

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell'energia

***Relazione per la prova finale:
«Profili di domanda elettrica per futuri
scenari decarbonizzati – il caso italiano »***

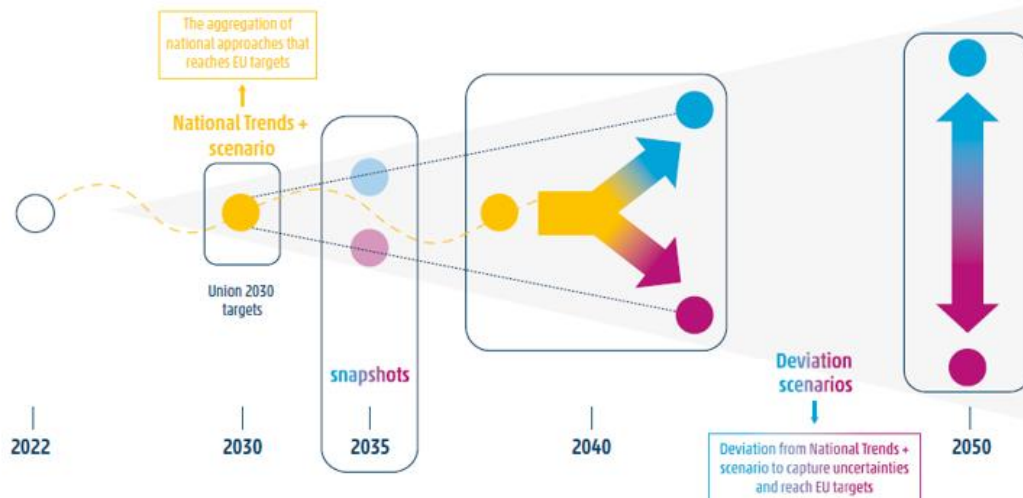
Tutor universitario: Prof. Giuseppe Zollino

Padova, 22/11/2023

Laureando: *Nicolò Bronzato*

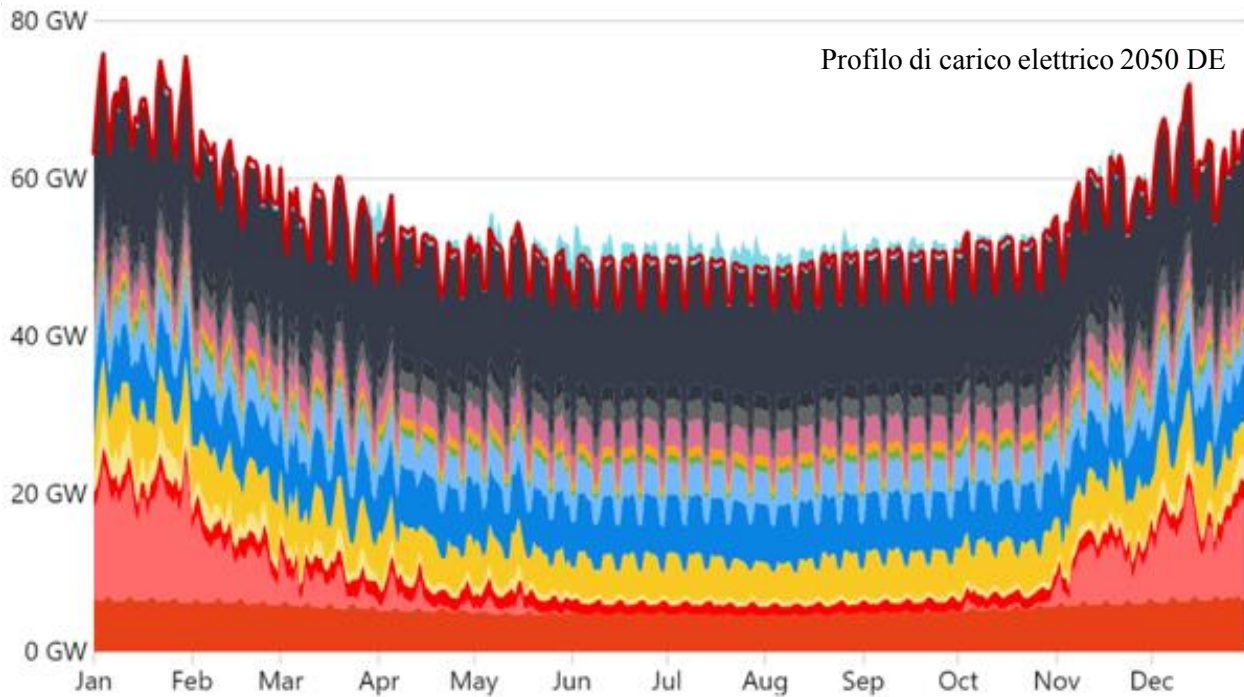
L'elaborato verte sull'analisi dei national trends (NT+), ovvero degli scenari forniti da TYNDP "Ten-Year Network Development Plan". L'attenzione è stata posta sui Deviation scenario, sotto scenari dell'NT+, prendendo in considerazione il caso italiano al 2050. Il lavoro è stato impostato al fine di comparare i dati forniti dal TYNDP con i dati forniti dal codice COMESE focalizzandosi sulle differenze dei profili di carico elettrico.

TYNDP 2024 SCENARIOS STRATEGY

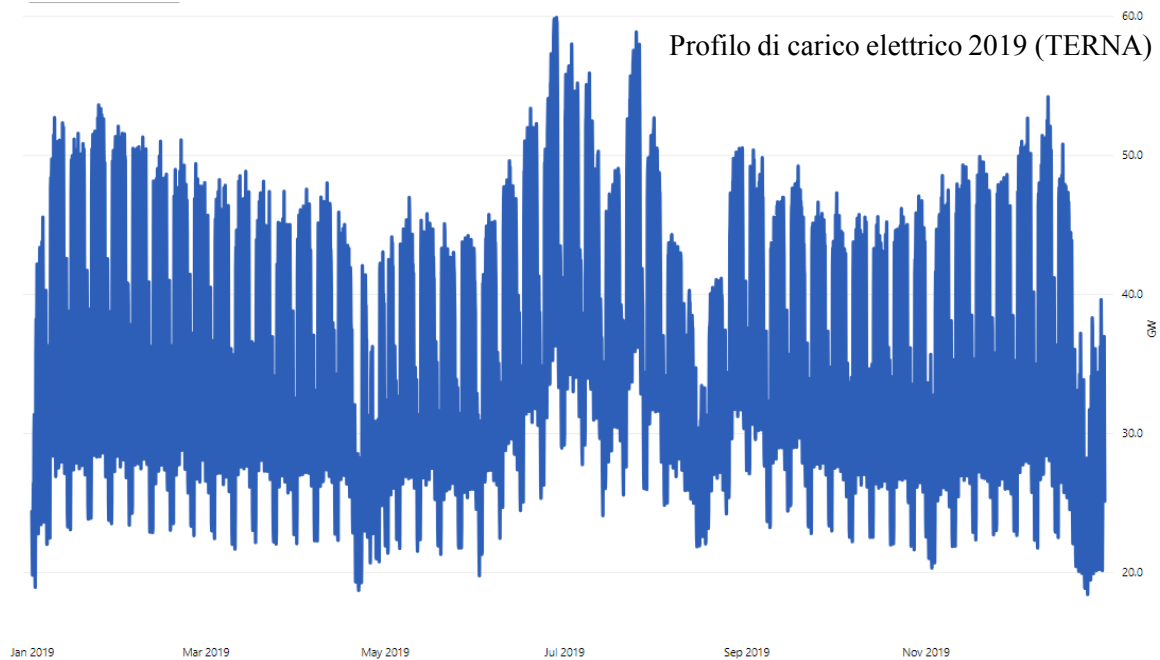


	DISTRIBUTED ENERGY HIGHER EUROPEAN AUTONOMY WITH RENEWABLE AND DECENTRALISED FOCUS	GLOBAL AMBITION GLOBAL ECONOMY WITH CENTRALISED LOW CARBON AND RES OPTIONS
GREEN TRANSITION	Fully in line with the energy efficiency first principle and with the Union's 2030 targets for energy and climate and its 2050 climate neutrality objective	
DRIVING FORCE OF THE ENERGY TRANSITION	Transition initiated on local/national level (prosumers)	Transition initiated on a European/international level
	Aims for EU energy-independence and strategic independence through maximisation of RES and smart sector integration (P2G/P2L/P2M)	High EU RES development supplemented with low carbon energy and diversified imports
ENERGY INTENSITY	Reduced energy demand through circularity and better energy consumption behaviour	Reduced energy demand with priority is given to decarbonisation and diversification of energy supply.
	Digitalisation driven by prosumer and variable RES management	Digitalisation and automation reinforce competitiveness of EU business.
TECHNOLOGIES	Focus of decentralised technologies (PV, batteries, etc) and smart charging	Focus on large scale technologies (offshore wind, large storage)
	Focus on electric heat pumps and district heating	Focus on a wide range of heating technologies, e.g., hybrid heating technology
	Higher share of EV, with e-liquids and biofuels supplementing for heavy transport	Wide range of technologies and energy carriers across mobility sectors (electricity, hydrogen, e-liquids and biofuels)
	Minimal CCS and nuclear	Integration of nuclear and CCS

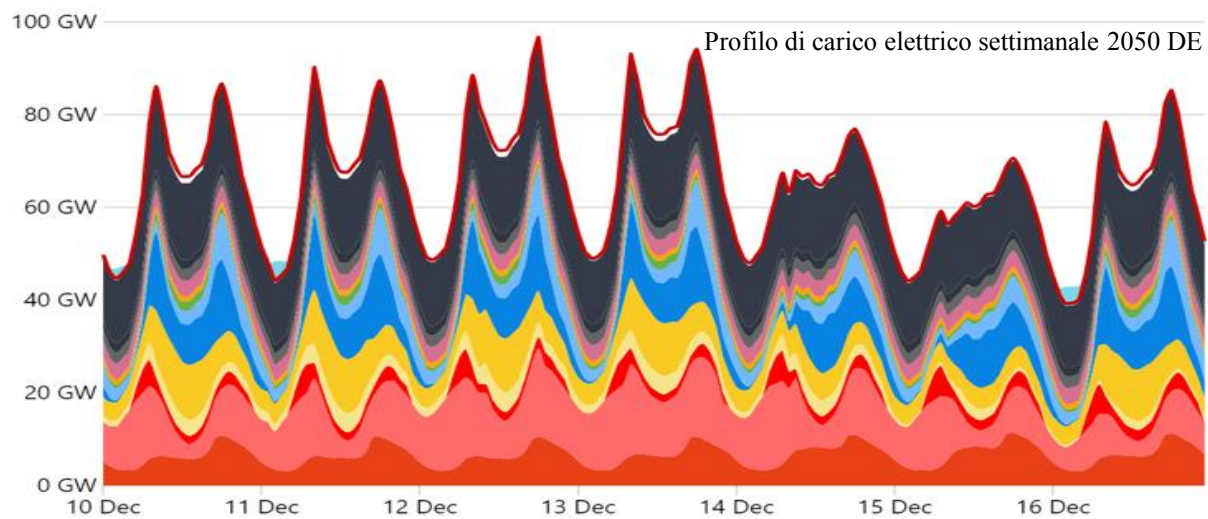
- Analisi della domanda elettrica per il Destributed Energy
- Analisi della domanda elettrica per il Global Ambition
- Analisi della domanda elettrica per il COMESE
- Comparazione tra i vari scenari analizzati



- Baseload electricity demand
- Flexibility - Export
- Industry - Other
- Industry - Chemical
- Industry - Metal
- Losses
- Other
- Agriculture
- Transport - Other
- Transport - Electric vehicles
- Buildings - Other
- Buildings - Space heating
- Households - Hot water
- Households - Space heating
- Households - Other

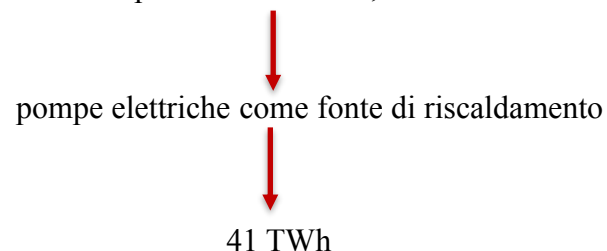


www.dii.unipd.it



La domanda di energia elettrica totale annua passa da circa 305 TWh a circa 444 TWh richiesti, aumento del 45,57%. Necessità di elettrificare tre settori: industria, trasporti, abitazioni.

Settore abitativo da 63,2 TWh a 93 TWh, aumento percentuale del 47,15%



	2019	2050
Electricity - Buildings	82 TWh	66 TWh
Electricity - Other	0 TWh	0 TWh
Electricity - Agriculture	6 TWh	8 TWh
Electricity - Households	66 TWh	93 TWh
Electricity - Industry	136 TWh	172 TWh
Electricity - National Transport	6 TWh	94 TWh
Electricity - Energy	10 TWh	10 TWh
Electricity - International Transport	0 TWh	0 TWh

Nel settore industriale sono prese in considerazione le industrie più energivore:

- Industria del metallo: circa 21,5 TWh
- Centrali ICT : 21 TWh
- Altre industrie: 90 TWh

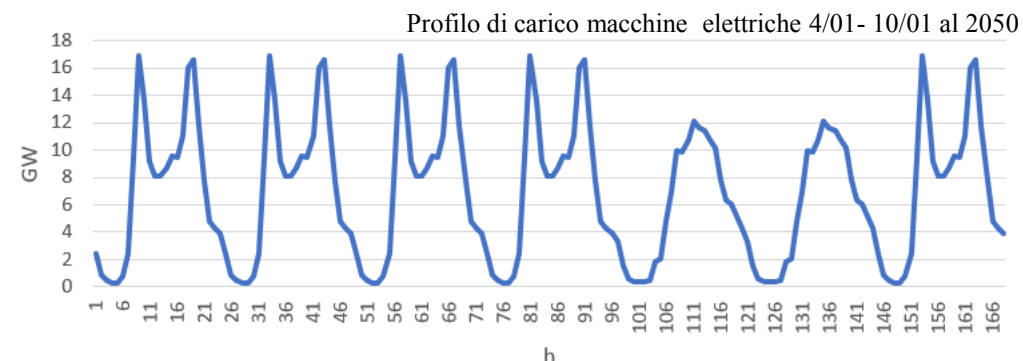
	2019	2050
Oil - Industry	56 TWh	3 TWh
Network gas - Industry	117 TWh	27 TWh
Coal - Industry	9 TWh	1 TWh

L'intero reparto industriale segue la tendenza generale dell'abbandono o forte riduzione di utilizzo di carbone, petrolio e gas a favore dell'elettricità, infatti, da circa 136 TWh (2019) raggiunge circa 172 TWh (2050), aumento del 26,47%.

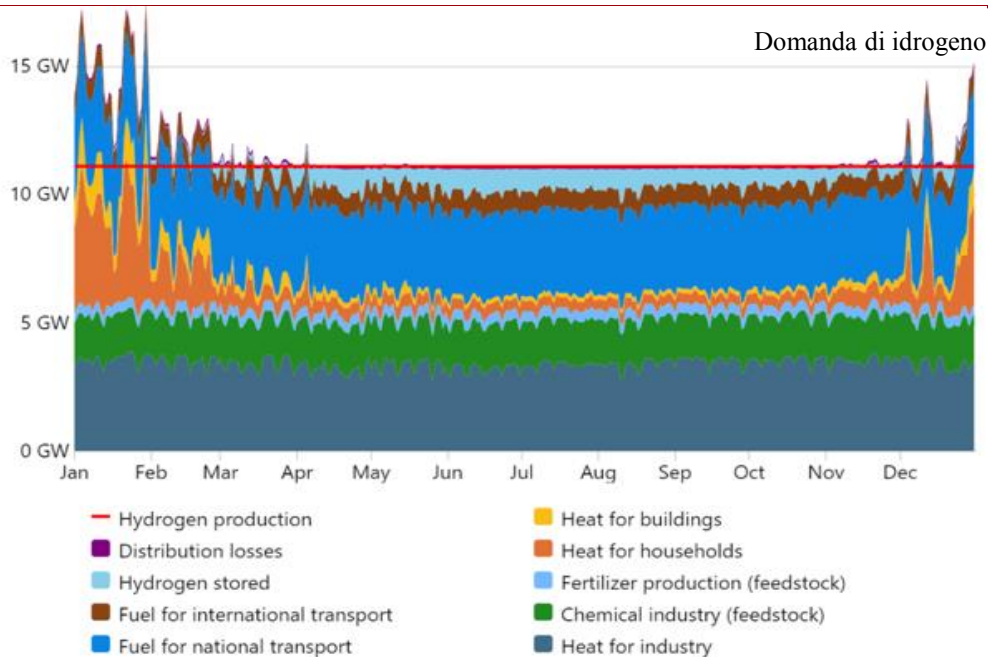
Electricity - National Transport	6 TWh	94 TWh
	2019	2050
Electric cars	0,05 TWh	61 TWh
Hydrogen cars	0 TWh	9 TWh
Diesel cars	6 TWh	0 TWh
Gasoline cars	178 TWh	0 TWh
LPG cars	21 TWh	0 TWh
Compressed gas cars	6 TWh	0 TWh

→ crescita del 1466%.

→ aumento percentuale del 121900%. Fortissima elettrificazione, possibili problemi alla rete.



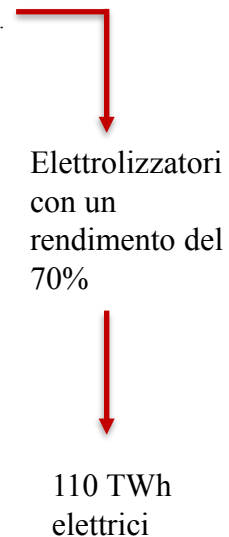
Al 2019 erano presenti poco meno di 40 milioni di veicoli privati; conoscendo la domanda elettrica annuale delle macchine elettriche, ipotizzando un consumo medio di circa 0,2 kWh/Km con una percorrenza media di 15000 km annui è possibile stimare che le macchine elettriche presenti saranno poco più di 20 milioni senza contare le vetture ad idrogeno.



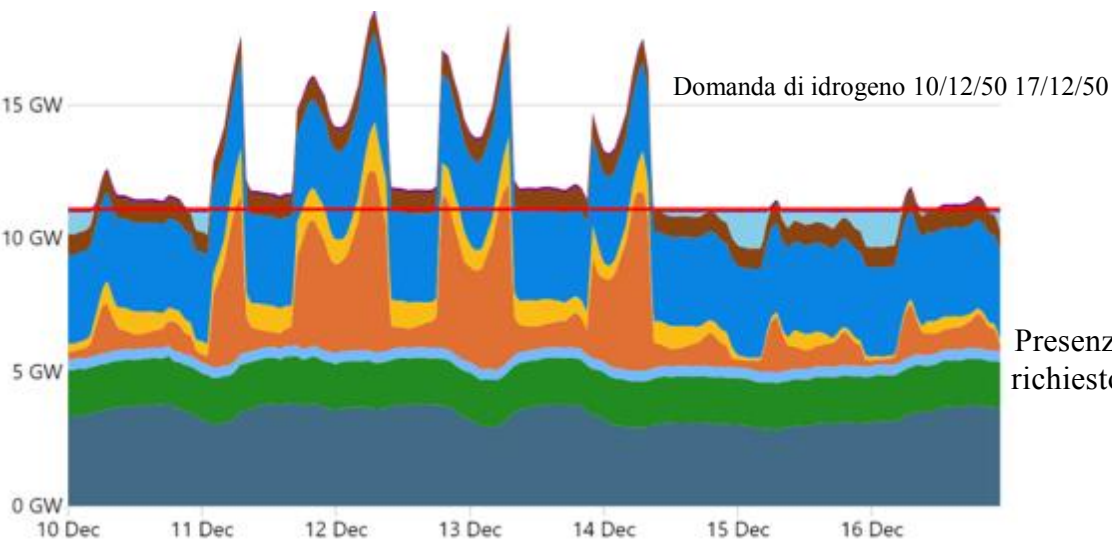
Idrogeno verde prodotto tramite elettrolisi: utilizzo dell'elettricità per separare idrogeno e ossigeno.

La domanda di idrogeno si ipotizza essere di circa 77 TWh al 2050.

	2019	2050
Hydrogen - Agriculture	0 TWh	0 TWh
Hydrogen - Buildings	0 TWh	3 TWh
Hydrogen - Households	0 TWh	8 TWh
Hydrogen - Industry	0 TWh	30 TWh
Hydrogen - Other	0 TWh	0 TWh
Hydrogen - National transport	0 TWh	29 TWh
Hydrogen - Energy	0 TWh	0 TWh
Hydrogen - International transport	0 TWh	7 TWh



www.dii.unipd.it



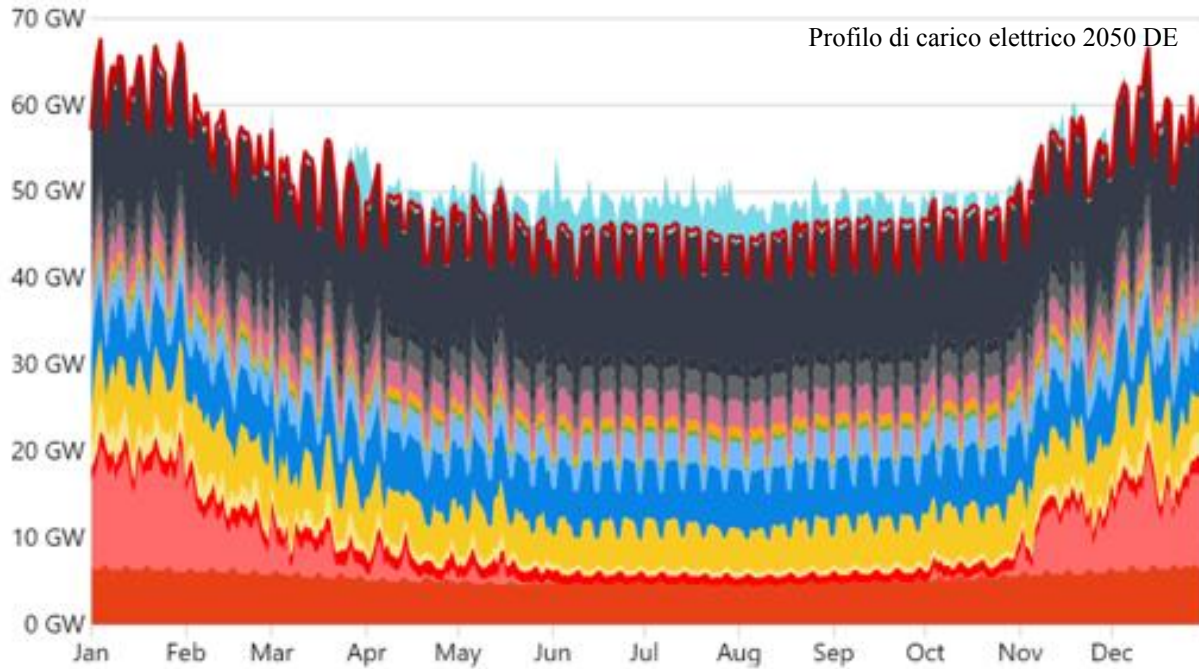
Presenza di picchi di idrogeno richiesto in corrispondenza dei mesi invernali

- Industria: hard to abate
- Pompe di calore ibride
- Trasporti

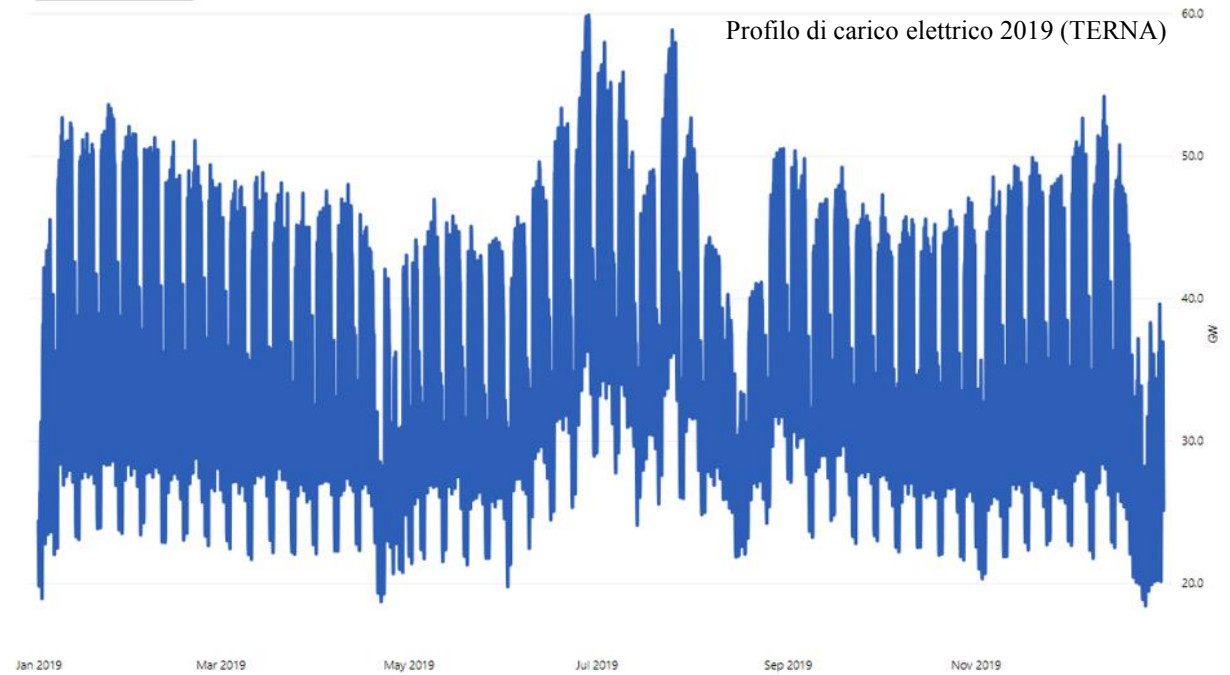
5,1% di incidenza per le abitazioni

4,7% di incidenza per le edifici

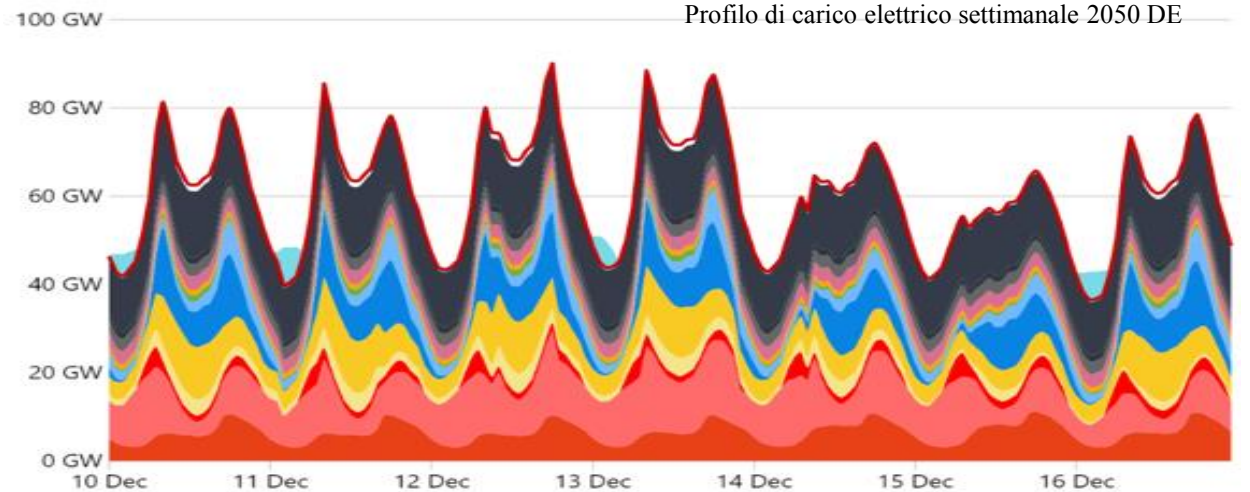
Profilo di carico elettrico 2050 DE



Profilo di carico elettrico 2019 (TERNA)



Profilo di carico elettrico settimanale 2050 DE



- Baseload electricity demand
- Flexibility - Export
- Industry - Other
- Industry - Chemical
- Industry - Metal
- Losses
- Other
- Agriculture
- Transport - Other
- Transport - Electric vehicles
- Buildings - Other
- Buildings - Space heating
- Households - Hot water
- Households - Space heating
- Households - Other

La domanda di energia elettrica totale annua passa da circa 305 TWh a circa 408 TWh richiesti, aumento del 33,77%. Necessità di elettrificare tre settori: industria, trasporti, abitazioni.

Settore abitativo da 63,2 TWh a 87 TWh, aumento percentuale del 37,65%

Pompe elettriche come fonte di riscaldamento

38 TWh

	2019	2050
Electricity - Buildings	82 TWh	66TWh
Electricity - Other	0 TWh	0 TWh
Electricity - Agriculture	6TWh	6TWh
Electricity - Households	66TWh	87TWh
Electricity - Industry	136TWh	158TWh
Electricity - National transport	6TWh	82TWh
Electricity - Energy	10TWh	10TWh
Electricity - International transport	0TWh	0 TWh
Total	305TWh	408TWh

L'intero reparto industriale segue la tendenza generale dell'abbandono o forte riduzione di utilizzo di carbone, petrolio e gas a favore dell'elettricità, infatti, da circa 136 TWh (2019) raggiunge circa 158 TWh (2050), aumento del 16,17%.

Nel settore industriale sono prese in considerazione le industrie più energivore:

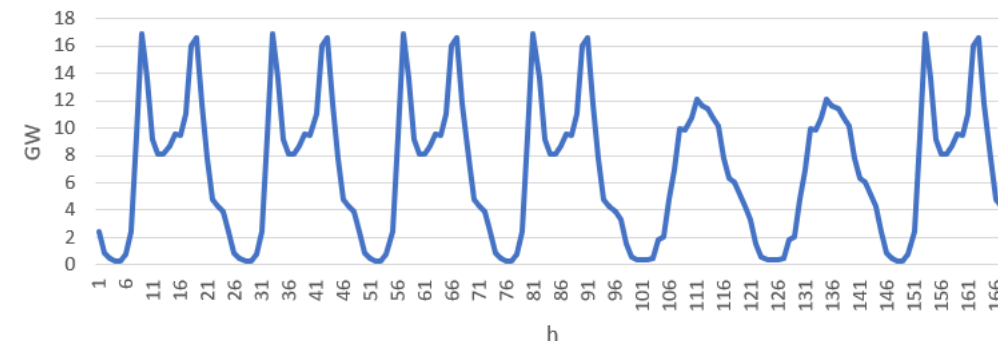
- Industria del metallo: circa 24,5 TWh
- Centrali ICT : 21 TWh
- Altre industrie: 84 TWh

	2019	2050
Oil - Industry	56 TWh	3TWh
Network gas - Industry	117TWh	29TWh
Coal - Industry	9TWh	2TWh

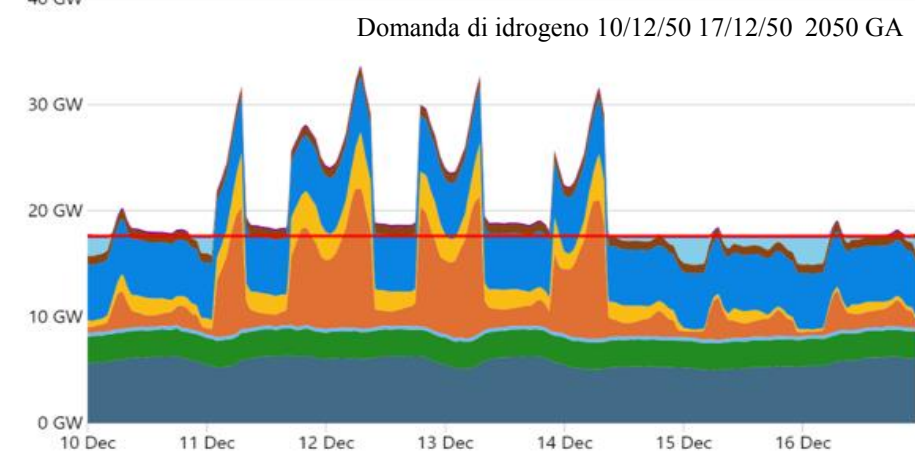
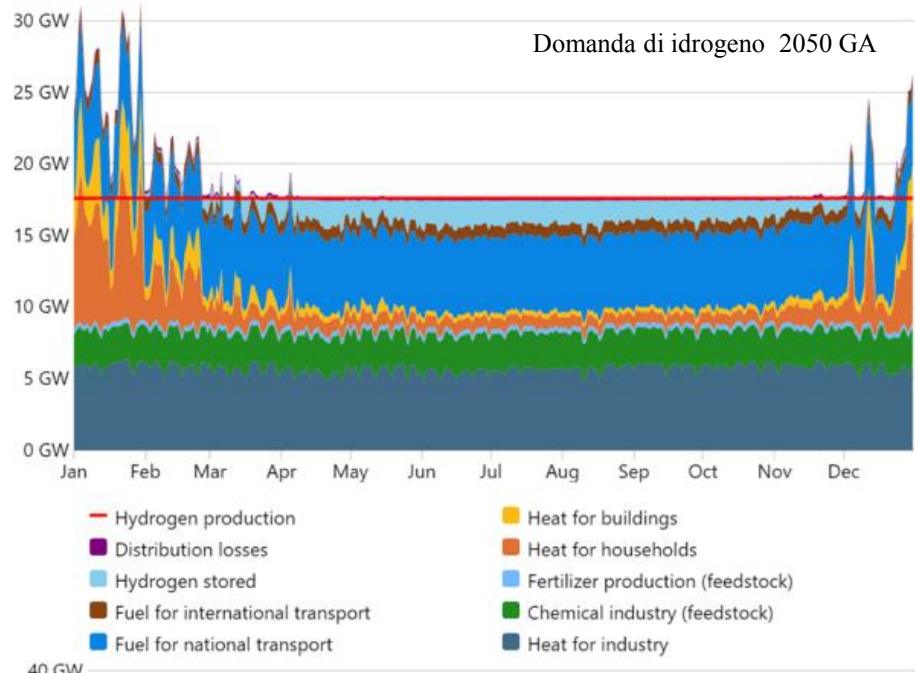
Electricity - National transport	6TWh	82TWh	→ crescita del 1266%.
----------------------------------	------	-------	-----------------------

	2019	2050	→ aumento percentuale del 111900%. Fortissima elettrificazione, possibili problemi alla rete.
Electric cars	0,05 TWh	56TWh	
Hydrogen cars	0 TWh	17 TWh	
Diesel cars	178TWh	0TWh	
Gasoline cars	77TWh	0TWh	
LPG cars	21TWh	0TWh	
Compressed gas cars	8TWh	0TWh	
Total	284TWh	73TWh	

Profilo di carico macchine elettriche 4/01- 10/01 al 2050



Mantenendo le stesse ipotesi per le macchine elettriche del Distributed Energy è possibile stimare le future autovetture : circa 19 milioni, non contando quelle ad idrogeno.



La domanda di idrogeno verde si ipotizza essere di circa 127 TWh al 2050.

	2019	2050
Hydrogen - Agriculture	0 TWh	0 TWh
Hydrogen - Buildings	0 TWh	7 TWh
Hydrogen - Households	0 TWh	16 TWh
Hydrogen - Industry	0 TWh	50 TWh
Hydrogen - Other	0 TWh	0 TWh
Hydrogen - National transport	0 TWh	46 TWh
Hydrogen - Energy	0 TWh	0 TWh
Hydrogen - International transport	0 TWh	7 TWh

Elettrolizzatori
con un
rendimento del
70%
↓
181 TWh
elettrici

Presenza di picchi di idrogeno richiesto in corrispondenza dei mesi invernali

Industria: hard to abate

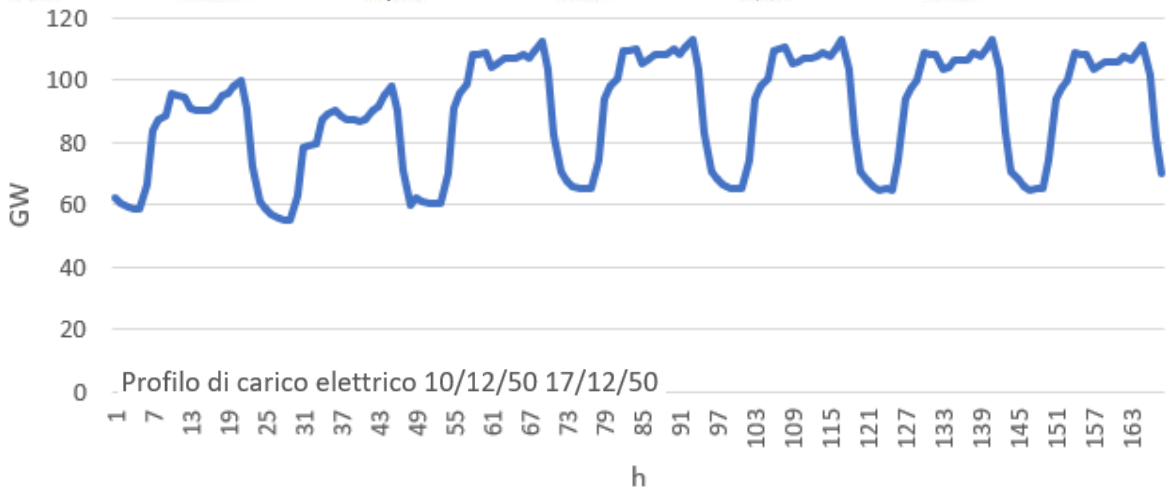
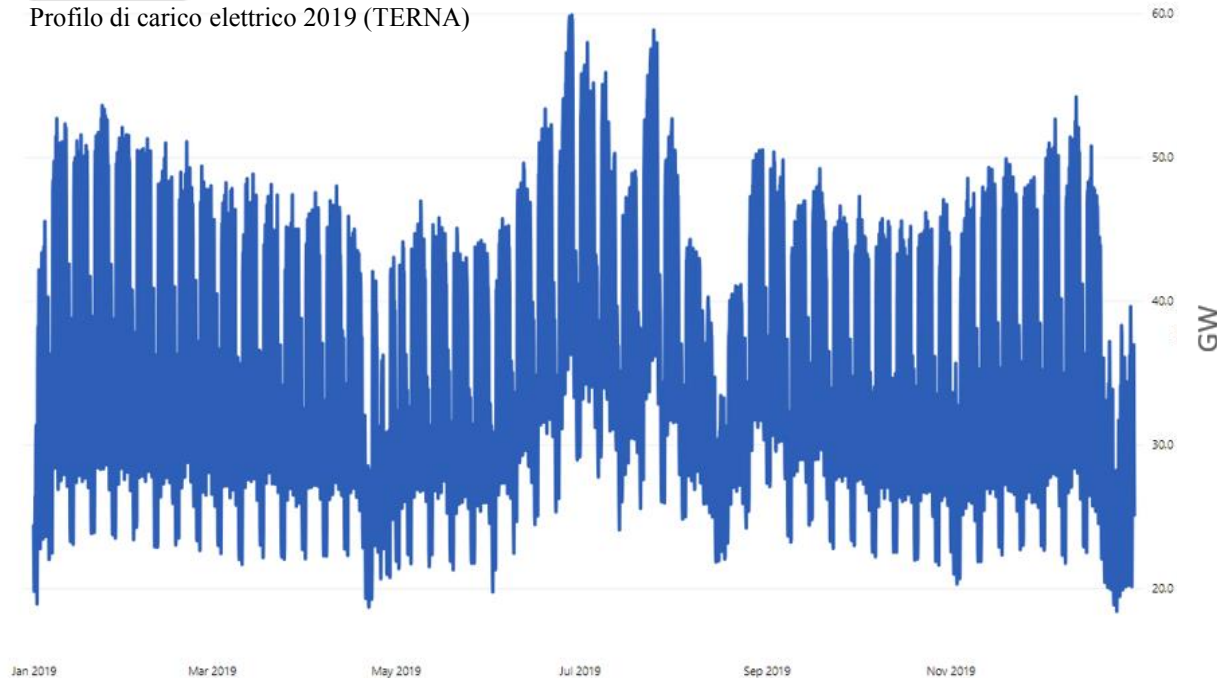
Pompe di calore ibride

Trasporti

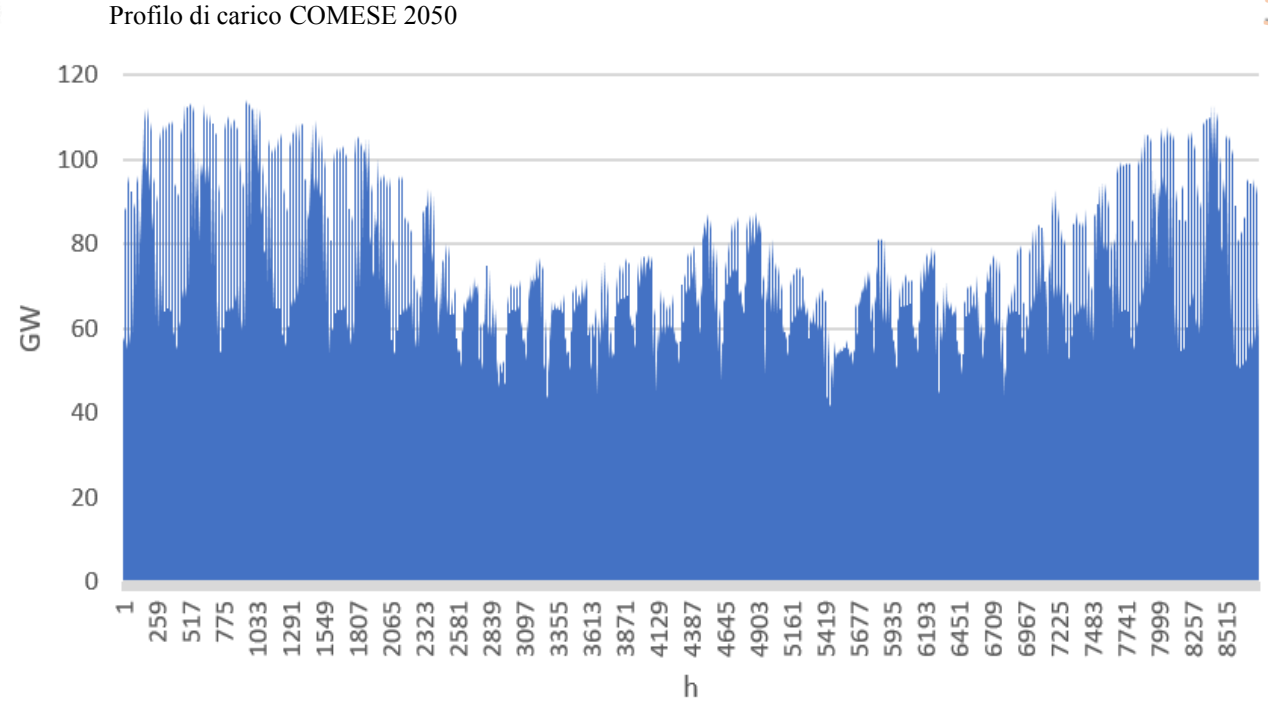
10% di incidenza per le abitazioni

19% di incidenza per le edifici

Profilo di carico elettrico 2019 (TERNA)



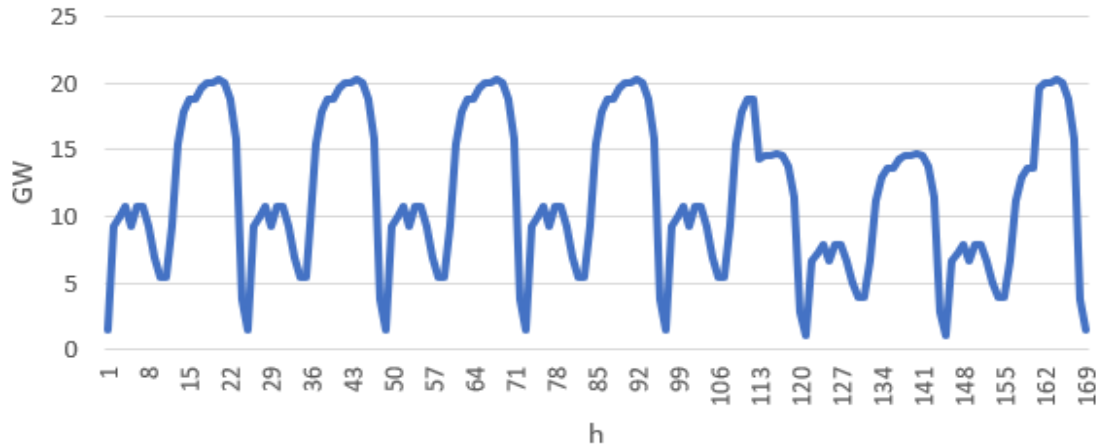
Profilo di carico COMESE 2050



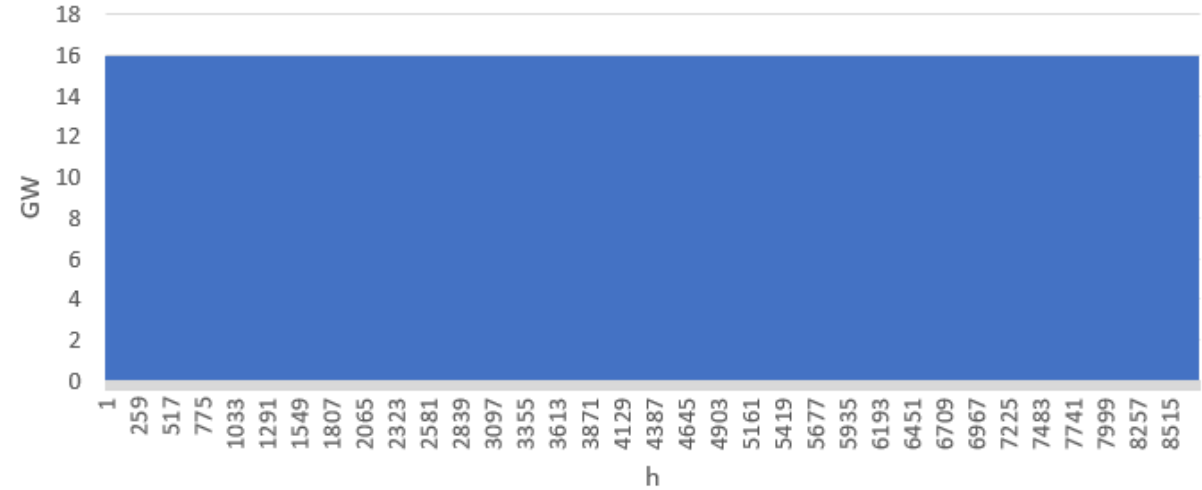
Domanda elettrica finale: 650 TWh

- Riscaldamento 80 TWh
- 140 TWh per elettrolisi ed e-fuel e
- 100 TWh per il trasporto
- 330 TWh al 2019

PROFILO DI CARICO MACCHINE ELETTRICHE 4/01-10/01 AL 2050



PROFILO DI CARICO DI IDROGENO COMESE



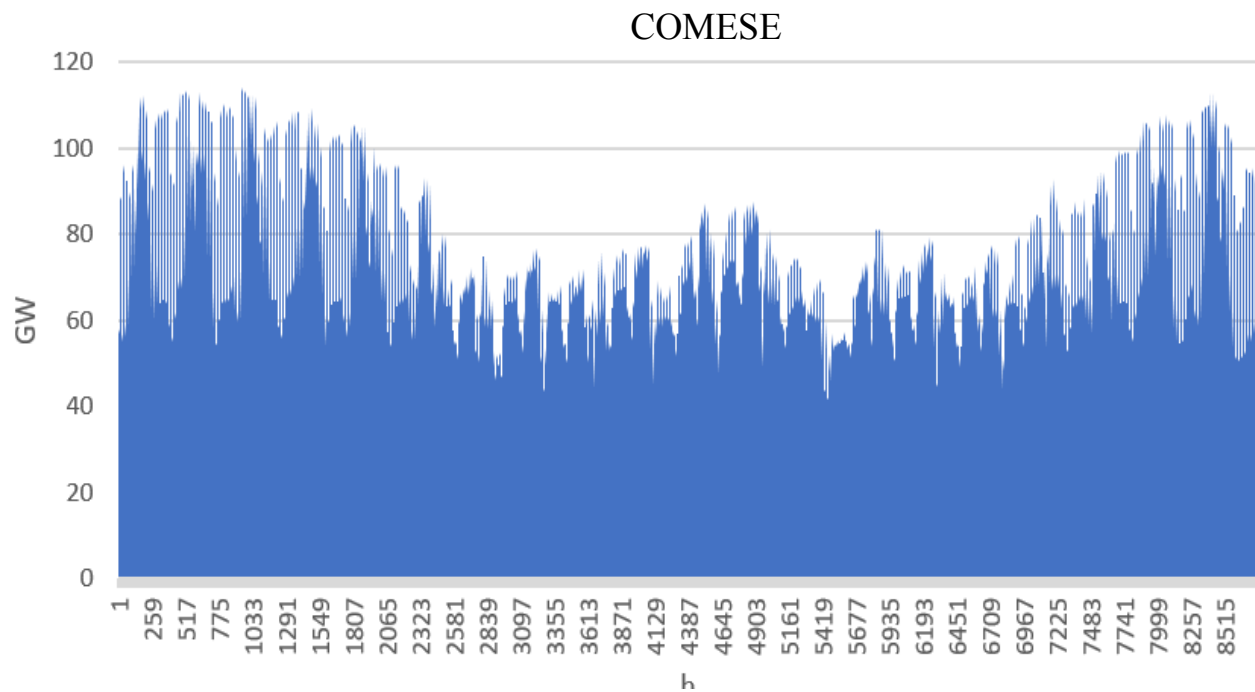
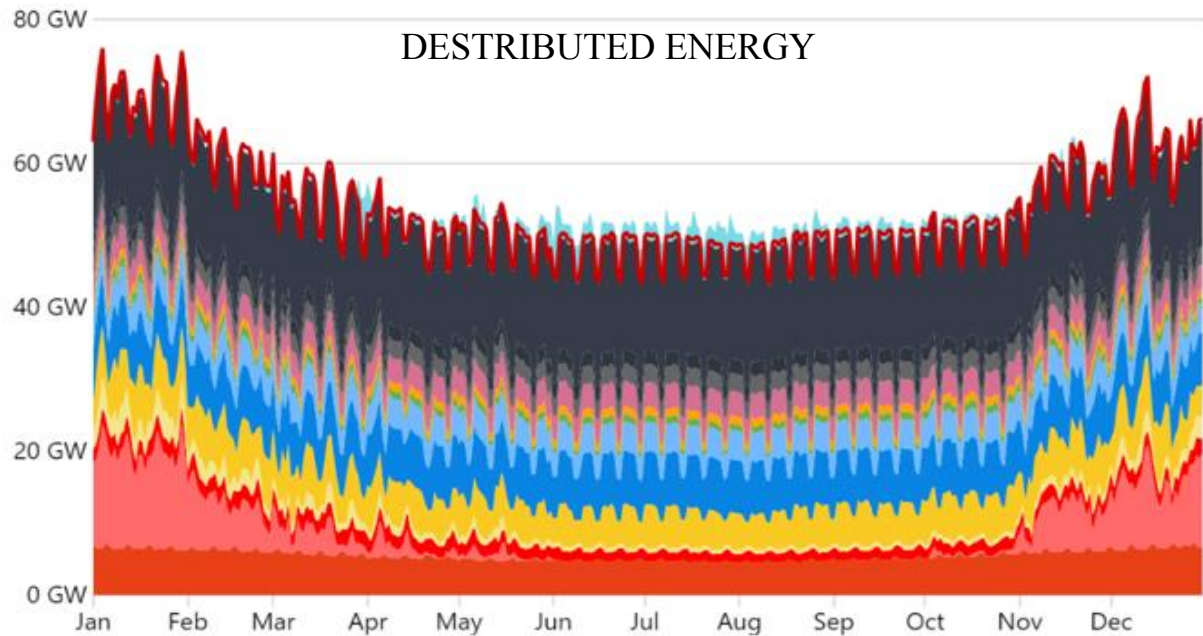
Opzione di ricarica smart-charge

100 TWh richiesti

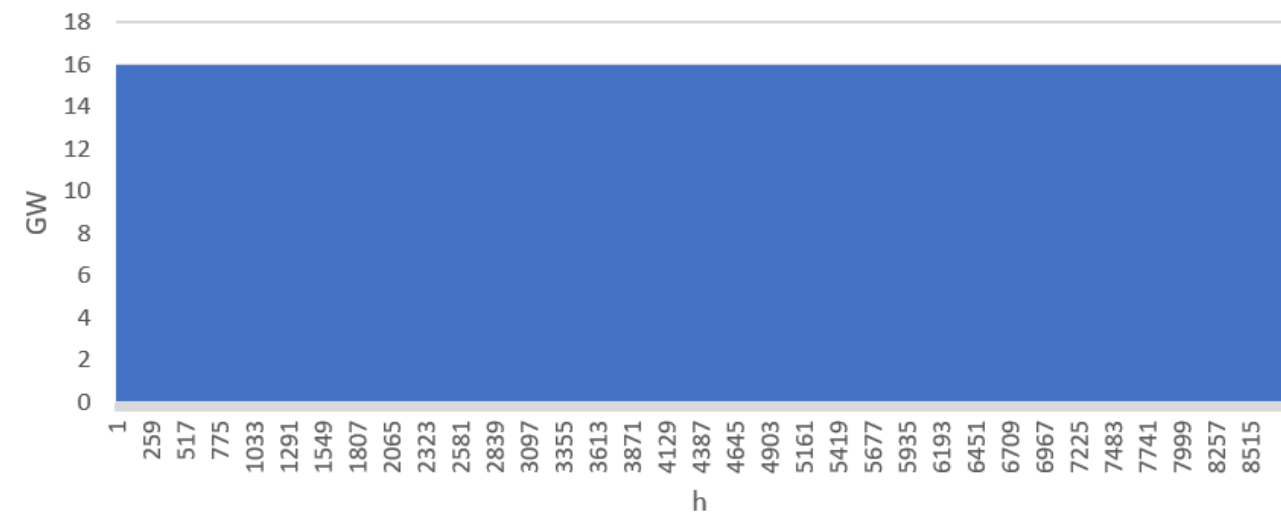
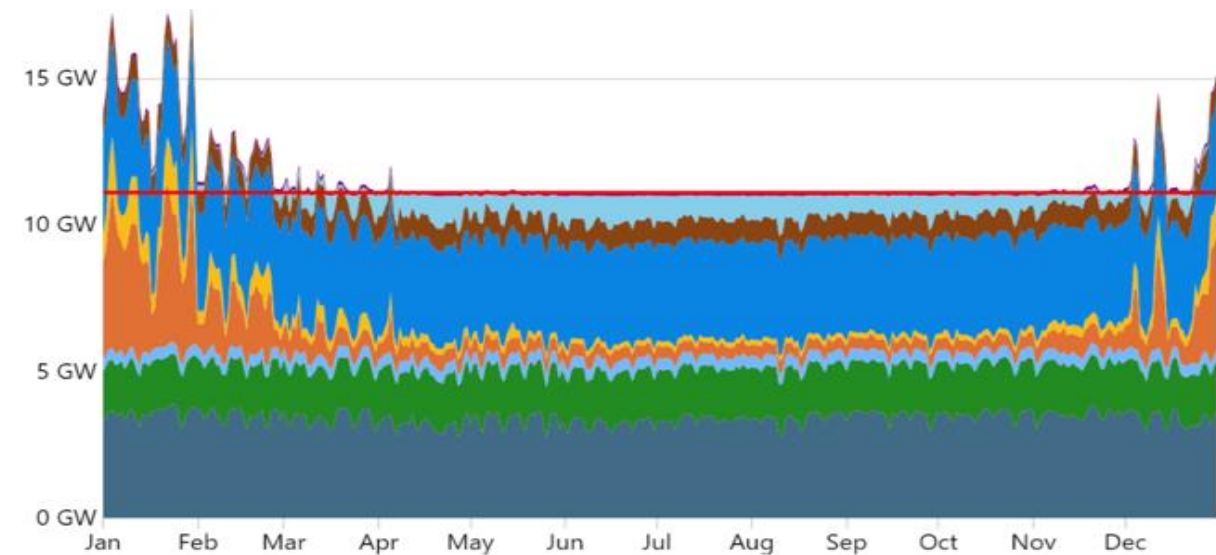
Costante nel tempo : utilizzo per industrie con processi hard to abate

130-140 TWh richiesti per la produzione

90-100 TWh di idrogeno



www.dii.unipd.it



DESTRIIBUTED ENERGY

Consumi finali: 825 TWh

444 TWh

554 TWh elettrificati

← 110 TWh elettrolisi

COMESE

Consumi finali: 920-950 TWh

510-520 TWh (Fit for 55% UE)

650 TWh elettrificati

← 130-140 TWh elettrolisi

650TWh - 521 TWh = 96 TWh

COMESE → 130-140 TWh → Industria → Aumento dell'efficienza del 5% al 2050.

Industria → Aumento dell'efficienza dell'1,8% anno fino al 2050.

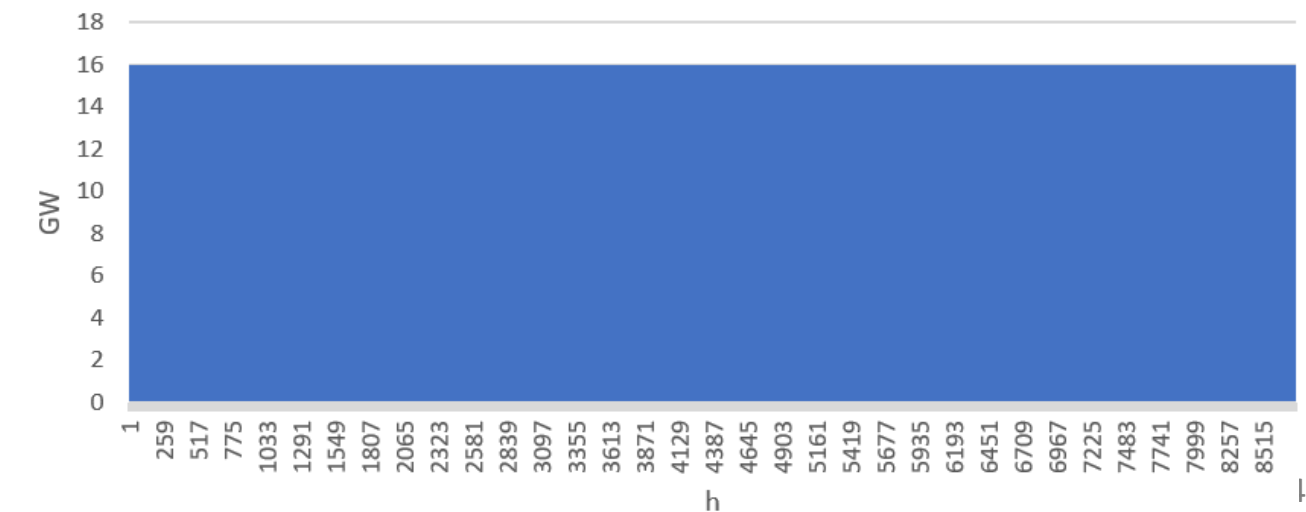
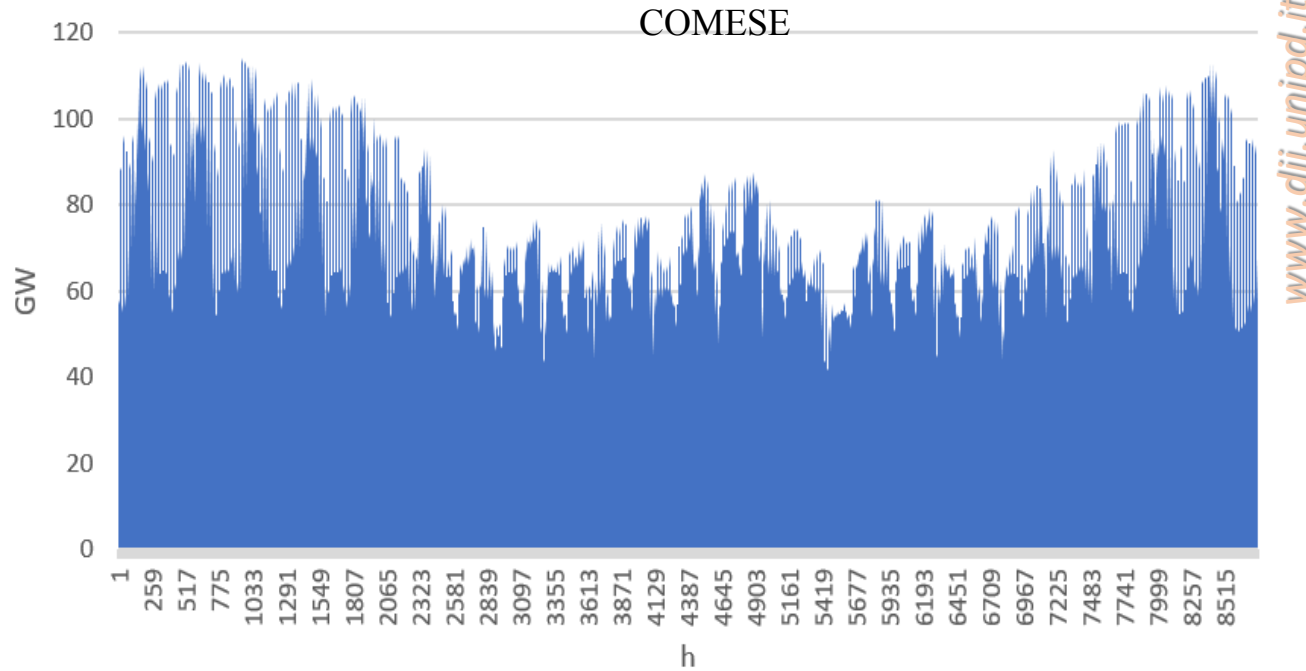
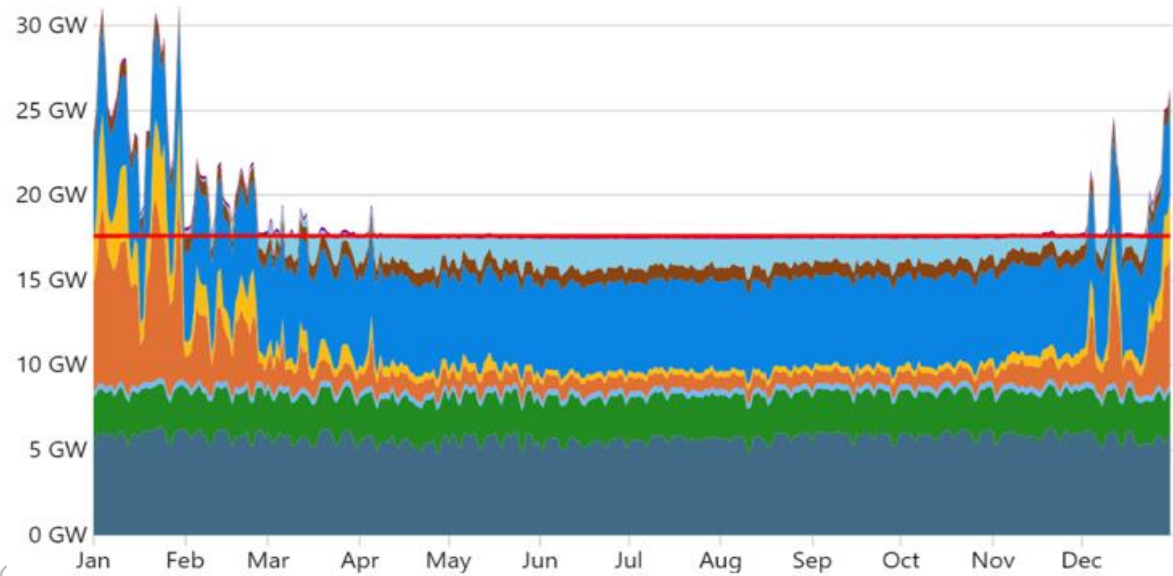
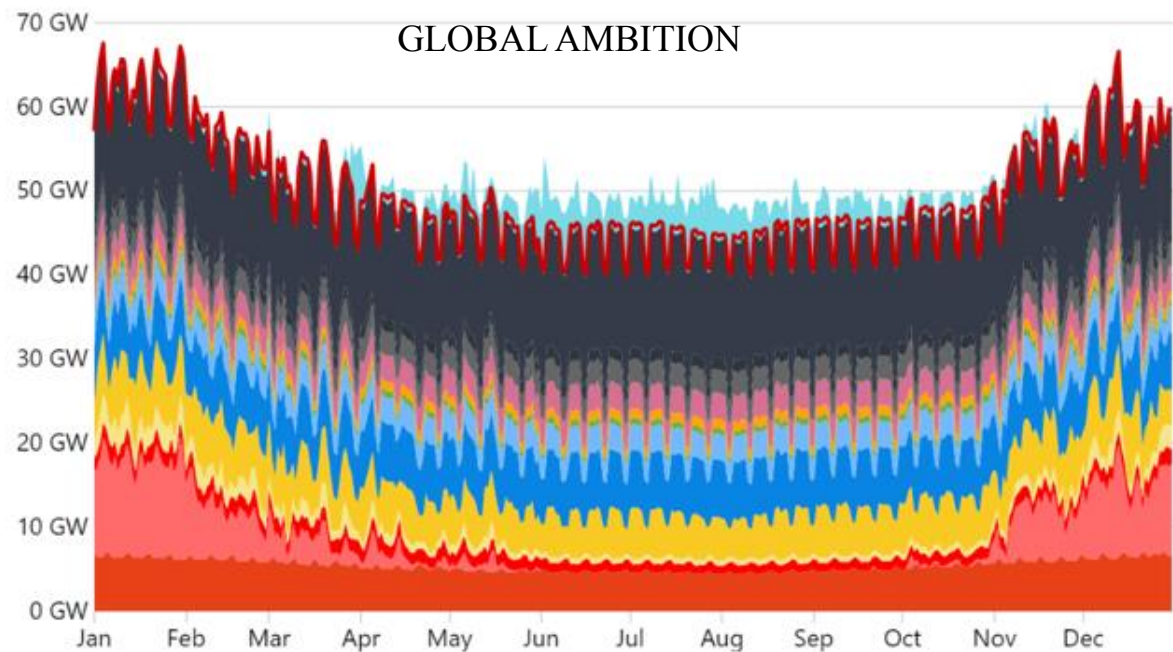
DE → 110 TWh

Riscaldamento → 40 TWh DE
→ 80 TWh COMESE

Trasporti → 100 TWh COMESE
→ 72 TWh DE

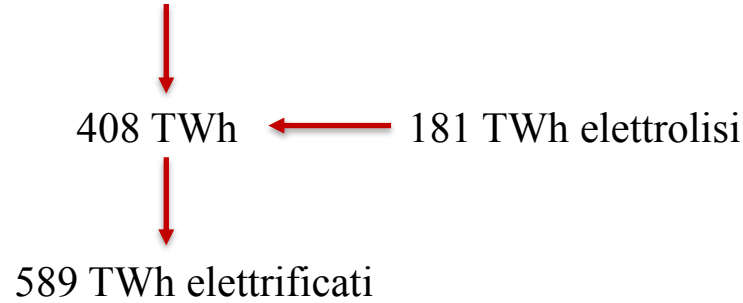
DIFFERENTE UTILIZZO
DELL'IDROGENO

COMPARAZIONE GLOBAL AMBITION E COMESE



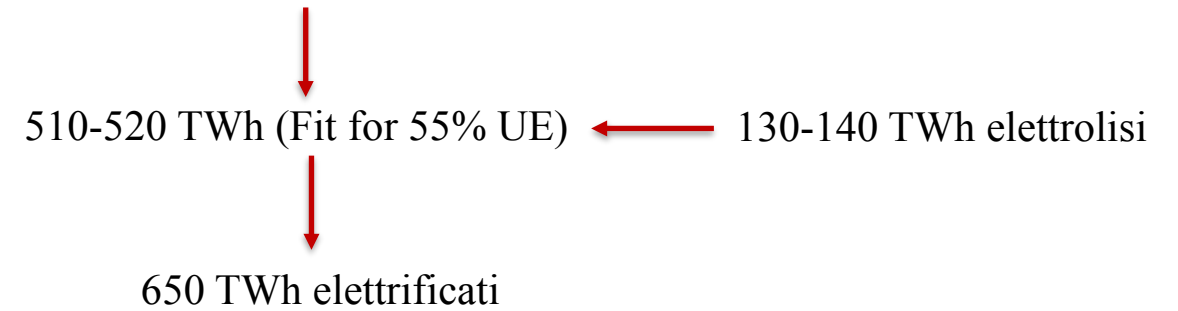
GLOBAL AMBITION

Consumi finali: 855 TWh



COMESE

Consumi finali: 920-950 TWh



$650\text{TWh} - 589\text{TWh} = 61\text{TWh}$

