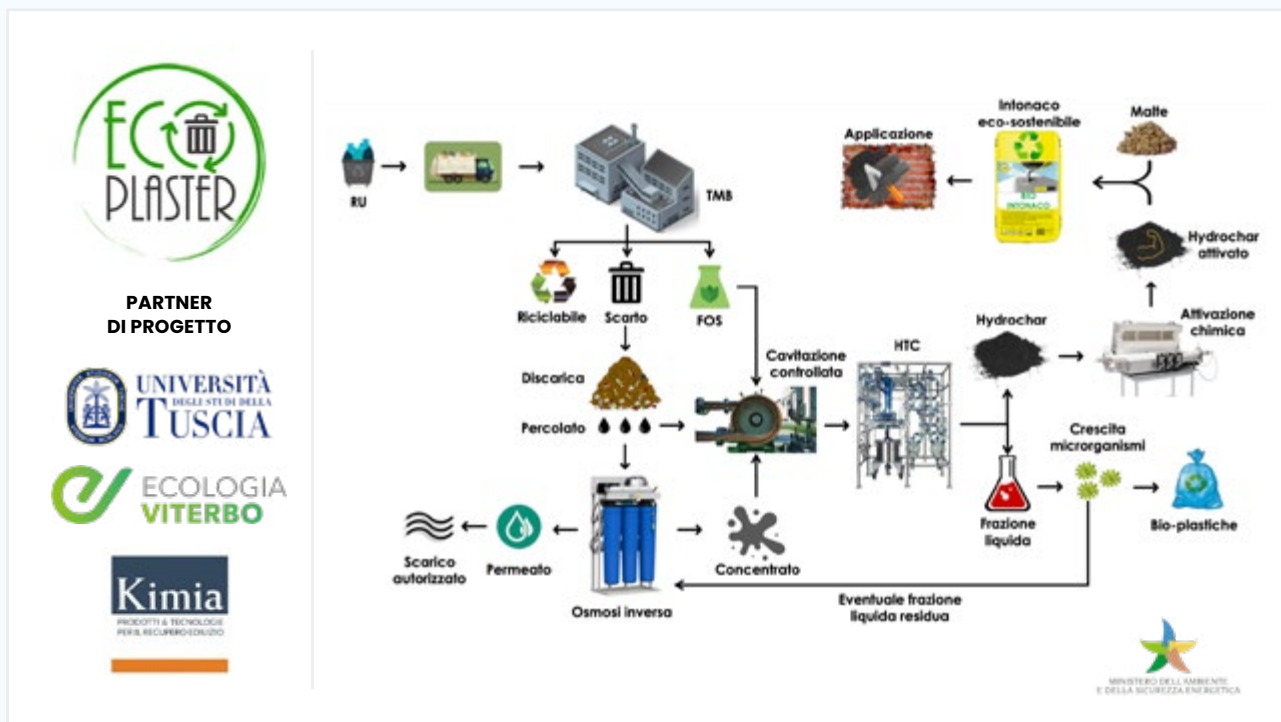


Figura 1. Schema illustrativo progetto ECOPLASTER

## L'Hydrochar come additivo ecosostenibile alle malte tradizionali

I primi risultati del progetto ECOPLASTER hanno previsto la produzione di hydrochar attivato su scala di laboratorio. Nella prima fase del progetto si è provveduto ad una vagliatura della FOS con setaccio da 2.5mm, miscelazione con percolato di discarica nel rapporto solido/liquido di 1/10 e cavitazione idrodinamica della miscela per aumentare la sua omogeneizzazione. È seguita la reazione di carbonizzazione idrotermale a 230°C, con durata di circa 3 ore, e successivamente è stata separata la fase liquida (impiegata come substrato per la produzione di bioplastiche) dalla fase solida (hydrochar). L'hydrochar prodotto ha subito un processo di attivazione fisica con CO<sub>2</sub> a 800°C per 1 ora per aumentare la sua porosità ed area superficiale. Inoltre, sono stati eseguiti i primi test di resistenza meccanica e termica di una malta additivata con l'hydrochar. I risultati ottenuti hanno evidenziato il potenziale utilizzo dell'hydrochar come additivo alle malte tradizionali al fine di ottenere un intonaco ecosostenibile e con elevate prestazioni meccaniche e termiche.

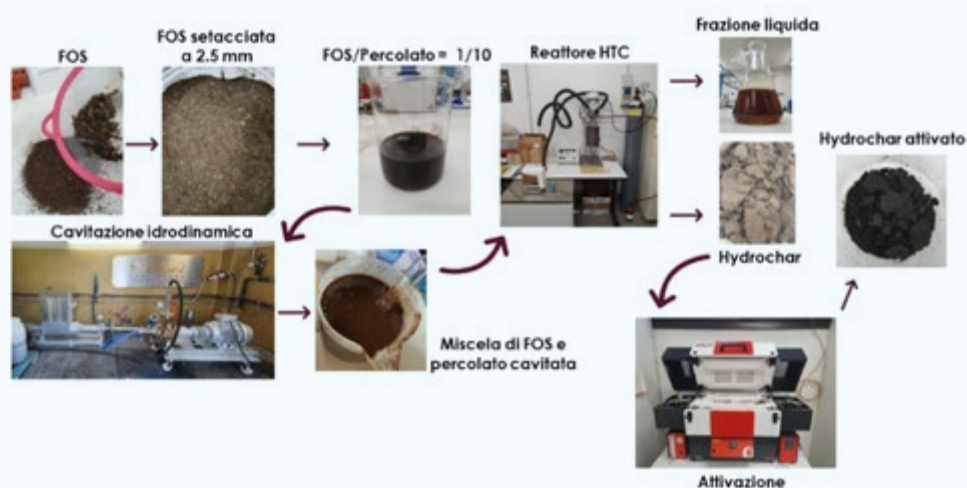


Figura 2. Processo di produzione di hydrochar attivato in laboratorio.

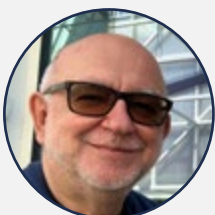
## SPECIALE APPROFONDIMENTI



### IVANA BRANCALEONE



Libera professionista, laureata in Giurisprudenza, si occupa prevalentemente di Diritto Ambientale, in particolare sulla normativa dei rifiuti, svolgendo attività di Consulenza, aggiornamento normativo e Verifiche di conformità. È Consulente e Lead Auditor di Sistemi di Gestione Ambientale ISO 14001-Emas e Qualità ISO 9001, Consulente abilitata Remade in Italy© e Certificazioni Ambientali/Sostenibilità prodotti/servizi. Durante l'esperienza pluriennale di Consulente/Docente, Lead Auditor sui Sistemi di Gestione e la normativa ambientale ha seguito Enti Pubblici, Associazioni ed Aziende di diversi settori e dimensioni (rifiuti, servizi pubblici ambientali, ceramiche, turismo, costruzioni, energia, raffinerie, agroalimentare, logistica, metalmeccanico).



### GIACOMO DALSENO



Laureato in Fisica, indirizzo Applicativo, è revisore legale iscritto all'Albo Nazionale presso MEF. Vice Presidente e membro del Consiglio Nazionale UNRL (Unione Nazionale Revisori Legali), è Presidente di diversi Collegi Sindacali e di Revisione Legale. Esperto in nuove tecnologie per la didattica, ha fatto un Master di secondo livello presso l'Università di Firenze in Internet e Ambienti di apprendimento. Docente Formatore certificato AICQ Education e Vice Presidente della stessa, è membro del C.D. di AICQ Emilia Romagna, oltre a Coordinatore del Gruppo ESG.

## PAGINA ROSA

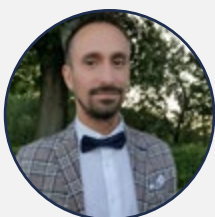


### ANTONELLA GRANGE



Founder Azienda di Consulenza Direzionale Integrata GRANGE ANTONELLA SICUREZZA & AMBIENTE con sedi in Valle d'Aosta e Liguria. Direttore e Responsabile del Progetto Formativo del Centro di Formazione AIFOS. Consulente in materia di gestione integrata Igiene e Sicurezza sul lavoro, Ambiente, privacy e Sistemi di Gestione. Lead Auditor di II e III parte Qualità, Ambiente e Salute e Sicurezza sul lavoro, Parità di Genere; Auditor DCA per la certificazione sostenibilità strutture ricettive.

## FOCUS



### MARCO BARBANERA



Professore Associato di Fisica Tecnica presso l'Università degli Studi della Tuscia, svolge attività di ricerca nell'ambito di progetti nazionali ed internazionali nel campo della valorizzazione energetica delle biomasse, dell'analisi della sostenibilità ambientale delle bioenergie e delle filiere industriali attraverso l'applicazione del Life Cycle Assessment e dell'efficienza energetica negli edifici, con riferimento alla lo studio di isolanti termoacustici utilizzando materiali di scarto.



### ALESSANDRO CARDARELLI



Ingegnere Meccanico e dottorando in Engineering for Energy and Environment presso l'Università degli Studi della Tuscia, svolge attività di ricerca sulla valorizzazione energetica delle biomasse, con approccio all'economia circolare e sull'analisi delle potenzialità e sostenibilità ambientali delle bioenergie per applicazioni metallurgiche.

---

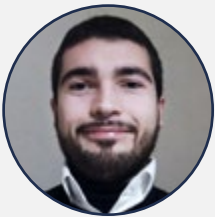


### MARIO FERRANTE



Presidente del Settore Aerospace di AICQ Nazionale (Associazione Italiana Cultura Qualità), Membro fondatore dell'International Association for the Advancement of Space Safety, ha lavorato 37 anni in Thales Alenia Space nella Sicurezza del Volo e come responsabile siti di Torino, Roma, Firenze, Gorgonzola e L'Aquila. Autore di pubblicazioni internazionali e chairman di convegni Internazionali e nazionali sulla Sicurezza del Volo, Product Assurance, Human Dependability e Risk Management. Docente al Politecnico di Torino in Master Internazionale sulla Qualità per lo spazio. Coautore del Libro "Space Safety and Human Performances" pubblicato da Elsevier.

---



### CORRADO IANNUZZI



Laureato in Ingegneria Chimica Industriale e iscritto all'Albo, opera da una decina di anni come Formatore su Salute e Sicurezza nei luoghi di lavoro e, più di recente, anche come Consulente per il trasporto di merci pericolose ADR, RID, IATA e IMDG nonché per la corretta gestione globale delle batterie al litio. Certificato come Igienista Industriale da AICQ SICEV, svolge per lo stesso Organismo il ruolo di Referente per lo Schema degli Esperti in Criteri Ambientali Minimi.

---



### ANNA LISA MANDORINO



Segretaria generale di Cittadinanzattiva, è laureata in Lettere classiche, con specializzazione in Relazioni pubbliche europee e Responsabilità sociale delle imprese. In Cittadinanzattiva si è occupata dapprima di Comunicazione, successivamente della Direzione generale attraverso il coordinamento delle attività e dei progetti per la promozione dell'attivismo civico e della partecipazione. Opera, nell'ambito dell'organizzazione che rappresenta e con particolare attenzione alle politiche pubbliche della salute, dei servizi, dell'educazione e della formazione, dei diritti umani e civili, per affermare nuove forme di azione civica e di governance dei processi pubblici, specialmente collegate con il protagonismo delle comunità locali, il coinvolgimento degli stakeholder, il dialogo istituzionale.

---



### SILVIA NATALUCCI



Dal 2020 ricopre il ruolo di Responsabile della Divisione Micro e Nanosatelliti dell'Agenzia Spaziale Italiana che ha in carico le attività di sviluppo e gestione delle missioni "New Space" con piattaforme nano e microsattellitari. Nel 2007 entra a far parte dell'Unità Medicine e Biotecnologie dell'ASI per poi passare nel 2013 all'unità Qualità dove ricopre il ruolo di Product Assurance Manager di importanti progetti istituzionali dell'Agenzia, fra gli altri Cosmo Skymed Seconda