

# Sostenibilità, mercati e sistemi elettrici

Prof. Maria Carmen Falvo  
DIAEE - Ingegneria Elettrica  
Università di Roma Sapienza



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Cos'è la sostenibilità?

- ▶ Il concetto di **sviluppo sostenibile** è stato oggetto di numerose interpretazioni nel corso degli anni. La definizione oggi riconosciuta ed adottata in tutti gli ambiti risale al 1987, riportata nel rapporto *Our common future*, presentata da Gro Harlem Brundtland, allora presidente della *World Commission on Environment and Development*, *WCED*, dove si poneva l'attenzione sui **principi di equità intergenerazionale e intragenerazionale**.
- ▶ Il rapporto definisce per la prima volta la **sostenibilità** come la condizione di uno sviluppo in grado di «assicurare il soddisfacimento dei **bisogni della generazione presente** senza compromettere la **possibilità delle generazioni future di realizzare i propri**».
- ▶ In generale, la **sostenibilità** implica «un **benessere (ambientale, sociale, economico) costante e preferibilmente crescente** e la **prospettiva di lasciare alle generazioni future una qualità della vita non inferiore a quella attuale**».

# Quali sono oggi gli obiettivi sulla sostenibilità?

- ▶ L'Agenda 2030 per lo Sviluppo sostenibile è il programma d'azione sottoscritto nel 2015 dall'Assemblea generale dell'Onu, ossia dai governi dei 193 Paesi membri.
- ▶ I 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile (*Sustainable Development Goals, SDGs*), sono indicati in un programma d'azione che individua 169 *target*.

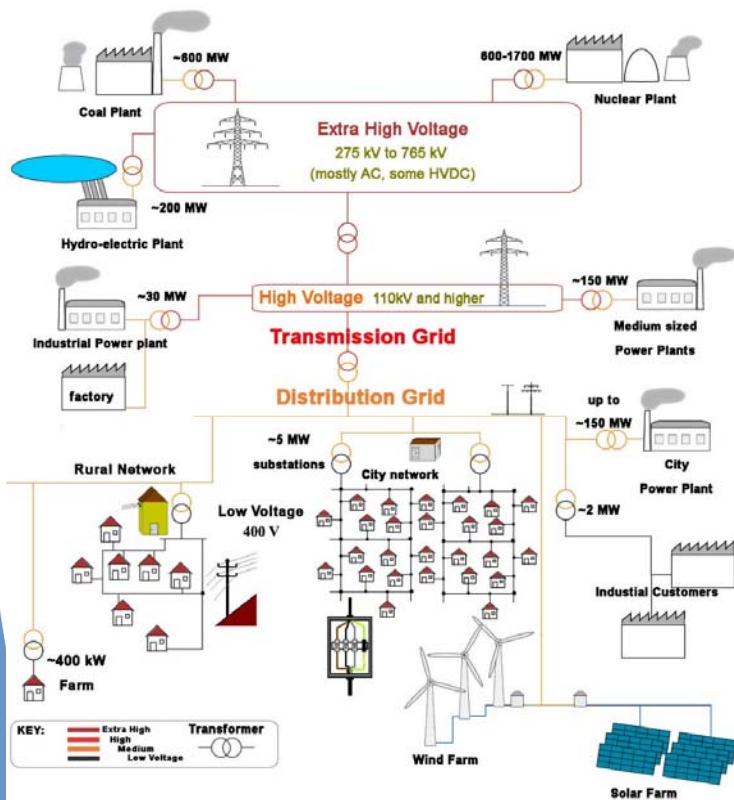


# Quali sono oggi gli obiettivi sulla sostenibilità legati all'energia?

- ▶ L'obiettivo n.7 è titolato Energia Pulita ed Accessibile ed è sintetizzato nella necessità di assicurare a tutti l'accesso ai sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni.



# Sostenibilità e sistemi elettrici per l'energia: quali opportunità?



- ▶ Un sistema elettrico per l'energia è un sistema complesso, costituito da più componenti e apparati elettrici, pianificato, progettato, esercito e gestito allo scopo di trasportare energia elettrica dai punti in cui essa viene prodotta ai punti in cui essa viene consumata.
- ▶ L'energia elettrica è infatti il prevalente vettore energetico usato ad oggi per il trasporto dell'energia a distanza e a tale scopo ha bisogno di specifiche infrastrutture.
- ▶ Il sistema elettrico è nato, nei paesi industrializzati più di 100 anni fa, secondo un'architettura che è evoluta nel tempo e ancora sta evolvendo.

# Sostenibilità e sistemi elettrici per l'energia: quali opportunità?

- ▶ Il sistema elettrico deve essere pianificato e gestito in modo da **garantire la copertura del carico elettrico in tempo reale**, garantendo determinati standard del servizio elettrico.

## SICUREZZA

Capacità di **sopportare disturbi improvvisi**, preservando le proprie caratteristiche funzionali a seguito di contingenze.

## STABILITA'

Capacità di ritornare in equilibrio a seguito di una perturbazione (a valle del transitorio, le oscillazioni sono smorzate, non si verificano **separazione di rete**, le tensioni tornano ai valori nominali)

## FLESSIBILITA'

Capacità di far fronte ai mutamenti rapidi nelle immissioni e nei carichi sulla reti senza che si verifichino violazioni dei limiti operativi del sistema

## ADEGUATEZZA

Capacità di disporre di risorse di produzione, stoccaggio e di domanda controllabile e capacità di trasporto sufficienti a **soddisfare la domanda attesa**, con un margine di riserva.

## RESILIENZA

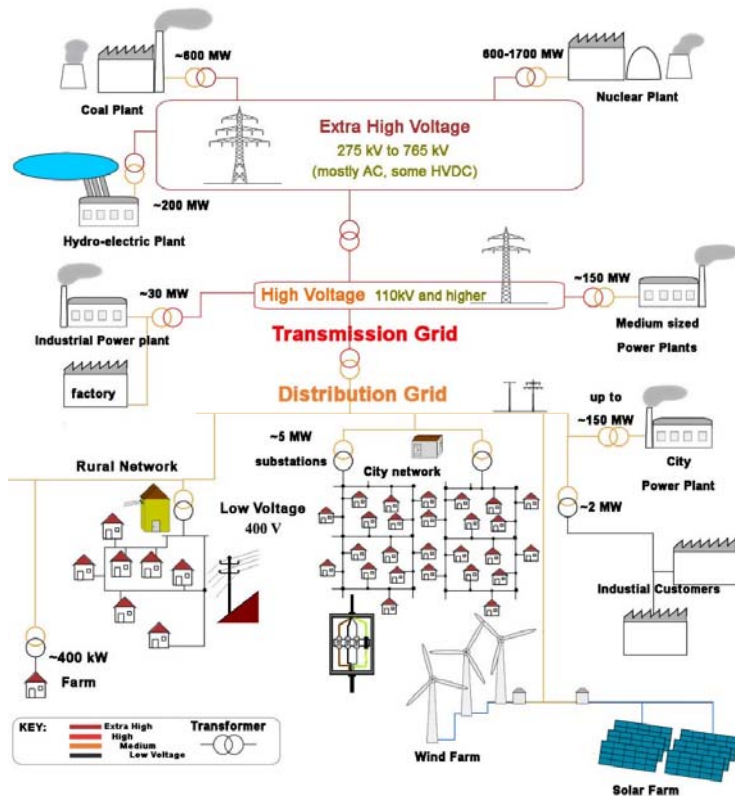
Capacità di resistere a **sollecitazioni che hanno superato i limiti di tenuta** e di riportarsi nello stato di funzionamento normale

## QUALITA'

Capacità di garantire la **continuità del servizio** (mancanza di interruzioni nella fornitura di energia elettrica) e la **qualità dello stesso** (costanza di frequenza e tensione)

**SOSTENIBILITA' ECONOMICA, AMBIENTALE E SOCIALE**

# Sostenibilità e sistemi elettrici per l'energia: quali opportunità?



- ▶ Le azioni implementabili sui sistemi elettrici per l'energia per garantirne la sostenibilità riguardano tutti i segmenti.
- ▶ Gli attori coinvolti sono diversi per ciascun segmento, in quanto, dal 1999, le attività di produzione e vendita sono state liberalizzate, mentre il trasporto è rimasto in capo allo Stato: la trasmissione è stata affidata alla società Terna, proprietaria della RTN, la distribuzione è stata affidata ai distributori.
- ▶ Nel 2004 è nato il mercato dell'energia elettrica, luogo virtuale in cui venditori ed acquirenti effettuano le loro transazioni economiche legate al servizio dell'energia elettrica.

# Sostenibilità e sistemi elettrici per l'energia: quali opportunità?

- ▶ L'introduzione dell'*unbundling* nella filiera elettrica e di meccanismi concorrenziali sul fronte della produzione ed utilizzazione, aveva come fra i suoi obiettivi il miglioramento delle prestazioni del servizio elettrico, anche in termini di sostenibilità.
- ▶ È infatti dimostrato che: *«I processi competitivi stimolano la concorrenza sulla qualità, sulle nuove tecnologie produttive e sulle nuove forme organizzative, e veicolando la trasmissione di conoscenze e scoperte, sono in grado di innescare meccanismi virtuosi in base ai quali è incentivato l'investimento in innovazione».*
- ▶ Ciò è in parte avvenuto, ed il sistema elettrico si è trasformato in **un sistema più sostenibile in termini ambientali e sociali**, ma qualcosa «non ha pienamente funzionato» in termini di sostenibilità economica... perché?



# Qualche numero sull'attuale sistema elettrico nazionale italiano

- ▶ La Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) Italiana comprende oltre 74.000 km di linee in AT (150 kV - 132 kV) e AAT (380 kV - 220 kV); 27 linee di interconnessione con l'estero (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia, Grecia, Corsica, Malta); circa 871 stazioni di trasformazione e smistamento.
- ▶ La RTN è pianificata e gestita da Terna, che è il *Transmission System Operator* (TSO) italiano.
- ▶ Le reti di distribuzione comprendono oltre 380.000 km di linee elettriche in MT ed oltre 850.000 km di linee elettriche in bt.
- ▶ Le reti di distribuzione sono pianificate e gestite da vari distributori su scala regionale o provinciale di cui i maggiori in dimensioni sono E-Distribuzione, ARETI, A2A e IRIDE.

## 27 LINEE D'INTERCONNESSIONE CON L'ESTERO

### SWITZERLAND (12)

380 kV Lavorgo - Musignano  
 380 kV Soazza - Bulgiago  
 380 kV Robbia - S.Fiorano  
 380 kV Robbia - Gorlago  
 380 kV Cagno - Mendrisio (ML)  
 220 kV Riddes - Avise  
 220 kV Riddes - Valpelline  
 220 kV Morel - Pallanzeno  
 220 kV All'Acqua - Ponte  
 220 kV Gorduno - Mese  
 150 kV Tirano - Campoc. (ML)  
 132 kV Villa di Tirano - Campocologno

### AUSTRIA (3)

220 kV Lienz - Soverzene  
 132 kV Tarvisio - Greuth (ML)  
 110 kV Brennero - Steinach

### SLOVENIA (2)

380 kV Divaca - Redipuglia  
 220 kV Divaca - Padriciano

### MONTENEGRO (1)

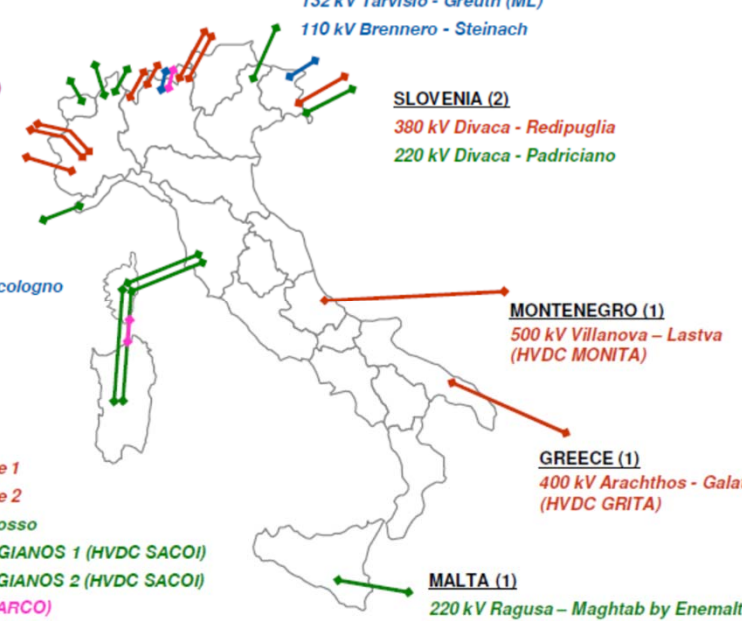
500 kV Villanova - Lastva (HVDC MONITA)

### GREECE (1)

400 kV Arachthos - Galatina (HVDC GRITA)

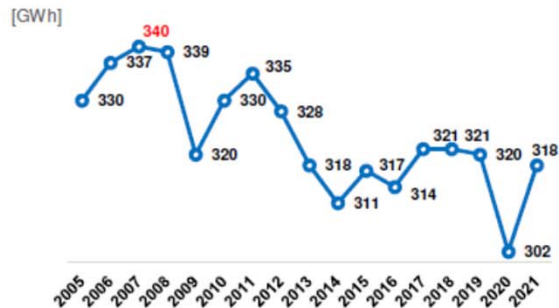
### MALTA (1)

220 kV Ragusa - Maghtab by Enemalta



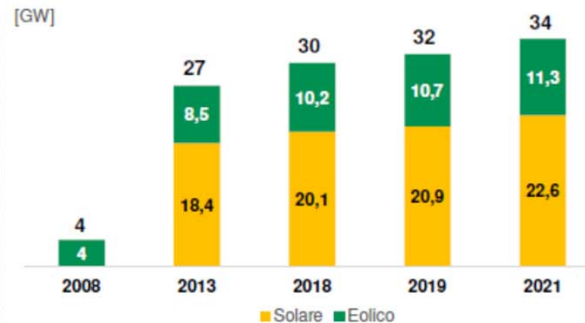
# Qualche numero sull'attuale sistema elettrico nazionale italiano

## FABBISOGNO ELETTRICO



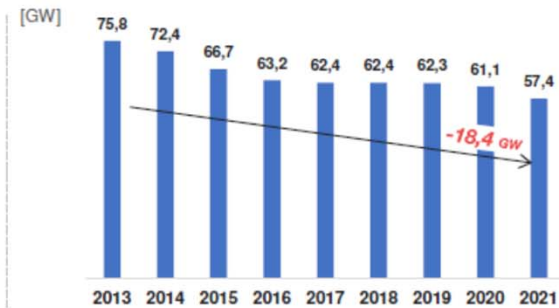
Fabbisogno tornato ai livelli pre-Covid, ma ben al di sotto dei massimi toccati prima della crisi finanziaria

## CAPACITA' INSTALLATA – WIND & PV



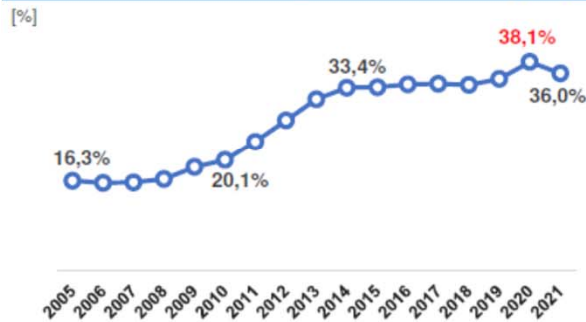
Forte crescita tra il 2008-13, seguita da un rallentamento per la riduzione degli incentivi e la durata del permitting

## CAPACITA' TERMICA INSTALLATA



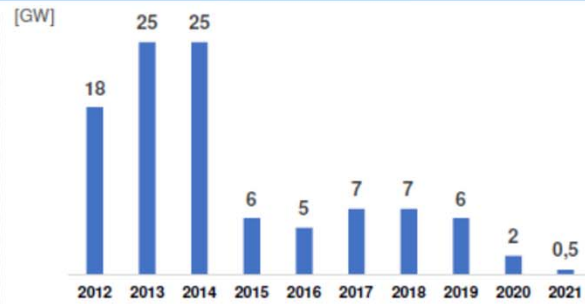
Continua riduzione della produzione regolante e dispacciabile

## PUNTE DI COPERTURA DEL FABBISOGNO DA RES (2021)



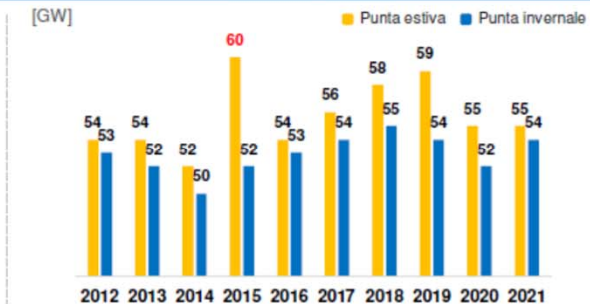
Nei periodi in cui la domanda elettrica particolarmente bassa, sistema prossimo alla situazione attesa al 2030

## MARGINE DI RISERVA



Margini operativi a salire significativamente ridotti e sempre positivi grazie al contributo dell'import

## PUNTA DI CARICO



Da alcuni anni picco di carico si registra in estate (per effetto del condizionamento)

# Qualche numero sull'attuale sistema elettrico nazionale italiano

- ▶ Punta di carico annuale, intorno ai 55 GW, domanda elettrica annuale intorno ai 315 TWh.
- ▶ Potenza massima netta disponibile di produzione: circa 115 GW di cui circa 60 GW di rinnovabile (eolico+FV+idro) e circa 55 GW di termoelettrico convenzionale (carbone, gas, olio combustibile, geotermico). *Overcapacity!* Ma nonostante ciò importiamo: ~10% dei consumi coperti dalle importazioni; saldo estero massimo in potenza 9 GW.
- ▶ Oggi abbiamo circa 34 GW di installato di rinnovabile non programmabile, cui circa 23 GW di fotovoltaico e 11 GW di eolico. Ciò ha comportato una contestuale riduzione del parco termoelettrico installato, che ha raggiunto nel 2020 una capacità oltre 18 GW inferiore alla capacità installata nel 2013. Il *decommissioning* del termoelettrico ha portato ad una riduzione del margine di riserva.

# Sostenibilità e sistemi elettrici per l'energia: quali opportunità?

- ▶ Nel Gennaio 2020 l'Italia ha trasmesso alla Commissione Europea il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), in attuazione del Regolamento UE 2018/1999, completando un percorso avviato nel dicembre 2018, nel corso del quale il Piano è stato oggetto di consultazione tra i cittadini e gli *stakeholder* nazionali e delle raccomandazioni inviate dalla Commissione stessa sulla versione preliminare.
- ▶ Il Piano si struttura su linee d'intervento, che devono essere integrate tra loro, quali: decarbonizzazione, efficienza, sicurezza energetica, sviluppo del mercato interno dell'energia, ricerca, innovazione e competitività.

# Sostenibilità e sistemi elettrici per l'energia: quali opportunità?

- ▶ I principali obiettivi del PNIEC italiano erano:
  - ▶ una percentuale di energia da fonti rinnovabili nei consumi finali lordi di energia pari al 30%, in linea con gli obiettivi previsti dalla UE;
  - ▶ una quota di energia da fonti rinnovabili nei consumi finali lordi di energia nei trasporti del 22%, a fronte del 14% previsto dalla UE;
  - ▶ una riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario base del 43% a fronte di un obiettivo UE del 32,5%;
  - ▶ una riduzione dei gas serra, rispetto al 2005, per tutti i settori non ETS del 33%, obiettivo superiore del 3% rispetto a quello previsto dall'UE e una riduzione per i settori ETS del 55,9%, superiore del 30% rispetto a quanto previsto dall'UE.
- ▶ Questi obiettivi prevedevano il completo *phase out* dal carbone entro il 2025, e la copertura al 2030 di oltre la metà dei consumi lordi di energia elettrica (55,4%) da parte delle FER. A tale scopo entro il 2030 è necessaria l'installazione di circa 40 GW di nuova capacità FER, fornita quasi esclusivamente da fonti rinnovabili non programmabili.

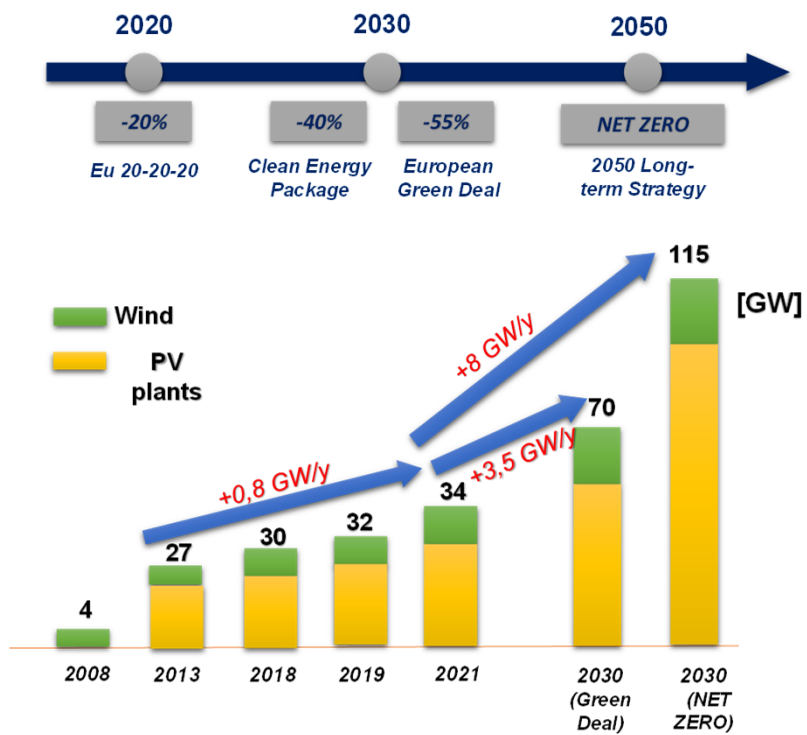
# Sostenibilità e sistemi elettrici per l'energia: quali opportunità?

- ▶ Nel 2021, l'Italia ha risposto con il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), articolato in 6 missioni, al Next Generation EU (NGEU), un programma, che prevede investimenti e riforme per accelerare la transizione ecologica e digitale, migliorare la formazione delle lavoratrici e dei lavoratori e conseguire una maggiore equità di genere, territoriale e generazionale.
- ▶ Le sei Missioni del Piano sono: digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo; rivoluzione verde e transizione ecologica; infrastrutture per una mobilità sostenibile; istruzione e ricerca; inclusione e coesione; salute. Il Piano è in piena coerenza con i sei pilastri del NGEU.
- ▶ Il PNRR è parte di una più ampia e ambiziosa strategia per l'ammodernamento del Paese. Si legge, a firma di Mario Draghi, nella sua premessa: *«Il Governo intende aggiornare le strategie nazionali in tema di sviluppo e mobilità sostenibile; ambiente e clima; idrogeno; automotive; filiera della salute».*

# Sostenibilità e sistemi elettrici per l'energia: quali opportunità?

- ▶ Sempre nel **Luglio 2021**, il Consiglio europeo ha approvato un nuovo pacchetto, chiamato *Fit for 55*, di proposte volte a rivedere e aggiornare le normative dell'UE e ad attuare nuove iniziative al fine di garantire che le politiche dell'UE siano in linea con gli **obiettivi climatici** concordati dal Consiglio e dal Parlamento europeo.
- ▶ Il pacchetto di proposte mira a fornire un quadro coerente ed equilibrato per il raggiungimento degli obiettivi climatici dell'UE, in particolare legati a due obiettivi: **55% di riduzione delle emissioni di gas serra entro il 2030** rispetto ai livelli del 1990, ed il raggiungimento della **neutralità carbonica entro il 2050**.
- ▶ Questo implica che i già sfidanti **obiettivi di copertura da fonti rinnovabili dei consumi elettrici** definiti nel PNIEC, ovvero il 55%, dovranno essere riformulati in modo più ambizioso, portandoli verosimilmente al 65%. Gli obiettivi del PNIEC di installare 40 GW di nuova capacità eolica e fotovoltaica dovranno quindi essere **rivisti a rialzo**.
- ▶ Servirà inoltre prevedere un'ulteriore **accelerazione sugli interventi di efficienza energetica e sull'elettrificazione dei consumi** (mobilità e utenze civili).

# Sostenibilità e sistemi elettrici per l'energia: quali opportunità?



- ▶ In sintesi gli obiettivi climatici di medio e lungo termine, comportano che in Italia sia necessario un consistente incremento della capacità installata da fonte rinnovabile non programmabile e parallela dismissione di centrali termoelettriche che usano combustibili fossili.
- ▶ Ciò sarà possibile nella misura in cui la sicurezza del sistema elettrico nel suo complesso sia preservata, grazie all'impiego di tecnologie di produzione e/o stoccaggio che possano garantire i servizi di riserva necessari.
- ▶ Rimane quindi la necessità di diversificare il mix energetico del parco produttivo su scala nazionale, per esigenze di sicurezza di sistema.



# Sostenibilità e sistemi elettrici per l'energia: quali opportunità?

- ▶ In questo contesto giocheranno, quindi, un ruolo chiave su scala nazionale ma anche europea, gli impianti di produzione idroelettrica, eventuali impianti nucleari e sistemi di storage basati su varie tecnologie (termico, elettrico, meccanico, chimico, ecc.).
- ▶ Inoltre bisogna considerare un aspetto che non viene quasi mai citato e che il nostro recente passato ci insegna: **l'energia rinnovabile non è sempre e comunque «intrinsecamente sostenibile»**; un'energia sostenibile, infatti, oltre ad occuparsi della salvaguardia dell'ambiente, deve essere attenta anche all'efficienza energetica e ad aspetti economici. In particolare, l'obiettivo della sostenibilità in campo energetico deve fondarsi su **un'economia circolare basata su soluzioni sostenibili** (cicli di vita consecutivi) e non un'economia lineare, basata sullo smaltimento dei rifiuti.

# Sitografia delle fonti

- ▶ <https://www.governo.it/sites/governo.it/files/PNRR.pdf>
- ▶ <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/green-deal/>
- ▶ <https://www.mise.gov.it/index.php/it/notizie-stampa/pniec2030>
- ▶ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>
- ▶ <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- ▶ [www.terna.it](http://www.terna.it)

# Grazie per l'attenzione

Prof. Maria Carmen Falvo  
DIAEE - Ingegneria Elettrica  
Università di Roma Sapienza



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA