

BIOMETANO, IL CARBURANTE RINNOVABILE ITALIANO

IL PROGETTO LIFE BIOMETHER HA REALIZZATO IN EMILIA-ROMAGNA DUE IMPIANTI DIMOSTRATIVI DI BIOMETANO DA FANGHI DI DEPURAZIONE E DA BIOGAS DI DISCARICA, UTILIZZABILE DIRETTAMENTE IN VEICOLI A METANO. IL POTENZIALE DI SVILUPPO IN ITALIA È CONSIDEREVOLE, IN OTTICA DI ECONOMIA CIRCOLARE E RIDUZIONE DELLE EMISSIONI.

Il biometano è un combustibile rinnovabile del tutto equivalente al metano di origine fossile, che si ottiene dall'*upgrading* (purificazione) del biogas prodotto dalla digestione anaerobica di materia organica di diversa origine (effluenti zootecnici, sottoprodotti agricoli e agroindustriali, frazioni organiche dei rifiuti urbani, fanghi di depurazione ecc.). Il biometano può essere utilizzato nelle reti di trasporto e distribuzione del gas naturale per il riscaldamento, gli usi domestici e industriali, oppure come carburante per l'autotrazione. Questo "metano green" può contribuire in modo significativo alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti e al raggiungimento degli obiettivi europei al 2030 sulle quote di energie rinnovabili e di biocarburanti per il trasporto, rispettivamente fissate al 32% dei consumi finali lordi e al 14% dei carburanti utilizzati.

In Europa sono già attivi oltre 17.700 impianti di biogas e 540 impianti di produzione di biometano (dati Eba, 2019, *European Biogas Association Annual Report 2018*). L'Italia ha una posizione di leadership in questo settore, occupando il quarto posto al mondo per numero di impianti a biogas operativi con oltre 2.100 impianti al 2017.

Gli impianti di *upgrading* a biometano in Europa nel periodo 2011-2017 sono aumentati da circa 200 a 5.40 (dati Eba, 2019). Le ultime stime disponibili si riferiscono al 2017 e mostrano che la produzione di biometano in Europa ha raggiunto 1,94 miliardi di metri cubi. L'Emilia-Romagna è la seconda regione per potenza installata da impianti biogas dopo la Lombardia (dati Gse, 2017, *Energia da fonti rinnovabili in Italia - Rapporto Statistico 2017*). Dal punto di vista della capacità di utilizzo, l'Emilia-Romagna è una delle aree più metanizzate d'Europa, con una rete capillare di distribuzione del gas naturale e circa il 6% dei veicoli circolanti alimentati a metano. Su questi presupposti è stato avviato, grazie al finanziamento comunitario del



1

programma Life e al co-finanziamento della Regione Emilia-Romagna, il progetto Life BioMethER (www.biomether.it).

Partito nel 2013 il progetto BioMethER (2013-2019) è coordinato da Art-ER e coinvolge Crpa Lab di Reggio Emilia, laboratorio di ricerca industriale della Rete alta tecnologia dell'Emilia-Romagna, Herambiente Spa, Iren Spa, Iren Smart Solutions, Ireti Spa e Sol Spa.

Gli impianti dimostrativi del progetto Life BioMethER

BioMethER ha realizzato due impianti dimostrativi di *upgrading* di biogas, per dimostrare la fattibilità tecnica ed economica della purificazione del biogas da fanghi di depurazione e da biogas di discarica. Con lo scopo di massimizzare la sostenibilità ambientale, nei due impianti si è scelto di utilizzare un flusso di biogas in parte non valorizzato. I due impianti inaugurati in settembre 2019 producono ora un biocarburante avanzato (biometano) da rifiuti che viene distribuito direttamente in veicoli e autobus a metano.

L'impianto di Ravenna
L'impianto di *upgrading* è installato

nella discarica per rifiuti non pericolosi Herambiente di Ravenna e tratta un flusso di 100 m³/ora di biogas prodotto da più settori della discarica che sono in fase di gestione post operativa.

Le caratteristiche qualitative del biogas prodotto, e in particolare il contenuto in azoto, che raggiunge anche il 16%, richiedono due step di *upgrading* per raggiungere gli standard qualitativi richiesti per l'utilizzo nei trasporti. La valutazione di fattibilità tecnico-economica dei partner tecnici di BioMethER ha portato a optare per l'*upgrading* a biometano attraverso la combinazione di due tecnologie: un primo step con tecnologia a membrane e un ulteriore step con Psa (*pressure swing adsorption*), necessario per la rimozione dell'azoto.

Il biometano prodotto viene consegnato mediante carrobombolaio a una stazione di rifornimento metano utilizzata dagli autobus della azienda di trasporto pubblico Start Romagna.

1 Impianto dimostrativo di *upgrading* di biogas di Ravenna, Psa (secondo stadio di purificazione).

2 Impianto dimostrativo di *upgrading* di biogas di Ravenna, *upgrading* a membrane (primo stadio di purificazione)

L'impianto di Roncocesi

L'impianto di depurazione di Roncocesi (RE), condotto da Ireti, società del gruppo Iren, è dotato di due linee di trattamento acque reflue per circa 150.000 abitanti equivalenti. Dal trattamento delle acque reflue provenienti dai collettori fognari di Reggio Emilia Ovest, Roncocesi e altri comuni limitrofi, si genera un fango, detto fango di supero, che viene stabilizzato attraverso un processo di digestione anaerobica che produce biogas. Circa 350.000-400.000 m³/anno di questo biogas vengono utilizzati per coprire il fabbisogno termico dei digestori e della palazzina uffici dell'impianto, mentre circa 250.000-300.000 m³ di biogas all'anno, prima destinati allo smaltimento in torcia, vengono ora trattati nell'impianto di *upgrading*, inaugurato nel maggio 2017. L'impianto di *upgrading*, basato sulla tecnologia a membrane, produce biometano per la flotta aziendale dei veicoli a metano. I veicoli potranno rifornirsi direttamente nell'impianto in una stazione di rifornimento apposita collegata all'impianto di *upgrading*.

Le tecnologie di *upgrading* rimuovono dal biogas i componenti quali l'anidride carbonica (CO₂, presente mediamente in percentuali variabili dal 25% al 40%), l'acqua e altri composti in parti per milione, come idrogeno solforato (H₂S), ammoniaca (NH₃), composti organici volatili e polveri. A valle del processo di *upgrading* si ottiene quindi un relativo arricchimento in metano. L'*upgrading* è necessario per rendere il biometano idoneo all'immissione nella rete del gas naturale, con equivalenti caratteristiche fisico-chimiche del gas naturale di origine fossile, ma partendo da una fonte rinnovabile. Le tecnologie di *upgrading* disponibili possono essere suddivise in quattro categorie a seconda del principio fisico o chimico utilizzato per la rimozione di CO₂:

- 1) processi di assorbimento con solventi
- 2) processi di adsorbimento in pressione su letti di materiali solidi
- 3) processi di separazione con membrane
- 4) processi di separazione criogenica mediante transizione di fase.

Un'analisi costi benefici di queste tecnologie è contenuta nelle Linee guida BioMethER, disponibili su www.biomether.it.

Upgrading a membrane

La tecnologia a membrane offre i principali vantaggi della flessibilità, per la sua caratteristica di modularità, e della semplicità manutentiva; inoltre non richiede additivi chimici. Per queste



2

caratteristiche, considerata la taglia degli impianti (50-100 m³/h di biogas), è stata valutata come la tecnologia più adatta per gli impianti dimostrativi di BioMethER. Il biogas in ingresso, composto principalmente da metano e anidride carbonica, viene compresso e alimentato a una membrana che ha differente permeabilità per le due molecole, con il risultato di separare due flussi, uno ricco in metano (biometano) e l'altro ricco in anidride carbonica (*off gas*). Il cuore degli impianti BioMethER sono gli *skid* di *upgrading* a membrane, realizzati da Sol Spa e composti da quattro unità:

- 1) *unità di separazione dell'umidità*: attraverso uno scambiatore alimentato da un fluido raffreddato da un *chiller* elimina l'umidità dal gas fino a una temperatura di +5 °C
- 2) *unità di filtraggio*: composta da due diversi filtri, il primo per rimuovere particolato solido ed eventuali vapori di olio, il secondo per abbattere con carboni attivi altri componenti quali principalmente composti solforati
- 3) *unità di compressione*: il biogas prelevato viene portato alla pressione di circa 7 bar
- 4) *unità di purificazione a membrane*: è composta da due stadi di membrane in serie, con ricircolo, in modo da aumentare l'efficienza complessiva del processo di purificazione.

Pressure swing adsorption (Psa)

Nel caso del biogas da discarica, il limite della tecnologia a membrane è rappresentato dalla loro scarsa selettività nei confronti della molecola dell'azoto, presente in particolare in questa tipologia di biogas, rispetto a quella del metano, per cui è necessario un secondo step di *upgrading*. La tecnologia Psa si basa sull'utilizzo di setacci molecolari in grado di trattenere l'azoto ed eventuali tracce residue di anidride carbonica e ossigeno, a determinate condizioni di pressione, e lasciar filtrare il metano. Invertendo il ciclo, applicando una pressione negativa, il sistema rilascia quindi l'azoto adsorbito

rendendosi disponibile a una nuova fase di lavoro. La tecnologia è costituita da letti adsorbenti che, lavorando alternativamente e a cicli di pressione alternata, purificano il biogas portandolo alla qualità del biometano. Nel caso dell'impianto di Ravenna, trattenendo nei letti la maggior parte dell'azoto in ingresso, il metano si arricchisce notevolmente (>95%) ottenendo di fatto la separazione tra i due componenti.

Gli impianti in Emilia-Romagna

In Emilia-Romagna sono presenti 252 impianti di generazione elettrica da biogas, che hanno prodotto complessivamente circa 1.200 GWh di elettricità nel 2016. Questo valore corrisponde al 14,6% del totale nazionale, e colloca l'Emilia-Romagna al secondo posto in Italia per produzione elettrica da biogas. Data la capillarità della rete di trasporto e di distribuzione del gas naturale e la presenza di distributori, in Emilia-Romagna la capacità di utilizzo del biometano "a km 0" è molto elevata. Utilizzando dati di monitoraggio degli impatti ambientali e socioeconomici degli impianti dimostrativi, BioMethER ha realizzato linee guida regionali per gli operatori di settore, e un'applicazione webGis con la mappatura di tutti gli impianti biogas e della rete di distribuzione del metano dell'Emilia-Romagna per fornire indicazioni sulla localizzazione futura dei nuovi impianti a biometano. Gli impianti a biogas presenti in regione sono stati mappati in collaborazione con Arpa e Gse. In aggiunta, BioMethER ha tenuto traccia della crescita degli impianti a biometano: a oggi sono 6 in regione, e quelli realizzati nell'ambito di BioMethER sono gli unici da fanghi di depurazione e da biogas da discarica. Gli altri 4 impianti in esercizio commerciale iniettano biometano nella rete nazionale Snam (*tabella 1*).

Il biometano per autotrazione

Il biometano per l'utilizzo nei trasporti deve essere conforme alla norma tecnica e alle specifiche del carburante per autotrazione (UNI 16723-2:2017). Ciononostante, trattandosi di una miscela di gas in cui il metano (CH₄) è il maggior elemento presente al suo interno, la sua composizione, così come quella del gas naturale non è univoca. Pertanto possono essere diverse le caratteristiche del gas relativamente alla sua combustione in motori a combustione interna.

Gli studi sperimentali sul comportamento energetico-emissivo di motori alimentati a gas naturale nelle condizioni di utilizzo di biometano sono molto limitati, dovuti in primis alla mancanza di stazioni di rifornimento dedicate e quindi all'impossibilità di un approvvigionamento di biometano costante nel tempo. Con l'avvio della filiera biometano e la diffusione di impianti di produzione biometano sono oggi maturate le condizioni per un approfondimento scientifico. In quest'ottica Iren, Art-ER e Volkswagen Group Italia hanno avviato un monitoraggio *ad hoc* per verificare il comportamento del biometano prodotto dal depuratore di Roncocesi (Reggio Emilia) in motori a combustione interna e investigare eventuali differenze tra l'alimentazione a biometano e quella a gas naturale. Il monitoraggio analizzerà le prestazioni energetiche ambientali per due anni di 3 autovetture native a metano (Volkswagen Polo TGI 1.0 90CV) messe a disposizione da Volkswagen Group Italia. La metodologia applicata sarà di tipo comparativo. La prima vettura sarà il veicolo di riferimento (alimentato a gas naturale) e le altre due (alimentate esclusivamente con il biometano prodotto dall'impianto di Roncocesi) costituiranno i veicoli dell'insieme di prova. Ognuno dei tre mezzi sarà monitorato da Enea (Centro ricerche della Casaccia, dotata di banco a rulli) per verificare il comportamento emissivo (CO, CO₂, idrocarburi totali, NOx), i consumi e le caratteristiche del motore nei test a banco. I risultati saranno utili a dimostrare la sostenibilità del biometano nel trasporto come soluzione verso una mobilità *low carbon* e con ridotto impatto sulla qualità dell'aria. Il monitoraggio è in corso e i primi risultati si attendono nel corso del 2020.



3

Impianto	Data avvio	Materiale utilizzato	Tecnologia upgrading	Produzione stimata annua
Sant'Agata Bolognese (BO)	2018	100.000 t/a Forsu 35.000 t/a materiale lignocellulosico	Scrubber ad acqua	7,5 milioni Sm ³
Massa Finalese (Finale Emilia, MO)	2018	43.000 t/a Forsu e scarti agroindustriali 7.000 t/a materiale lignocellulosico	Psa	3 milioni Sm ³
Sarmato (PC)	2019	50.000 t Forsu 5.000 t/a residui vegetali (verde)	Separazione a membrane	5 milioni m ³
Faenza (RA)	2019	560.000 t effluenti e scarti e dai sottoprodotti della filiera agroindustriale	Separazione a membrane	12 milioni m ³

TAB. 1 IMPIANTI BIOMETANO IN EMILIA-ROMAGNA
Impianti in esercizio in Emilia-Romagna (esclusi i due del progetto BioMethER).

Lo sviluppo del biometano in Italia

Grazie al Decreto biometano del 2018 stiamo vivendo in un periodo di boom del settore, che oltre a portare benefici ambientali rappresenta un'opportunità concreta di crescita industriale. Lo sviluppo del biometano va nella direzione di una maggiore indipendenza energetica (dato che la risorsa è prodotta sul territorio nazionale, a differenza del gas naturale che deriva prevalentemente da importazioni estere), ed è auspicabile anche dal punto di vista ambientale, in quanto permette di mitigare l'impatto climaterante del gas naturale nei suoi usi finali: trasporti, riscaldamento, impieghi di processo. Gli impianti dimostrativi BioMethER saranno in esercizio nei prossimi anni per la messa a punto della tecnologia e della componentistica di *upgrading*, per testare e verificare l'intero processo produttivo integrato in realtà impiantistiche complesse e infine per diffondere l'esperienza su tutto il settore biogas nazionale. La modularità e scalabilità degli impianti BioMethER permette la loro replicabilità anche per altre tipologie di contesti produttivi, che saranno interessati da investimenti importanti nei prossimi anni (ad es. agro-zootecnia).

Infatti, lo scenario che si sta delineando prefigura una graduale transizione del settore biogas dalla produzione di sola elettricità a un sempre maggior quantitativo di biogas impiegato per l'*upgrading* a biometano. Ciò sta avvenendo inizialmente attraverso la costruzione di nuovi impianti, di taglia medio-grande. In seguito, una parte degli impianti attualmente in assetto elettricità da biogas potrebbe essere convertita alla produzione di biometano o bio-metano liquido (bio-Lng) con l'avvicinarsi del termine dell'incentivazione biogas. C'è molto da fare per dare una piena maturità al settore, che oggi conta solo 10 impianti a livello nazionale. Bisognerebbe in questa fase delicata di avvio cercare di orientare lo sviluppo del settore non verso iniziative meramente speculative, ma verso iniziative che sappiano ottimizzare e valorizzare l'intera filiera organica (integrazione con bioraffinerie e/o sistemi *power to gas*, metanazione della CO₂ con H₂ rinnovabile) per la realizzazione di una piena economia circolare.

Stefano Valentini

Art-ER, coordinatore progetto Life BioMethER

3 Una delle auto alimentate con il biometano prodotto dal depuratore di Roncocesi (RE) utilizzate per i test Enea.