

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

Relazione per la prova finale
**«Studio dell'effetto dei rotori sull'acquisizione delle
misure di sensori sull'inquinamento atmosferico»**

Tutor universitario: Prof. Colombatti

Laureando: *Bradaschia Davide*

Padova, 20/9/2022

- Riscaldamento globale ed Effetto Serra
- Inquinamento dell'aria
- Qualità dell'aria che respiriamo
- Necessità di conoscere meglio il problema e risolverlo



1. Confrontare misure fatte durante fase di volo e a terra
2. Determinare l'influenza dei rotori sulla qualità delle misure
3. Determinare una posizione ideale per i sensori

Analisi Rilevamenti Inquinanti Atmosferici.

Progetto studentesco guidato dallo staff del Center for Space Studies and Activities (CISAS) dell'Università di Padova.

Uso di droni come stazioni di rilevamento mobili.

Approccio innovativo nell'ottenimento di dati nello spazio 3D anche verticalmente e attorno ad edifici.

Analisi Rilevamenti Inquinanti Atmosferici.

Progetto studentesco dell'Università di Padova.
Uso di droni come stazioni di rilevamento mobili.

Drone assemblato dagli studenti universitari del progetto A.R.I.A.

- Tarot 650 Sport drone
- Hex Cube Black Flight Controller
- HERE2 GPS system
- 4 rotori Tarot 4114-11 equipaggiati con eliche modello DJI
- Raspberry pi2
- 4 sensori Alphasense AFE
- Nova SDS011 PM per rilevare valori di PM2.5 e PM10
- Radio Taranis 9D+ e ricevitore 8XR



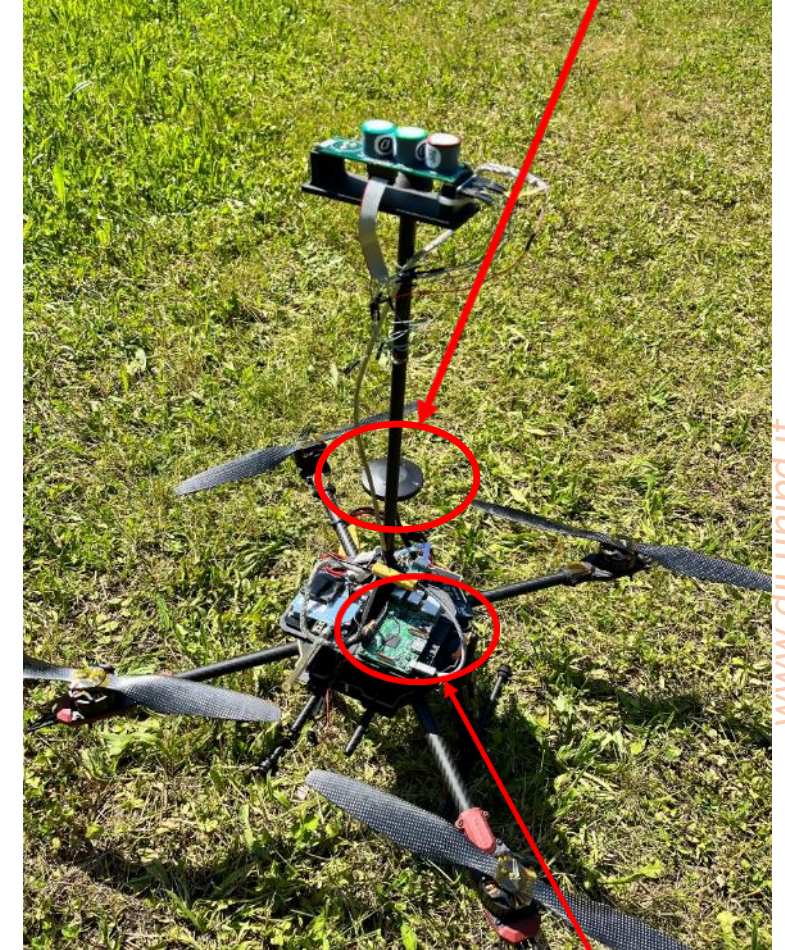
Sensori gas atmosferici



a) Drone in volo stazionario a 1 m di altezza

Sensori Particolato

Antenna GPS

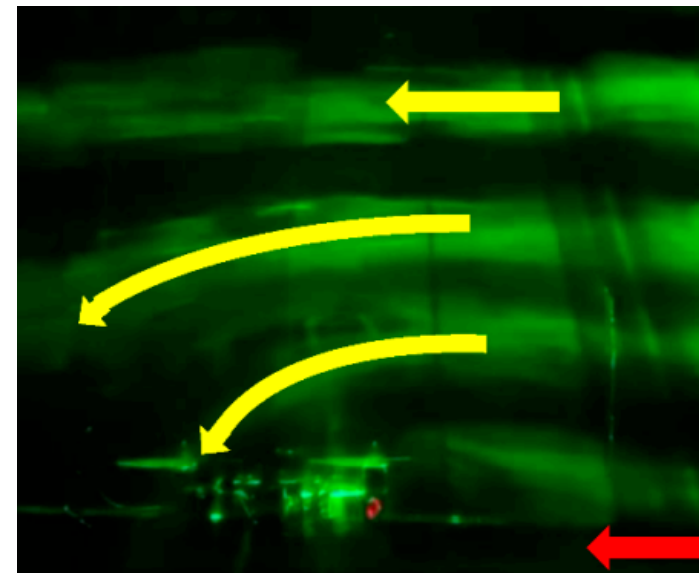
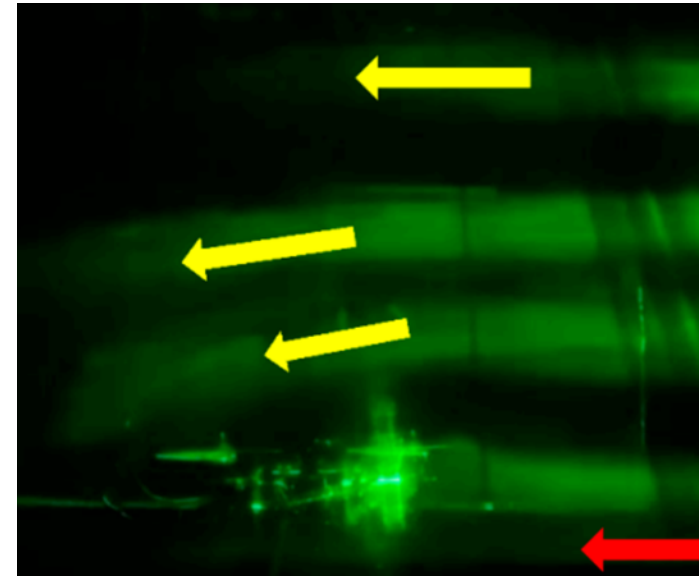


b) Drone a terra

Raspberry Pi2

1. Teoria impulsiva
2. Studi sui flussi indisturbati attorno ad un drone
3. Calcoli preliminari

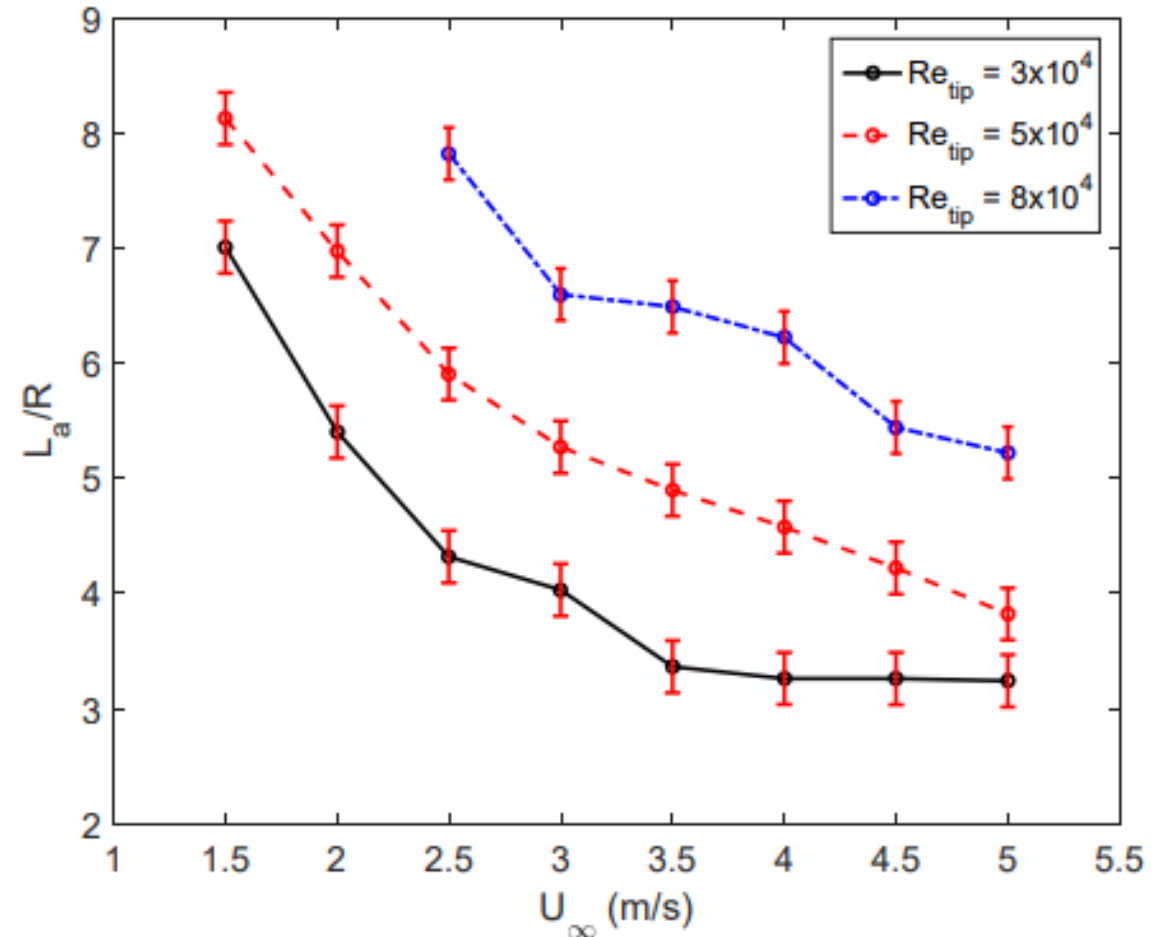
Studi di :
Tognaccini R. 2011 aerodinamica dell'ala rotante 2022
Throneberry G. 2022 Wake propagation and characteristics of a Multi-Rotor unmanned vehicle in forward flight 2022



TEORIA ED ESPERIMENTI PRECEDENTI

Dalla letteratura:

TAROT						
Floating Current	Voltage (V):	Current (A)	RPM			
空载电流	10	0.4	N/A			
	22.2	0.5	N/A			
	25.2	0.6	N/A			
THRUST TEST 拉力测试						
Propeller 桨:	DJI-15x5					
Thrust 拉力 (kg)	Voltage (V):	Current (A)	RPM	g/W	W/Kg	
1.0	25	5.2	4370	7.69	130.00	
1.5	25	7.4	5045	8.11	123.33	
2.0	25	11.1	5755	7.21	138.75	
2.5	25	15.1	6311	6.62	151.00	
MAX THRUST TEST 最大拉力测试						
Propeller 桨:	DJI-15x5					
Thrust 拉力 (kg)	Voltage (V):	Current (A)	RPM	g/W	W/Kg	
2.15	22.2	14.5	5979	6.68	149.72	
2.65	25.2	16.8	6655	6.26	159.76	



Facendo i conti per i valori di max thrust ottengo T_c , da cui posso ricavare ω e poi Re .

$T_c = 6,7 \times 10^{-4} = 670 \text{ rad/s}$ $Re_{tip} = 118,8077 \times 10^4 \rightarrow$ Ci aspettiamo disturbi $> 8R$

ato pu reggio

Velocità flusso indisturbato perpendicolare alle eliche

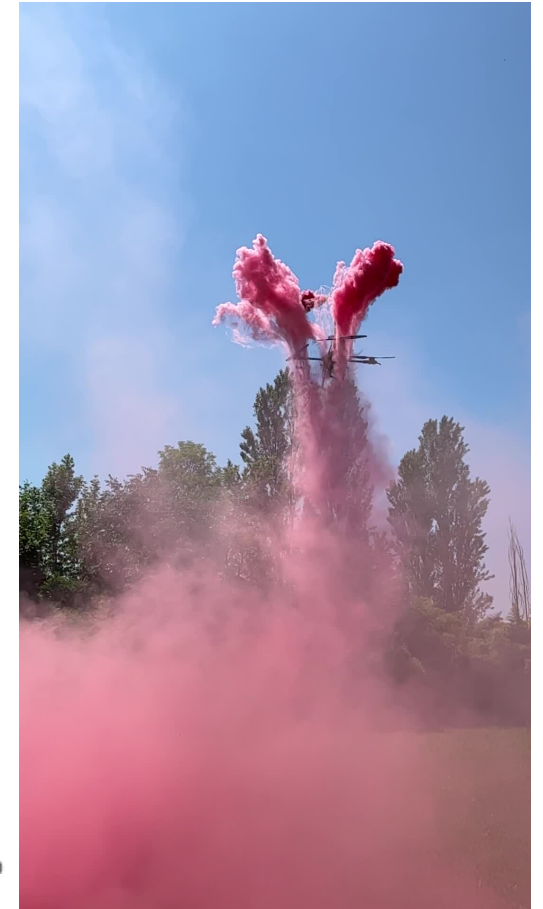
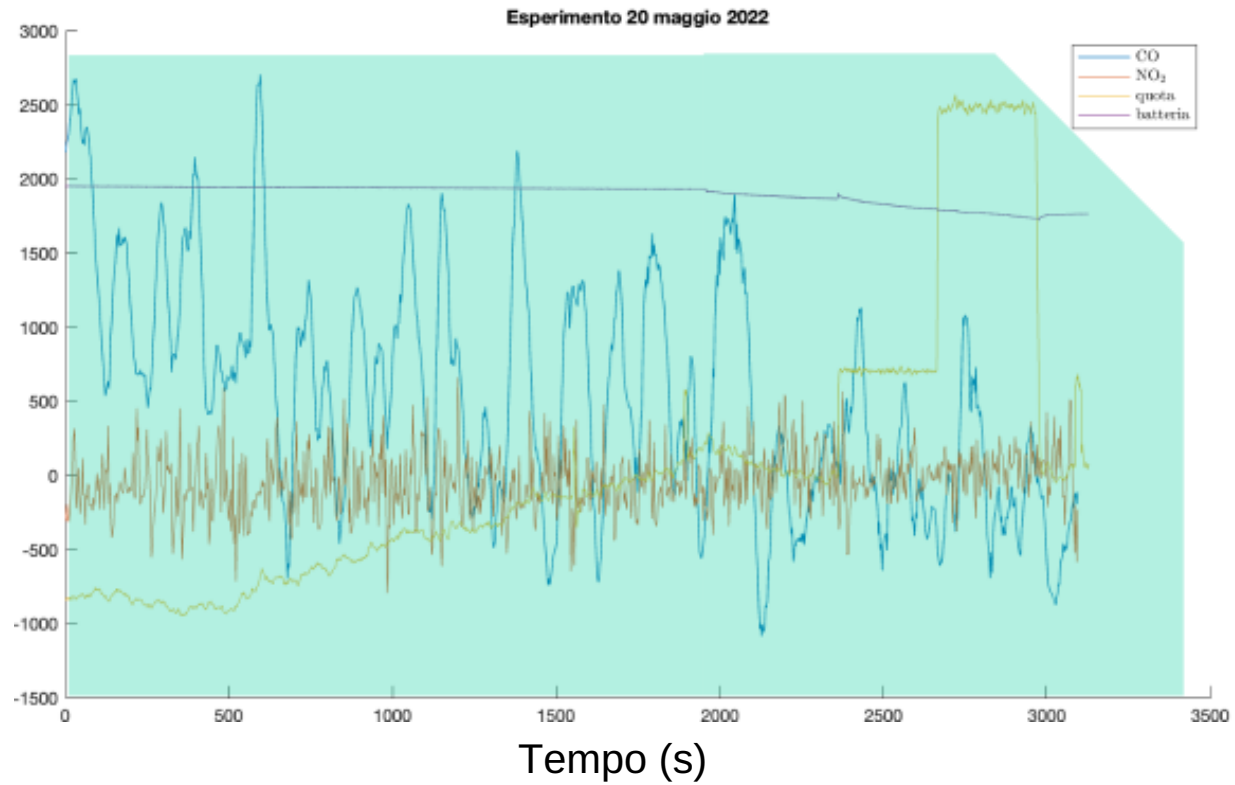
1. Asta con fumogeno ($L = 50$ cm)
2. Fumogeno doppio
3. Durata fumogeno 25 sec.
4. Volo stazionario a 3 m
5. Vento a 3 nodi e raffiche a 9 nodi verso nord-est
6. Velocità uscita del fumo



Asta lunga 50 cm con fumogeno montato



(a) Volo stazionario a 3 m di quota



(b) Video volo con accensione

(c) volo rallentato 960 frames per secondo

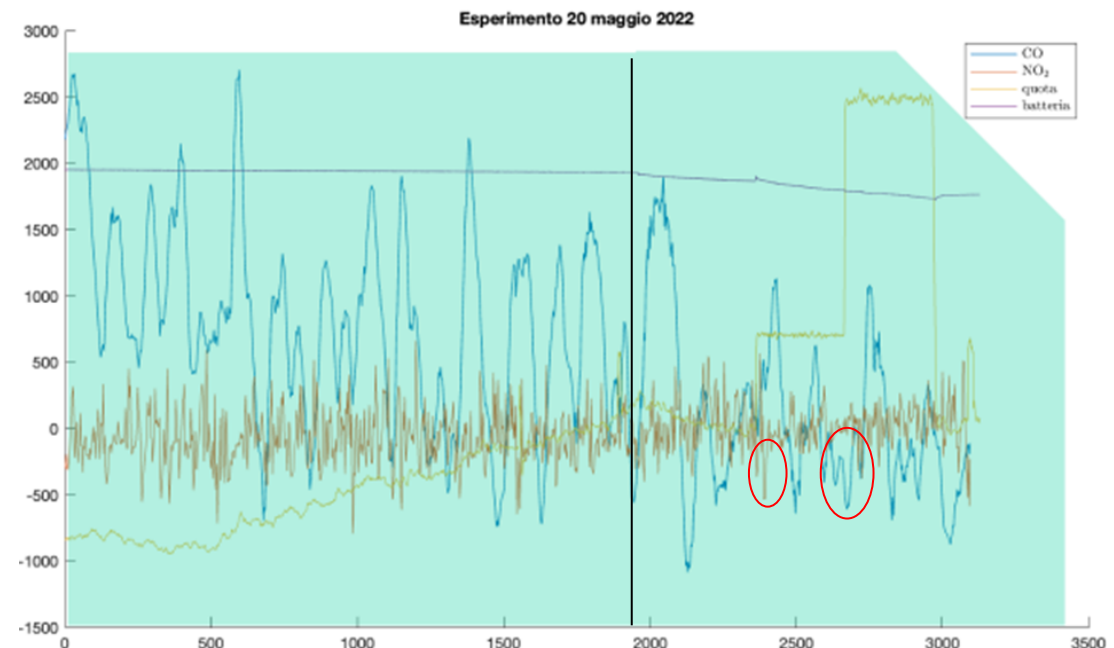
... i misurati (μg...)

Dai calcoli preliminari ci aspettavamo disturbi al flusso d'aria fino a una distanza verticale sopra il drone pari a più di 8 volte il raggio delle pale ($\sim 3,04$ m ricordando che il raggio delle pale è 38 cm).

Questo è confermato per il drone in salita, ma non nel volo stazionario.

Il fumo colorato a 50 cm dai rotori non viene tutto risucchiato dalle eliche in fase di volo stazionario, ma solo una parte. (c)

Per quanto riguarda all'acquisizione dati, si può notare come a 1950 secondi sono state accese le eliche a drone fermo a Terra e i valori del sensore di CO si riducono in ampiezza di un valore significativo. Presentano inoltre disturbi nella fase di salita e discesa del drone.



CONCLUSIONI

Posizionare i sensori in posizione centrale al drone e sopraelevata è una buona scelta, in quanto i flussi sotto il drone e attorno sono più intensi che nella parte superiore.

Un'asta più lunga renderebbe più attendibili i dati presi, in quanto allontanerebbe i sensori dalla sorgente di disturbo aerodinamico.

La fase di acquisizione dati, va fatta a drone stazionario per minimizzare l'intensità del disturbo del rotore.

Ulteriori studi sono necessari per poter avere una teoria matematica che ne descriva gli effetti, ma dalle osservazioni fatte si nota che c'è un effetto apprezzabile sulla qualità delle misure fatte da quando sono accese le eliche, ma non possiamo dire con certezza se siano gli effetti aerodinamici o problematiche legate all'elettronica di bordo.

Test futuri necessiterebbero fumogeni a durata maggiore e condizioni controllate di vento, per ottenere delle condizioni al contorno sperimentali da usare all'interno di un programma cfd ed ottenere una combinazione numerica e sperimentale del fenomeno.