



LABORATORY OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY
DEPARTMENT OF BIOSCIENCE, BIOTECHNOLOGIES AND ENVIRONMENT
UNIVERSITY OF BARI ALDO MORO



Sviluppo di un approccio sensor-based per il monitoraggio in continuo di inquinanti all'interno della Basilica di San Pietro

Alessia Di Gilio¹, Jolanda Palmisani¹, Annalisa Marzocca¹, Marirosa Nisi¹, Lucia Pastore¹, Fabio Cerino², Gianluigi de Gennaro¹

¹ *Laboratorio di Sostenibilità Ambientale, Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Ambiente
Università degli Studi di Bari Aldo Moro*

² *Befreest srl*



LABORATORY OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY
DEPARTMENT OF BIOSCIENCE, BIOTECHNOLOGIES AND ENVIRONMENT
UNIVERSITY OF BARI ALDO MORO



Obiettivo del Progetto

Valutazione della qualità dell'aria all'interno della Basilica di San Pietro





Obiettivo del Progetto

1. Valutazione della qualità dell'aria all'interno della basilica attraverso il monitoraggio ad elevata risoluzione temporale dei principali microinquinanti sia in fase gassosa sia particellare
 - a. Valutazione del rischio di trasmissione aerea di patogeni tra gli astanti in Basilica attraverso il monitoraggio dell'anidride carbonica
 - b. Valutazione dell'impatto della combustione dell'incenso durante le celebrazioni liturgiche



La rete di monitoraggio



NOSE 4.0

- CO₂
- Composti Organici Volatili totali (COV totali)
- Polveri (PM10, PM2.5)
- Parametri Micrometeorologi (Umidità, Temperatura)





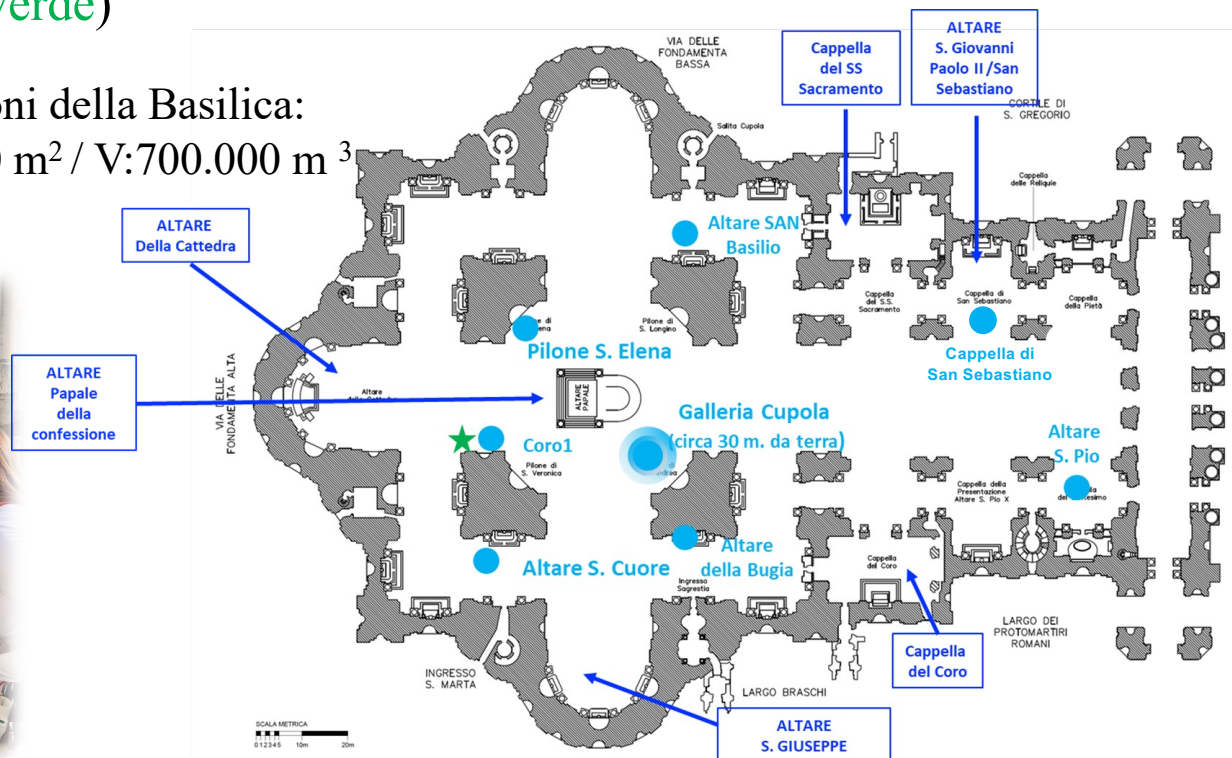
TEMPORALE e SPAZIALE a partire dal 11
Ottobre 2023 ad oggi

Sette sensori NOSE 4.0 (pallino blu)

Altare Sacro Cuore
Altare della Bugia
Altare San Basilio
Altare San Pio X
Altare San Sebastiano
Pilone Santa Elena
Coro
Cupola

Un analizzatore di IPA (stellina verde)

Dimensioni della Basilica:
circa 23.000 m² / V:700.000 m³





Perché misurare la CO₂?

Recenti evidenze scientifiche hanno mostrato che l'anidride carbonica (CO₂) negli ambienti indoor è una variabile correlata alla trasmissione del virus SARS-CoV-2, perché da conto dei ricambi d'aria e della diluizione del virus.

'Quanto è stata già respirata l'aria che sto respirando'



Perché misurare la CO₂?

Classe di rischio

Rischio Basso	Rischio moderato	Rischio alto	Rischio molto alto
< 700 ppm	>700 ppm <800 ppm	>800 ppm < 1000 ppm	> 1000 ppm



Environmental Research 202 (2021) 111560



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Environmental Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envres



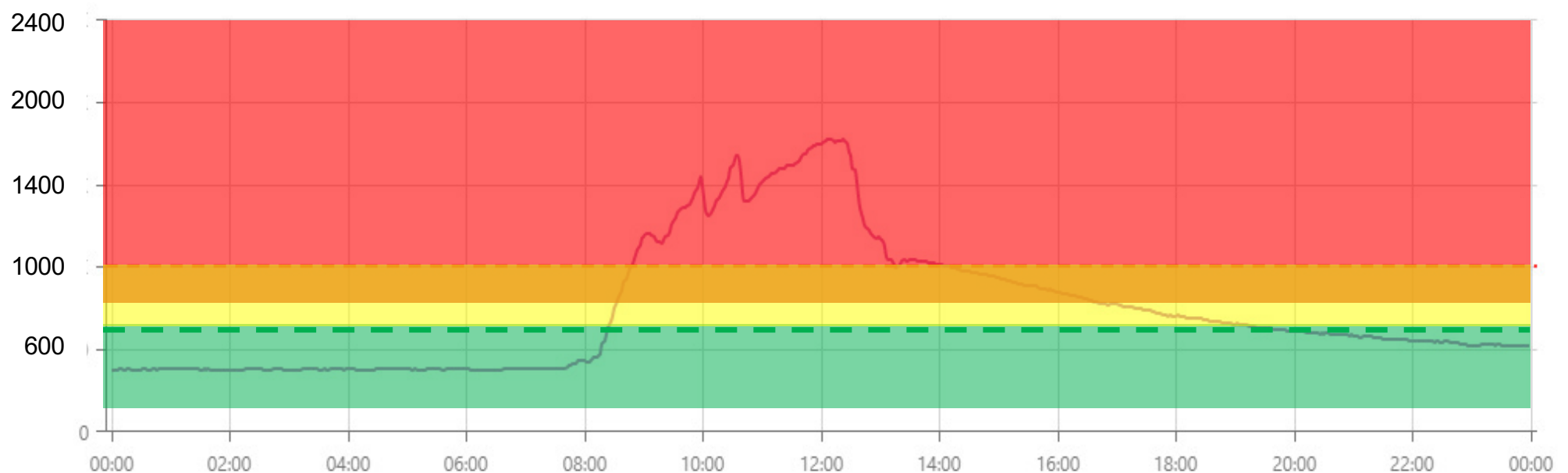
CO₂ concentration monitoring inside educational buildings as a strategic tool to reduce the risk of Sars-CoV-2 airborne transmission

Alessia Di Gilio^{a,*,1}, Jolanda Palmisani^{a,*,1}, Manuela Pulimeno^b, Fabio Cerino^c,
Mirko Cacace^c, Alessandro Miani^d, Gianluigi de Gennaro^a



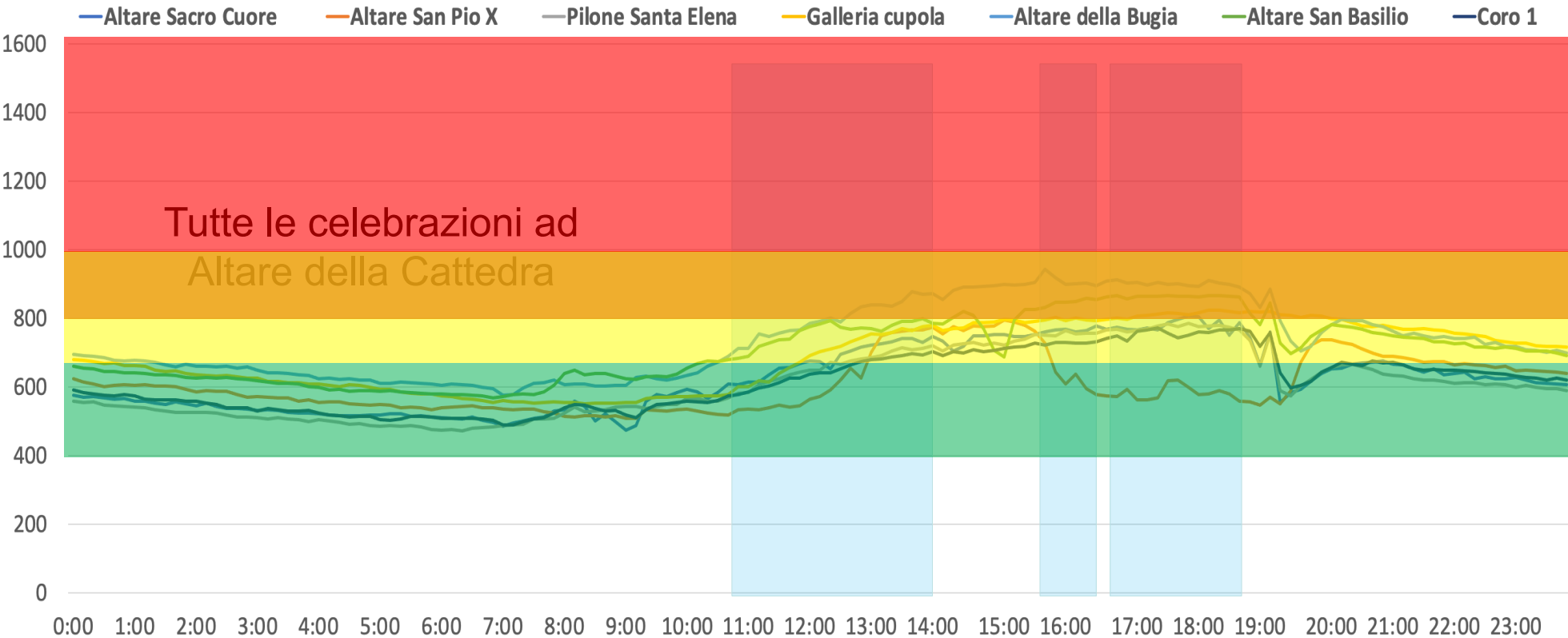
Cosa troviamo generalmente nelle scuole...

CO₂ (ppm)



Giorno tipo: worst case 2024

Messa senza incenso

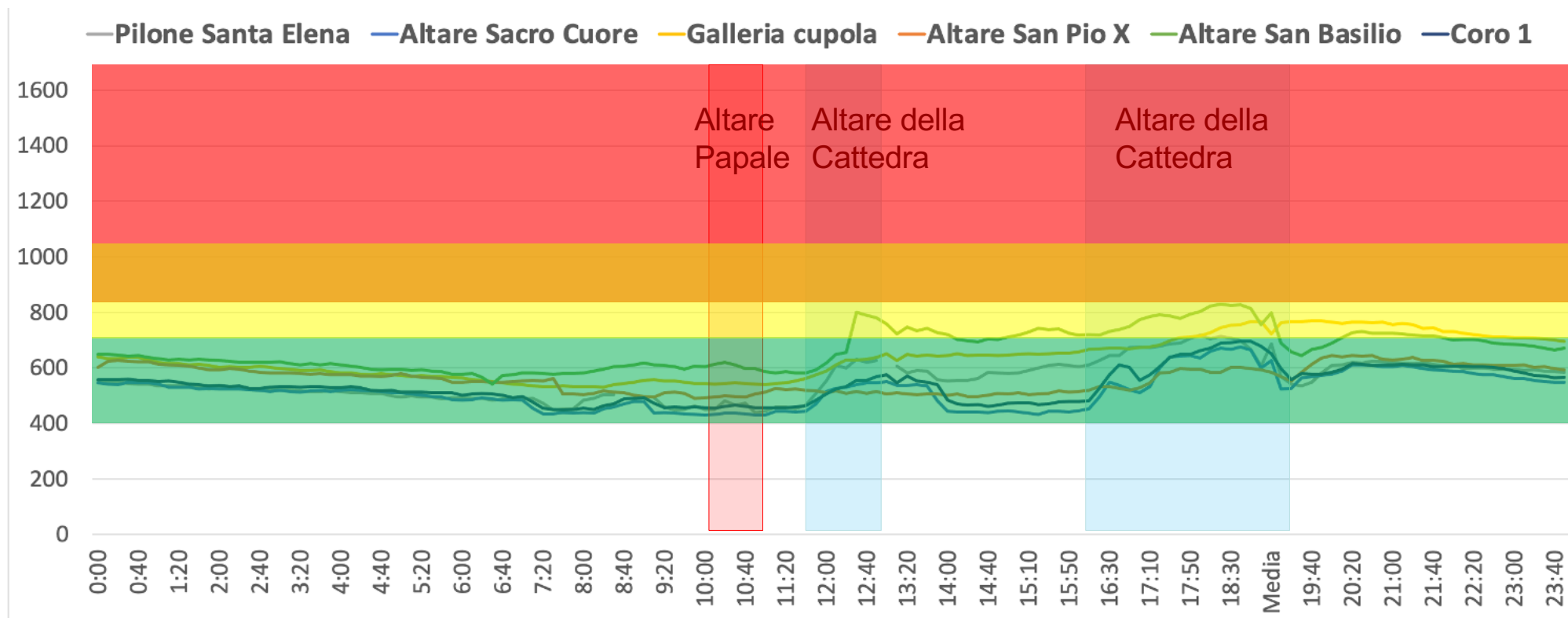
CO₂



Messa senza incenso

Messa con incenso

Giornata critica 2024 con messe con 1000 fedeli e 30 celebranti

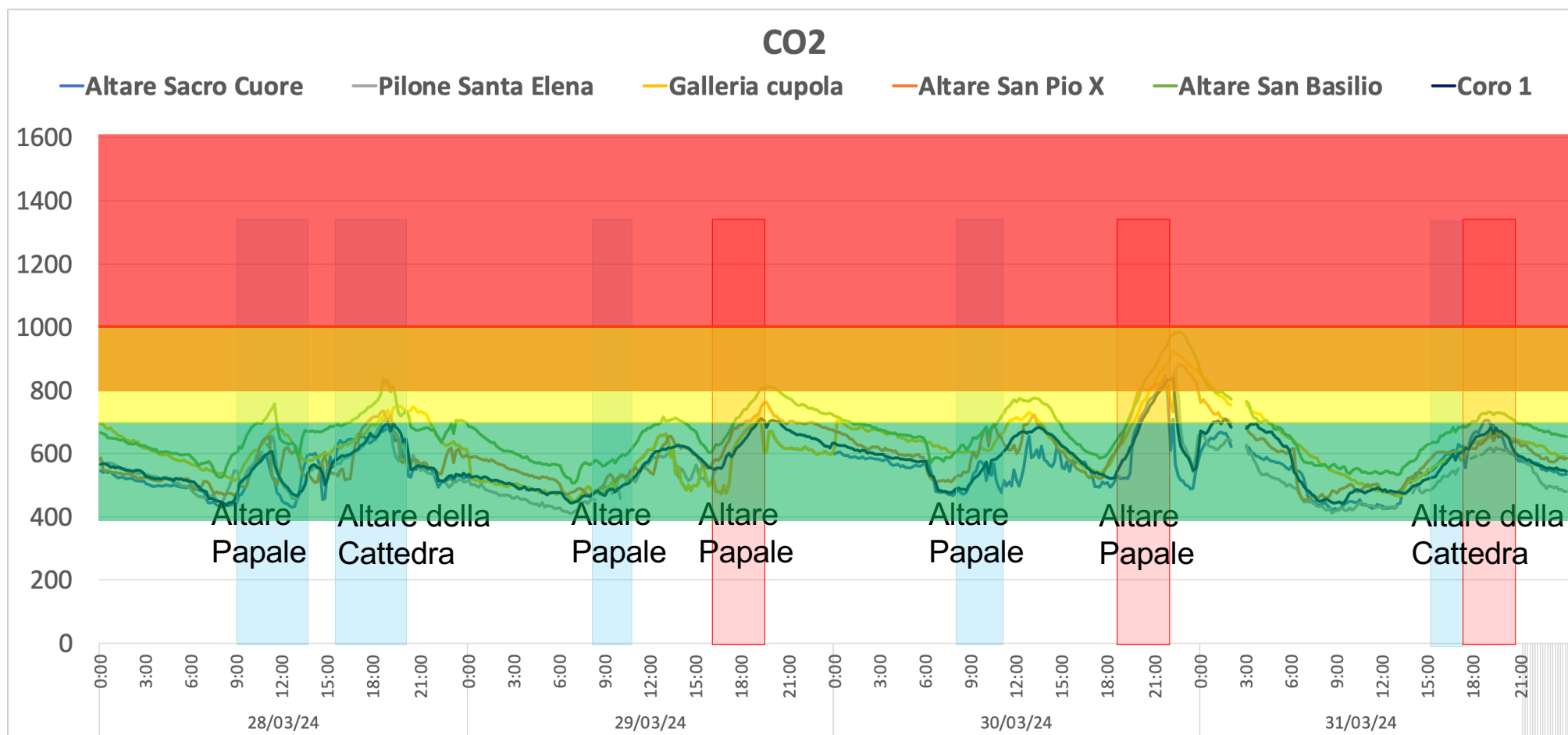




Pasqua 2024

- Messa senza incenso
- Messa con incenso

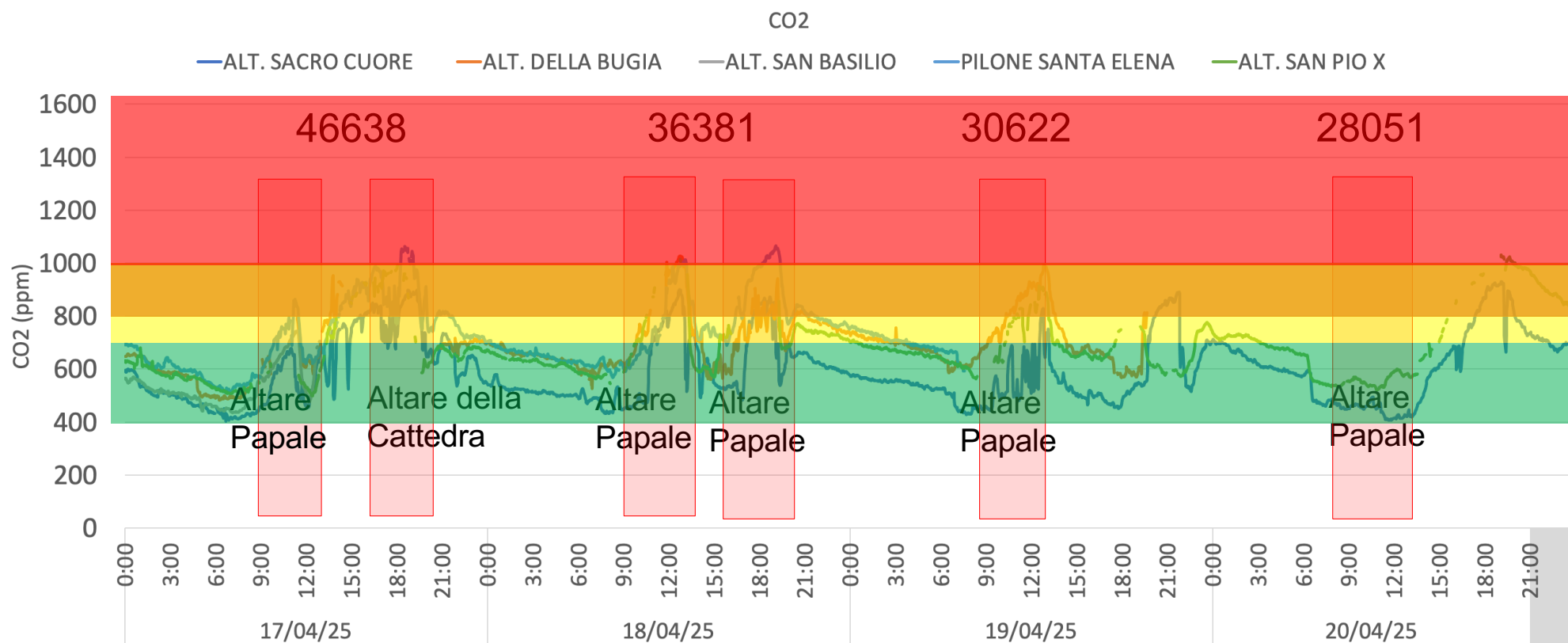
CO2





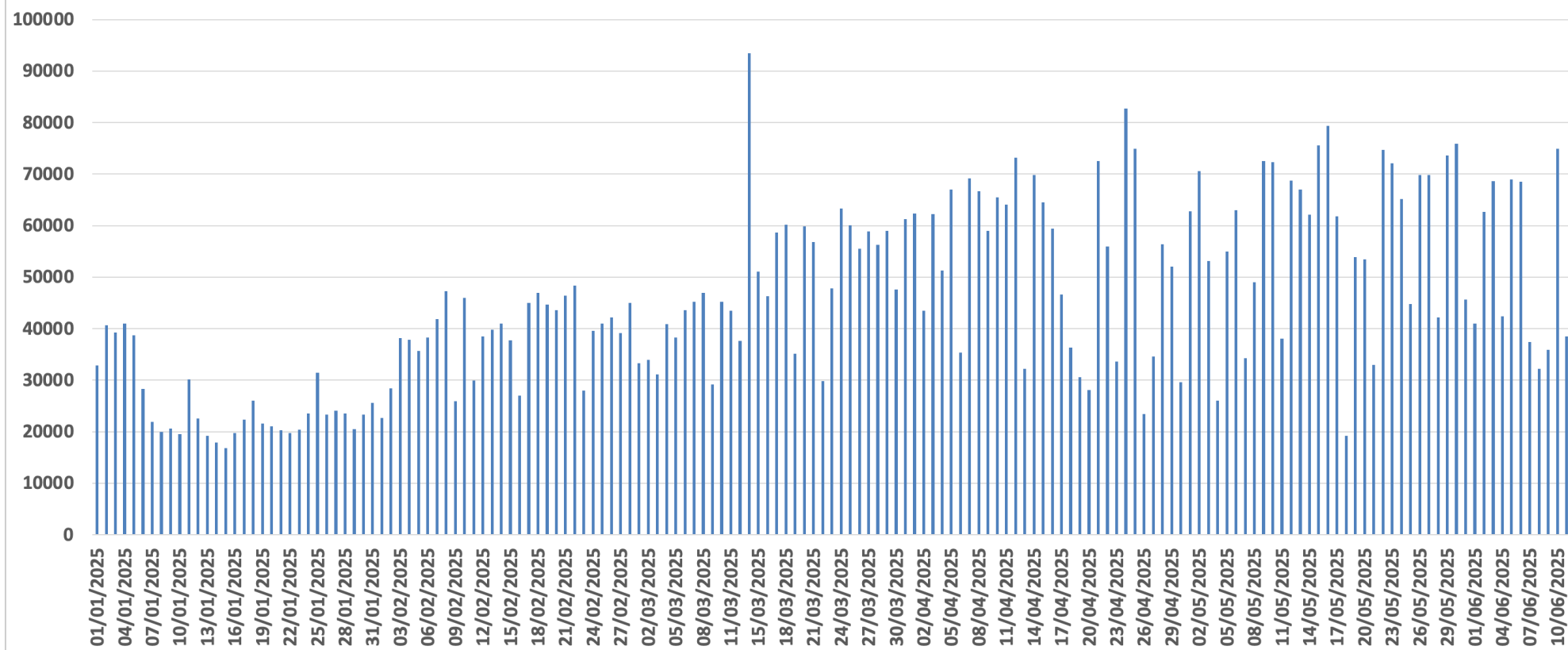
Pasqua 2025

- Messa senza incenso
- Messa con incenso





Ingressi giornalieri 2025

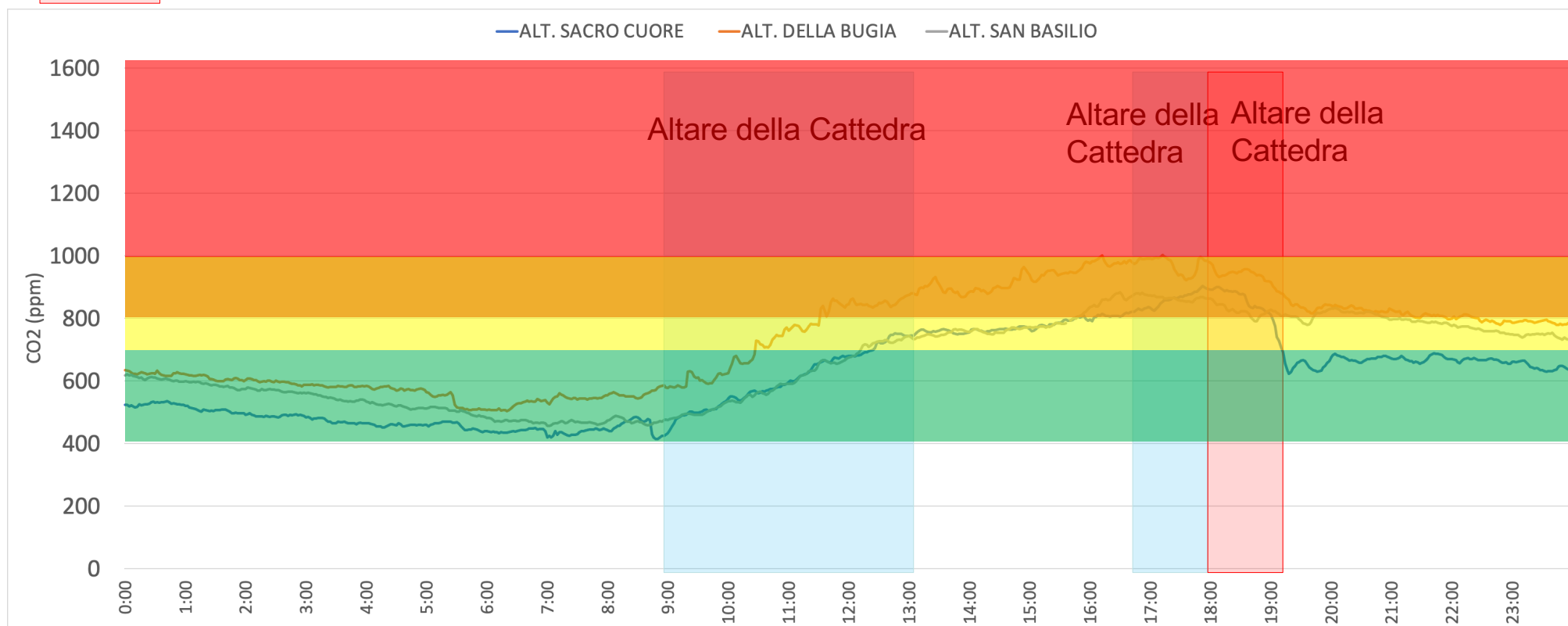




Giornata critica : 14.3.2025 (93431 ingressi)

Messa senza incenso

Messa con incenso





CONCLUSIONI

- Dall'avvio della collaborazione con la Fabbrica di S. Pietro, ovvero da un anno e mezzo, in corrispondenza di sette postazioni all'interno della Basilica di San Pietro sono monitorate quotidianamente ed in tempo reale le concentrazioni di particolato aerodisperso (PM10 e PM2.5), dei Composti Organici Volatili totali (TVOC), dell'anidride carbonica (CO₂) e dei principali parametri microclimatici, al fine di valutare e monitorare la qualità dell'aria e di stimare il rischio di trasmissione aerea di patogeni.
- I risultati fino ad oggi raccolti mostrano che, sebbene la Basilica di San Pietro sia un sito molto frequentato e luogo di numerose e quotidiane celebrazioni, nonchè soggetto ad un'incrementata affluenza nell'anno giubilare (45000 presenze giornaliere in media), risulta disporre di un'efficace dispersione degli inquinanti, anche durante le ore di maggiore affluenza dei fedeli, in virtù delle grandi volumetrie e dell'ottima ventilazione naturale.
- Le emissioni degli incensi durante talune celebrazioni non contribuiscono significativamente alle concentrazioni di CO₂, non determinando pertanto confondimenti rispetto ai contributi degli astanti, seppur vadano mitigate in relazione al loro impatto intrinseco, come già noto in letteratura.



LABORATORY OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY
DEPARTMENT OF BIOSCIENCE, BIOTECHNOLOGIES AND ENVIRONMENT
UNIVERSITY OF BARI ALDO MORO



Grazie

Gianluigi de Gennaro

gianluigi.degennaro@uniba.it

Docente di Chimica dell'Ambiente e di Valutazione d'Impatto Ambientale
Laboratorio di Sostenibilità Ambientale
Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Ambiente
Università degli Studi di Bari Aldo Moro