IL PROGETTO BIOMASS HUB
PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA E L'ECONOMIA CIRCOLARE IN LOMBARDIA

17 ottobre 2022 | Sala Pirelli, Milano

Combustione a bassa temperatura dell'off-gas da upgrading con catalizzatori nanostrutturati

Ivano Alessandri
Laboratorio di Chimica e Materiali Sostenibili
Università degli Studi di Brescia

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

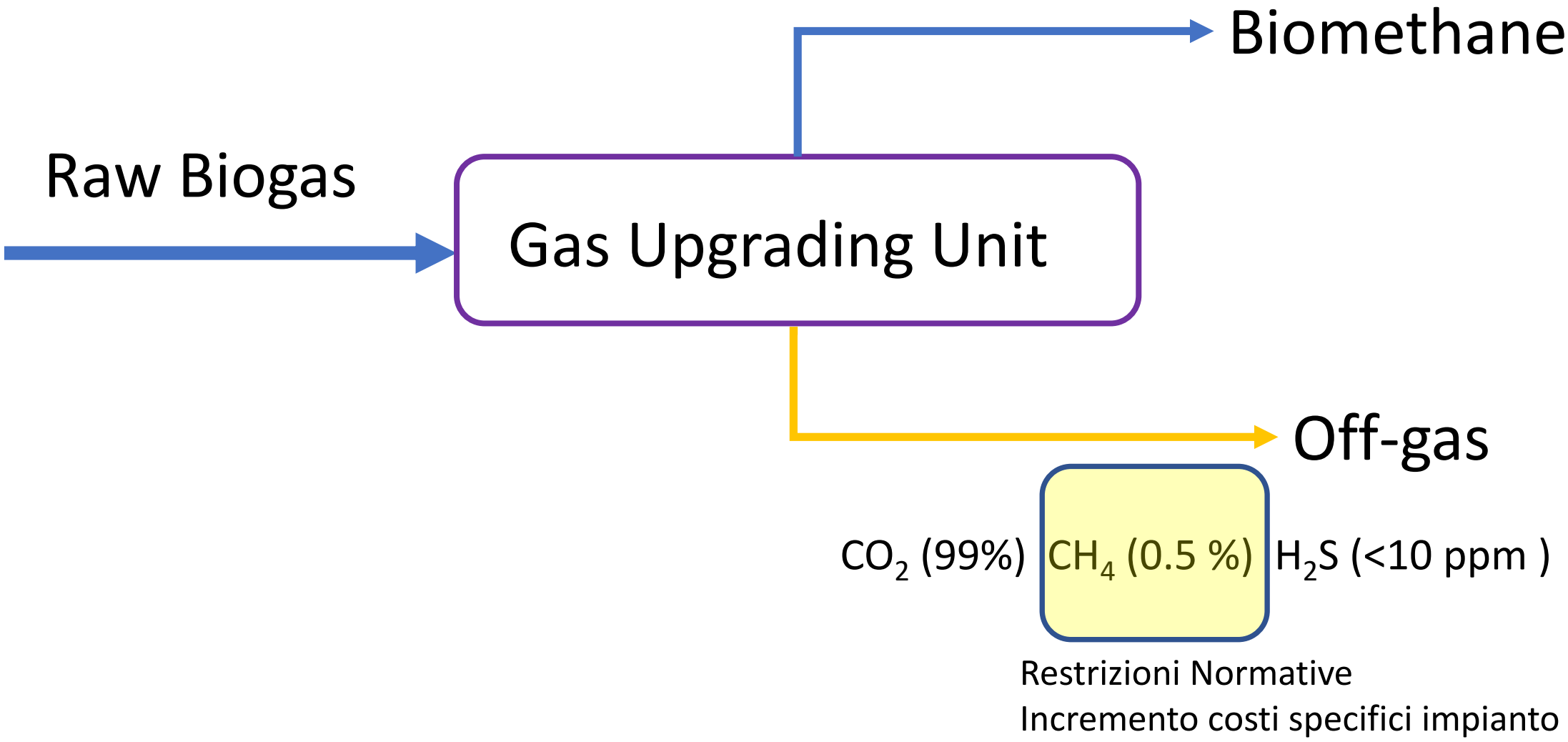
AB Impianti S.r.l.

Sostenibilità in Lombardia VERSO IL 3° FORUM 19-22 OTTOBRE 2022

Regione Lombardia

BIOMASSHUB biometano per una società sostenibile

Il problema del metano nell'off-gas



Perché è fondamentale ridurre le emissioni di metano

1. GAS SERRA → 30% riscaldamento globale

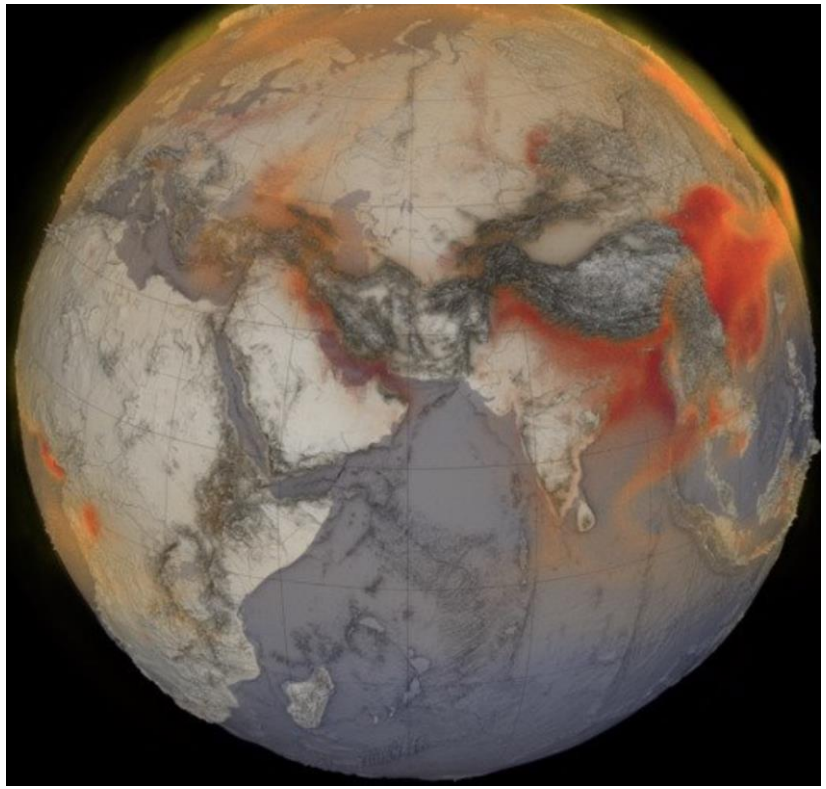
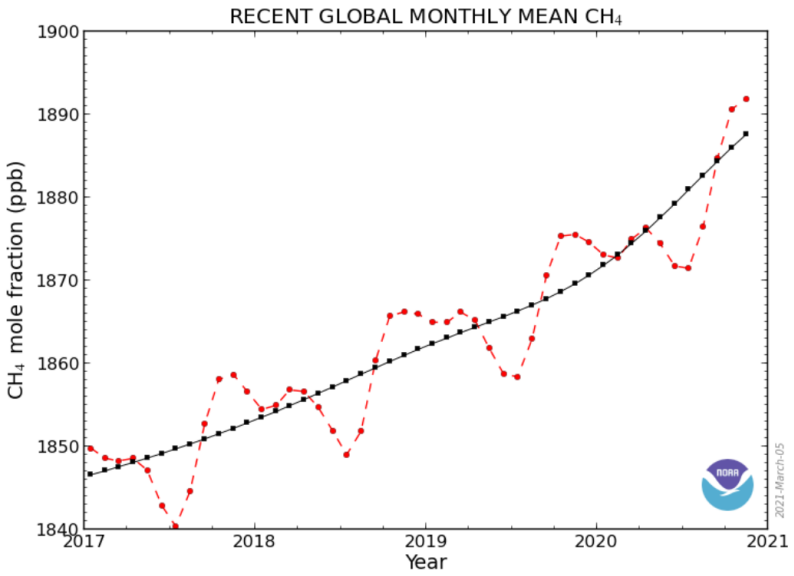
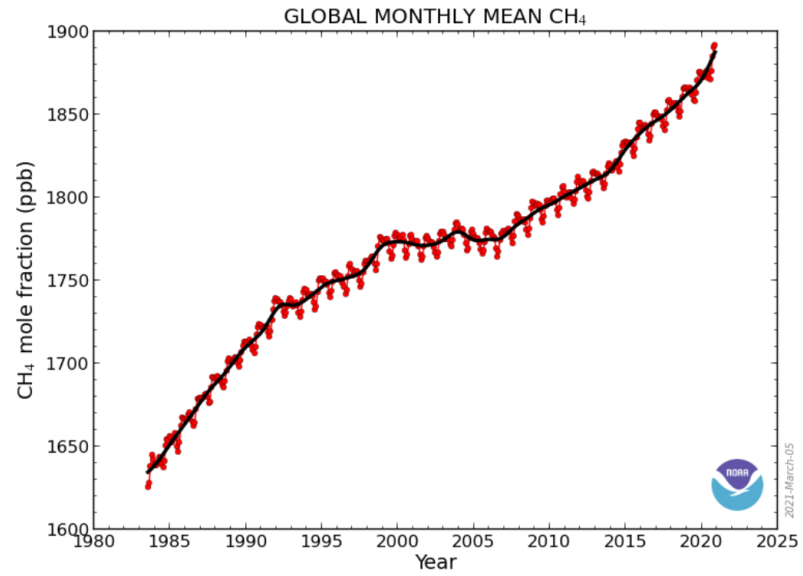


Image credit: Cindy Starr, Kel Elkins, Greg Shirah and Trent L. Schindler, NASA Scientific Visualization Studio

Global CH_4 Monthly Means

November 2020: 1891.9 ppb
November 2019: 1875.6 ppb
Last updated: March 05, 2021





Credit: NOAA Global Monitoring Laboratory

Perché è fondamentale ridurre le emissioni di metano

BIOMASSHUB
biometano per una società sostenibile

1. GAS SERRA

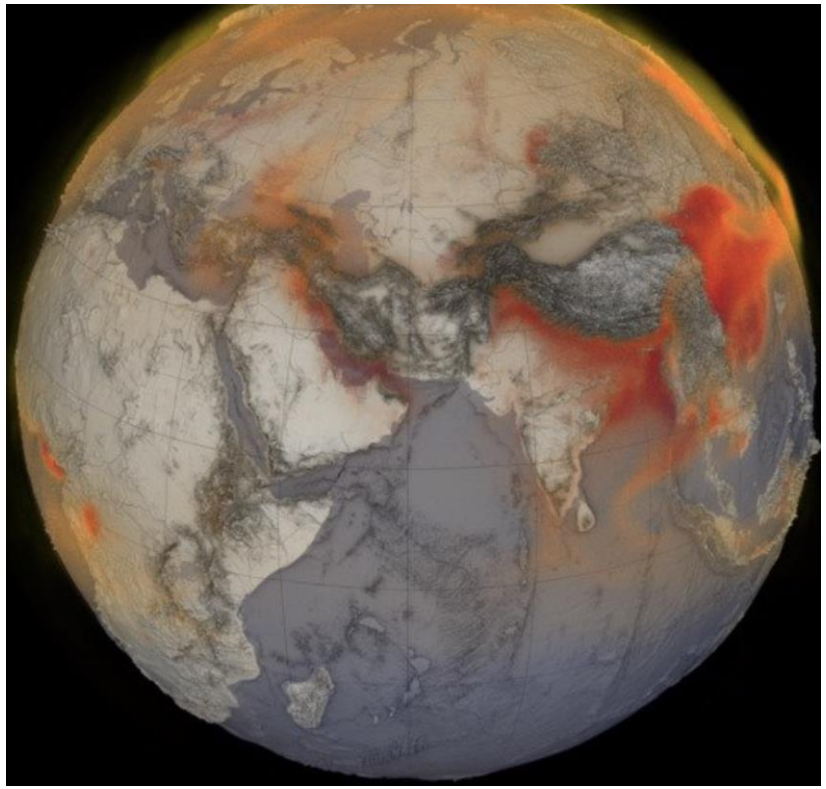


Image credit: Cindy Starr, Kel Elkins, Greg Shirah and Trent L. Schindler, NASA Scientific Visualization Studio

Perché è fondamentale ridurre le emissioni di metano

BIOMASSHUB
biometano per una società sostenibile

1. GAS SERRA

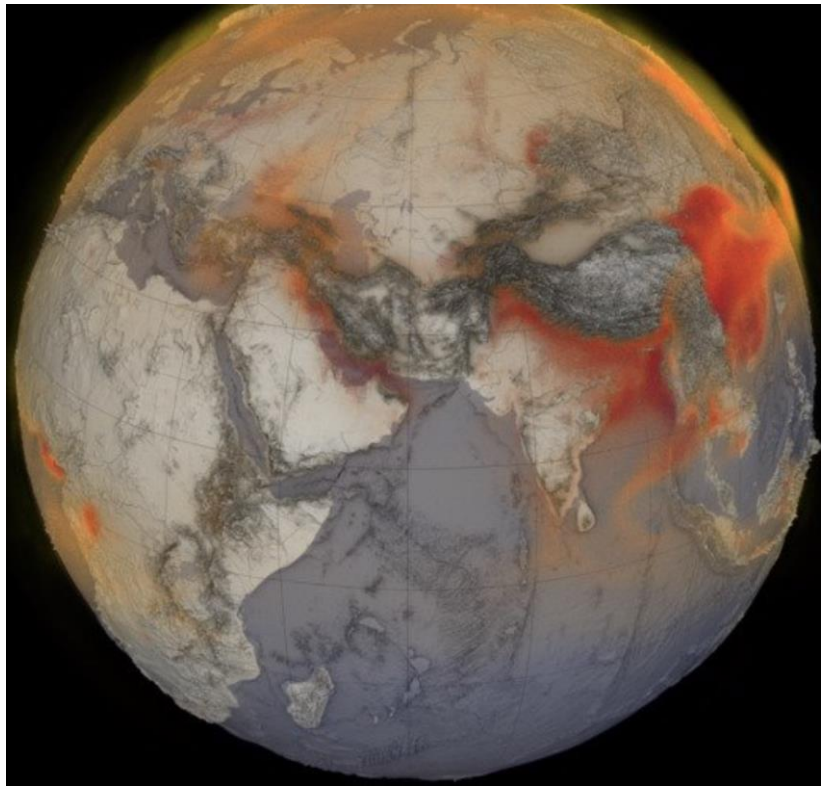
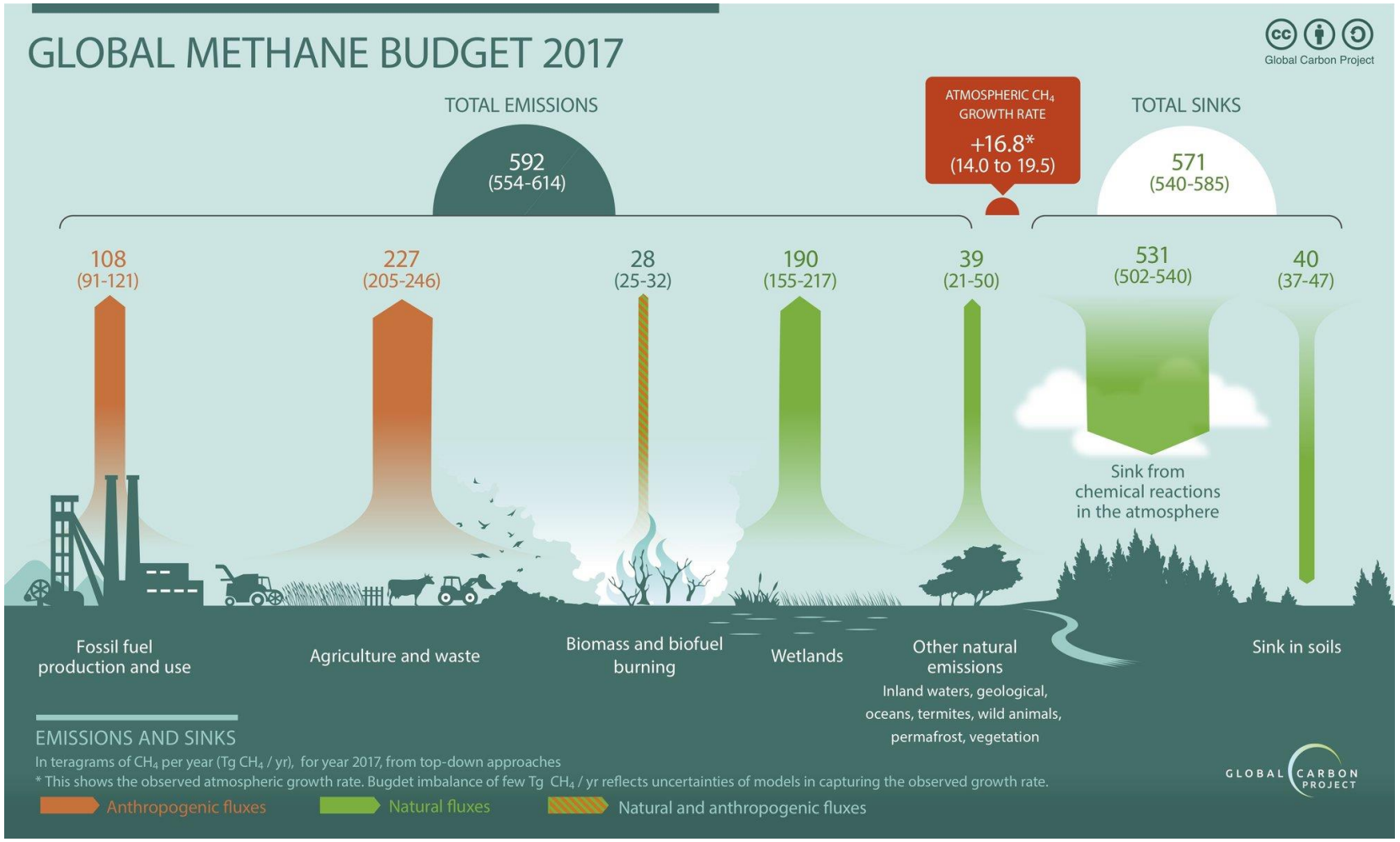
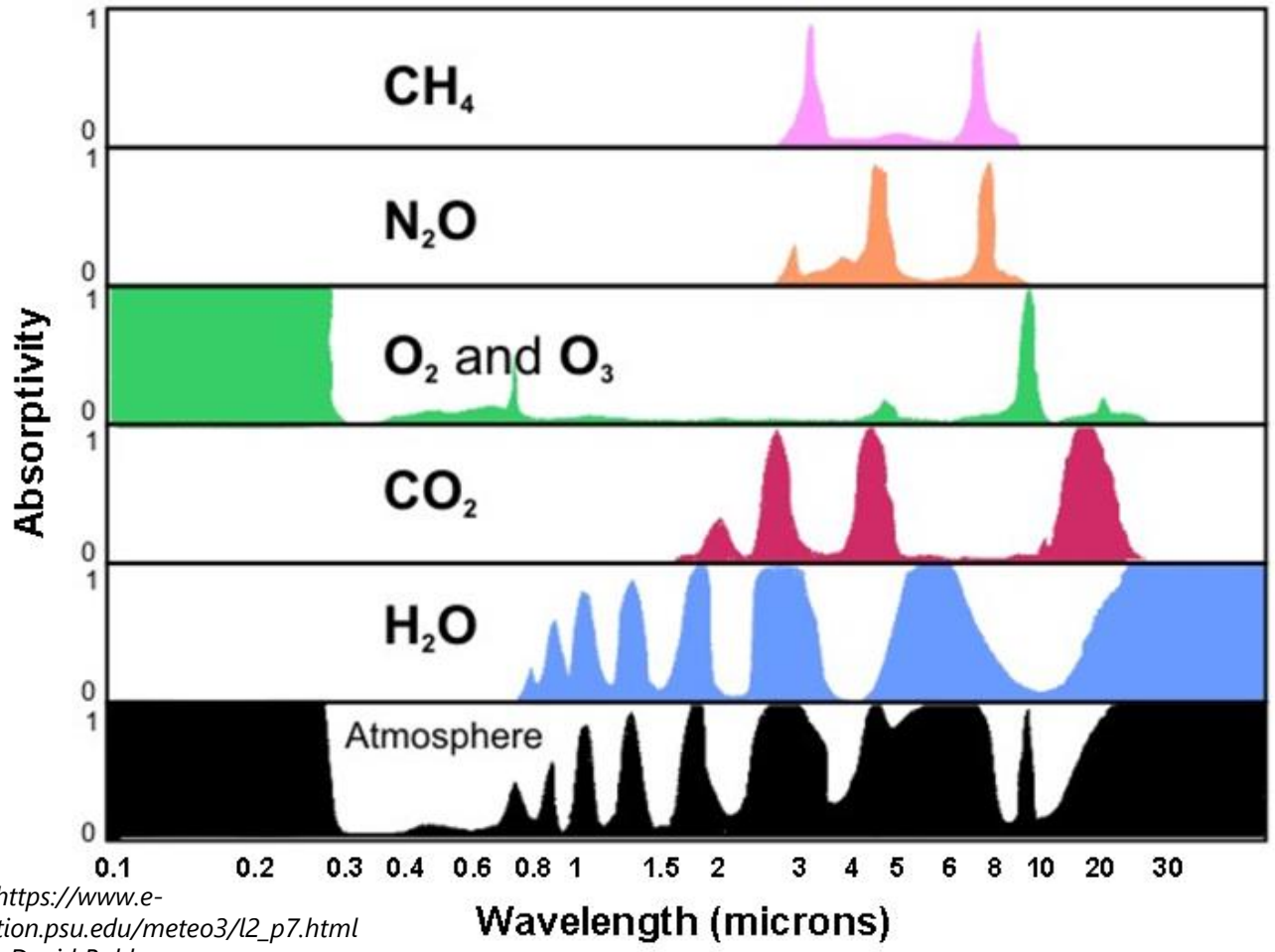


Image credit: Cindy Starr, Kel Elkins, Greg Shirah and Trent L. Schindler, NASA Scientific Visualization Studio



Perché è fondamentale ridurre le emissioni di metano

1. GAS SERRA



From https://www.e-education.psu.edu/meteo3/l2_p7.html
Credit: David Babb

2. PRODUZIONE OZONO (troposfera)

Perché è fondamentale ridurre le emissioni di metano

SALUTE

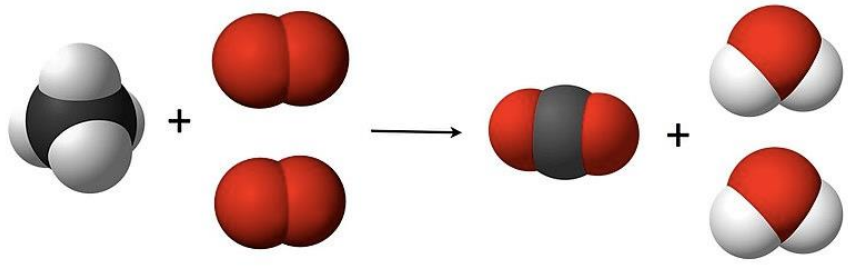
ECOSISTEMI

Il problema del metano nello stream di off-gas

Offgas	
Nm^3/h	545
CH_4	0,5%
O_2	0,5%
CO_2	99,0%
N_2	0,0%
H_2S	< 10 ppm
$Nm^3/h\ CH_4$	2,7
$Nm^3/h\ O_2$	2,7
$Nm^3/h\ CO_2$	539,6
$Nm^3/h\ N_2$	0,0
T offgas °C	20

Composizione off-gas in impianto reale

Bassa concentrazione di metano e ossigeno



$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Bassa temperatura

Incompatibilità con flussi di sistemi reali

- Fotocatalisi?
- Elettrocatalisi?
- Ossidazione biologica promossa da enzimi?

Il problema del metano nello stream di off-gas

BIOMASSHUB
biometano per una società sostenibile

Offgas	
Nm^3/h	545
CH_4	0,5%
O_2	0,5%
CO_2	99,0%
N_2	0,0%
H_2S	< 10 ppm
$Nm^3/h\ CH_4$	2,7
$Nm^3/h\ O_2$	2,7
$Nm^3/h\ CO_2$	539,6
$Nm^3/h\ N_2$	0,0
T offgas °C	20

BIOCH4NGE
UPGRADING SYSTEM

Mix	
Nm^3/h	2113
CH_4	0,22%
O_2	5,32%
CO_2	34,86%
H_2O	8,90%
N_2	50,69%
$Nm^3/h\ CH_4$	4,6
$Nm^3/h\ O_2$	112,5
$Nm^3/h\ CO_2$	736,6
$Nm^3/h\ H_20$	188,2
$Nm^3/h\ N_2$	1071,1
T mix °C	Circa 350

Scarico	
Nm^3/h	1568
CH_4	0,12%
O_2	7,00%
CO_2	12,57%
H_2O	12,00%
N_2	68,31%
$Nm^3/h\ CH_4$	1,9
$Nm^3/h\ O_2$	109,8
$Nm^3/h\ CO_2$	197,1
$Nm^3/h\ H_20$	188,2
$Nm^3/h\ N_2$	1071,1
T fumi °C	470

ECOMAX
ECOMAX
COGENERATOR

Ossidazione del Metano in off-gas: quali catalizzatori?

Offgas	
Nm^3/h	545
CH_4	0,5%
O_2	0,5%
CO_2	99,0%
N_2	0,0%
H_2S	< 10 ppm
$Nm^3/h\ CH_4$	2,7
$Nm^3/h\ O_2$	2,7
$Nm^3/h\ CO_2$	539,6
$Nm^3/h\ N_2$	0,0
T offgas °C	20

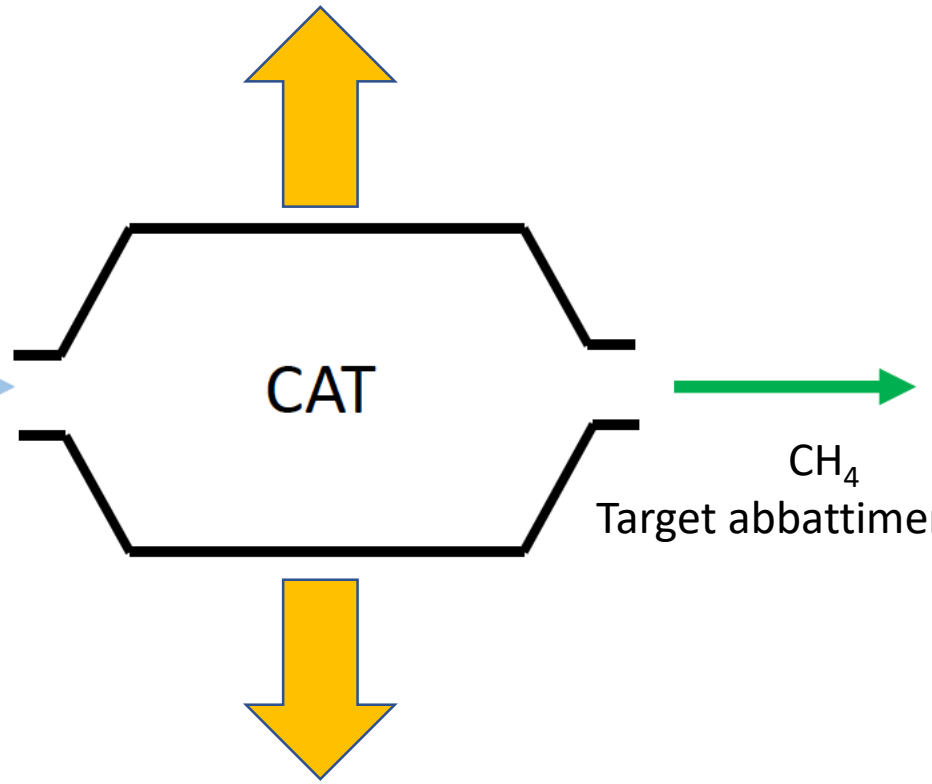
Scarico	
Nm^3/h	1568
CH_4	0,12%
O_2	7,00%
CO_2	12,57%
H_2O	12,00%
N_2	68,31%
$Nm^3/h\ CH_4$	1,9
$Nm^3/h\ O_2$	109,8
$Nm^3/h\ CO_2$	197,1
$Nm^3/h\ H_20$	188,2
$Nm^3/h\ N_2$	1071,1
T fumi °C	470

BIOCH4NGE® UPGRADING SYSTEM

ECOMAX® COGENERATOR

Mix	
Nm^3/h	2113
CH_4	0,22%
O_2	5,32%
CO_2	34,86%
H_2O	8,90%
N_2	50,69%
$Nm^3/h\ CH_4$	4,6
$Nm^3/h\ O_2$	112,5
$Nm^3/h\ CO_2$	736,6
$Nm^3/h\ H_20$	188,2
$Nm^3/h\ N_2$	1071,1
T mix °C	Circa 350

Catalizzatori a base di metalli preziosi (Pt ~~X~~ Pd)



CH_4

Target abbattimento: 60%

Catalizzatori a base di cobalto

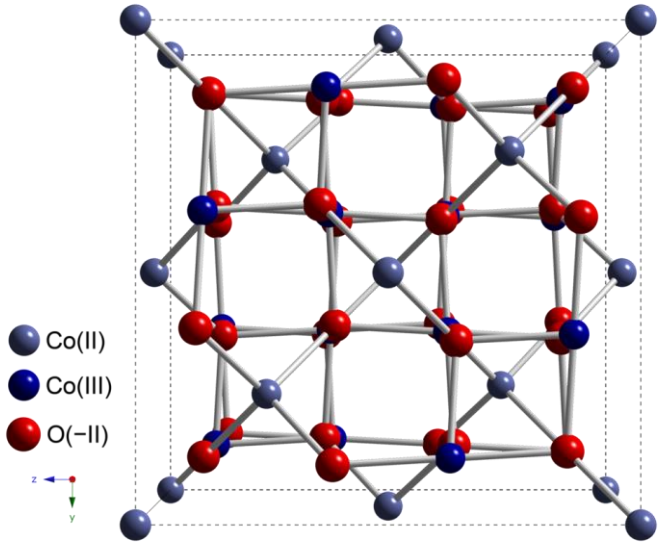
Ossidazione del Metano in off-gas: quali catalizzatori?

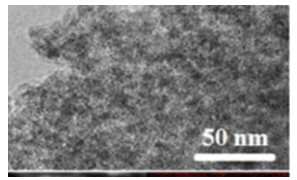
BIOMASSHUB
biometano per una società sostenibile

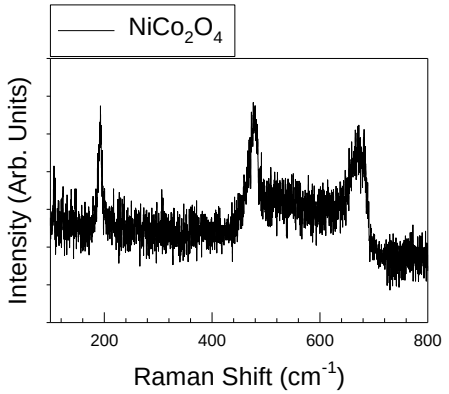
Screening preliminare

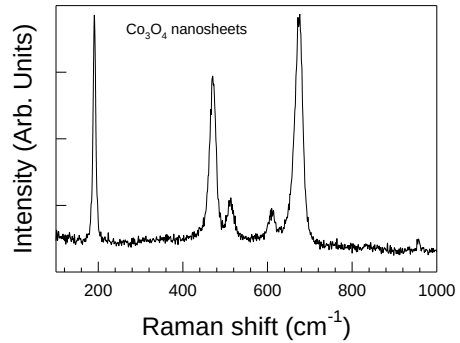
- Nanopiastre (Nanoplates) di Co_3O_4
- Nanofogli (Nanosheets) di Co_3O_4
- ZrO_2-Co_3O_4
- $NiCo_2O_4$ e $Ni_xCo_{2-x}O_4$
- Polveri di Co_3O_4 da carbone attivo
- Polveri di Co_3O_4@SiO_2 da carbone attivo
- Polveri di Co_3O_4@CeO_2 da carbone attivo
- Polveri di Ni_2O_4 da carbone attivo

Caratterizzazione strutturale e microstrutturale









Sostenibilità in Lombardia
VERSO IL 3° FORUM
19-22 OTTOBRE 2022
Regione Lombardia

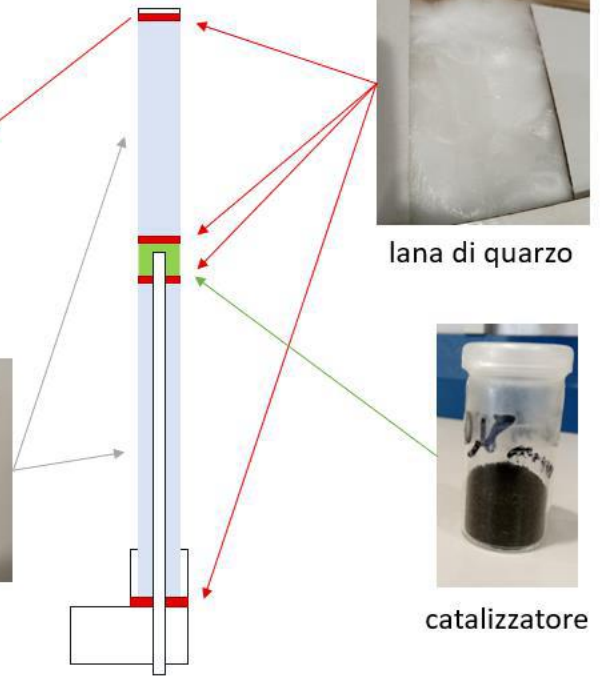
Test catalitici

AB Impianti S.r.l.

Simulazione condizioni operative reali

Gas Hourly Space Velocity (GHSV): 5000 l/h

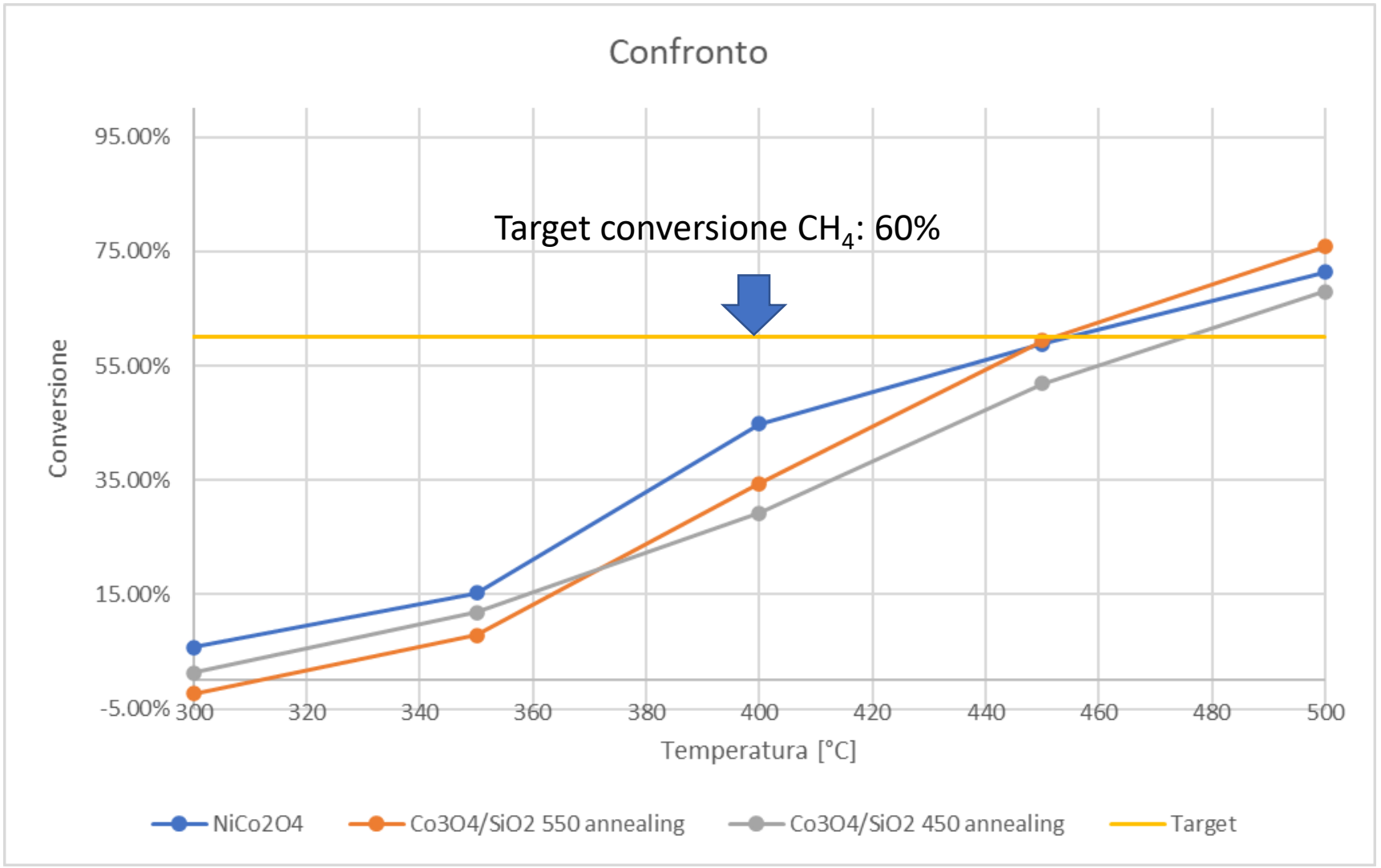
inerte



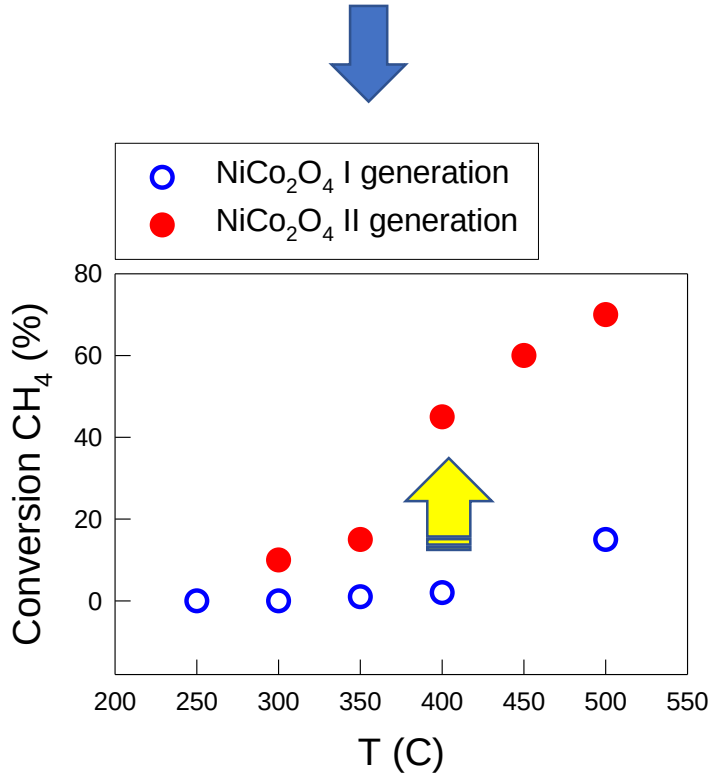
lana di quartzo

catalizzatore

Risultati Test catalitici



NB: ottimizzazione in corso



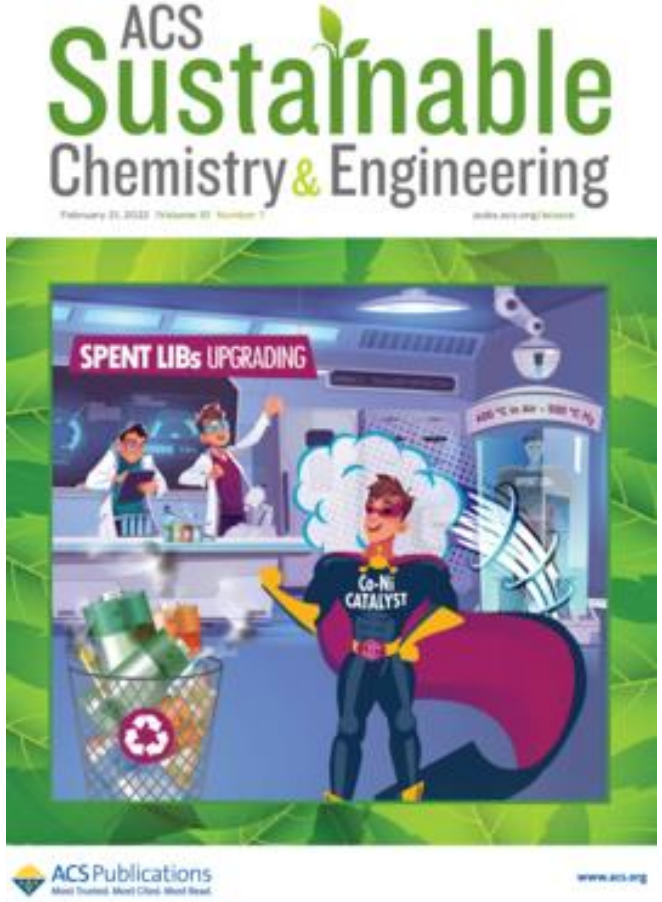
Conclusioni e Prospettive

-L'ossidazione a bassa temperatura del metano residuo presente nell'off-gas da upgrading presente molteplici sfide tecnologiche, che rendono necessaria la produzione di catalizzatori nanostrutturati dotati di caratteristiche migliori rispetto all'attuale stato dell'arte

-Una prima fase di test catalitici ha permesso di individuare i catalizzatori a base di cobalto più promettenti, che raggiungono il target di conversione a 450°C

-Ulteriori sviluppi nella sintesi dei catalizzatori e nella messa a punto del set-up di testing potrebbero portare a raggiungere il target a temperature inferiori a 400°C

-La produzione di catalizzatori a base di cobalto potrebbe essere resa più sostenibile e circolare attraverso il recupero di batterie al litio esauste, con un processo innovativo sviluppato presso l'Università di Brescia (Italian Patent: 102022000002351) *ACS Sus. Chem. Eng.* 2022



Ringraziamenti

Università di Brescia

Irene Vassalini

Alessandra Zanoletti

Marina Maddaloni

Elza Bontempi

AB Impianti S.r.l.

Enrico Calzavacca

Egidio Monticelli

Enrico Mori

Francesco Montorsi

Paolo Spada Lorenzo Guarneri