

# Le tecnologie per la purificazione del biogas: costi e possibilità

Sergio Piccinini, Claudio Fabbri  
Centro Ricerche Produzioni Animali  
Reggio Emilia



CONVEGNO

**IL BIOMETANO :**  
un'opportunità per le  
aziende agro-  
zootecniche

6 marzo 2014  
FIERA - CREMONA



# Alcune definizioni

- **Pulizia del biogas:** rimozione di acqua,  $H_2S$  e tracce di contaminanti indesiderati (polveri, silossani, ammoniaca...)
- **Upgrading:** rimozione di  $CO_2$  per raggiungere gli standard qualitativi richiesti dalla rete del gas e gli usi come biocombustibile
- **Biometano:** biogas raffinato per l'immissione in rete o l'uso come biocombustibile

# Principio fondamentale

## Biogas

Metano ( $\text{CH}_4$ )

Biossido di  
carbonio ( $\text{CO}_2$ )

Acqua ( $\text{H}_2\text{O}$ )

Idrogeno  
solforato ( $\text{H}_2\text{S}$ )

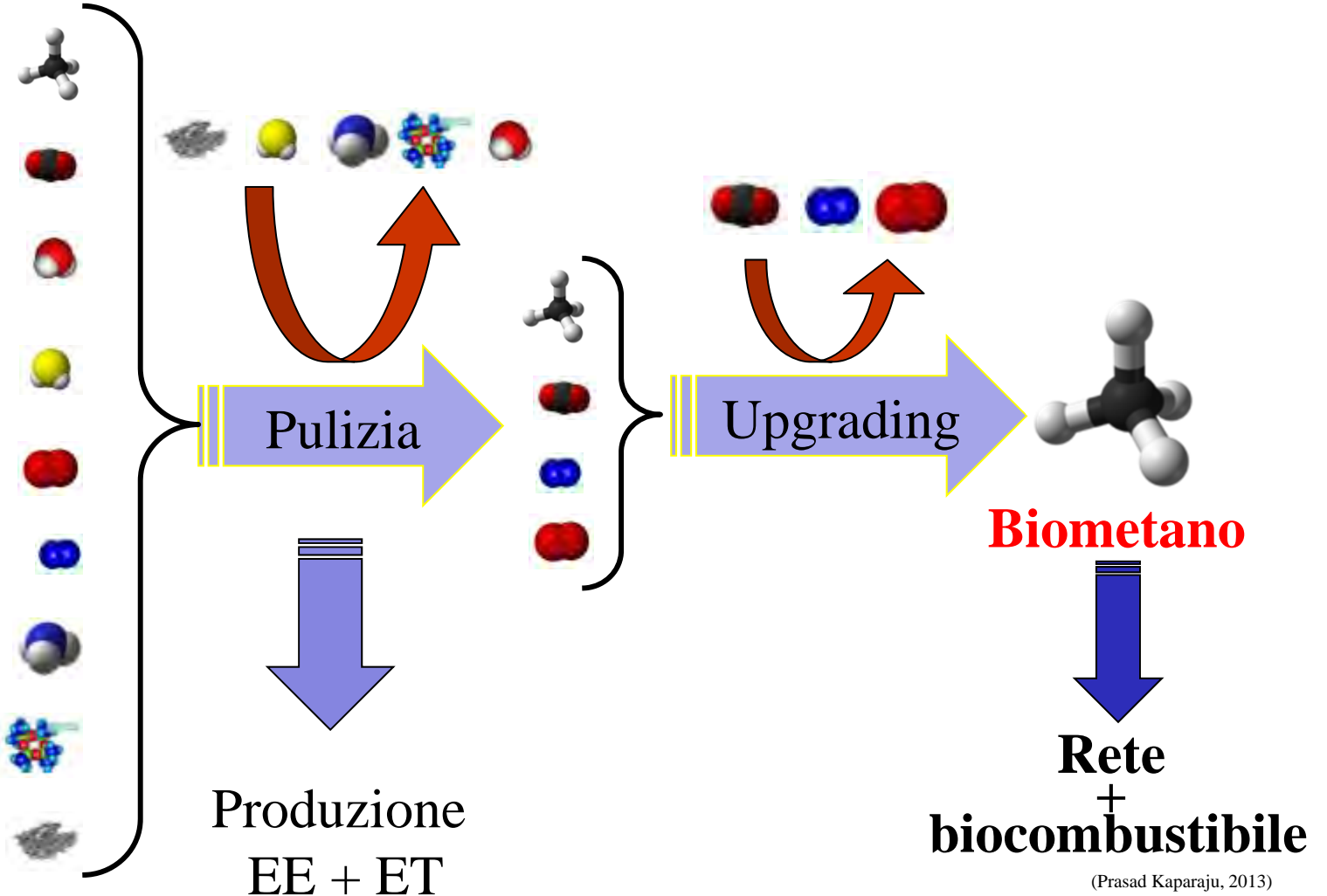
Ossigeno ( $\text{O}_2$ )

Azoto ( $\text{N}_2$ )

Ammoniaca ( $\text{NH}_3$ )

Silossani ( $(\text{R}_2\text{SiO})_n$ )

Polveri



# Pulizia biogas: principali tecniche

H<sub>2</sub>S



- *Desolfurazione biologica*
- *Aggiunta di Cloruro Ferroso o Ferrico (FeCl<sub>2</sub> – FeCl<sub>3</sub>)*
- *Carboni attivi impregnati*
- *Ossido o idrossido di ferro*
- *Lavaggio con idrossido di sodio*

H<sub>2</sub>O



- *Raffreddamento a 2-5°C per H<sub>2</sub>O o -23°C per silossani*
- *Carboni attivi, gel di silice*

Silossani



- *Adsorbimento con glicolati e rigenerazione*

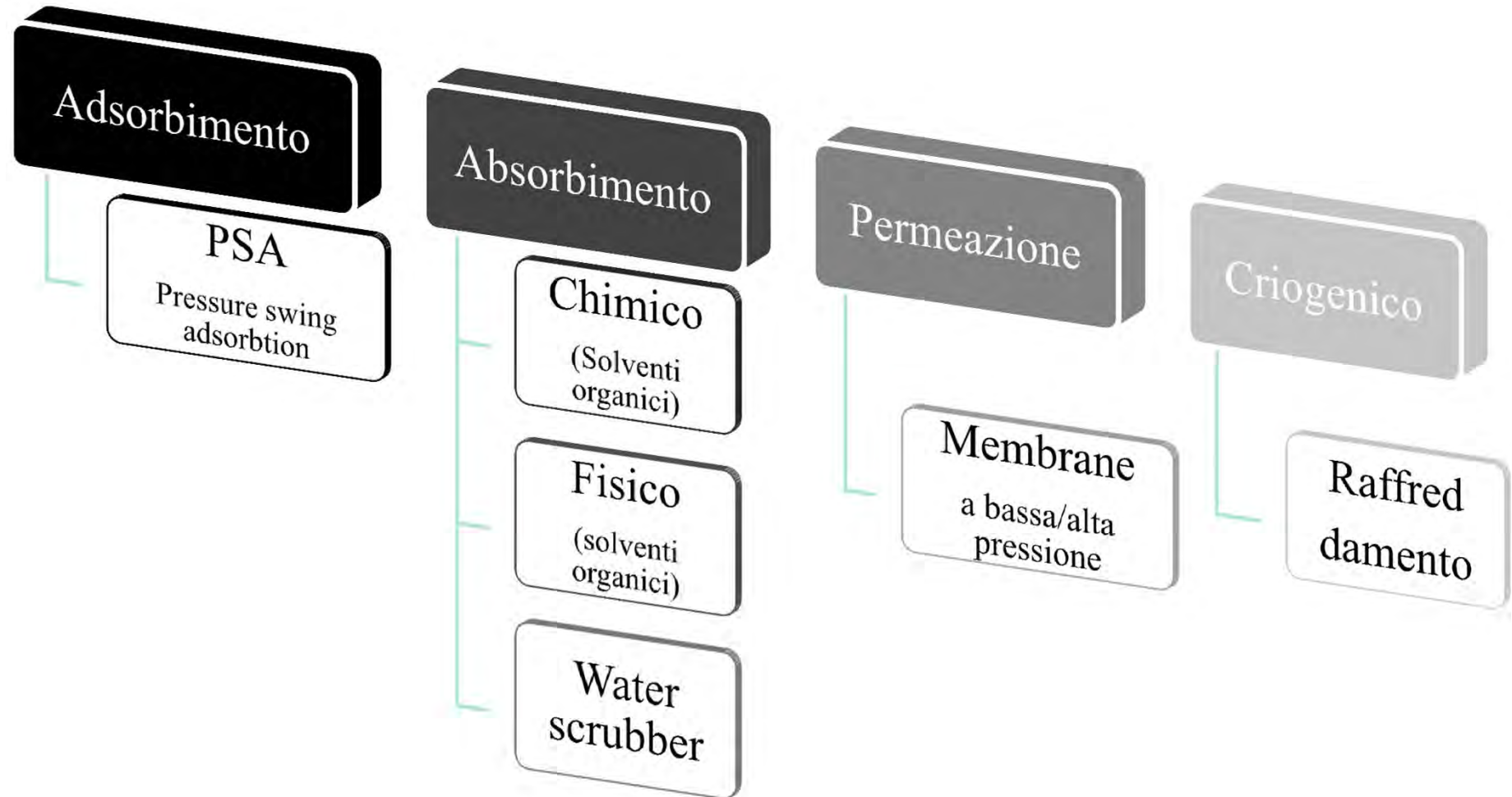
Ammoniaca



- *Setacci molecolari*

(Prasad Kaparaju, 2013)

# Tecniche di Upgrading



# Absorbimento

I gas inquinanti presenti nel flusso di biogas sono disciolti in un solvente liquido successivamente rigenerato. Viene definito anche processo di «Washing» o «Scrubbing»:

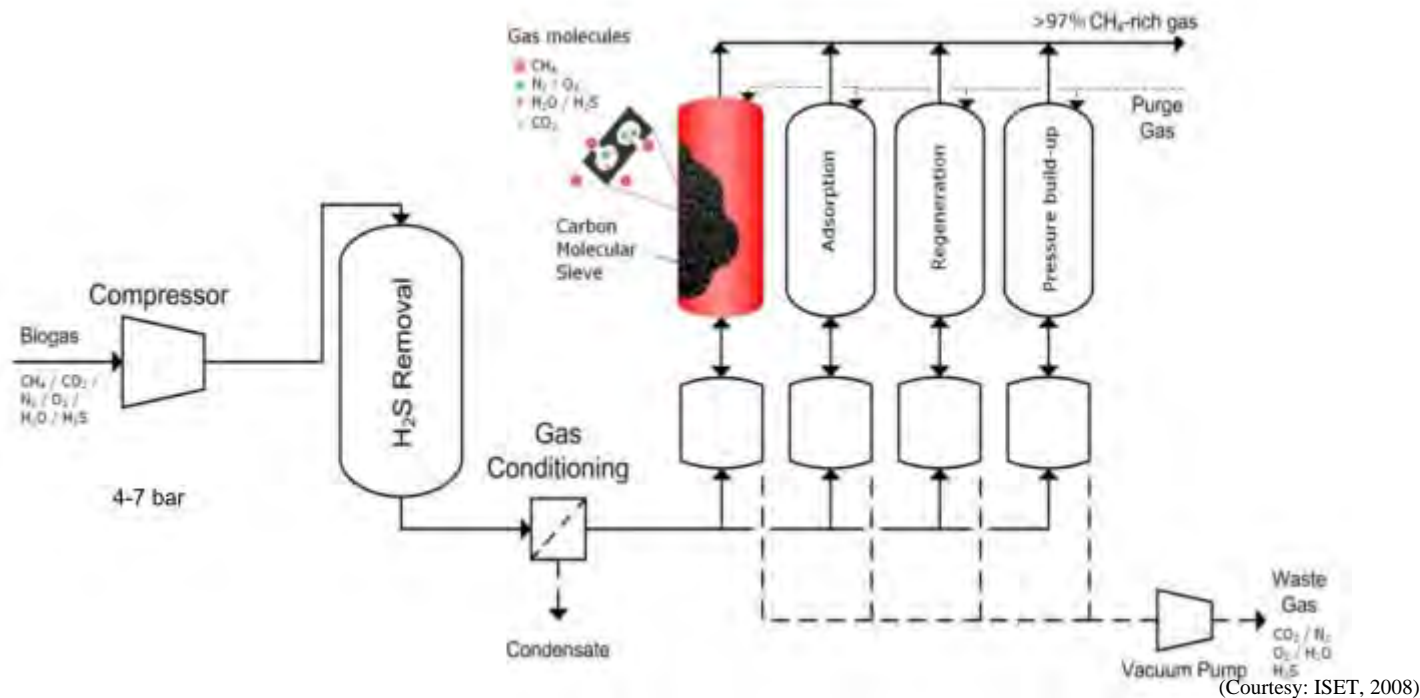
- **Absorbimento fisico**: il composto gassoso è fisicamente assorbito in un fluido solvente non reattivo. La  $\text{CO}_2$  è 55 volte più solubile del  $\text{CH}_4$ . La solubilità aumenta all'aumentare della temperatura e al decrescere della temperatura
- **Absorbimento chimico**: il composto gassoso reagisce chimicamente con il solvente liquido



# Adsorbimento: pressure swing adsorption (PSA)

Le tecnologie per la purificazione del biogas

La tecnologia sfrutta la capacità di diversi materiali adsorbenti (carboni attivi, zeoliti, setacci molecolari) di ritenere selettivamente diverse molecole a pressioni differenti. Visto che  $\text{CH}_4$  ha una dimensione di  $3.8 \text{ \AA}$  e  $\text{CO}_2$   $3.4 \text{ \AA}$  vengono separate con un adsorbente con porosità di  $3.7 \text{ \AA}$ . Adsorbimento avviene in genere a 7-10 bar, il desorbimento a 2-4 bar. Semplicità costruttiva, adattamento a piccole taglie e dimensioni compatte.



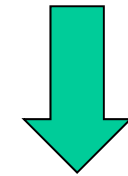
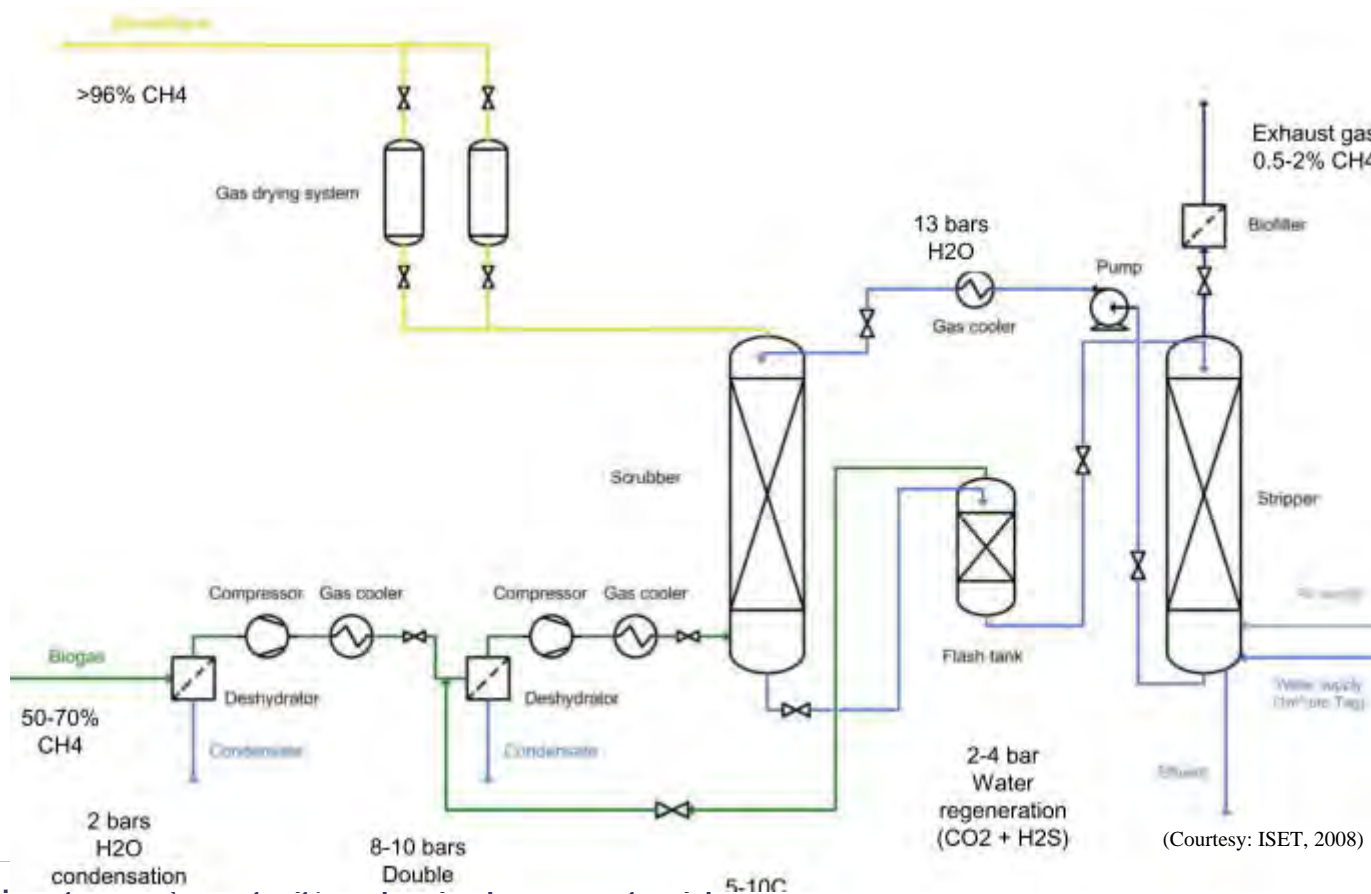
97-98% di  $\text{CH}_4$   
nel biometano

0,5-2% di  $\text{CH}_4$  nel gas  
di coda, superiori in  
caso di cattivo funz.

$\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{H}_2\text{O}$  devono  
essere separate prima  
per evitare corrosioni  
e occlusioni

# Absorbimento fisico: water scrubbing

E' una delle tecnologie maggiormente diffuse, può essere installata con e senza recupero dell'acqua di lavaggio e opera anche a piccole taglie. L'assorbimento può avvenire in torri a flusso equicorrente, controcorrente o incrociato.



96-98% di CH<sub>4</sub>  
nel biometano

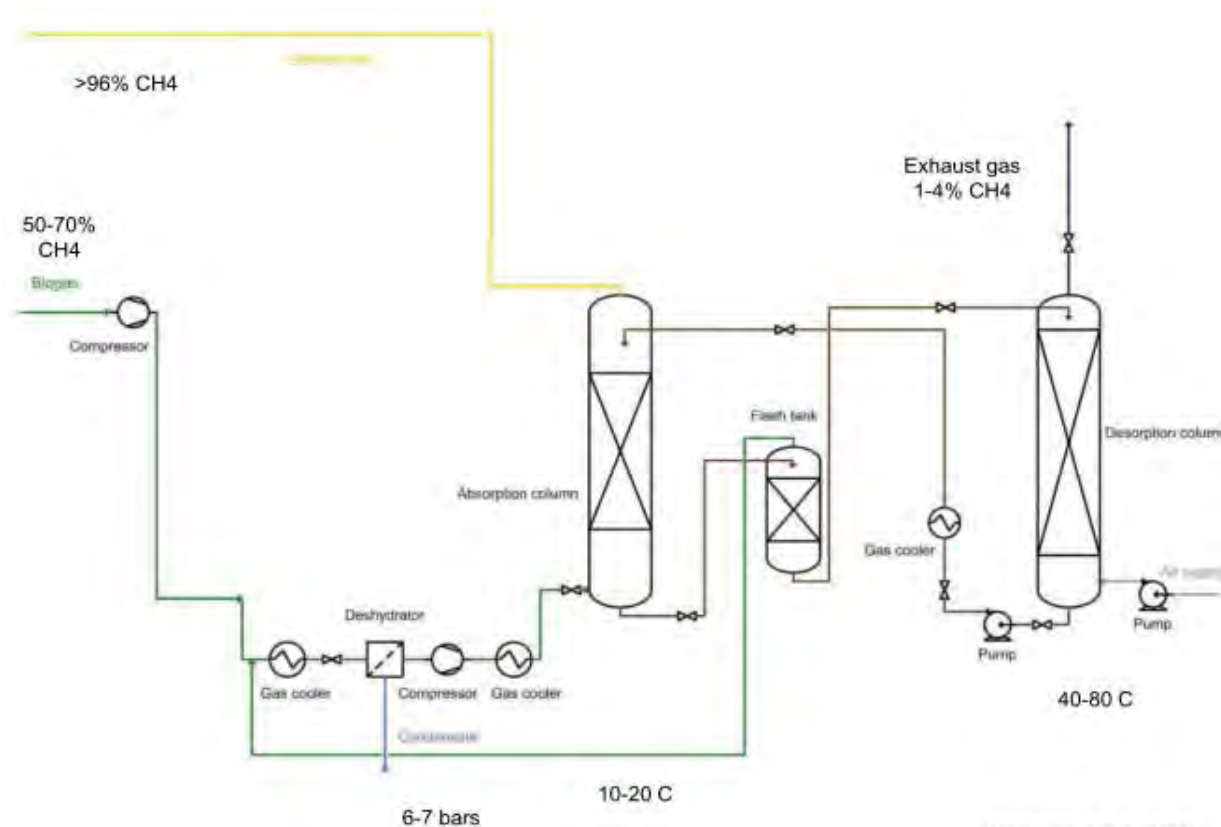
0,5-2% di CH<sub>4</sub>  
nel gas di coda

H<sub>2</sub>S deve essere  
separato prima per  
evitare corrosioni



# Absorbimento fisico: solventi organici (PEG – Polyethylene glycol)

E' una tecnologia simile a quella con scrubber ad acqua, ha il vantaggio che CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S sono maggiormente solubili nel PEG e quindi dimensioni e consumi energetici sono inferiori. Ottimizza anche la deumidificazione



93-98% di CH<sub>4</sub>  
nel biometano

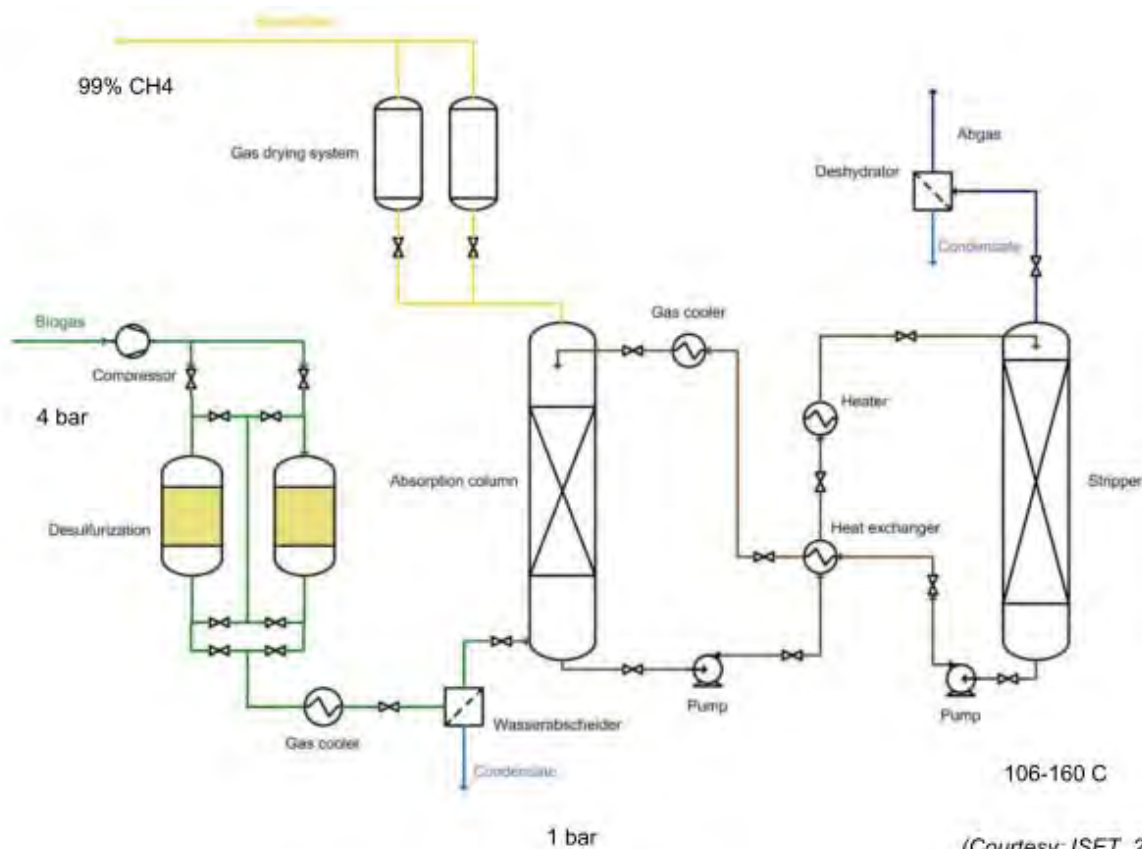
1-4% di CH<sub>4</sub>  
nel gas di coda

H<sub>2</sub>S deve essere  
separato prima per  
evitare corrosioni

# Absorbimento chimico: ammine (MEA e DMEA) o soluzione di potassio carbonato

Le tecnologie per la purificazione del biogas

Tecnologia molto complessa, ad alta efficienza (impianto + piccolo) ma non separa N<sub>2</sub>. Opera a pressioni molto basse grazie all'alta affinità MEA/DMEA-CO<sub>2</sub>. Solvente rigenerata con processo termico



99% di CH<sub>4</sub>  
nel biometano

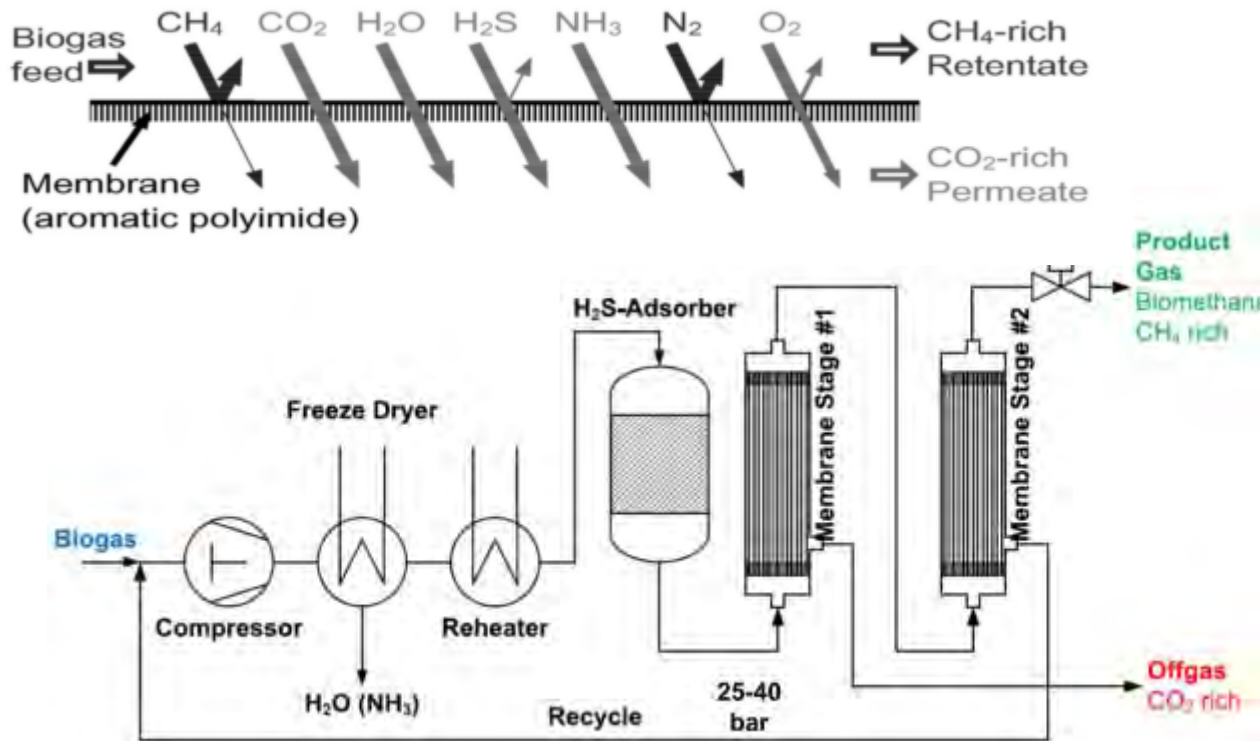
0,1-0,2% di CH<sub>4</sub>  
nel gas di coda

H<sub>2</sub>S deve essere  
separato prima per  
evitare corrosioni

(Courtesy: ISET, 2008)

# Membrane

Tecnologia semplice, sfrutta la selettività di una membrane alle diverse molecole. La differenza di pressione parziale dei diversi gas attraverso la membrana è il parametro più importante. Lavorano ad alte pressioni (25-40 bar) o basse pressioni (9 bar). Le membrane possono essere a base di polimeri o acetato di cellulosa: discreti costi di manutenzione. Elevata flessibilità impiantistica



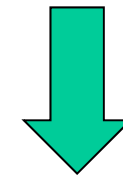
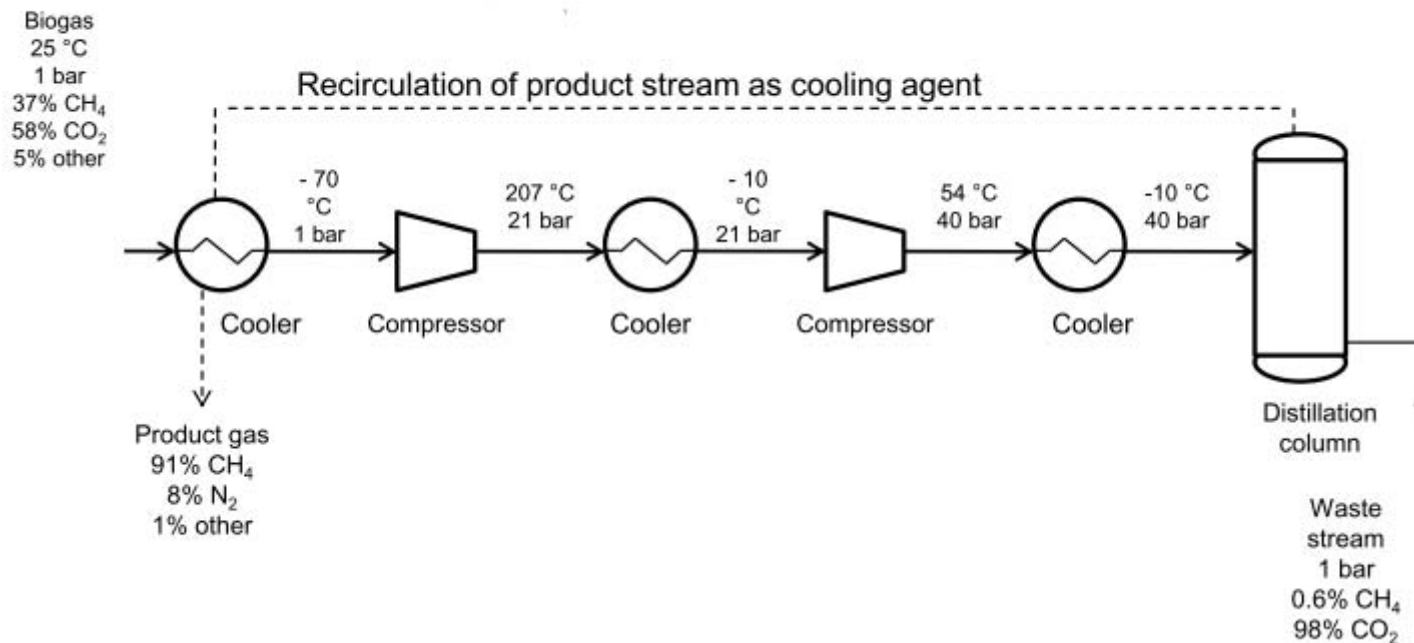
82-89% di  $\text{CH}_4$   
nel biometano

10-12% di  $\text{CH}_4$   
nel gas di coda

$\text{H}_2\text{S}$  deve essere  
separato prima per  
evitare corrosioni

# Tecnologia criogenica

Tecnologia che sfrutta il punto di ebollizione dei gas ( $\text{CO}_2$   $-78^\circ\text{C}$ ,  $\text{CH}_4$   $-160^\circ\text{C}$ ): il biogas viene raffreddato fino al punto in cui la  $\text{CO}_2$  condensa e può essere separata come liquido. Tecnologia costosa, energeticamente dispendiosa, applicazione relativamente rara.



90% di  $\text{CH}_4$   
nel biometano

0,5-2% di  $\text{CH}_4$   
nel gas di coda

$\text{H}_2\text{S}$  deve essere  
separato prima per  
evitare corrosioni

# Gas di coda!

Il gas di coda difficilmente può essere combusto in torcia senza il sostentamento di gas naturale o biogas.

Le perdite di metano devono essere limitate al massimo per note ragioni economiche e ambientali.

Il gas di coda può:

- essere miscelato con biogas per essere utilizzato in cogenerazione
- essere trattato per ossidazione termica (sistemi di ossidazione senza fiamma)
- essere trattato per ossidazione catalitica
- essere trattato ulteriormente con un secondo passaggio in membrana
- essere trattato per recuperare CO<sub>2</sub> e/o essere integrato in sistemi Power-to-gas

# Comparazione tecnologica

	Water scrubber	MEA/DMEA	PSA	Membrane	Criogenico
<b>Pressione di lavoro</b>	7-10	1	4-7	8-10	25-40
<b>Purezza massima (%)</b>	94	90	91	98	98
<b>Perdite di CH<sub>4</sub> (%)</b>	<2	<0.1	<2	nd	<2-10
<b>Deumidificazione preliminare</b>	si	si	no	no	no
<b>Desolfurazione preliminare</b>	no	si	si	si	si
<b>Operatività annua (%)</b>	96	91	94	98	98
<b>Costo energetico (kWh/m<sup>3</sup> biometano)</b>	0,43	0,646	0,335	0,769	nd
<b>Costo complessivo (€/m<sup>3</sup> biometano)</b>	0,13	0,17-0,28	0,25	0,12-0,22	0,44



# Stato dell'arte biometano in Europa

## Situazione 2013

Le tecnologie per  
la purificazione  
del biogas



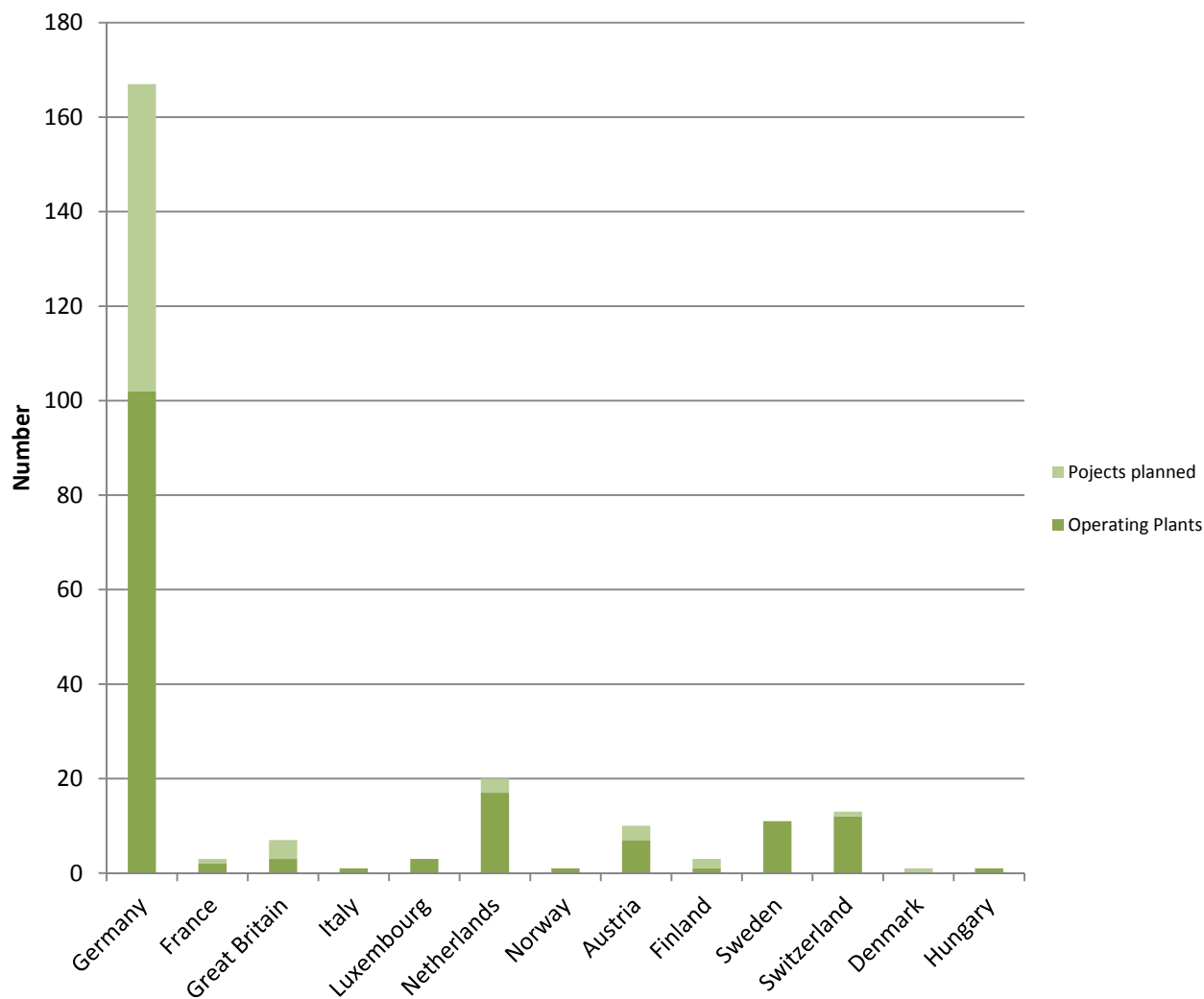
IN EUROPA

a dicembre 2013:

**> 230 impianti di upgrading**

circa 70% inietta il  
BM nella rete del  
gas naturale

**> 1 miliardo m<sup>3</sup> BM  
/anno**



# Potenzialità biometano in UE



## Potenzialità per il biometano In Europa (volumi di biometano)



(assuming 90% of the overall biomass potential can be used)	Biomass pot. [PJ/a]	Biomethane potential [PJ/a] / [billion m <sup>3</sup> /a]	
		via Biogas	via Bio-SNG
Woody biomass (forest wood and residues and other woody residues)	2 482 + 1 671	-	2 375 / 66
Herbaceous biomass residues (50 % via biogas, 50 % via SNG)	725 <sup>a</sup>	176 / 5	212 / 6
Wet biomass residues (MSW is not considered)	1 040	936 / 26	-
Energy crops (min - max)	2 598 – 7 730	1 724 – 5 131	48 – 143
Sum (min – max)		5 477 – 8 884	151 – 246

<sup>a</sup> related to the calorific value; b

**In Europa produzione potenziale di BM =  
151-245 miliardi di m<sup>3</sup> / anno**

# Potenzialità del biogas/biometano in Italia

Circa 8 Miliardi m<sup>3</sup> di CH<sub>4</sub>/anno o circa 3300 MWe

Le tecnologie per  
la purificazione  
del biogas

**Stima  
CIB  
2013**



Il biometano: un'opportunità per le aziende agro-zootecniche  
Fiera - Cremona, 6 marzo 2014

# Possibili applicazioni nel settore agro-zootecnico

## Esempi virtuosi

Le tecnologie per  
la purificazione  
del biogas

Inaugurazione: venerdì 25 ottobre 2013



TONINELLI FRATELLI SOCIETA' AGRICOLA, Pieve Fissiraga (LO)



"BIO"IDROMETANO

Il biometano: un'opportunità per le aziende agro-zootecniche  
Fiera - Cremona, 6 marzo 2014





# Possibili applicazioni nel settore agro-zootecnico

## Esempi virtuosi

Le tecnologie per  
la purificazione  
del biogas



**safe** S.p.A.

Persiceto  
Bioenergia  
Società  
Agricola,

San Giovanni  
Persiceto





# Possibili applicazioni nel settore agro-zootecnico




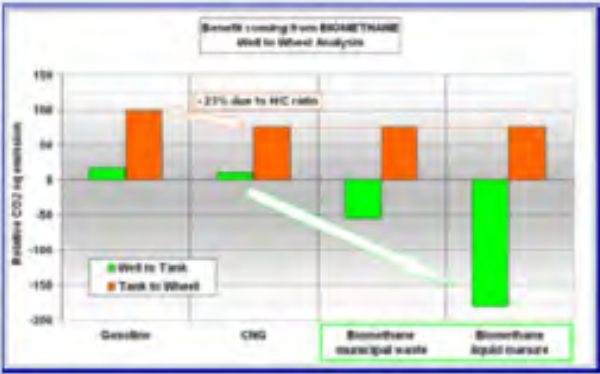
## Esempi virtuosi

Le tecnologie per la purificazione del biogas

PRIMO ESEMPLARE AL MONDO DI TRATTORE A BIOMETANO (STEYR BRAND) - 1/2

CENTRO RICERCHE FIAT

Benefit coming from BIOMETANE Well to Wheel Analysis

Fuel Type	Well to Tank (g CO2/kg)	Tank to Wheel (g CO2/kg)
Diesel	~10	~100
CNG	~10	~80
Biometane municipal waste	~-100	~80
Biometane liquid manure	~-180	~80

- 23% due to HC ratio

Public - 12-02-03

La opportunità del biometano per l'autotrazione e gli usi agricoli  
Antonio Fuganti - CRF Trento Branch

Il presente documento contiene informazioni di proprietà di CRF e documenti a cui sono relativi. In caso di conteste non possono essere copiate, riprodotte, concesse a terzi, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di CRF.

Il biometano: un'opportunità per le aziende agro-zootecniche  
Fiera - Cremona, 6 marzo 2014





# Il Progetto BIOMETHER

## Il biometano in Regione Emilia-Romagna

Le tecnologie per  
la purificazione  
del biogas

### Azioni:

- Realizzazione di due impianti dimostrativi per l'**upgrading** di biogas e produzione di **biometano per distribuzione in rete e per l'autotrazione**.
- Misure Strategiche (network "biometano", scenari, linee guida, orientamento del sistema normativo/pianificatorio regionale)

### Partners:

- ASTER – coordinamento. Comunicazione e divulgazione, misure strategiche
- CRPA – partner scientifico. Analisi e monitoraggio, misure strategiche
- SAFE – progettazione e costruzione impianti upgrading
- HERA, IREN – gestione degli impianti, produzione e distribuzione biometano
- RER – cofinanziatore



Grazie per l'attenzione

s.piccinini@crpa.it

c.fabbri@crpa.it

www.crpa.it



CONVEGNO

**IL BIOMETANO :**  
un'opportunità per le  
aziende agro-  
zootecniche

6 marzo 2014  
FIERA - CREMONA

