



L'ALTRA STRADA PER LA TRANSIZIONE

XV CONFERENZA NAZIONALE SULL'EFFICIENZA ENERGETICA

ROMA | 28-29 NOVEMBRE 2023

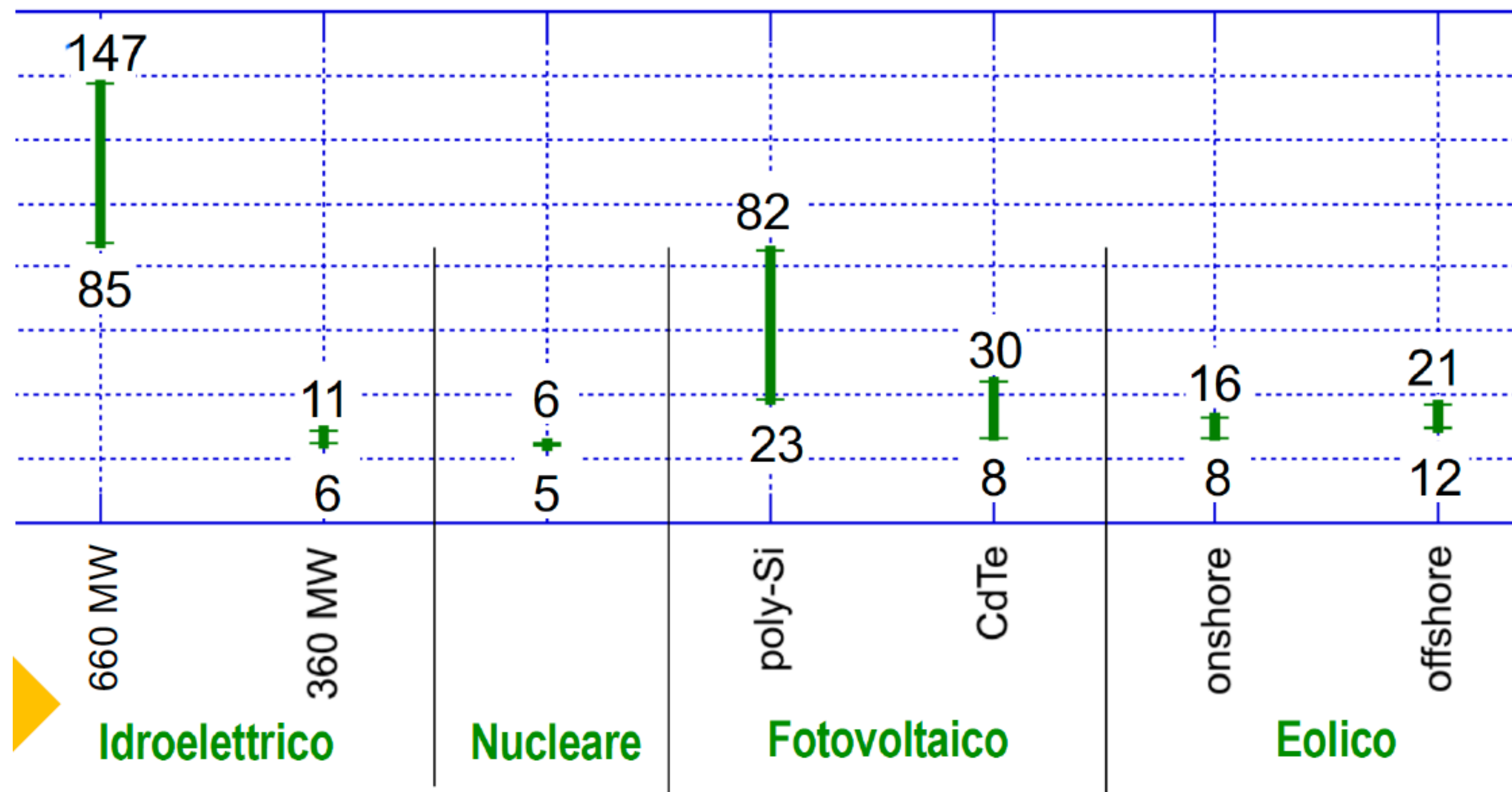
Efficacia Efficienza Sostenibilità della Transizione

Il ruolo dell'ENERGIA NUCLEARE

Prof. Giuseppe Zollino

Università di Padova e Consorzio RFX

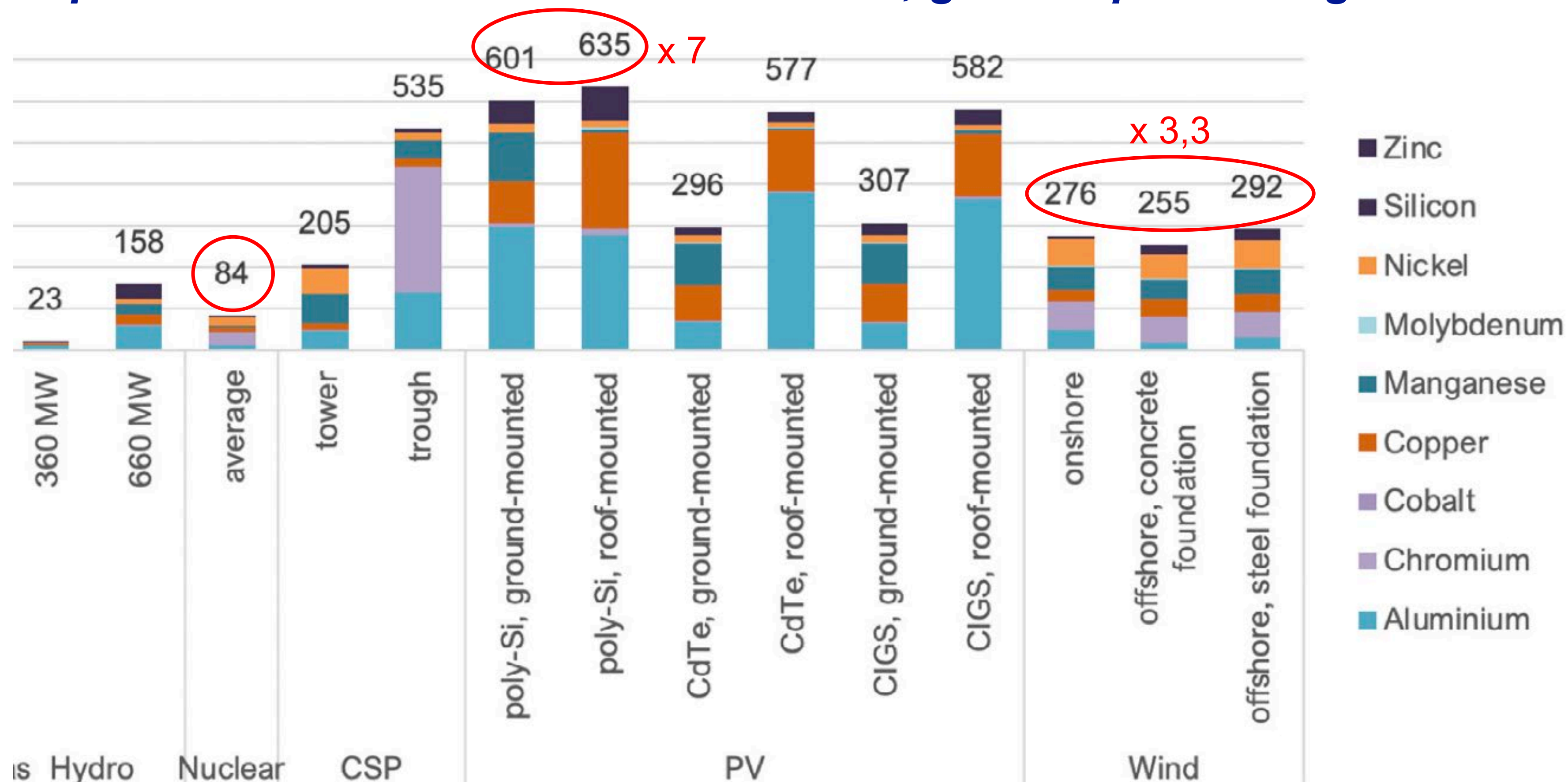
**Emissioni di gas serra nel ciclo di vita,
grammi di CO₂ equivalente per kWh generato**



UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE: *Life Cycle Assessment of Electricity Generation Options*
(ultimo aggiornamento 2022)



Principali materiali richiesti nel ciclo di vita, grammi per MWh generato



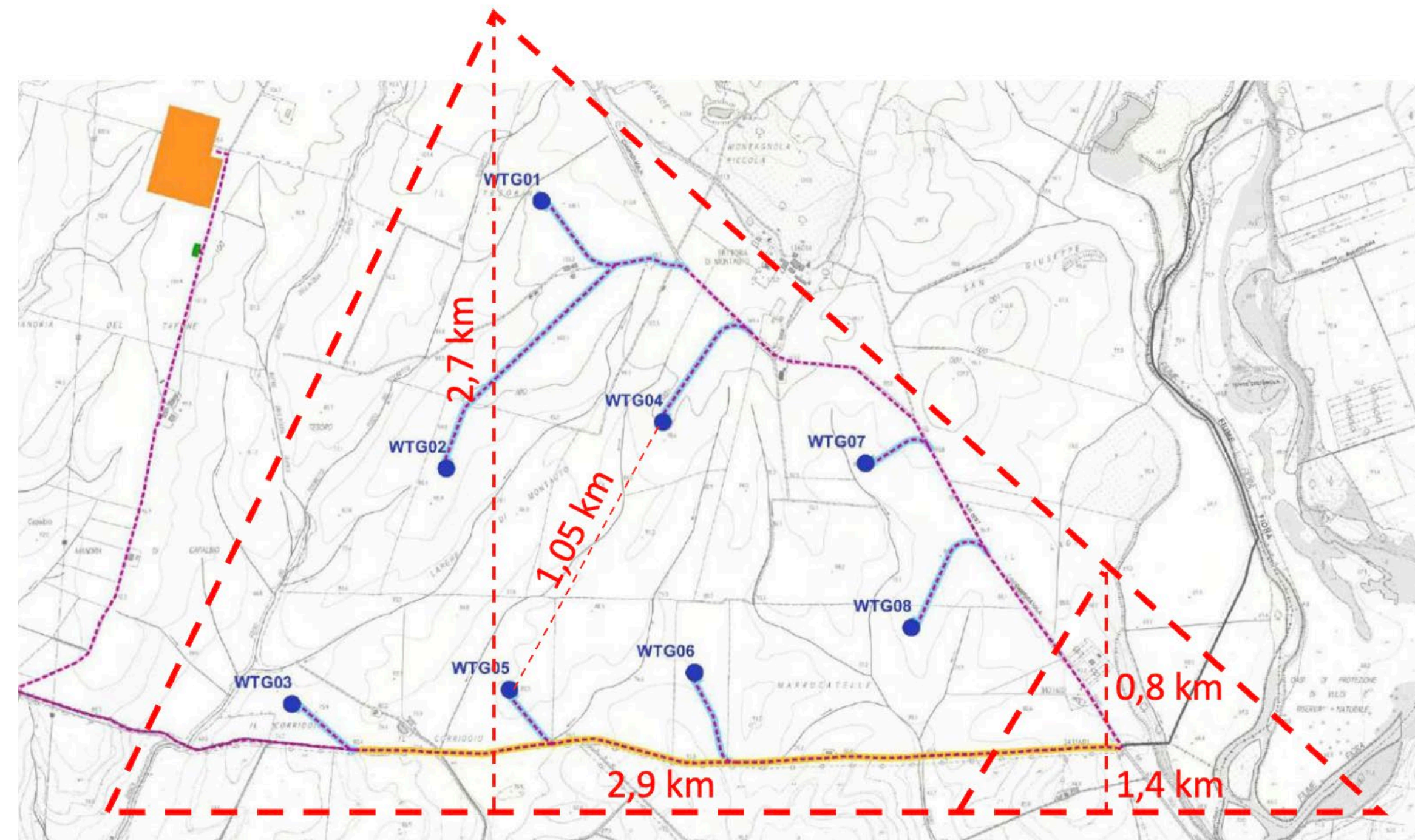
UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE: *Life Cycle Assessment of Electricity Generation Options* (ultimo aggiornamento 2022)



Efficienza verso l'obiettivo di decarbonizzazione: "consumo" di suolo – 2 ESEMPI



Centrale nucleare di **Barakah**, Emirati Arabi, 4 unità da 1360 MW, per complessivi 5450 MW. Costruita in 11 anni, 8 anni per unità, a distanza di 1 anno una dall'altra. Produce **44 TWh/a, continui**, per **60 anni**; occupa **200 ETTARI**



Impianto eolico a Manciano; 8 aerogeneratori da 6 MW; D=170 m, quota navicella 115 m, altezza totale 200 m. Produrrà **~125 GWh/a, variabili** per **20-25 anni**. A causa del necessario distanziamento, interessa una superficie di **oltre 550 ettari, ~12 ettari/MW**.

PER GENERARE 44 TWh (variabili), servirebbero **350 IMPIANTI** come questo, **16,8 GW**, su una superficie di **~200 MILA ETTARI**

Soddisfare istante per istante la domanda elettrica con sole e vento è complicato, perchè sole e vento sono



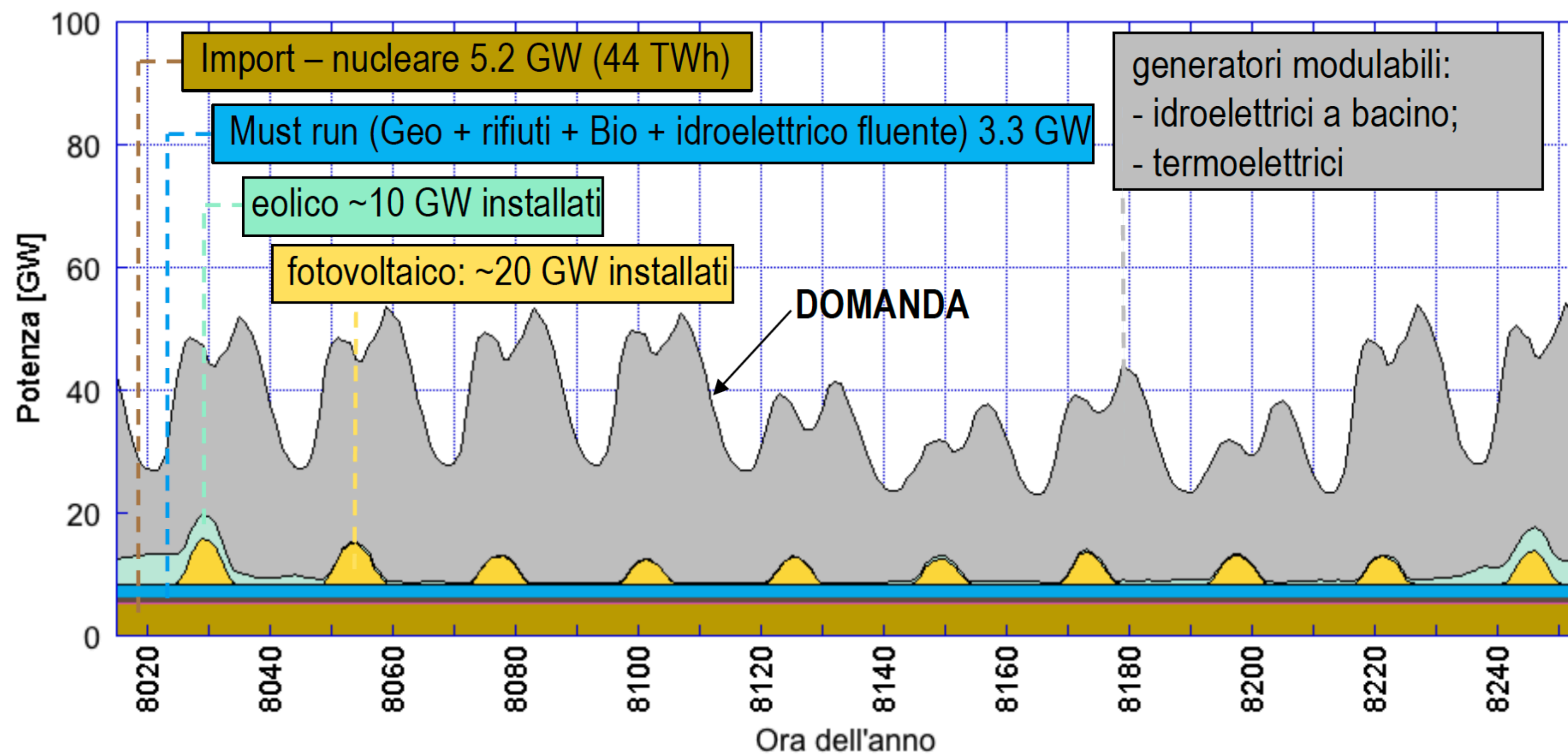
VARIABILI (NON PROGRAMMABILI)



SINCRONI

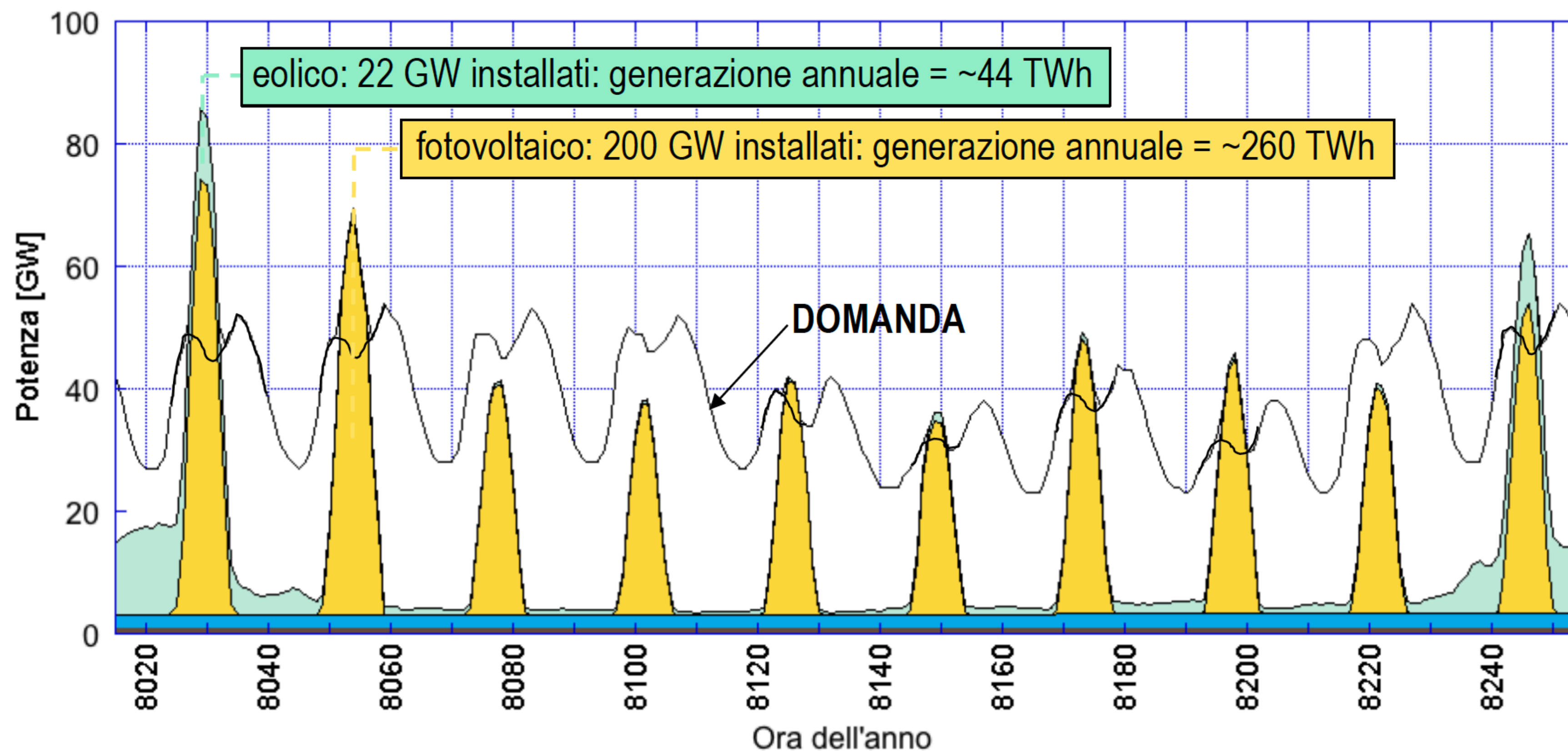
Domanda e generazione elettrica in Italia in 10 giorni di dicembre 2018 (Domanda annuale 320 TWh)

In evidenza le fonti prive di emissioni di CO₂



Supponiamo di voler soddisfare la domanda con sole fonti rinnovabili

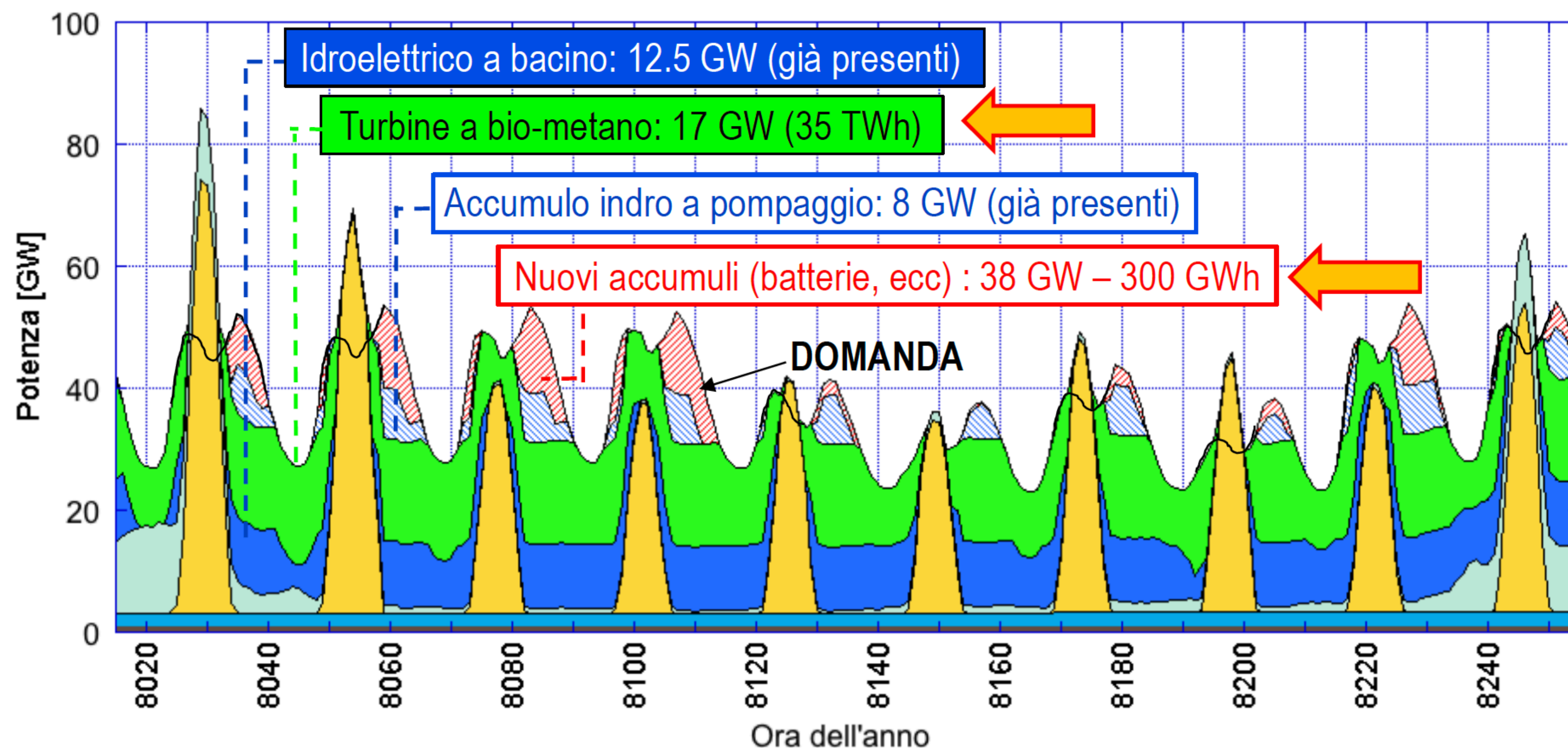
- Zero fossili e Zero nucleare (basta inport);
- Aumentiamo potenza impianti eolici e fotovoltaici in modo che generazione annuale = domanda annuale (320 TWh)
- **Non si riesce a coprire la domanda ora per ora, perchè eolico e fotovoltaico sono variabili**



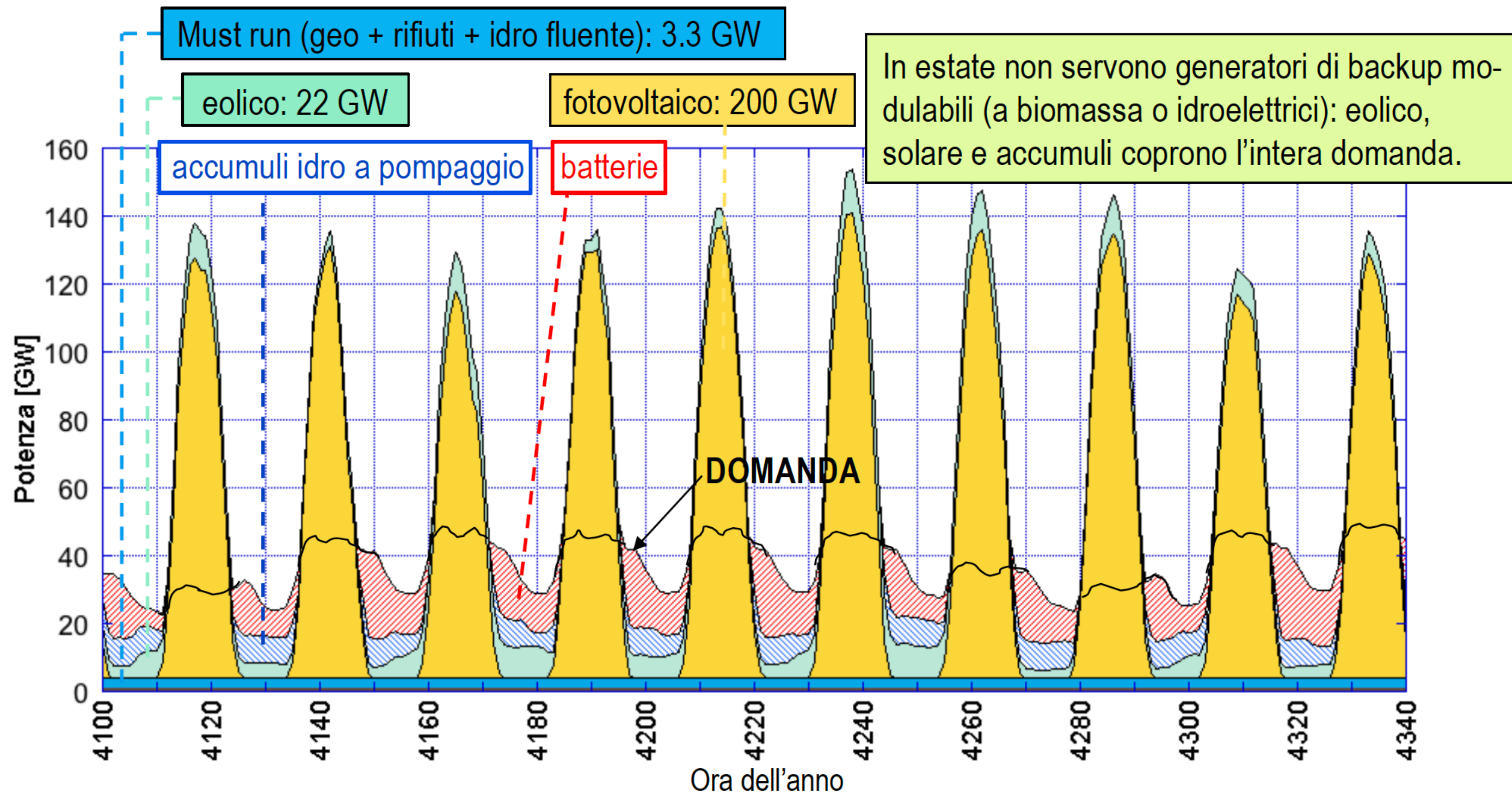
Serve molto di più: ecco un mix ottimizzato di sole fonti rinnovabili

Soluzione OTTIMIZZATA

Minimo costo del Sistema, cioè per tutto l'insieme di impianti di generazione e accumulo

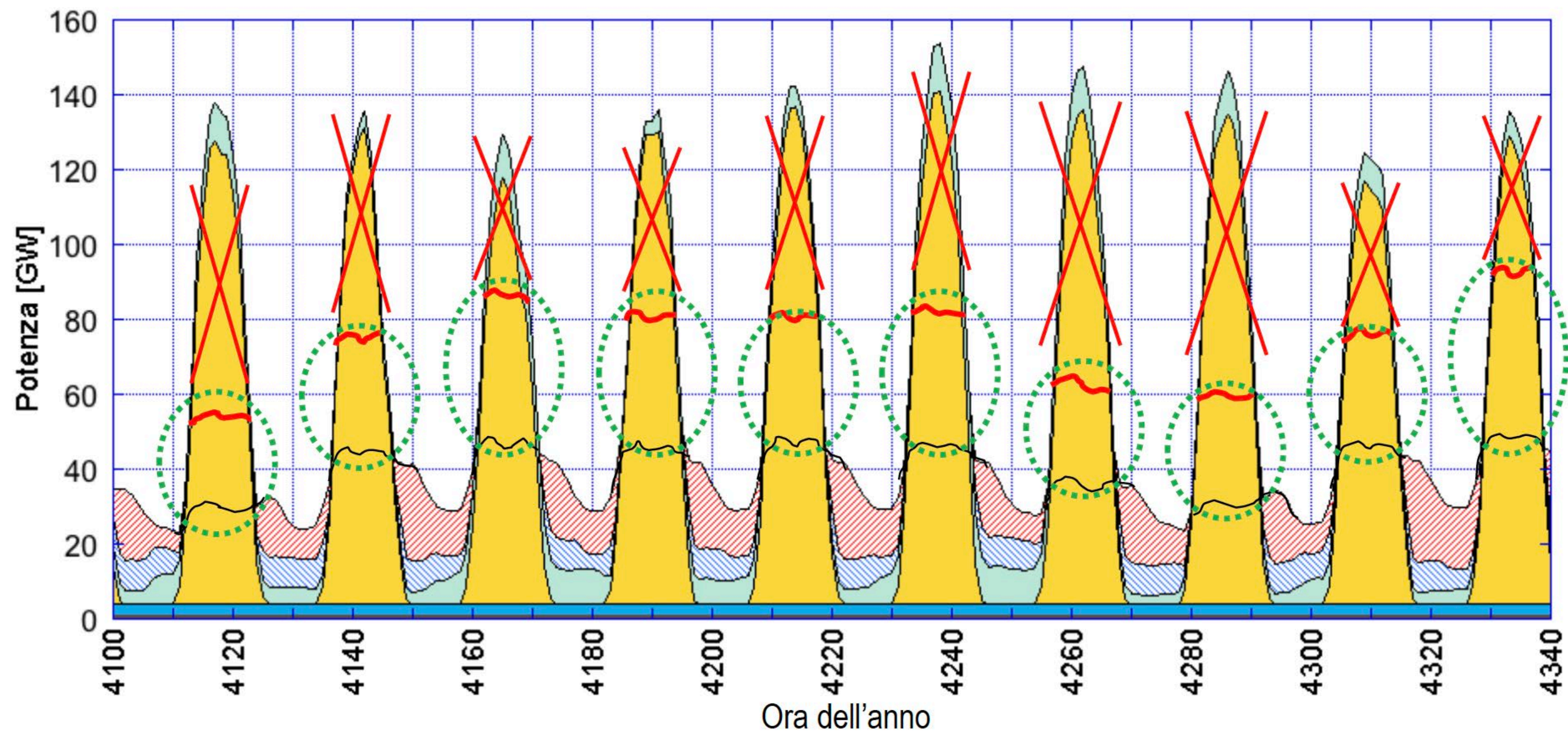


Situazione in 10 giorni di giugno 1/2



Situazione in 10 giorni di giugno 2/2

- Non tutta l'energia in eccesso sarebbe usata per caricare i sistemi di accumulo (scaricati poi di notte).
- Una parte rimarrebbe inutilizzata (curtailment)



**Strategia italiana di lungo termine per la riduzione delle emissioni di gas serra
(pubblicata a gennaio 2021)**

Riduzione del 40% dei consumi finali di energia, rispetto al livello attuale

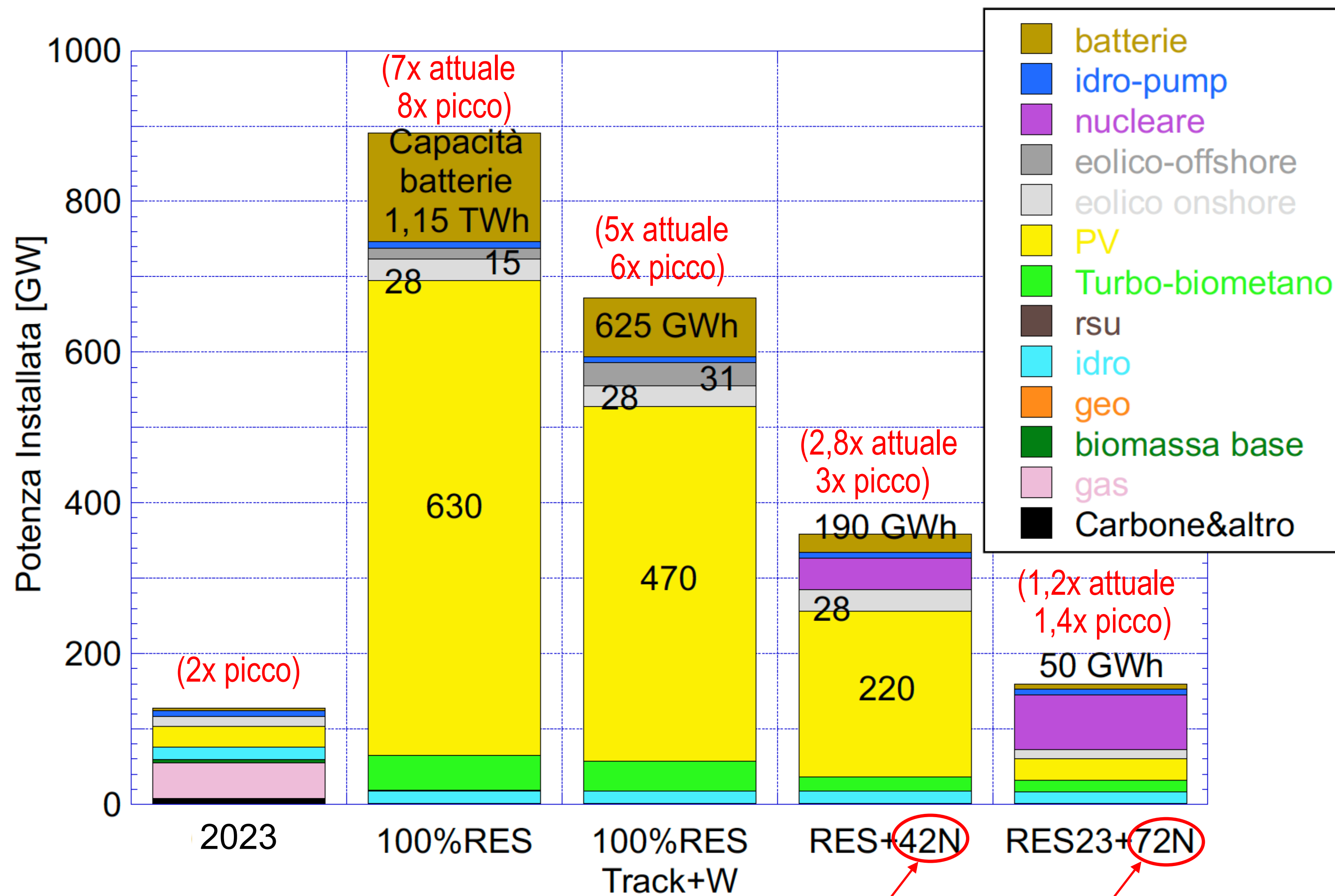
Elettrificazione spinta in tutti i settori di consumo (da 21% di oggi a oltre 55%)

Domanda elettrica cresce a 650 TWh

- trasporti elettrici +100 TWh
- riscaldamento e cottura elettrici +70 TWh
- produzione H₂ verde +140 TWh

Cambia curva oraria della domanda a causa delle nuove tipologie di carichi

Potenze installate in IT 2023 e in 4 scenari elettrici CO2-free al 2050 (domanda 650 TWh, picco 114 GW)

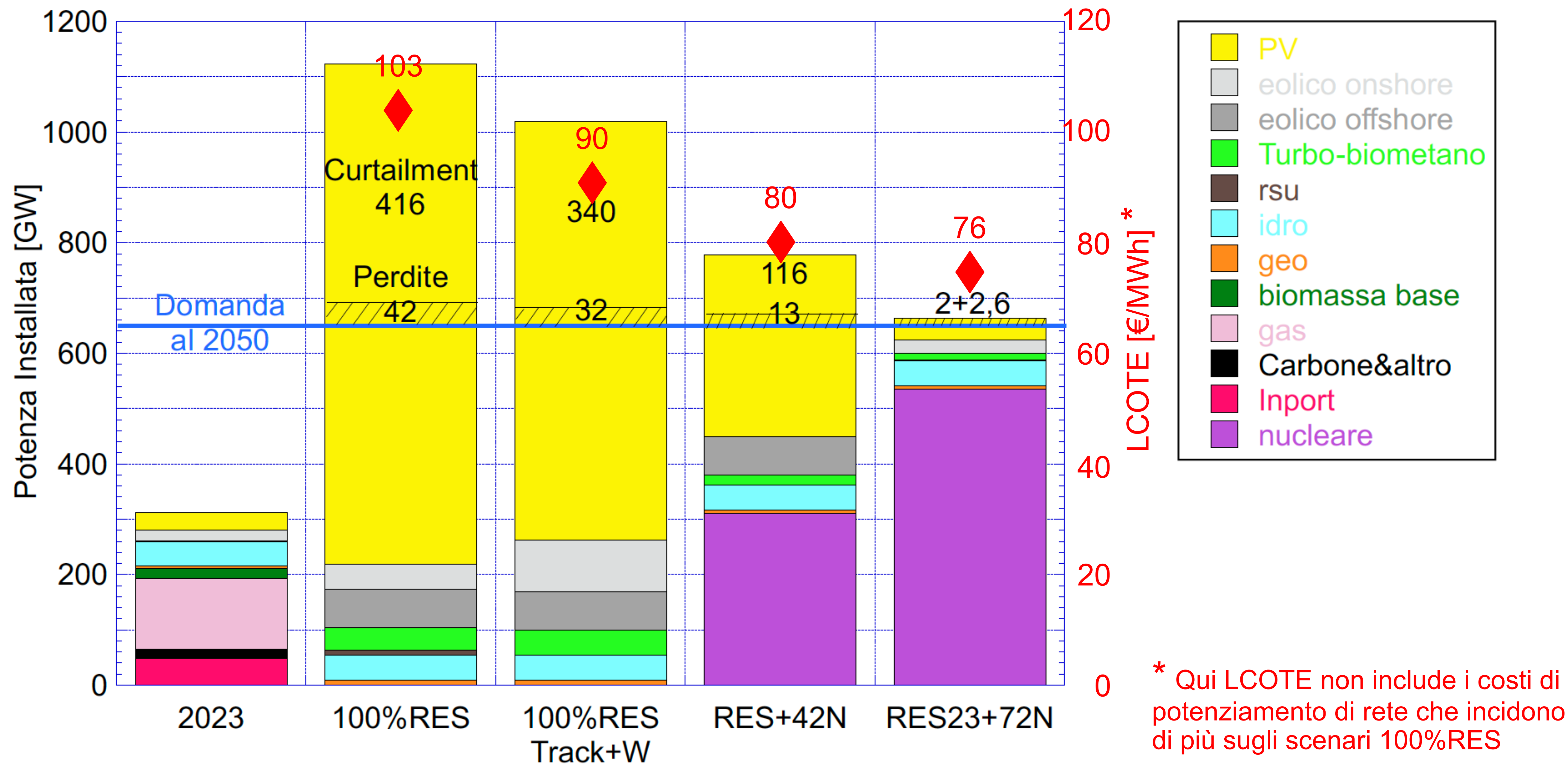


p.e. 8 centrali da 4 unità

p.e. 13 centrali da 4 unità



Energia elettrica generata e costo dell'energia resa disponibile al momento della domanda - LCOTE

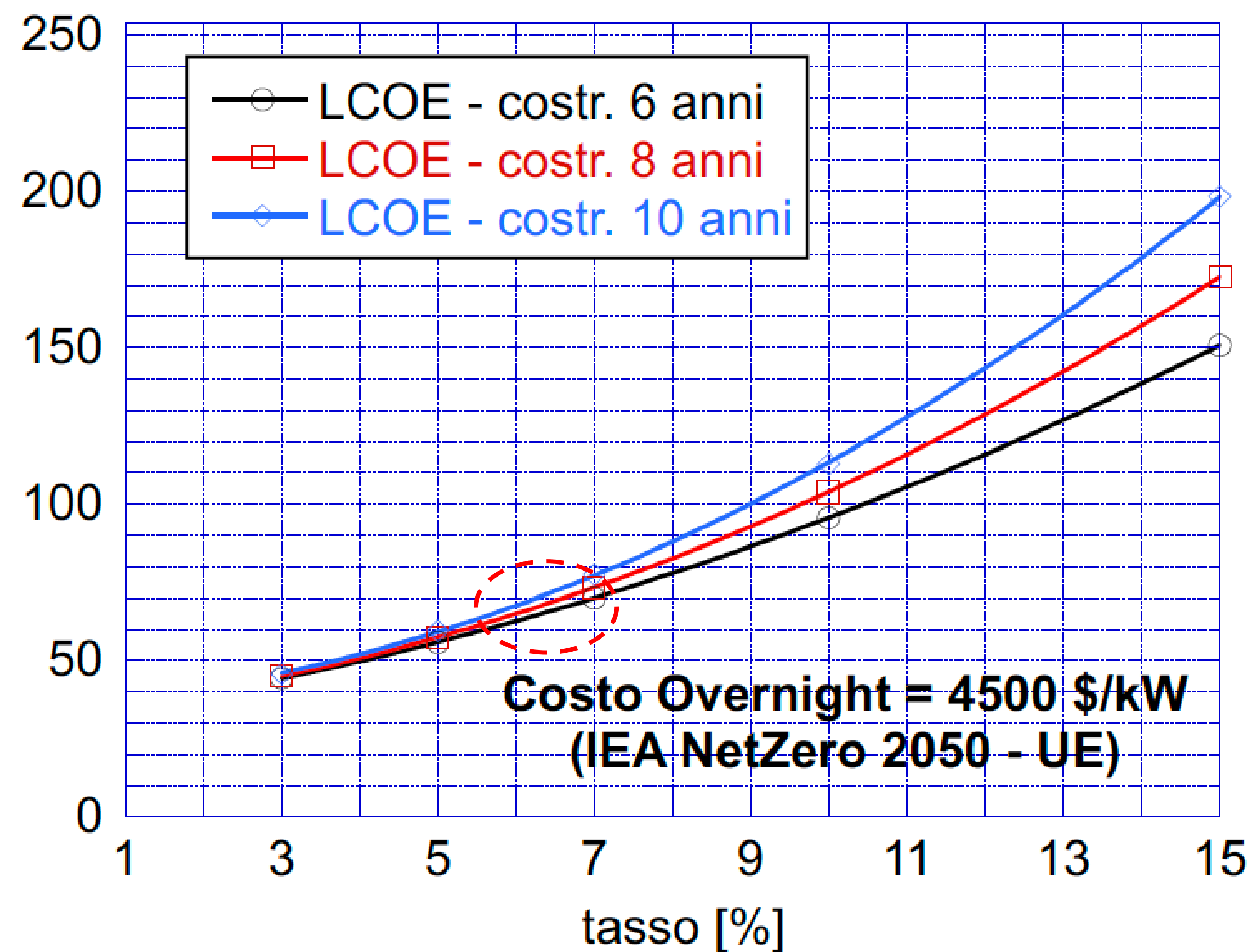
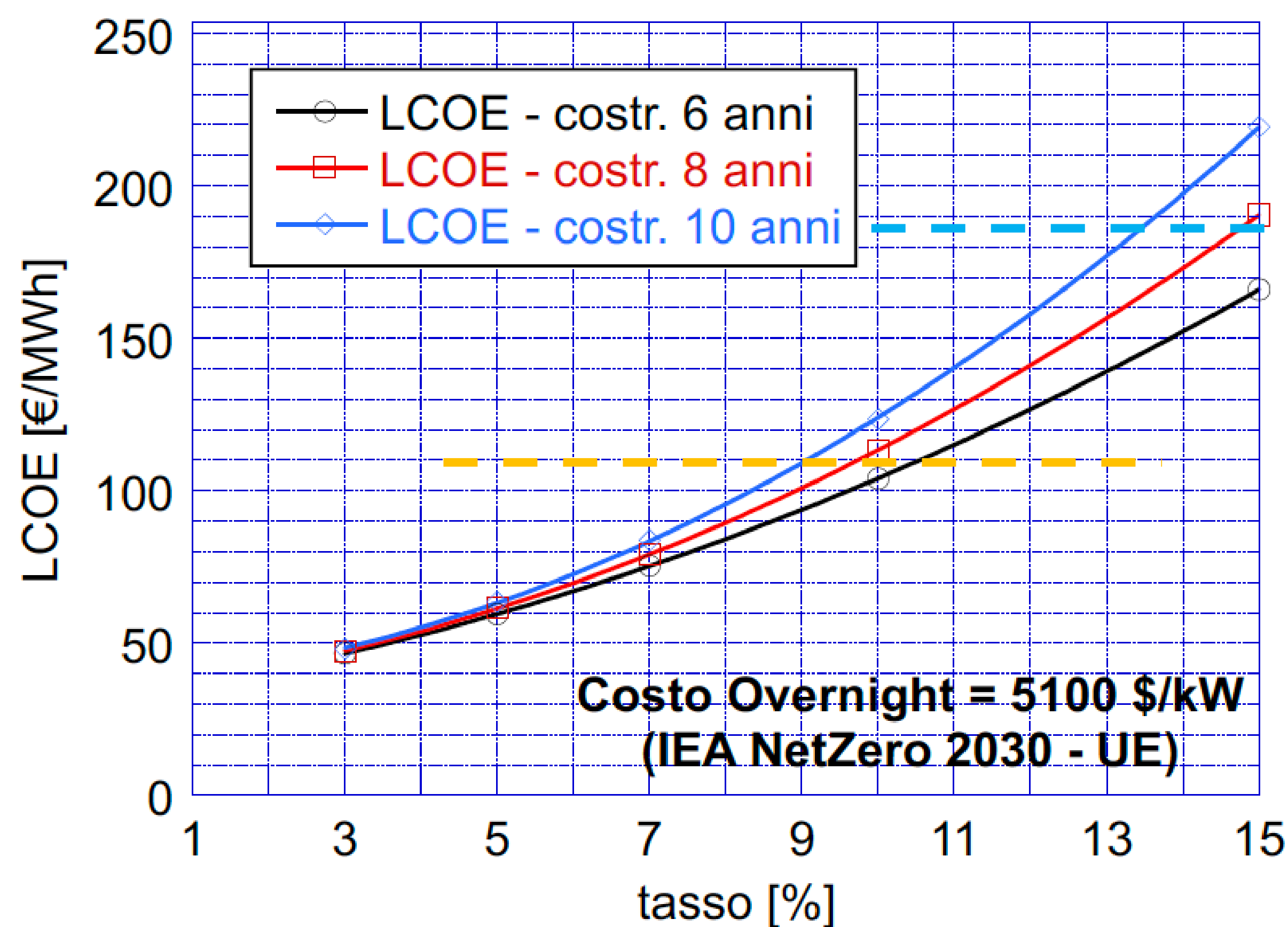


Costi di investimento e operativi

LCOTE tiene conto dei costi di investimento e operativi di TUTTI gli impianti inclusi nel sistema.

I valori mostrati prima sono calcolati utilizzando Capex ed Opex dello scenario IEA Net Zero (molto ottimistici per tutte le tecnologie RES).

Per il nucleare si considerano in vigore contratti a due vie, con i quali viene prelevata tutta l'energia elettrica generata. Il tasso di sconto è perciò compreso tra il 5 e il 7%.



Bastano i tetti per raggiungere il target 2030? Facciamo chiarezza.

LCOE medio
100% sui tetti

180 €/MWh

PIANO 2030
30% sui tetti e 70% a terra

110 €/MWh

LCOE medio
100% a terra

80 €/MWh

Gli impianti **fotovoltaici sui tetti** hanno un **costo di generazione** dell'energia **più che doppio** di quello degli impianti **a terra**. Lo scenario del **Piano 2030** consente **oltre 20 miliardi di risparmi** sulla generazione (2024-2030) rispetto al 100% sui tetti.