



 POLITECNICO DI MILANO



L'efficienza energetica dalla rete al building - Tecnologie e mercato per il rilancio dell'economia



IL SISTEMA ELETTRICO NAZIONALE VERSO LE SMART GRIDS: POSSIBILITÀ DI CRESCITA PER IL MERCATO E PER LE INDUSTRIE DEL SISTEMA ANIE

Maurizio Delfanti
Politecnico di Milano
Dipartimento di Energia

Lunedì 1 Luglio 2013



- *Lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e l'evoluzione verso le smart grid*
- Alcuni risultati dello studio elaborato per ANIE
- L'evoluzione futura: dispacciamento locale & servizi di rete
 - sistemi semplici di produzione e consumo
 - sistemi di accumulo

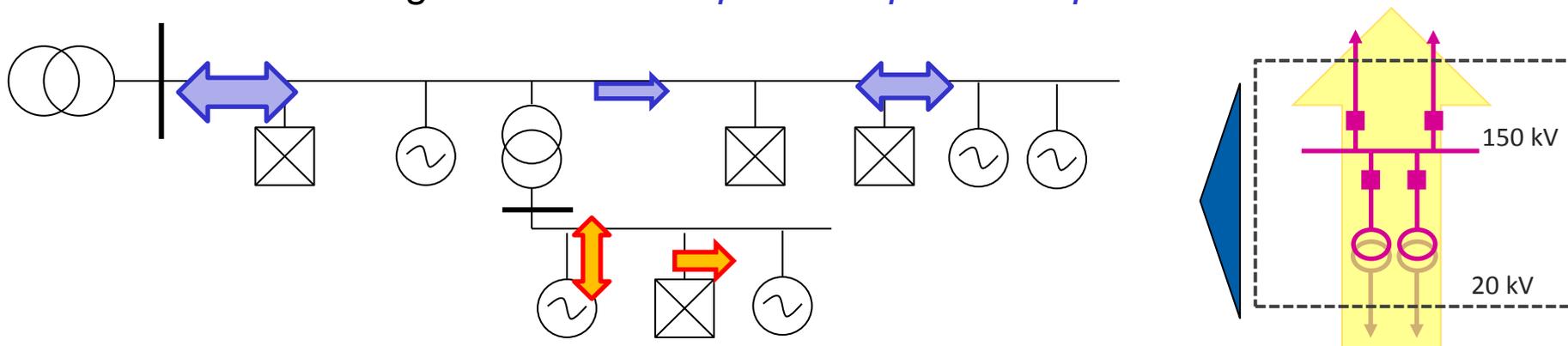


Perché la GD complica la gestione delle reti?

Inversione di flusso → SPI e regolazione di tensione

3

- La **rete di distribuzione** non è stata progettata per raccogliere energia della GD (energia 'dal basso verso l'alto': BT → MT → AT)
- Questa condizione può verificarsi per poche ore dell'anno:
→ fino a quando la GD è poca, e il carico prevale, tutto funziona come prima
- Quando la GD supera il carico, si ha la cosiddetta ***inversione di flusso***:
 - ✓ a livello di trasformazione AT/MT (CP) → *problemi per SPI*
 - ✓ a livello di singola linea MT → *problemi per SPI* e *profilo di tensione*



- La GD altera l'esercizio in sicurezza del **sistema elettrico di trasmissione** → non è garantito il funzionamento continuativo a fronte di variazioni anche minime della frequenza nella rete AAT e AT

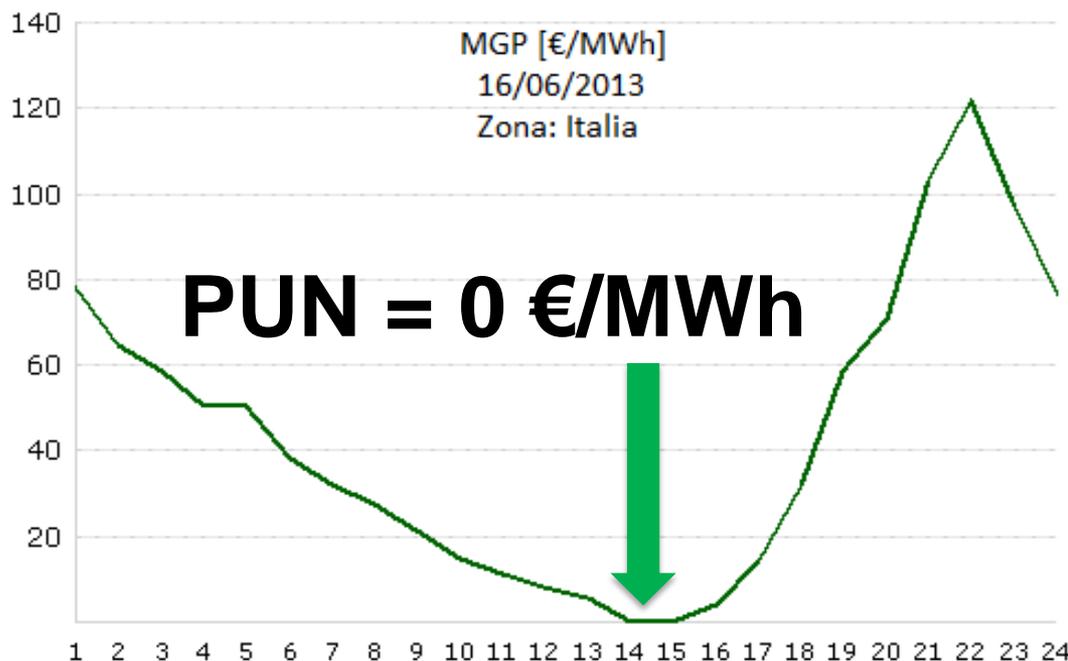


...a cui si aggiungono altri nuovi problemi legati alla GD

4

- Riduce la capacità regolante del sistema elettrico
 - Non prevista la regolazione di P attiva in sovra (-sotto?) frequenza
 - Non previsti criteri di riconnessione automatica
 - Non prevista l'insensibilità a transitori di tensione
- Non è monitorata in tempo reale (DSO → Terna)
 - Assente/difficile la previsione sul breve-medio termine (DSO → Terna)
- Influenza l'approvvigionamento di risorse su MSD e MB (programmazione, tempo reale).

- Le situazioni potenzialmente più critiche si presentano nei periodi diurni estivi (giorni di basso carico, p.e. le festività), con PV elevato.
- Le difficoltà sono aumentate per le carenze infrastrutturali delle zone in cui le FRNP sono disponibili.





1. L'evoluzione delle reti di trasmissione a livello continentale (codice europeo, ENTSO-E) → **dimensione internazionale**
2. L'evoluzione delle regole di connessione a livello nazionale: Del. 84/2012/R/eel; A.70 di TERNA ; nuova edizione CEI 0-21 (luglio 2012); nuova edizione CEI 0-16 (dicembre 2012) → **dimensione nazionale**
3. Revisione del servizio di dispacciamento per le unità di produzione alimentate da FER non programmabili (Del. 281/2012/R/efr); riduzione della GD in emergenza del SEN (A.72) → **dimensione nazionale**

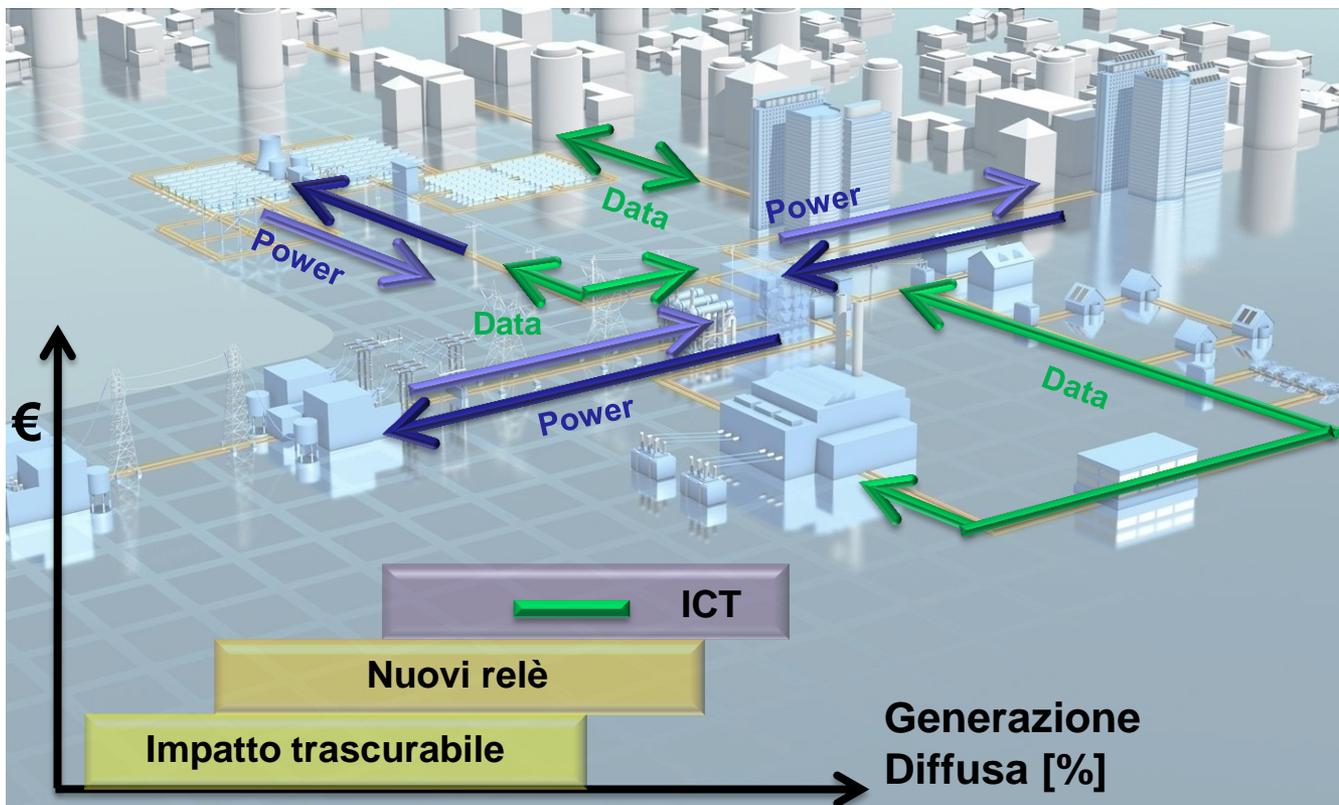


In Italia sono in corso numerose sperimentazioni in campo:

- smart grid (Del. ARG/elt 39/10) sulle reti di distribuzione MT
- veicoli elettrici (Del. ARG/elt 242/10) sulle reti di distribuzione BT
- sistemi di accumulo (Del. ARG/elt 199/11) sulle reti di T&D



- **Smart grid** → strutture e procedure operative innovative in grado di:
 - mantenere un elevato livello di sicurezza e affidabilità del sistema;
 - migliorare la gestione della GD e il controllo del carico;
 - promuovere l'efficienza energetica e un maggiore coinvolgimento degli utenti finali (anche VE) nel mercato elettrico.

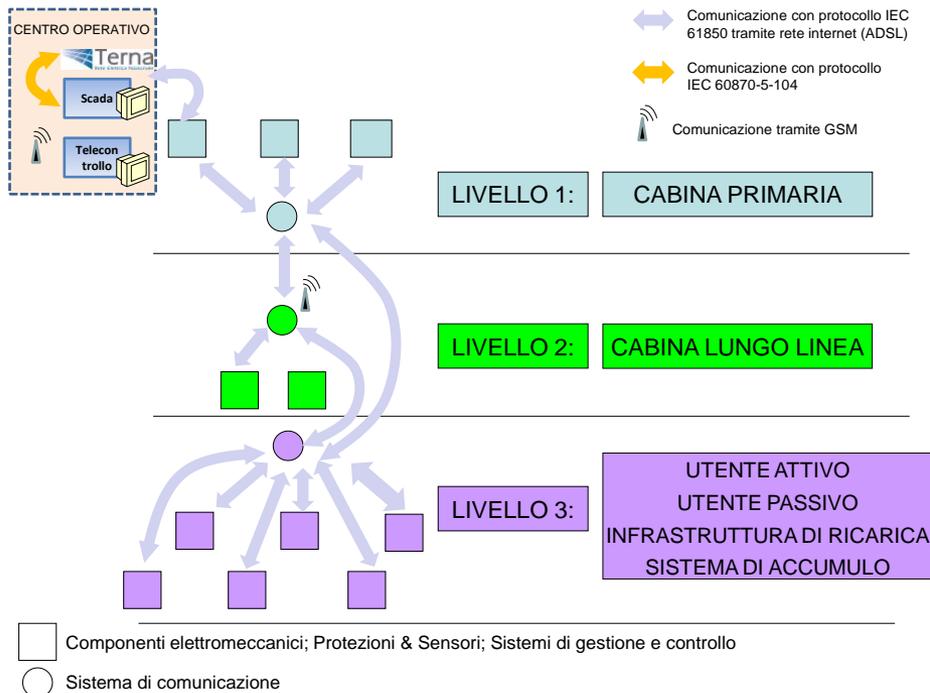




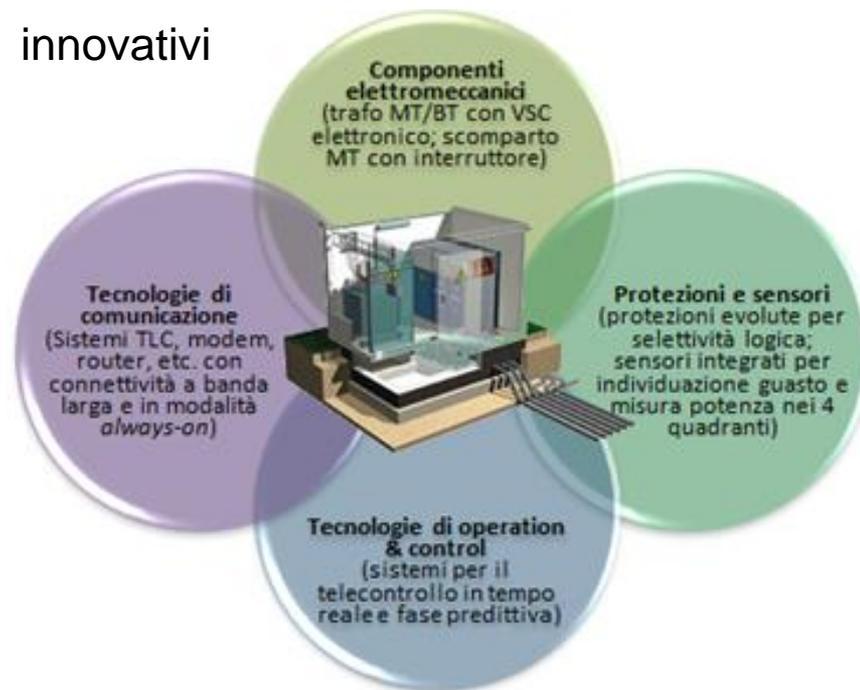
- Lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e l'evoluzione verso le smart grid
- *Alcuni risultati dello studio elaborato per ANIE*
- L'evoluzione futura: dispacciamento locale & servizi di rete
 - i sistemi semplici di produzione e consumo
 - sistemi di accumulo



Architettura del sistema e protocollo di comunicazione



- Livelli funzionali (sottostazione estesa):
 1. centri operativi evoluti;
 2. cabina primaria smart;
 3. cabina secondaria smart;
 4. utente attivo e passivo; infrastrutture di ricarica VE; sistemi di accumulo
- **Quattro** categorie di componenti innovativi



- Comunicazione “always on” su
 - ✓ rete internet pubblica con supporto DSL o Wi-Max
 - ✓ Wi-Fi dedicata, fibra ottica, fibra ADSS
- Protocollo di comunicazione IEC 61850



- RETI ELETTRICHE DI DISTRIBUZIONE

- Telecontrollo e gestione in tempo reale della rete di distribuzione MT e BT tramite scambio informativo tra tutti gli elementi del sistema
- Ottimizzazione in tempo reale e in fase predittiva delle risorse di rete
- Automazione avanzata di rete (selettività logica lungo linea, controalimentazione automatica) in assetto radiale o ad anello



- GENERAZIONE DIFFUSA:

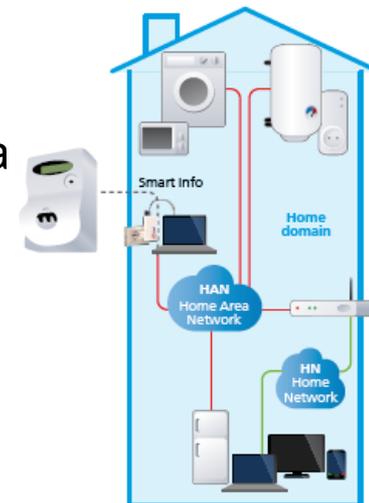
- Incremento dell'affidabilità del SPI mediante telescatto con logica fail-safe
- Regolazione innovativa della tensione
- Limitazione/modulazione (in emergenza) della potenza attiva immessa da GD
- Monitoraggio delle iniezioni da GD in tempo reale
- Previsione e controllo della produzione da GD nella prospettiva di un dispacciamento locale





- CARICO E CONSUMATORI FINALI:

- controllo del carico, comunicazione dei dati all'interno della rete domestica e abilitazione di strategie di demand response



- INFRASTRUTTURA DI RICARICA DEI VE:

- integrazione in rete di infrastrutture di ricarica dei VE



- SISTEMI DI ACCUMULO:

- controllo e gestione dei sistemi di accumulo



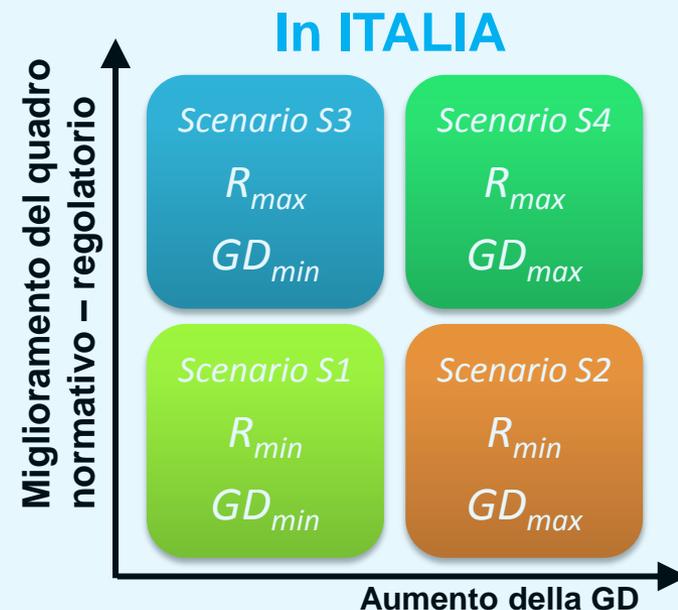
- SERVIZI INTEGRATI PER LE SMART CITY:

- sviluppo di servizi per le smart city



- Gli investimenti in progetti di innovazione tecnologica sono fortemente influenzati dal quadro regolamentare, dallo stato della rete (produzione & carico), nonché dalla volontà di intervenire e dalle nuove esigenze dei soggetti investitori.
- Questi parametri giocano un ruolo importante nelle scelte di investimento:
 - paesi con un elevati livelli di GD → investimenti in programmi e progetti per l'aumento della hosting capacity;
 - paesi con una elevata regolazione della QoS → investimenti in tecnologie per l'automazione avanzata di rete;
 - paesi con una quantità di domanda flessibile → investimenti di demand response.

- **Scenario S1:** GD limitata e quadro normativo-regolatorio che pone barriere (non crea condizioni favorevoli) allo sviluppo di tecnologie innovative
- **Scenario S2:** elevata GD e quadro normativo-regolatorio che pone barriere o non crea condizioni favorevoli allo sviluppo di tecnologie innovative
- **Scenario S3:** GD limitata e quadro normativo-regolatorio che garantisce max sostegno allo sviluppo delle smart grid
- **Scenario S4:** elevata GD e quadro normativo-regolatorio che garantisce max sostegno allo sviluppo delle smart grid





- Lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e l'evoluzione verso le smart grid
- Alcuni risultati dello studio elaborato per ANIE
- *L'evoluzione futura: dispacciamento locale & servizi di rete*
 - *i sistemi semplici di produzione e consumo*
 - *sistemi di accumulo*



Risorse per il dispacciamento: partecipazione delle FRNP alla gestione del sistema

13

- Le risorse per il dispacciamento possono essere fornite direttamente da:
 - FRNP connesse alla RTN;
 - GD (FRNP e non) connessa alle reti di distribuzione;
 - (in prospettiva) dal carico MT e BT;
 - (in prospettiva²) dai sistemi di accumulo dell'utente, del TSO o del DSO.
- Le risorse per il dispacciamento possono essere suddivise in:
 - **requisiti/obblighi di natura tecnica** che devono essere garantiti dalle unità alimentate da FRNP e dalla GD per potersi connettere alla rete;
 - **servizi** che possono/devono essere **offerti su mercato** e che il TSO o il DSO possono utilizzare per garantire il corretto funzionamento del complessivo sistema, con riferimento
 - ✓ ai problemi di natura globale → **servizi di sistema**
 - ✓ ai problemi di natura locale → **servizi locali**



- È possibile prevedere diverse soluzioni, per esempio:
 - *dispacciamento centralizzato* → il dispacciamento di tutte le unità è effettuato a livello centrale nella responsabilità del TSO e l'utente (unità di produzione convenzionali o FRNP connesse alle reti AAT/AT) è responsabile della presentazione di offerte sul MSD (direttamente? tramite un trader?)
 - *dispacciamento locale* → il dispacciamento è effettuato a livello locale dal DSO che diventa responsabile nei confronti del TSO della presentazione di offerte sul MSD gestendo le unità di GD tramite:
 - ✓ un apposito mercato dei servizi per il dispacciamento delle reti di distribuzione?
 - ✓ chiamata diretta a prezzo fisso?



I possibili modelli di dispacciamento: dispacciamento centralizzato

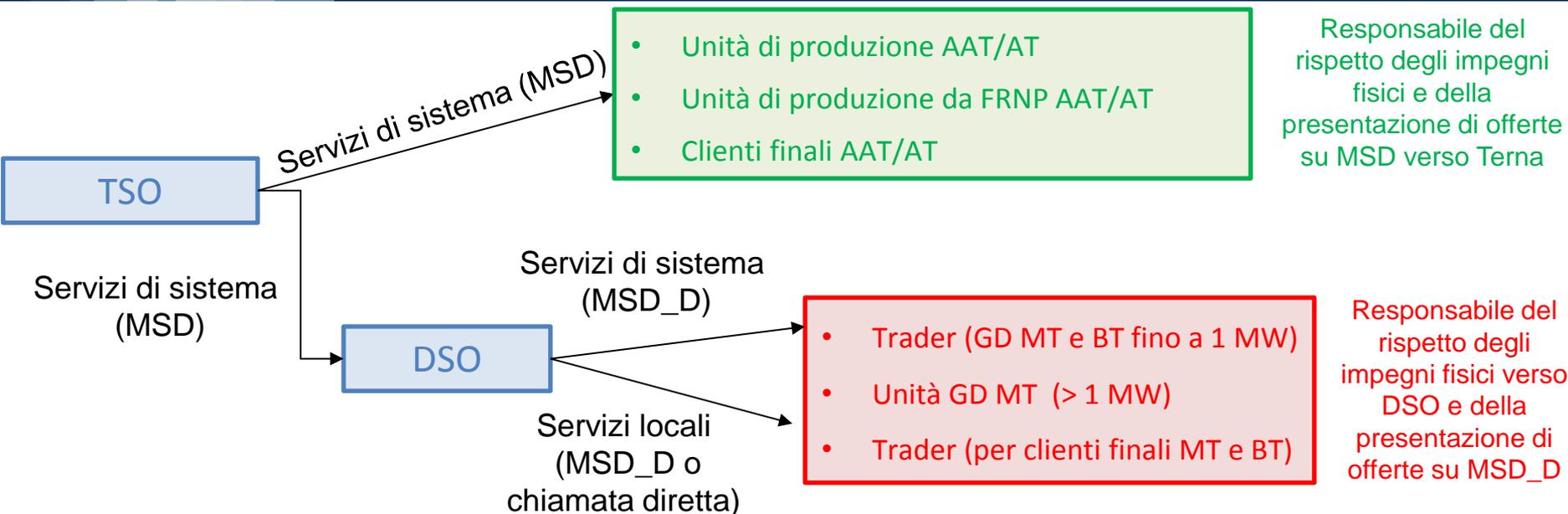


- Il DSO verifica che i limiti di transito in fase di programmazione e in tempo reale dovuti alla partecipazione della GD su MSD siano compatibili con la capacità della rete locale:
 - concede (o meno) l'abilitazione alla fornitura delle risorse per la GD di una CP;
 - ... ma non si verifica mai se rete dimensionata in fit&forget
- Il DSO può richiedere alla GD, su chiamata diretta (a prezzo fisso?), alcuni servizi locali (es. regolazione tensione, non sempre in conflitto con i servizi di sistema)

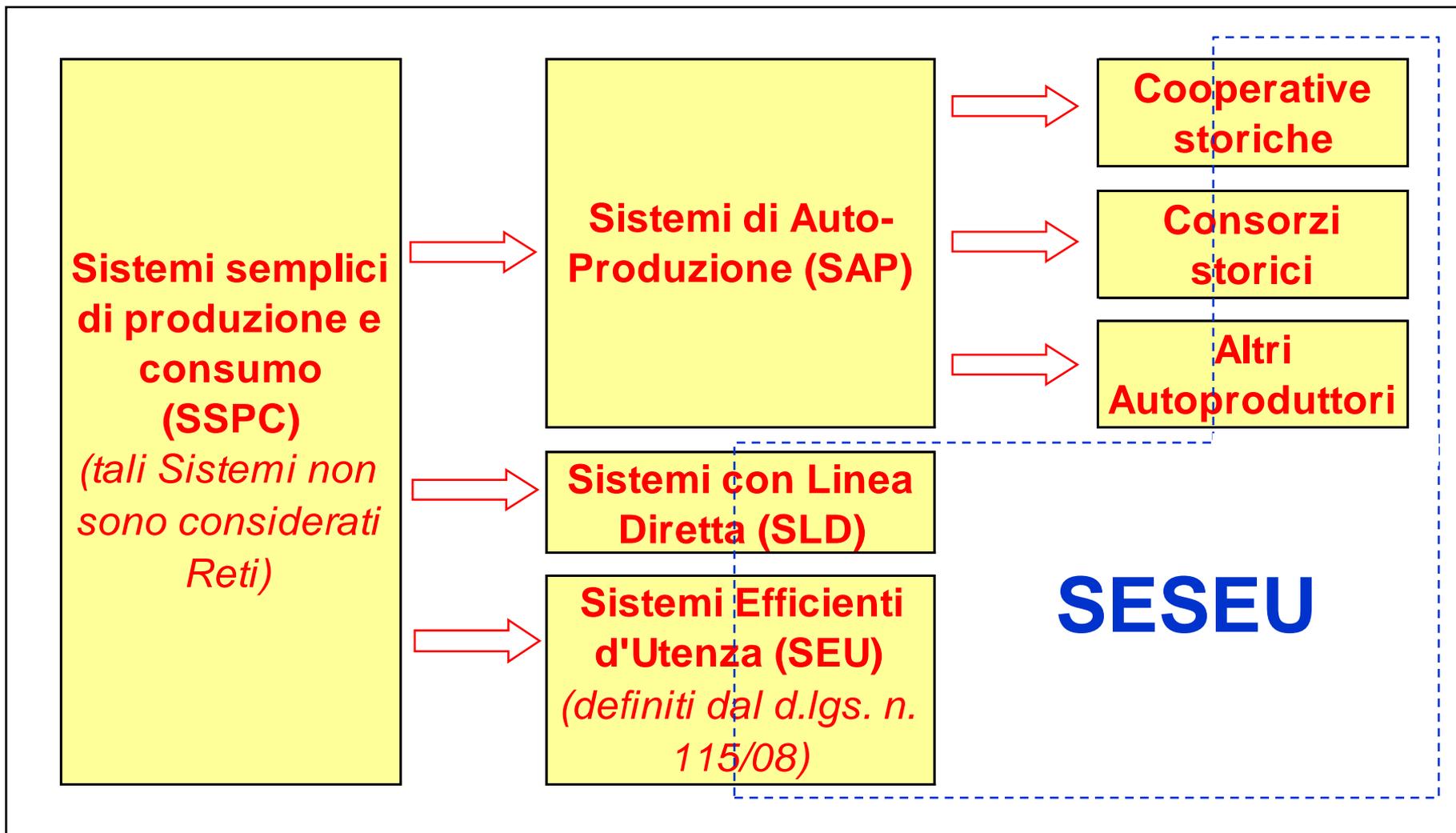




I possibili modelli di dispacciamento: dispacciamento locale



- Terna è responsabile della sicurezza del sistema e ricostituisce le condizioni di sicurezza acquisendo la disponibilità a correggere le posizioni fisiche su MSD da parte delle unità connesse AAT/AT e dai DSO
- Il DSO sarà responsabile:
 - di fornire servizi di sistema al TSO acquistandoli su MSD_D dalla GD sottesa;
 - del corretto funzionamento delle reti di distribuzione tramite servizi locali messi a disposizione dalla GD e acquistati su MSD_D o tramite chiamata diretta



- Con la Del. 199/11 l'AEEG ha promosso l'avvio di sperimentazioni di SdA elettrochimico sulle reti di trasmissione e distribuzione nazionali.
- La Del. 199/11 ha definito la remunerazione degli investimenti (\square WACC +2% per 12 anni; WACC base 8,4%) e i requisiti minimi per i SdA della sperimentazione. Sulla trasmissione è richiesto che i SdA:
 - a) siano inseriti nel Piano di Sviluppo;
 - b) abbiano la caratteristica di amovibilità;
 - c) siano necessari a garantire l'immissione in rete di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili non programmabili, nelle more dei necessari potenziamenti di rete;
 - d) siano complementari a un sistema di controllo dinamico delle reti;
 - e) siano dimensionati per l'accumulo di energia elettrica prodotta e non altrimenti assorbibile e per la regolazione istantanea della frequenza non attuabile con altri interventi.



- Sulla rete di distribuzione, il SdA potrebbe essere installato/gestito da:
 - Distributori;
 - Utenti attivi;
 - Utenti passivi.
- Oggi
 - Distributore (Distribution System Operator, DSO): (debolmente) interessato ai SdA per migliorare la conduzione della propria rete (es. congestioni, controllo V, ecc.).
 - Utente Attivo/Passivo: (debolmente) interessati ai SdA per time-shifting.
- In futuro (probabilmente a breve termine)
 - I SdA diverranno una soluzione **estremamente interessante**, se l'obbligo di fornire servizi ancillari alla rete di trasmissione (ad es., regolazione di frequenza, bilanciamento, ecc.) sarà dato ai DSO, Utenti attivi e passivi.
→ Prospettiva probabile, dato l'impatto delle FER sul sistema!!!



- Le reti di distribuzione mutano profondamente, verso le smart grid: i progetti pilota servono per indirizzare lo sviluppo estensivo
- La velocità di evoluzione dei sistemi elettrici in questo periodo storico è decisamente elevata («unprecedented»)
 - **ENTSO-E, codice europeo per i generatori (RfG)**
 - **avvento dei veicoli elettrici (ormai sul mercato...)**
 - **regole di gestione delle reti e di connessione (Del. 84; all. A.70; CEI 0-21 da luglio 2012; CEI 0-16 da fine 2012):**
 - **sperimentazione di sistemi di accumulo (Del. 199/11)**
 - **nuove prospettive per il dispacciamento delle FER**
- La capacità di reazione mostrata dal sistema Italia rispetto alla tempesta in atto ha condotto a una situazione di assoluta avanguardia
- Le nuove soluzioni tecnologiche sono pronte per essere dispiegate: un'occasione per il rilancio della filiera?

dimensione internazionale

dimensione nazionale



GRAZIE PER
L'ATTENZIONE!

(comments are welcome)

maurizio.delfanti@polimi.it



<http://www.energia.polimi.it>