



Italian National Agency for New Technologies,
Energy and Sustainable Economic Development

Mission Innovation e reti energetiche integrate per accelerare la transizione energetica

31 Marzo 2023

Ing. Maria Valenti – Responsabile del Laboratorio Smart Grid e Reti Energetiche
ENEA | Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



Transizione energetica e digitale

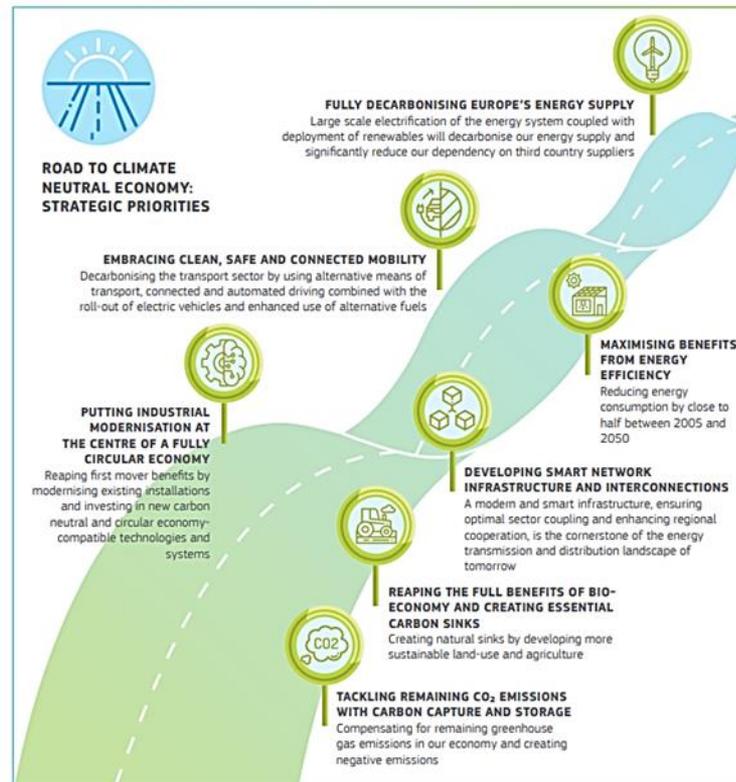
- La **transizione energetica** è il **percorso** che deve trasformare il settore energetico mondiale, oggi prevalentemente basato sulle fonti fossili, in un sistema a **zero emissioni di carbonio** entro il 2050



Secondo l'Agencia Internazionale dell'Energia (IEA), il 90% dell'energia che alimenta le economie globali dovrà essere prodotta da fonti rinnovabili entro il 2050

- La **transizione digitale** è il **percorso** che deve consentire ai cittadini, alle imprese e alle amministrazioni l'accesso a soluzioni digitali affidabili che *«promuovano una società aperta e democratica, consentano un'economia dinamica e sostenibile, contribuiscano a combattere i cambiamenti climatici e a realizzare la transizione verde»* *.

* https://ec.europa.eu/reform-support/what-we-do/digital-transition_it

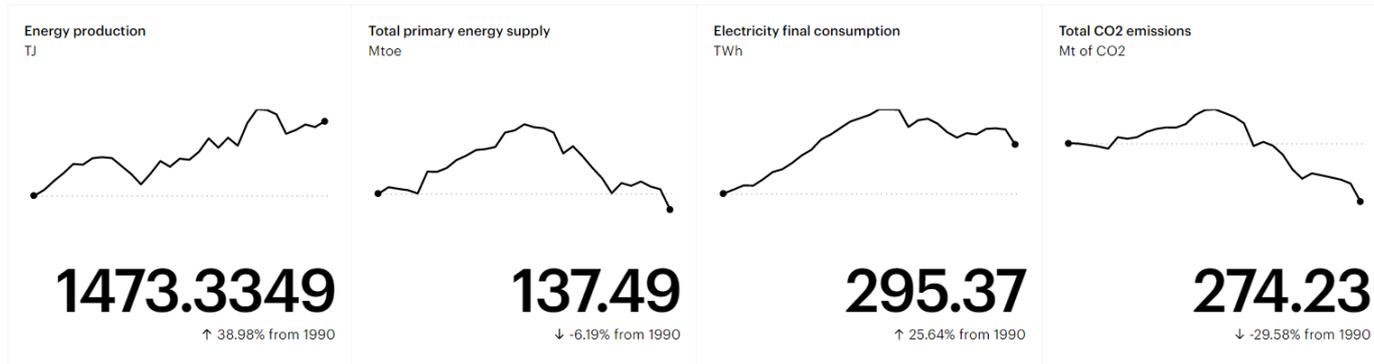


Fonte: https://ec.europa.eu/clima/system/files/2018-11/vision_1_emissions_en.pdf

A che punto è la transizione energetica?

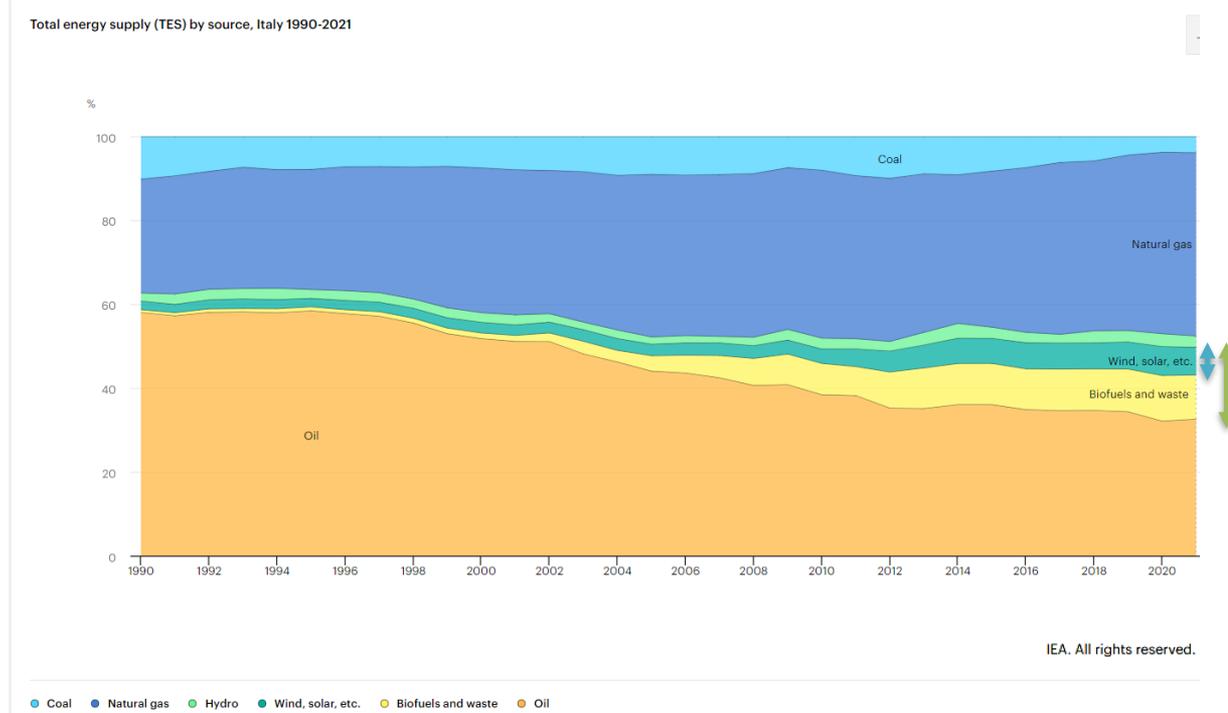
Key energy statistics, 2020

[All statistics](#)

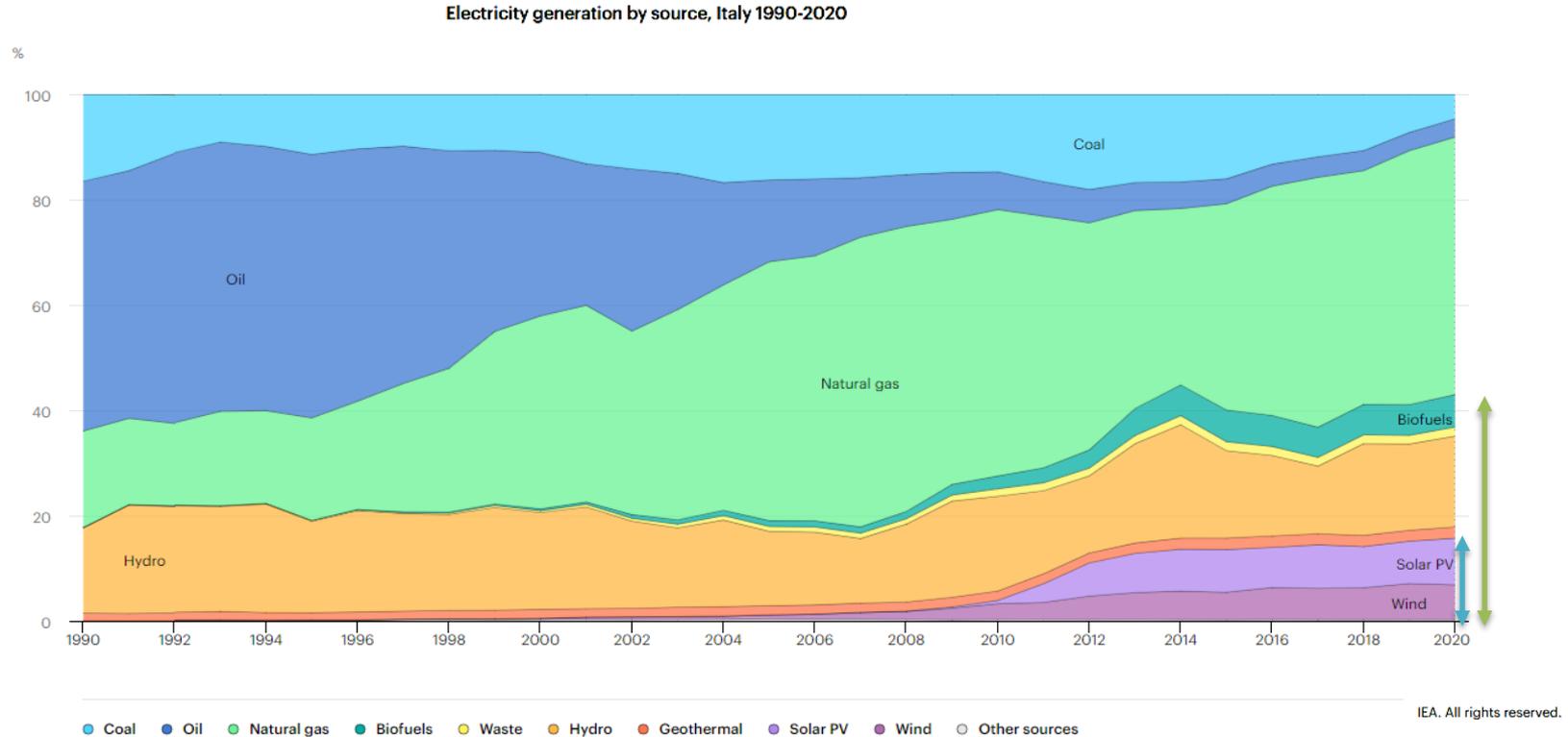


IEA. All rights reserved.

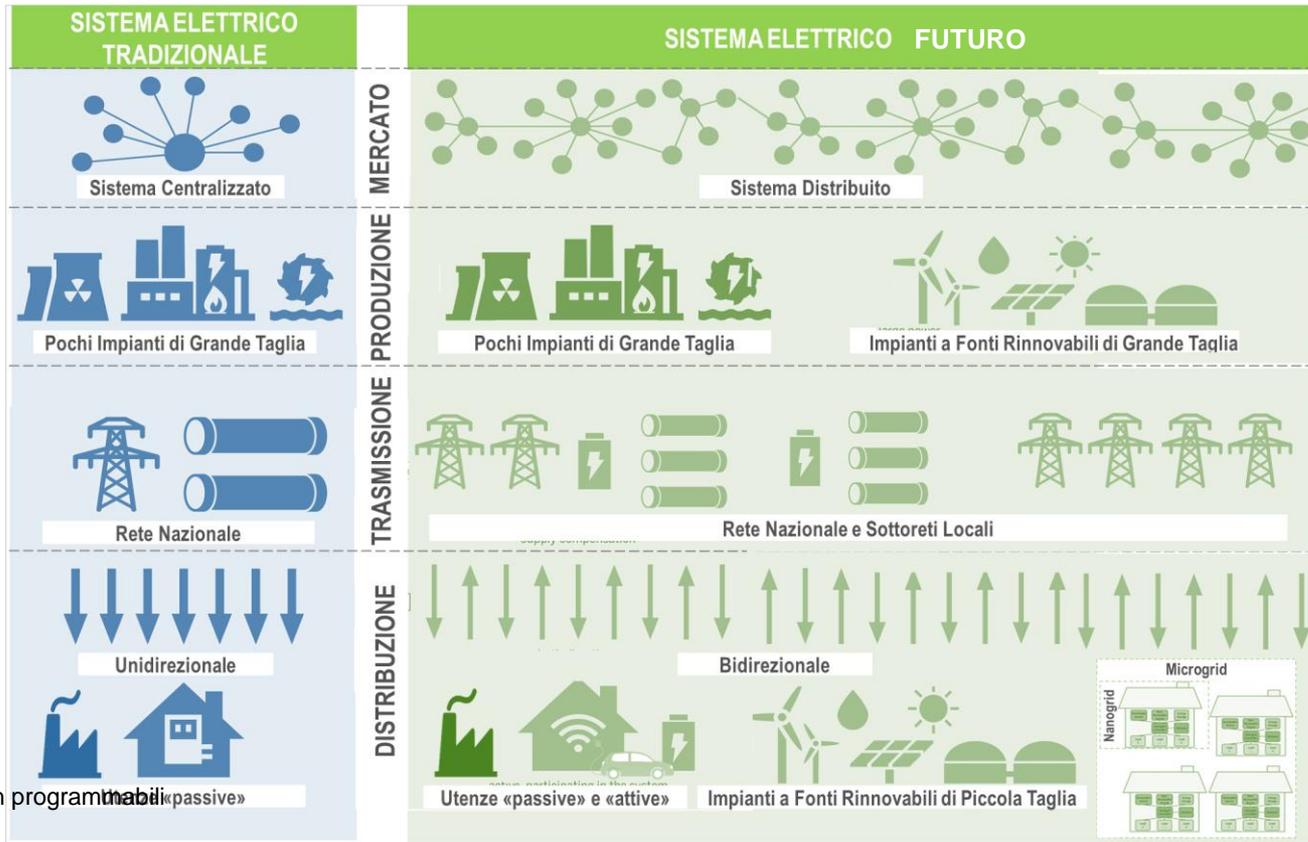
A che punto è la transizione energetica?



A che punto è la transizione energetica?



Sistema elettrico basato su FNRP

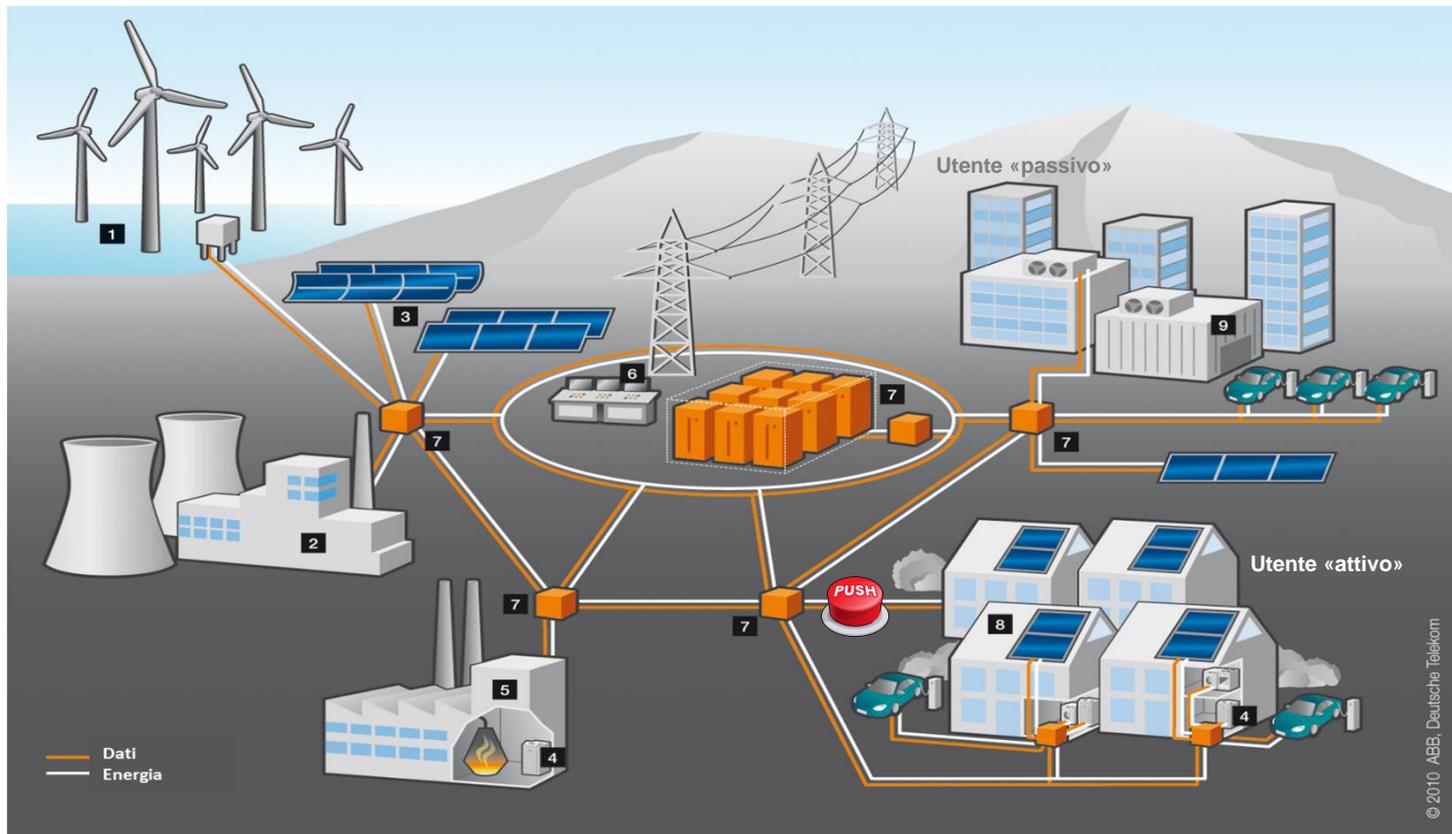


FNRP = Fonti Rinnovabili Non programmabili «passive»

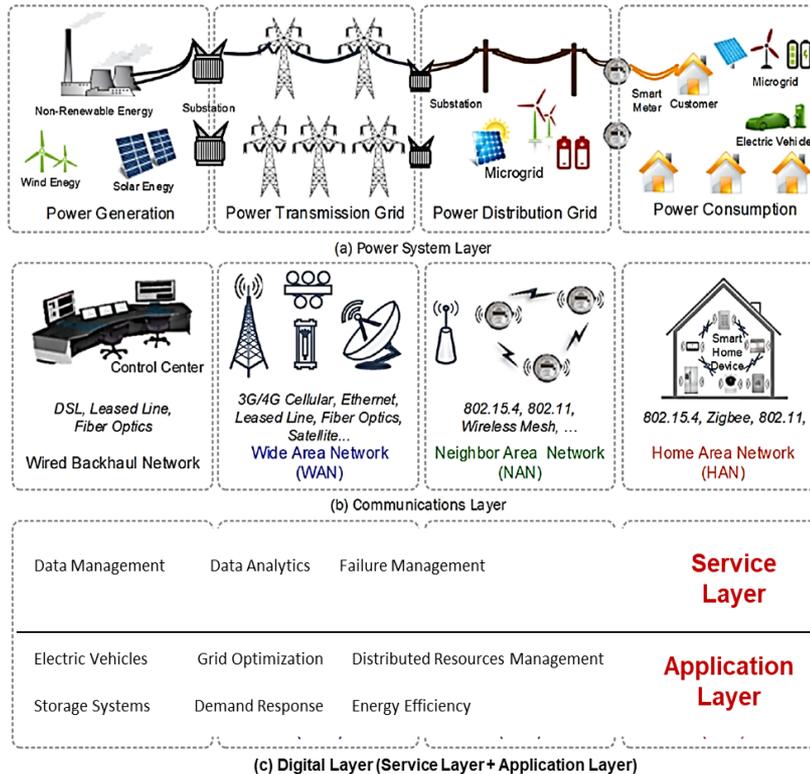
Cosa è una Smart Grid?



Una Smart Grid è un sistema di reti elettriche che utilizza la tecnologia digitale per monitorare e gestire il trasporto di elettricità da tutte le fonti di generazione per soddisfare le diverse richieste di energia elettrica degli utenti finali.



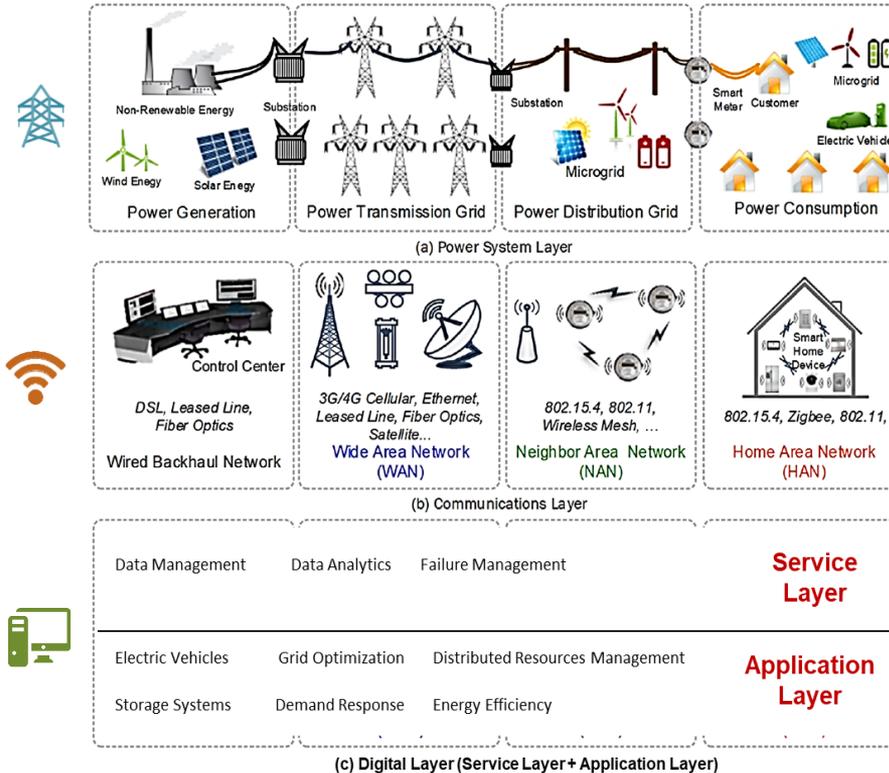
Smart Grid: un sistema multilivello



Reti elettriche cui viene sovrapposto un sistema di gestione informatico-digitale che implementa **logiche di controllo** atte a coordinare, in maniera ottimizzata, i flussi energetici provenienti dall'elevato numero di risorse decentralizzate presenti nella rete.

Un insieme di apparati per la **comunicazione** (Communications Layer) abiliterà la comunicazione tra tutti i dispositivi connessi al sistema elettrico (Power System Layer) al fine di inviare alle risorse coinvolte i comandi di attuazione, secondo i criteri di gestione degli **applicativi informatici del Digital Layer**.

Le 3 infrastrutture di una Smart Grid

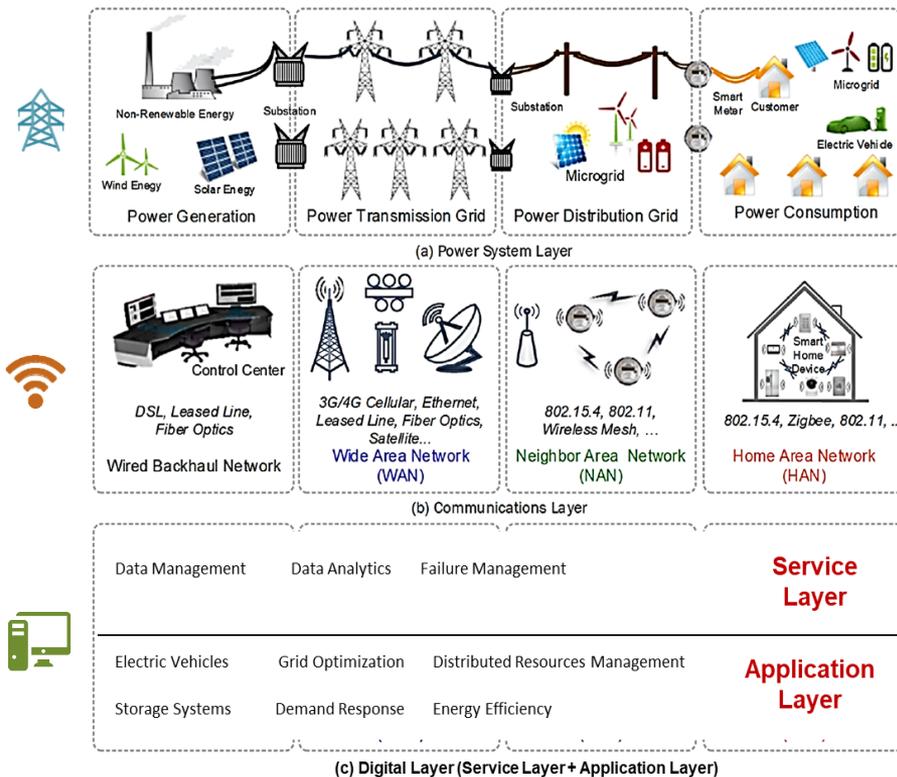


INFRASTRUTTURA FISICA

INFRASTRUTTURA DI COMUNICAZIONE

INFRASTRUTTURA DIGITALE DI CONTROLLO

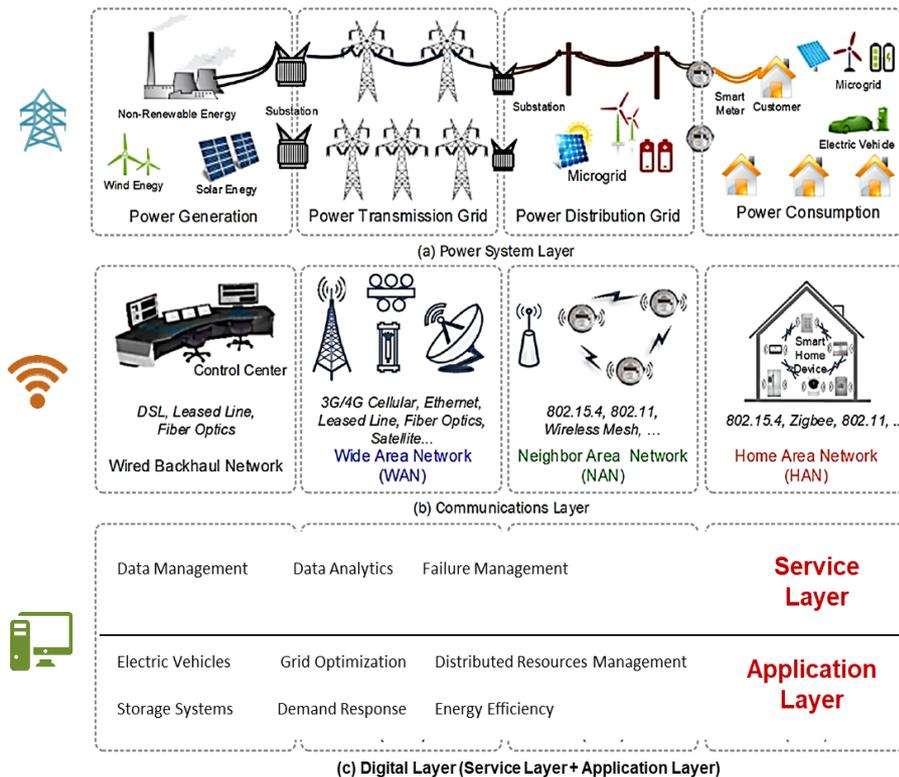
L'infrastruttura fisica



INFRASTRUTTURA FISICA

dorsale di rete della SG, include tutti gli apparati deputati al trasporto del vettore energetico, dai sistemi di produzione al cliente finale

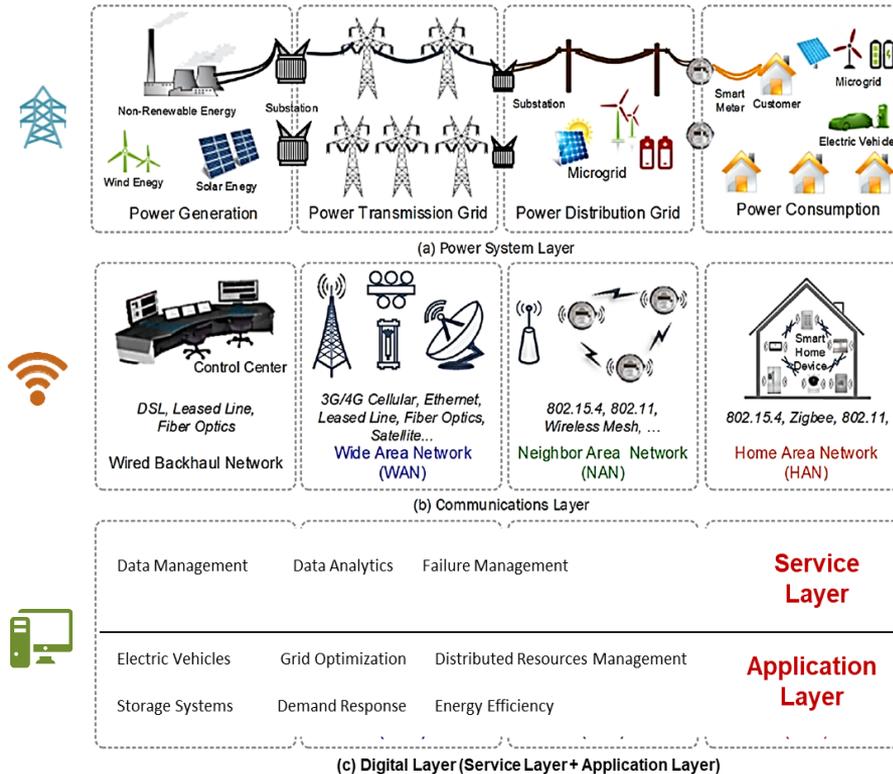
L'infrastruttura di comunicazione



INFRASTRUTTURA DI COMUNICAZIONE

dorsale di comunicazione della SG, include tutti gli apparati ICT che consentono la comunicazione e la trasmissione dei dati relativi ai flussi energetici, abilitandone la gestione secondo le logiche integrate nell'infrastruttura digitale. L'infrastruttura di comunicazione è un elemento fondamentale ai fini della connessione tra gli elementi del sistema elettrico e la trasmissione di informazioni al mercato elettrico

L'infrastruttura digitale di controllo

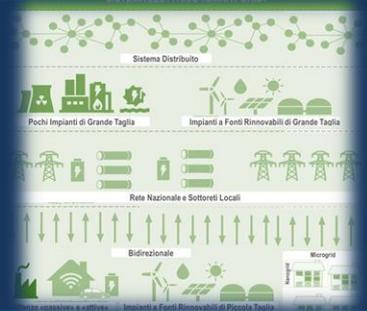


INFRASTRUTTURA DIGITALE DI CONTROLLO

insieme di tutte le piattaforme, le tecnologie e le logiche digitali che implementano funzionalità evolute di controllo finalizzate all'automazione e alla gestione intelligente della rete

Obiettivo dei sistemi di controllo di una Smart Grid

Coordinare le esigenze e le capacità di tutti gli attori del sistema elettrico (generatori, operatori di rete, utenti finali e parti interessate del mercato elettrico)



MINIMIZZARE
costi energetici e
impatti
ambientali

OTTIMIZZARE
l'utilizzo e il
funzionamento
delle risorse

MASSIMIZZARE
l'affidabilità, la
stabilità e la
resilienza della
rete

PARAMETRI
ECONOMICI

PARAMETRI
AMBIENTALI

PARAMETRI
TECNICI

VARIABILI
PROGRAMMABILI

VARIABILI
NON
PROGRAMMABILI

ASSENZA DI
STANDARD DI
RIFERIMENTO

INTEROPERABILITÀ

LEGACY

... è tutto un problema di dati!!!



Collezionare



Validare

Conservare

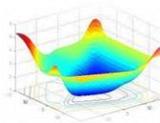


Proteggere

Processare

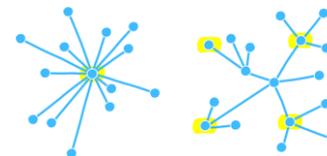


Modellazione
multiobiettivo



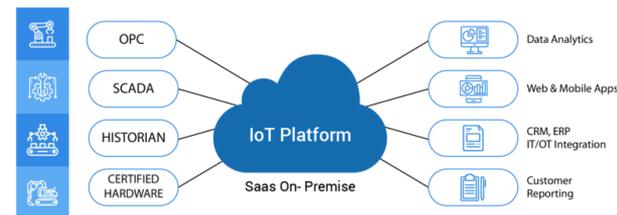
Intelligenza
Artificiale

- *Deep learning*
- *Machine learning*
- *Self learning*



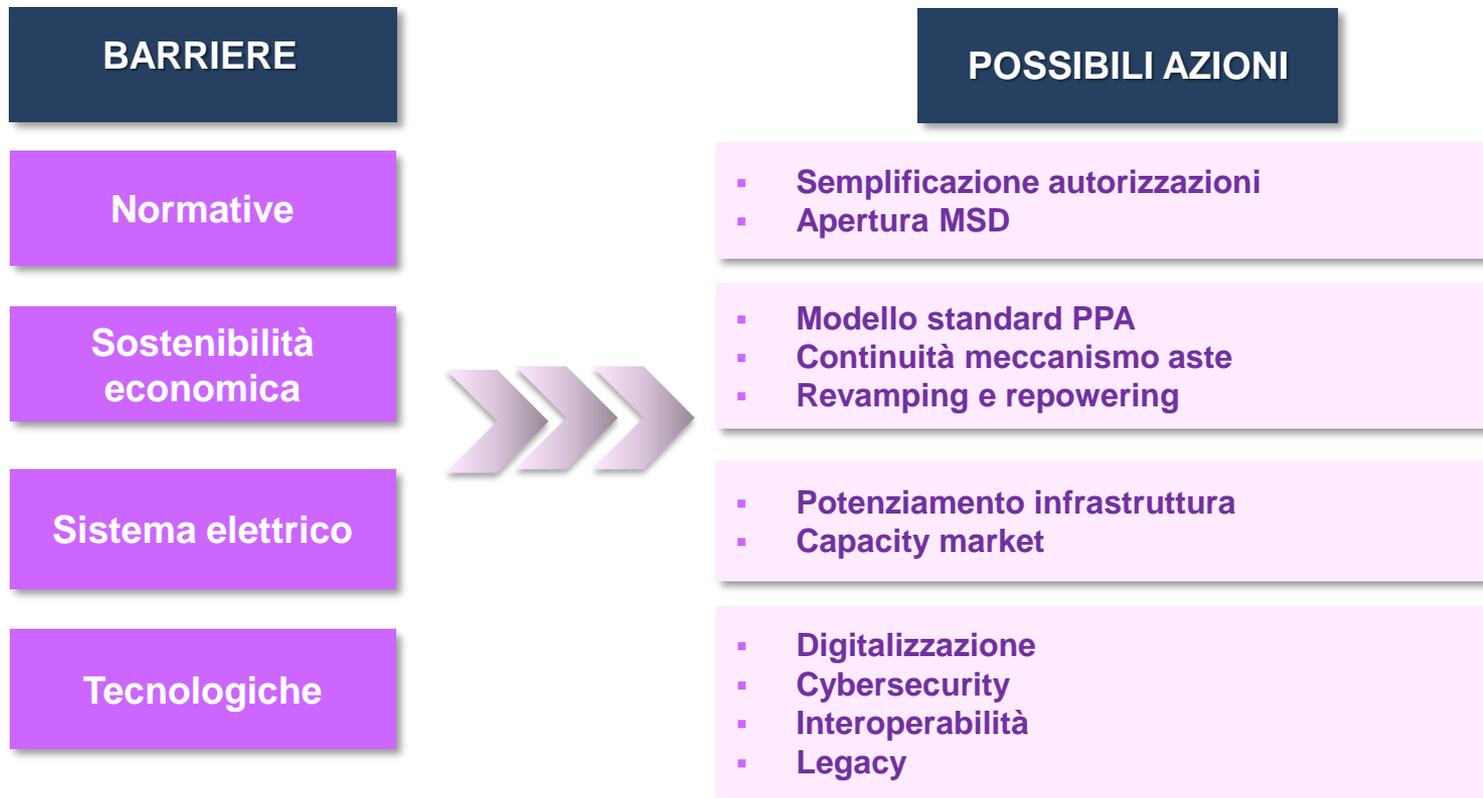
Controllo

Comunicazione e trasmissione dati



<https://www.researchgate.net/post/What-are-the-differences-between-SCADA-and-Internet-of-Things-Can-these-be-integrated-to-make-a-new-system>

Barriere per la transizione energetica



Il progetto MISSION

Progetto **MISSION** - **M**ultivector **I**ntegrated **S**mart **S**ystems and **I**ntelligent microgrids for accelerating the energy transition**ON**

Microrreti e sistemi smart, multivettore ed integrati per accelerare la transizione energetica

3 Centri Ricerche



Obiettivo del progetto MISSION

Studio, progettazione e implementazione di **soluzioni tecnologiche** che abilitino la **transizione delle reti verso sistemi di distribuzione multienergetici integrati e smart.**

Validazione mediante **simulazione, emulazione Hardware in The Loop**, sperimentazione in ambiente reale



Dimostratori Reali

- Metodi, modelli e tecnologie proposti saranno testati e validati in **ambiente reale e rappresentativo** grazie alla predisposizione di 2 dimostratori installati rispettivamente presso le sedi RSE ed ENEA:
 - ✓ **Smart Energy Microgrid ENEA**
 - ✓ Estensione multi-energy della **Distributed Energy Resources Test Facility RSE**.
- **Infrastrutture Hardware In The Loop** completeranno le sezioni sperimentali.



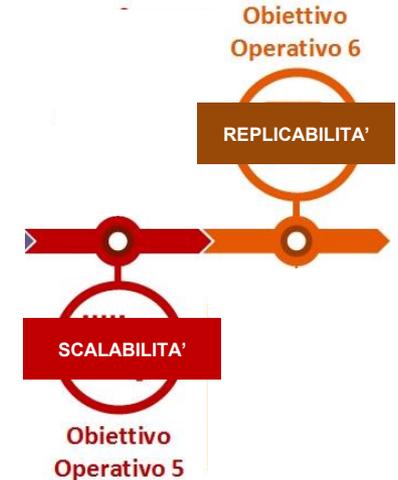
Obiettivi operativi: 1-4

- I dimostratori consentiranno alla ricerca italiana di collocarsi su **tematiche energetiche all'avanguardia** tramite attività avanzate di ricerca e sperimentazione volte a:
 - ✓ implementare **modelli per la gestione ottimizzata di microreti energetiche** evolute secondo criteri economico/ambientali;
 - ✓ sviluppare **logiche di controllo** dei sistemi di generazione distribuita in presenza di accumulo e di algoritmi di controllo per la stabilità della rete in caso di configurazione in isola;
 - ✓ simulare e sperimentare **tecniche di Demand Side Management e Demand Response** per promuovere il ruolo attivo dell'utente e contribuire al miglioramento dell'utilizzo degli impianti di generazione di energia;
 - ✓ testare le **problematiche ICT** connesse all'integrazione multi-sito e multi-sistema/vettore.



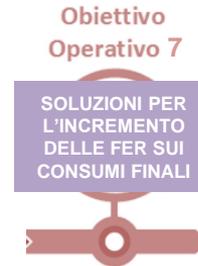
Obiettivi operativi: 5-6

- I dimostratori saranno sviluppati secondo i principi della **scalabilità** e della **replicabilità**. In tal senso, ciascun dimostratore sarà basato su modelli tecnologicamente modulari, capaci di operare in maniera indipendente, ma anche interconnessa (rappresentati da sottoreti e aree sperimentali dei dimostratori). Tale approccio mira a:
 - ✓ **replicare i contesti reali di applicazione delle reti energetiche** (es. sistemi multi-building, aggregazioni virtuali, etc.) nell'ottica di significatività dei risultati sperimentali ottenuti rispetto all'ambito applicativo;
 - ✓ **progettare sistemi più robusti, sicuri ed affidabili** in scenari caratterizzati da significativi livelli di aleatorietà delle risorse distribuite (es. forte penetrazione di FER, carichi modulabili molto variabili, etc.). I sistemi modulari abilitano, infatti, l'attivazione/disattivazione selettiva dei sottosistemi in presenza di criticità di funzionamento, isolando le aree critiche e limitando gli impatti negativi a livello di sistema esteso.



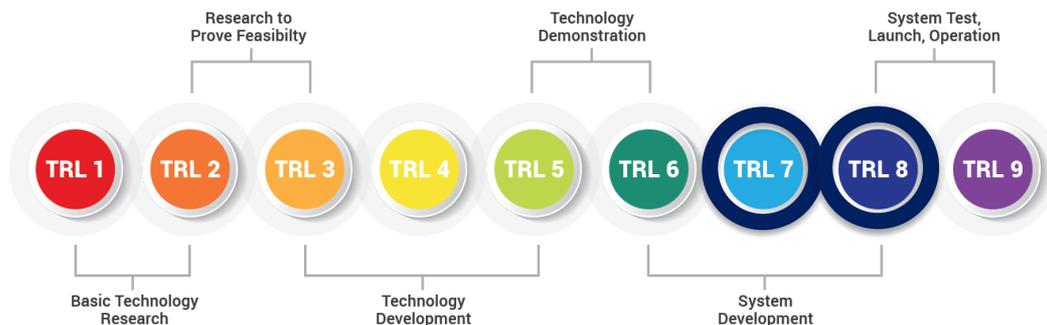
Obiettivi operativi: 7

- I dimostratori messi a punto permetteranno di sperimentare i vantaggi di una **gestione integrata e centralizzata del vettore energetico per il soddisfacimento di fabbisogni elettrici e termici**, proponendo soluzioni che vadano nella direzione dell'incremento della quota di energia proveniente da FER sui consumi finali.
- La **sperimentazione** mirerà a quantificare i benefici di tale approccio integrato, agendo su due livelli:
 - ✓ **verticale**: gestione ottimizzata **multi-vettore su singola utenza** (es. singola microrete o area sperimentale)
 - ✓ **orizzontale**: gestione ottimizzata **multi-vettore** mettendo a **sistema utenze multiple** in ottica di sperimentazione delle comunità energetiche locali.



TRL del Progetto

La realizzazione di dimostratori di microreti energetiche multi-vettore di tipo Smart Grid renderà disponibili **prototipi di sistema in ambiente operativo** (TRL7) e, per alcuni prodotti della ricerca, **sistemi completi e qualificati** (TRL8).

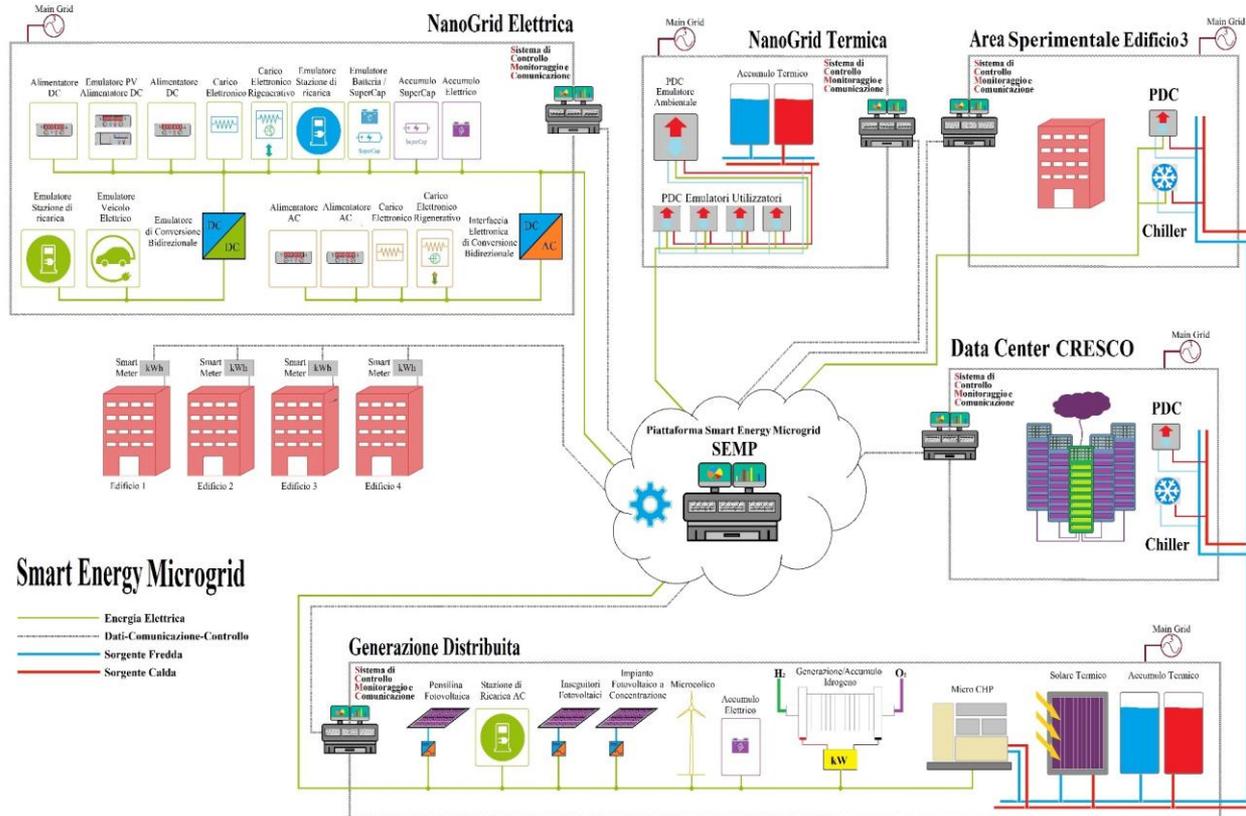


La Smart Energy Microgrid

La Smart Energy Microgrid (SEM) è una rete sperimentale che interconnetterà risorse di generazione, utilizzatori e sottoreti del Centro (nanogrid elettrica, nanogrid termica, aree sperimentali e generazione distribuita) in un sistema energetico digitalizzato ed integrato.



La Smart Energy Microgrid: architettura logica



Smart Energy Microgrid

- Energia Elettrica
- Dati-Comunicazione-Controllo
- Sorgente Fredda
- Sorgente Calda



La piattaforma di Controllo

- **SEMP – Smart Energy Platform** – rappresenta il sistema centrale di controllo del dimostratore ENEA.
- La piattaforma SEMP esplica una serie di servizi che permettono l'implementazione di nuove strategie di gestione e, conseguentemente, la sperimentazione di nuovi modelli energetici. La SEMP potrà svolgere il ruolo dell'**aggregatore**, del **moderatore** o funzionare da **logger dati** di pari livello rispetto agli SMSC.
- La SEMP acquisisce in input le informazioni provenienti da tutti gli SMSC ed elabora i dati in funzione del proprio ruolo, costituendo l'**interfaccia verso l'agente superiore** (es. gestore di rete di distribuzione).
- Gli **SCMC - Smart Management System Control** - sfruttando logiche di ottimizzazione interne, specifiche per ciascuna area sperimentale, valutano, in maniera autonoma, i setup delle risorse da essi coordinate ed inviano i relativi comandi di attuazione.



Consiglio Nazionale
delle Ricerche

**AGGREGATORE,
MODERATORE o
LOGGER**



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

LOGICHE LOCALI



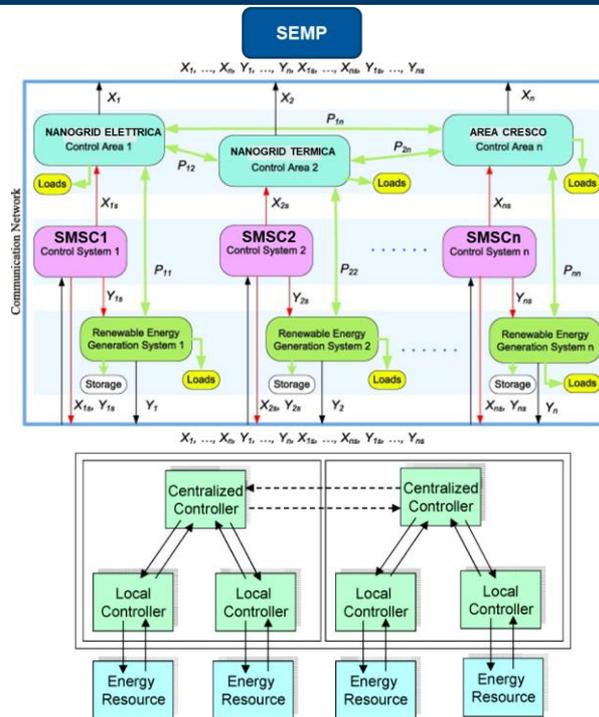
La piattaforma di Controllo

■ Controllo distribuito – basato sull'interazione diretta tra controllori di livello paritetico

- ✓ Interazione IT - OT: scambio di messaggi contenenti informazioni minime di disponibilità o richieste energetiche (principio del need-to-know / privilegio minimo)
- ✓ Definizione delle variabili scambiate tra coppie di controllori
- ✓ Possibilità di arbitraggio da parte di un controllore non di campo (SEMP)

■ Approccio ibrido – basato su entrambe le architetture (verticali e distribuite)

- ✓ Ricerca del bilanciamento tra le due architetture in base alla flessibilità di ciascun impianto



Consiglio Nazionale
delle Ricerche

Comprehensive overview of multi-agent systems for controlling smart grids. CSEE JPES 2020

Merabet, G. H., Essaïdi, M., Talei, H., Abid, M. R., Khalil, N., Madkour, M., & Benhaddou, D. - Applications of Multi-Agent Systems in Smart Grids: A survey, 2014 International Conference on Multimedia Computing and Systems

Melo, L. S., Sampaio, R. F., Leão, R. P. S., Barroso, G. C., & Bezerra, J. R. (2019). Python-based multi-agent platform for application on power grids. International Transactions on Electrical Energy Systems, 29(6).

Dehghanpour, Kaveh, Colson, and Nehrir "A survey on smart agent-based microgrids for resilient/self-healing grids". In: Energies 10.5, p. 620

Il Dimostratore RSE

Potenziamento della **Distributed Energy Resources Test Facility (DERTF)** di RSE, integrazione funzionale e test sperimentali multi-sito:

- **Multi-energy**
- **Rete MT/BT ibrida AC/DC**
- **Architetture ICT e sicurezza informatica**



Ing. Maria Valenti

Responsabile del Laboratorio Smart
Grid e Reti Energetiche

| Dipartimento Tecnologie Energetiche
e Fonti Rinnovabili



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000

