

DIGITAL  
TRANSFORMATION  
TRAINING

PROGRAMMA INTENSIVO PER MANAGER E  
IMPRENDITORI IN TRANSIZIONE DIGITALE



**Internet delle cose: tecnologie, applicazioni e potenzialità**

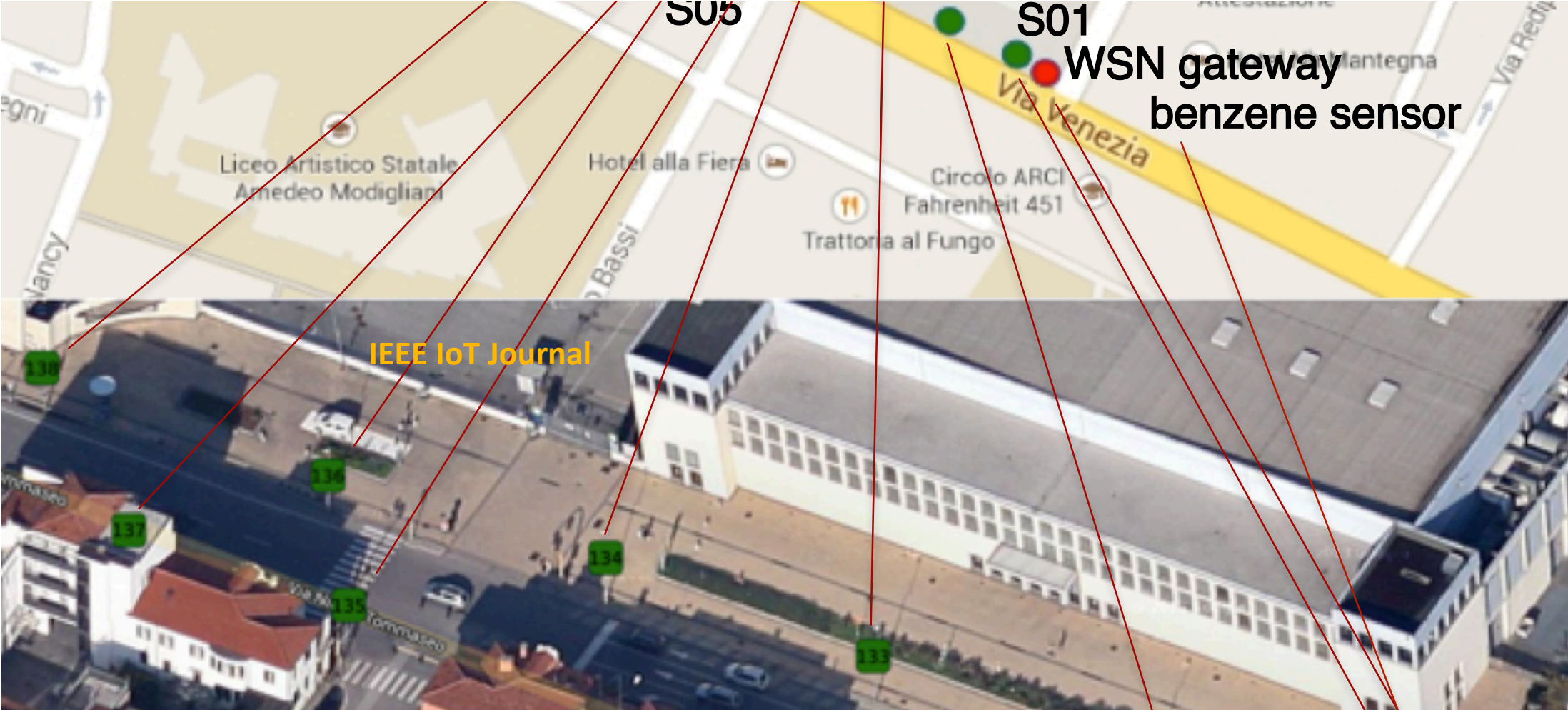
**Andrea Zanella**

[Andrea.zanella@unipd.it](mailto:Andrea.zanella@unipd.it)

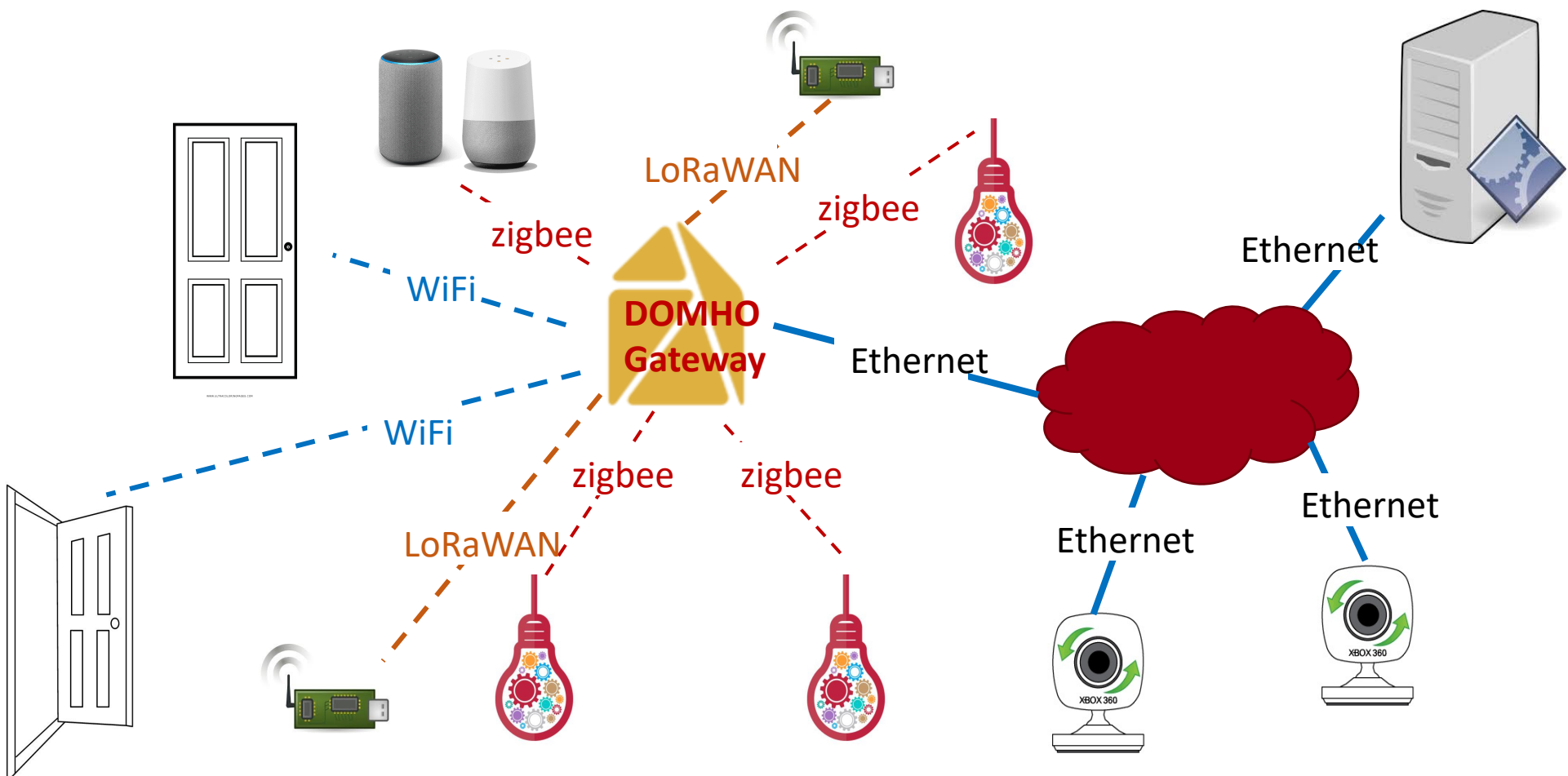


DIPARTIMENTO  
DI INGEGNERIA  
DELL'INFORMAZIONE

# Padova SMART CITY – pilot project

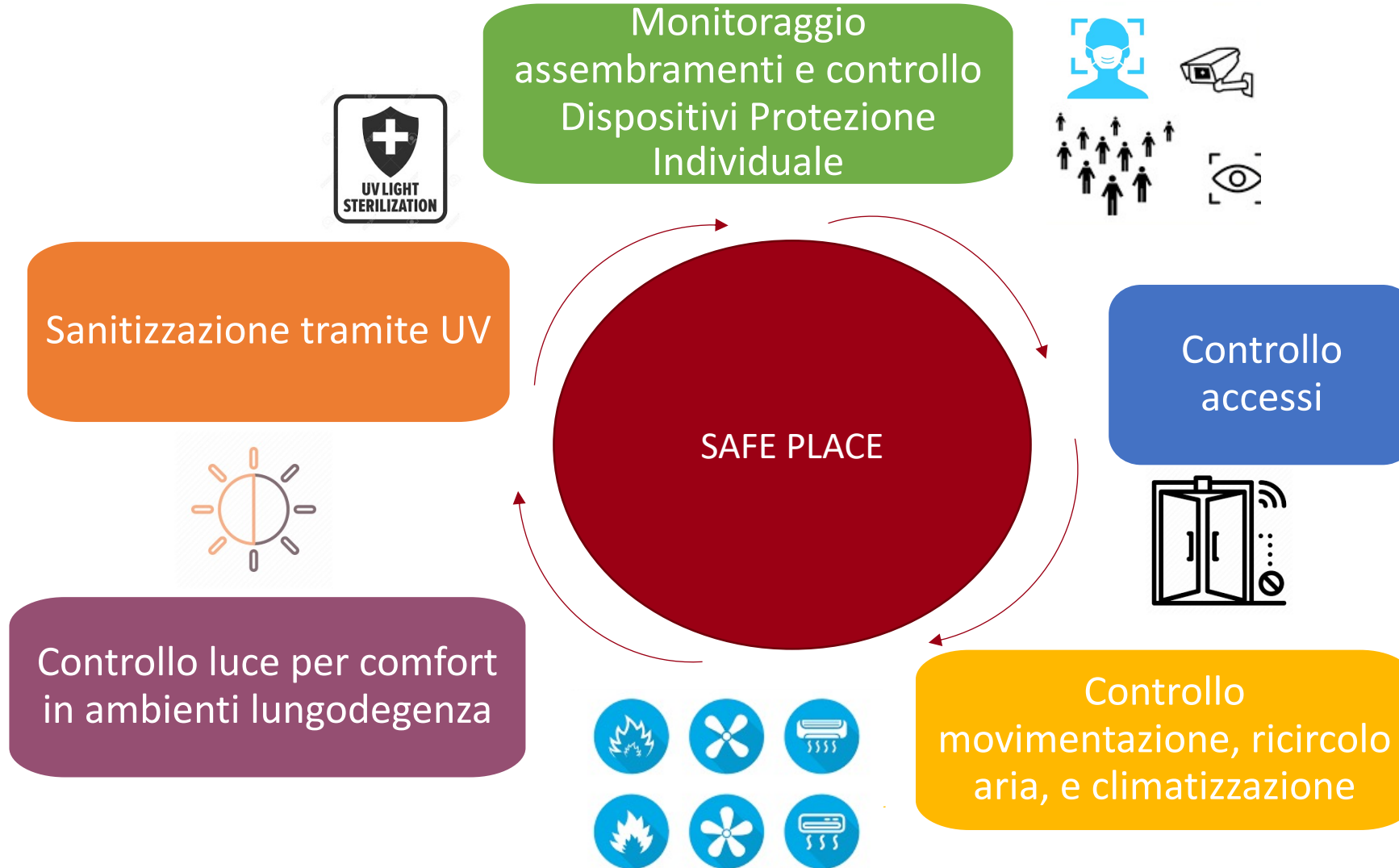


# Progetto RIR: DOMHO





# Progetto RIR: SAFE PLACE





# Sommario

Internet delle cose: tecnologie, applicazioni e potenzialità



*Introduzione alla Internet of Thing - IoT*



*Tecnologie abilitanti per l'IoT*



*IoT & Bigdata, machine learning, cybersecurity*



*Scenari applicativi e servizi*

# Scenari applicativi

---



*Scenari applicativi e servizi*

# Industrial IoT



Industrial IoT



Smart City & Smart agriculture



Smart Building e casa intelligente



E-Health



# Esempio: monitoraggio del processo

- **Hugo Boss** usa tag RFid inseriti nei carrelli utilizzati per trasportare i prodotti semilavorati e i lavorati, e lettori disseminati per tutto il sito produttivo per tracciare l'intero processo di lavorazione consentendo ai responsabili della supply chain un livello di monitoraggio e di presidio ai massimi livelli
- Il middleware è stato studiato in modo che un **segnale luminoso** si attivi e confermi agli operatori che la lettura è stata effettuata

# Esempio: controllo del processo

- **Harley-Davidson** ha installato nello stabilimento di York (Pennsylvania) sensori IoT e un software che registra le prestazioni delle diverse apparecchiature
  - ad esempio la velocità dei ventilatori nella cabina di verniciatura
- Il software può regolare automaticamente il macchinario se rileva che una misurazione si è discostata da intervalli accettabili
- **GM** utilizza sensori ambientali per decidere se è troppo umido per verniciare un'automobile
- Se il sistema trova che le condizioni sono sfavorevoli, l'automobile è indirizzata in un'altra area del processo di produzione
  - La ri-verniciatura è ridotta e i tempi di inattività dell'impianto sono ridotti
- Questo cambiamento da solo ha fatto **risparmiare milioni di dollari** all'azienda...

# Esempio: gestione energetica

- L'IoT e l'automazione dei controlli ambientali come l'HVAC e l'elettricità possono creare risparmi sui costi per i produttori
- Sistemi integrati per il controllo dell'energia possono consentire la prevenzione dei picchi di domanda e promuovere modelli di consumo energetico più economici
- GE afferma che un miglioramento dell'efficienza del 5% in una piccola centrale industriale che genera 15MW può far risparmiare in media oltre 200.000 dollari all'anno



# Esempio: Smart Retail

- L'IoT può aiutare i brand a proteggere il *made in Italy* tramite etichette *intelligenti*
  - consentono di identificare ogni singolo item lungo tutta la supply chain
  - rendono i prodotti “parlanti”
- Ad esempio, una scarpa di marca può contenere un Rftag con un codice univoco che il cliente può leggere con il dispositivo NFC del proprio dispositivo e verificare l'originalità del prodotto con una App sviluppata dal produttore

# Esempio: dynamic production

- Conagra Mills produce 800 diversi tipi di farina per i suoi clienti
- Utilizza strumenti e servizi predittivi per prevedere i prezzi, il fabbisogno di capacità e la domanda dei clienti
- Ciò ha permesso alla società di massimizzare i ricavi attraverso il miglioramento delle decisioni sui margini e di aumentare l'utilizzo della capacità produttiva del 5%.

# Smart Cities



Smart City & Smart agriculture



Smart Building e casa intelligente



Industrial IoT

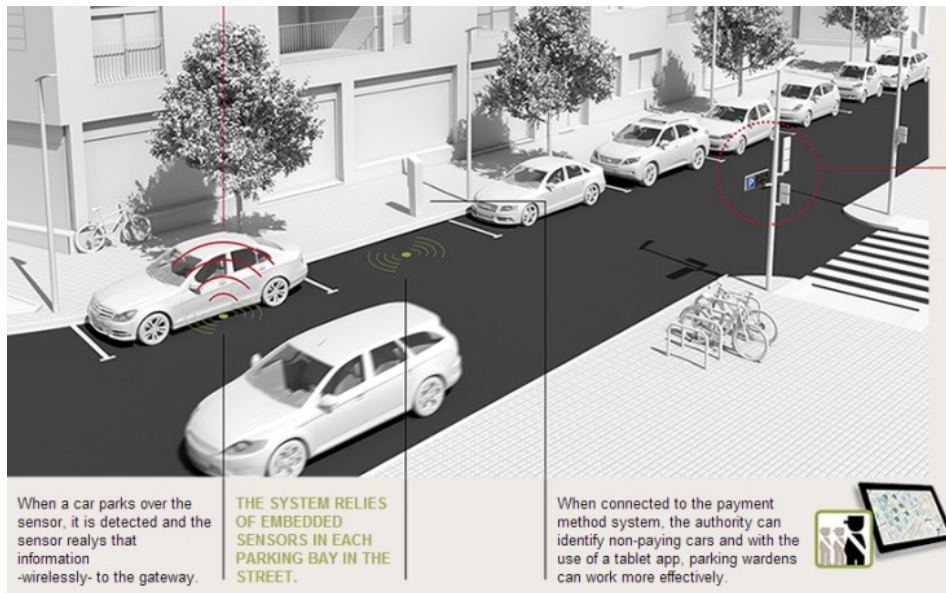


E-Health



# Smart Parking

- Sensori di prossimità immerse nell'asfalto in corrispondenza di ogni posto auto & cartelloni elettronici intelligenti lungo la strada + app per controllare in tempo reale la situazione dei parcheggi



# Smart Environment

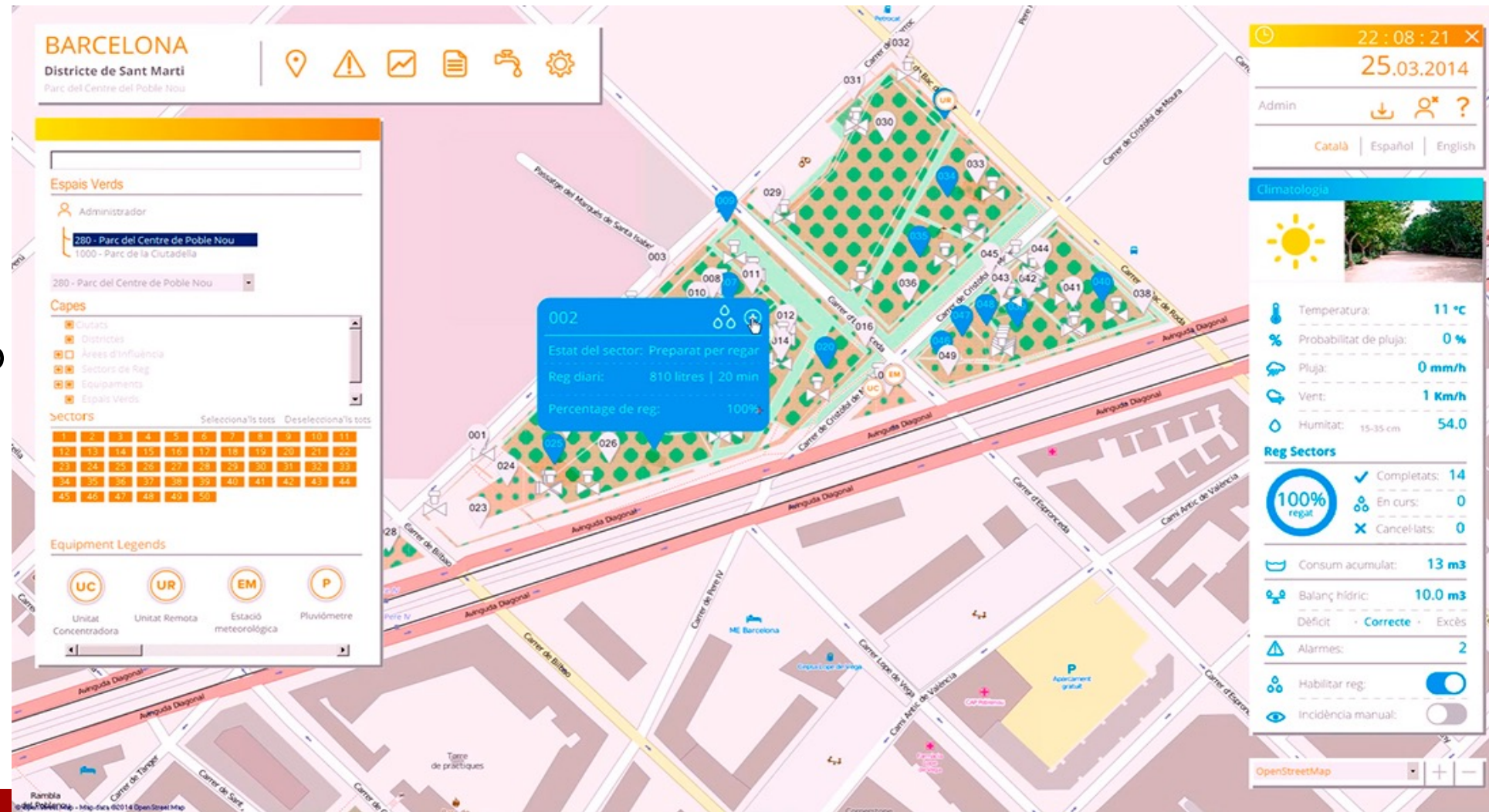
- Contenitori per rifiuti intelligenti
  - Rilevamento del livello di carico
  - Controllo qualità della differenziata
  - Comunicazione via Internet
- Ottimizzazione raccolta
  - Riduzione di tempi/costi
  - Riduzione dell'inquinamento



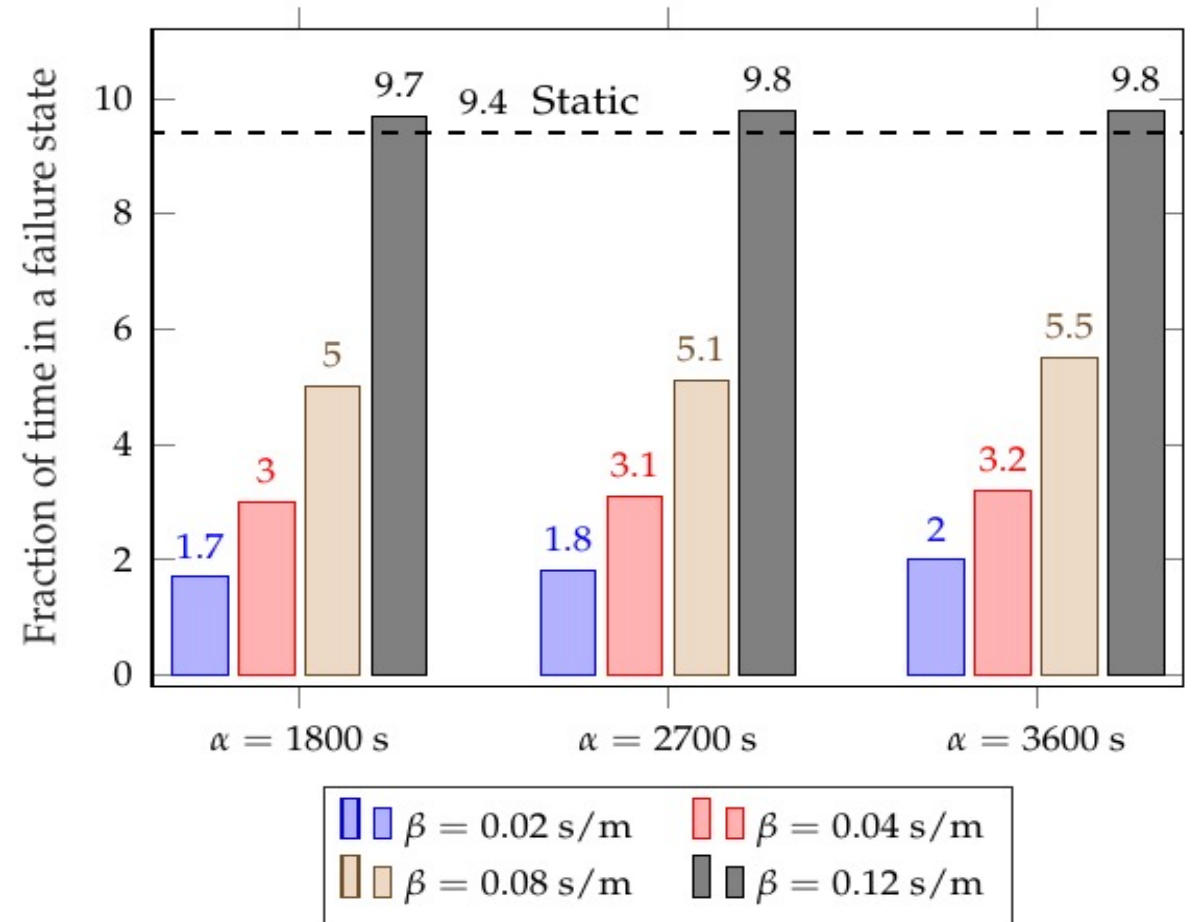


# Smart Environment

- Barcelona, Parc del Centre de Poblenou:
  - Smart irrigation system: sensori nel terreno monitorano il livello di umidità e inviano dati in tempo reale alle squadre di giardinaggio



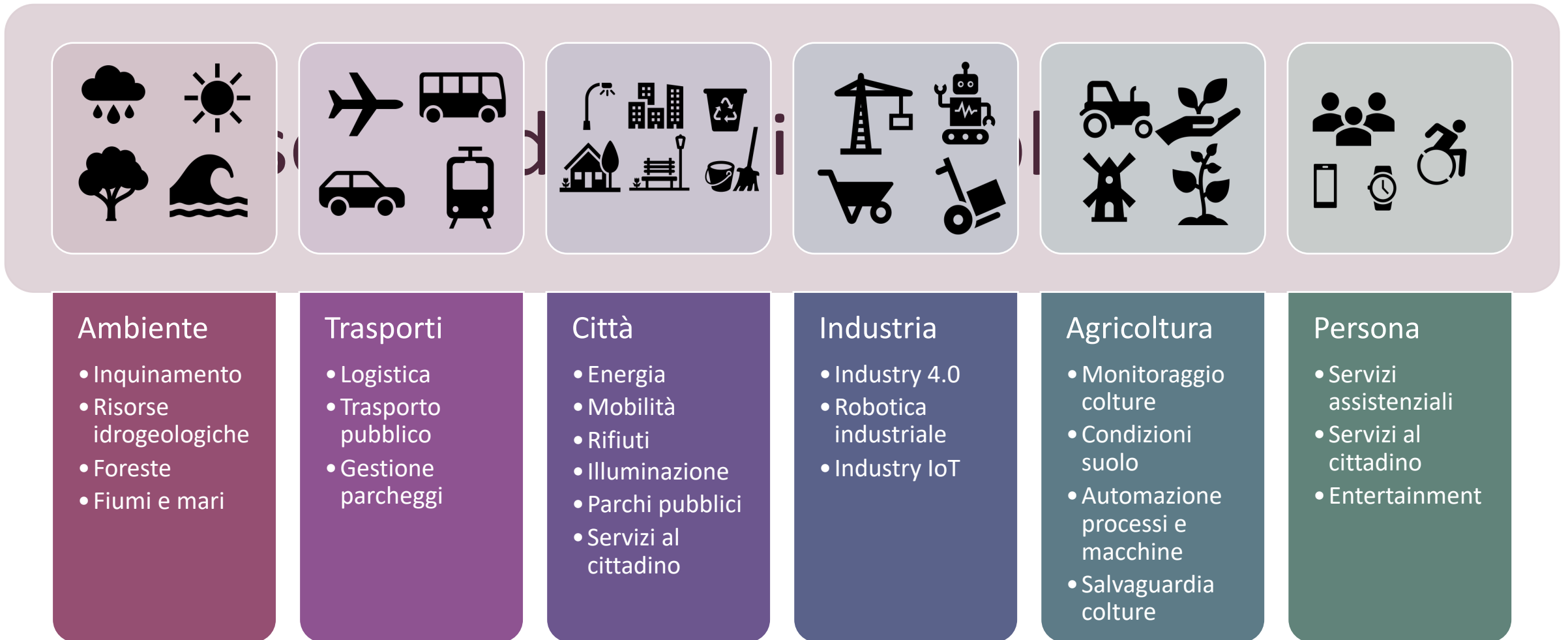
# Smart Bike



# Cos'è l'«Internet of things»?

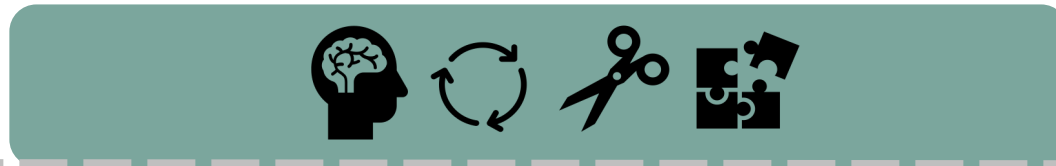
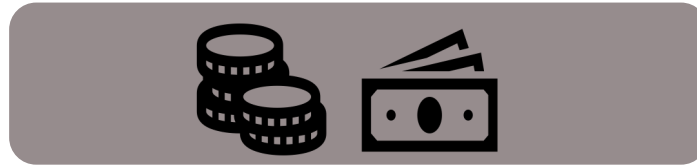
Un **cambio di prospettiva** nello sviluppo di servizi, sistemi e modelli business...

# La struttura a servizi 'verticali'



# La visione IoT: struttura orizzontale

Business specific



Business agnostic





# Parte 2: Tecnologie abilitanti

---



*Tecnologie abilitanti per l'IoT*

# Dai dati al business

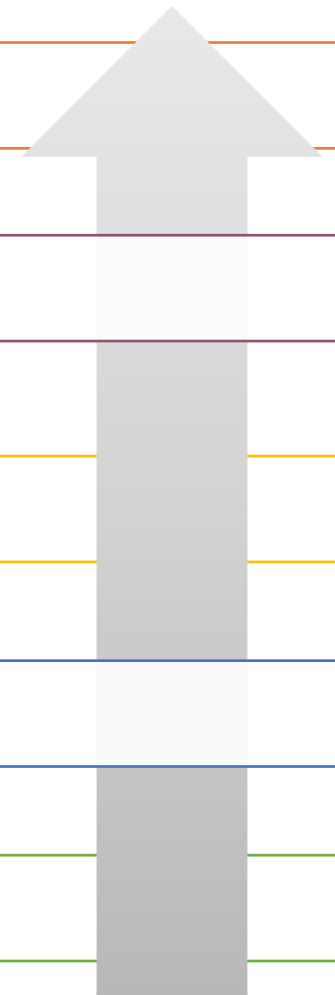
Sfruttare i dati (per costruire servizi)

Processare dati (per estrarre informazione)

Condividere dati

Raccogliere dati

Creare dati



# Fase 1: Creazione dei dati



Condividere dati

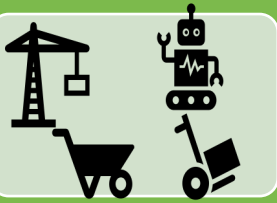
Raccogliere dati

Creare dati

# Smart objects



Ambienti, case ed edifici intelligenti



Fabbriche intelligenti



Dispositivi indossabili e tessuti intelligenti



Città e campagne intelligenti

## RFID & RFTag

**Sensori ambientali** (temperatura, umidità, pressione, luce, segnali acustici, ...)

**Meter** (potenza elettrica, gas, acqua)

**Domotica** (interruttori, luci, azionamento porte / finestre,...)

**Wearable** (parametri fisiologici, movimento, accelerazione,...)

**Web services** (meteo, news,...)

Cosa rende un  
oggetto “smart”?

# Da dove nasce l'intelligenza?

- Un oggetto “smart” deve possedere alcune di queste capacità:
  - **Identificazione**
    - L'oggetto deve possedere un identificativo univoco nel mondo digitale (es: indirizzo IPv6)
  - **Connessione**
    - Capacità di trasmettere e/o ricevere informazioni dall'esterno
  - **Elaborazione**
    - Possibilità di processare i dati e interpretare i comandi ricevuti
  - **Localizzazione**
    - Possibilità di stabilire la propria posizione geografica assoluta o relativa
  - **Diagnosi di stato**
    - Capacità di verificare il proprio stato di funzionamento
  - **Interazione con l'ambiente circostante**
    - Capacità di leggere parametri ambientali e/o agire sull'ambiente

# Fase 2: raccolta dei dati



Processare dati (per estrarre informazione)

Condividere dati

Raccogliere dati

Creare dati



# Connettività cablata o wireless

---

## Su cavo

- KNX
- LonWorks
- ModBus
- BACNet

## Wireless

- Industriali
- Corto raggio
- Cellulari
- Lungo raggio

# Il problema del.. poco traffico!

- I sistemi di comunicazione attuali sono progettati per traffico “broadband”
  - Possono facilmente servire 5 utenti, ciascuno che trasmette un flusso continuo a 2 Mbit/s, ma non sono in grado di gestire 10.000 utenti, ognuno che genera 1kbit/s di traffico!
  - La codifica e i protocolli di segnalazione e controllo, che solitamente richiedono una frazione trascurabile della capacità del sistema, possono divenire il collo di bottiglia
- **Sono necessarie tecnologie di trasmissione dedicate!**

# Tre approcci principali



## Short-range multihop

- RFID
- ZigBee
- Bluetooth Low Energy



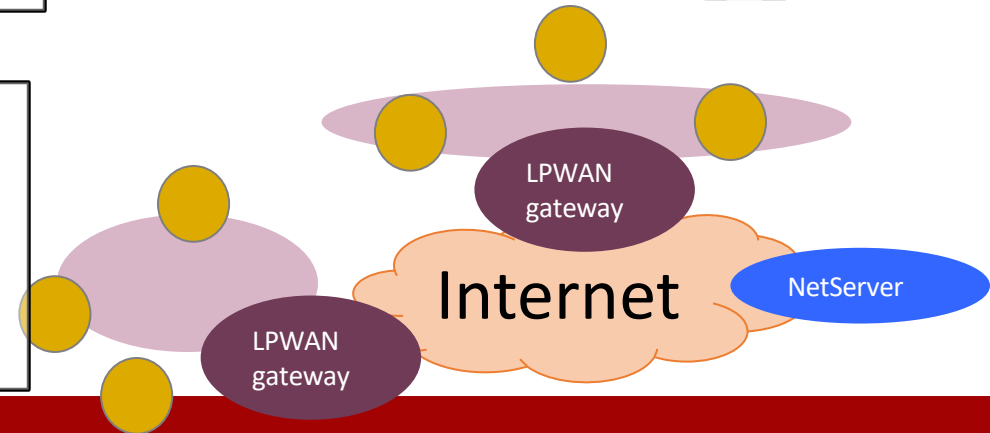
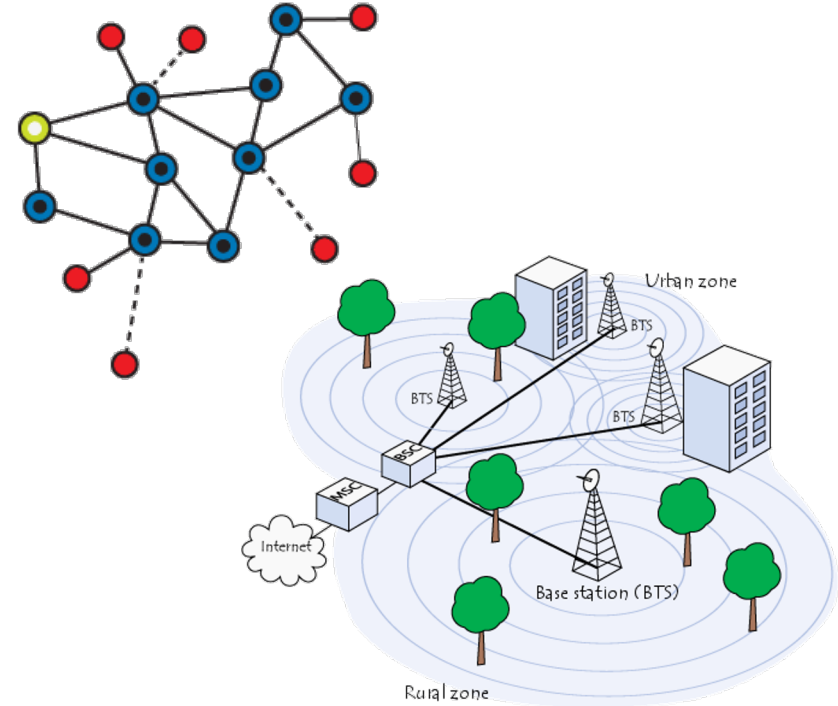
## Cellulare

- GSM
- LTE-A/NB-IoT
- 5G

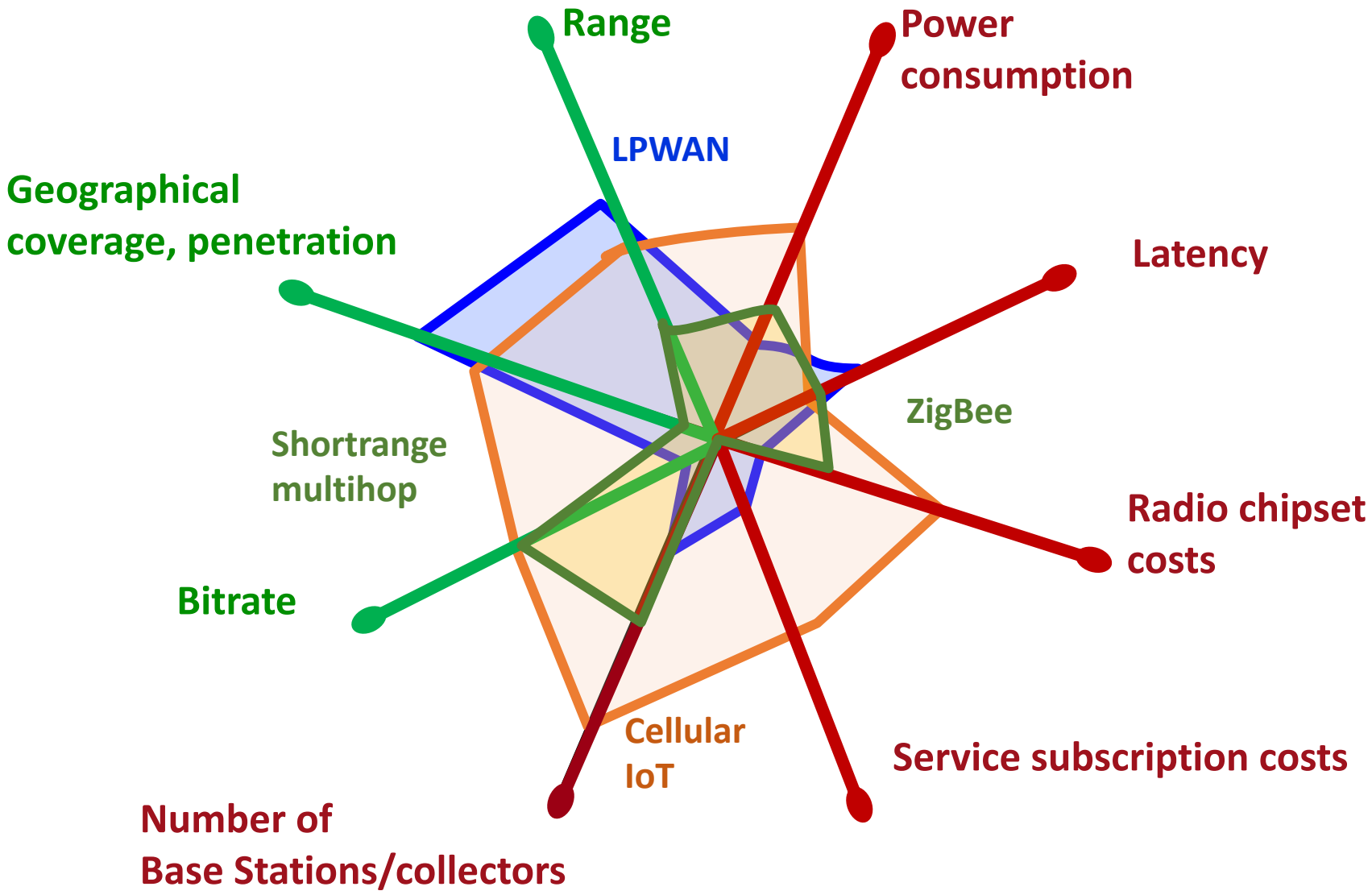


## Low Power Wide Area Networks (LPWAN)

- SIGFOX
- Neul
- LoRa



# Confronto



# Due visioni diverse

## Infrastruttura

- Short range
- LoRaWAN

## Platform-as-a-service

- LTE, NB-IoT, GSM, ...
- SigFox
- LoRaWAN

# Fase 3: condivisione dei dati

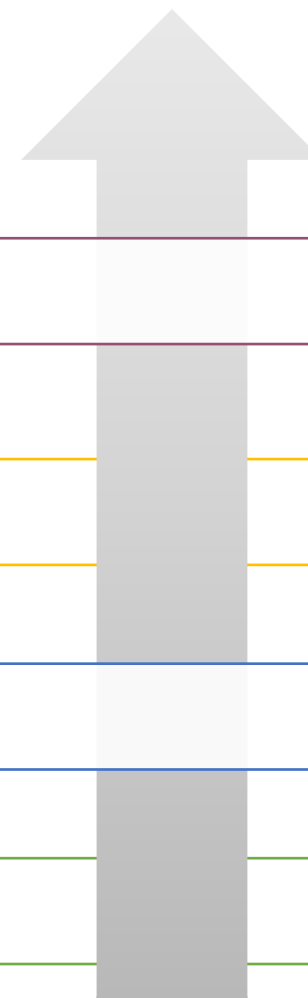


Processare dati (per estrarre informazioni)

Condividere dati

Raccogliere dati

Creare dati



# Due approcci principali

---

## RestFULL

- Web-service engine
- Server-centric
- HTTP-based

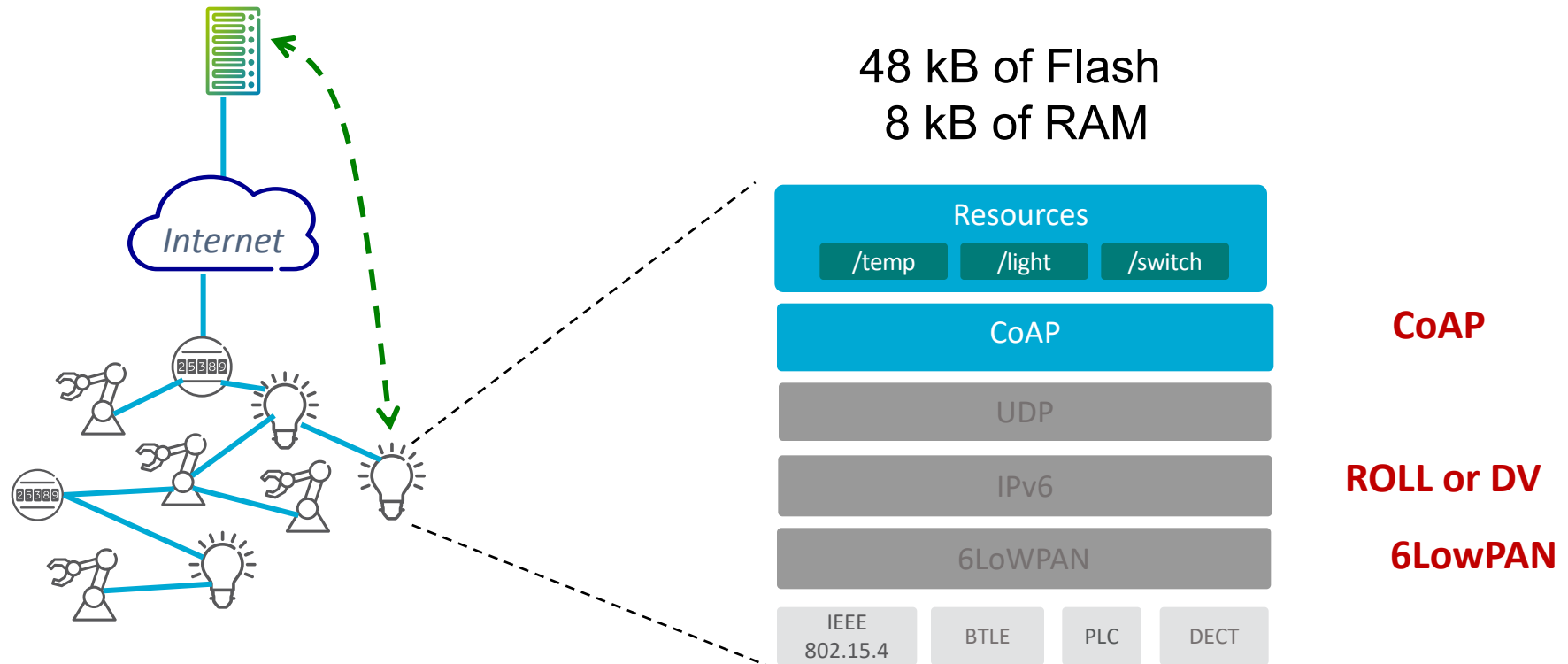
## Publish/Subscribe

- Sviluppato per dispositivi IoT
- Data-centric



# Limitato... ma sempre Internet!

- Oggi – uno stack Web completo basato su IP può essere eseguito su piccoli dispositivi con microcontrollori



# Due approcci principali

---

## RestFULL

- Web-service engine
- Server-centric
- HTTP-based

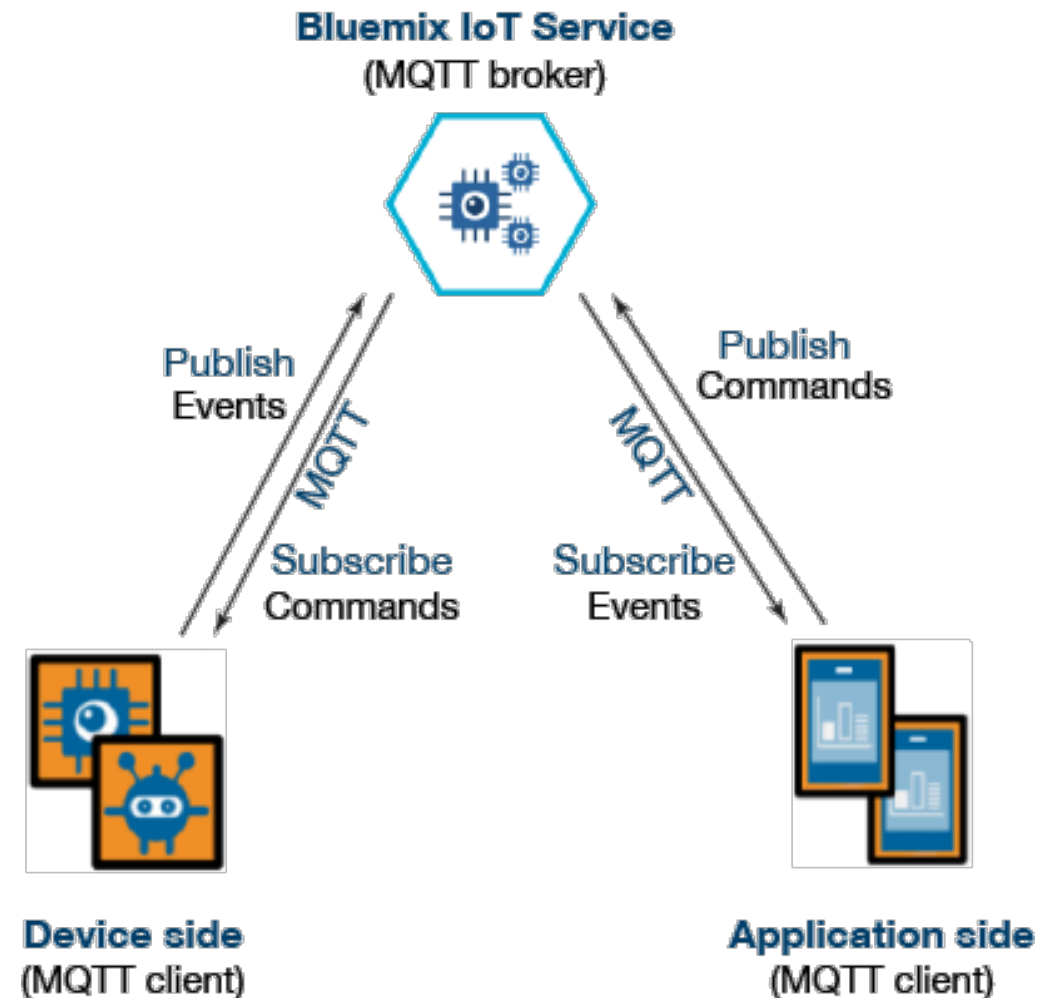
## Publish/Subscribe

- Sviluppato per dispositivi IoT
- Data-centric

# Componenti di MQTT

- **Publish- subscribe:**

- Un Publisher invia messaggi, in base agli Argomenti, a determinati Broker
- Un Broker agisce come un centralino, accettando messaggi da parte dei Publisher su argomenti specifici e inviandoli ai subscriber di tali argomenti
- Un Subscriber riceve messaggi dal Broker collegati e argomenti specificati



# Fase 4: processare i dati

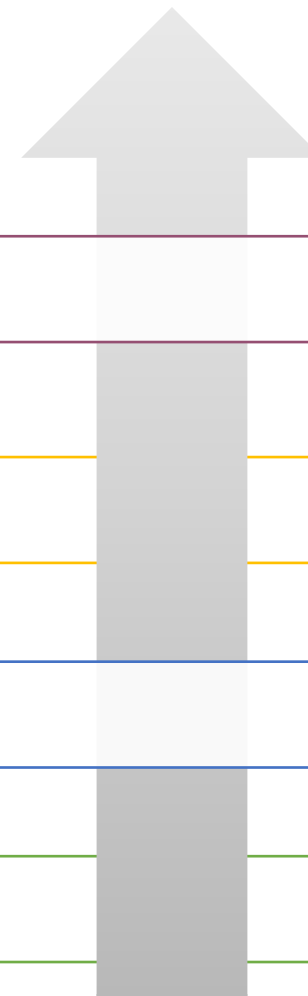


Processare dati (per estrarre informazioni)

Condividere dati

Raccogliere dati

Creare dati



# Piattaforme IoT



 Works with  
Apple HomeKit



**Google Cloud  
Pub/Sub**



# Una selva di API

- Sfortunatamente, ogni piattaforma ha le sue API e il suo linguaggio open source...
  - Swift per Apple HomeKit
  - Weave per Google Brillo
  - SKD per Amazon AWS IoT
- Rimane un problema di **interoperabilità a livello sintattico, semantico, di piattaforma e di settore!**

# Verso l'interoperabilità



*Standards for M2M and the Internet of Things*

<https://www.onem2m.org>



*Data collection in the cloud with advanced data analysis using MATLAB*

<https://thingspeak.com>



*A vendor & technology agnostic open source automation software for your home*

<https://www.openhab.org>



*Connected Home over IP*

<https://www.connectedhomeip.com>



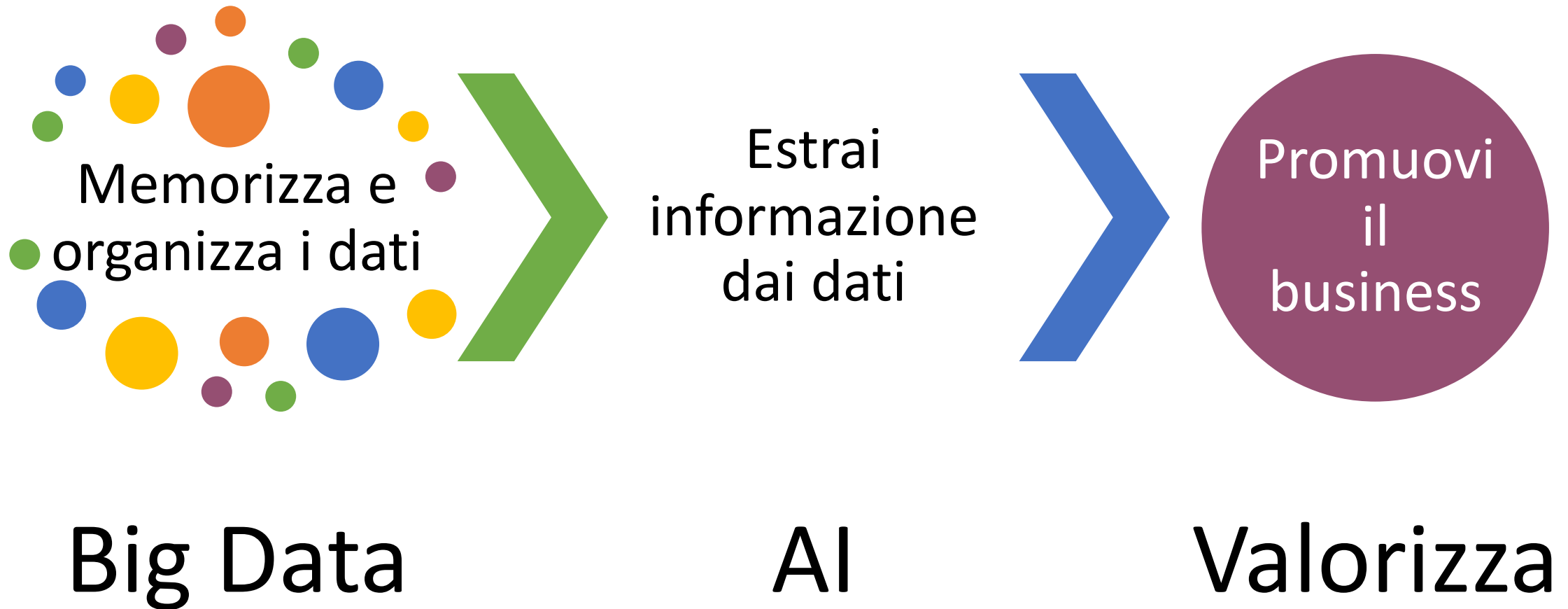
# Parte 3: Bigdata, machine learning, cybersecurity

---



*IoT & Bigdata, machine learning, cybersecurity*

# Dai dati al business



# Dai dati al business



Big Data

Estrai  
informazione  
dai dati

AI

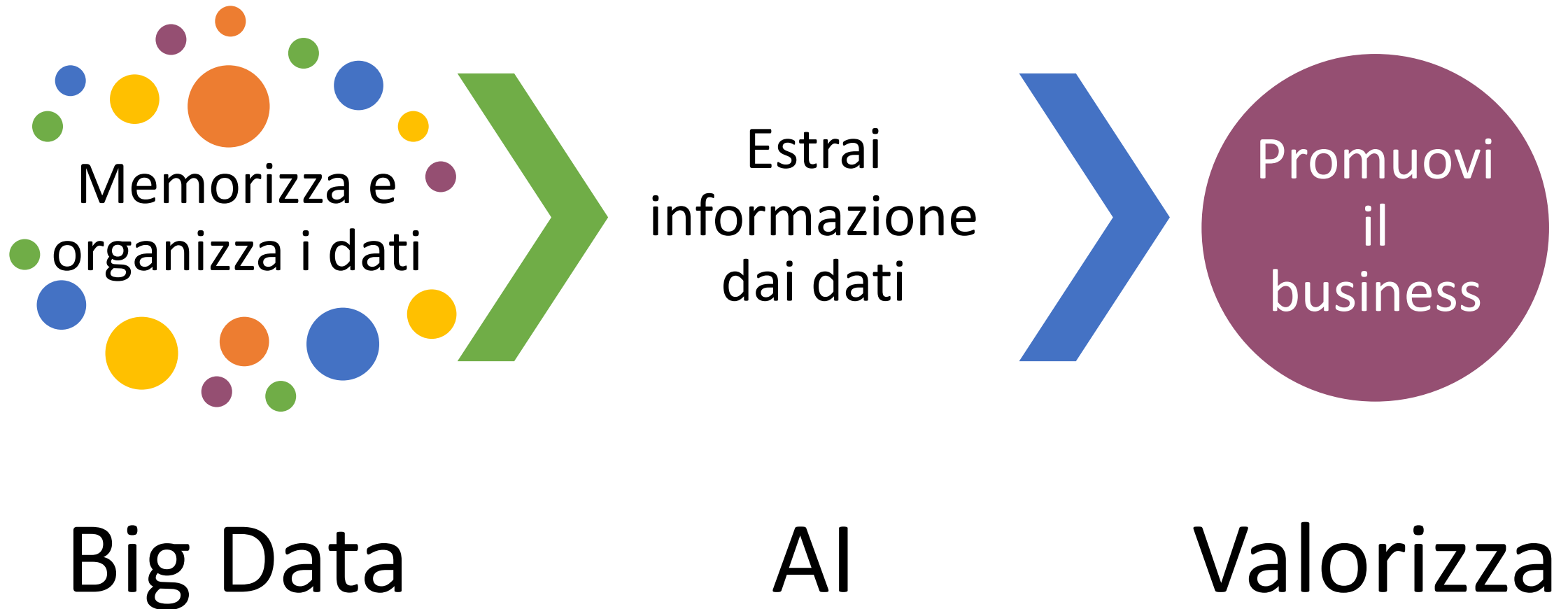


Valorizza

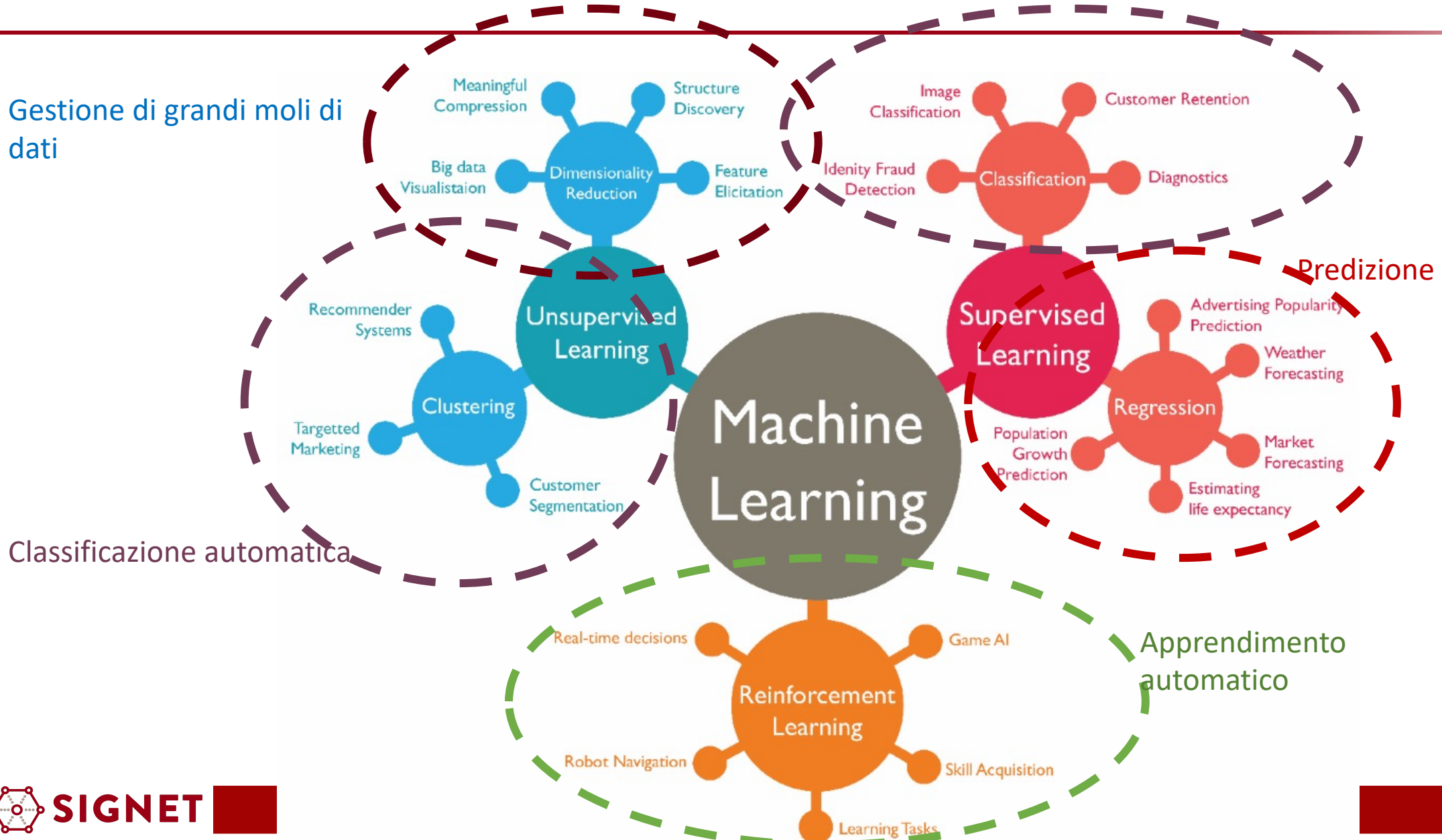
# L'infrastruttura IT per i Big Data

- Big Data richiedono un'infrastruttura adeguata per **l'archiviazione** e **l'elaborazione** dei dati
- Le soluzioni cloud e virtualizzazione possono non essere efficienti per trattare i Big Data in quanto l'elaborazione richiede scambio continuo di dati tra GPU, memoria RAM e storage su hard disk
  - Risultano convenienti per analisi “batch” non real-time
- I *big player* stanno iniziando a commercializzare soluzioni di *edge computing* per delocalizzare la raccolta e l'analisi dei dati

# Dai dati al business



# Il vasto mondo dell'AI



# AI: tra sogno e realtà

---

- **Sogno:** scatola magica in cui entrano i dati grezzi ed escono informazioni corrette, chiare e facilmente interpretabili
- **Realtà:** strumenti matematici/algoritmici complessi, che richiedono conoscenza specialistica per poter essere sfruttati al meglio
- **Possibilità:**
  - Assumere personale con le competenze richieste
  - Appoggiarsi a servizi esterni
  - Acquistare soluzioni “chiavi in mano”

# Dai dati al business



Big Data

Estrai  
informazione  
dai dati



AI



Valorizza



# Come valorizzare i dati IoT

---

- **Efficientamento** dei processi
- **Innovazione e creazione** di prodotti/servizi
- **Personalizzazione** di prodotti/servizi
- **Monetizzazione** diretta dei dati

# Efficientamento dei processi

- Il monitoraggio dei processi produttivi all'interno di un'azienda può consentire l'efficientamento degli stessi
  - riduzione di tempi/costi di produzione
  - riduzione tempi di blocco per manutenzione
  - miglioramento servizio al cliente
- Ad esempio
  - Supermercati e negozi possono usare sensori di posizione per individuare i **prodotti di maggior interesse** per i clienti e i dati di vendita per decidere **strategie commerciali più efficaci**
  - Sensori acustici possono produrre **mappa sonora** di un ambiente industriale e riconoscere **anomalie** causate da malfunzionamenti di macchinari
  - RFTag possono essere usati per tracciare la **durata delle fasi produttive** di un oggetto identificando i colli di bottiglia

# Innovazione

---

- I dati possono permettere di migliorare prodotti/servizi esistenti o generare nuovi servizi
- Ad esempio
  - Una utility può offrire un miglior servizio al cliente rendendo **visibile alcune metriche** (es: risparmio gas con caldaia ibrida) offrendo **assistenza in tempi rapidi** interagendo remotamente con le macchine
  - Un'azienda di logistica può proporre tariffe dinamiche in funzione dell'orario e del luogo di consegna scelto dal cliente

# Personalizzazione

- I servizi al cliente possono essere personalizzati, aumentandone il valore percepito
- Ad esempio
  - Una utility può sfruttare i dati di Smart Metering delle abitazioni per fornire consigli su come ridurre gli sprechi in base alle **abitudini specifiche degli utenti**
  - Un'azienda di sviluppo App può proporre **percorsi per il running personalizzati** sulla base di dati meteo, di traffico, e biometrici
  - Un negozio di abbigliamento può suggerire **attrezzatura sportiva specifica** in base alle caratteristiche fisiche e motorie del cliente

# Monetizzazione

- I dati (in particolare, quelli personali) possono essere ceduti a terze parti, generando un guadagno
- Ad esempio
  - i **dati sulle condizioni del traffico** raccolti dalle Smart Car possono essere venduti a fornitori di **servizi web per la viabilità**
  - Dati sulla **qualità dell'aria** in ambienti domestici possono essere di interesse per aziende che vendono **depuratori** d'aria

# Conclusioni

- Il concetto di **IoT abbraccia molte aree**: dai *dispositivi* terminali, alle *tecnologie* per la raccolta dei dati, al *software* per la gestione degli stessi, finanche agli *algoritmi* per il processamento delle informazioni e la realizzazione dei servizi
- Il panorama IoT è ancora **frammentato**, con una miriade di prodotti e molti protocolli abilitanti
- Tuttavia è in corso un processo di **armonizzazione**, seppur ancora con caratteristiche **settoriali**
  - Domotica, Agricoltura, Industria, e Mobilità

# Conclusioni

- Le tecnologie attuali, con i loro limiti, possono comunque portare **vantaggi economici importanti** in molti settori produttivi
  - efficientamento dei processi/servizi
  - manutenzione preventiva e monitoraggio continuo
  - miglior servizio al cliente
- I **dati** IoT sono fonti preziose di **informazioni**
- Per valorizzare queste fonti è necessario impiegare **strumenti di analisi** sofisticati che richiedono professionalità specifiche
- La pervasività ed eterogeneità dei dispositivi IoT apre **superfici di attacco inedite** e spesso difficili da prevedere

# Conclusioni

---

- Lo sviluppo di servizio IoT quindi richiede la convergenza di diverse competenze:
  - **Tecnologiche**, per identificare le tecnologie abilitanti più appropriate
  - **Informatiche**, per individuare gli algoritmi più indicati per estrarre informazione dai dati
  - **Sicurezza**, per implementare le azioni necessarie a garantire la sicurezza informatica e la privacy per gli utenti
  - **Economiche**, per valorizzare al massimo le informazioni ottenute



# Link utili

- Noura, Mahda, Mohammed Atiquzzaman, and Martin Gaedke. "Interoperability in internet of things: Taxonomies and open challenges." *Mobile Networks and Applications* 24.3 (2019): 796-809.
- Eclipse Kapua: <https://www.eclipse.org/kapua/>
- Amazon AWS: [www.amazon.com/iot](http://www.amazon.com/iot)
- Apple HomeKit: [www.apple.com/lae/ios](http://www.apple.com/lae/ios)
- Google Cloud IoT: <https://cloud.google.com/iot/>
- MicroSoft Azure: <https://azure.microsoft.com>
- Qualcomm AllJoyn: <https://developer.qualcomm.com/software/alljoyn>
- OneM2M: <https://www.onem2m.org>
- ThingSpeak: <https://thingspeak.com>
- Connected Home over IP: <https://www.connectedhomeip.com>

# Contatti

**Andrea Zanella –**



<mailto:andrea.zanella@unipd.it>



<http://www.dei.unipd.it/~zanella/>



<https://www.linkedin.com/in/andreazanella>



<https://twitter.com/AndreaZanellaUP>