

DA RIFIUTO A RISORSA
VERSO UN FUTURO
SOSTENIBILE



TECNOLOGIE PER LA PRODUZIONE
DI BIO-METANO DA FORSU

innEA
innovazione energia ambiente

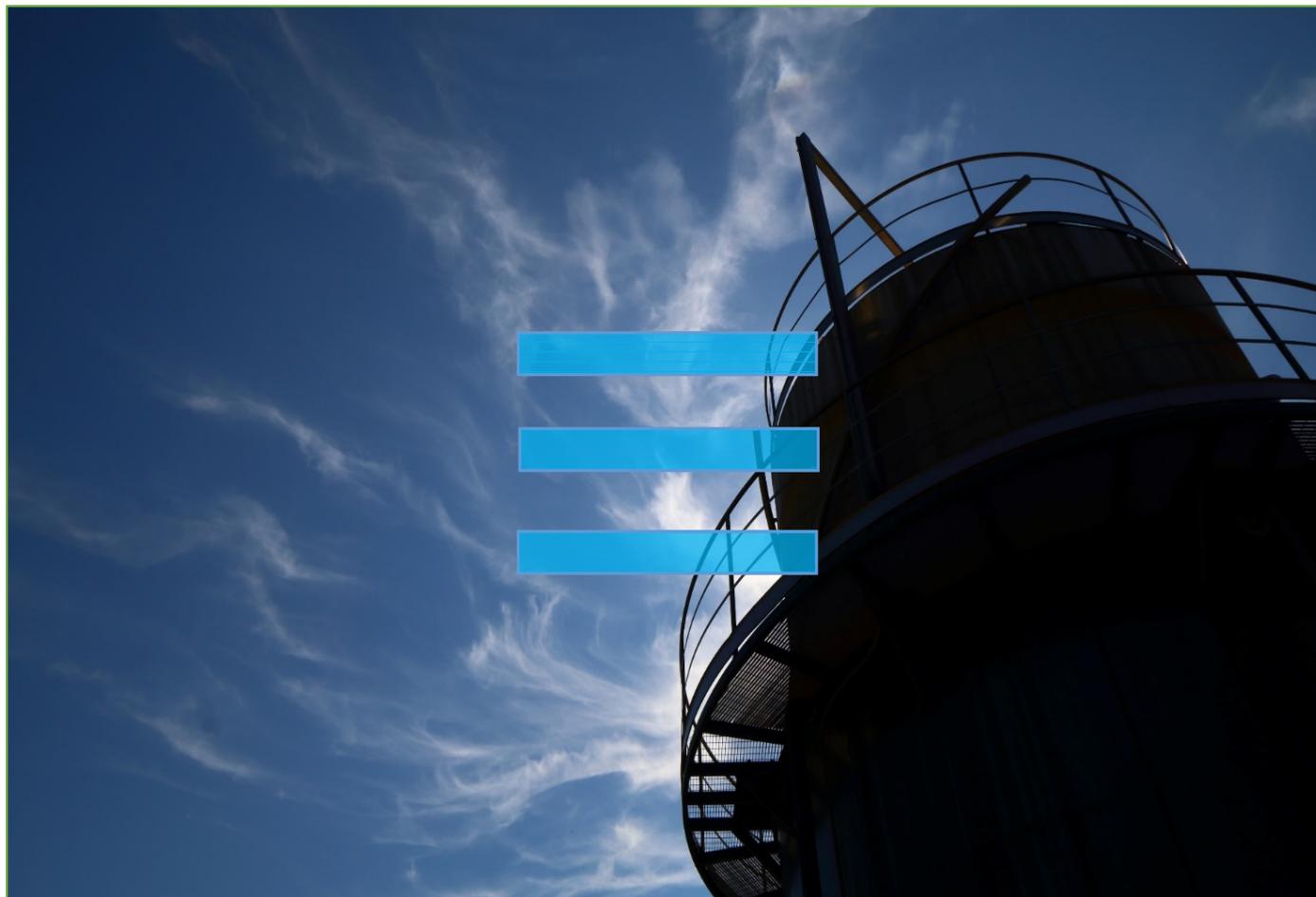
H₂O BOLOGNA
19-21
OTTOBRE
2016
ACCADUEO
CH₄ AREA LNG-SYSTEM

Ing. Enrico Vincenti - InnEA

21 OTTOBRE 2016

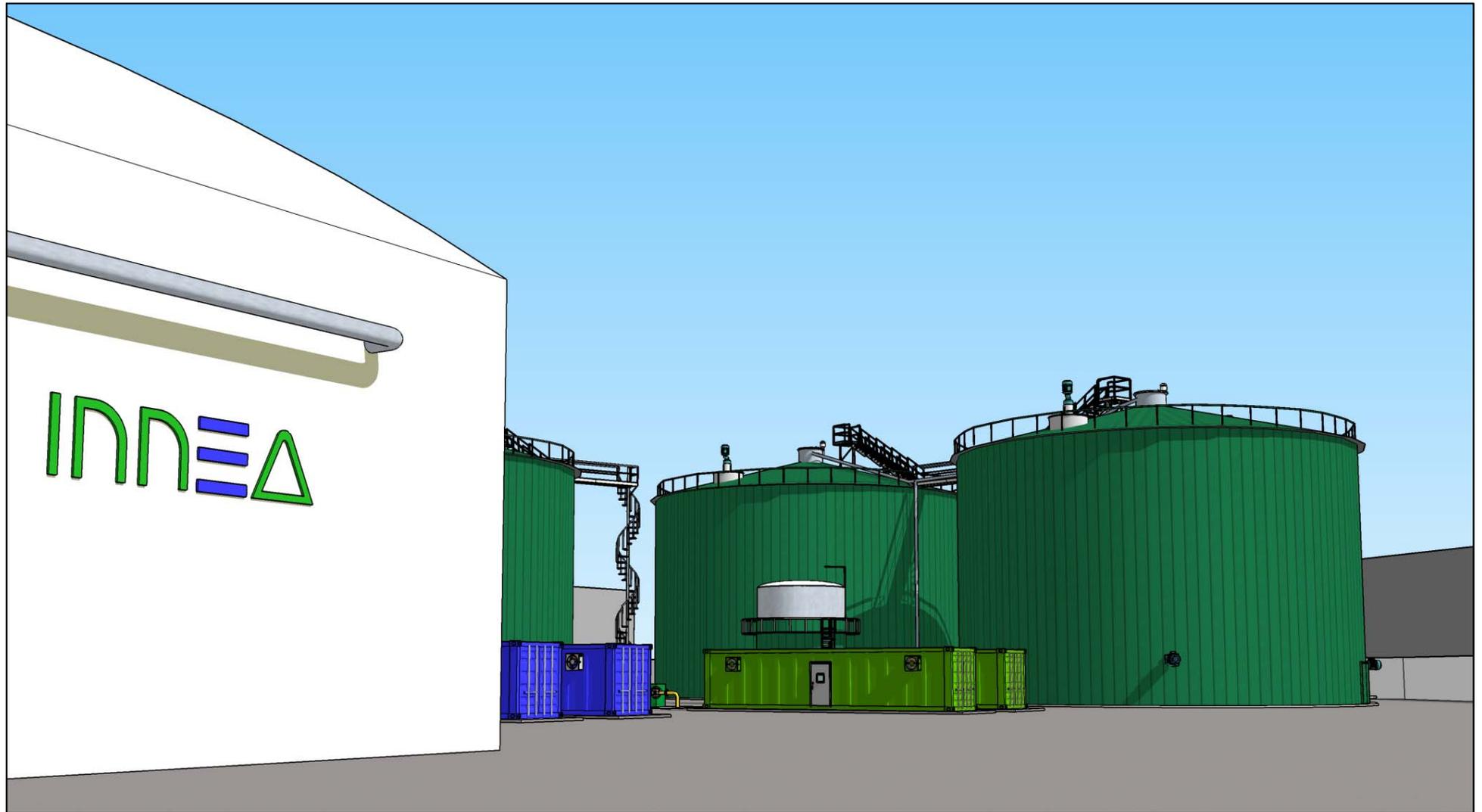
1

DA RIFIUTO A RISORSA
VERSO UN FUTURO
SOSTENIBILE



inn \equiv ea[®]
innovazione energia ambiente

IL PROGETTO “INNEA-BIOMETANO”



Il nostro sistema è concepito e progettato come una piattaforma integrata per elaborare la frazione organica umida dalla raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani (FORSU), impiegando alcune delle migliori tecnologie disponibili per recuperare il massimo valore dai rifiuti,.

La FORSU viene impiegata per ottenere:

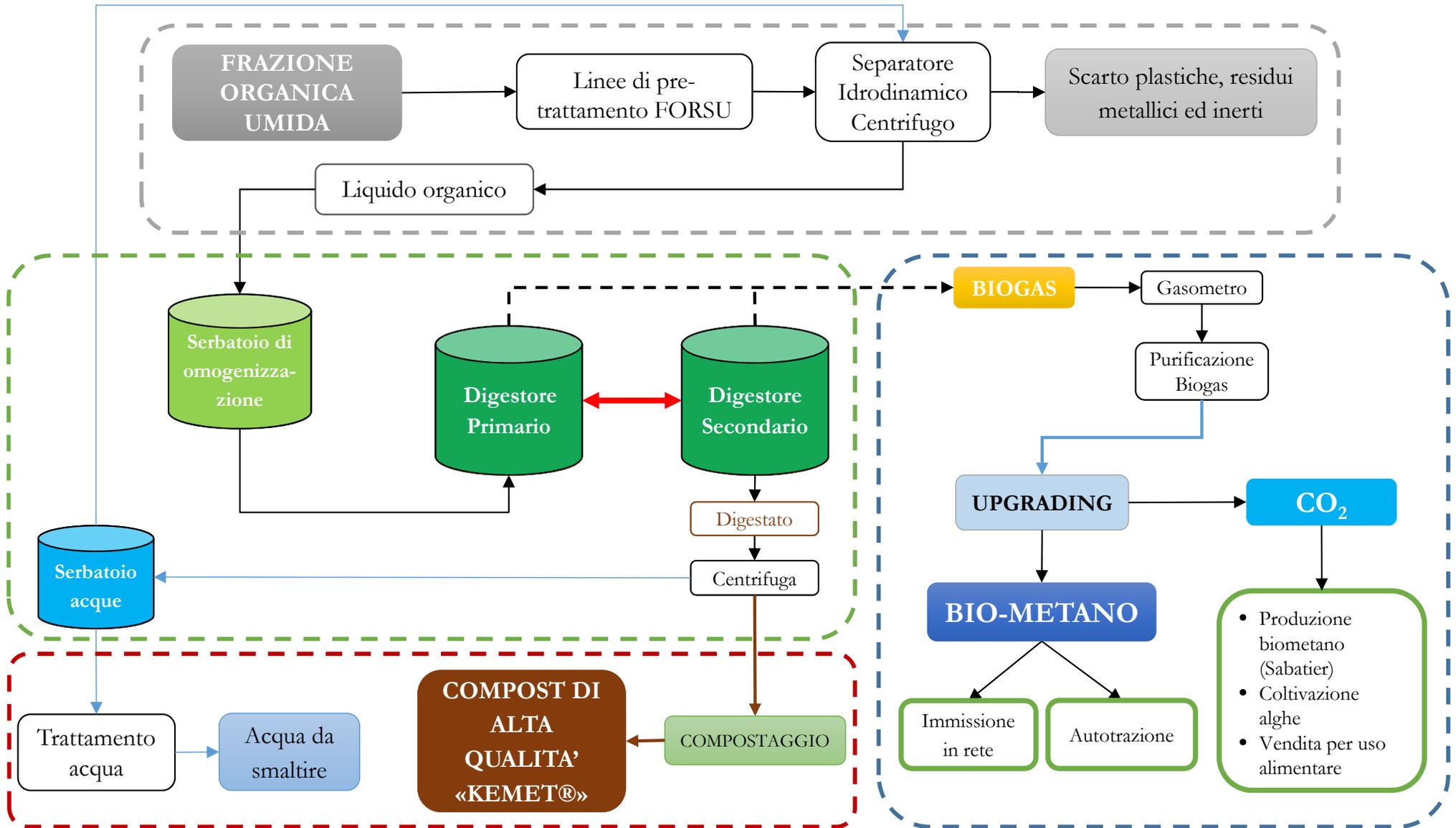
- **ENERGIA RINNOVABILE** quale **BIOMETANO**;
- **COMPOST DI QUALITA'** (**KEMET®**);
- **CO₂** pura al 99% destinata a diversi usi.

L'impianto è organizzato in due linee principali:

- **LINEA ORGANICA**, dopo aver separato la FORSU dagli altri materiali indesiderati e preparato le biomasse da digerire, l'impianto invia al digestore anaerobico il liquido ad alto contenuto di biomassa organica ottenuto. Al termine del processo una centrifuga trasforma il liquido in ammendante organico poi compostato e acqua.
- **LINEA BIOGAS-BIOMETANO**, dopo il processo di depurazione del biogas prodotto dalla digestione anaerobica, il sistema di *upgrading* trasforma il biogas in **metano naturale** e/o viene immesso nel cogeneratore per la produzione di **energia elettrica e termica**.

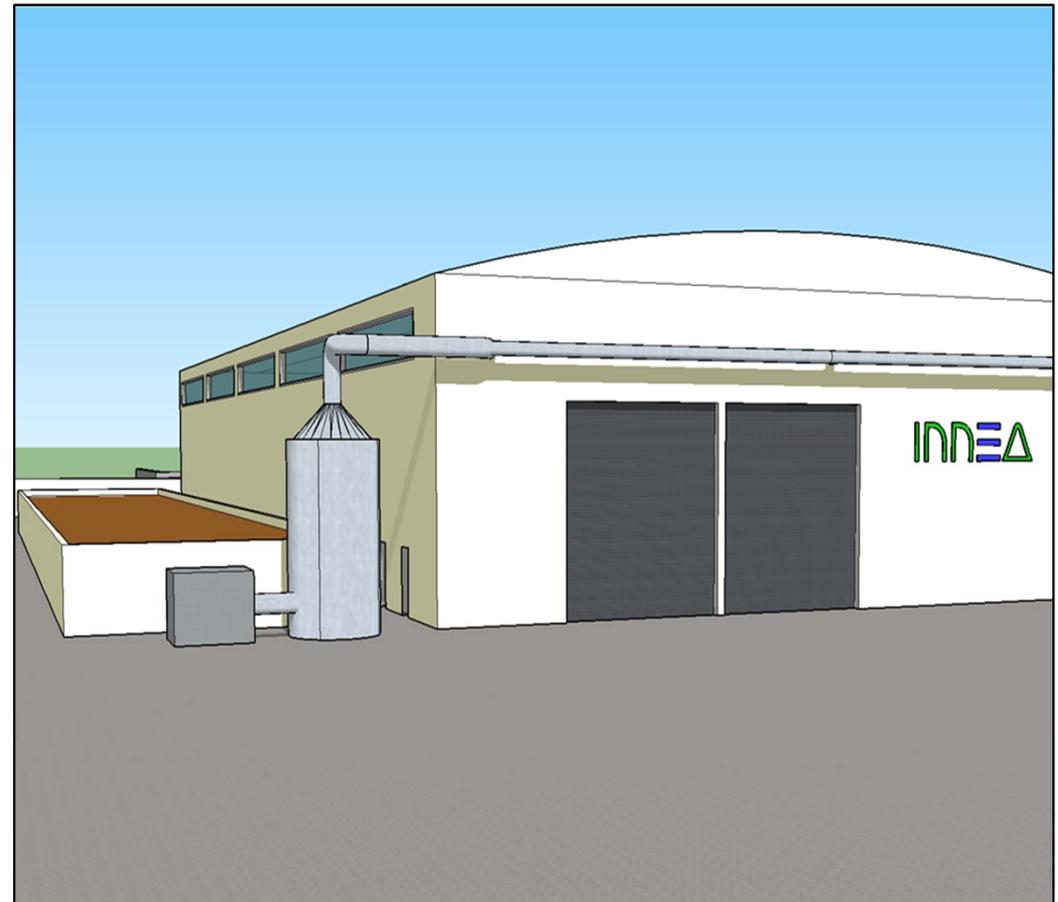
Un **SOFTWARE DI GESTIONE** automatizza il funzionamento di tutti i componenti operativi dell'impianto ed il **SISTEMA DI CONTROLLO REMOTO** permette la **supervisione** e il servizio di **teleassistenza**.

DIAGRAMMA DI FLUSSO



Il **fabbricato di conferimento della FORSU** è tenuto in depressione e l'aria viene depurata da **BIOFILTRI** prima di essere immessa in atmosfera che annulla le emissioni odorigene. All'interno troveranno alloggiamento in due aree separate e distinte che potremmo definire pre e post trattamento:

- **VASCA CON TRAMOGGIA DI CARICO SFUSO**
- **DEFERRIZZATORE** per la selezione dei metalli ferrosi e non ferrosi
- **BIO-SEPARATORE IDRODINAMICO CENTRIFUGO** con sistema di separazione plastiche ed inerti integrato
- **DISSABBIATORE**
- **POMPE E TUBAZIONI** varie
- **SISTEMA DI SEPARAZIONE** solido liquido del digestato

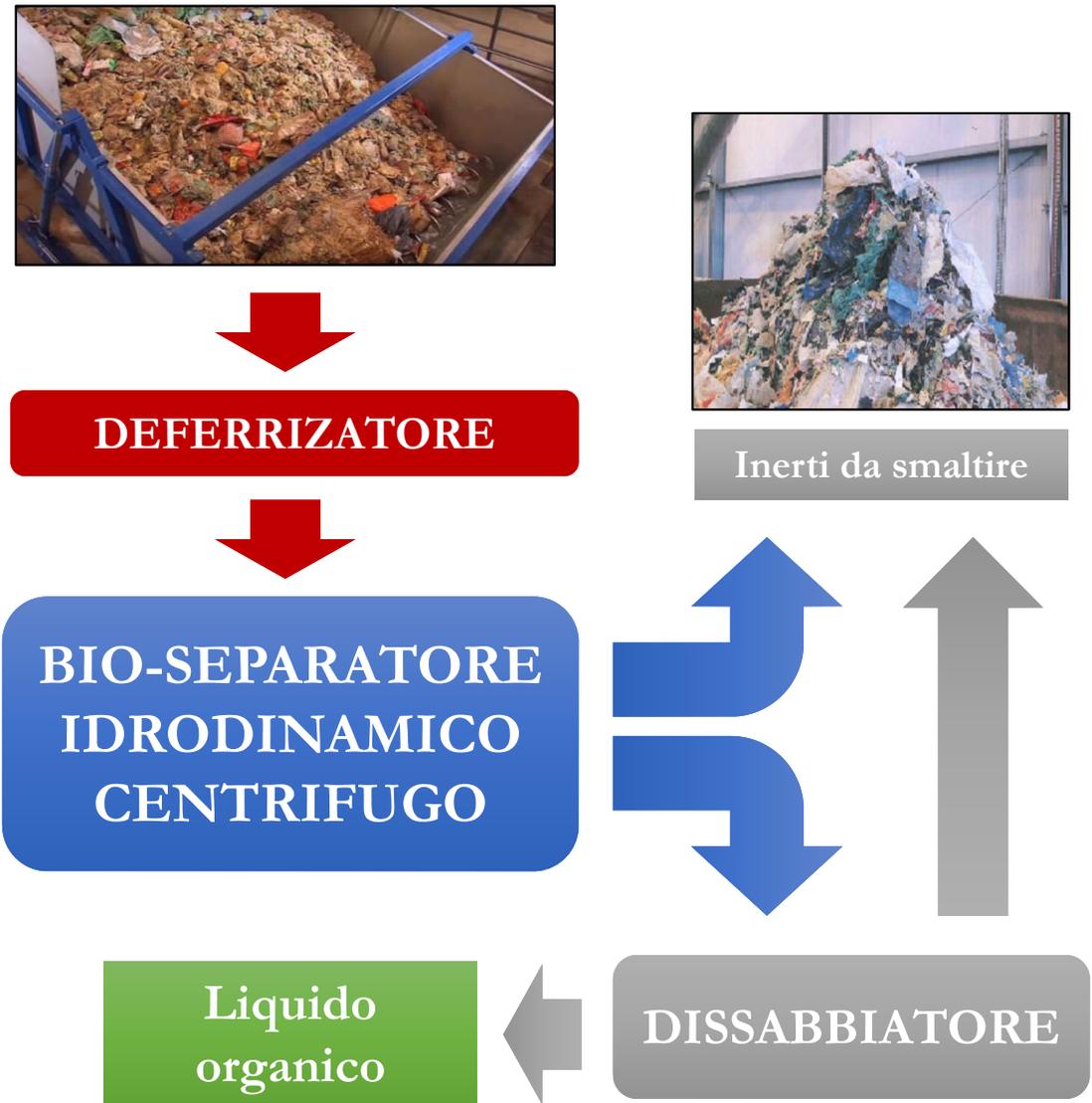


SISTEMA DI CARICO DELLA FORSU



BIO-SEPARATORE IDRODINAMICO CENTRIFUGO

Il primo anello di trattamento è costituito dalla fase di separazione: viene effettuata una separazione dei rifiuti mediante una macchina centrifuga che consente di preparare le varie frazioni organiche separando inerti ed altri materiali indesiderati. Con tale processo si ottiene un liquido ad alto contenuto di biomassa organica che ha ottima omogeneità e consente una biodigestione molto efficiente in impianti ad alto rendimento, da noi ideati ed ingegnerizzati, con digestori a flusso continuo a costi energetici ridottissimi. La macchina viene prodotta in varie tipologie e taglie che consentono di realizzare l'impianto di trattamento adatto a qualsiasi esigenza territoriale.



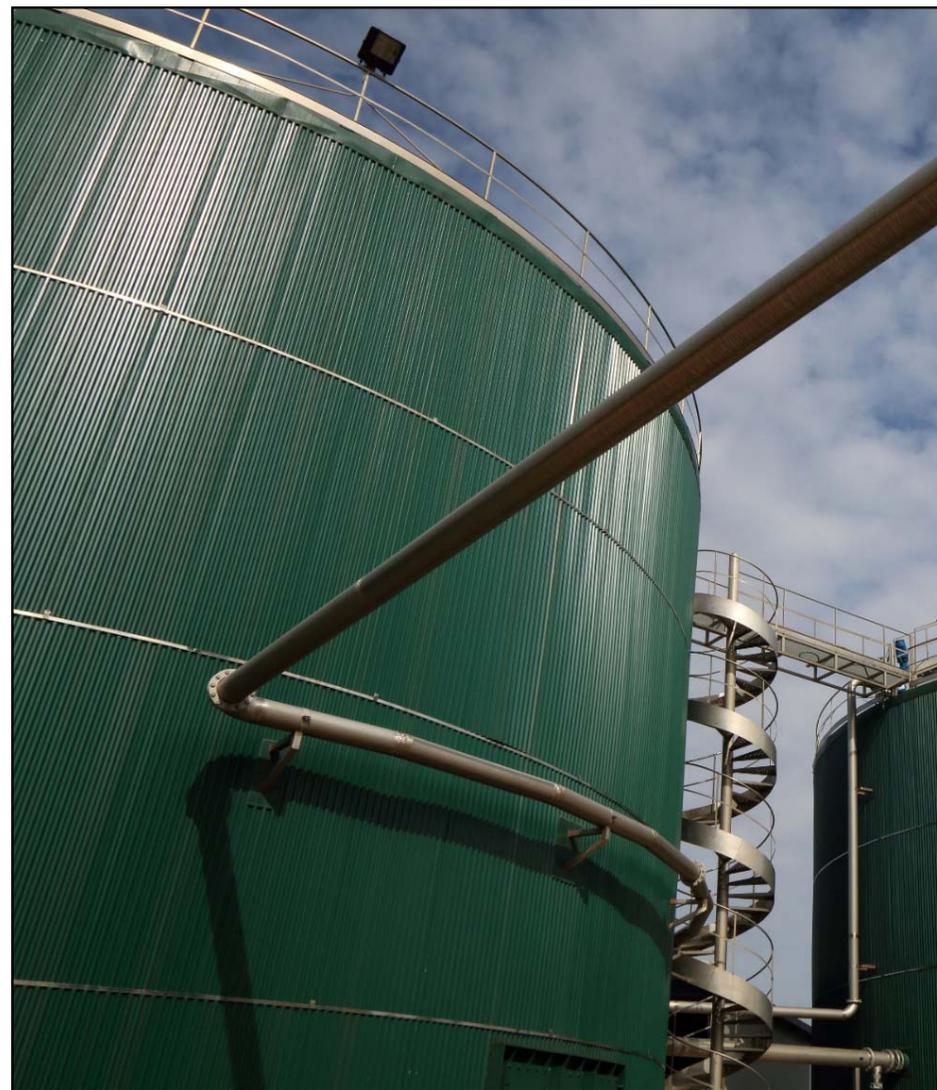


Digestione anaerobica

Il **SERBATOIO DI ACCUMULO E OMOGENIZZAZIONE** è realizzato in acciaio inox.

Il liquido organico proveniente dal separatore idrodinamico centrifugo viene pompato al suo interno con l'aggiunta di acqua ricircolata di processo. Il liquido deve essere diluito per portare il contenuto in sostanza secca fino al 10% per ottimizzare il processo di digestione.

I digestori saranno alimentati attraverso un sistema di pompe con un prodotto liquido ben omogeneizzato e riscaldato che ne migliorerà la RESA IN BIOMETANO, la DIGERIBILITÀ e la VELOCITÀ DI REAZIONE.



Il sistema di **digestione anaerobica ad alta efficienza** da noi messo a punto ottimizza i rendimenti del processo in termini qualitativi e quantitativi.

La sezione di digestione anaerobica per la produzione di biometano è costituita da:

- **DIGESTORE PRIMARIO**
- **DIGESTORE SECONDARIO**
- **SISTEMA INTERNO DI MISCELAZIONE DELLA MATERIA PRIMA**
- **POMPE DI RICIRCOLO E CONTROLLO**



I digestori sono costruiti fuori terra

COMPLETAMENTE IN ACCIAIO INOSSIDABILE

(corpo e tetto) per garantire una sicura **durata per almeno 30 anni** ed una più semplice e poco costosa manutenzione.

Sono costruiti in modo da avere **tenuta stagna** sia per i liquidi, sia per i gas, che vengono completamente recuperati e utilizzati.

I digestori saranno dotati di **serpentine interne di riscaldamento** nei quali circolerà l'acqua calda eventualmente recuperata.

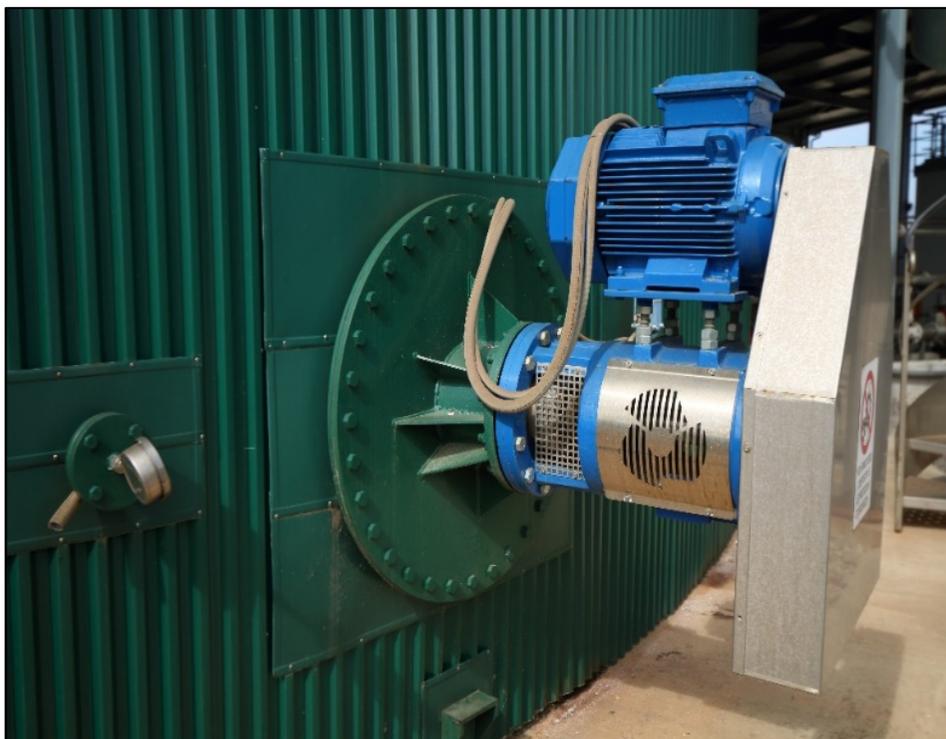


SISTEMA DI MISCELAZIONE

Il coefficiente di forma dei digestori, che si sviluppano prevalentemente in altezza, consente un'efficace agitazione da parte delle microbolle di biogas che risalgono verso l'alto, coadiuvata da **MISCELATORI AD ISPEZIONE ESTERNA**, installati esternamente ai digestori.



Il sistema di miscelazione adottato permette la totale manutenzione dei digestori esclusivamente dall'esterno evitando, in tal modo, il loro svuotamento in caso di intervento.



Per evitare perdite di calore importanti nei digestori, l'isolamento dei digestori avverrà con l'utilizzo di uno strato di lana di roccia di 15 cm. I digestori saranno riscaldati dal calore recuperato dal cogeneratore, dall'upgrading o da una caldaia a metano.

Centrale nel funzionamento ad alta efficienza dell'impianto è il **SISTEMA RIDONDATO** di pompaggio per il ricircolo e il controllo del flusso che permette di non interrompere il processo di digestione e produzione di biogas nemmeno per le necessarie manutenzioni ordinarie e mantenere l'impianto produttivo per oltre **8.500 ore/annue**.





Trattamento del biogas

Il **GASOMETRO** serve per mantenere, in caso di fluttuazioni della produzione di biogas, una pressione costante al sistema di upgrading del biometano.

Il gasometro a servizio dell'impianto ha una **capacità inferiore ai 100 m³** ed è realizzato interamente in acciaio inox, contro i 1.000 m³ di un tipico impianto realizzato con teloni plastificati in PVC (i teloni non sono resistenti ai venti, alla neve e durano pochi anni, contro i 30 anni di durata minima dei gasometri in acciaio INOX). Inoltre **non rientra nei depositi di gas combustibile in serbatoi fissi** (attività numero 4 del D.M. 16/02/1982) né nelle attività pericolose secondo CEI 64-2. Pertanto l'impianto non avrà bisogno di opportune vasche di accumulo di acqua per antincendio con relativa **AUTORIZZAZIONE SEMPLIFICATA DEI VVFF**.



Il biogas prodotto dalla digestione anaerobica deve essere **deumidificato** e **desolforizzato** prima di essere inviato al sistema di upgrading. In questa prima sezione si ritrovano i seguenti elementi:

- **TORCIA DI SICUREZZA:** nei periodi di manutenzione del sistema di produzione biometano, brucia, come imposto dalla legge, il biogas per impedirne la immissione in atmosfera;
- **FILTRI A CARBONI ATTIVI RIGENERABILI** per l'abbattimento dell'Acido Solfidrico (H₂S);
- **SISTEMA DI DEUMIDIFICAZIONE BIOGAS**
- **SOFFIANTE** di pressurizzazione biogas per l'alimentazione dell'upgrading.

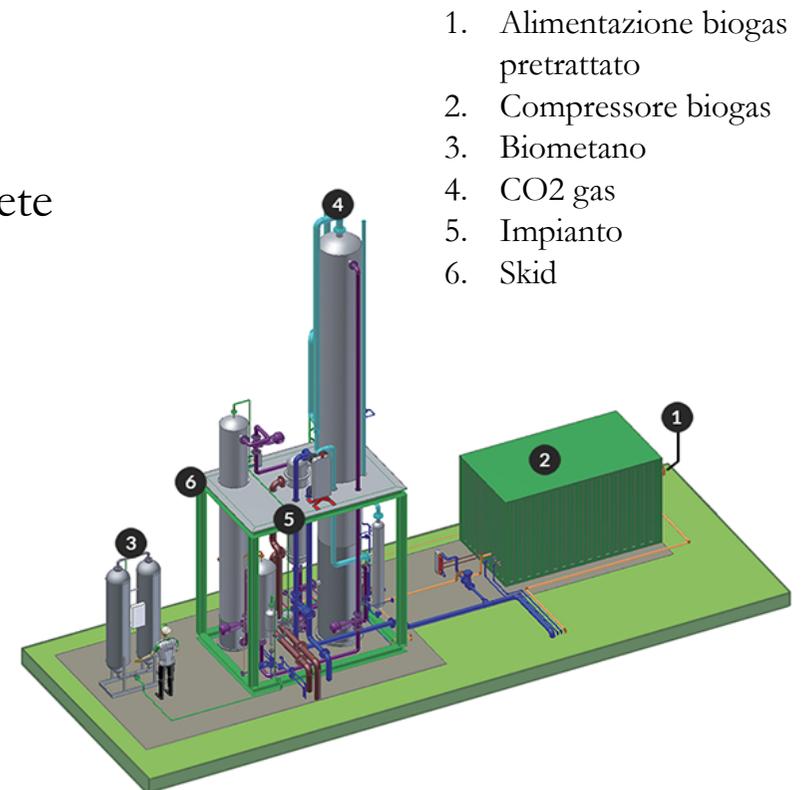


L'impianto di **PRODUZIONE DEL BIOMETANO** si compone delle seguenti unità:

- Unità di pretrattamento del biogas
- Gestione sfiati di emergenza (torcia esistente)
- Unità di upgrading del biogas, completa di servizi e dei quadri elettrici e di controllo
- Unità di essiccamento del biometano
- Unità di compressione per immissione in rete (opzione A)
- Unità di misura fiscale e laminazione (opzione B)

L'unità di upgrading e le unità accessorie necessitano di pochi interventi per la gestione del processo.

Le unità lavorano completamente in automatico e i sistemi di controllo ne garantiscono la piena sicurezza e l'eventuale arresto in caso di anomalia.



Gli **IMPIANTI DI RECUPERO DI CO₂ E DI DEPURAZIONE** forniscono **CO₂ PER USO ALIMENTARE** partendo dal biogas.

Grazie all'innovativo processo di purificazione a carboni attivi, la tecnologia utilizzata elimina ogni tipo di impurità e di odori, e la rende conforme alla qualificazione di qualità ISBT/EIGA. Questa tecnologia incorpora nell'unità di liquefazione una colonna di estrazione dove le impurità incondensabili sono ridotti a livelli accettabili. Questa innovativa soluzione tecnica migliora la capacità di recupero dell'impianto fino al 99,99% della CO₂ erogata.

Questo sistema si compone di:

- una parte di compressione
- una sezione di essiccamento e purificazione
- una sezione di liquefazione e di un serbatoio criogenico per lo stoccaggio dell'anidride carbonica liquida (se richiesto)



La **CENTRIFUGA** attua la separazione delle sostanze organiche in sospensione e non in soluzione nel fango uscente dalla digestione. Esso è un processo che opera per differenza di peso specifico tra le sostanze che devono essere separate. La centrifugazione avviene dentro ad un contenitore cilindrico-conico, chiamato tamburo, che viene fatto ruotare ad alta velocità da un motore elettrico per elevare migliaia di volte la forza di gravità.

All'interno del tamburo vi è la coclea, la cui funzione è quella di trasportare verso l'esterno il prodotto solido, che poi sarà scaricato da un sistema di evacuazione.

La **parte solida** estratta è del tutto priva di odori; la biodigestione infatti ha caratteristiche di stabilizzare il materiale organico.

Le **acque separate** vengono in parte riciclate in testa all'impianto per la diluizione del liquido organico in entrata; l'altra parte viene smaltita.



Il **DIGESTATO** è la parte residua del processo di biodigestione anaerobica ed è costituito dalle parti non digeribili della biomassa. E' un materiale molto valido quale ammendante dei terreni, con conseguente riduzione di necessità per le coltivazioni di apporti esogeni di fertilizzanti chimici. Il suo riutilizzo sui suoli che hanno prodotto la biomassa è quindi molto utile al fine di garantire la sostenibilità, nel tempo, della produzione e mantenere un buon tenore di sostanza organica nei terreni, fondamentale per la fertilità agronomica e la riduzione dei rischi di erosione.

Il **digestato solido bio-stabilizzato** con il 70% di umidità è idoneo per essere compostato e trasformato in **COMPOST DI ALTISSIMA QUALITÀ (KEMET[®])**. Veniva chiamato Kemet, la terra fertile del fiume Nilo, al contrario del Decheret terra rossa del deserto. Al digestato solido viene aggiunto strutturante costituito da paglia o/e cippato di legna. Si deve notare che il compostaggio del digestato **non produce odori forti** come quelli del compostaggio di materiale fresco.



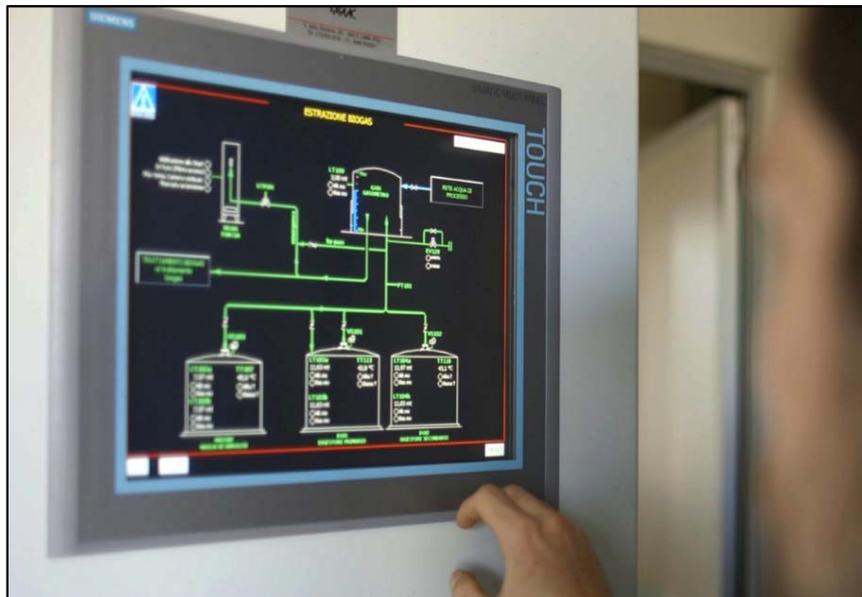
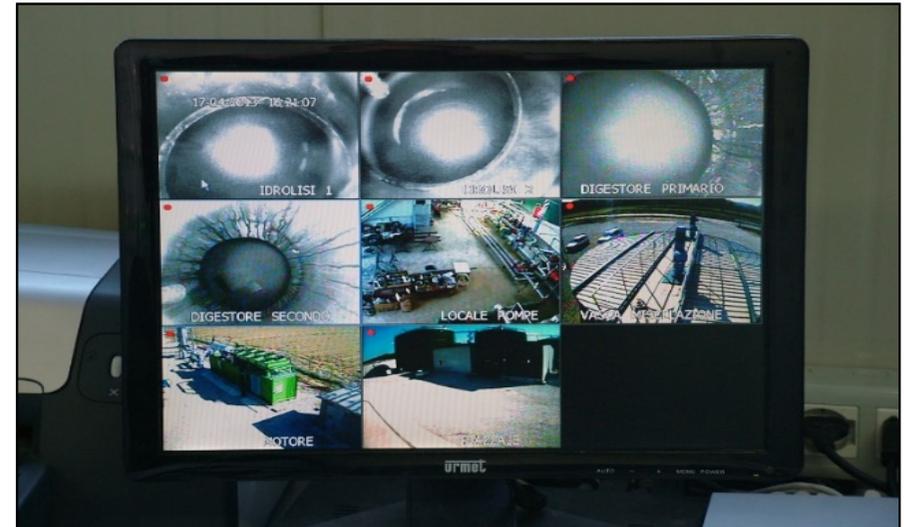
GESTIONE DEL DIGESTATO E COMPOSTAGGIO

La **SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLE CARATTERISTICHE DEL COMPOST^(*)** prodotto con la tecnologia InnEA conferma il pieno rispetto dei limiti imposti dal DL 29 Aprile 2010 n.75:

PROVA	U.M.	RISULTATO	LIM. MIN	LIM. MAX
Umidità	[% tq]	28,7	-	50
pH	[unità pH]	7,4	6	8,5
Carbonio organico totale (TOC)	[% ss]	30,6	20	-
Acidi umici + acidi fulvici	[% ss]	7,6	7	-
Rapporto azoto organico/azoto totale	[%]	84,2	80	-
Rapporto C/N	-	16,1	-	25
Materiali plastici vetro e metalli con diametro \geq 2mm	[% ss]	< 0,2	-	0,5
Inerti litoidi con diametro \geq 5mm	[% ss]	< 0,2	-	5
Cadmio	[mg/kg ss]	< 0,6	-	1,5
Piombo	[mg/kg ss]	13,0	-	140
Nichel	[mg/kg ss]	12,9	-	100
Zinco	[mg/kg ss]	337	-	500
Rame	[mg/kg ss]	55,3	-	230
Mercurio	[mg/kg ss]	0,15	-	1,5
Cromo esavalente	[mg/kg ss]	< 0,1	-	0,5
Indice di germinazione	[%]	62	60	-
Escherichia coli	[UFC/g tq]	< 10	-	1000
Salmonelle	[unità/25 g tq]	Assenti	-	0

(*) La documentazione originale è consultabile presso il Consorzio InnEA

L'impianto è dotato di un **SOFTWARE GESTIONALE** che automatizza il funzionamento di tutti i componenti operativi dello stesso e un **SISTEMA DI CONTROLLO REMOTO** che permette la supervisione e il servizio di teleassistenza.



L'operatore può così monitorare il funzionamento di tutti i parametri funzionali anche in telegestione, senza richiedere un presidio continuo.

I nostri tecnici possono garantire un servizio di **pronto intervento** nel caso di anomalie di funzionamento di apparecchiature ed impianti, intervenendo a livello software in tempo reale.

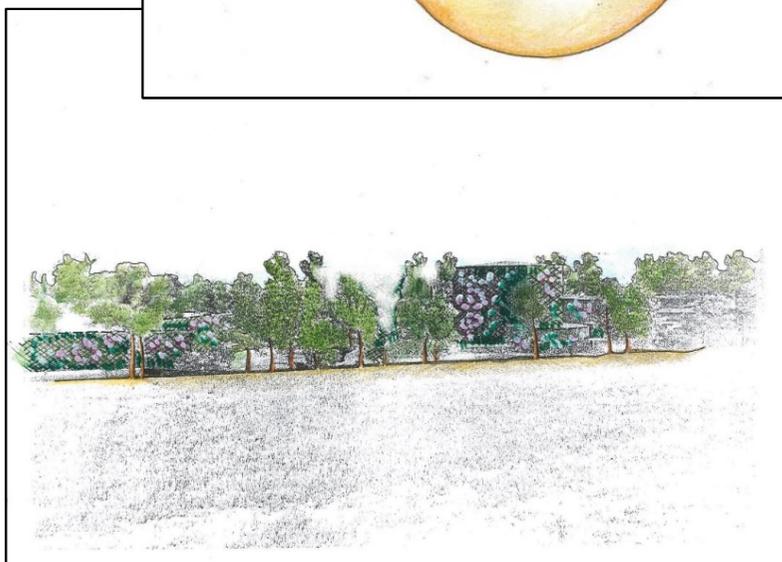
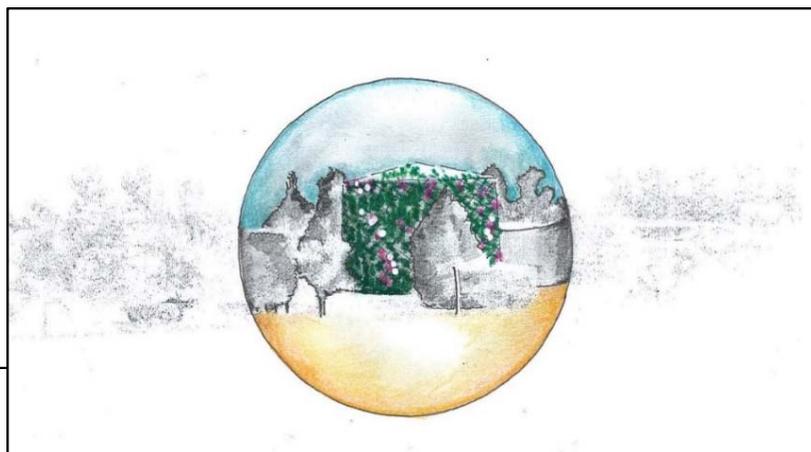
Nel caso in cui il punto di immissione del biometano nella rete del gas sia particolarmente distante, viene prevista la realizzazione di un fabbricato con la finalità di comprimere il biometano prodotto dall'impianto di digestione anaerobica e caricare i carri bombolai per la successiva fase di vendita sul mercato dell'autotrazione (o immissione in rete).

La sistemazione delle apparecchiature necessarie viene realizzata su telai semplicemente appoggiati su solette in CCA, dotate di setti di compartimentazione in CCA, posti ad idonea distanza dagli altri impianti.



Stoccaggio Compressione Biometano

L'impianto, come mostrato nella figura sottostante, può essere inserito nel paesaggio circostante con un opportuno **ARREDO VERDE**.



ASSENZA TOTALE DI ODORI MOLESTI

Il fabbricato di ricevimento della frazione organica è tenuto in **depressione** e l'aria viene depurata da **BIO-FILTRI** prima di essere immessa in atmosfera.

Anche la parte adibita al trattamento della frazione secca è dotata di impianti di aspirazione e filtraggio delle polveri per **rendere ottimale l'ambiente di lavoro**.

➤ LUNGA VITA UTILE DELL'IMPIANTO

L'impianto è realizzato in **acciaio inossidabile** con coibentazioni rivestite in alluminio, le tubazioni sono in acciaio inox e tutte le pompe ed agitatori sono manutenibili dall'esterno.

➤ ALTA EFFICIENZA DI CONVERSIONE DELLA MATERIA ORGANICA IN BIOGAS

Il coefficiente di **forma dei digestori** consente un'efficiente agitazione con bassi consumi elettrici in quanto le microbolle di biogas attraversano tutta la massa in digestione determinando una migliore agitazione e fermentazione.

➤ BASSI COSTI DI MANUTENZIONE

La realizzazione in acciaio dei fermentatori e delle connessioni tubiere consente di avere una **limitatissima manutenzione ordinaria** e una grande facilità di manutenzione straordinaria.

➤ AFFIDABILITÀ

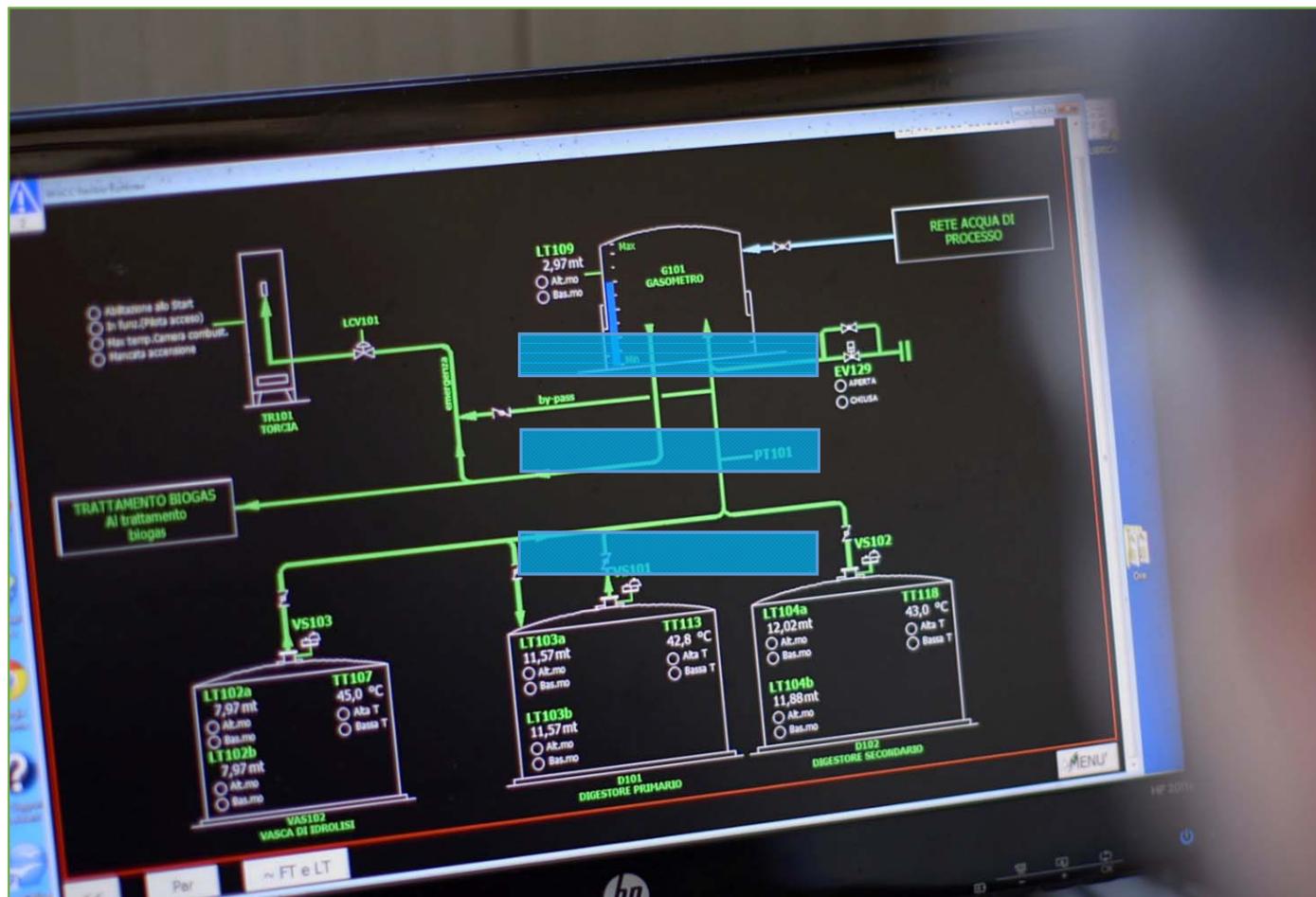
Con la nostra tecnologia sono in funzione da oltre trenta anni impianti che non hanno mai subito avarie o necessità di fermate non programmate, **tutti i componenti fondamentali sono ridondati**.

➤ BASSI COSTI E FACILITÀ DI GESTIONE

In tutto il mondo abbiamo impianti in funzione da molti anni: la manutenzione è limitata alla sola sostituzione di motori ed ai suoi materiali di consumo e lubrificanti. La struttura in acciaio inox manterrà un buon valore anche a fine vita utile dell'impianto.

2

DA RIFIUTO A RISORSA
VERSO UN FUTURO
SOSTENIBILE

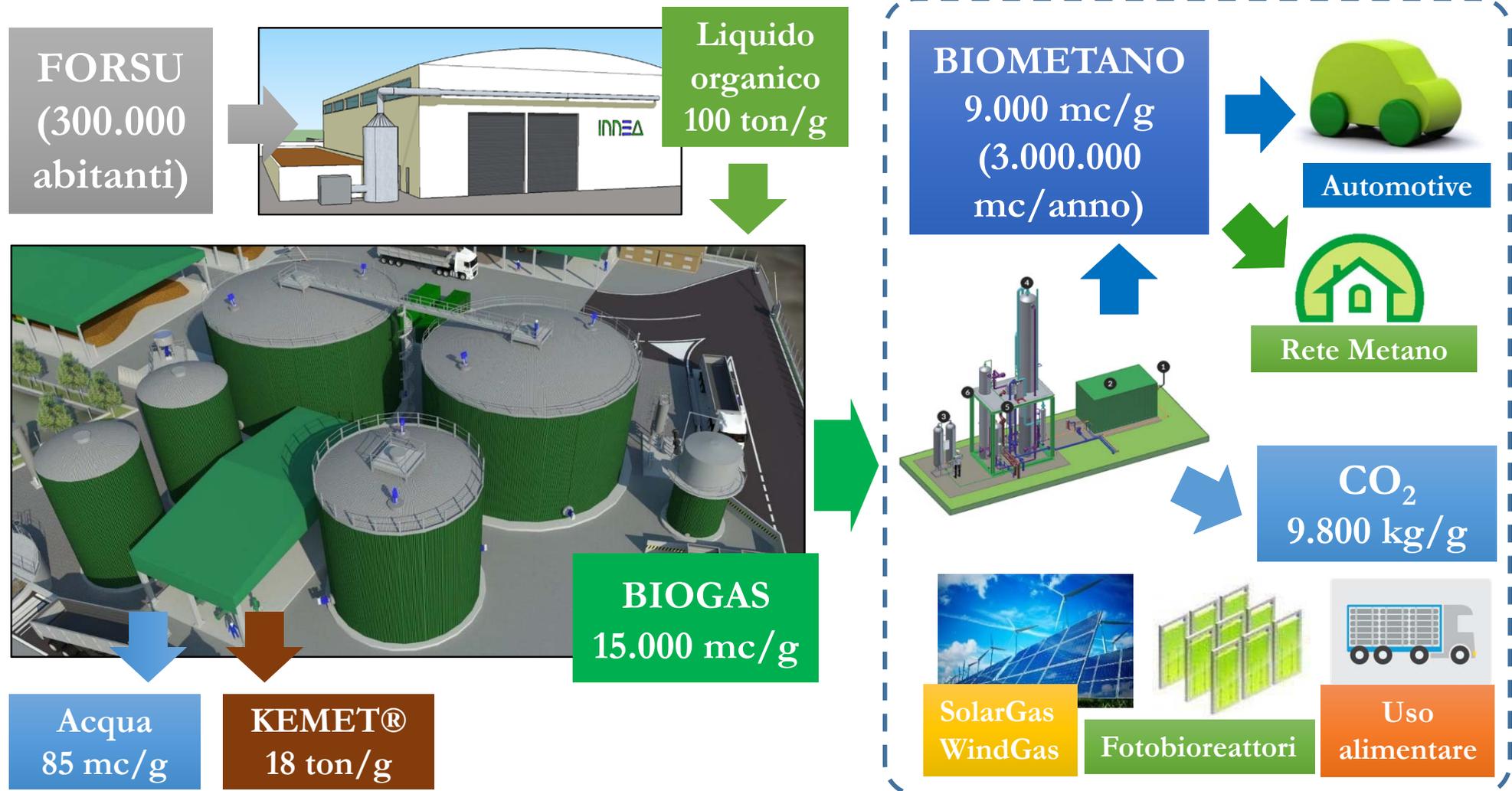


INNEA[®]
innovazione energia ambiente

ANALISI DELLA PRODUTTIVITA'

PRODUTTIVITA' DEGLI IMPIANTI INNEA

Considerando in ingresso **100 ton/g** di liquido organico da FORSU, gli impianti realizzati da InnEA sono in grado di restituire i seguenti output:



La biodigestione dei rifiuti organici prodotti da tale impianto, non solo consentirebbe di risolvere definitivamente la critica gestione dei rifiuti sul territorio, ma comporterebbe anche la produzione di:

3.000.000 M³ DI BIOMETANO

Capaci di alimentare in un anno (*):

5.000 UTILITARIE A METANO - 1.000 CAMION TRASPORTATORI - 100 BUS A METANO



(*) Utilitaria	percorrenza media annuale = 12.000 km/anno – consumo biometano = 24,6 km/kg
Camion trasportatore	percorrenza media annuale = 9.000 km/anno – consumo biometano = 4 km/kg
Autobus	percorrenza media annuale = 40.000 km/anno – consumo biometano = 1,9 km/kg

Potrebbe essere vantaggioso **convertire il parco veicoli aziendali al SISTEMA DIESEL METANO (DDF)**, l'innovativo sistema ad iniezione per la conversione dei motori Diesel in motori in grado di lavorare con una miscela di Gasolio e Metano.

+ Risparmio

✓ **Riduzione di costi di esercizio:**

fino al **20%** per i veicoli Medi

fino al **15%** per i veicoli Pesanti

✓ **Riduzione dell'inquinamento:**

Emissioni **CO₂**: fino a **-14%**

Emissioni **PM₁₀**: fino a **-40%**

Emissioni **NO_x**: fino a **-20%**



+ Autonomia

✓ **Aumento dell'autonomia complessiva**

✓ **Reversibilità:**

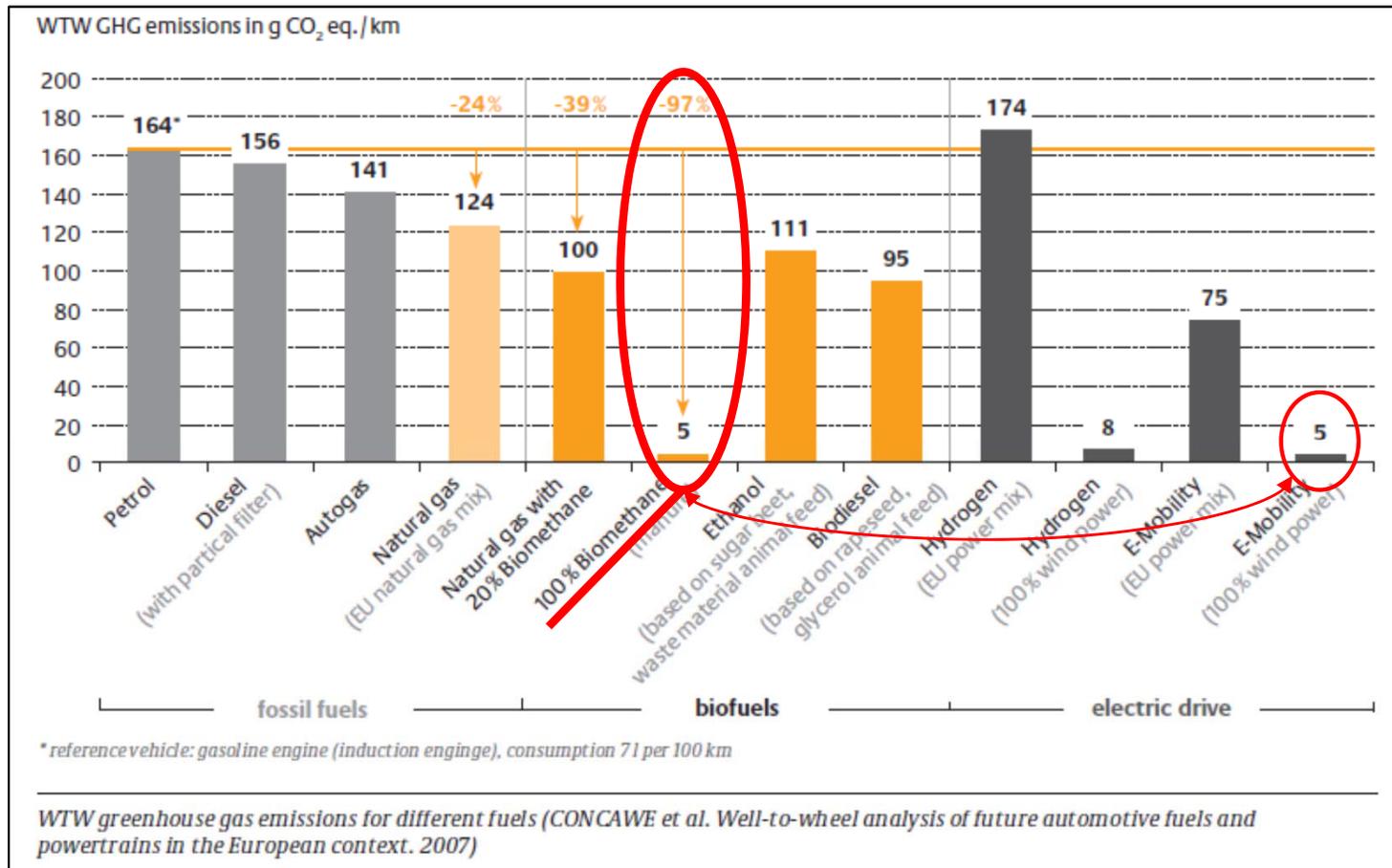
il sistema funziona anche con il solo gasolio

✓ **Facilità di installazione**

DUAL FUEL **diesel**
metano

➤ LIFE-CYCLE ASSESSMENT (LCA) A CONFRONTO:

L'**LCA (Life-Cycle Assessment)** identifica l'analisi della sostenibilità ambientale delle diverse forme di biocarburanti ed evidenzia come il biometano sia paragonabile all'auto elettrica:



PRODUTTIVITA' DEGLI IMPIANTI INNEA

La tabella sotto riportata indica la media degli ultimi tre anni su tre impianti monitorati confrontata con la media italiana:

	Media INNEA	Media italiana (Fonte TERNA 2015)		
Impianti monitorati	3			
Anni campione	3	2013	2014	2015
Ore di funzionamento	8.582	6.505	7.196	7.200
Giorni equivalenti	358	271	299	300
Energia media oraria prodotta (kWh)	968			
Efficienza produttiva (riferita ad una potenza massima installata di 999 kW)	98,9%			

3

DA RIFIUTO A RISORSA
VERSO UN FUTURO
SOSTENIBILE



inn₃Δ[®]
innovazione energia ambiente

RICERCA E SVILUPPO – R&D

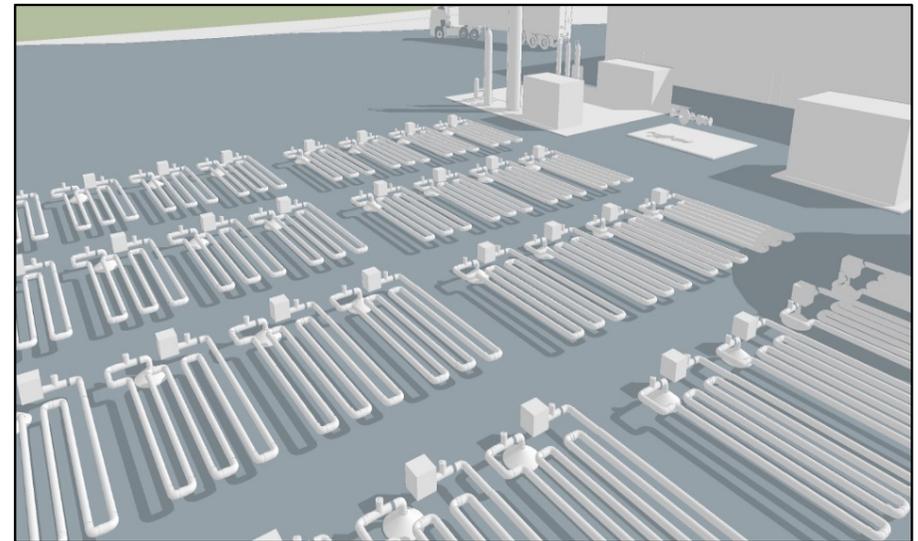
Il nostro gruppo appoggia diverse università italiane per la ricerca di nuovi progetti da interfacciare con un tipico impianto per il trattamento di FORSU e produzione di biometano. Una importante risorsa, spesso sottovalutata è rappresentata dalla CO₂ che può essere utilizzata per diversi impieghi.

Di seguito sono riportati degli importanti progetti di cui il consorzio è partner.

FOTOBIOREATTORE

Il progetto propone il **riutilizzo della CO₂ per immerla in fotobioreattori** nei quali sono coltivate alghe ad alto contenuto oleico. Le alghe metabolizzano la CO₂ per sintetizzare le molecole di cui sono composte. I fotobioreattori sono economici, hanno una notevole produttività per ettaro, molto più che destinare il terreno a colture oleiche specifiche.

Le alghe non hanno bisogno di nutrienti, ma solamente della CO₂, recuperata dall'upgrading e della luce solare. Dalle alghe si possono trarre oli vegetali che possono essere trasformati mediante trans-esterificazione in biodiesel oppure, immettendole nei digestori, si trae notevole quantità di biogas da destinare alla produzione di biometano. In questo modo si chiude il ciclo di materia ed energia.



PROGETTO SOLARGAS-WINDGAS – UNIVERSITÀ DI PERUGIA

Il progetto propone il **riutilizzo della CO₂ (cattura e stoccaggio)** proveniente da fonti fossili dall'uscita dell'impianto di upgrading del metano. Si ha la produzione diretta di metano mediante l'utilizzo di CO₂ e idrogeno (H₂) mediante la **reazione di Sabatier** ($\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \Rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$).

La reazione si svolge a T tra 250-400 °C ed utilizza un catalizzatore metallico, è lievemente esotermica e quindi facilmente sostenibile dal punto di vista termico. Il punto centrale è la fonte di approvvigionamento dell'idrogeno. La tecnologia considerata **utilizza le eccedenze di energia elettrica rinnovabile (solare fotovoltaica o eolica) nelle ore di domanda ridotta per scindere l'acqua (elettrolisi) e produrre H₂ elettrolitico**. Una volta prodotto, l'idrogeno lo si utilizza per la reazione di Sabatier che fornisce CH₄ e acqua. Il metano viene purificato e, ad esempio, immesso in rete.

Interfacciare l'impianto di biometano con quello di produzione ed utilizzo di idrogeno consente di aumentare le rese in metano ed utilizzare la CO₂ eliminata dal biogas, rendendo ancor più sostenibile il progetto. Questi sono dei progetti esemplificativi che mostrano le potenzialità di un reparto R&D interfacciato ad un impianto di produzione di biometano a partire da FORSU.



DA RIFIUTO A RISORSA
VERSO UN FUTURO
SOSTENIBILE



GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE...
VERSO L'AMBIENTE