

KNX DAY 2025

KNXVERSE

UN VIAGGIO DENTRO IL MONDO KNX

20.11.2025

20/11/25

prof. Fabrizio Pilo - Università di Cagliari





Il ruolo degli edifici smart nei servizi di flessibilità energetica

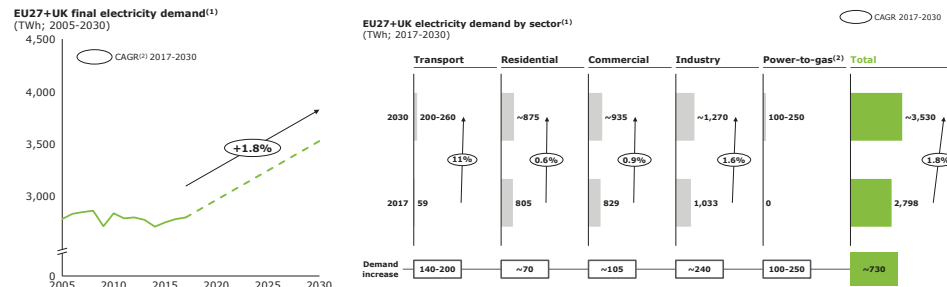
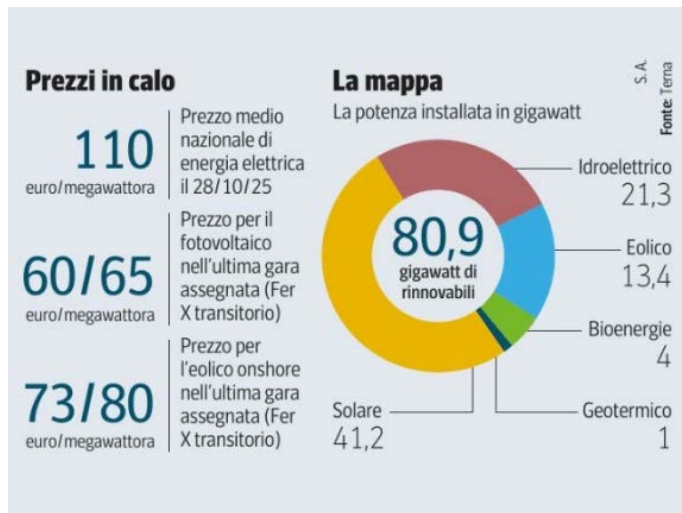
Prof. Fabrizio Pilo – Università di Cagliari

Layout

- Transizione energetica
- Flessibilità e piani di sviluppo
- Mercati per i servizi di flessibilità locali e di sistema
- Smart Buildings
- Servizi di flessibilità e Smart Buildings
- Soluzioni tecnologiche – scalabilità e interoperabilità
- Aggregazione e Comunità energetiche
- Prospettive (AI, Digital Twins, IoT)
- Conclusioni



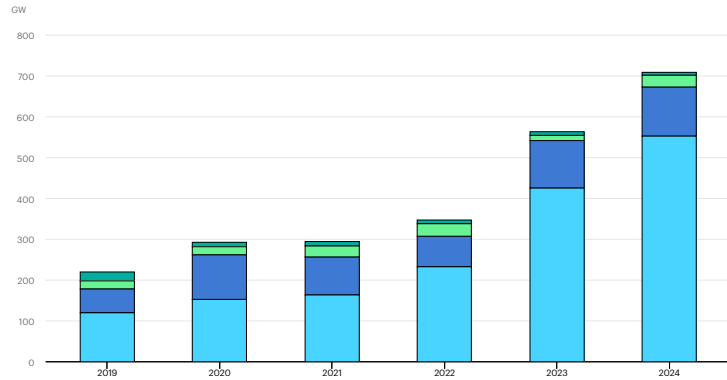
Transizione energetica



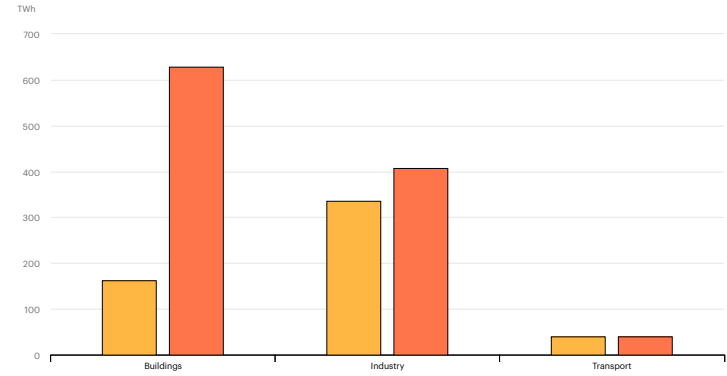
<https://www.edsofsmartgrids.eu/connecting-the-dots-distribution-grid-investment-to-power-the-energy-transition-2/>

- Rinnovabili e accumulo
- Domanda elettrica in crescita
- 400 miliardi di investimenti attesi sulla distribuzione (EU27+UK)
- 70% di nuove connessioni sulla distribuzione

Transizione energetica



IEA, Licence: CC BY 4.0



IEA, Licence: CC BY 4.0

IEA (2025), Global Energy Review 2025, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025>, Licence: CC BY 4.0

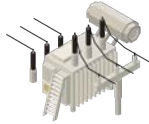


Benefici della flessibilità

Optimised investments



Asset reinforcements



Maintenance planning, and
connection work



Quality of supply



Network extension timescales



Capability / loadability of
assets

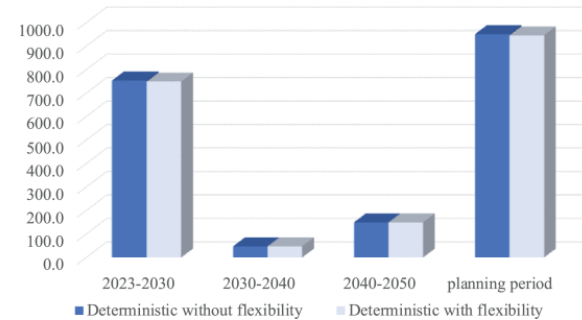


Resilience

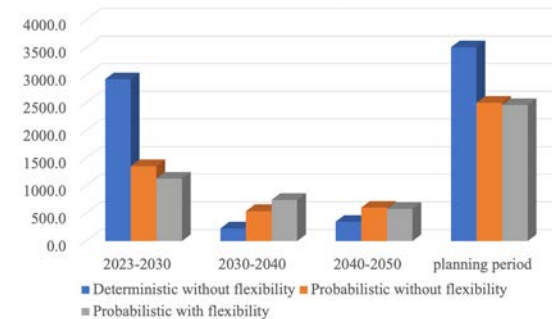
Sviluppo di sistema e flessibilità

- Flessibilità adattava la produzione alle esigenze della domanda
- Oggi: modulare produzione e/o domanda in funzione delle esigenze di sistema
- Un servizio locale di flessibilità si configura come una modulazione “a salire” o “a scendere” della potenza scambiata con la rete elettrica da parte di un soggetto connesso alla stessa.
- Flessibilità per servizi di sistema (TSO) e servizi locali (DSO)
 - Accumulo, V2G
 - Reti intelligenti ed edifici intelligenti (controllo operatori)
- Approccio sistemico (elettricità, trasporti, calore)

Extension (km) of new lines with and without flexibility services as resulted by the application of deterministic models for the regional scale planning study



Extension (km) of new lines as resulted by the application of different models for the regional scale planning study



Requisiti di flessibilità

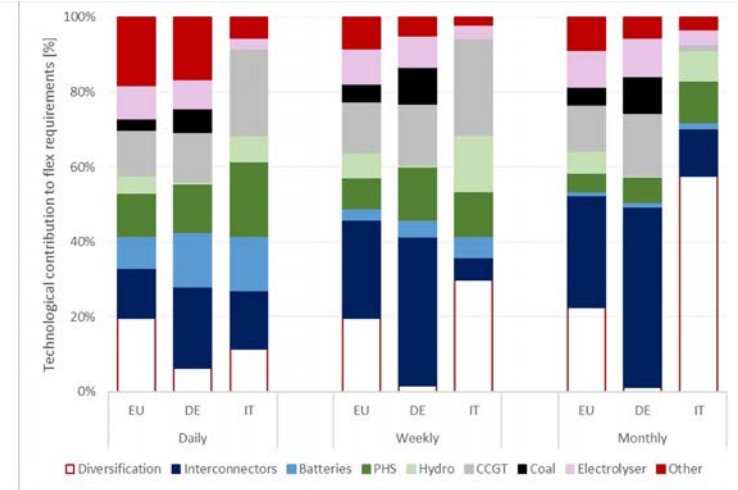
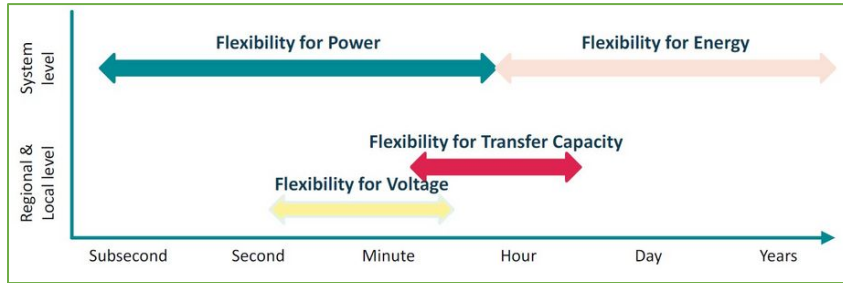
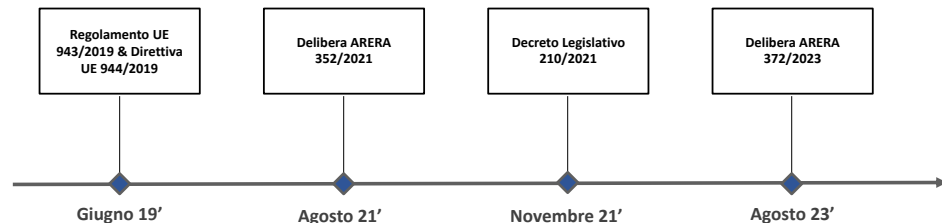
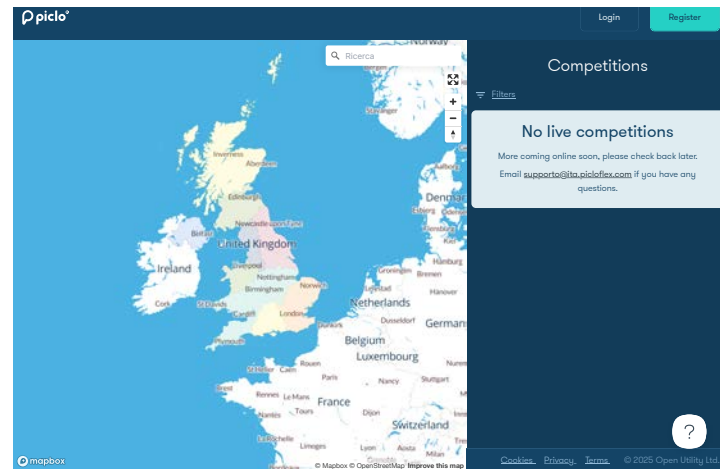


Figure 7. Technological contribution to flexibility requirements in the EU, Germany and Italy, 2030. Source: JRC Flexibility requirements and the role of storage in future European power systems, 2022.

Mercati di Flessibilità

- Attivati nella Trasmissione (UVAM) per servizi di sistema
- Attivati sperimentalmente con la Del. 352/21 nella distribuzione
 - EDGE – e-distribuzione
 - Contratti di lungo termine
 - aste
 - Pay as bid
 - Remunerata disponibilità e utilizzo
 - Piattaforma proprietaria
 - RomeFlex – ARETI
 - Contratti di lungo termine
 - Contratti a pronti (possibili)
 - Pay as bid
 - Piattaforma GME
 - MiNDFlex – UNARETI
 - Contratti di lungo termine
 - Contratti a pronti (possibili)
 - Pay as bid
 - Piattaforma GME



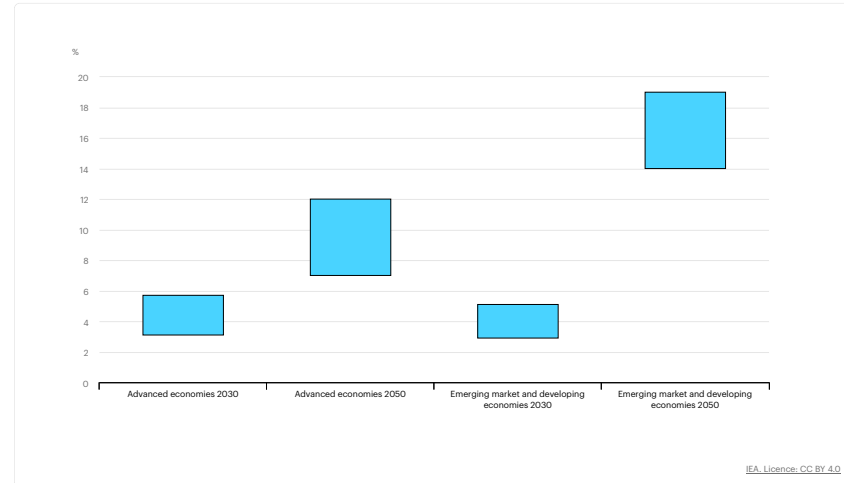
- Il **Regolamento UE 943/2019** e la **Direttiva UE 944/2019** riguardanti le norme comuni per il Mercato Elettrico sono stati recepiti ed adeguati nella normativa italiana tramite la **Delibera 352/2021** dell'Autorità e il **D.lgs 210/2021**.
- La **Delibera 352/2021** promuove lo sviluppo di progetti piloti di flessibilità da parte dei DSO tramite meccanismi di approvvisionamento di mercato. A tal fine i DSO **UNARETI** e **ARETI** hanno scelto di avvalersi del Mercato Locale della Flessibilità sviluppato dal GME.
- La **Delibera 372/2023** ha approvato la documentazione del GME necessaria allo svolgimento del Mercato per l'approvvigionamento dei servizi ancillari locali



Edifici, transizione e Flessibilità

- Gli edifici oggi rappresentano circa il 30% del consumo finale di energia a livello globale e più della metà della domanda finale di elettricità.
- Sfruttare le tecnologie per utilizzare l'energia in modo più flessibile durante il giorno potrebbe sbloccare vantaggi ancora maggiori.
- Quando gli edifici e le reti possono comunicare tra loro, lo stress durante le ore di punta può essere mitigato e i picchi nella domanda di energia possono essere attenuati.
- Sensori intelligenti, controlli, analisi intelligenti e altre soluzioni digitali possono essere integrati con i sistemi di [gestione energetica](#) dell'edificio o direttamente con le apparecchiature.
- I sistemi di gestione e [automazione dell'energia](#) per controllo di supervisione di elettrodomestici intelligenti, caricabatterie intelligenti per veicoli elettrici, generazione e stoccaggio di elettricità solare in loco.
- Interoperabilità, standard aperti di comunicazione, aggregazione di edifici e comunità

Risparmi attesi da Demand Response in Scenario NZE (2030 2050)



IEA (2024), More efficient and flexible buildings are key to clean energy transitions, IEA, Paris <https://www.iea.org/commentaries/more-efficient-and-flexible-buildings-are-key-to-clean-energy-transitions>, Licence: CC BY 4.0

Smart building

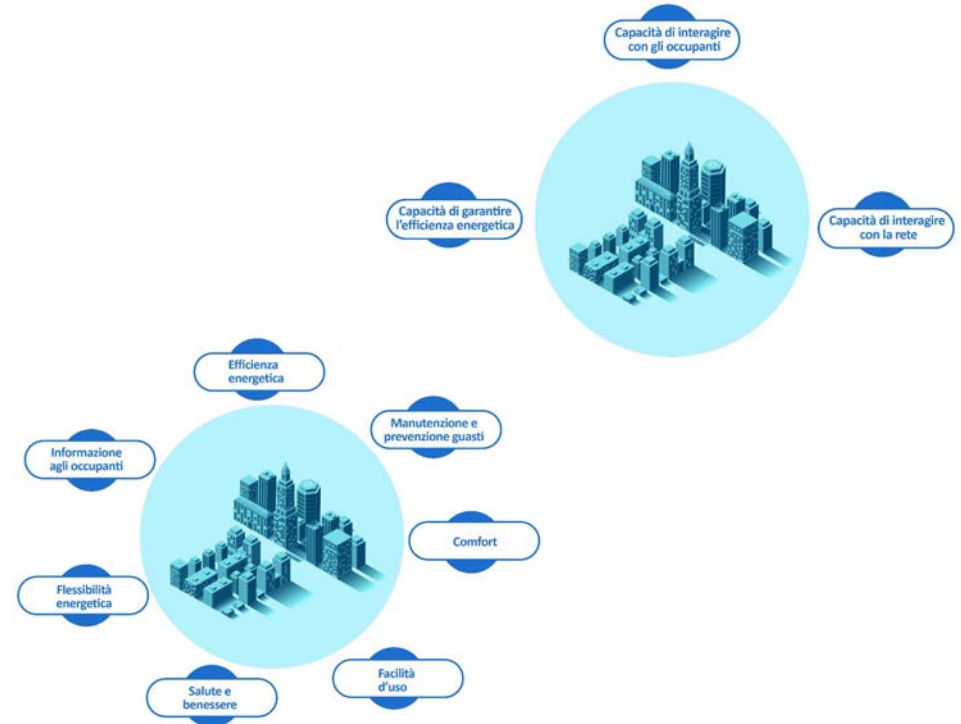
- **Energy Performance of Buildings Directive - EPBD IV (Direttiva Case Green)**
 - ridurre del 16% i consumi energetici primari del parco immobiliare entro il 2030 e del 20-22% entro il 2035.
 - almeno il 43% interventi dovrà riguardare gli edifici con le classi energetiche peggiori.
- **CEI** fornisce definizioni, normative, elementi progettuali, funzionalità e benefici relativi agli edifici intelligenti.
- **Smart Building** garantisce controllo ad elevate prestazioni di tutti gli impianti operando in sinergia in modo automatizzato e ottimizzato.
- **Smart Building** rileva le proprie necessità e usa i dati raccolti per controlli predittivi avanzati
- **Building Automation** e i **Building Management System** assicurano la comunicazione tra sensori, dispositivi, attuatori e impianti e la gestione ottimizzata
- **Comunicazione e interoperabilità cruciali**



<https://static.ceinorme.it/ceinorme/WhitePaperCEISmartBuilding.pdf>

Smart Readiness Indicator (SRI)

- Smart Readiness Indicator: evoluzione di un processo di valutazione dell'automazione e dell'intelligenza degli edifici (BACS UNI EN 15232)
- SRI propone un catalogo di 54 servizi intelligenti, 3 diversi metodi di calcolo ed i possibili percorsi di attuazione per gli Stati Membri.
- La flessibilità della domanda di energia elettrica complessiva di un edificio elemento chiave per SRI
 - capacità di consentire la partecipazione alla gestione attiva e passiva,
 - gestione della domanda implicita ed esplicita relativamente alla rete



Edifici cognitivi intelligenti

- Gli smart buildings sono edifici basati sui dati i cui processi sono automatizzati e guidati dall'uso di telemetria, di dati storici e/o in tempo reale e che ricevono comandi digitali attraverso tali processi, i quali non includono solo l'analisi e il monitoraggio dei dati, ma anche processi decisionali che influiscono positivamente sulla funzionalità dell'edificio. L'uso dei dati è finalizzato ai processi decisionali automatici (controllo) o umani (utenti).
- **Gli edifici cognitivi intelligenti** gestiscono automaticamente le operazioni delle strutture e imparano dalle informazioni raccolte dai numerosi sensori “IoT”, dalle condizioni esterne e dalle esperienze passate con piattaforme di auto apprendimento e si auto organizzano
- Gli edifici intelligenti possono, ad esempio, garantire all'utente il controllo degli elettrodomestici mentre gli edifici cognitivi li attivano automaticamente
- I sistemi di gestione dell'edificio (BMS) centralizzano il controllo dei processi: sicurezza, illuminazione, accesso all'edificio, HVAC
- Un sistema di gestione dell'edificio intelligente/integrato (“IBMS”, “IBEMS”) unifica i processi e gli strumenti delle diverse strutture, indipendentemente dalla piattaforma o dal protocollo, utilizzando motori di apprendimento automatico per vagliare i set di dati che raccolgono dai sensori in tutta la loro struttura.



Servizi da Smart Buildings

- **Per DSO:**
 - Peak shaving locale.
 - Gestione congestioni.
 - Mitigazione tensione.
- **Per TSO:**
 - Demand response.
 - Bilanciamento.
 - Riserva.
- **Per CER:**
 - Riduzione dei prelievi nei picchi.
 - Uso intelligente dell'energia condivisa.
 - Coordinamento multi-utente.



Componenti tecnologiche

Sensori: potenza, temperatura, stato carichi, qualità aria.

Attuatori: HVAC, pompe di calore, EVSE, valvole, batterie.

BEMS/HEMS: motore di controllo e integrazione.

Comunicazione: KNX, BACnet, Modbus, MQTT, XMPP, OPC-UA.

Interoperabilità:

- Aggregatori, DSO, CER.
- Eterogeneità dispositivi



Mondo Konnex

- Standard aperto, consolidato, europeo.
- Ampia disponibilità di sensori/attuatori certificati.
- Lunga durata e retrocompatibilità
- Gateway IP per facile integrazione con aggregatori/DSO.
- Non è la soluzione completa, ma è la base affidabile del controllo edificio



Prospettive

AI / MPC

- Ottimizzazione comfort-energia-flessibilità.
- Previsione carichi e potenzialità di modulazione.

Digital Twin

- Modello edificio + rete locale.
- Simulazione scenari congestione.
- Previsione baseline → requisito ARERA.

IoT evoluto

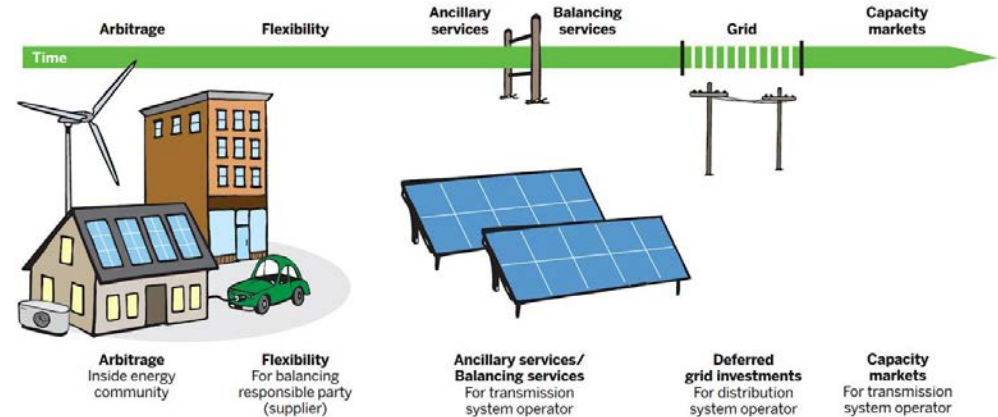
- Granularità dati → controllo preciso.
- Edge computing → risposta rapida per DSO.

Convergenza tra automazione, AI e reti intelligenti.

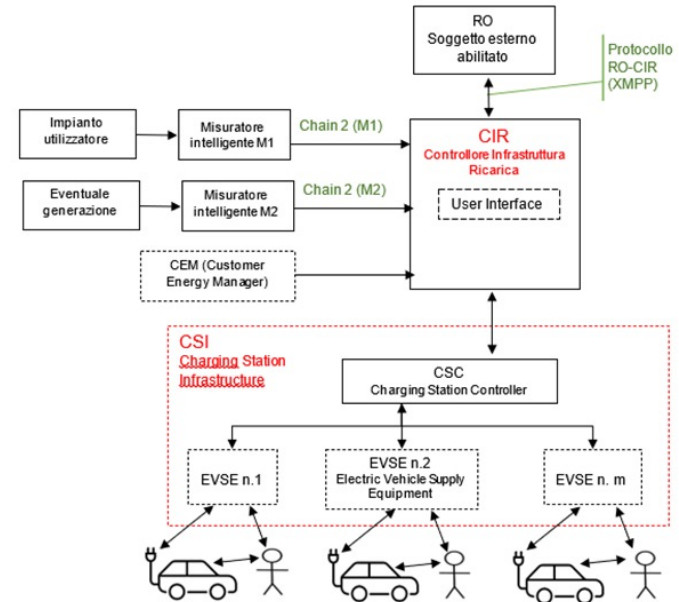
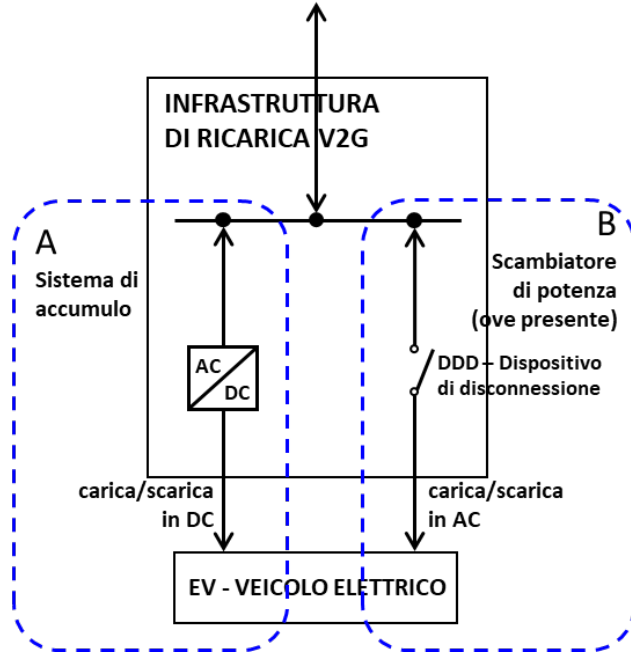


Comunità Energetiche Rinnovabili

- Smart districts
- Possono sfruttare flessibilità da vettori energetici diversi
- Livello complessità superiore a autoconsumo virtuale
- Tecniche ripartizione benefici
- Integrazione aspetto critico
- Blockchain
- Oggi incentivo premia un servizio

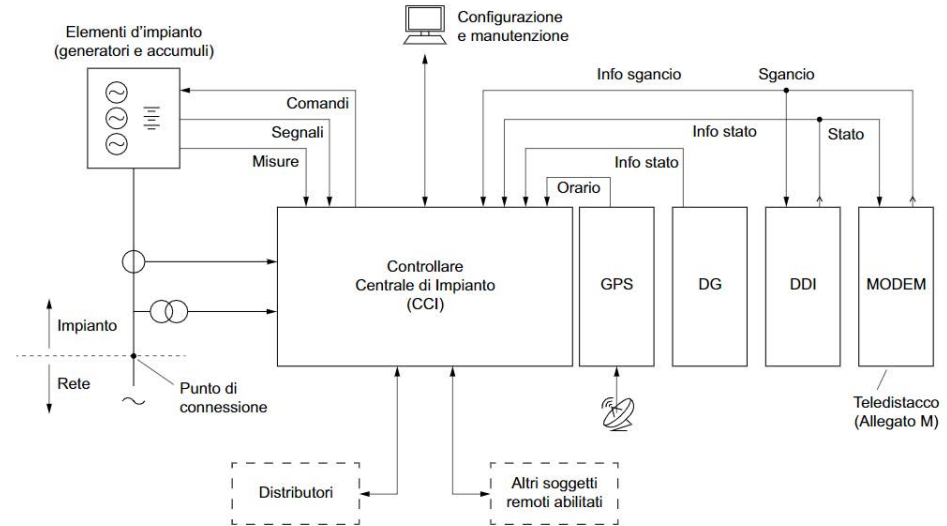


CEI – Controllore Infrastruttura di Ricarica



CEI – Controllore Centrale Impianto

- CCI per Media Tensione
- Nasce per osservabilità
- Obbligatoria limitazione potenza (PF2)
- Estensione BT
- Gateway per abilitare connessione e integrare risorse a livello BT
- Piena integrazione con Chain2



Conclusioni

- Sistema elettrico oggi richiede flessibilità, non solo alla generazione
- Flessibilità per TSO e DSO
- Edifici contano per 30% della domanda
- Prosumers e edifici intelligenti
- Mercati della flessibilità in sperimentazione
- Edifici intelligenti cruciali
- Interoperabilità, costi e cybersecurity





Fabrizio Pilo

Professore Sistemi Elettrici per l'Energia

Autore o coautore di oltre 250 articoli pubblicati su riviste internazionali o presentati a conferenze nazionali e internazionali. Top 2% dei ricercatori più influenti al mondo secondo la classifica di Stanford. Presidente del CT 316 del CEI, Presidente del Comitato Tecnico CIRED, Vicepresidente della Fondazione NEST.



Grazie per l'attenzione