



Gasification - a key technology in the energy transition and for the circular economy

Topics: CHP, SNG, H2, liquid biofuels, BECC(U)S, green and circular chemicals, storage and grid stabilization

2nd December 2021 - workshop in presence & online

ENEA Trisaia Research Center – SS Jonica 106, km 419 + 500, 75026 Rotondella (MT) - Italy

Italian Hydrogen Research Strategy - the role of gasification for the production of green and circular H2

prof. Franco Cotana

**EU SET-Plan Co-Chair IWG8 - Renewable Fuels for
Sustainable Transports and Bioenergy**



CIRIAP

Centro Interuniversitario
di Ricerca sull'Inquinamento e
sull'Ambiente - mauro Felli





CIRIAF

Centro Interuniversitario
di Ricerca sull'Inquinamento e
sull'Ambiente - mauro Felli

**CIRIAF – Interuniversity Research Centre on Pollution
and Environment M. Felli**



CRB – Biomass Research Centre

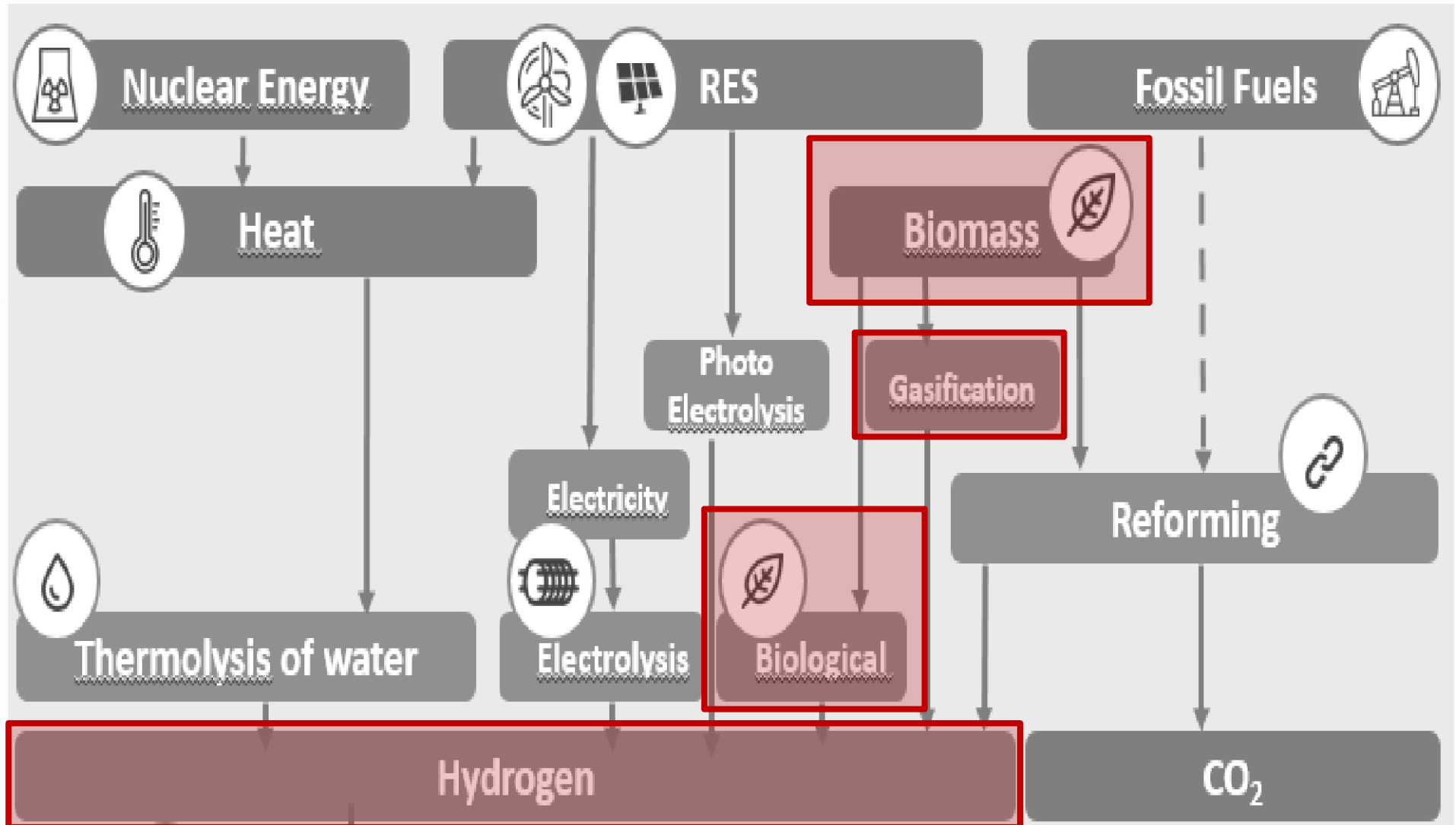


DI

**Department of
Engineering**

HYDROGEN PRODUCTION TECHNOLOGIES

1. Nuclear Energy; 2. RES Renewable Energy 3. Fossil Fuels (Coal or Methane)



European forests are expanding. Over the last thirty years, the increase has been about **9%** and, according to the latest estimates, in 2020 they reached 227 million hectares, equal to over a third of the entire surface of the continent.

Table 1.1-3: Forest area and annual change in forest area, by region, 1990-2020 and 2010-2020

Region	1990	2000	2005	2010	2015	2020	Annual change 1990-2020	Annual change 2010-2020
	1 000 ha						%	
North Europe	69 943	70 823	70 767	70 926	71 202	71 299	+0.06	+0.05
Central-West Europe	35 020	36 382	37 178	37 864	38 447	38 966	+0.36	+0.29
Central-East Europe	41 731	42 773	43 280	43 841	44 471	44 735	+0.23	+0.20
South-West Europe	24 910	28 760	30 162	30 841	31 176	31 466	+0.78	+0.20
South-East Europe	36 459	37 339	38 210	39 442	40 196	40 887	+0.38	+0.36
EU-28	147 971	154 754	157 592	159 673	161 413	162 422	+0.31	+0.17
Europe	208 062	216 077	219 597	222 914	225 493	227 353	+0.30	+0.20

Note: Data coverage as % of total regional forest area: 100%; data cover all countries, for those not reporting on the year 2020 the last available information was used.

Credit: Forest Europe - rapporto 2020

Multi-functionality FOREST BIODISTRIC

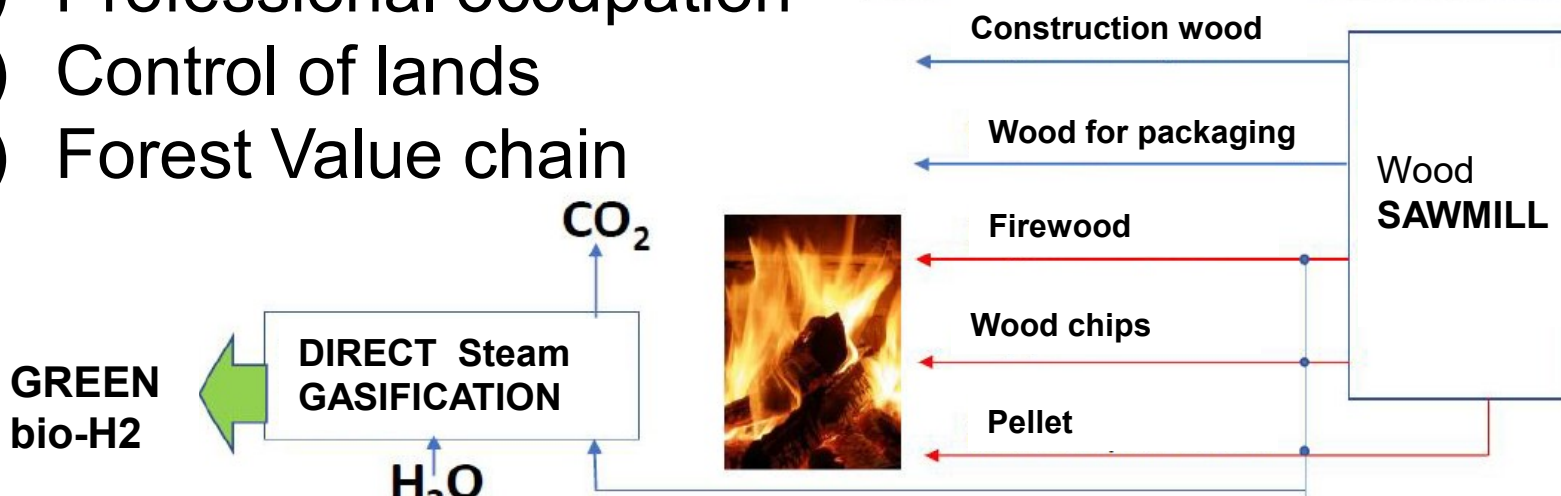
Tools:

- 1) Forestry agreements
- 2) Forestry enterprises
- 3) Education
- 4) CLUSTER Legno
- 5) Protocols

Results:

- 1) Professional occupation
- 2) Control of lands
- 3) Forest Value chain

CO2 absorption Ecosystem and biodiversity Tourism



Bio-Hydrogen (blù color) from wet wood



12 Kg of Wood Chip – Path 1 vs 2 to H2

12 Kg



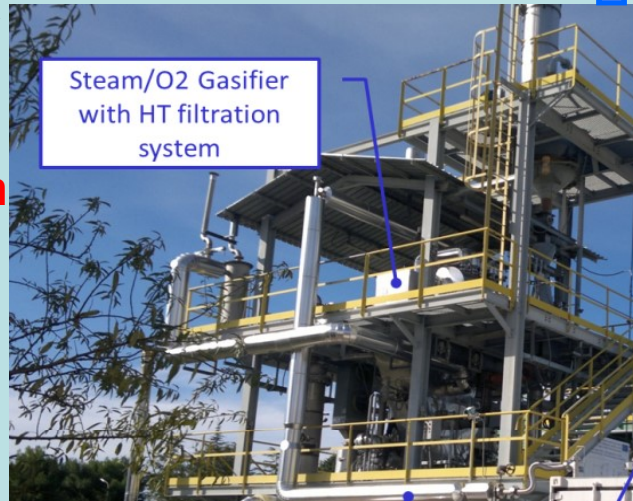
1. Direct conversion



20Kg air



Steam Gasification



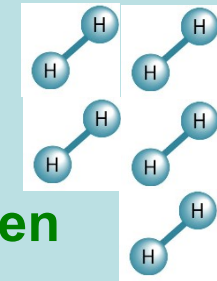
6Kg CO2 storage CCS/CCU



1 Kg



Green Bio-Hydrogen



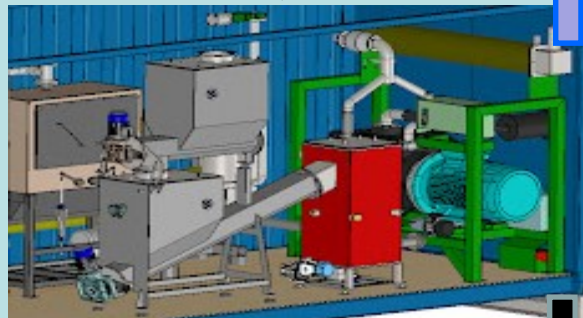
Wood chip

2. Biomass to Power

Dry Gasification

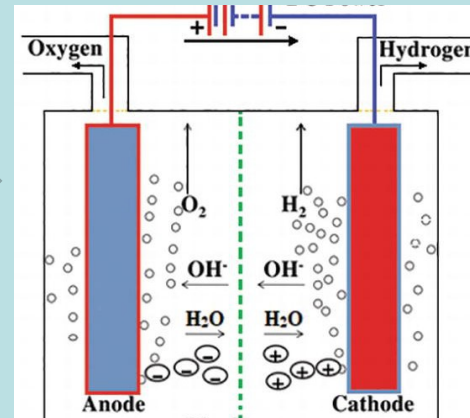


CO2



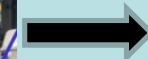
10 KWh

Power To H2



Electrolyzer

0,25 Kg



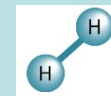
Bio-Ch



fertilizer soil conditioner

0,18 Kg

Green Hydrogen



Co-Generator Gasifier



0,25 Kg Bio-Char

Note Path 2

>80% Energy Lost

+5 time CO2 re-emitted for each kg H2

Idrogeno nell'Unione Europea - road map

	Data 2020	Paese/soggett o EU	Strategie Europee sull'IDROGENO	Budget BILLION €
1	Giugno	Germania	The National Hydrogen Strategy	9 al 2030
2	Luglio	Unione Europea	A Hydrogen strategy for climate-neutral Europe 40+40 GW elettrolizzatori 2030	180-470 al 2050
3	Luglio	11 gestori reti di distribuzione GAS (tra cui SNAM)	European Hydrogen Backbone (pipeline convert 75% +25 New)	27-64 al 2040
4	Sett.	Francia	Strategie nationale pour le developpementde l'hydrogene decarbonè en France	7 al 2030
5	Sett.	Portogallo	Nationa Hydrogen strategy Portugal	7 al 2030
6	Ottobre Dicembre	Italia MUR MISE	- SIRI Strategia Italiana per la Ricerca sull'Idrogeno -Strategia Nazionale Idrogeno 5 GW elettrolizzatori 2030	10 al 2030

European Research Strategy for Hydrogen

Roadmap in 3 steps:

- **2020-2024** → installation of **6 GW** of electrolyzers to produce H₂ with renewable energy, producing 1 Mt of green H₂ which replaces the one currently used in the chemical sector, also facilitating the introduction of the hydrogen vector in other industrial sectors and for sustainable mobility.
- **2025-2030** → installation of **40 GW** of electrolyzers and **10 Mt of green H₂**, to extend the application in the steel sector and heavy mobility (ships, trains, heavy transport).
- **Beyond 2030** → the goal for renewable hydrogen is to reach maturity to be applied on a large scale. The planned investments up to 2030 are of the order of **24-42 billion euros** for electrolyzers, **220-340 billion euros to connect** the production of renewable energy and another **160-200 billion euros** for uses in the application sectors.

Tools:

The **Research and Innovation Strategy of the Clean Hydrogen for Europe Partnership** is divided into 7 Strategic Objectives and 3 three pillars in which the roadmap can be structured: (i) **production**, (ii) **storage, transport and distribution** and (iii) **end uses**.

SIRI – The Italian Hydrogen Research Strategy

MUR - Gruppo di Lavoro Idrogeno

Prime indicazioni per SIRI

6.1.2 Altre tecnologie di produzione di idrogeno

6.1.2.1 Visione 2030

La produzione di H₂ da fonti rinnovabili intermittenti ha il limite della discontinuità, di tempi di funzionamento limitati e l'aumento dei costi. Per un utilizzo su larga scala, la filiera idrogeno va integrata con produzioni alternative per esigenze continue di utilizzo, in particolare in campo industriale, la generazione di idrogeno deve essere realizzata secondo le linee di seguito indicate:

- da combustibili fossili abbinata a sistemi di cattura della CO₂ prodotta (Carbon Capture and Sequestration - CCS): "Idrogeno blu";
- da metano via pirolisi, ovvero scissione del CH₄ in H₂ e carbone, (Idrogeno turchese);
- da altre tecnologie che possono anche utilizzare fonti fossili ma senza emissioni nette di CO₂ (CCS) come gassificazione di biomasse e/o rifiuti solidi o l'utilizzo di plasma non termico (in alternativa alla gassificazione);
- mediante elettrificazione del processo catalitico di steam reforming di gas naturale con energia elettrica rinnovabile,
- mediante conversione di sostanze organiche di scarto via microrganismi (biotecnologie), reforming catalitico in fase acquosa (APR), gassificazione in acqua supercritica (SCWG);
- mediante uso diretto di energia solare con fotocatalizzatori, foglie artificiali, sistemi tandem, e sistemi che utilizzano luce solare concentrata (CSP) abbinata a cicli termodinamici e a processi di chemical looping;
- da scissione dell'acqua mediante l'effetto combinato e sinergico di sollecitazioni meccaniche (ultrasuoni) e radiazione solare coadiuvata da fotocatalizzatori o tramite la combinazione di magnetismo e elettrocatalisi. In generale, la combinazione di aree scientifiche diverse risulta promettente per sviluppare nuovi processi di scissione dell'acqua.

6.1.2.4 Dimostrazione (TRL 5-7)

6.1.2.2 Ricerca di base (TRL 2-3)

- gassificazione di biomasse e rifiuti;

Sviluppo di reattori innovativi, di materiali e processi che migliorino la flessibilità operativa e l'efficienza di conversione, nuove soluzioni per il trattamento del gas di sintesi;

- pirolisi;

- Dimostrazione di impianti per la gassificazione di rifiuti e biomasse per la produzione di idrogeno e loro integrazione in sistemi produttivi;

Biomass Gasification

Decreto ministeriale n. 1141 del 07-10.2021



Ministero dell'Università e della Ricerca

PNRR MUR

Linee Guida per le iniziative di sistema

Missione 4: Istruzione e ricerca

Componente 2: Dalla ricerca all'impresa

La ricerca dovrà svilupparsi in progetti a basso TRL e ad alta innovatività orientati allo sviluppo di componenti e materiali per la realizzazione di processi chimici e fisici (catalitici e non) che facilitino il sequestro, la purificazione e l'uso della CO₂ (p.e. da Steam reforming (SR)

Steam Gassification (SG)

2. Scenari energetici del futuro

2.b Sistemi per la produzione di idrogeno verde.

Nell'ambito della gestione del carico di produzione elettrica non programmabile, in un contesto di decarbonizzazione dell'Italia, è importante poter disporre di conoscenze per una **tecnologia diffusa ed economica per la produzione di idrogeno "verde"**, cioè ottenuto da fonti di energia rinnovabili, sia mediante elettrolizzatori **sia mediante sistemi di conversione diretta delle biomasse**, valorizzando i sottoprodotti della filiera foresta-legno-energia e/o agricola.

2050 : Italian economy decarbonization

Next 28 y

a) Energy efficiency +30%: reduction of energy consumption : from 125 Mtoe to **90 MToe**

b) Renewable energy production + 77% : **+70 MToe** (RE today 20,7 MToe)..

Il mix di energie rinnovabili sfruttabile annuo per la decarbonizzazione:

- Eolico + **10,0%** (pari a **9 Mtoe**)
- Idroelettrico + **2,0%** (pari a **1,8 Mtoe**)
- Fotovoltaico + **35,0%** (pari a **31,5 Mtoe**_280 GWp 170.000 ha)
- Biomasse (incluso biogas) + **15,0%** (pari a **13,5 Mtoe**)
- Geotermia a alta entalpia + **1,5%** (pari a **1,35 Mtoe**)
- Geotermia a bassa entalpia**
per **Usi termici** –Riscaldamento , aria
e acqua di falda con Pompe di Calore + **12,0%** (pari a **10,8 Mtoe**)
- Rifiuti (9 Mton/y indiff=3Mton CSS) + **1,5%** (pari a **1,35 Mtoe**)

from tot **FER the 18% are green Hydrogen (16 Mtoe = 5,4 Mil ton H₂ # 60% Bio-H₂)**

Tot. increase RE +77% (+70 MToe)

(RE today + 23% = 20,7 MToe)..



THANK YOU

franco.cotana@unipg.it