

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE
TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA INFORMATICA

Progettazione e sviluppo di componenti per la piattaforma
AirQino dedicata al monitoraggio della qualità dell'aria

Candidato
Edoardo D'Angelis



Relatori
Prof. Andrew D. Bagdanov
Prof. Pietro Pala

Correlatori
Dott. Walter Nunziati
Dott.ssa Alice Cavaliere

Anno Accademico 2020/2021

Contesto

L'inquinamento atmosferico è uno dei principali problemi che interessano le aree urbanizzate.

- ▶ Può portare a problemi di salute causati dall'esposizione a lungo termine a sostanze nocive (PM, NO₂, CO₂, O₃)
- ▶ Il monitoraggio è essenziale per la tutela della salute pubblica
 1. Con reti regionali di rilevamento fisse, gestite da ARPA (DLgs. n.155 del 13/08/2010)
 2. Con nuove reti di sensori *low cost* ad alta portabilità per l'acquisizione di misure aggiuntive, anche a minor precisione (es. **AirQino**)

La piattaforma AirQino (1/3)

- ▶ Monitoraggio ambientale ad alta precisione
- ▶ Configurabile ed estendibile
- ▶ Dati in tempo reale



Figura: Una centralina AirQino

<https://airqino.magentaLab.it>

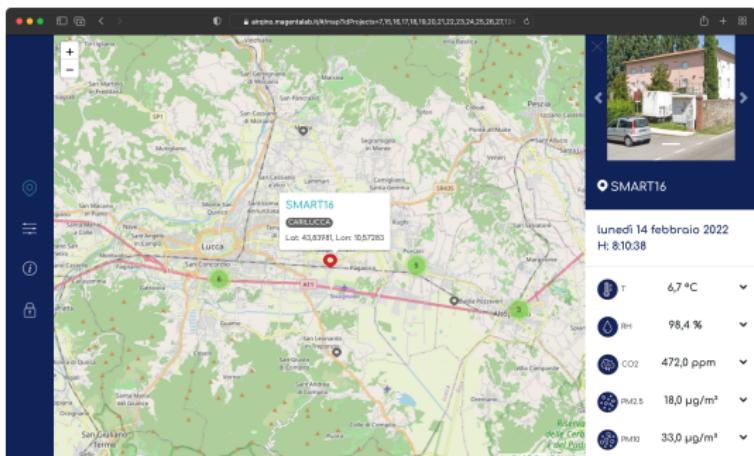


Figura: Pagina web AirQino

La piattaforma AirQino (2/3)

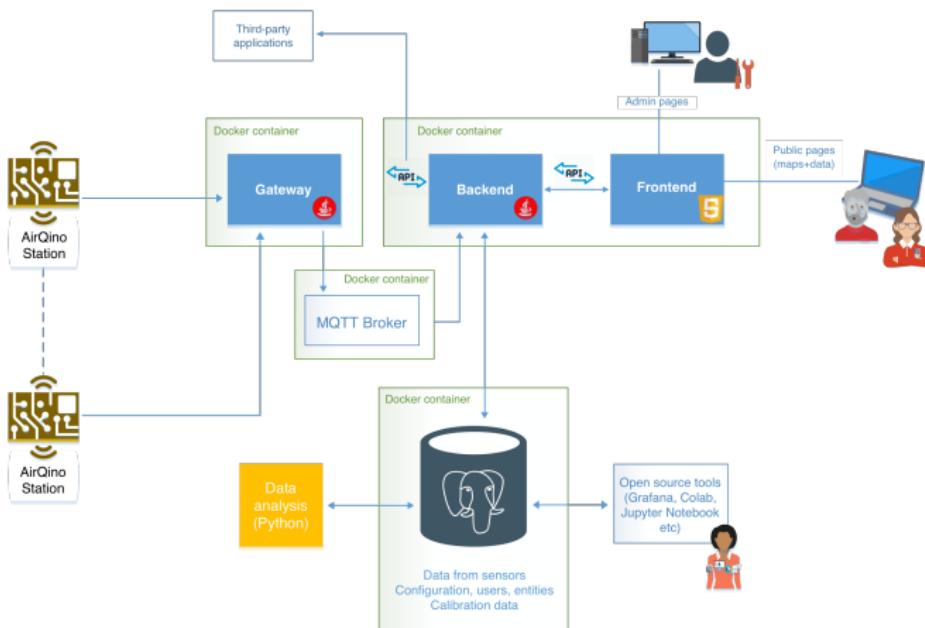


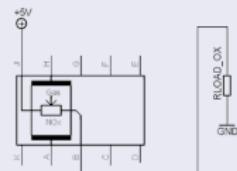
Figura: Architettura della piattaforma

La piattaforma AirQino (3/3)

MiCS-2714 per NO₂



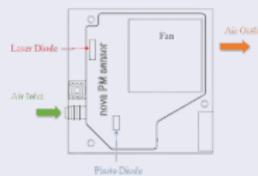
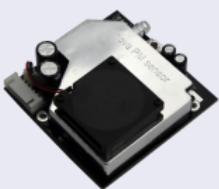
(a) Sensore



(b) Circuito

- ▶ Di tipo MOS
- ▶ Basato su ossidoriduzione
- ▶ Uscita in *counts*

SDS011 per PM_{2.5} e PM₁₀



(c) Sensore

(d) Componenti

- ▶ Basato su principio di diffusione ottica
- ▶ Uscita in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- ▶ Più costoso

Obiettivi

- ▶ Sviluppi tecnologici alla piattaforma
 1. Miglioramento dell'**affidabilità** dei dati provenienti dai sensori
 2. Riduzione dei **tempi di risposta** dal database
- ▶ Studio e confronto tra diverse tecniche volte a migliorare l'accuratezza del processo di **calibrazione** dei sensori (sia NO₂ che PM)
- ▶ Sviluppo di un'**interfaccia web** per facilitare la calibrazione *massiva* di centraline

Replica del database (1/2)

Replica

Tutti i dati del database vengono copiati e distribuiti su un altro spazio fisico. La nuova istanza agisce come nodo secondario.

Vantaggi:

- ▶ Maggiore **affidabilità**
- ▶ Miglioramento delle **prestazioni**
- ▶ Maggiore **sicurezza** dei dati

Svantaggi:

- ▶ Mantenimento
- ▶ Implementazione
- ▶ Costo

Replica del database (2/2)

Streaming replication

Funzionalità che consente di replicare i dati in tempo reale da una istanza di database Postgres a un'altra

- ▶ Replica di sola lettura
- ▶ Basata su **WAL**
- ▶ Automazione con Docker

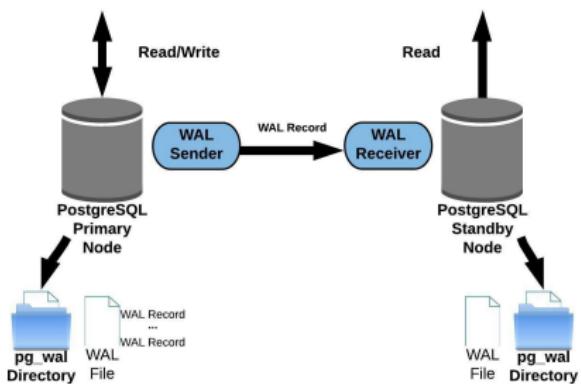


Figura: Streaming replication

Ottimizzazione di query temporali (1/2)

Continuous aggregates

Funzionalità di **Timescale** per aggregare dati in tempo reale in maniera incrementale

- ▶ Miglioramento delle **performance**
- ▶ Aggiornamento automatico in background dei dati aggregati
- ▶ Risparmio di **spazio**

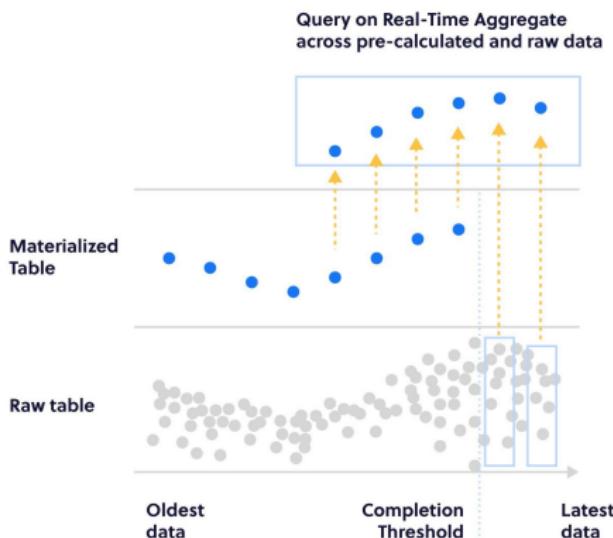


Figura: Continuous aggregates

Ottimizzazione di query temporali (2/2)

Tempi di risposta della query per estrarre la media oraria di NO₂ dell'ultima settimana da tutte le centraline **AirQino**:

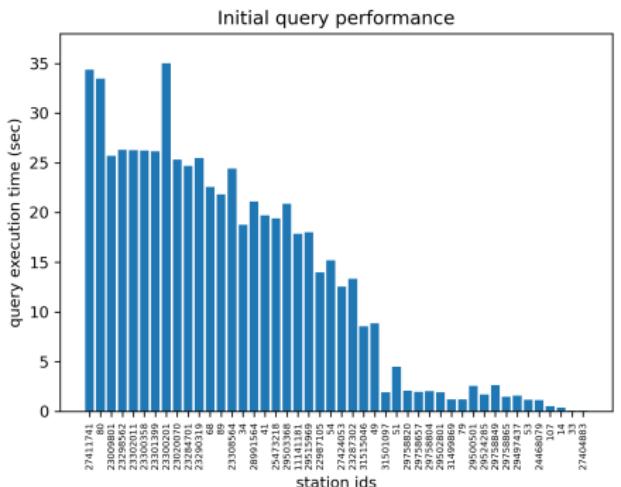


Figura: Prima dell'ottimizzazione

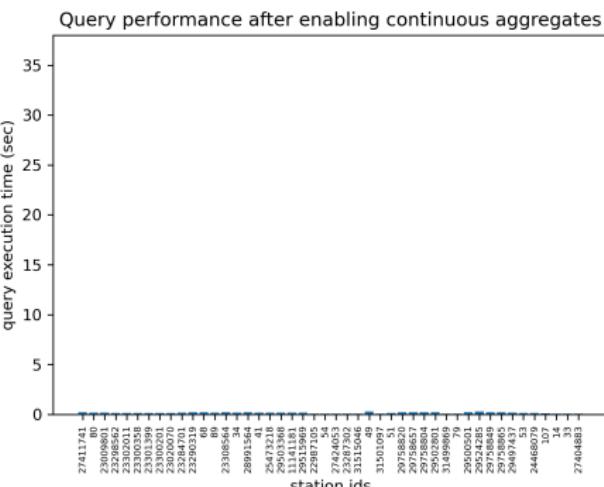


Figura: Dopo l'ottimizzazione

Calibrazione

Interfaccia

Conclusioni e sviluppi futuri