

*Il ruolo della ricerca e dell'innovazione per la transizione ecologica*

# IDROGENO E COMBUSTIBILI VERDI DA ENERGIA RINNOVABILE E MATERIALI DI SCARTO

Mauro Mureddu

Sotacarbo S.p.A.

# *cosa dice e cosa chiede il MiTE..*

Il MiTE si propone di accelerare e rendere l'Italia un campione globale della transizione ecologica

**Rendere l'Italia resiliente** agli  
inevitabili cambiamenti climatici

**Aumentare consapevolezza  
e cultura** su sfide e  
tematiche ambientali

**Assicurare una transizione  
inclusiva ed equa**, massimizzando i  
livelli occupazionali e  
contribuendo alla riduzione del  
*gap* tra le Regioni



**Rendere il sistema italiano più  
sostenibile** nel lungo termine  
garantendone la competitività

**Sviluppare una *leadership*  
internazionale industriale** e di  
*knowledge* nelle principali filiere  
della Transizione



MINISTERO DELLA  
TRANSIZIONE ECOLOGICA

**Conferenza Unificata, 14 aprile 2021**

Il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione non può però prescindere dall'utilizzo delle **tecnologie più avanzate** e dal continuo miglioramento delle stesse

In questo senso, la ricerca scientifica gioca un ruolo chiave per la transizione ecologica della società



## Sotacarbo: Società Tecnologie Avanzate Low Carbon



Gassificazione  
(biomasse e scarti)



Cattura  
CO<sub>2</sub>



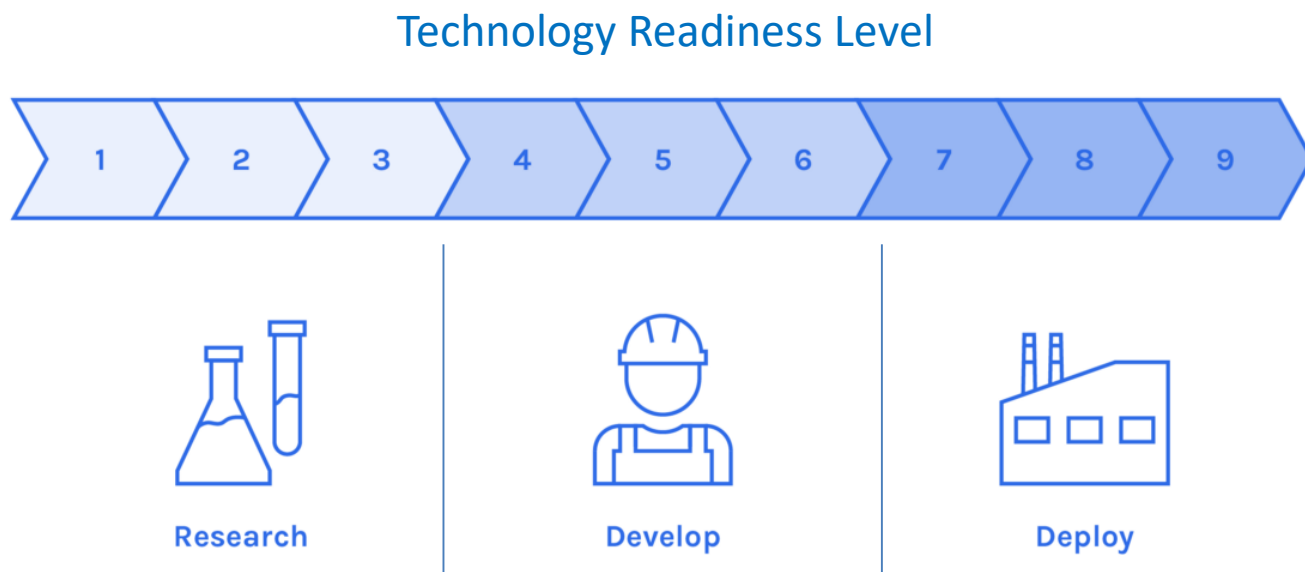
Utilizzo  
CO<sub>2</sub>



Stoccaggio  
CO<sub>2</sub>



Efficienza  
energetica



## *Idrogeno rinnovabile e combustibili verdi*

**3 – 4** Convalidata in laboratorio

**6** Dimostrata in ambiente (industrialmente) rilevante

**8** Dimostrazione di un prototipo di sistema in ambiente operativo  
Sistema completo e qualificato

**MFiX**  
Multiphase Flow with  
Interphase eXchanges

F. Dessì et al., *Energy* 217 (2021) 119394  
M. Mureddu et al., *Fuel* 212 (2018) 626



**laboratorio**

**TRL 2-3**

**TRL 3-4**

**bench-scale**

A. Porcu et al., *Appl. Energy* 293 (2021) 116933



**TRL 5-6**

**pilot-scale**

F. Parrillo et al., *Energy* 219 (2021) 119604



in collaborazione  
con:



**NREL** NATIONAL  
ENERGY  
TECHNOLOGY  
LABORATORY

**V:** Università  
degli Studi  
della Campania  
Luigi Vanvitelli



Produzione di energia elettrica e idrogeno rinnovabile da biomasse lignocellulosiche, micro- e macroalghe, scarti di materiali plastici

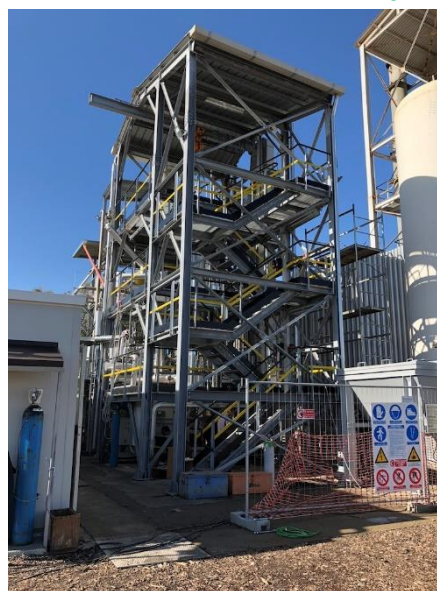
100 g/h



**eccsel**  
**eric**  
The European CC-US Research Infrastructure

**dal 2017**

100 kg/h; 400 kW<sub>th</sub>



**dal 2018**

700 kg/h; 5 MW<sub>th</sub>



**dal 2013**

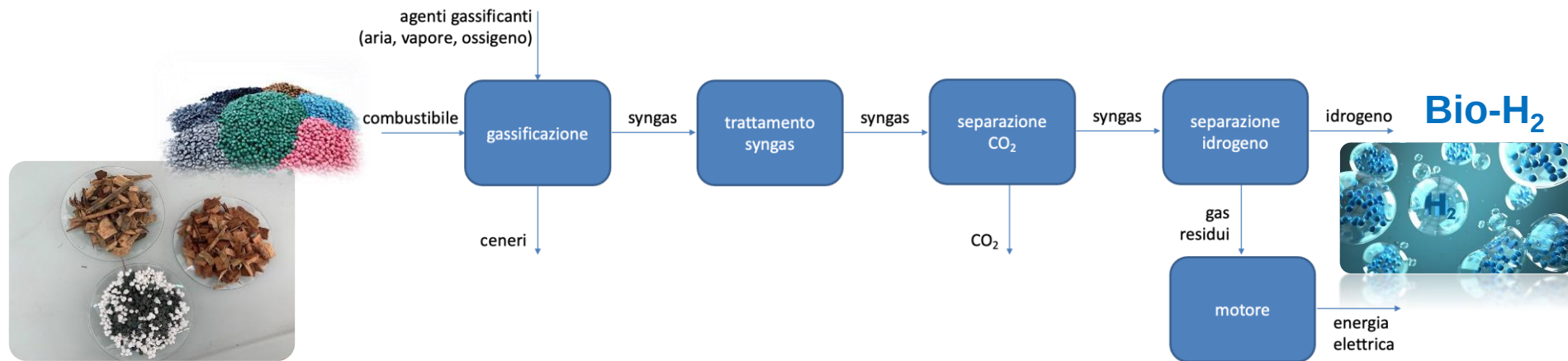
G. Calì et al., *Energies* 13 (2020) 2594

## Waste-to-Hydrogen

*(Produzione di idrogeno dalla gassificazione di rifiuti plastici e organici)*

- ✓ Costo di smaltimento: 200-250 €/t
- ✓ Potere calorifico inferiore: 30 MJ/kg

- ✓ 4 MW<sub>th</sub> (taglia dimostrativa)
- ✓ 500 kg/h di Plasmix (anche in miscela con scarti agricoli o dell'industria alimentare)
- ✓ Fino a 500 m<sup>3</sup>/h di idrogeno rinnovabile





# le rinnovabili.. non tutto è semplice



**480 TWh/anno**  
da rinnovabile

è **SPRECATA!**

significa:

**150**



centrali termoelettriche  
di media taglia

**2 x**



energia elettrica netta

**13%**



domanda complessiva di  
energia elettrica

implica:



instabilità della rete elettrica

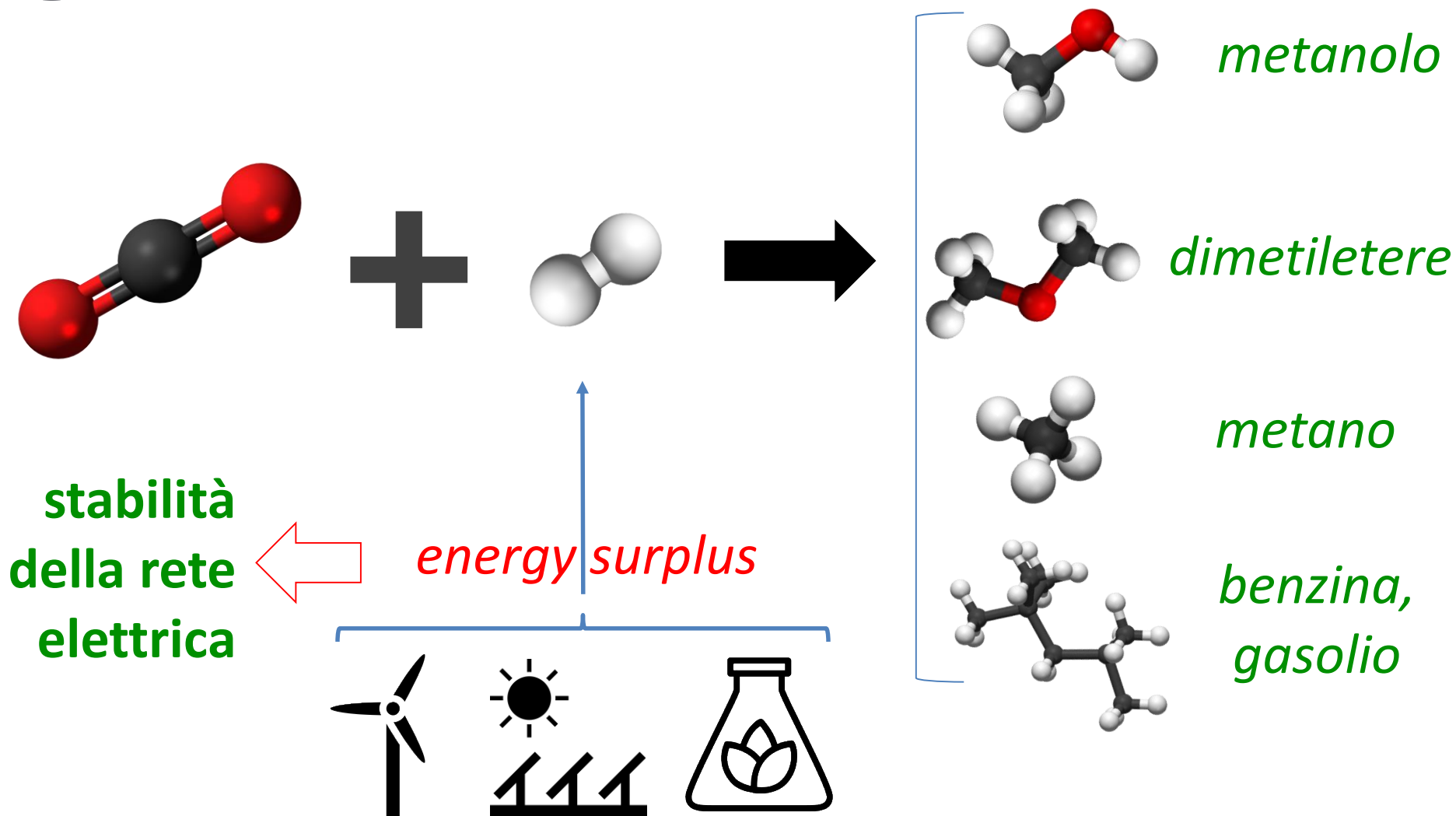


limite dell'ulteriore diffusione delle rinnovabili



necessità di mantenere le centrali accese (riserva calda)

# combustibili verdi ed "e-fuels"



## Impianto bench-scale X-to-Liquids



(the European Carbon Dioxide Capture and Storage  
Laboratory Infrastructure)

Reattori in Hastelloy C & SS

ID: 9.1 – 23.8 mm

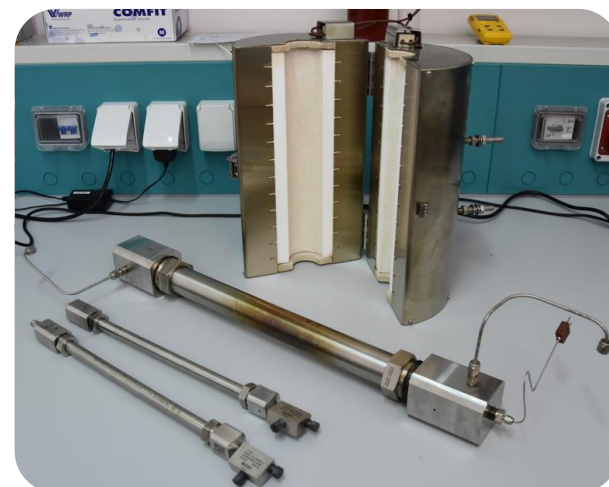
700 °C a 10 MPa

1080 °C a 0.1 MPa

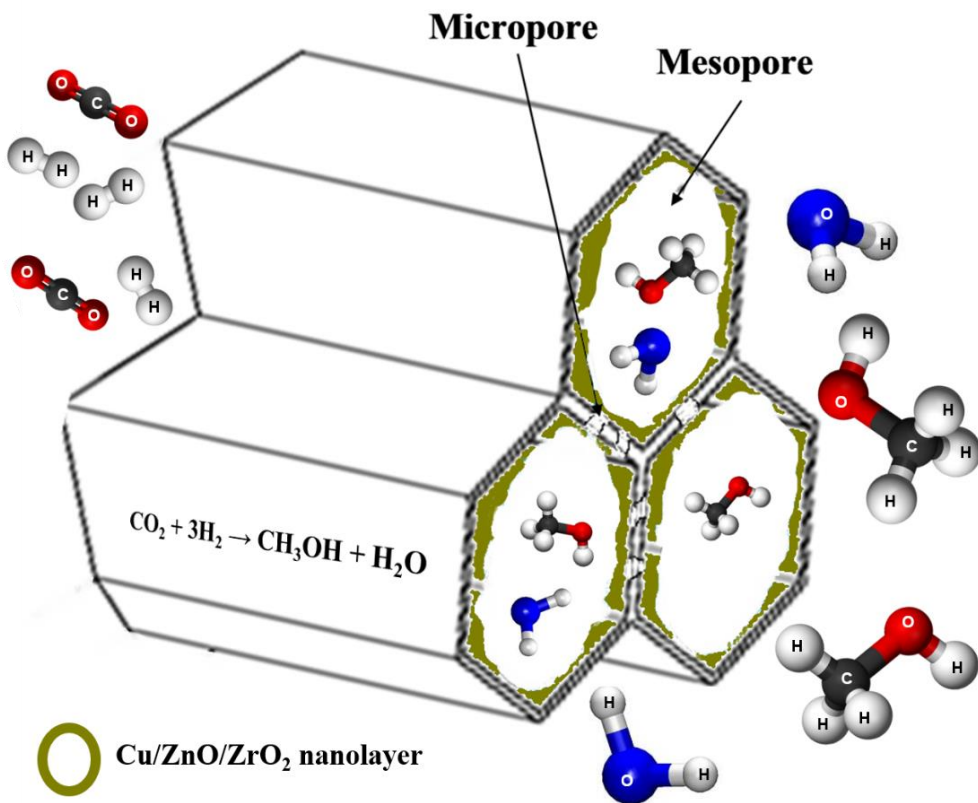
Portata: 45 Ndm<sup>3</sup>/h

μ-GC or GC online e GC-MS offline

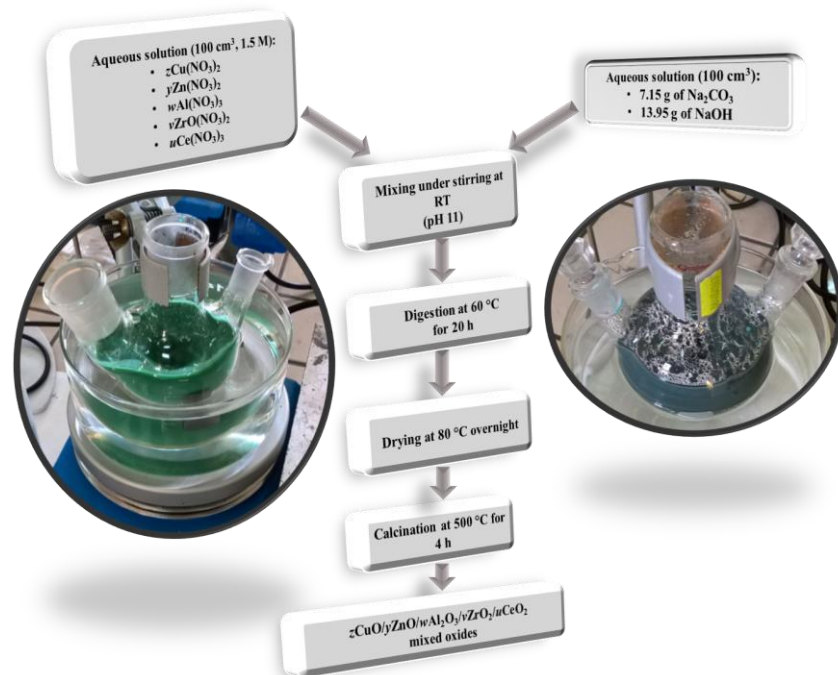
A. Pettinau, M. Mureddu, F. Ferrara, *Energy Procedia* 114 (2017) 6893



# lo sviluppo di catalizzatori innovativi



M. Mureddu et al., *Appl. Catal. B* 258 (2019) 117941



M. Mureddu et al., *Catalysts* 11 (2021) 615



**3** premi per miglior lavoro

**Pittsburgh (USA), 2017**  
**Berlino (Germania), 2018**  
**Aachen (Germania), 2019**



# *..un catalizzatore già attivo!*

*Tal quale*



*Attivazione  
Riduzione*

*Idrogeno* 



*Alte temperature* 

*Reazione esotermica* 

*Dispendioso* 

*Pronto all'uso*





# ..un catalizzatore già attivo!

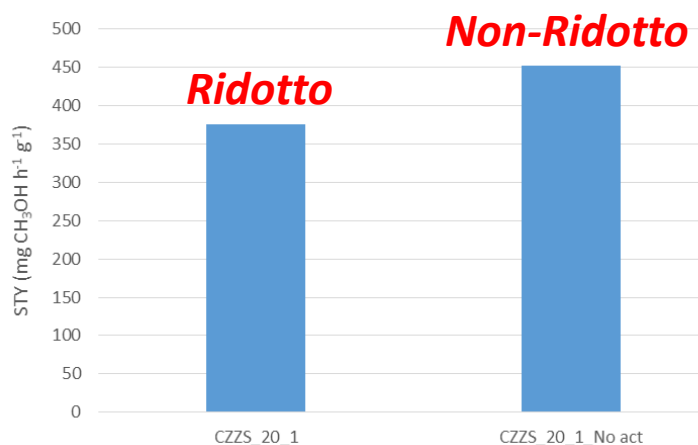
**Tal quale**



**Attivazione  
Riduzione**



**Pronto all'uso**



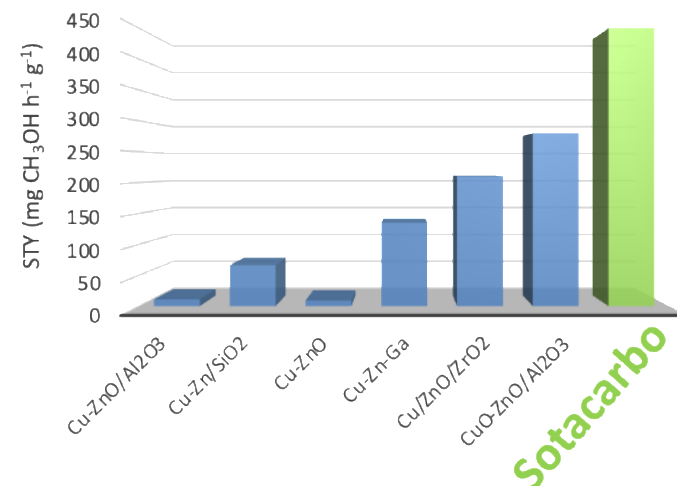
**Economici  
Chimici  
Ingegneristici  
Sicurezza**



M. Mureddu et al., Article submitted (2021)



- elevata conversione
- buona stabilità
- tolleranza all'ossigeno
- già attivo



- scale-up della produzione



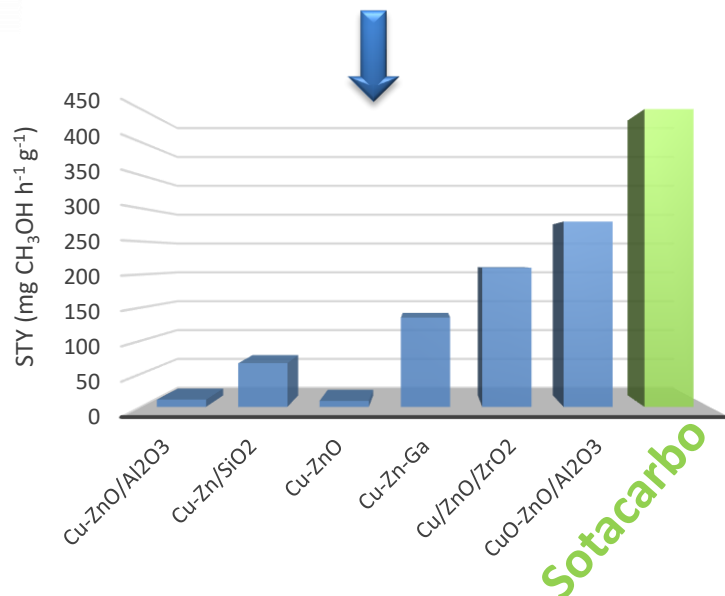


# Brevetto italiano e domanda di brevetto internazionale

## Efficient catalyst for the conversion of CO<sub>2</sub> to methanol



International Publication Number  
WO 2019/185223 A1, 03/10/2019



(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)  
(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau  
(43) International Publication Date  
03 October 2019 (03.10.2019)

WIPO | PCT

(10) International Publication Number  
**WO 2019/185223 A1**

(51) International Patent Classification:  
B01J 23/80 (2006.01) C07C 29/154 (2006.01)  
B01J 35/10 (2006.01) C07C 31/04 (2006.01)  
B01J 29/03 (2006.01) C07C 29/153 (2006.01)  
B01J 37/02 (2006.01)

(21) International Application Number:  
PCT/EP2019/053068

(22) International Filing Date:  
07 February 2019 (07.02.2019)

(25) Filing Language: English  
(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:  
102018000004130 30 March 2018 (30.03.2018) IT

(71) Applicant: **SOTACARBO - SOCIETÀ TECNOLOGIE AVANZATE LOW CARBON S.P.A.** [IT/IT]; Grande Miniera di Serbariu, 09013 Carbonia (CI) (IT).

(72) Inventors: **MUREDDU, Mauro**; Sotacarbo - Società Tecnologie Avanzate Low Carbon S.p.A. Grande Miniera Serbariu, 09013 Carbonia (CI) (IT). **FERRARA, Francesca**; Sotacarbo - Società Tecnologie Avanzate Low Carbon S.p.A. Grande Miniera Serbariu, 09013 Carbonia (CI) (IT). **PETTINAU, Alberto**; Sotacarbo - Società Tecnologie Avanzate Low Carbon S.p.A. Grande Miniera Serbariu, 09013 Carbonia (CI) (IT).

(74) Agent: **LEGANZA, Alessandro**; Via Sottopasso, 14, 36040 Torri di Quartesolo (VI) (IT).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:  
— with international search report (Art. 21(3))

(54) Title: EFFICIENT CATALYST FOR THE CONVERSION OF CO<sub>2</sub> TO METHANOL

Fig. 1 - D

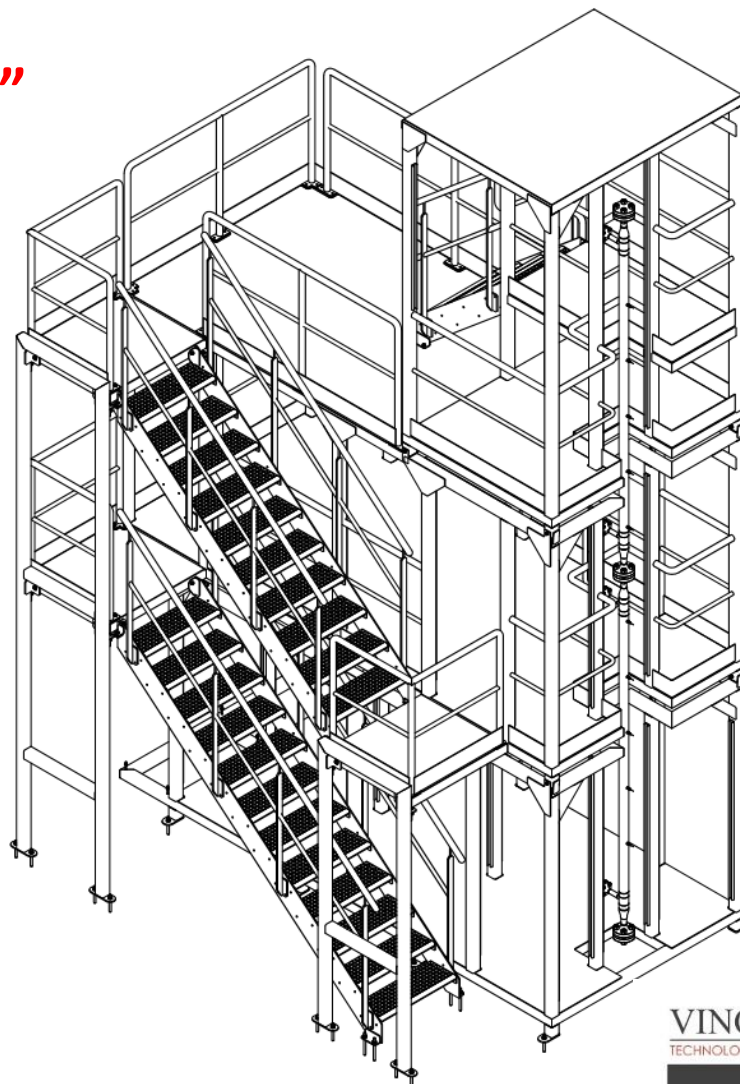


(57) Abstract: Object of the present invention is an efficient catalyst for the synthesis of methanol by catalytic hydrogenation of carbon dioxide. Furthermore, other objects of the invention are a process for the preparation of said catalysts by self-combustion of a gel and a process for the synthesis of methanol by catalytic hydrogenation of carbon dioxide. The catalyst has the following formula (Cu)<sub>x</sub>(ZnO)<sub>y</sub>(ZrO<sub>2</sub>)<sub>z</sub> supported on mesoporous silica.

WO 2019/185223 A1

## Impianto prototipale “Power-to-Fuels”

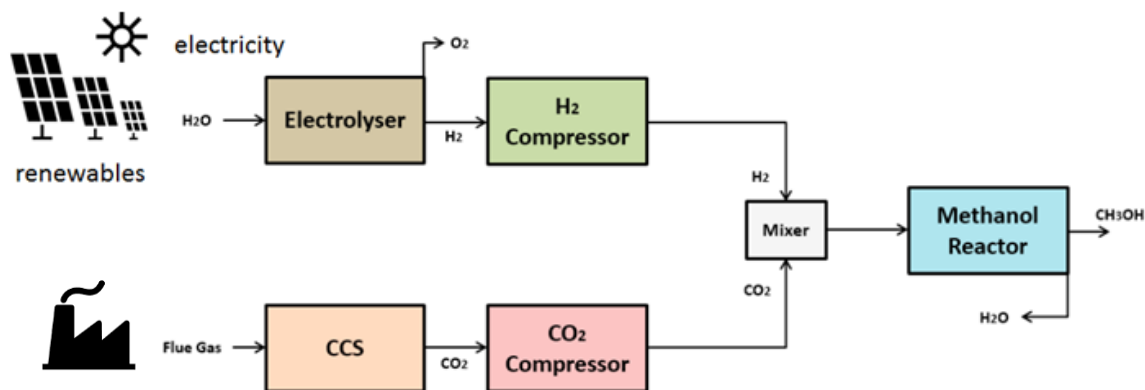
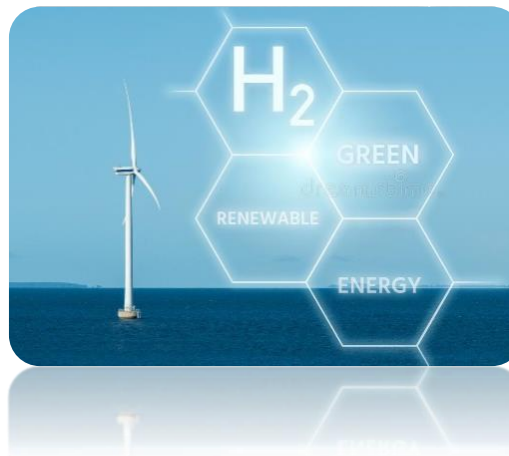
- Prodotti: metanolo, dimetiletere, metano
- Capacità: 50 kg/giorno
- Due reattori a letto fisso:
  - monotubolare
  - multitubolare
- Pressioni di esercizio:
  - 60 bar @ 350 °C
  - 30 bar @ 450 °C
- Location: Centro Ricerche Sotacarbo
- Completamento: dicembre 2021



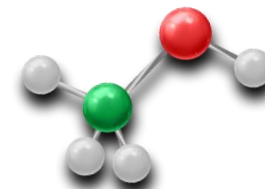
## Power-to-Green Fuels

*(Produzione di idrogeno e combustibili verdi da energia rinnovabile)*

- ✓ Prototipo dimostrativo (TRL-8)
- ✓ Elettrolizzatore da 2 MW
- ✓ 1 t/y di CO<sub>2</sub> convertita
- ✓ 200 kg/d di prodotto finale



**Green-Methanol**





## ***Grazie per l'attenzione***

Mauro Mureddu, Ph.D, Ricercatore, Process Analysis and CCU  
Ufficio: +39 07811866293; E-mail: [mauro.mureddu@sotacarbo.it](mailto:mauro.mureddu@sotacarbo.it)

### **Link utili**

Website: <http://www.sotacarbo.it>

Social networks:   



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

**Regione Autonoma della Sardegna**  
Centro di Eccellenza sull'Energia Pulita  
(CUP D49J21001310002)



Ministero dello  
Sviluppo Economico

**Ministero dello Sviluppo Economico**  
**Ricerca di Sistema Elettrico**  
(CUP I34I1900570001)