H2 E FUEL CELL @ DIPARTIMENTO DI ENERGIA
INTRODUZIONE ALLA TAVOLA ROTONDA

Stefano Campanari
Dipartimento di Energia
Politecnico di Milano

Attività su H2 e Fuel Cell @ Dipartimento di Energia

Department of Energy strengthens its activity on Fuel Cell and Hydrogen

http://www.fch.polimi.it/

DEMCOPEM 2MW

MRT FUEL CELL

GECOS Group of Energy COnversion Systems

BIONICO

CHP systems
Membrane Fuel Processc.
SOFC, MCFC Modeling
FC unit testing
Electrolysis systems

demOys

FERRET

H2TRUST

RE4CELL

Premium Act

DMFC testing
PEM / HT-PEM testing
Degradation / Mass transport
Physical Modeling
Stack analysis

3 GROUPS from MATERIALS TO SYSTEM

FLEDGED

Fluid CELL

GRASSHOPPER
GRID ASSISTING MODULAR HYDROGEN PEM POWER PLANT

Second Act

Microgen30
Industria 2015

Real-FC
Regione Lombardia

Laboratory of Catalysis and Catalytic Processes LCCP

Catalytic systems
Fuel Processor
Steam Reforming/CPO
Reactor Modeling
SOFC

BIOITSOFC

ERC SHAPE

ERC INTENT

Il ruolo dell'idrogeno nella transizione energetica e nella mobilità

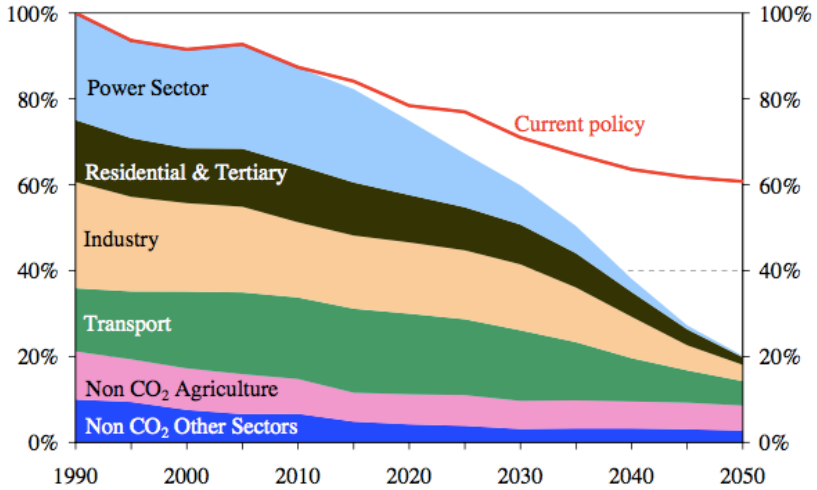
Perché l'Italia ha bisogno dell'idrogeno (e delle celle a combustibile)?

1- Gli obiettivi EU sulla CO_2 ed il ruolo dell'Italia

EU Commission, *Energy Roadmap 2050* :

Reduction of GHG emissions (primarily CO_2) 80% below 1990 levels within 2050

- Transition to a "low carbon economy"
- Actions required in all fields



«Current policy» = in line with EU energy strategy 2020

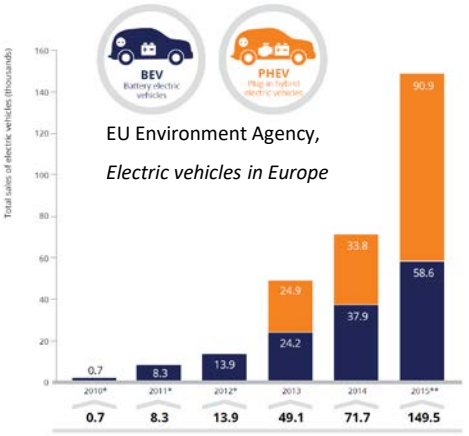
Main emitters (2015):

- Power 25%
- Transport 20%

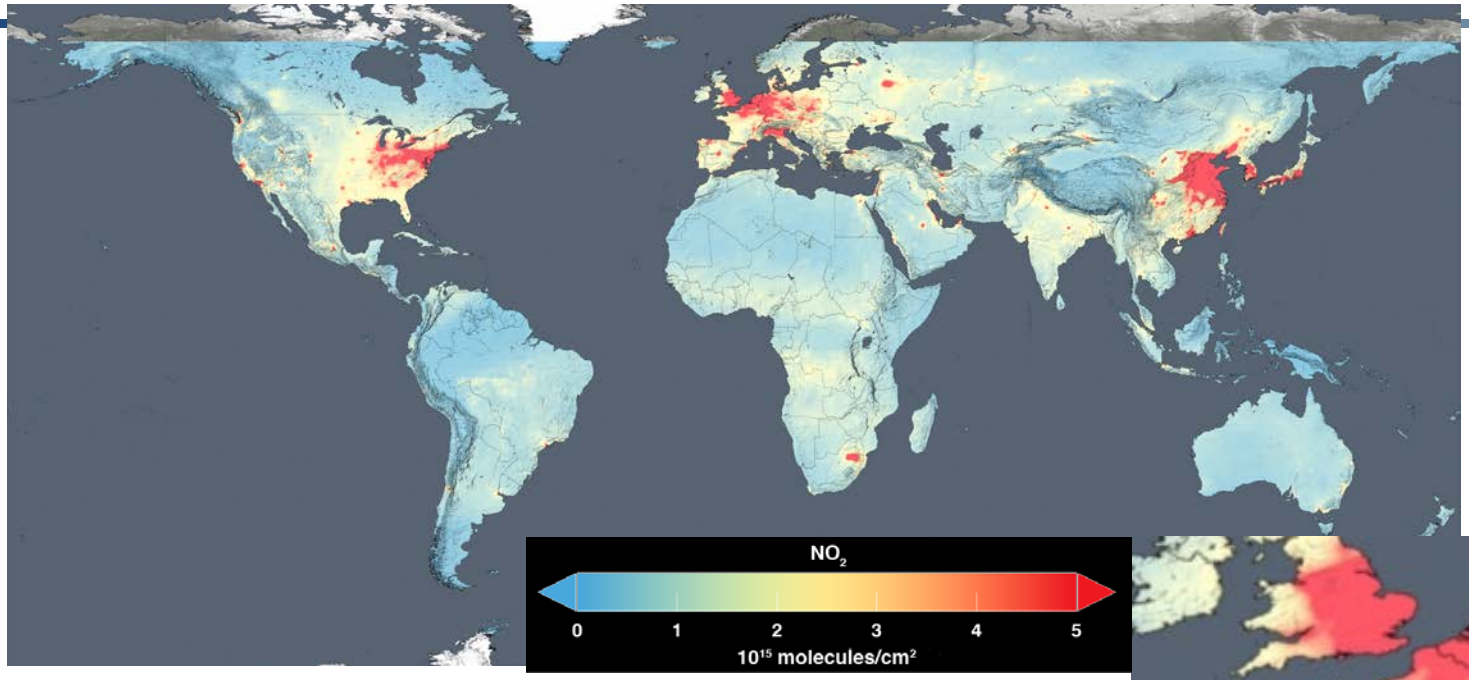
Italy's role: 10% of EU GHG emissions (EU-27)

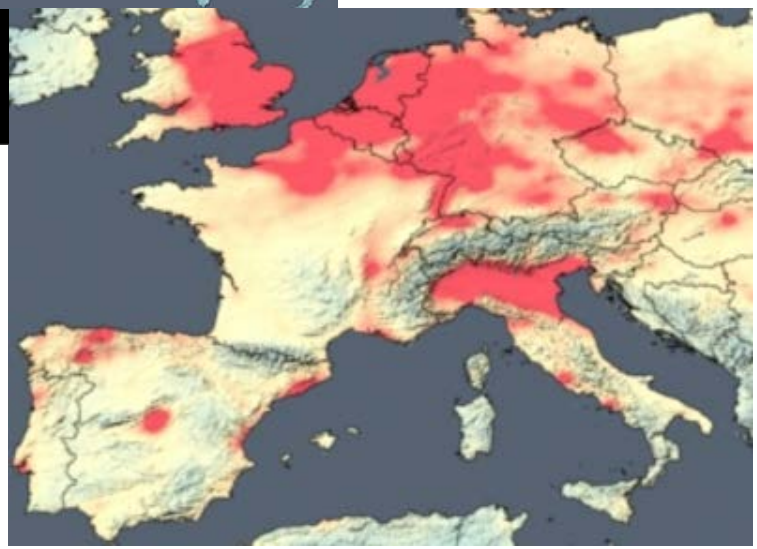
➢ Servono più rinnovabili (RES): FV, eolico, biomasse…

➢ Servono più veicoli puliti: elettrici, H_2 , SNG, ibridi…



2 – Inquinamento: non solo CO_2 , ma NOx, PM…





L’Italia soffre di concentrazioni di inquinanti molto più alte della media, in ampie zone più urbanizzate e sviluppate (*fig. da satellite NASA - AURA, NOx medio anno 2015)

- E’ fondamentale ed urgente agire su tutti i settori coinvolti (in particolare mobilità, residenziale, industriale…)
- **Le tecnologie H_2 e fuel cell possono offrire soluzioni valide**

H2 e Fuel Cell possono essere applicati in (quasi) tutti gli ambiti

..consentendo forti risparmi energetici, di emissioni di inquinanti e di CO_2

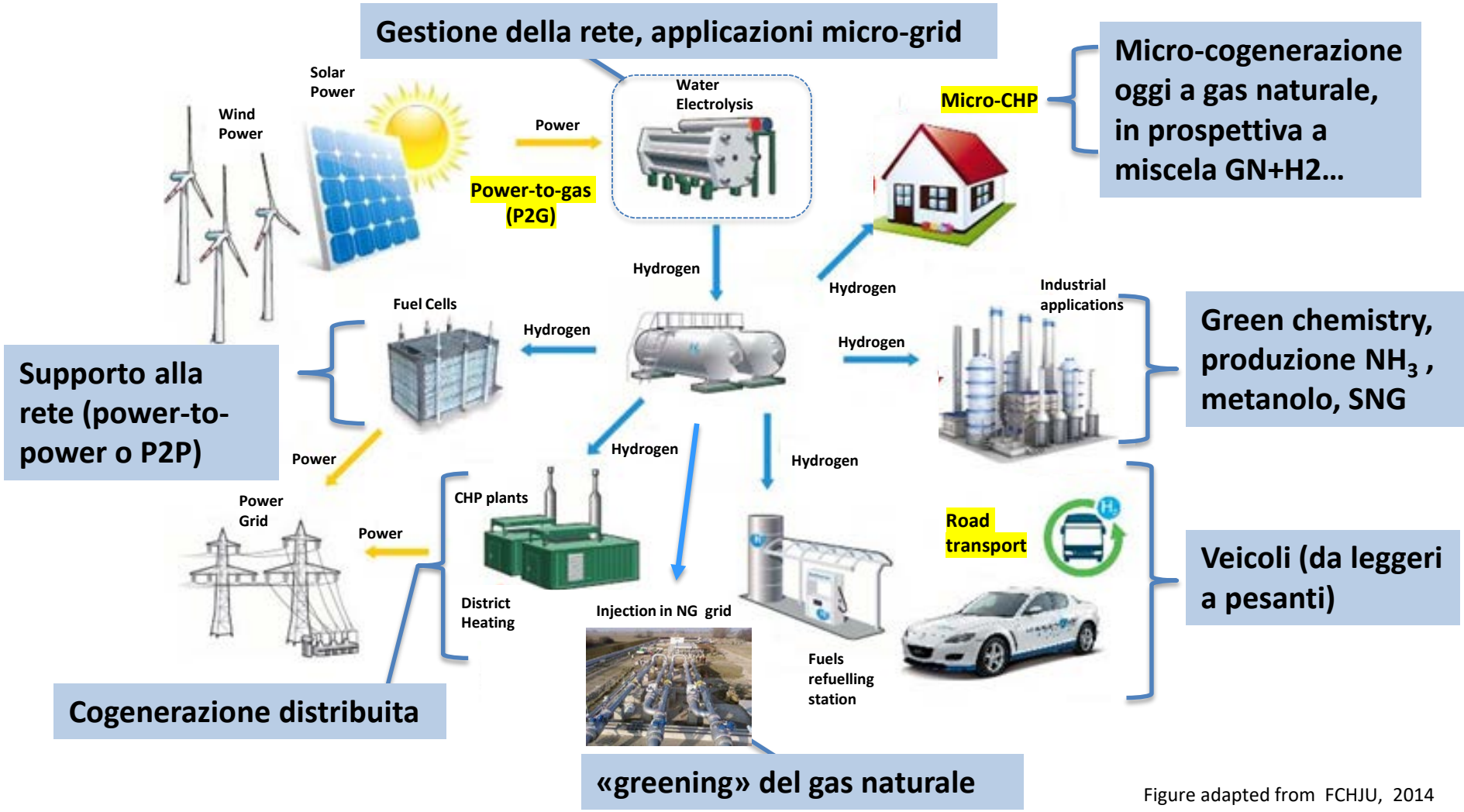


Figure adapted from FCHJU, 2014

3 – L'Italia ha una delle reti gas più sviluppate al mondo

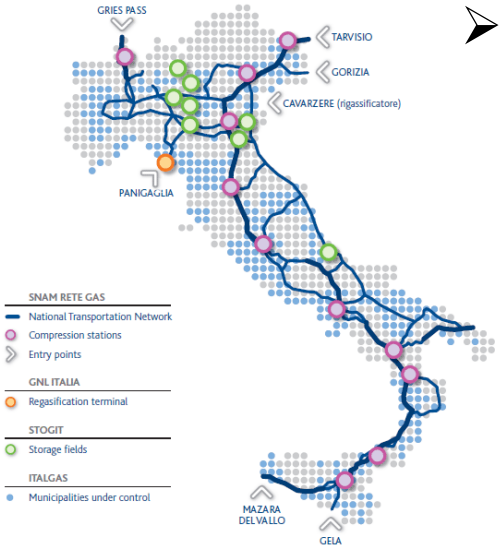
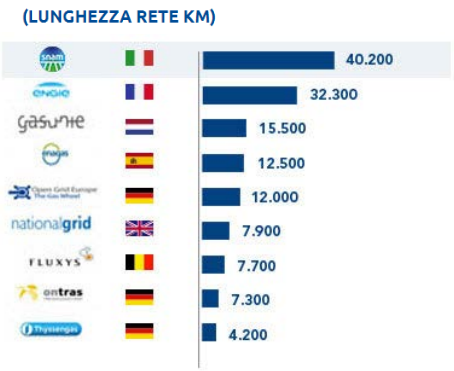


Figura da Snam Rete Gas



- Grande «blending capacity»: arrivare al 10-20% H_2 (vol.) medio* richiede circa tutta la produzione odierna da FV + eolico

	NG transported ($\times 10^9$ Nm^3/y)[1]	EE to P2G @ 10%$_{vol}$ H_2 (TWh_{el}/y)[2]	Total production from PV + wind (TWh/y)[3]
Germany	81	40.5	115
Italy	65	32.5	41.5
UK	77	38.5	61.5
USA	779	389.5	307

- L'infrastruttura di trasporto e distribuzione del gas naturale è un asset strategico molto rilevante
- Ruolo di "hub energetico" nell'interconnessione con sistemi a H2 e fuel cell

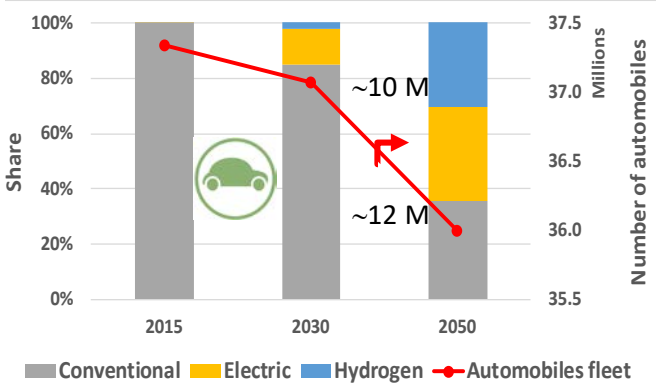
[1] data from BP Statistical Review of World Energy 2016
[2] with 60% efficiency ($H_{2,LHV}/E_{el}$)
[3] from AWEA, energytransition.org, BP statistical review, US Energy Information Administration, www.gov.uk/government/statistics, Italy's GSE.

**con problematiche di adattamento e gestione; non dimentichiamo tuttavia che il «gas di città» usato fino agli anni '70-80 era ~50% H2…*

4- Evoluzione della rete elettrica e della mobilità: scenari Italia @2030-2050

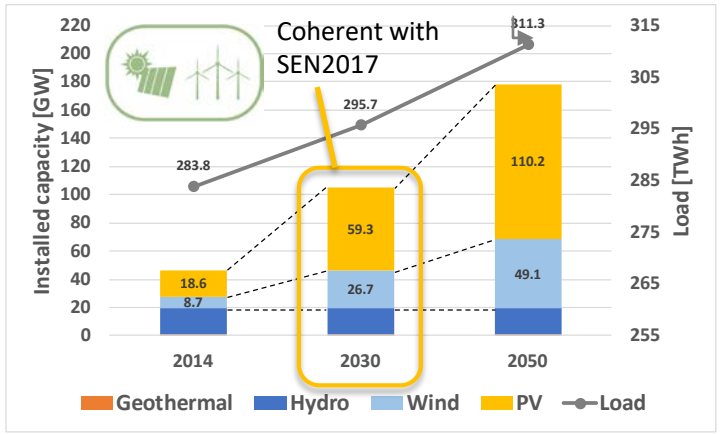
Mobility: 2050 IEA scenario *

High alternative automobiles penetration forecast



Electricity: 2050 RES technical potential scenario**

*Maximum feasible PV & wind capacity **(5-6 times vs current)***



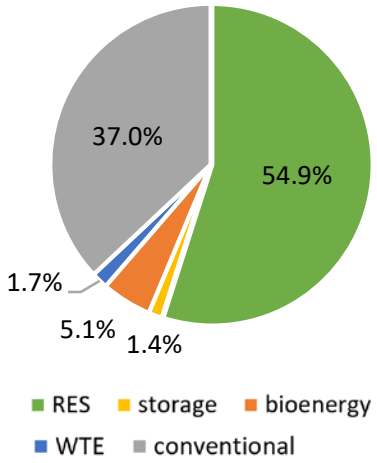
* IEA, *H2&FC Technology Roadmap*, 2015 (% for EU4 – UK+D+F+ITA, scaled to ITA),

** P. R. Defaix et al., *Technical potential for PV on buildings in the EU-27*, 2012

- Mediante modelli multi-nodali della rete applicati a regioni o Paesi, si possono costruire scenari di evoluzione RES, domanda elettrica e mobilità e stimare la disponibilità potenziale di H2 da Power-to-gas

Scenario Italia 'long term 2050': 110 GW FV + 49 GW eolico (~2x SEN2017 @2030)

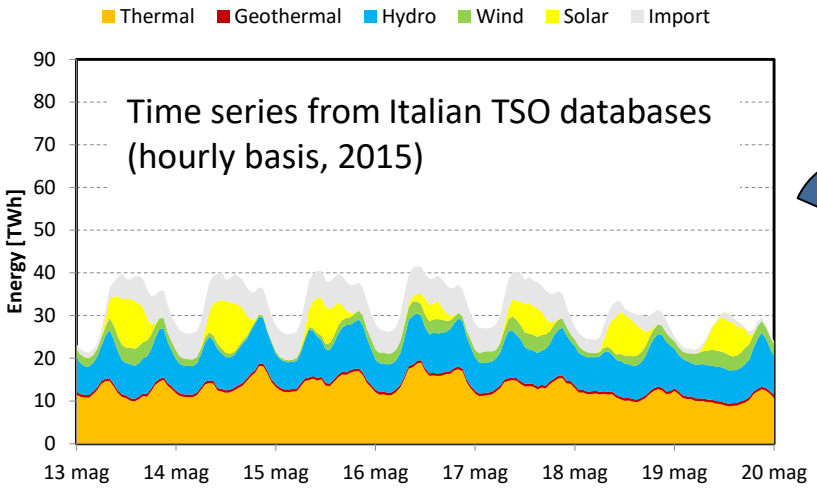
% copertura domanda (rete + EV + H_2)



- Circa 735 kt H2/anno (81% della domanda stimata) possono essere coperti da RES, con una capacità installata P2G di 26.2 GW

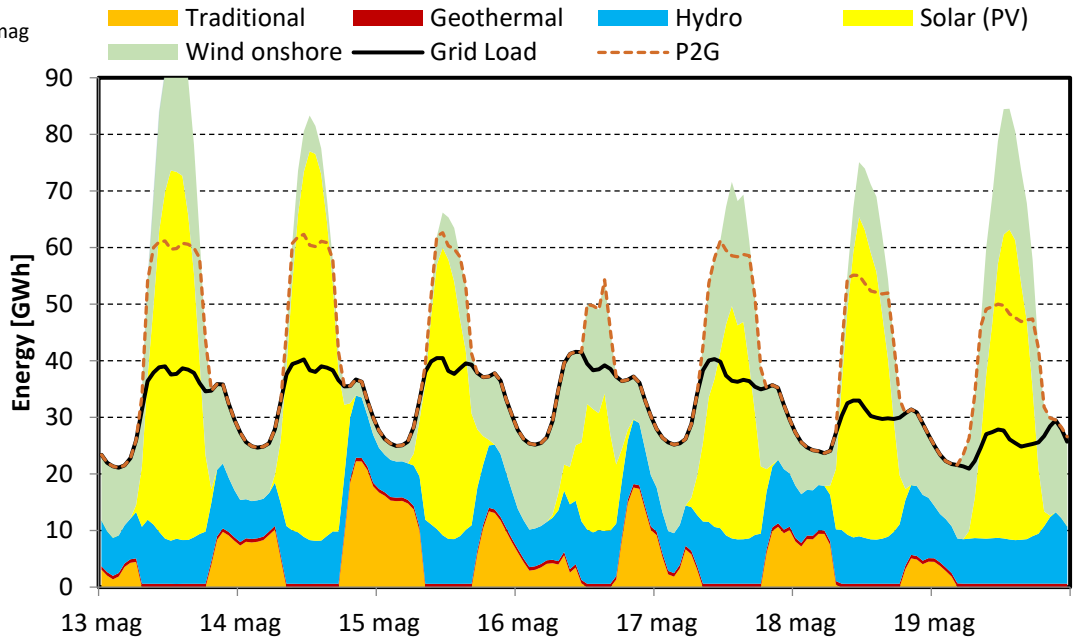
Da: Colbertaldo, Guandalini, Campanari "Modelling the integrated power and transport energy system: The role of power-to-gas and hydrogen in long-term scenarios for Italy", Energy, 2018

Stima dei profili di produzione di RES e di carico residuo sulla rete



Today

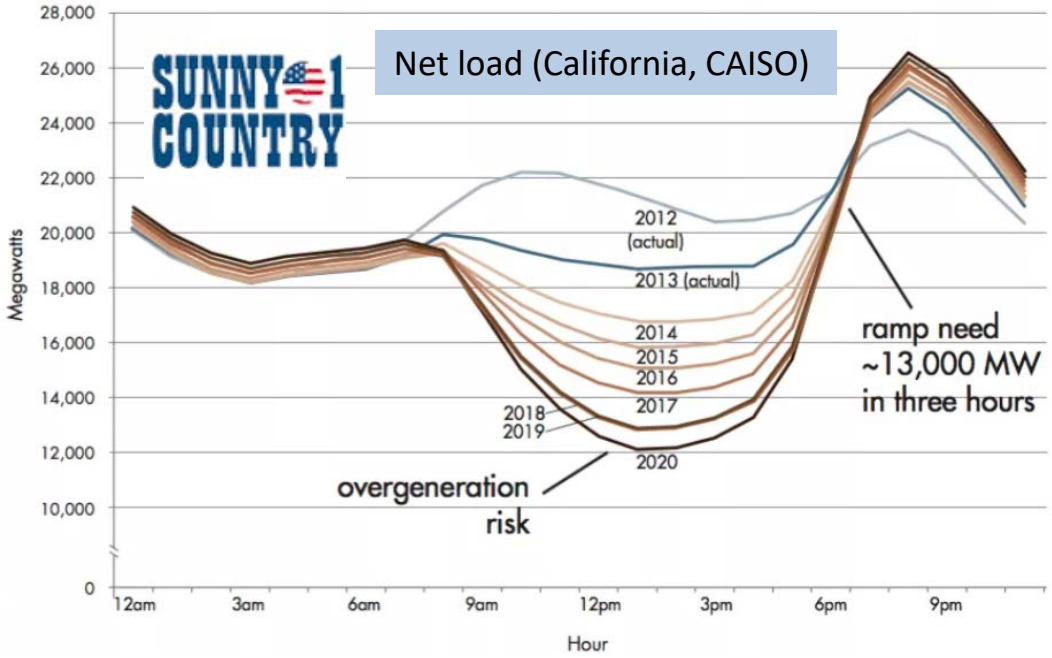
Long-term (technical potential)



5- L'Italia ha grandissime possibilità di installazione di fotovoltaico

…che comportano in prospettiva necessità di grandi capacità di accumulo sia giornaliero che **stagionale.**

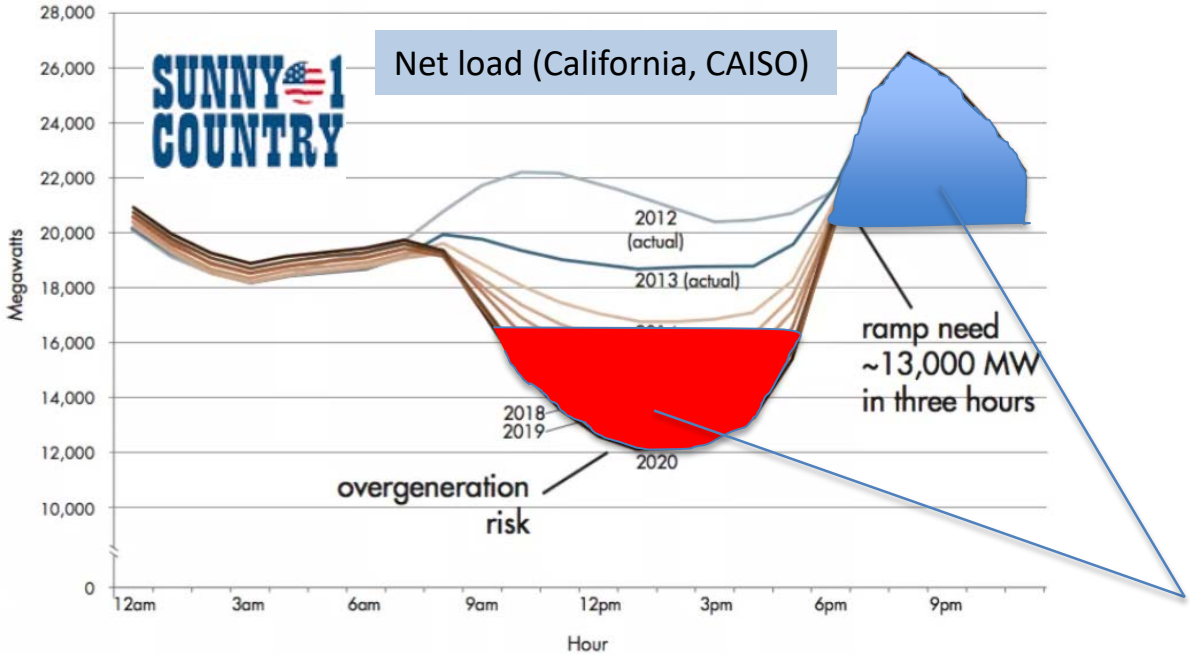
Un esempio dalla California (con somiglianze di fabbisogni e ruolo FV): la «duck curve» del carico residuale (domanda – produzione RES) in una regione ad alta penetrazione di FV



5- L'Italia ha grandissime possibilità di installazione di fotovoltaico

…che comportano in prospettiva necessità di grandi capacità di accumulo sia giornaliero che **stagionale.**

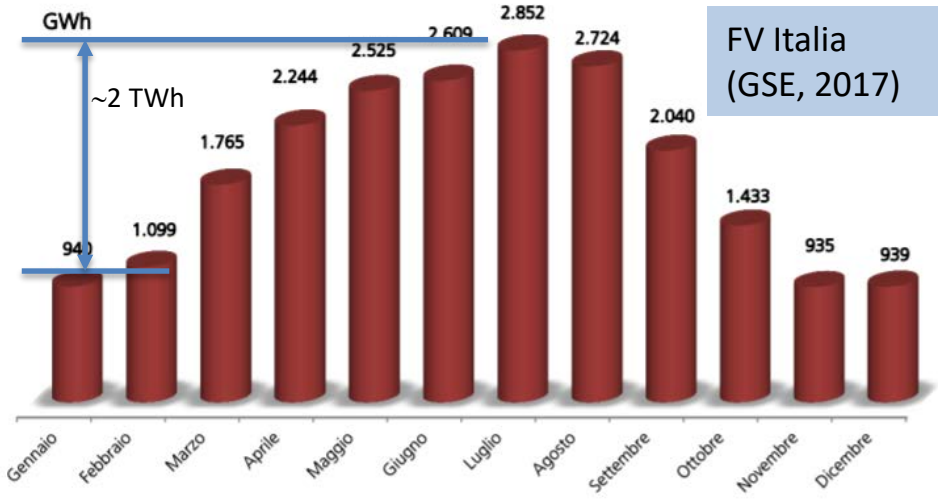
Un esempio dalla California (con somiglianze di fabbisogni e ruolo FV): la «duck curve» del carico residuale (domanda – produzione RES) in una regione ad alta penetrazione di FV



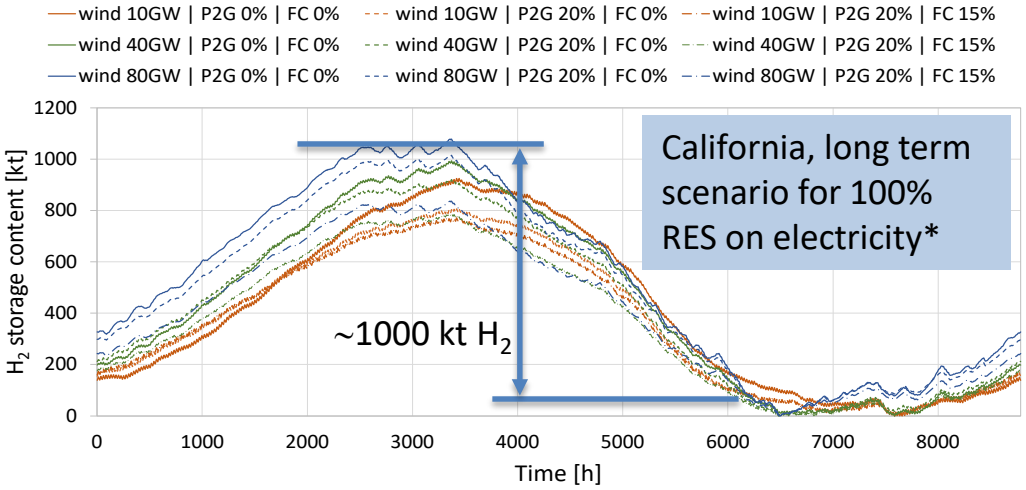
Utilità di un accumulo energetico giornaliero: carica (rosso) e scarica (blu)

5- L'accumulo di grandi quantità di energia è possibile in forma chimica con H_2

- Il profilo di produzione FV ha grandi oscillazioni stagionali
- L'accumulo energetico con H_2 è più competitivo di altre opzioni per scenari di quantità accumulate su lunghi periodi e dell'ordine dei TWh o decine di TWh



FV Italia (GSE, 2017)



Hydrogen storage profiles in 9 simulated cases, at 3 values of wind capacity; % in the legend are the assigned minimum capacity factors for electrolyzers (P2G) and fuel cells (FC). Time axis starts on June 1st.

Il sistema di accumulo completo (qui del tipo power-to-power) avrebbe un costo di investimento prossimo al 60% del costo di PV+wind, e decine di volte inferiore a sistemi a batteria

*Colbertaldo, Agustin, Campanari, Brouwer "Impact of hydrogen energy storage on California electric power system: towards 100% renewable electricity", J. of Hydrogen Energy, 2018

In collaborazione con : UCI University of California, Irvine

POLITECNICO MILANO 1863

Group of Energy COnversion Systems

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

stefano.campanari@polimi.it

http://www.energia.polimi.it/ - http://www.gecos.polimi.it/