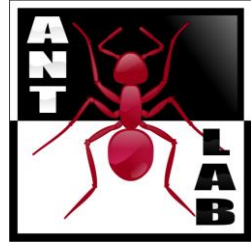




Politecnico di Milano

Advanced **N**etwork **T**echnologies **L**aboratory



Rete elettrica e telecomunicazioni nell'ottica smart grid

Antonio Capone

**Electric
Network**

&

**Communication
Network**

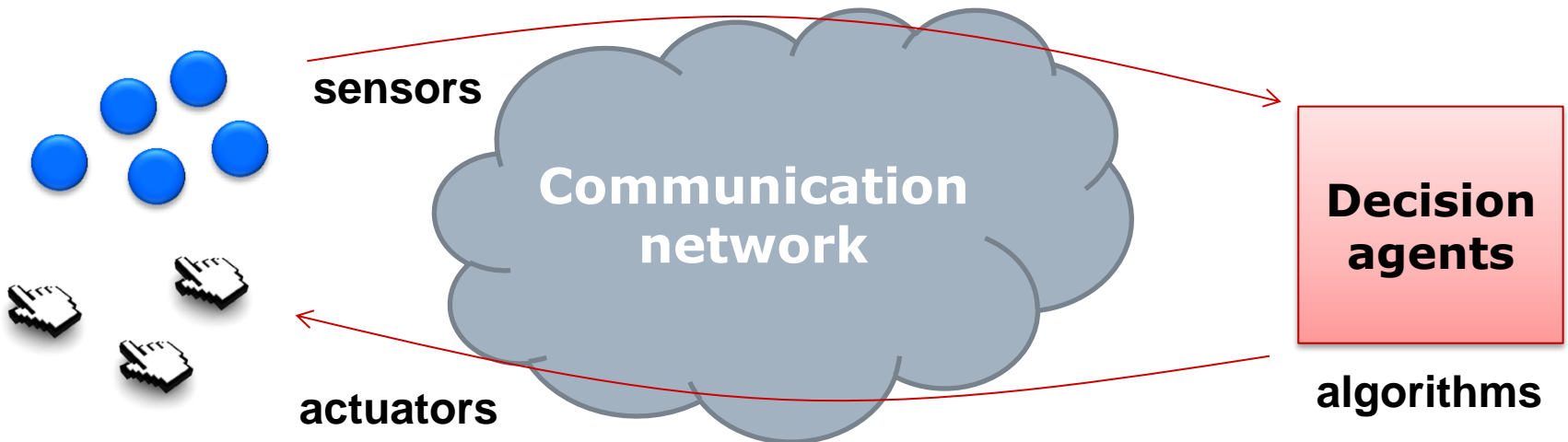
Sistemi complessi a copertura globale che trasportano le due risorse più importanti della società moderna

Smart GRID

La gestione ottimizzata e capillare delle risorse tramite sistemi di controllo in tempo reale è al centro della sostenibilità dello sviluppo economico mondiale

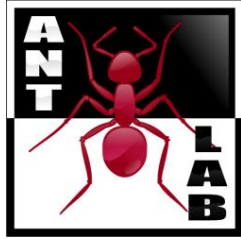
Comunicazione come elemento abilitante

- La comunicazione tra sensori e attuatori sulla rete controllata e i decisori remoti è il vero elemento abilitante di servizi intelligenti
- Una volta implementato l'elemento abilitante i servizi che vengono creati vanno di solito ben al di là di quelli immaginati/previsti all'inizio





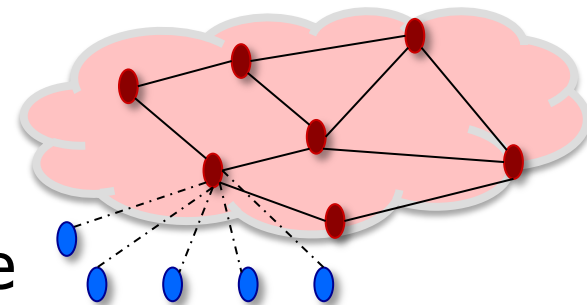
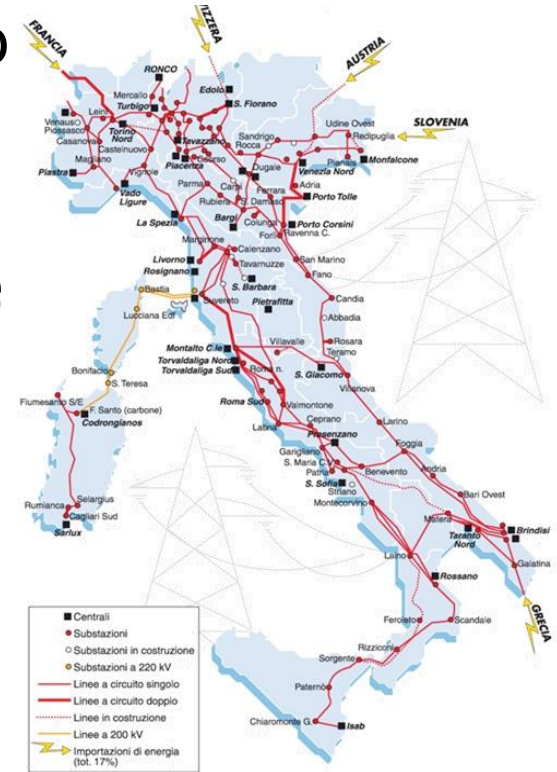
Quali reti e servizi di comunicazione?



- La scelta migliore dei servizi di comunicazione da usare dipende da alcuni fattori:
 - Caratteristiche topologiche dei punti da collegare
 - Eventuale presenza di infrastrutture esistenti
 - Requisiti di qualità delle applicazioni Smart Grid
 - Costi (rispetto ai benefici)

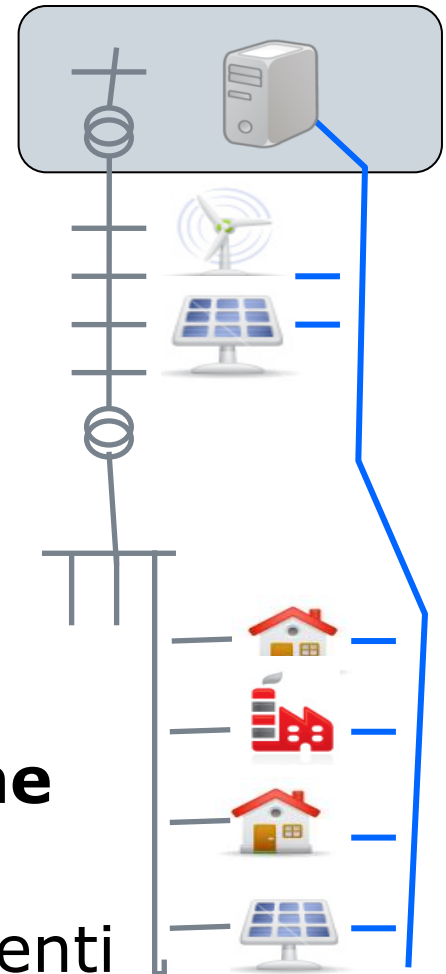
Reti dedicate o condivise?

- ❑ Gli **operatori di trasmissione** usano di solito **reti geografiche dedicate**
- ❑ Nel caso di servizi di operatori telecom, questi sono basati su risorse dedicate
- ❑ Le motivazioni principali addotte sono:
 - **Applicazioni critiche** che richiedono un controllo completo del sistema compresa la rete di comunicazione
 - Necessità di stringenti **garanzie di prestazioni** della rete di comunicazione
 - Anche se ovviamente considerazioni **costi/benefici** sono elementi chiave



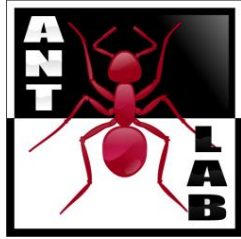
Reti dedicate o condivise?

- ❑ La situazione con i **distributori di energia** elettrica è completamente differente
- ❑ Le reti devono connettere potenzialmente:
 - Tutti i siti dove è installato un generatore
 - Tutti i consumatori di energia
 - Le sottostazioni della rete elettrica
- ❑ Questo richiede una **rete d'accesso**
- ❑ Le reti d'accesso sono la **parte più costosa delle reti di comunicazione**
- ❑ Esse devono essere condivise da più applicazioni per motivare gli investimenti

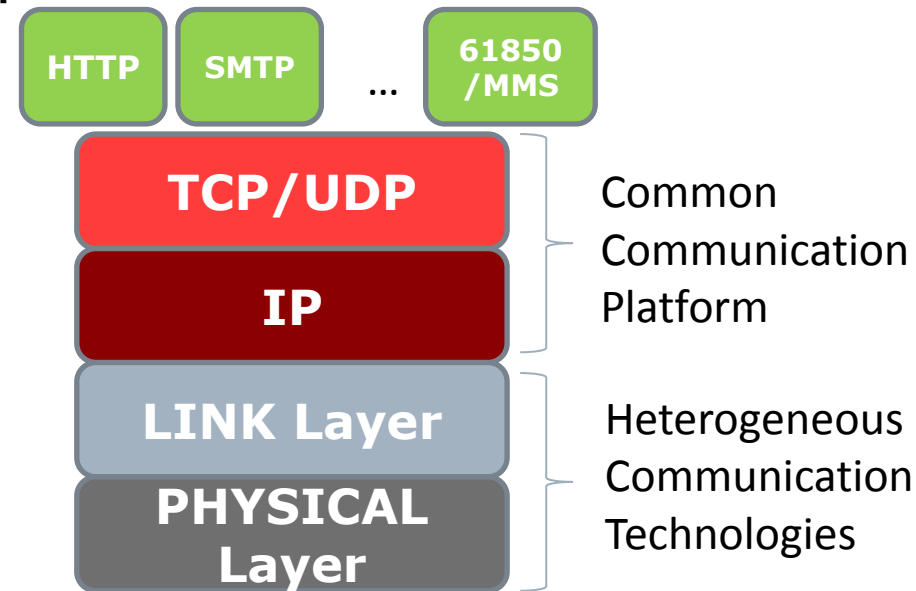


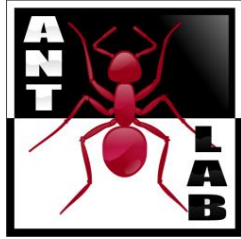


Servizi di comunicazione condivisi



- Gli operatori telecom offrono **accesso a larga banda** per un largo insieme di applicazioni
- La disponibilità di larga banda non è ancora completa in tutte le aree, ma ...
- Segmenti dedicati possono essere aggiunti per raggiungere i POP degli operatori
- **IP (Internet Protocol)** è la tecnologia unificante
- Le **applicazioni di Energia** possono svolgere un ruolo importante nel Internet del futuro





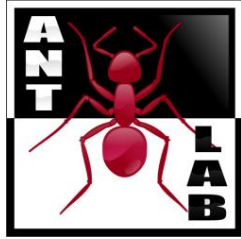
Requisiti prestazionali

- ❑ L'importanza della qualità di servizio (se per reti dedicate che condivise) **dipende dalla specifica applicazione**
- ❑ Nella rete di distribuzione i requisiti prestazioni delle diverse applicazioni possono essere molto diversi
- ❑ Ovviamente, quando applicazioni diverse condividono la stessa infrastruttura con traffico indifferenziato i **requisiti più critici prevalgono**
- ❑ I parametri principali sono:
 - Capacità (in bit/sec)
 - Ritardo end-to-end e jitter
 - Affidabilità/disponibilità

Requisiti prestazionali

Alcune considerazioni ovvie:

- Per il flusso di traffico di una applicazione quello che conta è la **capacità disponibile** che dipende dalla capacità del collo di bottiglia e da come questa è condivisa con altri flussi
 - **capacità disponibile \neq capacità di picco in accesso**
- Il **ritardo** ha componenti fisse dovute alla propagazione del segnale e alla trasmissione sui link attraversati, e variabili dovute al livello di congestione
 - **Ritardo effettivo \neq ritardo di riferimento**
- L'**affidabilità** dipende dalle componenti di rete attraversate e si definisce come la frazione di tempo in cui il sistema è disponibile e garantisce le prestazioni richieste
 - **Affidabilità servizio \neq affidabilità/disponibilità di rete**

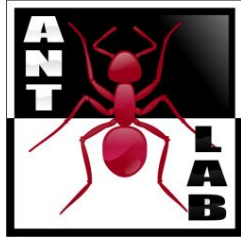


Classi applicative

- Le applicazioni Smart possono essere raggruppate dal punto di vista della qualità in tre classi principali:
 - Monitoraggio
 - Requisiti di qualità non stringenti
 - Grossi volumi di dati
 - Controllo
 - Comunicazione bidirezionale
 - Ritardo massimo dell'ordine dei/del secondi/o
 - Protezione
 - La classe più critica (unica)
 - Massimo ritardo nell'ordine dalle decine alle centinaia di millisecondi



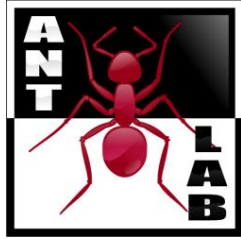
Prime indicazioni dai progetti Smart Grid: **Tecnologie**



- Sono stati utilizzate e testate sia porzioni di reti dedicate che servizi di rete da operatori (condivisi)
- Varie tecnologie dedicate, principalmente:
 - Radio P2P/mesh WiFi/Hiperlan
 - e fibra ottica
- Due classi principali di servizi telecom:
 - Accesso fisso (ADSL, HDSL, fibra)
 - Accesso mobile (GPRS/EDGE, WiMax, TETRA, 3G/HSPA, LTE)



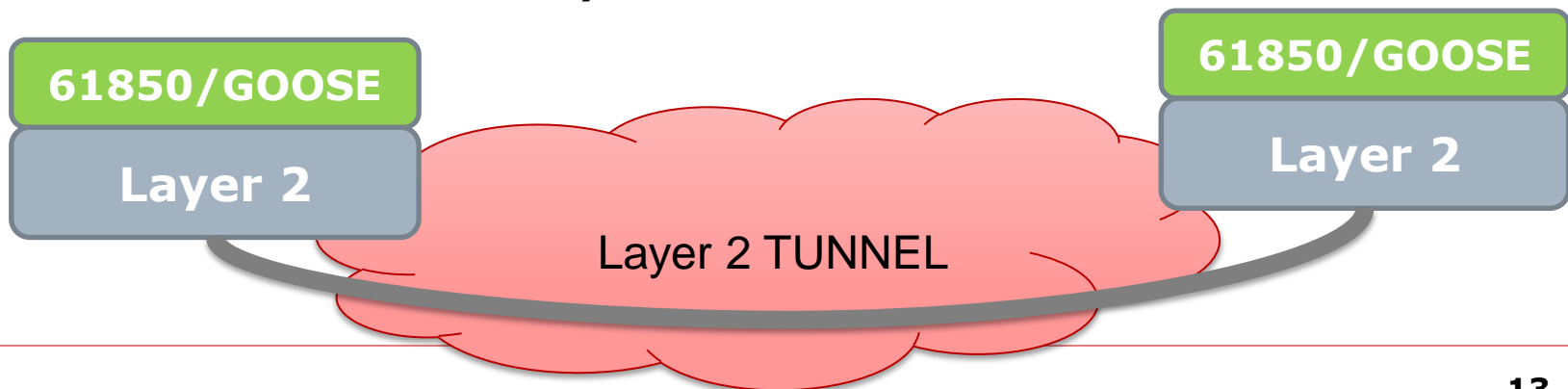
Prime indicazioni dai progetti Smart Grid: **Prestazioni**



- ❑ Le prestazioni osservate nei test preliminari sono risultate più che soddisfacenti per la maggior parte delle applicazioni
- ❑ Sia su rete dedicata che su servizi di operatore telecom
- ❑ Criticità su alcune tecnologie in fase di realizzazione (ad esempio visibilità radio su P2P WiFi, copertura servizi xDSL sul territorio, cavidotti per fibra, ecc.)
- ❑ Criticità su alcuni servizi di rete mobile per la scarsa disponibilità di banda e ritardi medio-alti

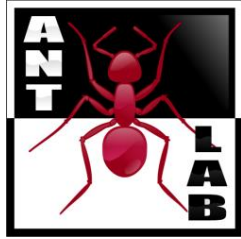
Prime indicazioni dai progetti Smart Grid: **Architettura sistema**

- Alcune architetture di sistema realizzate sono risultate più complesse del previsto a causa della necessità di utilizzare più apparati di networking (ancora scarso livello di integrazione di funzionalità in singoli apparati)
- Alcune soluzioni protocollari risultano complesse in relazione ai servizi offerti dagli operatori di telecom (esempio GOOSE 61850 basati su livello 2)





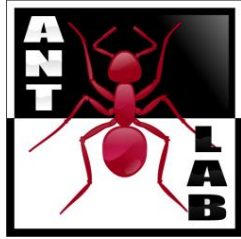
Prime indicazioni dai progetti Smart Grid: **Costi (!!!)**



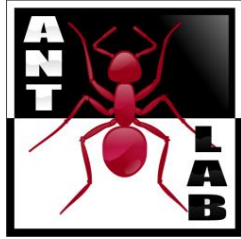
- ❑ Il **costo del servizio** è ancora un grosso problema
- ❑ Indicazioni di massima vanno da qualche centinaio di euro fino a più di mille euro per i canoni annui di connettività in base alla tipologia di punto (OPEX complessivo può essere più alto)
- ❑ I CAPEX sono tali che spesso il costo annuale quasi raddoppia (ammortamento 8-10 anni)



Prime indicazioni dai progetti Smart Grid: **Costi (!!!)**



- Alcune cose da tenere presenti:
 - Si tratta di **progetti** e il costo dei servizi è difficile da inquadrare/stimare per le telecom
 - Il **mercato ancora non esiste** e non esiste una “standardizzazione” del servizio
 - Alcune **complessità** del sistema aggiungono costi (ad esempio tunnel di livello 2)
 - Alcuni **requisiti** prestazionali delle protezioni vincolano nella scelta (ad esempio vincolo 100 ms per il telescatto)

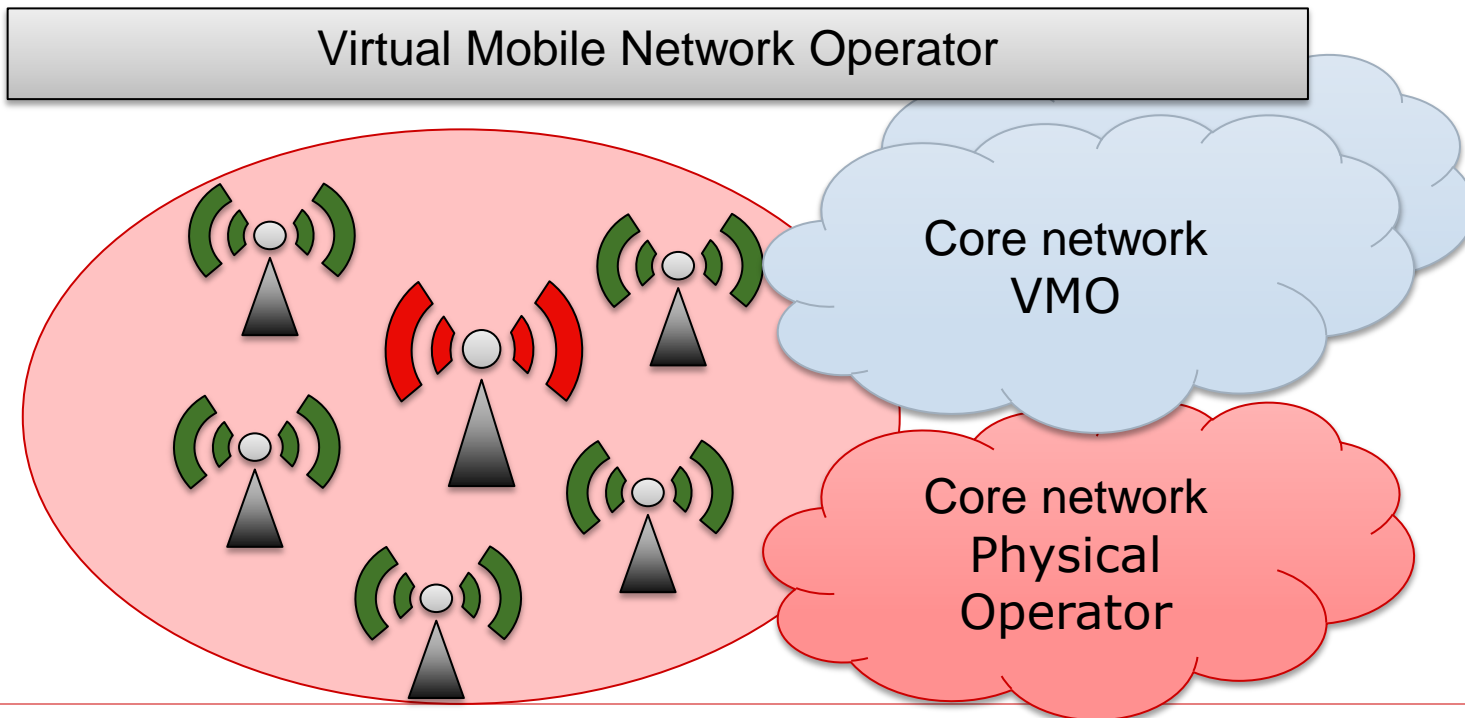


Costi e “Regolazioni”

- Occorre sfruttare i progetti come punto di partenza per:
 - Definire un **servizio standard “no-frills”** per le Smart Grid che vada bene nella larga parte dei casi, e una serie di servizi avanzati per i casi restanti
 - Definire dei **costi di riferimento** ragionevoli dal punto di vista dei benefici attesi come sistema che consentano di stimare il potenziale mercato
- Il processo che porta alla definizione di servizi e mercato può essere favorito da una collaborazione tra le **autorità di regolazione**

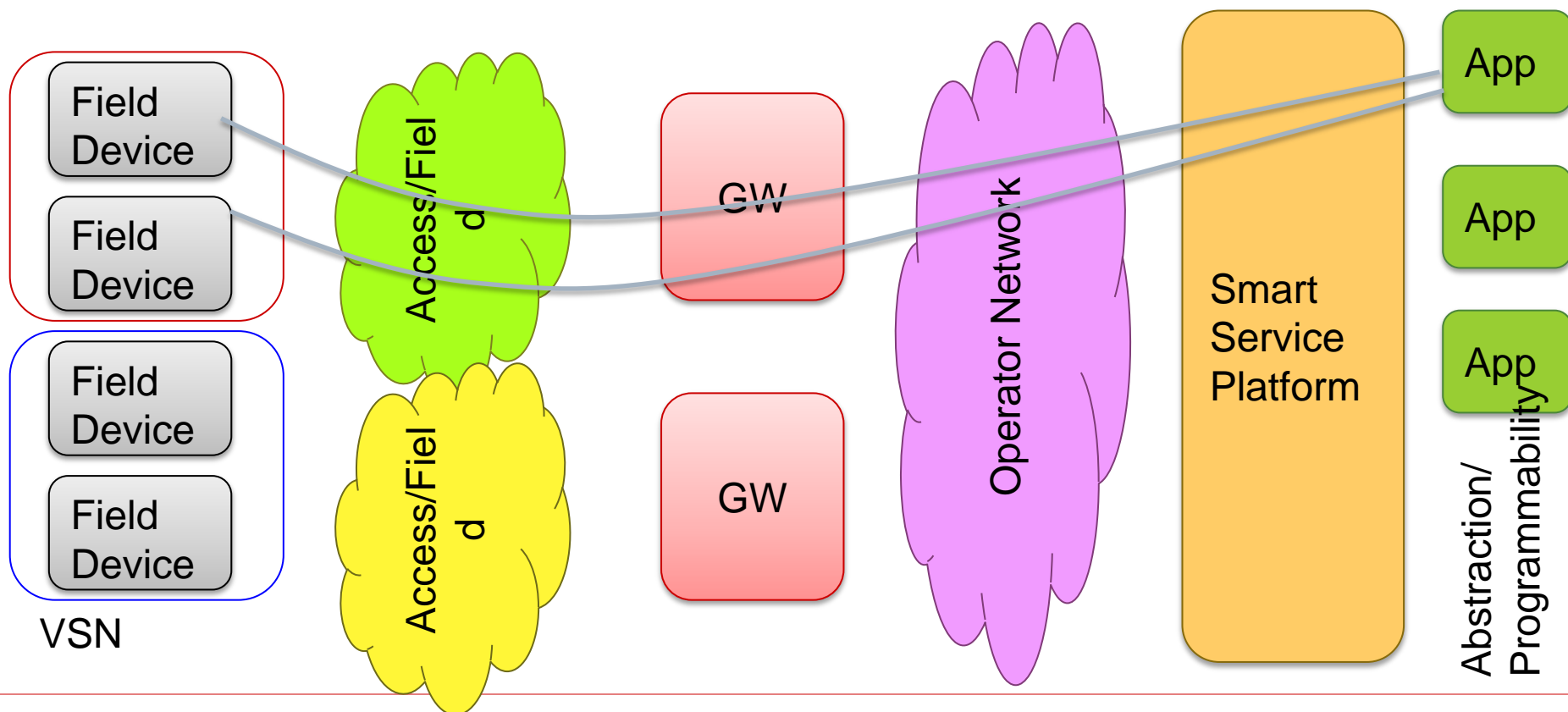
Possibili interazioni tra mondo Elettrico e Telecom (1)

- Una parte dei costi degli operatori mobili è dovuta ai servizi di base di gestione di rete e in alcuni casi soluzioni miste condivise/dedicate possono essere di interesse



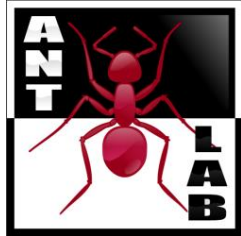
Possibili interazioni tra mondo Elettrico e Telecom (2)

- Alcuni operatori Telecom possono essere interessati a fornire piattaforme di sviluppo applicazioni per servizi Smart





Possibili interazioni tra mondo Elettrico e Telecom (3)

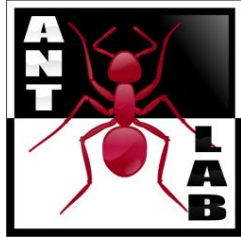


- Sulle nuove installazioni di tratti di reti MT/BT il costo marginale della fibra è basso e può essere di interesse la condivisione di risorse d'accesso con operatori Telecom (se l'area raggiunta è di interesse o se ci sono incentivi per il Digital Divide)



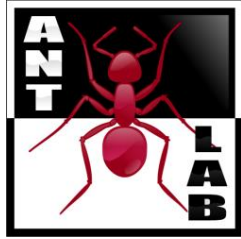


Possibili interazioni tra mondo Elettrico e Telecom (4)



- ❑ In prospettiva di implementazione su larga scala di soluzioni basate su rete mobile, si pone il problema del parco SIM card installato in campo che può impedire cambio facile di operatore e quindi limita la concorrenza.
- ❑ Possibili soluzioni ...





Conclusione

- ❑ La conclusione non c'è e il lavoro deve continuare
- ❑ Le Smart Grid sono una grossa opportunità di sviluppo del sistema
- ❑ Ma occorre che tutti gli elementi perché i servizi siano sostenibili siano considerati
- ❑ I progetti italiani vanno sfruttati come palestra per trarre indicazioni e come stimolo a catalizzare altre interazioni