

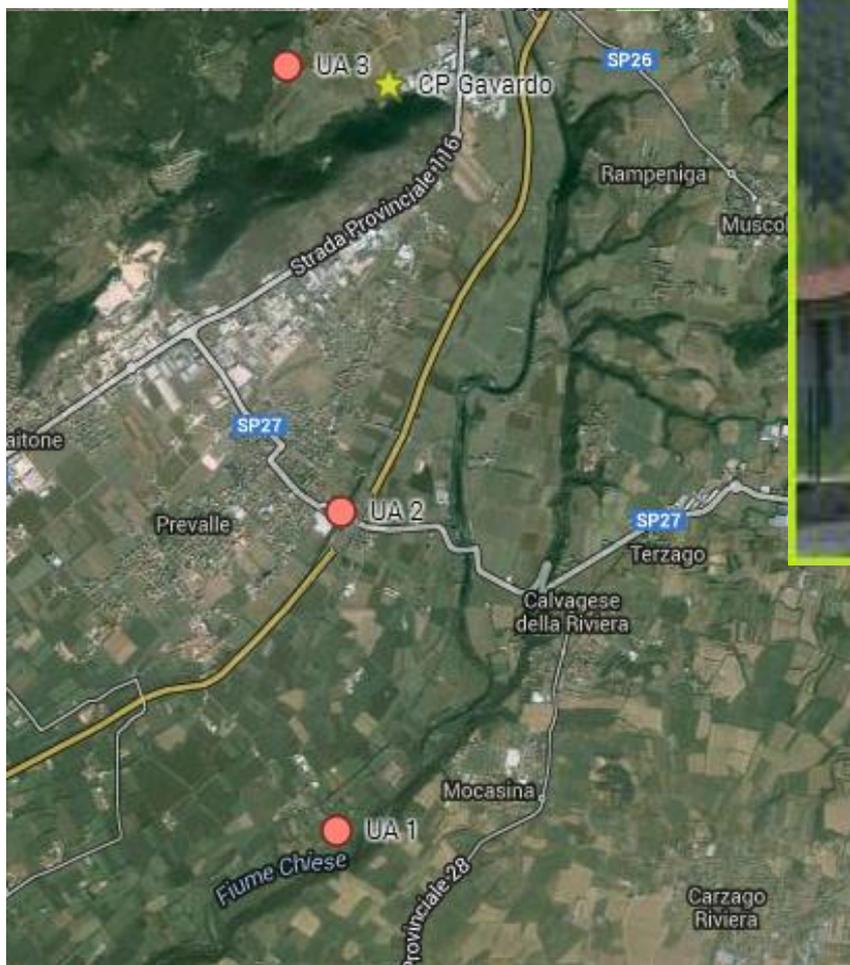


# **PROGETTI PILOTA SMART GRID Lambrate e Gavardo**

ing. Enrico Fasciolo  
Milano, 28 novembre 2013

# Ampiezza del progetto: utenti attivi coinvolti e Cabine Lungo Linea

- CP Lambrate (Milano) e CP Gavardo (Brescia)
- Impianti GD coinvolti → 5 su Lambrate e 3 su Gavardo.
- CLL automatizzate → 21 su quattro linee di cui due chiuse ad anello (in verde).



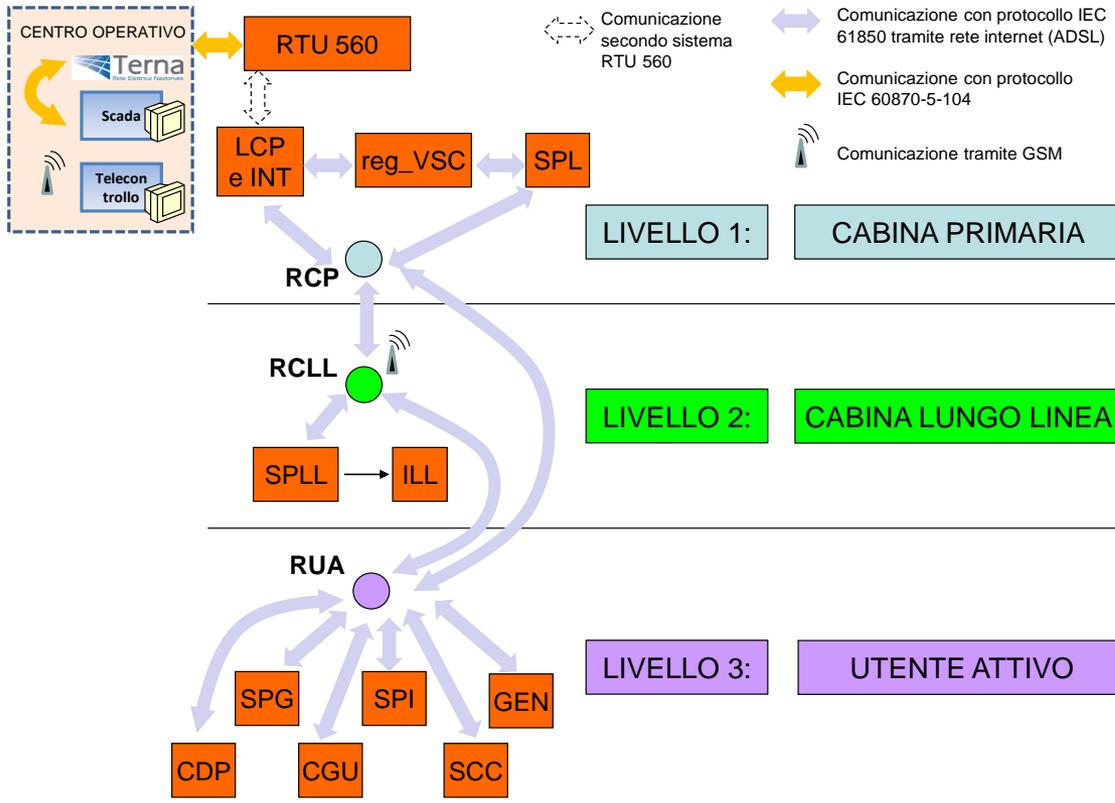
Impianto	Tensione	Potenza [kVA]	Fonte di energia	Mezzo di comunicazione
UA 1	MT	3150	Idro	ADSL Fast Wi-fi
UA 2	MT	1578	Idro	ADSL Fast Wi-fi
UA 3	MT	200	Biogas	ADSL Fast Wi-fi
		186	FV	
		62,50	CHP	
UA 4	MT	158	FV	ADSL Fast
UA 5	BT	---	mista	ADSL Fast

# Funzioni da implementare: controllo della GD e automazione avanzata

I Progetti smart prevedono:

- **automazione avanzata di rete** (selettività logica & controalimentazione automatica con rete radiale e in anello chiuso) → solo Lambrate;
- **telescatto** degli impianti di GD mediante segnale inviato dal DSO;
- **selettività** logica tra i sistemi di protezione del **DSO** e il Sistema di Protezione Generale presso l'**utente finale** (attivo o passivo);
- **regolazione della tensione** mediante modulazione della potenza reattiva immessa in rete da ciascuna unità di GD;
- **limitazione/modulazione della potenza attiva** (in caso di emergenza o a seguito di un ordine di dispacciamento);
- monitoraggio della GD e **scambio dati con Terna** ai fini del controllo del Sistema Elettrico Nazionale (misure e previsioni);
- **dispacciamento locale**: ottimizzazione della gestione delle unità di GD attraverso previsioni di produzione e controllo in tempo reale, in accordo con i modelli 2 e 3 del DCO 354/2013/R/eel.

# Architettura del sistema



Tre livelli funzionali:

- livello **cabina primaria** (CP);
- livello **cabina lungo linea** (CLL);
- livello **utente attivo** (UA)

**CP:** componenti per le funzioni di protezione, regolazione, monitoraggio e comunicazione

**CLL:** componenti per le funzioni di protezione e comunicazione

**GD:** sistemi di controllo e protezione (carico & GD), previsione, misura e comunicazione.

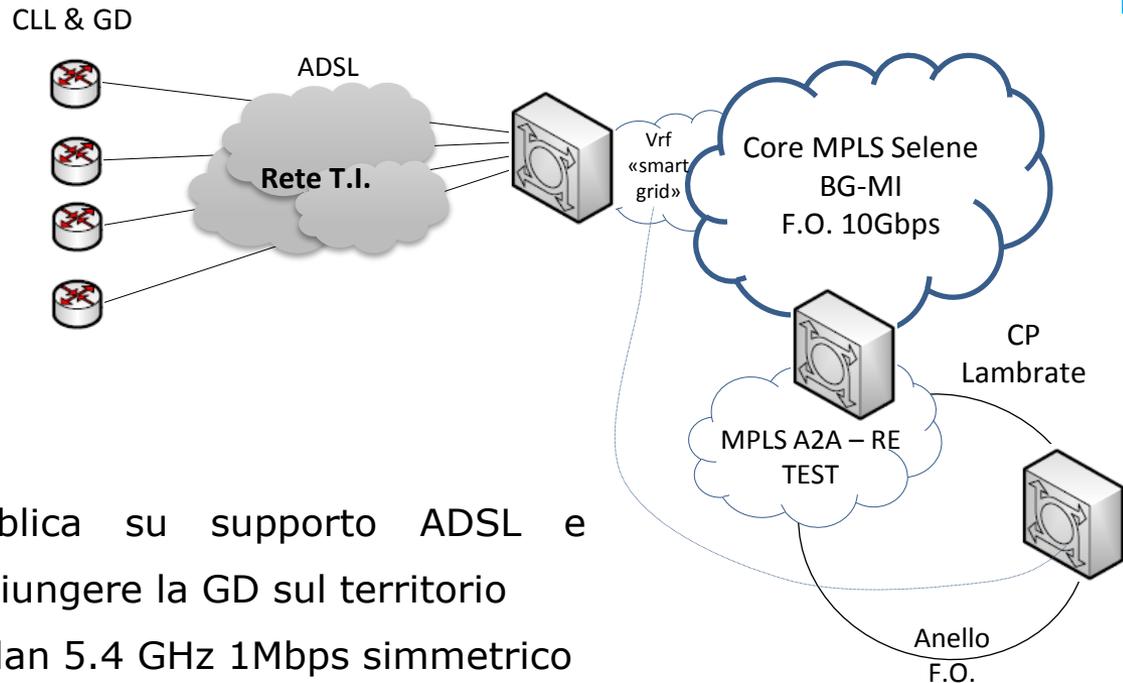
La soluzione proposta prevede anche l'installazione di IED dotati di un canale di comunicazione e porte logiche per inviare/ricevere informazioni o segnali: l'insieme di questi componenti realizza una

**Sottostazione Estesa** → estensione della visione del sistema di supervisione e protezione della CP alle CLL fino alle utenze attive remote (GD)

# Rete di comunicazione: ADSL (Lambrate) e ADSL + Wi-Fi (Gavardo)

**Lambrate** → rete internet pubblica su supporto ADSL “always on”:

- CLL e UA → soluzione mista con ADSL 4 Mbps/512 Kbps down/up e ADSL 2 Mbps (download) - 512 Kbps (upload);
- CP → link in Fibra Ottica con tecnologia cwdm - down/up 10Mbps.



**Gavardo** → rete internet pubblica su supporto ADSL e collegamenti dedicati Wi-Fi per raggiungere la GD sul territorio

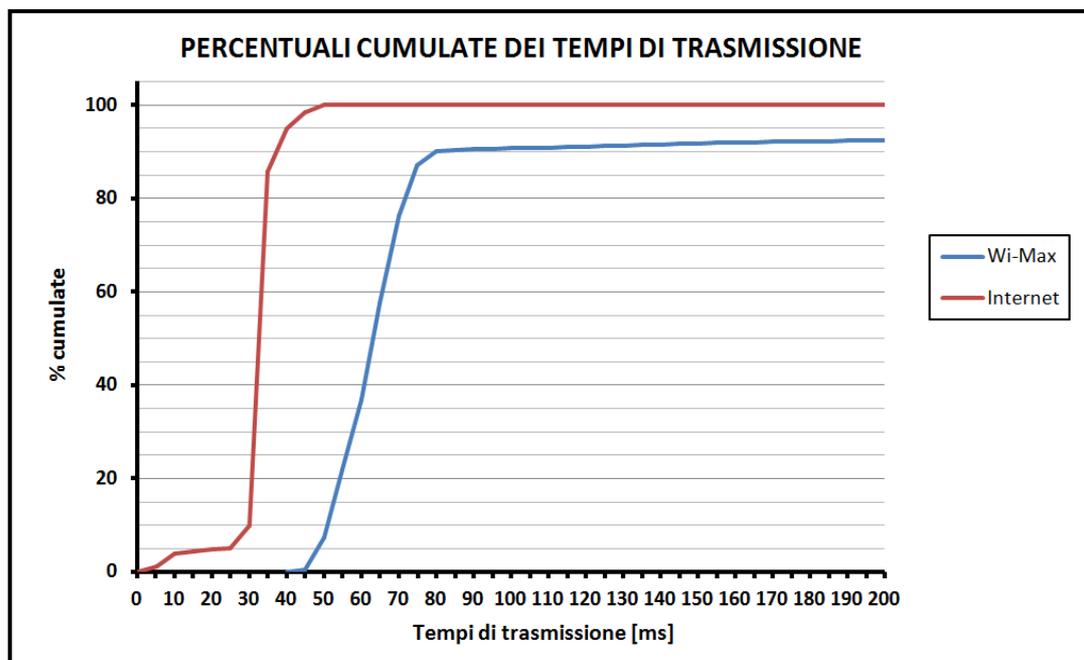
- UA → connessione di tipo hyperlan 5.4 GHz 1Mbps simmetrico
- CP → connessione di tipo hyperlan 5.4 GHz 1Mbps simmetrico

Per la rete di comunicazione identificata gli indicatori di qualità del sistema sono i seguenti:

- accessi asimmetrici con configurazione “Fast”:  
latenza = 20 ms in direzione down ed up sul 95%;
- jitter = 6 ms sul 95% dei collegamenti;
- cell loss =  $10^{-4}$  sul 95% dei collegamenti;
- disponibilità calcolata su base annua per gli accessi ed i VP pari al 98%

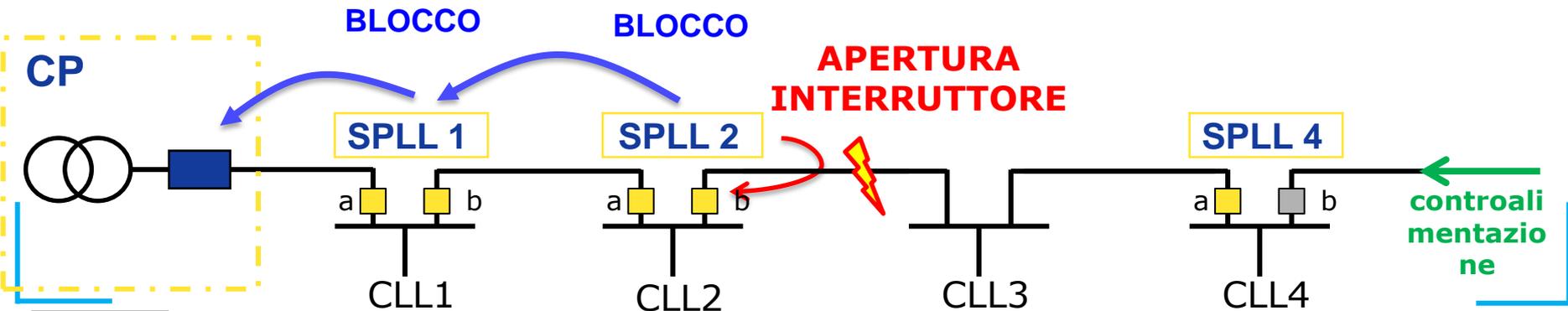
# Rete di comunicazione: risultati delle prove in campo

- Sono terminate le indagini preliminari (verifica dell'affidabilità e della sicurezza) sul territorio relative all'infrastruttura di comunicazione
  - ✓ La rete internet pubblica sfruttando la tecnologia ADSL è risultata anche in campo la soluzione migliore.
- I test per la misura dei tempi di comunicazione sono stati condotti utilizzando la tecnologia ADSL e la tecnologia Wi-MAX.
  - ✓ I risultati ottenuti mostrano dei tempi di trasmissione dei segnali tramite tecnologia ADSL assolutamente contenuti e perfettamente adeguati allo sviluppo e alla implementazione delle funzioni smart.



# Automazione avanzata → rete radiale: selettività logica lungo linea – manovre principali

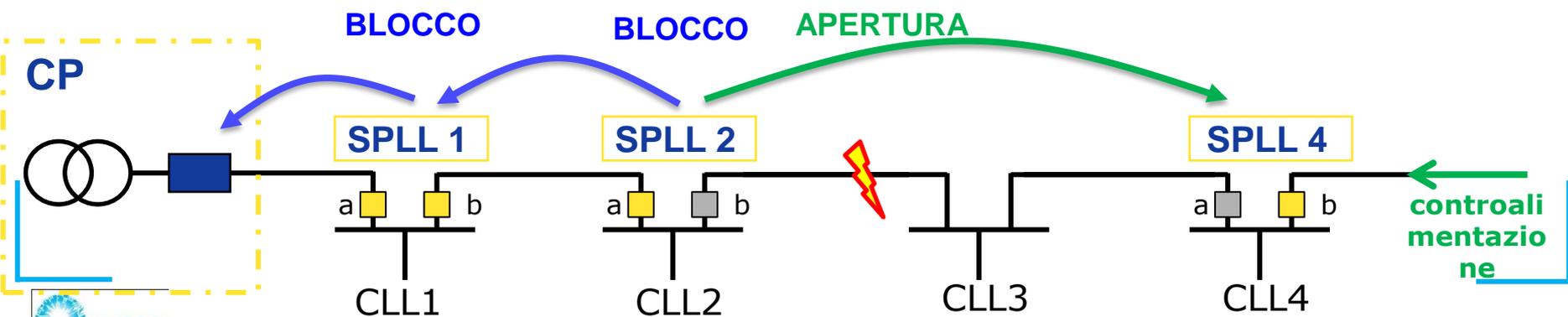
- Assetto rete con ILL4b aperto e cabine successive alimentate da altra CP
- Il Sistema di Protezione Lungo Linea (SPLL) a monte del guasto rilevando la presenza del guasto stesso, invia un messaggio di inibizione a tutti gli SPLL a monte e al Sistema di Protezione Linea (SPL) di Cabina Primaria.
- Il SPLL che non riceve il messaggio di inibizione entro un tempo prefissato comanda l'apertura dell'interruttore (ILL 2b)
- L'isolamento del tronco guasto avviene con una sola manovra, senza lo scatto dell'interruttore in testa linea (a meno dei casi di guasto sul 1° tronco), garantendo la continuità dell'alimentazione per i tronchi sani (utenti il CLL1 e CLL2), senza allungare i tempi di permanenza del cortocircuito e permettendo l'inserimento di più SPLI in serie lungo linea, con un vantaggio decisivo per la qualità del servizio percepita dagli utenti sottesi alla linea medesima.



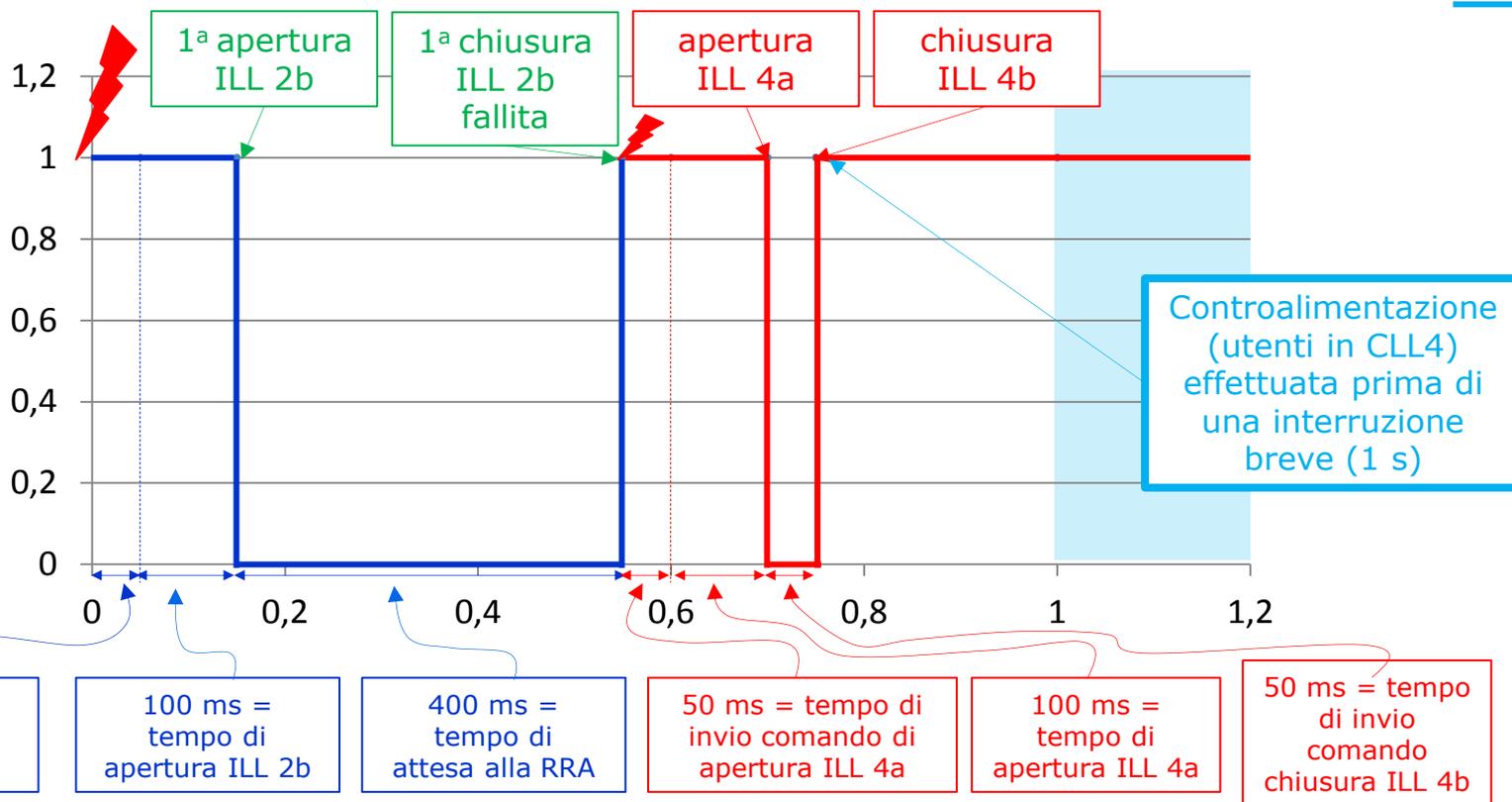
# Automazione avanzata → rete radiale: selettività logica lungo linea – manovre secondarie

In caso di guasto permanente, a valle della richiusura rapida, durante il tempo di neutralizzazione, il guasto continuerà a persistere; il SPLL che ha avvertito il guasto (2):

- Invierà un segnale di apertura al SPLL successivo (ILL4a) abilitando la controalimentazione del tratto di rete a valle di quest'ultimo (ILL4b); in questo modo, a fronte della avvenuta controalimentazione, gli utenti della CLL4 subiranno solo una interruzione transitoria
- SPLL 2 opererà un ciclo di richiusura rapida per identificare se il guasto è tra la CLL2 e la CLL3 o tra CLL3 e CLL4 avviando già al primo scatto le regole di apertura degli IMS telecomandati nella CLL3; in questo modo una parte degli utenti subirà una interruzione breve, mentre la parte restante, quella relativa agli utenti connessi sul tratto sede del guasto, una interruzione lunga.



# Automazione avanzata → rete radiale: guasto permanente – rete a monte e a valle del guasto



- Il guasto è isolato in 150 ms (1ª apertura ILL 2b, utenti a monte nelle CLL 1 e CLL2 non sono disconnessi), ma è guasto permanente → la richiusura fallisce!
- Si attiva la controalimentazione e in circa 800 ms ( $t < \text{int. breve}$ ) tutti gli utenti a valle del guasto (utenti connessi alla CLL 4) sono rialimentati → tutti gli utenti su tratti di linea a monte e a valle di quello guasto subiscono solo una **interruzione transitoria**

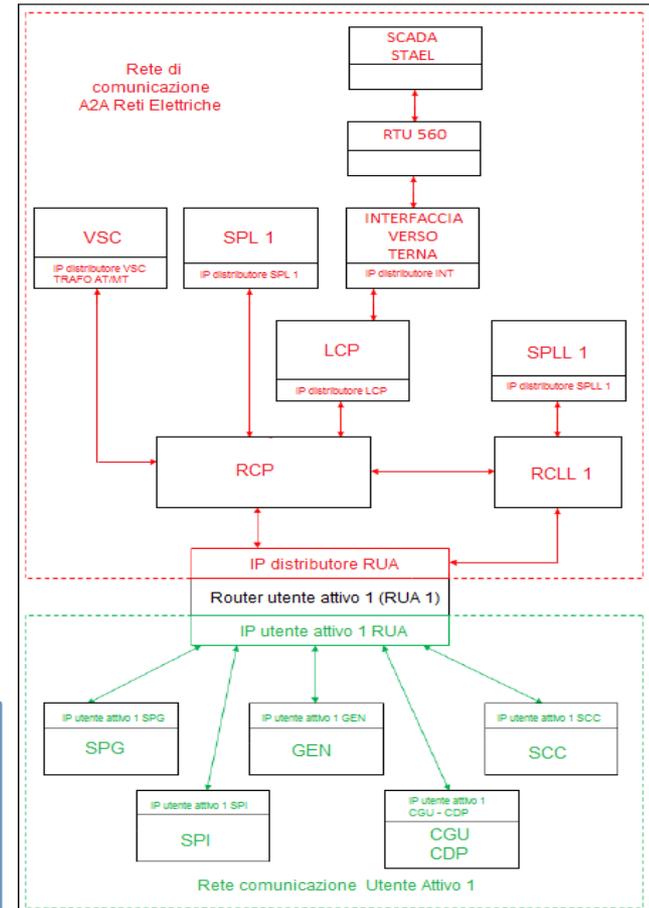
# Interfaccia DSO-utente: segnali da scambiare e protocollo utilizzato

I Progetti prevedono l'implementazione di un sistema completamente interoperabile

- Il RUA è l'interfaccia tra le due reti → riceve i messaggi dalla rete del DSO e li smista nella rete utente
- Il RUA identifica:
  - ✓ i dispositivi interni all'impianto grazie ad un sistema di "indirizzi IP utente attivo", utilizzato per la comunicazione a livello locale e non visibile all'esterno;
  - ✓ i dispositivi presenti sulla rete DSO grazie ad un sistema di "indirizzi IP distributore".
- Le due reti sono completamente indipendenti dal punto di vista della gestione e della programmazione.

Per provare realmente l'interoperabilità si sono effettuate 2 gare (una per CP/CLL e una per UA) ponendo come vincolo la diversità dell'operatore aggiudicatario.

- Ciò garantirà la possibilità di provare un sistema realmente interoperabile che potrà poi essere reso pubblico in modo da traslarlo su un livello più ampio.



# Interfaccia DSO-utente: disponibilità dei componenti e protocollo scelto

- La soluzione per l'interfacciamento degli UA sarà standardizzata e facilmente replicabile → l'unica interfaccia tra DSO e UA sarà costituita dal canale di comunicazione IEC 61850.
- Per garantire l'interoperabilità, si è specificato il formato dei dati, gli oggetti e il linguaggio di configurazione degli IED, fornendo per ciascuno di essi una tabella con le principali caratteristiche in protocollo 61850 (funzioni, segnali da scambiare tradotti in messaggi GOOSE o MMS e dati di comunicazione) utilizzata per lo scambio di segnali tra gli IED innovativi in fase di configurazione e gestione in tempo reale.

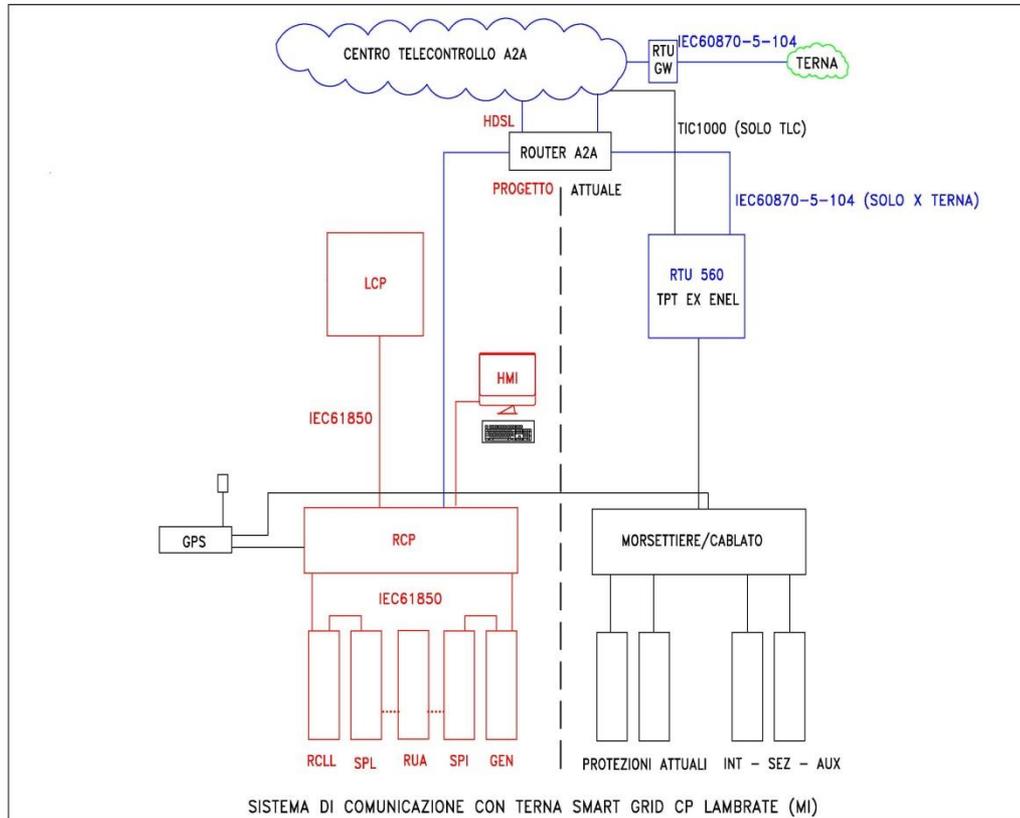
L'attività di profilazione protocollare in corso attualmente nel CT 316 «Allegato T»

Segnale	Tipo	Tempo limite di trasmissione	Da	A	Note
<b>Generatore</b>					
<b>Set-point P generatore-X</b>	MMS				Un problema che ha rallentato le attività è consistito nella mancata disponibilità di apparecchiature sul mercato (sia per la parte di potenza, sia per la sensoristica, e le apparecchiature di controllo e protezione della rete)
<b>Conferma di attuazione set-point P generatore-X</b>	MMS				
<b>Possibilità di produzione libera P</b>	MMS				
<b>P_massima generatore-X raggiunta</b>	MMS				
<b>P_minima generatore-X raggiunta</b>	MMS				
<b>Tempo autonomia generatore-X alla massima potenza</b>	MMS				

# Criticità nel coinvolgimento dell'utente finale

- Nella sperimentazione condotta, si sono riscontrate notevoli problematiche nel coinvolgere gli Utenti Attivi per via della necessità di interfacciarsi ad apparati esistenti.
  - Ciò ha reso indispensabile sviluppare soluzioni di volta in volta differenti, specifiche per il caso in esame, impattando sulle tempistiche richieste per il coinvolgimento degli UA nell'architettura Smart Grid
- I progetti hanno evidenziato, che l'utente attivo è il soggetto centrale della sperimentazione, ma che esistono potenziali criticità in relazione al suo coinvolgimento:
  - ✓ nonostante l'impegno del Distributore a farsi carico della totalità dei costi della sperimentazione, l'Utente, a causa della mancanza di benefici diretti e/o il timore di possibili problematiche/onere a suo carico (ad es., aumento della complessità di gestione dell'impianto), è portato a rifiutare l'adesione alla sperimentazione

# Scambio dati TSO-DSO: dati e tempi



- L'interfaccia tra Terna e la LCP sarà realizzata mediante un componente (Interfaccia Verso Terna, INT) che garantisce sia il monitoraggio e la memorizzazione delle azioni della LCP sia l'invio di informazioni in tempo reale a Terna
- Le informazioni che saranno inviate, oltre ai dati anagrafici di impianto da fornire in fase di configurazione della SSE, prevede anche l'invio (ogni 15 min o su richiesta) di:
  - ✓ misure di potenza attiva e reattiva di carico e generazione;
  - ✓ previsione aggiornata della produzione da GD

L'interfaccia tra Terna e la LCP permetterà anche l'invio di comandi di richiesta per la modulazione o la disconnessione della GD in condizioni di emergenza

# Modalità di gestione della rete a regime e differenze rispetto all'attuale gestione

## Rete a regime

- **Aumento GD** connessa alla rete
- **Coordinamento delle protezioni** (SPL; IMS; SPI)
- SPI gestito tramite **telescatto**
  - ✓ evitare aperture intempestive e islanding per disturbi di rete o problemi su RTN
- **Regolazione di tensione** avanzata tramite GD
- **Dispacciamento locale** (GD & carico) da parte del DSO
- Nuovi criteri di **pianificazione** della rete
  - ✓ considerando l'aleatorietà delle fonti rinnovabili
- Miglioramento della **qualità del servizio** per i clienti attivi
- Riduzione delle perdite di rete

## Attuale gestione

- Vincoli di hosting capacity
- **Nessuna automazione**
- SPI basato su **soglie f/V**
- GD a **cosφ1** (CEI 11-20)
- DSO non conosce GD e carico, **TSO** effettua bilanciamento
- GD non fornisce servizi di rete e ha priorità di dispacciamento

**Grazie per l'attenzione**



**Enrico Fasciolo**

enrico.fasciolo@a2a.eu