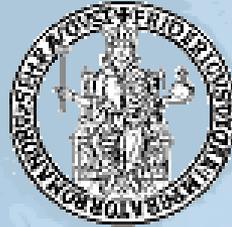


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Tesi di Laurea
SICUREZZA NEI SITI DI PRODUZIONE ED UTILIZZO DEL BIOGAS

Relatore
Ch.mo Prof.
ANDREOZZI ROBERTO

Candidato
VENERUSO
GIOVANNA
Matricola N49000278

ANNO ACCADEMICO 2014-2015

INTRODUZIONE

Processo di digestione anaerobica (AD)



- Gruppi di microorganismi per la degradazione di uno specifico materiale organico complesso in prodotti finiti semplici

MOLECOLE	PRESENZA NEL BIOGAS
Metano	25%÷75%
Anidride carbonica	25%÷75%
Idrogeno solforato	0.02%÷0.2%
Idrogeno, Ammoniaca, Ossigeno, Azoto molecolare	tracce

USO DEL BIOGAS

- Produrre calore e/o vapore
- Generare potenza includendo o meno il calore
- Fornire energia industriale per calore, vapore e/o energia elettrica
- Produrre sostanze chimiche
- Sostituire il tradizionale carburante del veicolo con il biometano che è rinnovabile ed amico dell'ambiente



Da 1 Nm³ di biogas si producono fino a 2 kWh di energia elettrica e circa 2-3 kWh di calore o, in alternativa, circa 0.6 Nm³ di biometano

PERICOLI GESTIONE BIOGAS

Esplosioni

- Metano

Tossicità per l'uomo

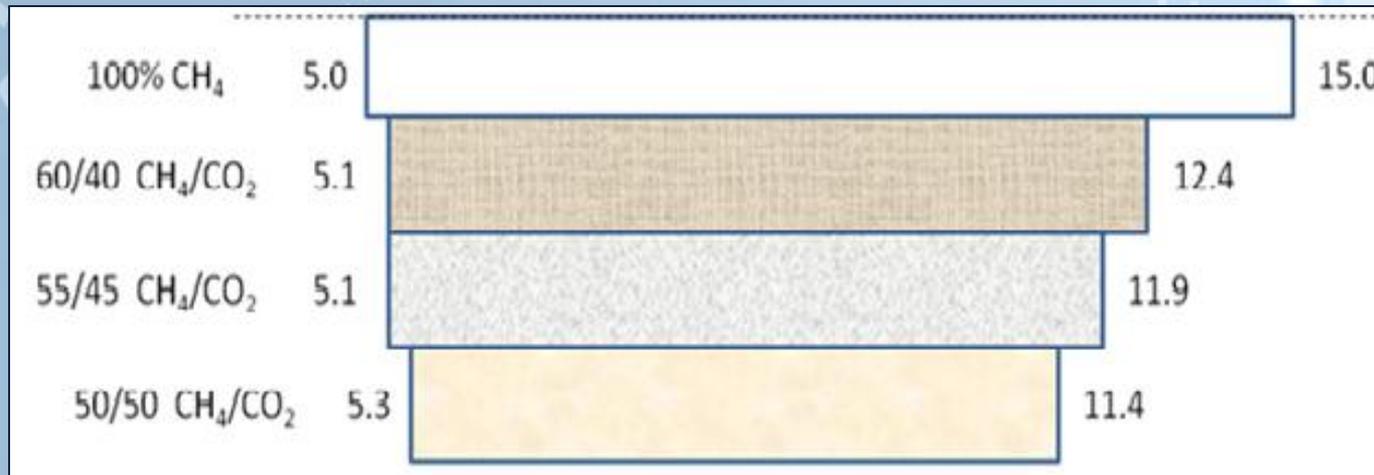
- Idrogeno solforato

Asfissia

- Metano
- Anidride carbonica
- Idrogeno solforato

CARATTERISTICHE ESPLOSIVE

- Reattività legata al contenuto di metano ed anidride carbonica

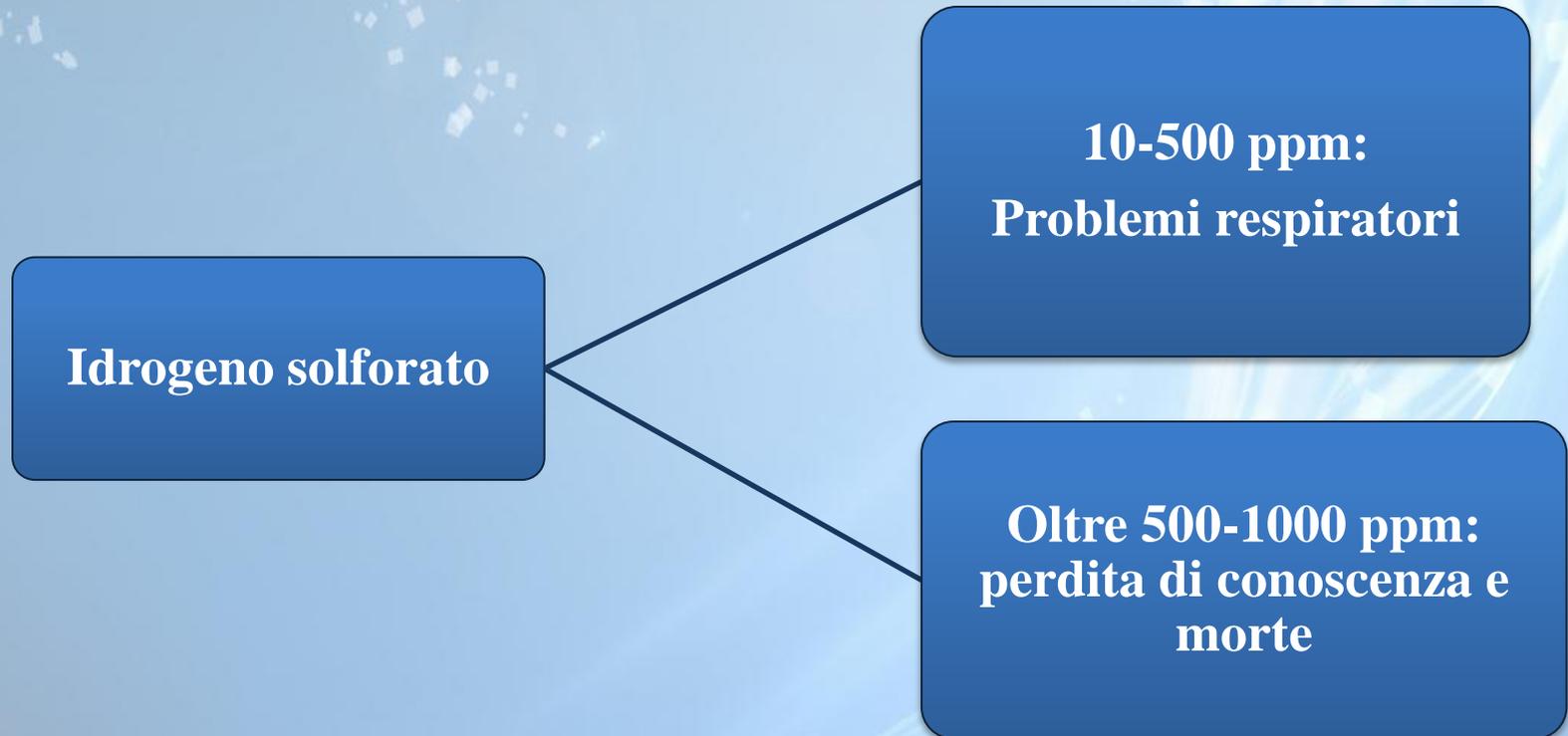


Limiti di infiammabilità per il biogas di diverse composizioni

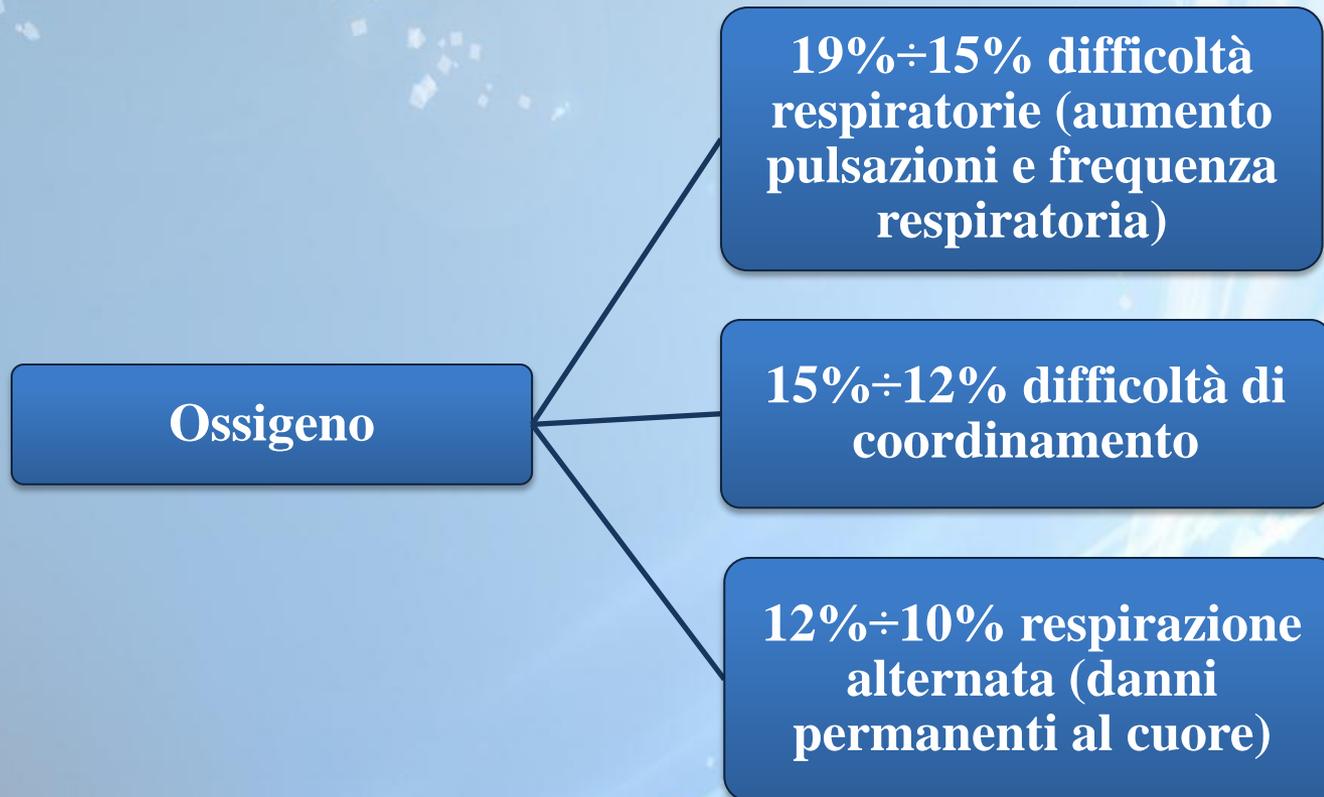
- Presenza di vapor d'acqua come inerte (biogas diluito)

CARATTERISTICHE TOSSICITA'

- Effetti clinici dipendenti dalla concentrazione e dalla durata dell'esposizione



- Riduzione percentuale ossigeno come conseguenza al rilascio di metano e anidride carbonica in un volume confinato



ESPLOSIONE BIOGAS

Tre esempi di incidenti
(1997-2006 Francia, Italia)



Misure di sicurezza

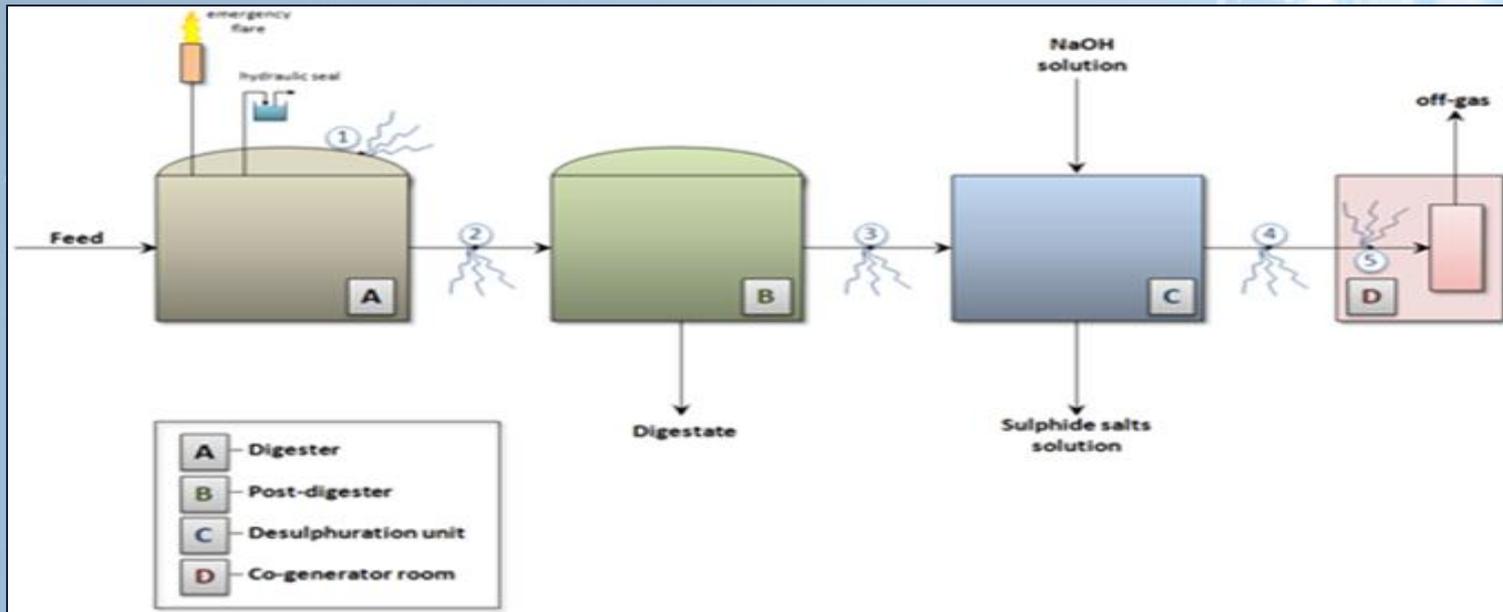
- Aerazione edificio
(concentrazione di metano al di sotto del 25% LFL biogas)
- Dispositivi elettrici
(compatibili con l'atmosfera esplosiva formatasi)
- Arrestatore di fiamma nei tubi di collegamento
(prevenzione propagazione fiamma nell'impianto)

- Legislazione europea (direttiva UE 1999/92/CE) su procedura di classificazione aree di pericolosità di un impianto

Tipi di zone	Definizione
Zona 0	Area con miscela esplosiva presente in tempi prolungati
Zona 1	Area con probabilità di formazione miscela esplosiva in normali operazioni
Zona 2	Area senza formazione miscela esplosiva in normali operazioni. In caso contrario, con formazione in tempi brevi

SCENARI ACCIDENTALI

- Impianto di produzione



- Esplosione nuvola di vapore (VCE) : rilascio di gas all'interno dell'edificio
- Esplosione nuvola di vapore (VCE) : rilascio di gas all'aperto
- Jet fire (lingua di fuoco)
- Rilascio e dispersione di una specie tossica (idrogeno solforato)

Esplosione
nuvola di vapore
(VCE)

Condizioni necessarie

Infiammabilità
materiale

quantità materiale
rilasciato

miscelazione
materiale-aria

accelerazione
velocità di
propagazione fiamma

INERIS

dati esempi di calcolo

$\text{CH}_4/\text{CO}_2 = 80/20$

Stanza di volume $V=9 \cdot 10^3 \text{ m}^3$

ND = 300mm

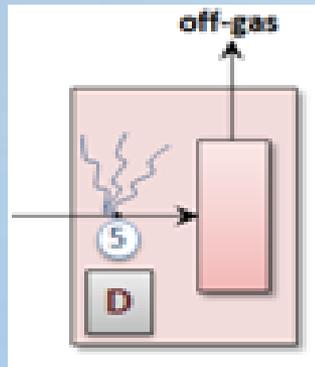
Manometro $P=1.8 \text{ bar}$

$T=15^\circ\text{C}$

✓ RILASCIO DI GAS (INTERNO ED ESTERNO)

- Rilascio di biogas da un tubo di collegamento

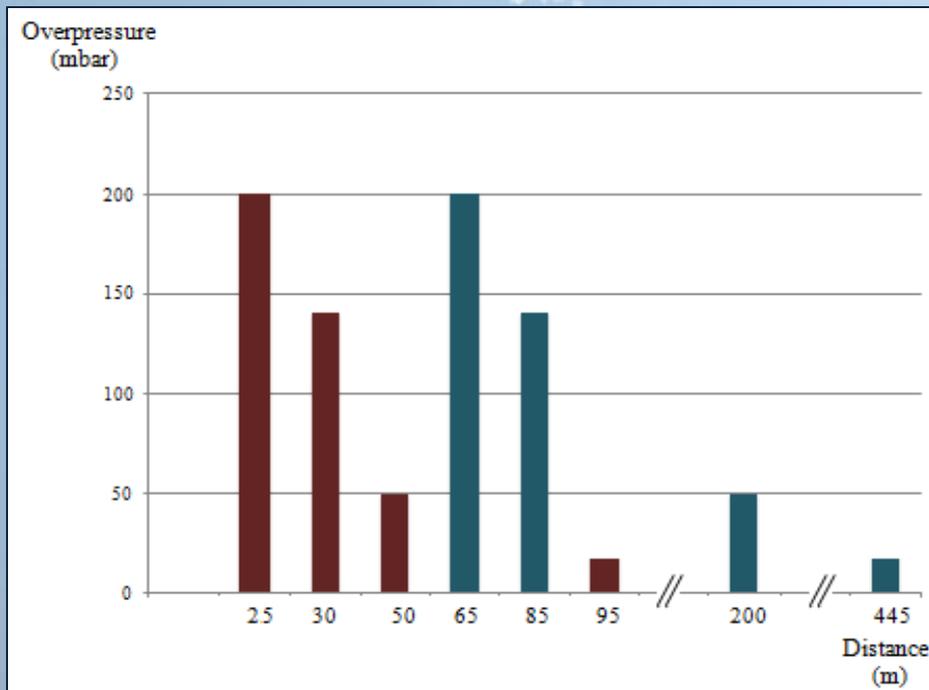
↪ Esempio di stima degli effetti di un'esplosione di miscela in camera cogenerazione per rilascio accidentale di biogas da un tubo (5)



Soglie:

- 200 mbar: effetti letali significativi
- 140 mbar: inizio effetti letali
- 50 mbar: effetti irreversibili
- 20 mbar: effetti indiretti irreversibili

↳ Esempio di stima degli effetti di esplosione esterna di miscela con conseguente rilascio di biogas da tubi (2,3 o 4 senza confinamento)



■ interno
■ esterno

✓ JET FIRE

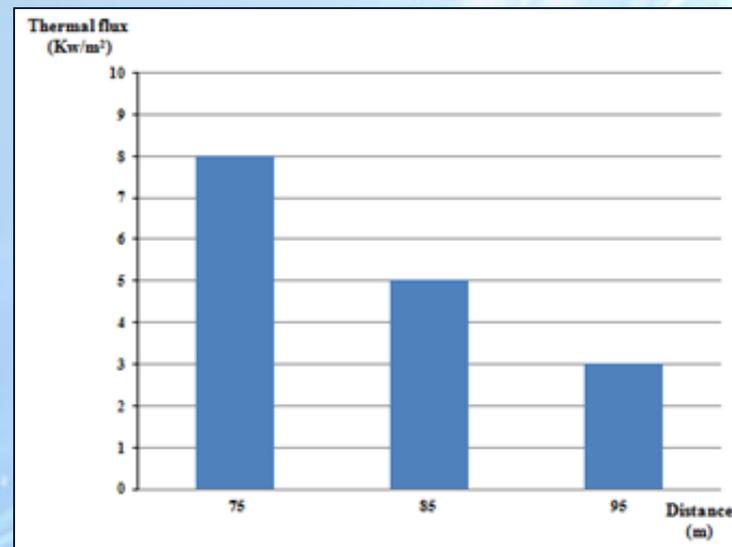
- Idrocarburo rilasciato da fonte pressurizzata ed innescato presso il punto di fuoriuscita (getto infiammato)
- ✓ Stimare la geometria della fiamma
- ✓ Stimare il flusso di radiazioni associato



↪ Esempio di stima degli effetti termici di un getto di fuoco in seguito a rilascio biogas per rottura catastrofica tubo

Soglie:

- 8 Kw/m² effetti letali
- 5 Kw/m² inizio di effetti letali
- 3 Kw/m² effetti irreversibili

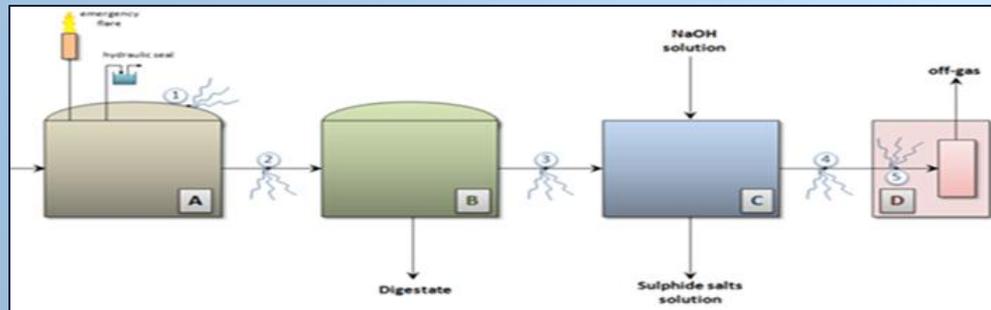


✓ RILASCIO E DISPERSIONE IDROGENO SOLFORATO

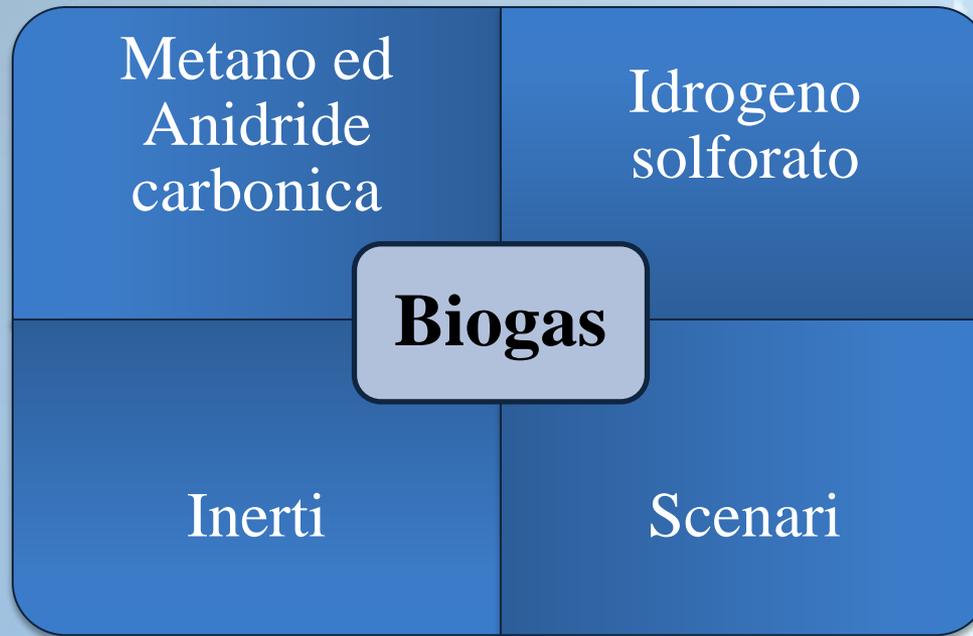
- Le concentrazioni possono essere diverse a seconda del punto di fuoriuscita

Migliaia di ppm
prima delle unità
di desolforazione

Minore di 100 ppm
nel gas trattato
(più diluito)



CONCLUSIONI



Misure di sicurezza preventive