



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



CONFINDUSTRIA

DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

# Reti di Sensori Wireless (WSN) per il telecontrollo nelle energie rinnovabili

**Matteo Bambini**

Technical Marketing Manager



# Agenda

- Introduzione alle tecnologie wireless
- Come affrontare i compromessi tecnologici
  - Alimentazione
  - Ampiezza di banda
  - Distanza
- Architetture WSN
- Applicazioni nel telecontrollo di WSN



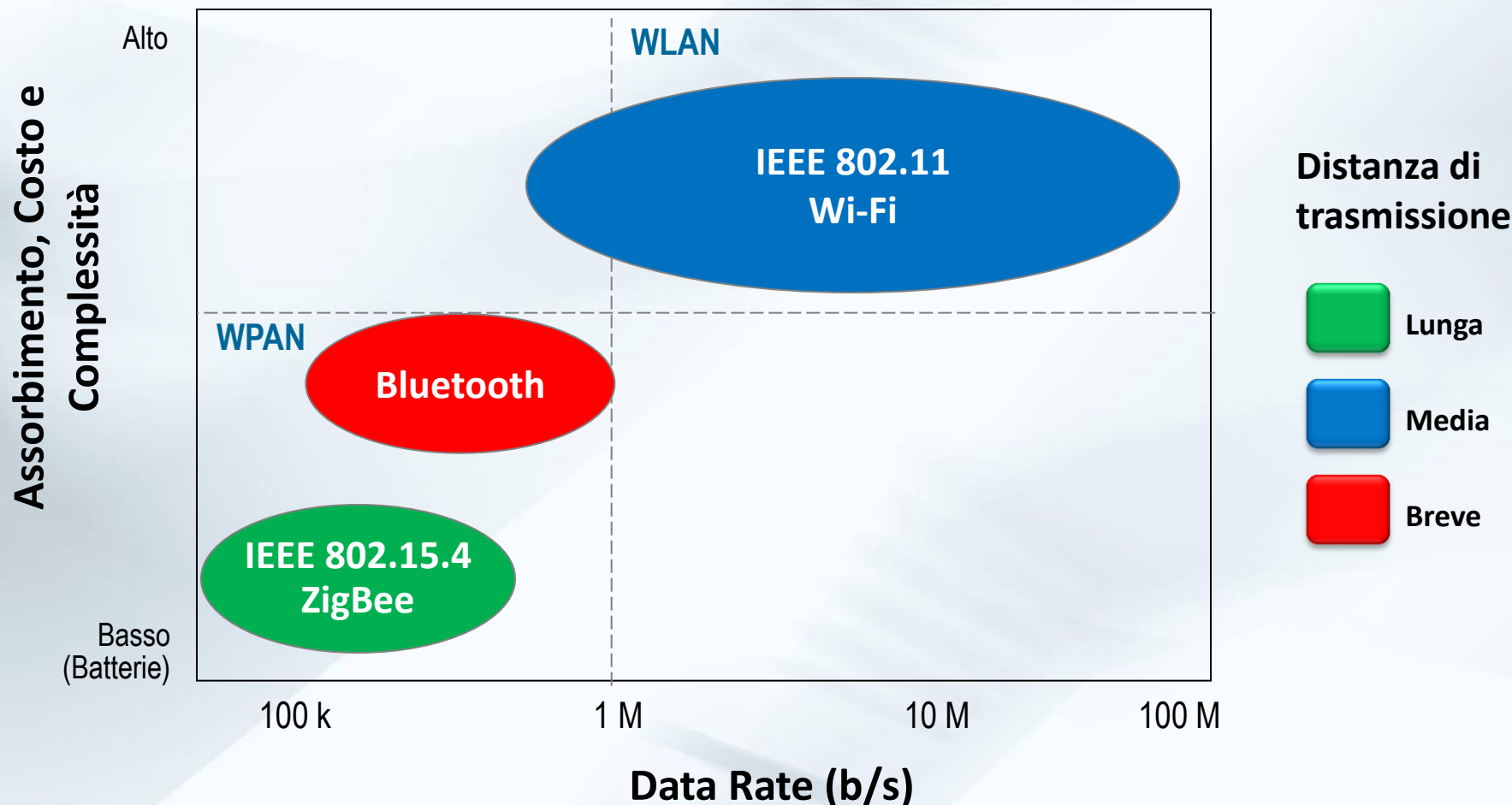
FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Confronto tra protocolli



# Reti basate sullo spettro a 2.4 GHz

## IEEE 802.11

- Wi-Fi
- Bluetooth 3.0

## IEEE 802.15.4

- ZigBee
- WirelessHART



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Wi-Fi (IEEE 802.11)

- Standard per reti wireless onnipresente (1997)
- Semplice da integrare in reti IP esistenti
- Data rate, distanza e sicurezza in evoluzione

| Versione | Rilascio | Frequenza      | Max bit Rate | Distanza    |
|----------|----------|----------------|--------------|-------------|
| 802.11   | 1997     | 2.4 GHz        | 2 Mb/s       | ~100 m      |
| 802.11b  | 1999     | 2.4 GHz        | 11 Mb/s      | ~30 m       |
| 802.11a  | 1999     | 5 GHz          | 54 Mb/s      | ~10 m       |
| 802.11g  | 2003     | 2.4 GHz        | 54 Mb/s      | ~30 – 100 m |
| 802.11n  | 2009     | 2.4 GHz, 5 GHz | 600 Mb/s     | ~50 – 120 m |

# ZigBee (IEEE 802.15.4)

- Basato su IEEE 802.15.4-2006
- Durata delle batterie fino a 3 anni con intervallo di campionamento a 1 minuto
- Data Rate: 250 kbits/s
- Consente:
  - Mesh Routing – capacità della rete di individuare percorsi alternativi di instradamento
  - Sleep Mode – capacità per un nodo finale di risparmiare energia ed assicurare comunicazione affidabile

# Alimentazione, ampiezza di banda e distanza

|                             | Wi-Fi DAQ<br>(802.11) | ZigBee<br>(802.15.4) |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|
| Alimentazione (batterie)    | 1-2 giorni            | 2-3 anni             |
| Banda (Max Bit Rate)        | 54 Mbit/s             | 250 kbit/s           |
| Distanza (senza ripetitori) | ~ 100 m               | ~300 m               |

# IEEE 802.11 – Banda vs. distanza

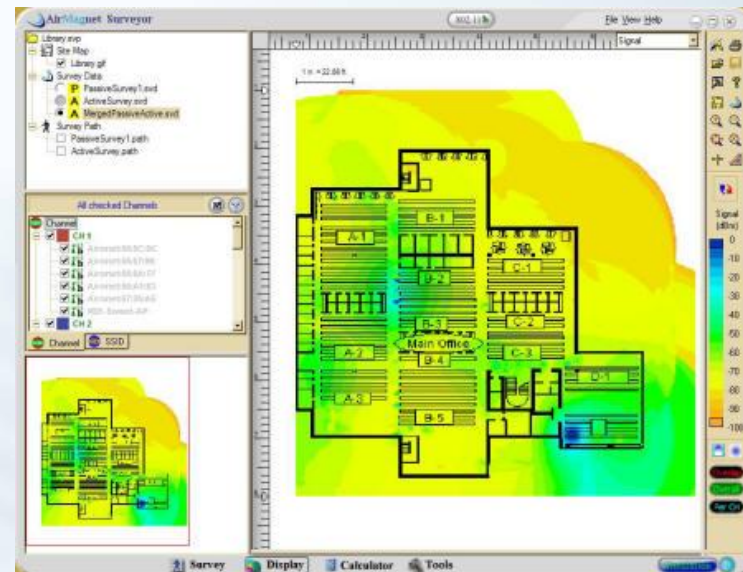


**Nota:** con IEEE 802.15.4 la banda non viene significativamente influenzata dalla distanza



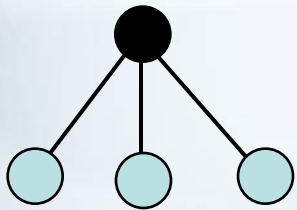
# Determinare la distanza

- La distanza senza fili **dipende dall'ambiente**
  - Le distanze specificate sono “tipiche”
  - I produttori forniscono distanze per spazi aperti/chiusi
- Fattori influenti sulla distanza
  - Spazi chiusi
    - Materiale degli edifici (es. metallo, legno, vetro)
    - Configuraz. degli uffici
  - Spazi aperti (orizzonte visibile)
    - Assenza orizzonte
    - Alberi o altri ostacoli

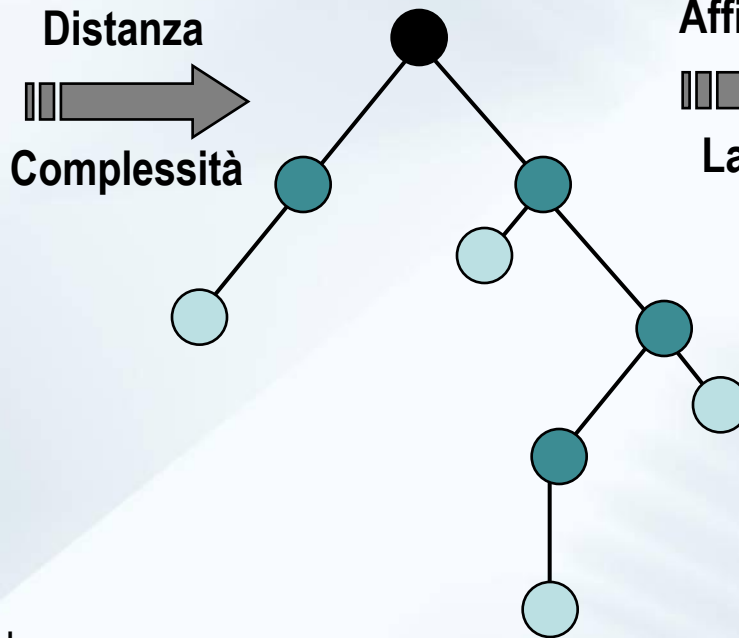


# Topologie di rete

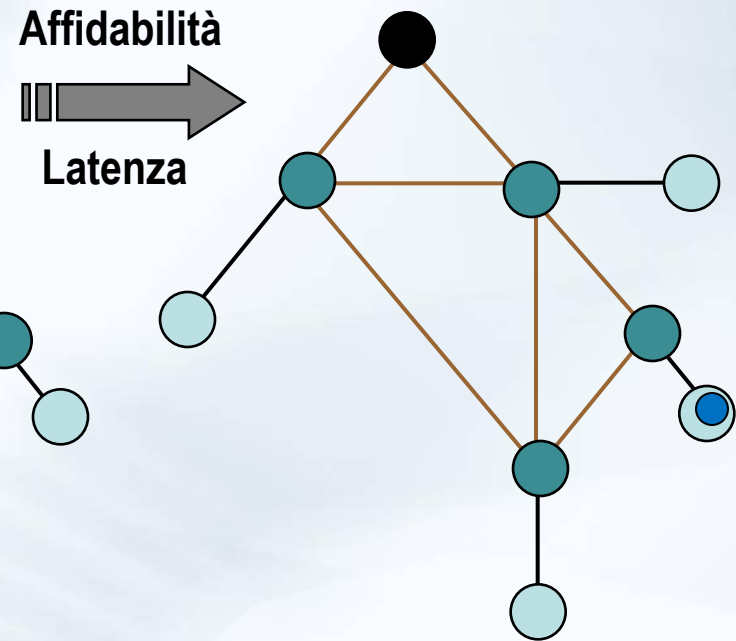
## Stella



## Cluster/Albero



## Mesh



- Gateway
- Nodo router
- Nodo terminale

# 4 domande da porsi

1. Quali sono i requisiti di misura?
2. Quali sono le distanze dai sensori al mio centro raccolta dati o rete aziendale?
3. Quale alimentazione è disponibile?
4. La sicurezza è un problema?



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Riassunto – compromessi tecnologici

|                      | Wi-Fi               | ZigBee       |
|----------------------|---------------------|--------------|
| <b>Banda</b>         | Fino a 250 kS/s     | < 10 S/s     |
| <b>Distanza</b>      | Fino a 100 m        | Fino a 300 m |
| <b>Topologia</b>     | Stella              | Mesh         |
| <b>Alimentazione</b> | Di rete             | Batteria     |
| <b>Security</b>      | WPA2 (IEEE 802.11i) | N/A          |

# Applicazioni di Wireless Sensor Network nel telecontrollo



Remote Monitoring



Sustainability



Industrial Measurements



Air/  
Climate      Water/  
Soil      Indoor  
Monitoring



Power  
Quality and  
Consumption  
Monitoring      Solar  
Monitoring      Wind Farm  
Health



Structural  
Health  
Monitoring      Machine  
Condition  
Monitoring      Process  
Monitoring



# Sistema di acquisizione dati da sensori distribuiti su turbine eoliche

- **La sfida:** Monitorare ed analizzare l'efficacia di particolari soluzioni tecnologiche progettuali utilizzate in sistemi di conversione energetica (da eolica ad elettrica).
- **La soluzione:** strumentare le macchine eoliche con una rete di sensori e acquisitori distribuiti via Wi-Fi, per analizzare il comportamento energetico, strutturale e funzionale delle turbine.



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



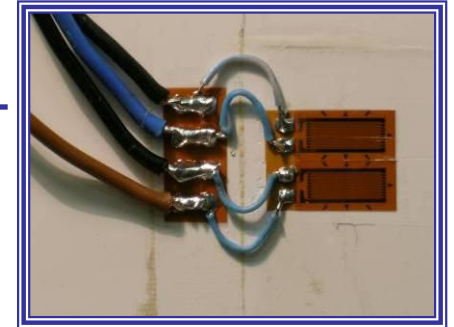
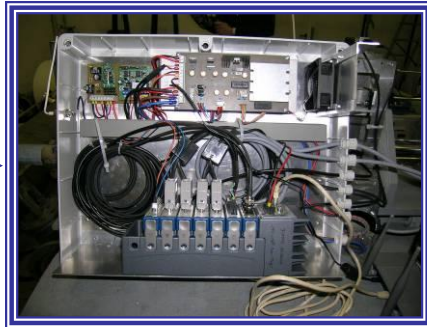
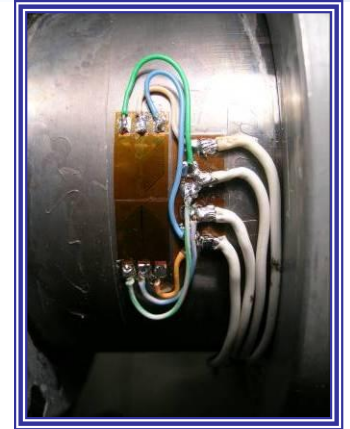
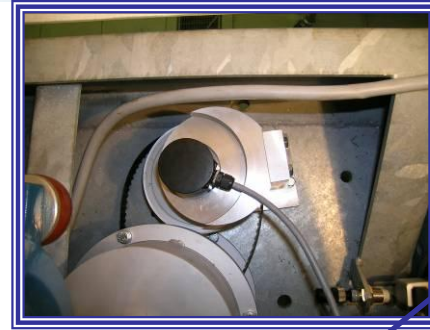
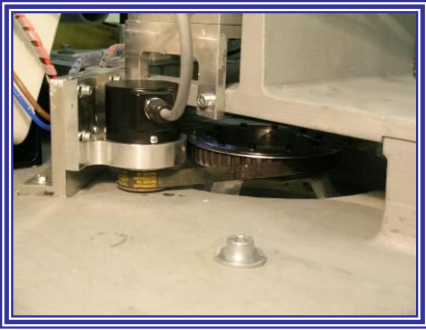
**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Panoramica di un campo eolico



# Sensori - Livello 1





# Scelta della tecnologia wireless

- Rete di sensori distribuiti (anemometri, temperatura e umidità, pressione, pioggia, estensimetri, accelerometri, analizzatori di rete)
  - Frequenza di acquisizione e banda: elevata
  - Distanza: <100m
- Soluzione wireless adottata: PAC (Programmable Automation Controller) collegati attraverso **Wi-Fi**



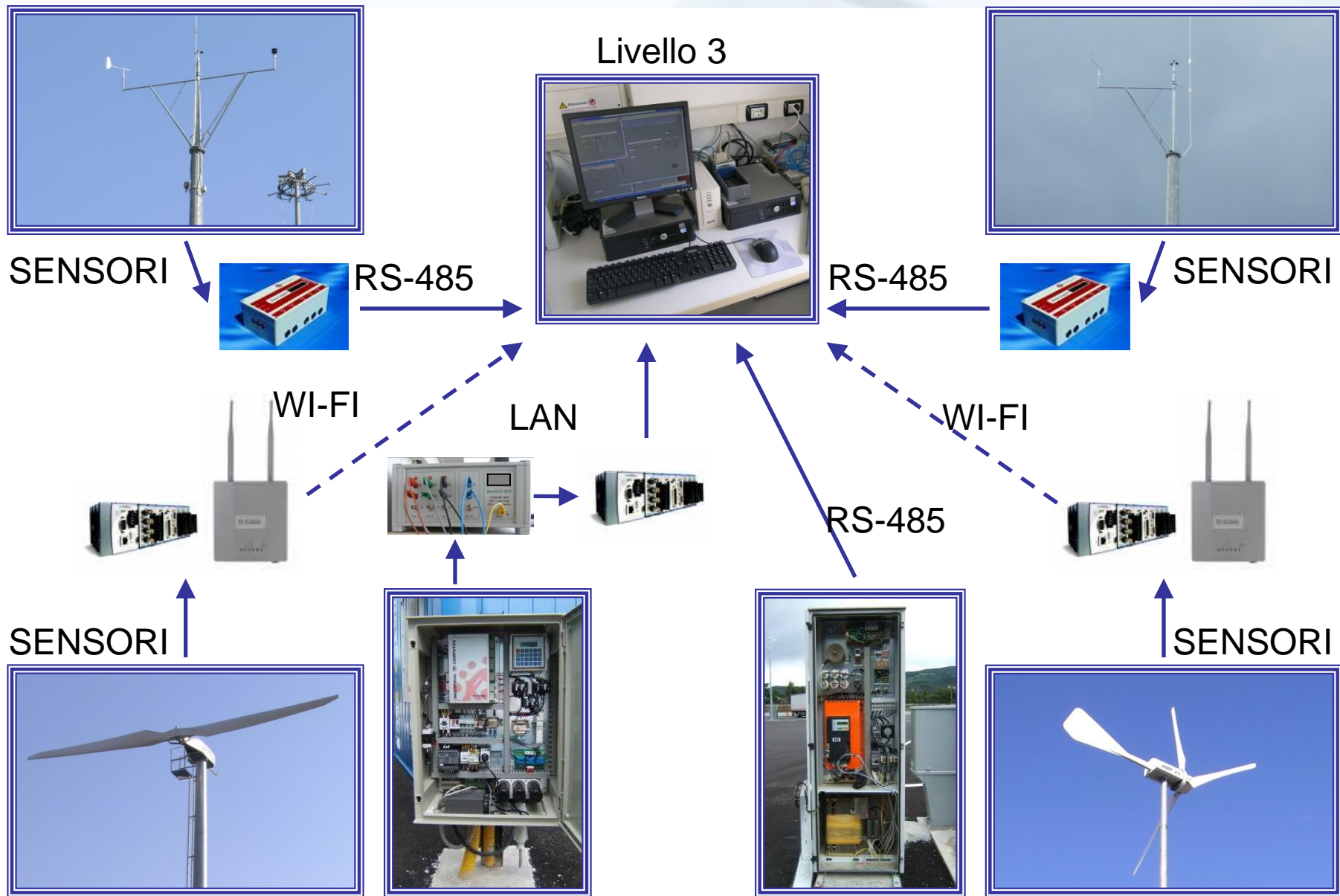
FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



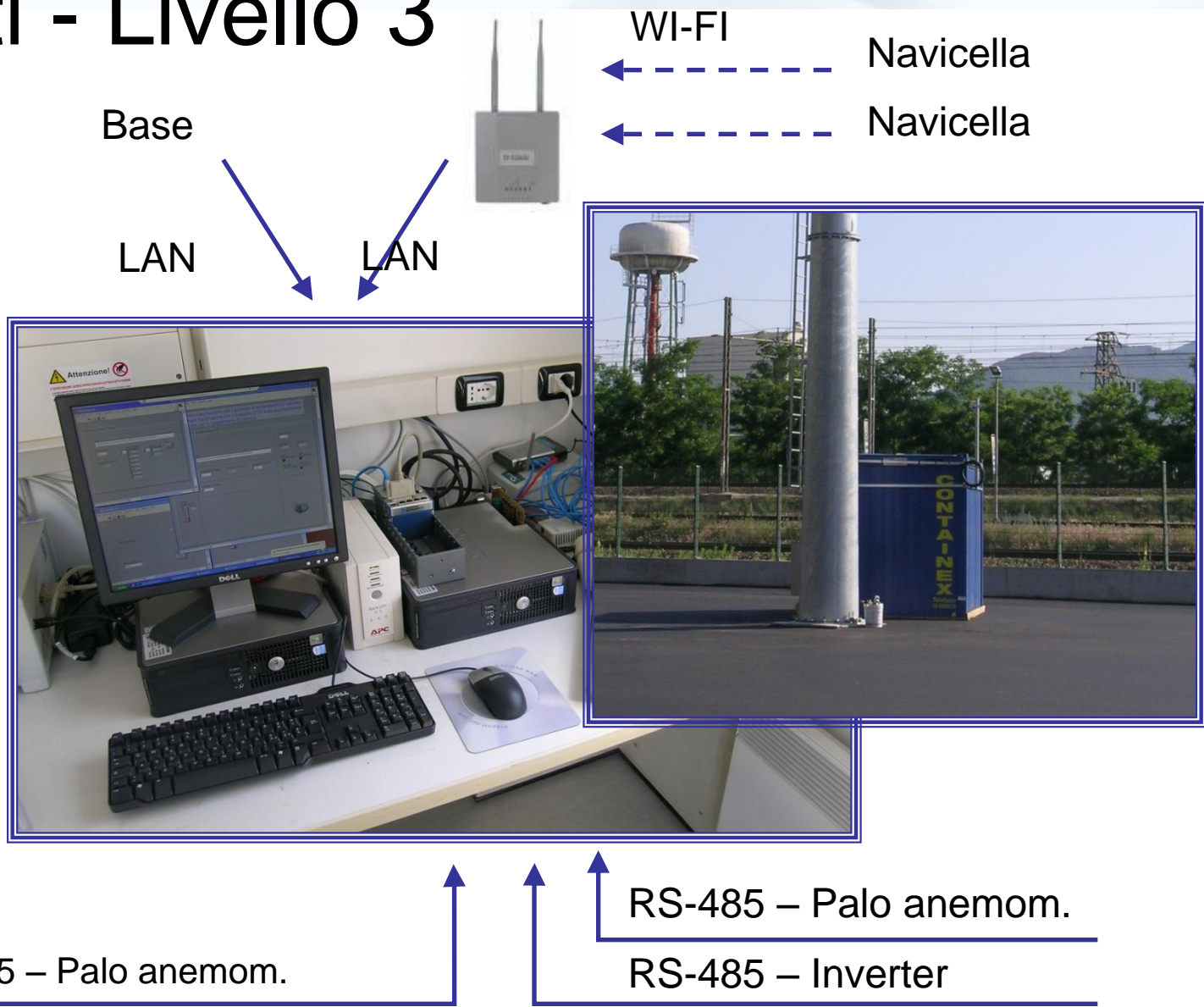
**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Sistema distribuito DAQ - Livello 2



# Archiviazione e pre-elaborazione dati - Livello 3



Base

LAN

LAN

WI-FI

Navicella

Navicella

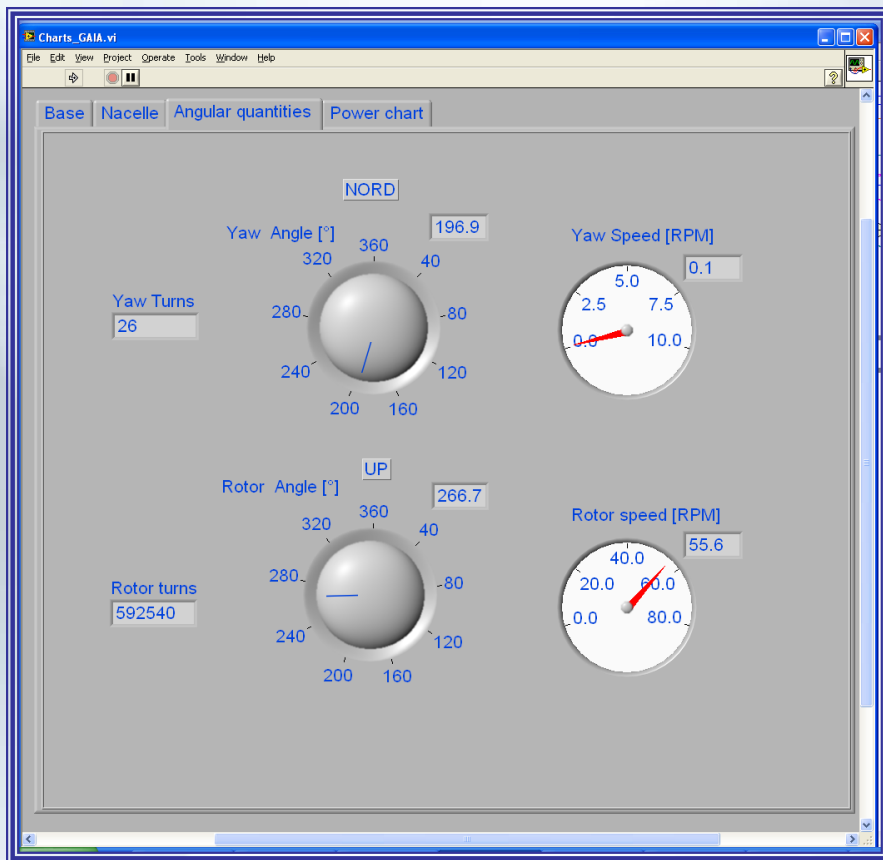
RS-485 - Palo anemom.

RS-485 - Palo anemom.

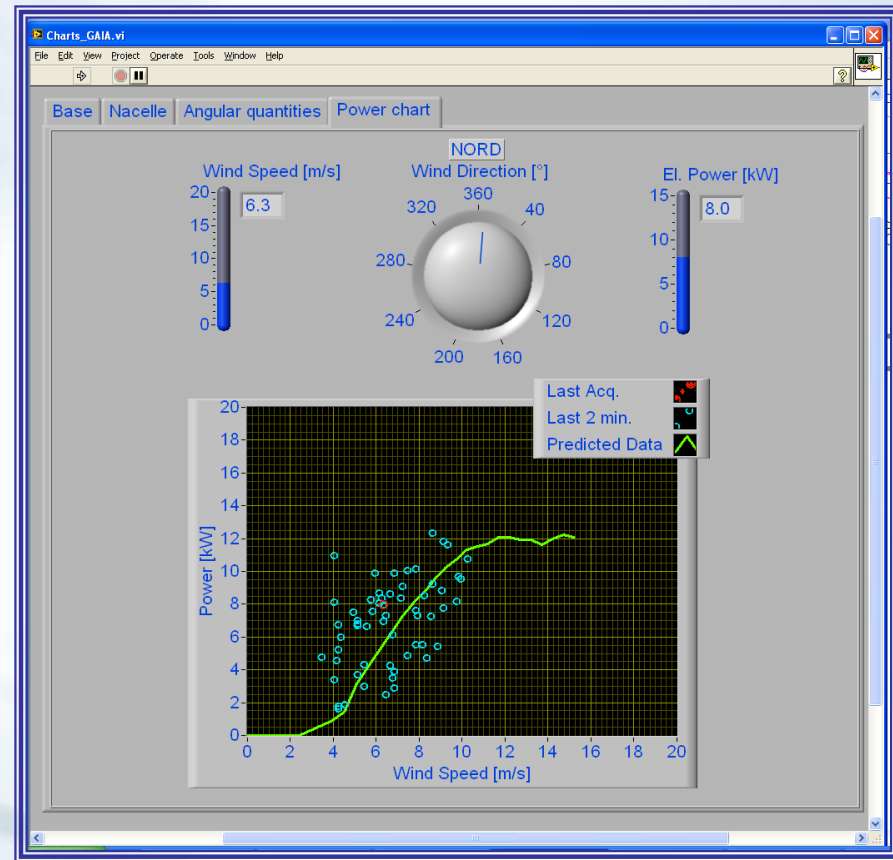
RS-485 - Inverter

# Risultati - Esempi di Letture

## Quantità Angolari



## Curva di Potenza



# Telecontrollo del processo di coltivazione di alghe per bio-diesel

- **La sfida:** sviluppare una piattaforma di raccolta dati e di controllo per l'implementazione industriale della tecnologia di coltivazione di alghe per la produzione di bio-carburanti
- **La soluzione:** realizzazione di uno SCADA che include HMI e salvataggio dati ed una rete di sensori wireless (WSN) che effettua monitoraggio e controllo remoto del processo di coltivazione.



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

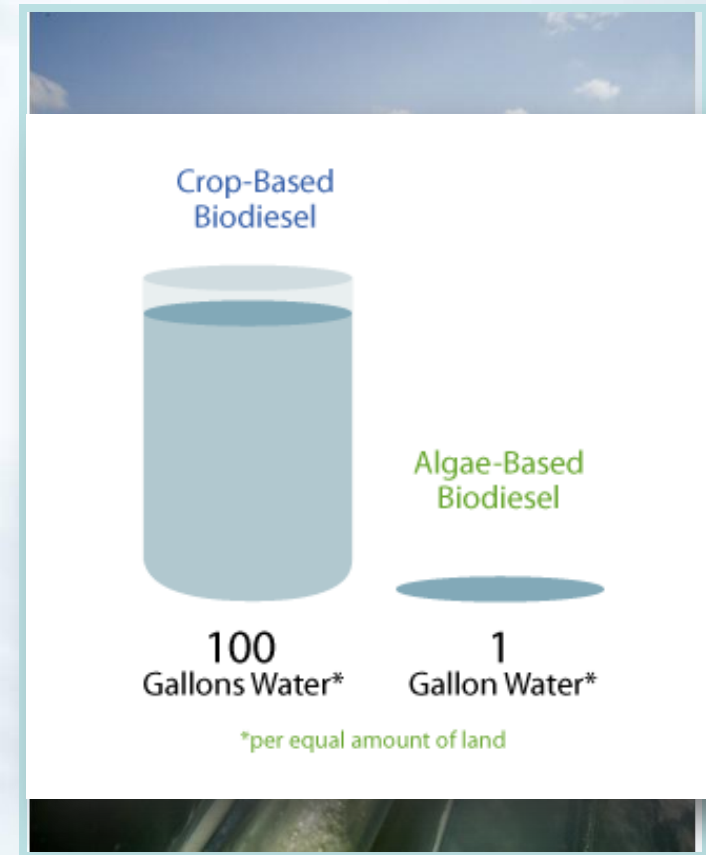
**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura





# Bio-carburanti dalle alghe

- Le alghe convertono l'energia solare in energia chimica
- Crescono da 50 a 100 volte più velocemente che i cereali alimentari
- La loro coltivazione è più efficiente (in termini di terreni e risorse idriche) rispetto ai bio-diesel ottenuti da cereali



# Impianto pilota in Colorado

- Sistema di coltivazione a bacino chiuso:
  - Colture target selezionate
  - Utilizzo dell'anidride carbonica proveniente da processi industriali direttamente sulle alghe ad alte concentrazioni in maniera controllata
  - Condizioni di crescita controllabili e quantità di CO<sub>2</sub> catturata massimizzata



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Scelta della tecnologia wireless

- Rete di sensori (temperature, ossigeno disciolto, flussi di CO<sub>2</sub>, pressioni, grandezze chimiche e fisiche) e regolatori di flusso
  - Frequenza di acquisizione e banda: lenta
  - Distanza: >100m
- Soluzione wireless adottata: WSN (Wireless Sensor Network) collegati attraverso **ZigBee**



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura





# Impianto pilota in Colorado



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Impianto pilota in Colorado

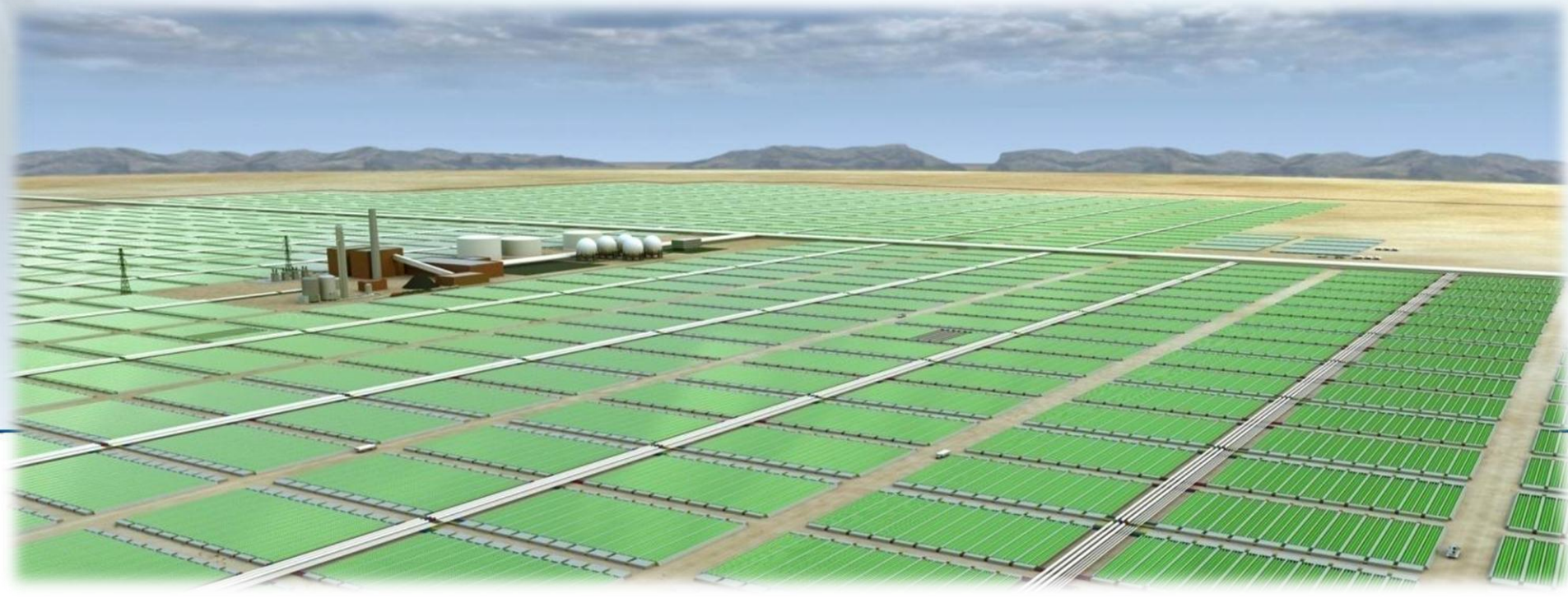
## Process at Coyote Gulch Plant





# Risultati – bio-diesel

- L'impiego di tecnologie WSN ha permesso di ridurre significativamente il costo per parametro controllato, sia a livello di cablaggi sia di hardware utilizzato, viste le crescenti dimensioni dell'impianto



# Conclusioni

- Sempre più applicazioni richiedono misure wireless:
  - elevato numero di canali
  - ampie distanze
  - aree inaccessibili
  - riduzione del cablaggio
- Aree di interesse e di attualità:
  - monitoraggio ambientale
  - efficienza energetica
  - fonti di energia rinnovabili



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



CONFINDUSTRIA

DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**

Associazione Italiana  
Automazione e Misura



TELECONTROLLO  
RETI ACQUA, GAS  
ED ELETTRICHE