AISAM Associazione Italiana di Scienze dell'Atmosfera e Meteorologia

4° Congresso Nazionale AISAM Milano, 15-19 febbraio 2022

Monitoraggio atmosferico della CO_2 attraverso sensori wearable applicati a colombi in città

Annalisa Di Bernardino[1], Valeria Jennings[2], Giacomo Dell'Omo[2], Marco Cacciani[1]

1. Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Fisica, Roma, 00185, Italia
2. Ornis Italica, 0199, Roma, Italia

ABSTRACT

Il monitoraggio della qualità dell'aria nelle città è fonte di crescente preoccupazione a causa delle sue implicazioni per la salute umana. Oltre ai gas serra e agli inquinanti atmosferici, come particolato atmosferico, benzene e ossidi di azoto, già regolamentati dalle normative in vigore, l'anidride carbonica (CO_2) è stata recentemente inserita tra i gas responsabili del cambiamento climatico (Coutts et al., 2007), con serie conseguenze per la salute umana (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021). La concentrazione di CO_2 in atmosfera è strettamente correlata alle emissioni antropiche, in quanto dovuta principalmente all'utilizzo di combustibili fossili.

Nei centri urbani, la concentrazione di CO_2 è tradizionalmente monitorata attraverso misure puntuali da stazioni di terra (Estrada et al., 2021) che non possono essere considerate come rappresentative dell'intero Planetary Boundary Layer (PBL), ovvero dello strato di atmosfera più prossimo al suolo.

In questo lavoro vengono presentati i risultati preliminari ottenuti con un dispositivo low-cost sviluppato per applicazioni su uccelli, che integra un localizzatore GPS e sensori atmosferici calibrati per la misura real-time ad alta risoluzione spaziale e temporale (0,5 Hz) di parametri chimico-fisici (concentrazione di CO_2, pressione atmosferica, temperatura e umidità). Al fine di effettuare misurazioni all'interno del PBL, e non soltanto in superficie, questi sensori sono stati applicati a colombi viaggiatori (*Columba livia domestica*, Figura 1) rilasciati nel centro di Roma per campionare l'aria urbana nel loro percorso di ritorno alla colombaia, situata nell'area rurale al di fuori del centro cittadino.

Figura 1
Esempio di colombo viaggiatore dotato di sensore atmosferico sulla schiena.

SVILUPPO E DESIGN DEI SENSORI

Lo sviluppo dei campionatori miniaturizzati è stato effettuato in collaborazione con la società privata *Technosmart Europe srl* (Roma, Italia). Il dispositivo si basa su un prodotto esistente già commercializzato dall'azienda, un piccolo data logger GPS con antenna a filo alimentato da una batteria da 200 mA (AxyTrek).

Nell'attuale configurazione, i componenti elettronici del data logger hanno un design altamente aerodinamico e sono sprovvisti di protezione esterna, in modo da limitare il più possibile le interferenze tra le misurazioni e le attività di routine degli uccelli (es. respirazione, volo, ecc.) ma, al tempo stesso, non permettendo misurazioni in caso di precipitazioni.

Per le misurazioni atmosferiche, quattro sensori sono stati integrati al GPS creando un dispositivo lungo 50,0 mm e largo 20,0 mm, più un'antenna lunga 40 mm, con un peso finale medio di 14,60 ± 0,01 g, inclusa la batteria da 5 g (Figura 2).

SENSORI ATMOSFERICI

BME280, Bosch Sensortec, Reutlingen, Germania

- pressione barometrica (intervallo operativo: 300-1100 hPa; accuratezza: ± 1 hPa)
- temperatura (accuratezza: ± 1 °C)
- umidità relativa (accuratezza: ± 3 %)

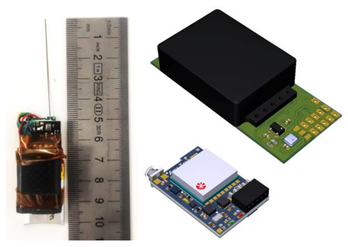

Figura 2
Fotografia (a sinistra) e vista schematica (in alto a destra: sensore di CO_2 su circuito stampato, in basso a destra: data logger AxyTrek) del data logger miniaturizzato.

SENSORE CO_2

Sense air, Sunrise AB, Delsbo, Svezia

- dimensioni: 33,5(Lu) x 19,7(La) x 11,5(A) mm^3
- peso: 5 g
- intervallo operativo: 400-5000 ppm
- accuratezza: ± 30 ppm

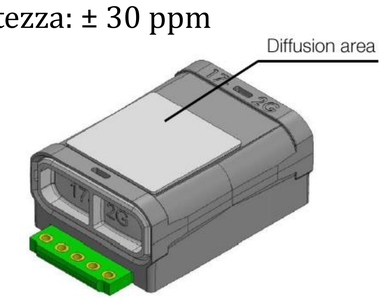

Figura 3
Vista schematica del sensore di CO_2. L'area di diffusione del gas è evidenziata in grigio chiaro.

CAMPAGNA DI MISURA: RISULTATI PRELIMINARI

- Punto di rilascio: campus Università La Sapienza (41.90° N, 12.51° E)
- Punto di arrivo: piccionaia (41.58° N, 12.37° E)
- Frequenza campionamento parametri atmosferici: 1Hz
- Frequenza campionamento CO_2: 2 Hz

ID volo	Giorno	Ora rilascio (UTC)	Ora arrivo (UTC)	Durata (min)	Distanza (km)	CO_2 media (ppm)	CO_2 min. (ppm)	CO_2 max. (ppm)
1	21/01/2021	08:22	08:39	17.0	16.6	613	533	797
2	26/01/2021	08:29	09:07	37.7	27.0	567	498	725
3	28/01/2021	07:55	08:44	48.8	14.5	659	544	798
4	29/01/2021	08:15	11:37	202.1	47.8	562	457	797
5	29/01/2021	08:16	08:40	24.5	23.2	655	578	799
6	05/02/2021	09:09	09:39	30.2	17.5	637	572	777
7	05/02/2021	09:09	10:24	75.4	19.7	584	489	786
8	08/02/2021	08:40	10:37	116.8	14.1	565	452	798
9	19/03/2021	09:02	09:25	23.0	18.7	497	476	576
10	01/04/2021	07:04	12:13	309.2	25.1	560	504	765
11	07/04/2021	07:06	12:53	347.6	26.0	465	410	558
12	07/04/2021	07:01	09:37	156.0	38.3	531	481	696
13	09/04/2021	08:57	09:06	8.5	9.4	455	436	481
14	09/04/2021	08:52	09:06	14.2	15.2	578	550	751
15	21/04/2021	07:19	07:34	15.4	14.0	585	514	792
16	23/04/2021	08:15	08:28	13	12.8	614	566	702
17	04/05/2021	07:26	08:09	42.6	11.1	516	472	618
18	06/05/2021	07:18	07:30	12.6	13.8	565	516	688
19	07/05/2021	07:16	09:00	104.6	14.0	571	436	799
20	07/05/2021	07:26	07:38	11.9	13.7	507	493	547
21	11/05/2021	07:18	08:40	81.9	15.1	586	492	730
22	11/05/2021	07:18	07:35	17	12.7	572	478	699
23	15/06/2021	11:19	16:20	1740.3	82.7	673	528	799
24	15/06/2021	06:18	14:49	510.2	35.8	566	439	793
25	18/06/2021	06:35	07:55	79.9	16.3	626	538	790

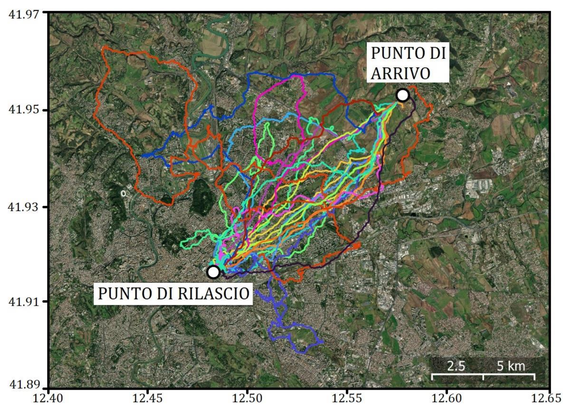

Figura 4
Tracciati seguiti dai colombi nei diversi rilasci.

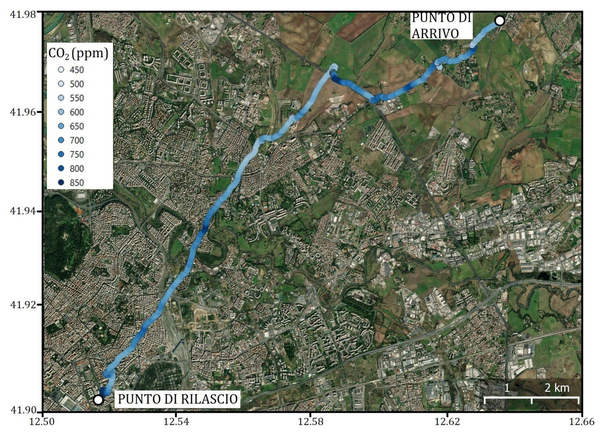

Figura 5
Concentrazione di CO_2 lungo il tracciato del volo #4 del 29/01/2021.

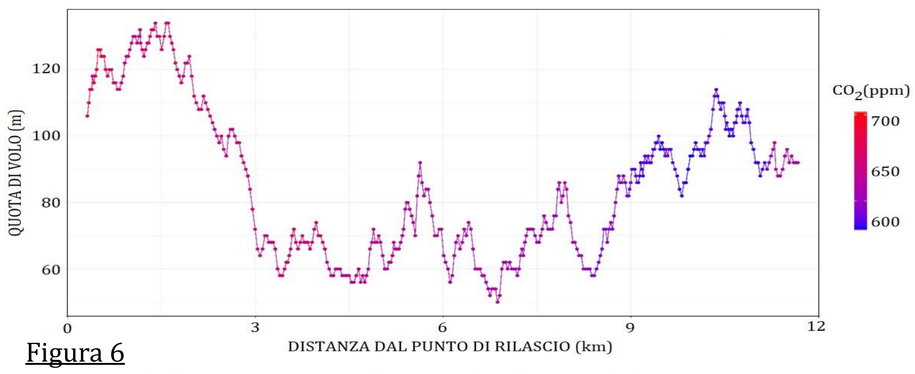

Figura 6
Tracciati della CO_2 misurata durante il volo #14 del 09/04/2021.

CONCLUSIONI

I sensori sviluppati hanno mostrato risultati incoraggianti, permettendo di evidenziare i gradienti orizzontali e verticali della concentrazione di CO_2 in ambiente urbano. Nei prossimi mesi sono previsti ulteriori sviluppi tecnologici e campagne di misura in diverse condizioni ambientali.

BIBLIOGRAFIA:

- Intergovernmental Panel on Climate Change (2021) Climate Change 2021: The Physical Science Basis Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. In Press. 41pp.
- Coutts A.M. et al. (2007) Characteristics influencing the variability of urban CO_2 fluxes in Melbourne, Australia. Atmospheric Environment, 41(1), 51-62
- Estrada F. et al. (2021) Spatial variations in the warming trend and the transition to more severe weather in mid latitudes. Scientific Reports, 11(1), 1-9