




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA - FACOLTÀ DI INGEGNERIA  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO 2010 - 2011



# **PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE TRAMITE RETE DI SENSORI WIRELESS**

TESISTA: FEDERICO SPAGNOLO

RELATORE: PROF. LUCA SCHENATO

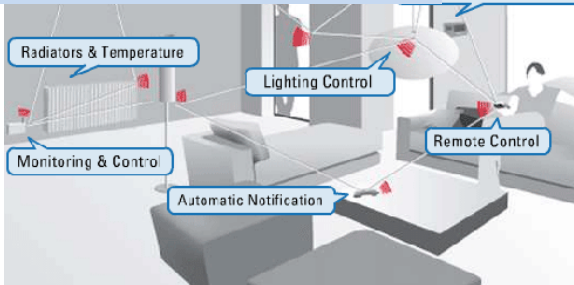
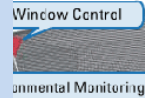
TUTOR AZIENDALE: ING. RICCARDO TALLON



# Applicazioni monitoraggio

## DOMESTICO

- Home automation
- Smart Metering



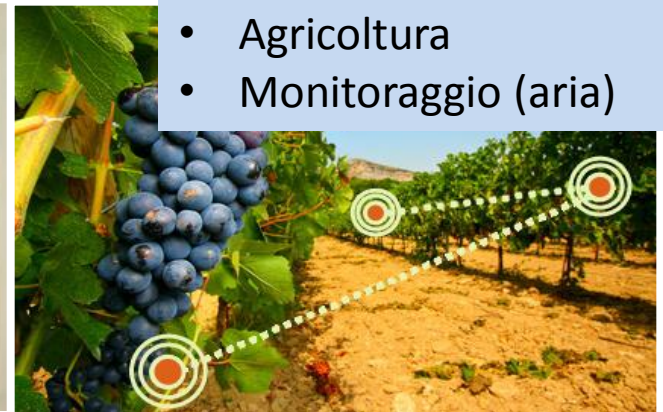
## INDUSTRIALE

- Automazione
- Supply Chain



## AMBIENTALE

- Agricoltura
- Monitoraggio (aria)



## MILITARE

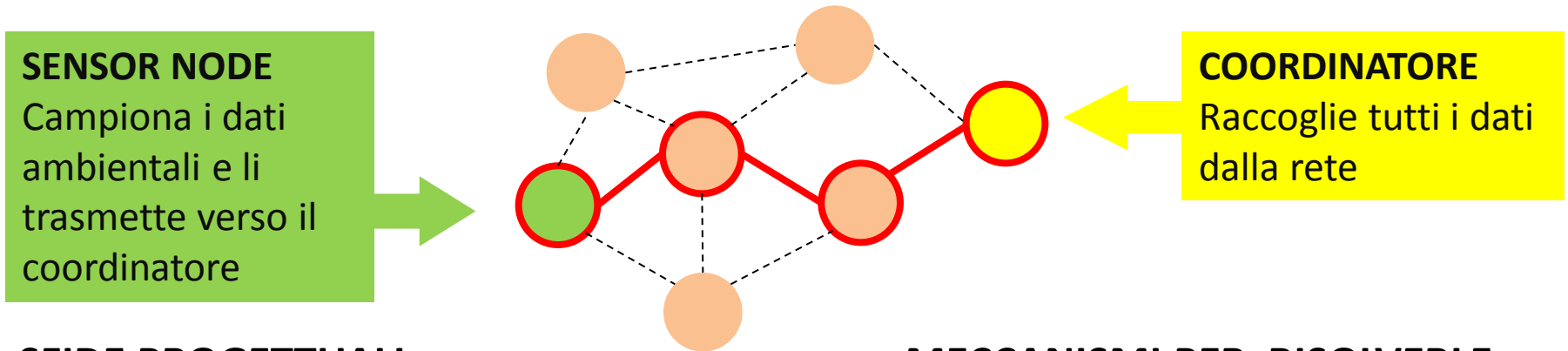
- Sorveglianza
- Tracking obiettivi



## BIOMEDICO

- Monitoraggio di parametri biologici

Una **WSN** (Wireless Sensor Network) è una rete wireless composta da elementi in grado di **effettuare misurazioni** di varie grandezze fisiche, di **elaborarle** e **comunicarle** ad un punto centrale.



**SENSOR NODE**  
Campiona i dati ambientali e li trasmette verso il coordinatore

**COORDINATORE**  
Raccoglie tutti i dati dalla rete

## SFIDE PROGETTUALI

- Energia Limitata
- Grande Estensione
- Problemi di comunicazione
- Programmabilità
- Altro...

## MECCANISMI PER RISOLVERLE

- Operazioni Energy-Efficient
- Connessioni Multi-hop
- Rete Auto-Configurante
- Località



# Obiettivi

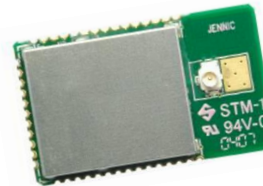
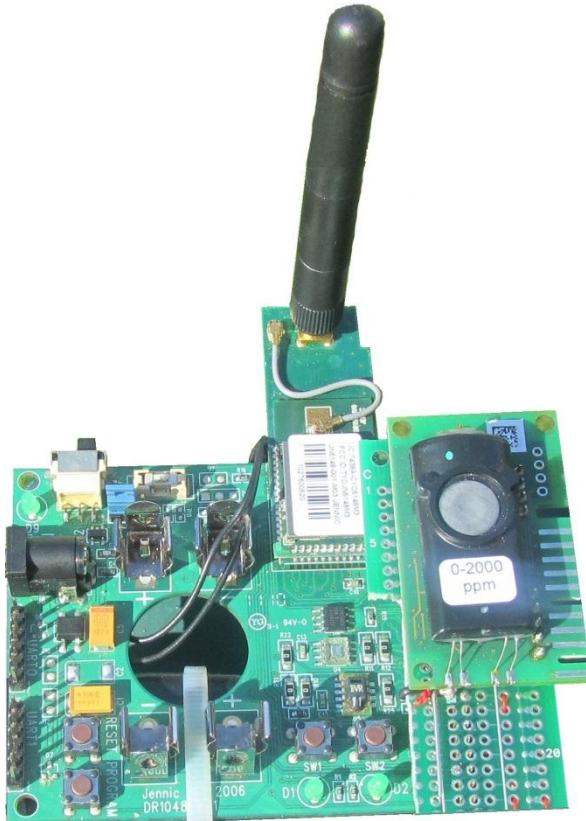
- Realizzazione di un sistema per il monitoraggio ambientale per smart building tramite rete di sensori wireless.
- Valutazione di building activity (occupancy) tramite dati ambientali:
  - Temperatura
  - Umidità
  - Luce
  - CO2



# Contributo

- Individuazione di Hardware adeguato
- Progettazione ed implementazione architettura software
  - Application layer WSN
  - Database Server
  - GUI (visualizzazione dati)
- Raccolta dati : uffici e scuole
- Analisi dei dati per *building activity*

# ZigBee (Hardware)



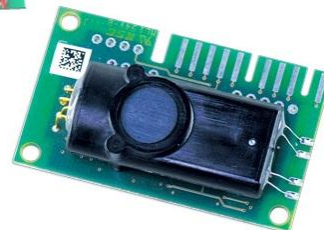
JN148	
Bit processor	32 bit
Frequenza di lavoro	2.4GHz
Tx Current	15 mA
Distanze ottenibili	1Km (c.a)



SHT11 - Umidità e Temperatura	
Range di misura	0-100% RH -40 +125°C
Consumo	80uW

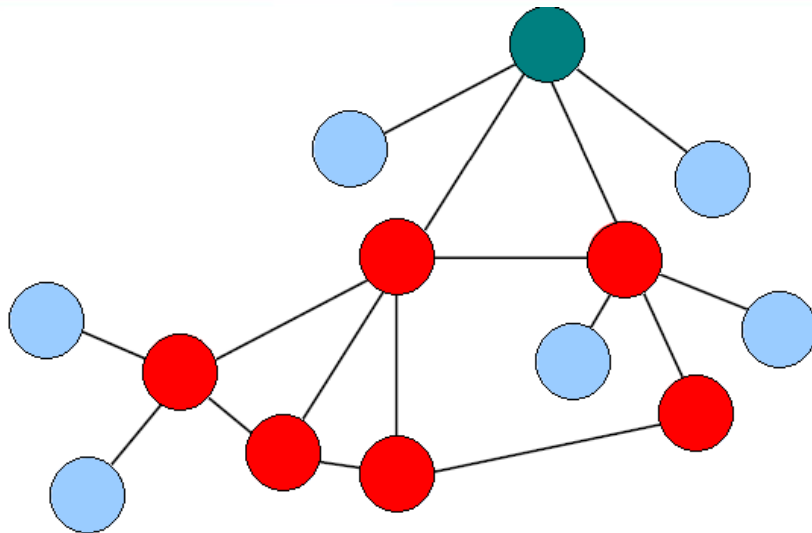


TAOS TSL2550 - Luce	
Potenza di attivazione	1 mW
Funzionamento	2 fotodiodi (lux)



EE892 - CO2	
Range di misura	0-2000 ppm
Consumo medio	da 3.75mA a 58uA
Intervallo di misura	Da 15s ad 1 ora



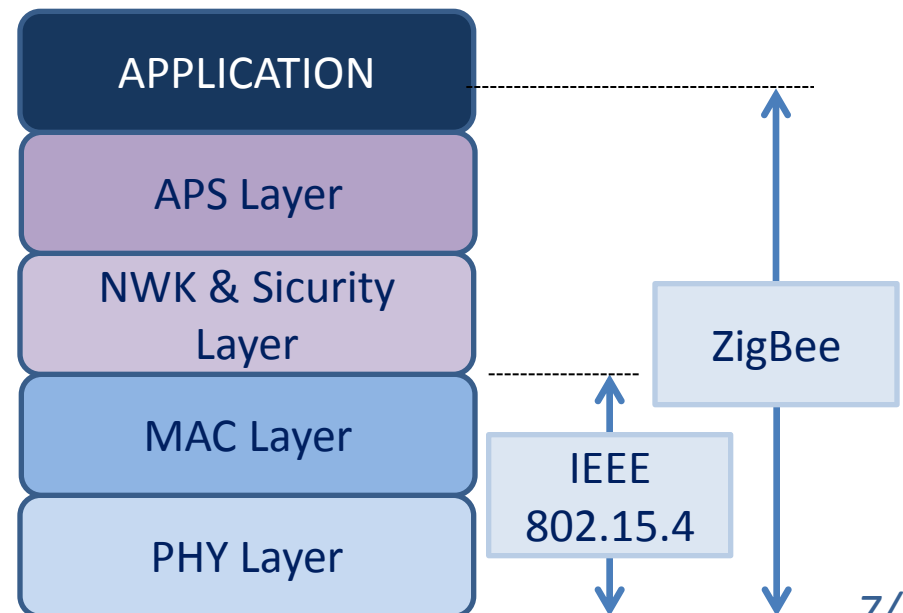


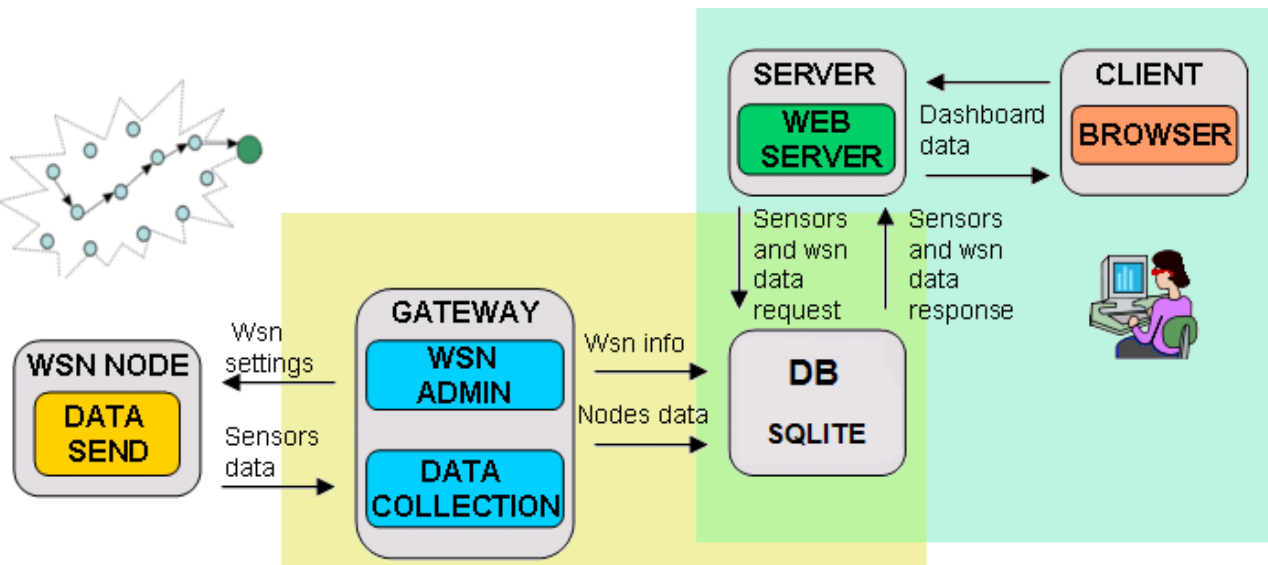
## VANTAGGI RETE MESH:

- Robustezza
- Auto-configurazione
- Cammino Dinamico
- Idoneità allo scaling
- Risparmio energetico

3 Tipi di nodo:

- COORDINATORE
- ROUTER
- END-DEVICE





## Raccolta dati

- Connessione seriale
- Programmazione C
- Database → SQLite

## Visualizzazione

- Webserver → Apache
- Php → Web Dinamico
- Adobe Flex



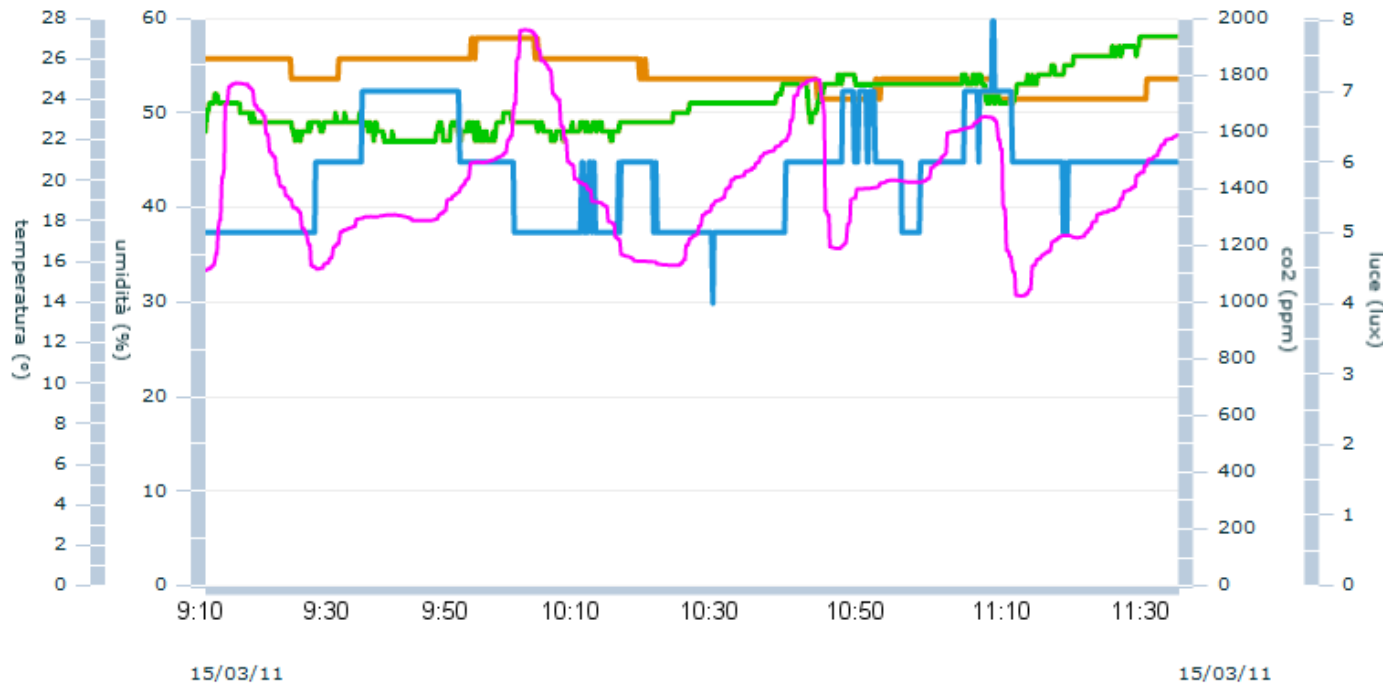


# Pagina web

Grafici   **Ultimi dati**   Data Fail   All Data   Configurazione

Grandezze nodo numero: 0

punti inseriti: 839



Aggiorna

Nodo da graficare: 0

Modalità:  Tempo Reale

Intervallo Temporale

Inserire i valori di data, ore e minuti per graficare i dati nell'intervallo voluto e procedere con la richiesta

Data e ora INIZIO intervallo:

15/03/2011 09 10

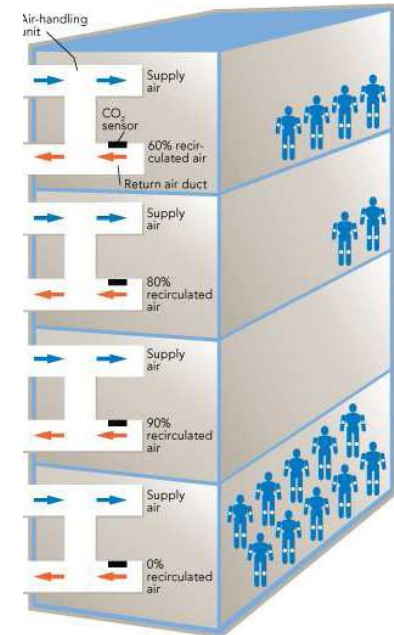
Data e ora FINE intervallo:

15/03/2011 11 35

INVIO

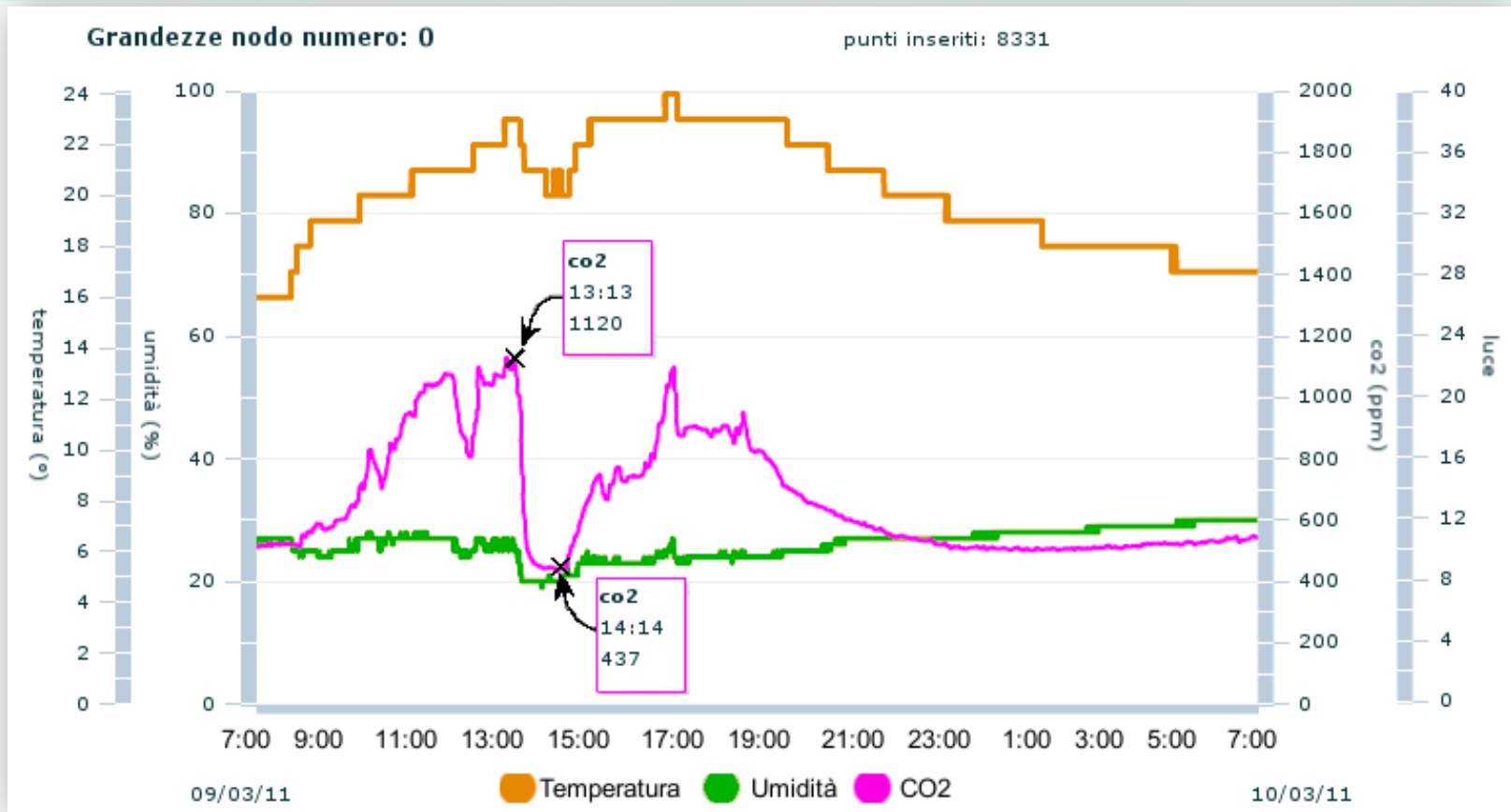
- Temperatura ■ temp
- Umidità ■ umid
- Luce ■ luce
- CO2 ■ co2

- Comfort termo-igrometrico
  - Temperatura
  - umidità
- Qualità dell'aria
  - CO<sub>2</sub>
- Risparmio energetico:
  - luminosità



**E' possibile utilizzare questi sensori per building activity?**

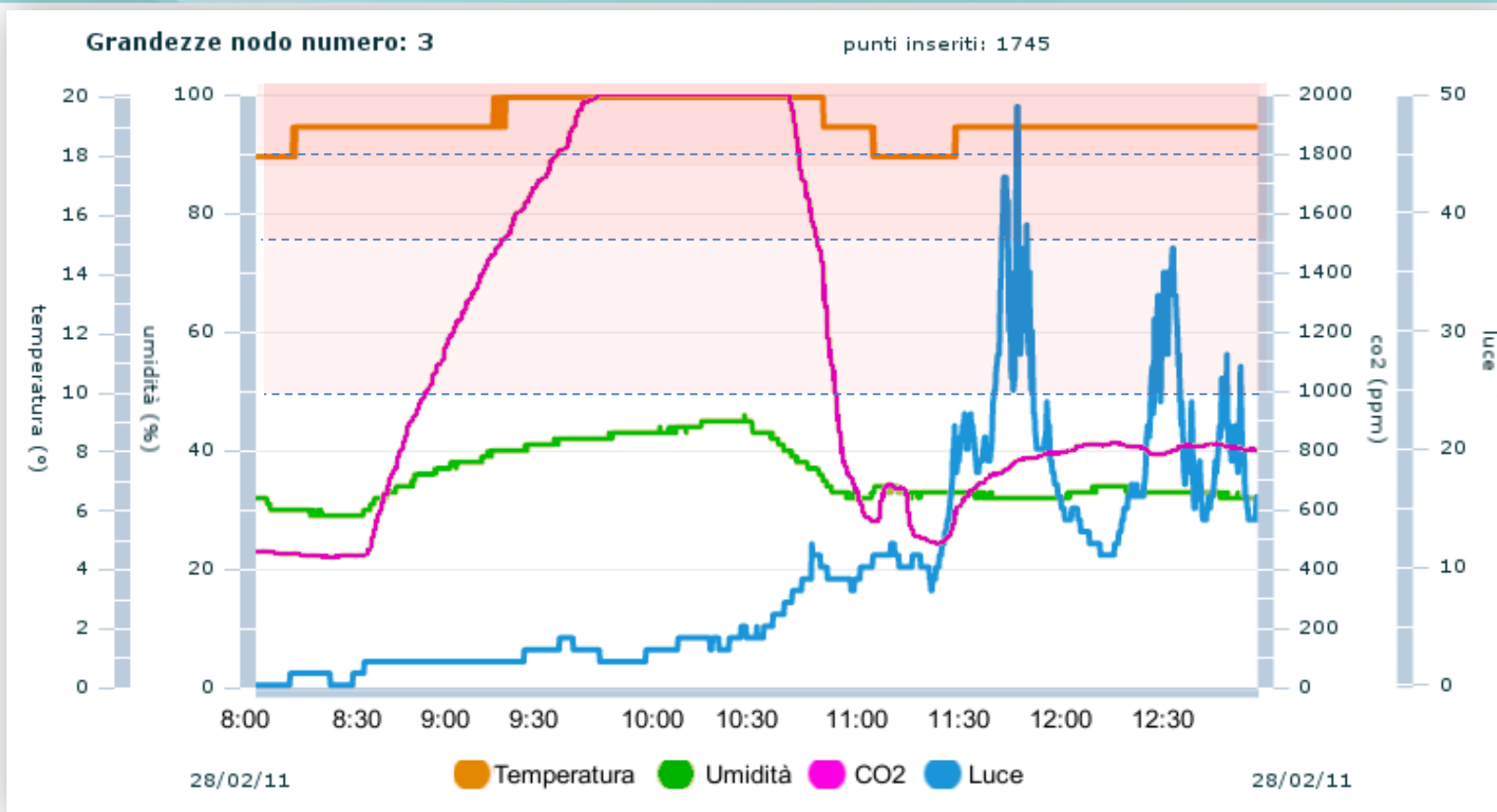
- Occupancy
- Chiusura/apertura finestre
- Ecc...



Dimensioni	Num. occupanti	Ora inizio	Ora fine	Ora intervallo
$5 \times 4 \times 3 = 60m^3$	3-4 dipendenti	9:00	19:00	13:20 - 14:20



# Risultati ottenuti (2/5)



Dimensioni	Num. studenti	ora inizio	ora fine	ora intervallo
------------	---------------	------------	----------	----------------

$6 \times 4 \times 4 = 96m^3$

11 + 1 docente

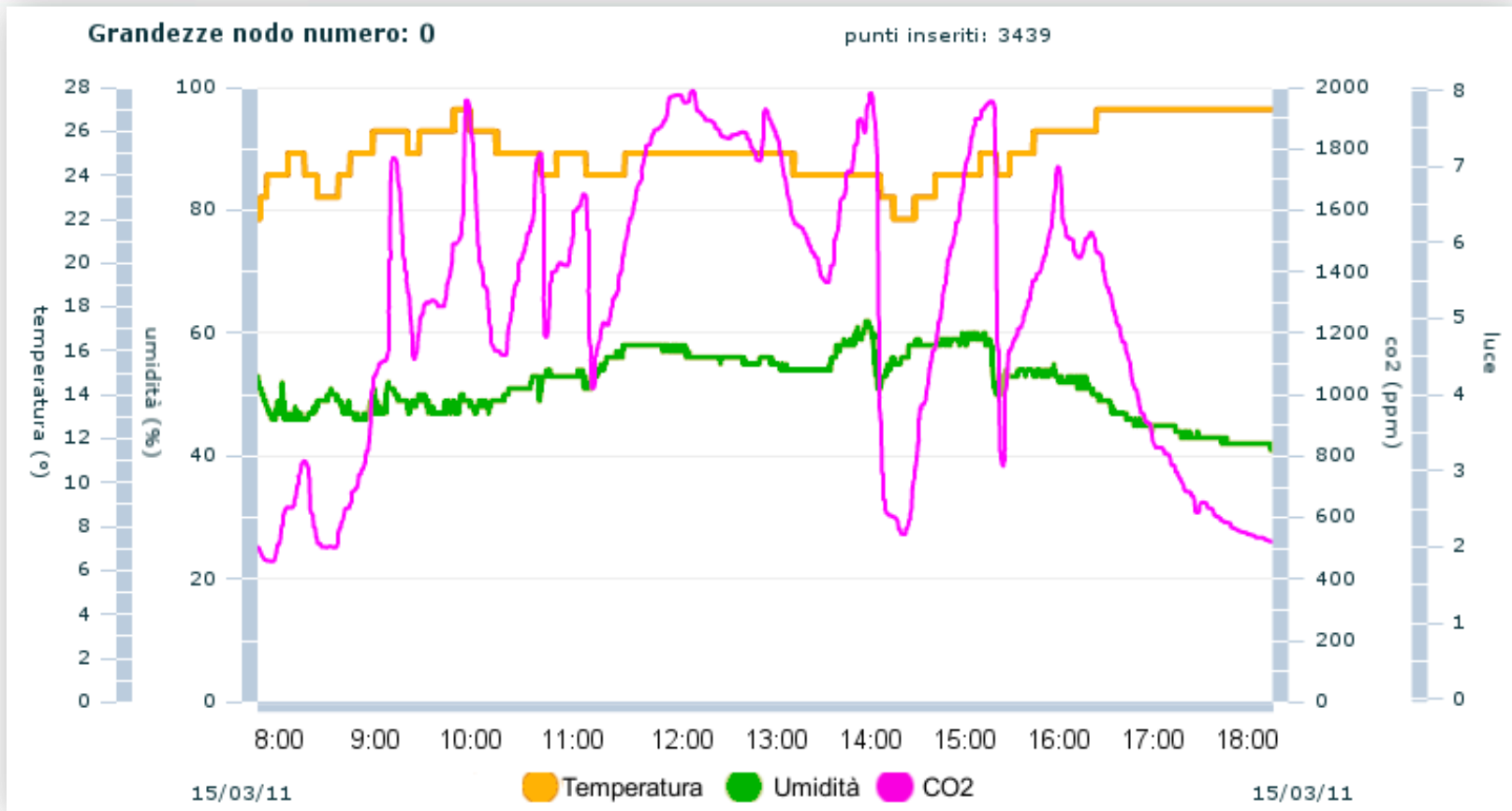
8:30

12:30

10:30 - 11:00



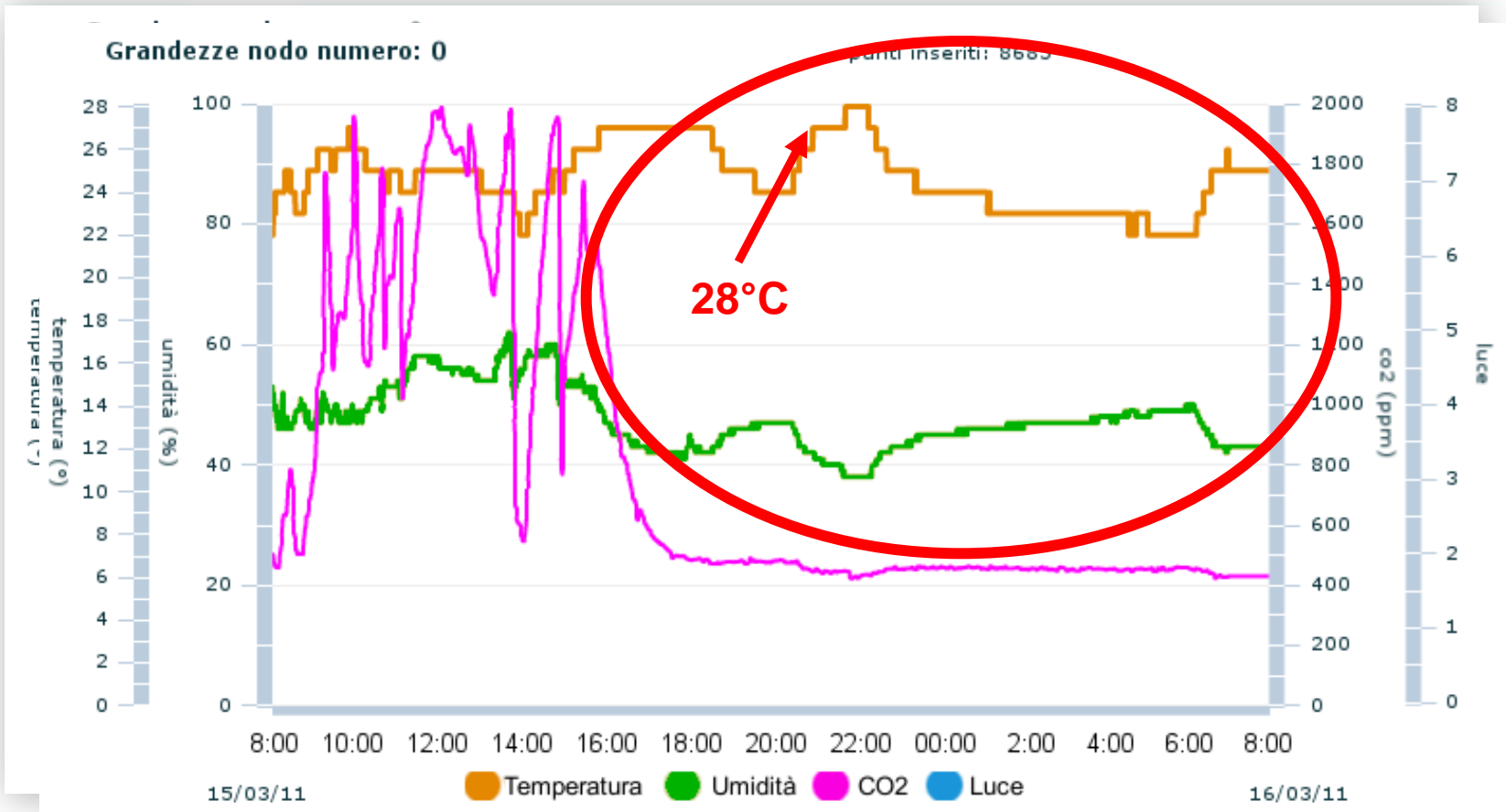
# Risultati ottenuti (3/5)



Dimensioni	Num. studenti	Ora inizio	Ora fine	Ora intervallo
$7 \times 6 \times 3.5 \simeq 150m^3$	20 + 1 docente	8:15	16:30	10:30 - 11:00 13:00 - 13:30



# Risultati ottenuti (4/5)

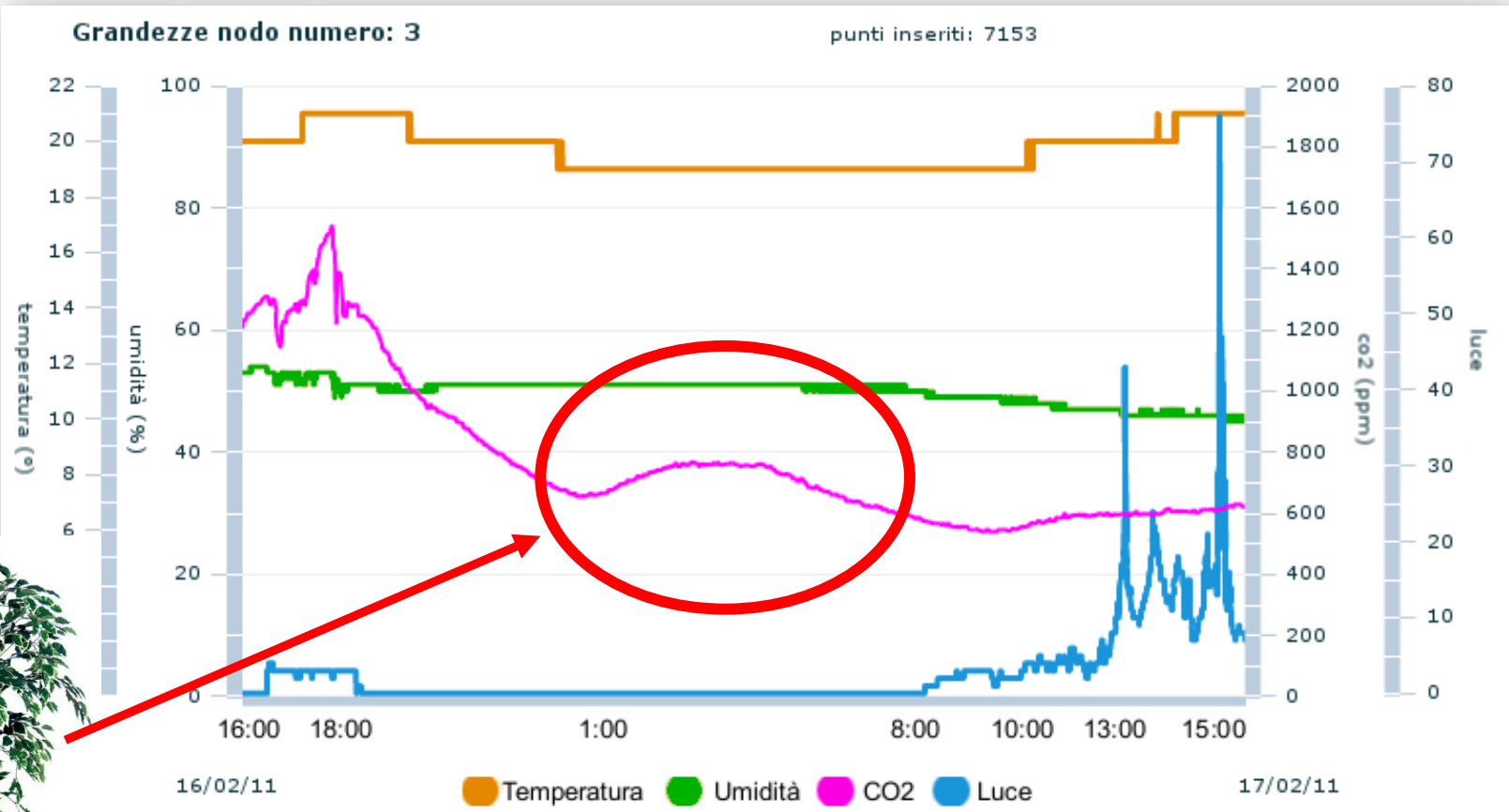


Dimensioni	Num. studenti	Ora inizio	Ora fine	Ora intervallo
$7 \times 6 \times 3.5 \simeq 150m^3$	20 + 1 docente	8:15	16:30	10:30 - 11:00 13:00 - 13:30





# Risultati ottenuti (5/5)





# Conclusioni

- WSN commerciali sono adeguate per il monitoraggio ambientale su media scala
- Molta informazione disponibile per stima di building activity da dati ambientali: necessità di progettare algoritmi di analisi
- Smart building poco utilizzato ma potenzialmente molto efficace



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE...**

