



**POLITECNICO
MILANO 1863**

DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE



Recenti progetti del Gruppo di ricerca AWARE (Assessment on WAstE and REsources)

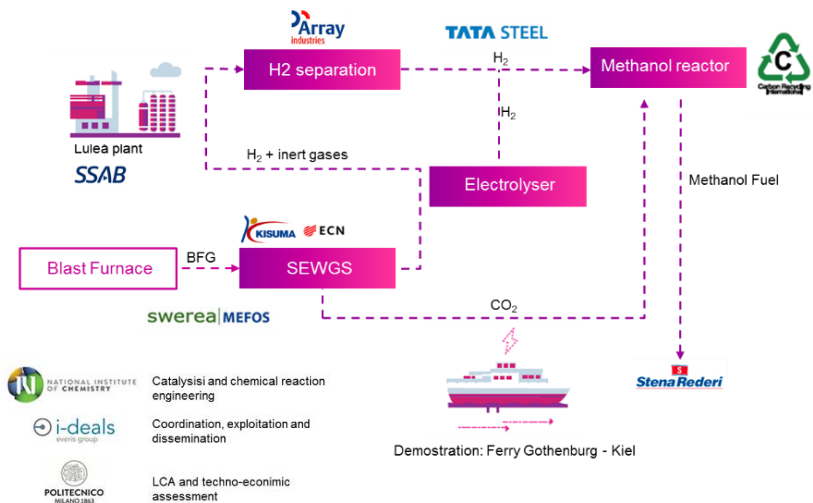
www.aware.polimi.it

Responsabili scientifici: Mario Grosso e Lucia Rigamonti

Gruppo di lavoro: Valeria Arosio, Laura Biganzoli, Elisabetta Brivio, Giovanni Dolci, Sara Pantini, Stefano Puricelli, Camilla Tua, Francesca Villa

Valutazione ambientale della produzione di metanolo dai gas di acciaieria

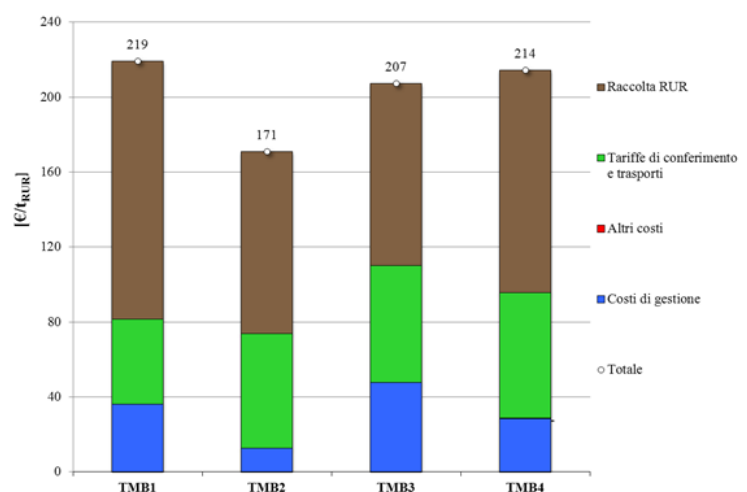
L'industria siderurgica rappresenta una fonte significativa di emissioni di CO₂ e, soprattutto nelle acciaierie integrate, una elevata quantità di CO₂ viene emessa dalla centrale elettrica, dove i gas di altoforno ricchi di carbonio e altri gas di scarico vengono bruciati. In questo contesto si inserisce il progetto FReSMe (From Residual Steel Gases to Methanol), progetto H2020 (grant number 727504): il progetto mira a dimostrare la fattibilità della pratica di cattura dei flussi di CO₂ e H₂ dai gas di scarico delle acciaierie, con cui produrre metanolo impiegabile per il trasporto marittimo. Il gruppo AWARE si sta occupando della valutazione ambientale con metodologia del ciclo di vita della nuova tecnologia. La diffusione di questo sistema di cattura e utilizzo della CO₂ nel campo industriale permetterebbe di ottenere contestualmente due obiettivi, ovvero la riduzione delle emissioni del processo di produzione di acciaio da ciclo integrale da un lato e l'utilizzo di un combustibile rinnovabile al posto di uno fossile dall'altro.



Borghi G., Rigamonti L. (2018). "Produzione di metanolo dai gas di acciaieria: il progetto europeo FReSMe". *Ingegneria dell'Ambiente*, Vol. 5 n. 2/2018, 123-126.

LCC di filiere di produzione di energia dal rifiuto urbano indifferenziato basate sul pretrattamento meccanico biologico

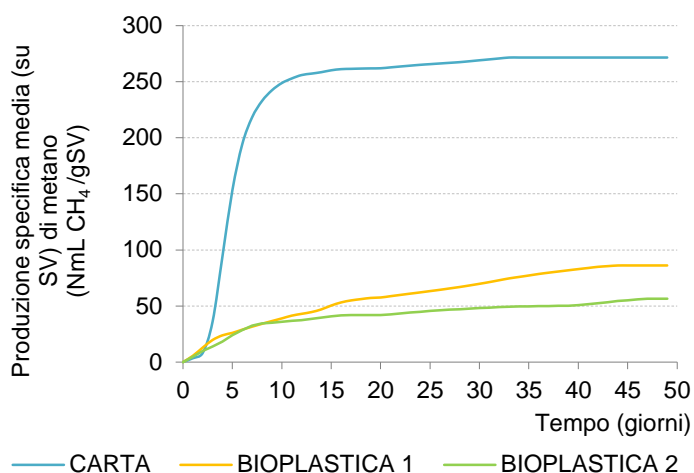
Oggetto del presente studio è un'analisi economica della filiera costituita dal trattamento del rifiuto urbano residuo in impianti di trattamento meccanico-biologico per la produzione di flussi di materiali aventi potenziale energetico sfruttabile in termovalorizzatori per il recupero di energia elettrica e termica o in co-combustione in impianti industriali in sostituzione dei combustibili fossili. Il contesto geografico dell'analisi è quello italiano, con particolare riferimento all'anno 2015. La ricerca ha applicato la metodologia di analisi dei costi del ciclo di vita (Life Cycle Costing), che permette di stimare i costi complessivi del trattamento in base al tipo di impianto e ai destini dei flussi in uscita e di fare alcune considerazioni in merito all'alternativa economica più vantaggiosa.



Rigamonti L., Borghi G., Martignon G., Ciceri G., Grosso M. (2019). "Analisi dei costi del ciclo di vita di filiere di produzione di energia dal rifiuto urbano indifferenziato basate sul pretrattamento meccanico biologico". *Ingegneria dell'Ambiente (in fase di revisione)*.

Ottimizzazione della gestione della frazione organica del rifiuto urbano

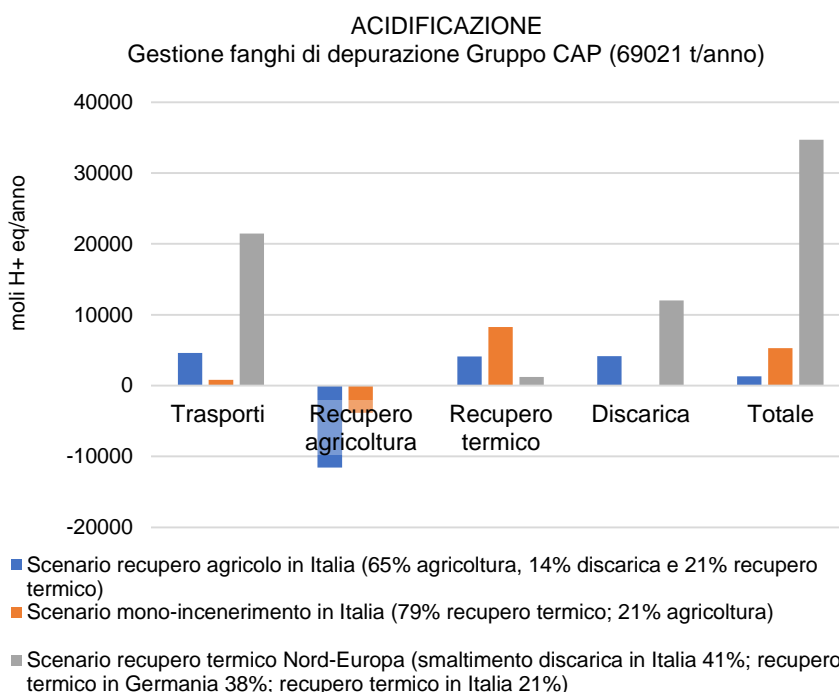
Il progetto si propone di analizzare le prestazioni ambientali della filiera di trattamento dei rifiuti organici, con riferimento alla tipologia di sacchetto per la raccolta. In Italia, si registra la netta prevalenza di sacchetti in bioplastica, con una quantità ridotta di sacchetti di carta (<1%). Questi ultimi hanno il potenziale per ottimizzare la filiera di trattamento grazie a molteplici vantaggi. Le proprietà traspiranti della carta permettono innanzitutto maggiori perdite di peso a livello domestico (+20%/+80% rispetto alla bioplastica) con benefici per la successiva fase di raccolta. In relazione al trattamento, la digestione anaerobica è in rapido aumento rispetto al compostaggio. Sono stati quindi condotti test per la valutazione del potenziale di biometanazione (BMP): la produzione di metano dei sacchetti in carta riferita a un kg di organico contenuto è risultata fino ad un ordine di grandezza superiore rispetto ai sacchetti in bioplastica. Il processo anaerobico richiede inoltre generalmente la rimozione dei sacchetti in bioplastica a monte del trattamento. Ciò implica il trascinarsi di una quantità non trascurabile di organico intrappolato nei sacchetti stessi, con la conseguente riduzione della produzione di biogas e un aumento dei residui di processo. Al contrario, la rimozione della carta non è necessaria. Il progetto prevederà quindi l'analisi sugli impianti di trattamento a scala reale, includendo un'analisi del ciclo vita comparativa per le diverse tipologie di sacchetto.



Dolci G., Poma F., Grosso M., Catenacci A., Malpei F. (2018). "Valutazione dell'utilizzo di sacchetti in carta per la raccolta del rifiuto organico". Conference proceedings: Fourth Symposium on Urban Mining and Circular Economy SUM2018, Bergamo.

Valutazione ambientale di modalità alternative di gestione dei fanghi di depurazione

La futura revisione della normativa europea in merito al riutilizzo agricolo dei fanghi di depurazione (CER 190805) ha recentemente accresciuto l'interesse verso trattamenti termici alternativi. A tale proposito, il Gruppo AWARE ha effettuato uno studio LCA, commissionato dal Gruppo CAP, relativo alla valutazione degli impatti ambientali di scenari alternativi legati al trattamento dei fanghi in uscita dai depuratori milanesi (25%_{SS}): 1) scenario di trattamento attuale principalmente basato sul recupero agricolo; 2) valorizzazione termica sul territorio e in Germania (mono-incenerimento in un forno a letto fluido previa essiccazione). In termini generali, la valorizzazione termica sul territorio risulta peggiorativa rispetto all'attuale sistema di recupero agricolo ma rappresenta comunque una soluzione ambientalmente migliore rispetto al trattamento presso gli inceneritori del Nord Europa. I carichi ambientali di un trattamento termico sono principalmente associati alle emissioni al camino e allo smaltimento dei residui solidi da incenerimento. A tale proposito, si raccomanda un trattamento delle ceneri leggere per il recupero di prodotti fosfatici.



Un riassunto della ricerca svolta è disponibile sul sito dedicato alla nuova Biopiattaforma di Sesto San Giovanni (<http://biopiattaformalab.it/>), Sezione Il Progetto, I Materiali, Linea fanghi, Relazioni, Studio di prefattibilità ambientale.

Uno studio di fattibilità per il dumpsite di Ngong (Kenya)

La scorretta gestione dei rifiuti nei paesi emergenti, in particolare nei grossi centri urbani, comporta enormi rischi per le popolazioni esposte, sia per coloro che semplicemente vivono in prossimità dei *dumpsites*, sia per coloro che sui *dumpsites* costruiscono la loro sopravvivenza, i *waste pickers*. Il modo corretto di affrontare il problema è quello di individuare situazioni tecnologiche praticabili e idonee al contesto specifico analizzato, contemporaneamente salvaguardando i posti di lavoro. Il che significa individuare tecnologie a bassa intensità di automazione, ma tali da garantire condizioni di lavoro più sicure di quelle originarie. In tale contesto si è inserita l'attività svolta da AWARE per conto di UN-Habitat e in collaborazione con il Dipartimento ABC del Politecnico, con l'Università Tecnica del Kenya e con la Società di Ingegneria LDK Consultants Engineers and Planners. Lo studio ha riguardato la chiusura del dumpsite di Ngong, in Kenya, e la progettazione preliminare di un nuovo impianto per il recupero di materia ed energia dal rifiuto residuo.



F. Villa, S. M. Dias, M. Grosso. (2019). "Social aspects in the pathway towards the closure of a dumpsite: the case of Ngong (Kenya)". *Proceedings of the WasteSafe 2019 – 6th International Conference on Solid Waste Management in South Asian Countries, Khulna, Bangladesh.*

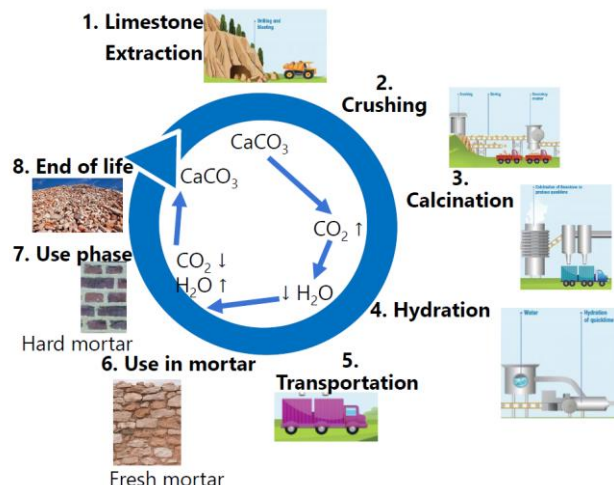
Effetti dell'uso di combustibili innovativi e biocarburanti nel settore automobilistico

L'Europa e parte del mondo si stanno orientando verso una graduale decarbonizzazione dei trasporti. Tale strategia risulta utile sia per mitigare i fenomeni di inquinamento locale, sia per contribuire al rispetto dell'accordo di Parigi. Lentamente ma insistentemente, si stanno diffondendo nuove tecnologie di trasporto potenzialmente più sostenibili di quelle classiche. Per valutarne la reale sostenibilità e confrontarne gli impatti del ciclo di vita, verrà effettuato uno studio LCA che analizzerà diverse tipologie di veicoli leggeri, alimentati con carburanti innovativi oppure ibridi/elettrici. Il Laboratorio Emissioni Autoveicolari di Innovhub SSI misurerà direttamente le emissioni allo scarico di tali veicoli fornendo dati sperimentali.



Studio sul potenziale di carbonatazione di prodotti contenenti calce

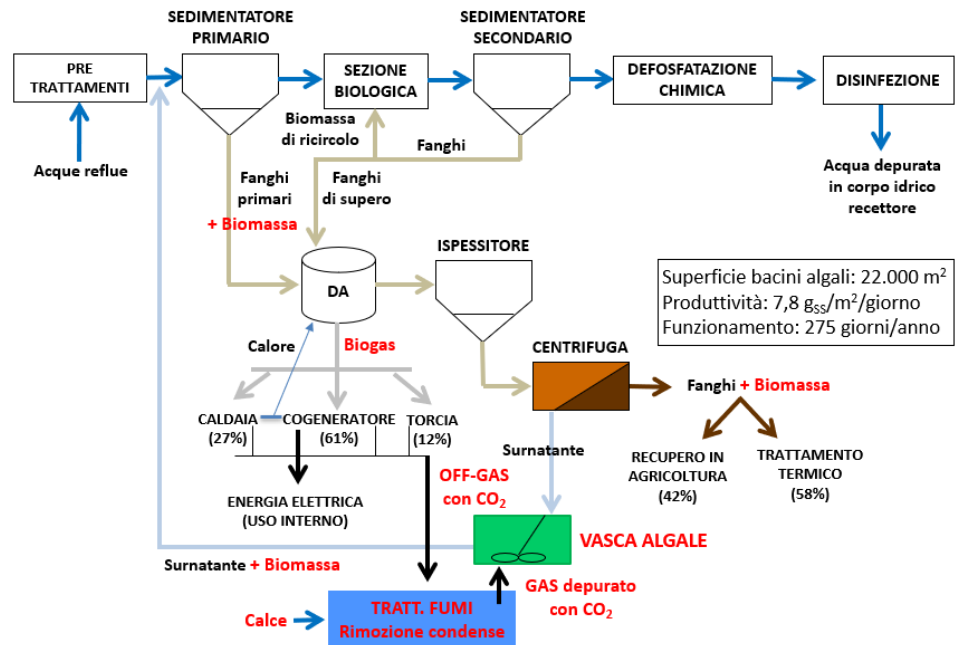
La calce, un materiale utilizzato nei più svariati campi di applicazione, presenta un elevato potenziale di assorbimento di CO₂ atmosferica grazie al processo di carbonatazione. Lo studio attualmente in corso, finanziato da EuLA (The European Lime Association), si focalizza sulle applicazioni della calce in cinque settori strategici: i processi metallurgici (ferrosi e non ferrosi), i fanghi, l'agricoltura, il carbonato di calcio precipitato. Per tutti si analizzerà la letteratura scientifica attualmente disponibile, allo scopo di individuare l'effettivo potenziale di carbonatazione durante la vita dei prodotti, così da valutare in maniera più completa il reale impatto dell'industria della calce sul rilascio atmosferico di biossido di carbonio.



Progetto IMAP (Integration of MicroAlgal based Processes in wastewater treatment)

Il progetto IMAP, finanziato da Fondazione Cariplo, intende sperimentare l'inserimento di un processo biologico microalgale nello schema classico di depurazione delle acque reflue urbane.

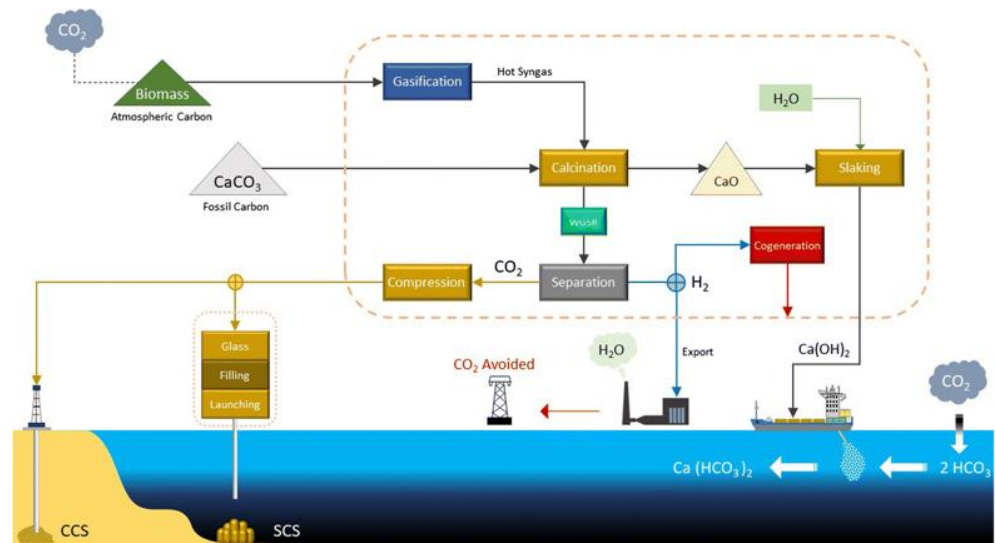
Presso il depuratore di Bresso, è stato installato un impianto di coltivazione di microalghe a scala dimostrativa, alimentato con il surnatante proveniente dalla disidratazione del fango e con la CO₂ presente nel gas di scarico dei cogeneratori. La biomassa algale prodotta viene avviata ai digestori anaerobici per migliorare il bilancio energetico dell'impianto. All'interno del progetto, il gruppo AWARE coordina la fase 5 (LCA), che consiste nel valutare, rispetto allo scenario di depurazione attuale, eventuali benefici legati all'inserimento del nuovo processo.



Sito di riferimento del progetto IMAP:
<http://www.imap-project.it/>

Valutazione di tecnologie per il conseguimento di emissioni negative di CO₂

Sono stati valutati, grazie alla collaborazione con l'azienda CO2Apps, nuovi processi per conseguire emissioni negative di CO₂, affrontando contemporaneamente il problema dell'acidificazione degli oceani. In particolare si integrano la gassificazione di biomassa con la produzione di calce idrata, che viene distribuita, mediante navi, nell'acqua di mare. Il principale sottoprodotto è costituito da idrogeno, utilizzato per produrre energia, e da CO₂ in eccesso che viene stoccata in condizioni di sicurezza. La CO₂ atmosferica rimossa dal processo è di 2,6 tonnellate per ciascuna tonnellata di biomassa utilizzata. Aggiungendo una stima di 0,4 tonnellate evitate grazie all'utilizzo dell'idrogeno prodotto, il beneficio complessivo aumenta a 3 tonnellate per tonnellata di biomassa. Un'analisi economica preliminare del processo indica un costo medio di 98 \$ per tonnellata di CO₂ rimossa, che scende a 64 \$ considerando i ricavi dall'energia prodotta.



Caserini, S., Barreto, B., Lanfredi, C., Cappello, G., Ross Morrey, D., Grosso, M. (2019) "Affordable CO₂ negative emission through hydrogen from biomass, ocean liming, and CO₂ storage" *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, in stampa.