

Bando di gara per progetti di ricerca di cui all'art. 10, comma 2, lettera b) del decreto 26 gennaio 2000
Decreto direttoriale 30 giugno 2014 - Ministero dello sviluppo economico

RELAZIONE FINALE del PROGETTO PROMETEO

Codice Proposta	CCSEB_00159		
Titolo completo	<i>Impianto dimostrativo di co-produzione di biometano ed energia elettrica basato su un processo innovativo di adsorbimento di CO₂ su sorbenti solidi</i>		
Acronimo	<i>PROMETEO</i>		
Tema di ricerca	<i>B.1.1 – Energia elettrica da biomasse.</i>		
Capofila	Asja Ambiente Italia S.p.A.		
Proponente 2	RSE – Ricerca sul Sistema Energetico S.p.A.		
Data inizio progetto	01/02/2017	Data fine progetto	22/04/2020

COSTI E CONTRIBUTI

COSTO FINALE DEL PROGETTO APPROVATO			692.438,64 €
<i>di cui: Ricerca Industriale</i>	<i>191.318,89 €</i>	<i>Sviluppo sperimentale</i>	<i>501.119,75 €</i>
CONTRIBUTO AMMESSO SENZA MAGGIORAZIONI			306.995,79 €
CONTRIBUTO AMMESSO COMPLESSIVO (incluse maggiorazioni)			357.510,46 €

SINTESI DEL PROGETTO

ITALIANO

Nel corso degli ultimi anni il biometano è diventato una importante risorsa nella scacchiera della produzione energetica sostenibile e rinnovabile: la sua produzione a partire da biomasse di scarto e la sua immissione nella rete di distribuzione del gas naturale consentono l'utilizzo di un combustibile rinnovabile generato in prossimità dell'utilizzatore finale, con la riduzione delle perdite dovute al trasporto in rete e con la possibilità di sfruttamento dei cascami termici. La raffinazione del biogas a biometano è resa possibile da differenti tecnologie di upgrading, che sfruttano la diversa permeabilità delle molecole gassose (membrane), la loro diversa capacità di essere adsorbite (Water Scrubbing, Pressure Swing Adsorption) o la loro liquefazione a temperature differenti (criogenico). Il progetto PROMETEO (Impianto dimostrativo di co-produzione di biometano ed energia elettrica basato su un processo innovativo di adsorbimento di CO₂ su sorbenti solidi) valuta e dimostra l'applicabilità di un processo innovativo di raffinazione a biometano del biogas generato da biomasse o da discarica per la produzione di biometano ed energia elettrica green. Il processo realizza la separazione della CO₂ dal flusso gassoso grazie alla capacità delle zeoliti, sorbente solido, di catturare e rilasciare la CO₂ al variare della temperatura, realizzando quello che viene definito TSA (Temperature Swing Adsorption). L'impianto pilota opera mediante unità di assorbimento / desorbimento a letto fisso di sorbente. Dopo una prima fase sperimentale, PROMETEO ha verificato l'applicabilità del processo su scala preindustriale: studi di scale-up, valutazione della stabilità produttiva e robustezza del processo sono alla base della valutazione di sfruttamento industriale della tecnologia. L'integrazione di un micro-cogeneratore Totem per la produzione di energia elettrica e calore necessari al processo garantisce efficienza energetica all'intero impianto.

INGLESE

In the last few years, biomethane has become an important opportunity for the sustainable and renewable energy production: its production from waste biomass and its injection into the natural gas grid guarantee to the end user a nearby generated renewable fuel, with losses grid reduction and with the possibility of exploiting thermal waste. The biogas-to-biomethane upgrading can be done with different technologies, which exploit the different permeability of gaseous molecules (membranes), their different capacity to be adsorbed (Water Scrubbing, Pressure Swing Adsorption) or their liquefaction at different temperatures (cryogenic). The PROMETEO project (Demonstration plant for the co-production of biomethane and electricity based on an innovative CO₂ adsorption process on solid sorbents) evaluates and demonstrates the applicability of an innovative upgrading-to-biomethane process of biomasses or landfill biogas for biomethane and green electricity production. The process achieves the separation of CO₂ from the gaseous flow thanks to the ability of zeolites, a solid sorbent, to capture and release CO₂ in different temperature conditions: a TSA (Temperature Swing Adsorption) process. The pilot fixed sorbent bed plant operates with absorption / desorption units. After the experimental phase, PROMETEO has verified the applicability of the process on a pre-industrial scale: scale-up studies, evaluation of production stability and robustness of the process are the basis of the evaluation of technology industrial exploitation. The integration with a Totem micro-cogenerator, to produce needed electricity and heat, guarantees energy efficiency for the entire plant.

1. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO E OBIETTIVI

Secondo il D.lgs. 28/2011, il biometano è definito come il “gas ottenuto a partire da fonti rinnovabili avente caratteristiche e condizioni di utilizzo corrispondenti a quelle del gas metano e idoneo alla immissione nella rete del gas naturale”.

Può essere prodotto da fonti rinnovabili e più precisamente:

- dalla digestione anaerobica e quindi dal biogas da rifiuti, biogas da discarica, biogas agricolo;
- dalla gassificazione di biomasse solide;
- dalla metanazione dell'idrogeno prodotto da altre fonti rinnovabili, quali ad esempio il sole, il vento e l'idroelettrico.

Il biometano è una fonte energetica rinnovabile, perché prodotta da biomasse che si rinnovano nel tempo e possono essere pressoché inesauribili. Inoltre, è sostenibile perché le biomasse, nel loro ciclo di vita, hanno incorporato il carbonio presente nell'atmosfera: il suo consumo avviene quindi evitando di liberare il carbonio sequestrato nei giacimenti di combustibili fossili, quasi senza ulteriori emissioni climalteranti e contribuisce a ridurre in modo significativo anche le emissioni.

Tra le tecnologie di upgrading del biogas per la produzione del biometano oggi presenti sul mercato internazionale, le principali sono:

- Assorbimento fisico (Pressurised water scrubbing, PWS): a basse temperature, sfrutta la maggiore solubilità della CO₂ nell'acqua rispetto a quella del metano;
- Adsorbimento chimico (ammine): dove la CO₂ viene legata chimicamente dai gruppi amminici e separata dal flusso gassoso;
- Pressure Swing Adsorption (PSA): sfrutta la capacità, propria di alcuni materiali adsorbenti, di ritenere selettivamente molecole come la CO₂ a pressioni di esercizio differenti;
- Membrane: sfruttano la selettività e la diversa velocità di permeazione ad una membrana delle diverse molecole gassose;
- Criogenico: si basa sulle differenti temperature di liquefazione dei gas (CO₂ = -78°C, CH₄ = -160°C).

Tutti questi processi mostrano criticità da dover gestire, siano esse gli elevati volumi di acqua da trattare (PWS), il rischio di inquinamento dell'ambiente circostante (ammine), la delicata gestione delle membrane o l'elevata richiesta energetica (criogenico).

I margini di miglioramento delle tecnologie di upgrading sono quindi da ricercarsi in metodologie capaci di raggiungere elevate purezze di metano grazie a processi semplici, efficienti e con costi di investimento e operativi contenuti.

La presente relazione tecnica descrive l'esperienza maturata da Asja Ambiente Italia S.p.A. e RSE S.p.A. nello sviluppo, progettazione e conduzione dell'impianto sperimentale per la cattura della CO₂ contenuta nel biogas captato dal corpo discarica di Sommariva Perno, provincia di Cuneo. Finalizzata alla produzione di biometano ed energia elettrica attraverso un micro-cogeneratore Totem, obiettivo dell'attività è la validazione su scala preindustriale del processo di cattura dell'anidride carbonica basato sulle variazioni di temperatura, TSA (Temperature Swing Adsorption), di gestione più semplice e costi di esercizio inferiori rispetto all'upgrading PSA (Pressure Swing Adsorption).

La tecnologia TSA sfrutta la capacità di un materiale solido, la zeolite, di adsorbire la CO₂ a basse temperature (25°C) e di desorbirla a temperature più elevate (80°C) in presenza di un gas carrier (aria o azoto) o di un leggero vuoto. Nel corso del progetto PROMETEO si è condotta una campagna

sperimentale su scala di laboratorio che ha permesso alla compagine di progetto di ottenere tutti i dati necessari alla realizzazione di un impianto pilota di scala preindustriale. Si è pertanto proceduto alla progettazione e realizzazione dell'impianto preindustriale, capace di operare con un flusso di biogas in continuo, alimentato dall'energia elettrica e riscaldato dal calore generati da un micro-cogeneratore Totem ottimizzato per le particolari condizioni operative. L'impianto pilota è stato quindi esercito in continuo al fine di validare i dati di processo ottenuti su scala laboratorio, verificare la robustezza e l'affidabilità del processo, nonché condurre approfondite analisi di consumi energetici al fine di individuare la nicchia di mercato all'interno della quale la tecnologia TSA sarebbe in grado di instaurarsi e imporsi.

2. **RISULTATI RAGGIUNTI**

Il progetto PROMETEO si organizza in quattro Work Package operativi ed uno divulgativo. Qui di seguito un riassunto delle attività:

- WP1: Studi per lo sviluppo del processo. Nel corso di questo WP la compagine di progetto si è dedicata alla conduzione della sperimentazione su scala laboratorio del processo di cattura CO₂ con zeoliti, con un focus sui pretrattamenti del biogas da discarica indispensabili per la preservazione dell'impianto pilota. Parallelamente, si è cercato di ottimizzare il micro-cogeneratore Totem all'utilizzo esclusivo del biogas da discarica come combustibile: il basso potere calorifico ha reso necessaria una variazione, prevedendo come alimentazione al micro-cogeneratore lo stesso biometano prodotto da PROMETEO. Con i dati raccolti nei mesi di sperimentazione è stata effettuata una dettagliata analisi di scale up, punto di partenza per i WP successivi.
- WP2: Realizzazione dell'impianto preindustriale. Partendo dai risultati sperimentali conseguiti nel WP1, nel corso del WP2 l'impianto PROMETEO preindustriale è stato progettato ed installato presso il sito di test.
- WP3: Esercizio dell'impianto preindustriale. Concluse le attività di installazione, l'impianto PROMETEO, alimentato dal Totem, è stato esercito per un tempo utile a valutarne prestazioni e robustezza.
- WP4: Valutazioni per l'applicazione del processo. Una volta conclusasi la campagna sperimentale con l'impianto PROMETEO preindustriale, i dati raccolti sono stati analizzati per attente valutazioni energetiche, ambientali ed economiche, con un focus sulla nicchia di mercato che il TSA può occupare.
- WP5: Disseminazione dei risultati. La compagine di progetto, concluse le attività sul campo, si occupa di comunicazione dei risultati.

WP1

Nel corso dei mesi di conduzione e gestione dell'impianto sperimentale sono stati raccolte serie di dati indispensabili per il prosieguo delle attività di progetto.

La replicabilità dei cicli di adsorbimento e rigenerazione e la stabilità della capacità di cattura della CO₂ mostrata dalla zeolite sono il punto di partenza per gli studi di scale up per la progettazione e realizzazione dell'impianto dimostrativo preindustriale.

Nel corso di una campagna sperimentale di 250 cicli di adsorbimento e rigenerazione (della durata di 4 ore ciascuno), si è calcolata una capacità di cattura media della CO₂ da parte della zeolite (pari a 91 g/kgS), valore che si è mantenuto pressoché costante nel corso delle attività, indicando una buona stabilità del sorbente solido con l'esercizio reale alle condizioni di processo in esame e quindi buona replicabilità delle prestazioni di processo.

Fin dall'inizio dello sviluppo è risultato tecnicamente insostenibile riuscire ad alimentare un micro-cogeneratore Totem con biogas da discarica. L'attività di sviluppo sul micro-cogeneratore si è quindi concentrata sull'alimentazione con un metano a basso potere calorifico (CH₄ in concentrazioni oscillanti + inerti) prodotto dal TSA stesso, permettendo comunque al Totem di diventare il cuore energetico dell'impianto PROMETEO.

Sulla base dei risultati ottenuti nel corso della campagna sperimentale, è stato progettato e dimensionato un impianto per l'upgrading di una portata media di biogas grezzo pari a 15 Nm³/h, che viene separato nei suoi principali componenti, il biometano e l'anidride carbonica, ad opera della reazione di adsorbimento della CO₂ sul sorbente, contenuto all'interno delle unità di reazione. Il

sorbente utilizzato è a base di zeolite MS C544 che possiede una capacità di cattura pari a circa 90 gCO₂/kgS.

WP2

Per la progettazione preliminare ed esecutiva dell'impianto pilota sono stati utilizzati i dimensionamenti calcolati al termine della fase di laboratorio. Inoltre, sono state aggiunte alcune indicazioni provenienti dall'analisi di rischi e sicurezza svolta sul processo e sui punti critici dell'impianto al fine di mantenere la gestione sempre in un ambito di sicurezza, in ottemperanza alle normative vigenti in materia di salute e ambientale.

La progettazione dell'impianto preindustriale ha mirato alla realizzazione di un impianto funzionante a ciclo continuo. Il dimensionamento delle diverse parti dell'impianto ha previsto di poter gestire una portata nominale media di 15 Nm³/h.

Il processo sviluppato (Figura 1) si basa sull'impiego di tre unità di reazione, che lavorano alternativamente in fase di assorbimento, rigenerazione e raffreddamento, in modo da garantire la continuità dell'immissione di biometano in rete. Affinché il processo sia continuo, la durata delle tre fasi deve essere la medesima. Durante la fase di assorbimento, il reattore, che si trova inizialmente alla temperatura di 30°C e a pressione atmosferica, viene alimentato con un flusso di biogas da trattare: l'anidride carbonica in esso contenuta viene trattenuta dal sorbente. Una volta che il sorbente ha esaurito la propria capacità di cattura, esso viene rigenerato mediante riscaldamento alla temperatura di 65 - 85°C, alla pressione di 0.1 barA e con l'uso di azoto o aria anidra come agente di stripping. Data la necessità di fornire e cedere calore, il reattore di adsorbimento contiene al proprio interno uno scambiatore di calore nel quale circola alternativamente acqua calda o fredda per il riscaldamento e il raffreddamento del sorbente. L'acqua calda è prodotta dal micro-generatore Totem, in grado di soddisfare contestualmente le richieste termiche e quelle energetiche del processo. Dopo l'assorbimento e la rigenerazione, la terza fase del processo è quella di raffreddamento, utile a riportare la colonna alle condizioni iniziali di assorbimento. Il raffreddamento avviene facendo circolare nello scambiatore acqua che viene raffreddata da un aerotermostato, se la temperatura dell'aria è inferiore a 20°C (inverno) o da un chiller se la temperatura dell'aria è superiore a 20°C (estate). Simulando il processo di raffreddamento del sorbente dalla temperatura di rigenerazione alla temperatura di assorbimento, si è calcolato il valore di portata d'acqua che deve circolare nel reattore (e all'aerotermostato) affinché la fase di raffreddamento si concluda in un periodo di tempo inferiore o uguale a quello di processo, per garantire la continuità dell'immissione in rete di biometano.

Il flusso gassoso in uscita dall'unità di reazione in fase di assorbimento contiene metano e azoto: quest'ultima specie gassosa non viene trattenuta dal sorbente e che deve quindi essere rimossa affinché il biometano soddisfi le specifiche di purezza richieste dalla normativa. Per la rimozione dell'azoto sono state valutate due alternative: la separazione tramite processo PSA con carboni attivi e la separazione con membrane.

Poiché il trattamento di purificazione del biogas avviene in tre fasi sequenziali (assorbimento, rigenerazione, raffreddamento), sono state predisposte tre colonne di uguale capacità, in modo che ciascuna di esse possa trovarsi alternativamente in ciascuna delle tre fasi. Questo permette che il processo si svolga in modo continuo, garantendo una quasi costante portata di biometano alla percentuale richiesta.

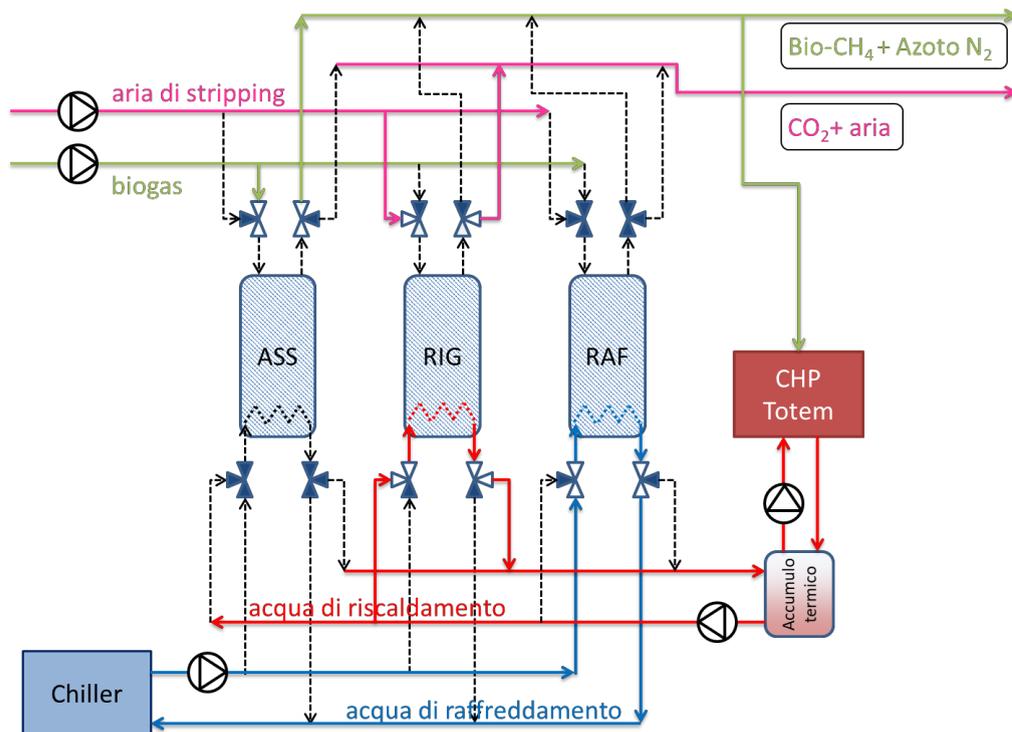


Figura 1. Schema d'impianto TSA – PROMETEO.

WP3

Nel corso del WP3 si è condotto l'esercizio sperimentale dell'impianto preindustriale PROMETEO. Parallelamente alla verifica delle rese di processo già registrate su scala sperimentale, sono state condotte analisi della robustezza dell'impianto, valutando la sua capacità di adeguarsi a diverse condizioni operative. Una analisi di ottimizzazione della componentistica installata, nonché la valutazione dei consumi e dell'efficienza complessiva del processo concludono l'attività, fornendo dati utili alle analisi previste dal WP4.

Il piano di prove è stato orientato alla valutazione del corretto funzionamento dell'impianto secondo progetto, in particolare per quanto riguarda l'efficienza di separazione della CO₂ dal biometano e alla valutazione dell'affidabilità del processo e dell'impianto pilota, cioè la capacità di mantenere nel tempo le performance.

Ciascuna prova è stata condotta per un tempo minimo sufficiente a valutarne gli effetti. Valutati sul campo i risultati, è stata individuata la configurazione ottimale che è stata mantenuta per un periodo di test più lungo al fine di valutare stabilità e affidabilità dell'impianto pilota.

Le prove svolte possono essere raggruppate nei seguenti gruppi:

- Funzionamento senza e con micro-cogeneratore attivo;
- Durata del tempo ciclo legata alla percentuale di CO₂ in uscita (saturazione del materiale sorbente) o a tempo definito;
- Rigenerazione con aria o con azoto.

Altre prove sono state svolte per determinare i corretti parametri di funzionamento dell'impianto pilota e del micro-cogeneratore Totem. Tra gli altri, sono stati individuati attraverso prove in successione la durata del ciclo di adsorbimento e rigenerazione, le temperature ottimali di esercizio, la potenza elettrica erogabile dal micro-cogeneratore, gli intervalli di azionamento del generatore di azoto e della pompa del vuoto, i tempi necessari per l'avvio del Totem.

Un calcolo dei consumi durante il funzionamento è stato effettuato considerando i dati di targa dei componenti, le loro curve caratteristiche di lavoro e valutando dai dati acquisiti il reale tempo di funzionamento.

Alcune situazioni e criticità riscontrate durante l'esecuzione delle prove ed il periodo di esercizio hanno permesso di raccogliere indicazioni per miglioramenti di processo, dei sistemi e dell'impianto in generale, prefigurando la possibilità di riportare quanto rilevato in un progetto a scala industriale o su un aggiornamento del pilota.

Alle Figure 2 e 3 una visione d'insieme dell'impianto preindustriale con il micro-cogeneratore Totem e un dettaglio sulle colonne di cattura della CO₂.



Figura 2. Visione d'insieme dell'impianto PROMETEO.

Figura 3. Dettaglio sulle colonne di adsorbimento.

WP4

Il completamento della campagna sperimentale ha fornito i risultati necessari a valutare un dimensionamento tecnico ed economico di un impianto di upgrading del biogas da 1000 Nm³/h basato sul processo TSA sviluppato nel corso del progetto PROMETEO. Grazie all'analisi della letteratura e delle tecnologie consolidate sul mercato è inoltre stato possibile effettuare una stima del costo specifico del biometano prodotto per ciascun processo di upgrading, realizzando quindi una dettagliata analisi comparativa. Infine, l'utilizzo di un materiale fisicamente adsorbente la CO₂ come la zeolite per il clean up del biogas, comporta non solo semplicità impiantistica e riduzione dei costi di gestione, ma anche e soprattutto l'eliminazione del rischio chimico cui l'ambiente e gli operatori sarebbero sottoposti in caso di utilizzo di adsorbenti chimici come le ammine.

Sulla base dei risultati raggiunti nel corso del progetto, un impianto PROMETEO full scale capace di trattare 1.000 Nm³/h di biogas avrebbe le seguenti caratteristiche:

- n° 3 reattori, ognuno in una fase diversa, con durata di 2 ore per ciascuna fase;
- fase di assorbimento ad una temperatura di 30°C e a pressione atmosferica;
- rigenerazione ad una temperatura di 65°C in vuoto a 0,1 barA, utilizzando una portata di 100 Nm³/h di aria secca come gas di stripping;
- fase di raffreddamento tramite un preraffreddamento iniziale, cedendo calore alla colonna in fase di riscaldamento, e successivamente grazie ad un aerotermosto o un tradizionale chiller a compressione di vapore;
- fabbisogni energetici ed elettrici soddisfatti tramite un motore cogenerativo alimentato con una frazione del biogas in ingresso (circa il 10%);

- biometano prodotto attorno a 520 Nm³/h.

La stima dei costi d’impianto è stata fatta basandosi su esperienze precedenti, su prezzi da catalogo e su offerte commerciali chieste a possibili fornitori: costo totale dell’impianto si attesta attorno a 1.600 k€, dove il contributo principale è dato da reattori, realizzazione in campo, motore cogenerativo e sorbente zeolitico.

I costi operativi d’impianto, dovuto ai vettori energetici e agli accessori, sono stati così stimati:

- Consumo di energia elettrica: il bilancio complessivo dell’impianto mostra un surplus di energia elettrica, con una potenza elettrica media immessa annualmente in rete che si attesta attorno a 48 kW, corrispondente a - 19,2 k€/anno;
- Consumo di gas naturale: il motore è stato dimensionato per coprire completamente il fabbisogno termico del processo. Si considera di valorizzare il biometano perso a valore di mercato all’ingrosso (0,18 €/Nm³). Tale fattore è stato stimato pari a 84 k€/anno;
- Costi operativi accessori: stimati sulla base di recenti offerte richieste da ASJA. È stato considerato un costo complessivo di 240 k€/anno per: manutenzione, pulizia biogas con carboni da VOC e H₂S, rimozione NH₃, smaltimenti, etc.

Dal punto di vista tecnologico, la soluzione TSA di PROMETEO si colloca in posizione analoga a quella del PSA ed insieme alle membrane potrebbe rappresentare un terzo competitor per le soluzioni scrubber. Si possono individuare due principali target di applicazione della configurazione TSA-PROMETEO e micro-cogeneratore Totem:

- Impianti per produzione di energia elettrica da biogas da scarica in fase di esaurimento, in cui non sia più possibile la produzione di energia elettrica con efficienza, per mancanza di flessibilità di regolazione del cogeneratore a biogas.
- Impianti agricoli di piccole dimensioni, in cui la portata di biogas sia minima ma comunque sufficiente a coprire del tutto o in buona parte il fabbisogno di energia elettrica necessaria al funzionamento.

WP5

Si riportano in Figure 4 e 5 due esempi di poster divulgativi realizzati per il progetto PROMETEO.



Figure 4 e 5. Poster divulgativi.

3. IMPATTO SUL SISTEMA ELETTRICO E BENEFICI ATTESI

Per caratteristiche e funzionalità, la tipologia di impianti basata sulla tecnologia TSA ha il suo campo di applicazione principale legato alla produzione di biogas, sia esso proveniente dalla valorizzazione energetica delle cosiddette “bioenergie”, sia ottenuto dalla trasformazione dei rifiuti organici urbani. L’attività svolta, relativa al dimensionamento tecnico ed economico di un impianto di upgrading TSA, ha permesso di verificare come la tecnologia proposta possa essere potenzialmente competitiva con le altre ad oggi disponibili sul mercato. In base all’analisi dello scenario del comparto di produzione di energia dalle “bioenergie”, alle peculiarità tecnologiche dimostrate dall’impianto pilota e dalle considerazioni economiche svolte su potenziali applicazioni, si può concludere che:

- La tecnologia è scalabile e applicabile su differenti taglie di progetto a patto di rimanere al di sopra dei 100 kW di potenza complessiva, pari a circa 60 Nm³/h di biogas.
- La taglia dell’impianto pilota non raggiunge mai una profittabilità in tempi accettabili per l’investimento in un impianto produttivo.
- Un’evoluzione dell’impianto pilota alla taglia “XXS” (60 Nm³/h) rende possibile l’applicazione per la produzione di energia elettrica per autoconsumo completo da parte del produttore.
- Le taglie maggiori di impianto, che entrano nel campo presidiato dalla concorrenza con le già affermate tecnologie delle membrane e del PSA, hanno caratteristiche tecniche e costi per competere nella realizzazione di stazioni di upgrading per impianti di digestione anaerobica (FORSU o agricola)
- Le taglie più grandi, escludendo la “M” (500 Nm³/h), hanno buone profittabilità anche per la produzione di energia elettrica, anche se per caratteristiche tecniche e costi, non possono competere con la produzione diretta di energia elettrica da biogas.

Per quanto concerne il settore elettrico, la fonte energetica biometano è potenzialmente in grado di garantire al Paese un percorso di decarbonizzazione del settore elettrico a minor costo complessivo rispetto a quanto possibile con la sola ulteriore penetrazione di rinnovabili elettriche, per lo più intermittenti, quali eolico e fotovoltaico. Tutto ciò in quanto il biometano:

- può utilizzare sistemi infrastrutturali già disponibili (reti di trasporto, sistemi di stoccaggio e reti di distribuzione del gas; reti di trasmissione e distribuzione dell’energia elettrica);
- permette il conseguimento di rilevanti economie di integrazione, minimizzando il sostenimento di ulteriori costi infrastrutturali per la trasmissione e lo stoccaggio di energia elettrica che il prevalere di fonti rinnovabili non programmabili inevitabilmente richiede;
- consentirebbe una ulteriore ottimizzazione del sistema elettrico in virtù di sistemi di generazione distribuita in grado di integrarsi con il sistema di dispacciamento (gli impianti di produzione di biogas potendo destinare il biogas sia alla produzione di energia elettrica che alla produzione di biometano possono costituire un parco di produzione programmabile).

Per quanto riguarda il settore dei trasporti, il biometano permette di contribuire alla decarbonizzazione di tale settore con la produzione di un biocarburante avanzato realizzato con tecnologie e biomasse nazionali. Inoltre, il suo essere prodotto quasi esclusivamente entro i confini dell’Unione Europea rende molto più agevole ed affidabile la verifica della sua effettiva sostenibilità come biocarburante in ragione della presenza di meccanismi di auditing rigorosi ed indipendenti approvati e monitorati dalla Commissione Europea, riducendo la dipendenza da biocarburanti prodotti in aree del mondo dove la produzione di biomasse presenta aspetti critici, sia sul piano della preservazione della biodiversità che su quello degli impatti sulla disponibilità di cibo.