



Monitoraggio di precisione del mais con BME680

CENTRO RISORSE FLIGHT

DSU RCSOO “Kiro Burnaz”



**Co-funded by
the European Union**

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Sommario

1. INTRODUZIONE	2
2. DESTINATARI	2
3. SETTORE DI APPLICAZIONE	2
4. TIPO	2
5. DRONE UTILIZZATO	2
6. DURATA.....	3
7. OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO	3
8. COMPETENZE CHIAVE SVILUPPATE	3
1. Comunicazione e lingue	3
2. Competenze matematiche, scientifiche, tecniche e professionali	3
4. Competenze personali, sociali e professionali	3
6. Cittadinanza e competenza culturale.....	4
7. Creatività, capacità di risoluzione dei problemi e spirito imprenditoriale	4
8. Apprendimento basato sul lavoro e integrazione nel mondo del lavoro	4
9. PREREQUISITI.....	4
10. SCHEMA DELLA LEZIONE.....	4
Fase 1 – Introduzione (Coinvolgimento e contestualizzazione).....	4
Fase 2– Esplorazione (Indagine e confronto)	5
Fase 3 – Applicazione (Esercitazioni pratiche)	6
Fase 4 – Fase 4 – Riflessione e consolidamento (Presentazione)	7
11. CRITERI DI VALUTAZIONE	8
12. MATERIALI DIDATTICI	9



1. INTRODUZIONE

Questo progetto esplora l'utilizzo del **drone personalizzato FLIGHT Kit**, dotato di un sensore **BME680**, per monitorare il microclima dei campi di **mais (Zea mays)**. Gli studenti andranno oltre il semplice monitoraggio visivo per analizzare **temperatura, umidità, pressione e composti organici volatili (VOC)**. L'obiettivo è rilevare fattori di stress "silenziosi", come le **soglie di umidità favorevoli allo sviluppo di funghi** e i **segnali di VOC associati alla presenza di parassiti (Green Leaf Volatiles)**, che sono invisibili a occhio nudo.

2. DESTINATARI

- ☒ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18
- ☐ Oltre i 18 anni

3. SETTORE DI APPLICAZIONE

- ☒ Agricoltura
- ☐ Risposta alle emergenze
- ☐ Costruzioni
- ☐ Gestione delle acque
- ☐ Protezione ambientale
- ☐ Altro

4. TIPO

- ☒ Piano di lezione
- ☐ Progetto

5. DRONE UTILIZZATO

- ☒ Drone personalizzato
- ☐ Drone commerciale (DJI)



6. DURATA

- ☐ 1 lezione da 45 minuti -Portogallo
- ✓ 1 lezione da 60 minuti
- ☐ 1 blocco da 90 minuti
- ☐ 2 lezioni da 45 minuti
- ☐ 2 lezioni da 60 minuti
- ☐ Doppia sessione (2x60 minuti) con compiti a casa facoltativi basati sui progetti

7. OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

01:Questo progetto esplora l'utilizzo del **drone personalizzato FLIGHT Kit**, dotato di un sensore **BME680**, per monitorare il microclima dei campi di **mais (Zea mays)**.

02:Gli studenti andranno oltre il semplice monitoraggio visivo per analizzare **temperatura, umidità, pressione e composti organici volatili (VOC)**.

03:L'obiettivo è rilevare fattori di stress "silenziosi", come le **soglie di umidità favorevoli allo sviluppo di funghi** e i **segnali di VOC associati alla presenza di parassiti (Green Leaf Volatiles)**, che sono invisibili a occhio nudo.

8. COMPETENZE CHIAVE SVILUPPATE

1. Comunicazione e lingue

- ☐ Competenza di alfabetizzazione (comprensione e produzione di testi scritti/orali)
- ✓ La comunicazione in contesti professionali
- ☐ Competenza multilingue

2. Competenze matematiche, scientifiche, tecniche e professionali

- ☐ Competenza matematica
- ☐ Competenza scientifica, tecnologica e ingegneristica (STEM)
- ☐ Competenze numeriche applicate ai compiti lavorativi
- ☐ Interpretazione di informazioni tecniche (manuali, diagrammi, norme)
- ✓ Competenze professionali/tecniche
- ☐ Esecuzione di compiti pratici

3. Competenze digitali

- ☐ Competenza digitale (alfabetizzazione digitale generale)
- ✓ Utilizzo di strumenti digitali in ambito lavorativo

4. Competenze personali, sociali e professionali

- ☐ Competenza personale, sociale e di apprendimento
- ✓ Lavoro di squadra e collaborazione
- ☐ Autonomia e responsabilità



- ☐ Etica del lavoro e comportamento professionale
- ☐ Adattabilità e flessibilità
- ☐ Adaptability and flexibility
- ☐ Collaborazione con supervisori e colleghi

5. Sicurezza, qualità e sostenibilità

- ☐ Applicazione delle norme in materia di salute e sicurezza (OHS/SST)
- ☐ Procedure di qualità e norme sul luogo di lavoro
- ✓ Consapevolezza ambientale e di sostenibilità

6. Cittadinanza e competenza culturale

- ☐ Competenza di cittadinanza
- ✓ Consapevolezza culturale e competenza espressiva

7. Creatività, capacità di risoluzione dei problemi e spirito imprenditoriale

- ☐ Risoluzione dei problemi e pensiero critico
- ☐ Competenza imprenditoriale
- ☐ Iniziativa e creatività
- ✓ Il processo decisionale in situazioni lavorative reali

8. Apprendimento basato sul lavoro e integrazione nel mondo del lavoro

- ☐ Integrazione nelle routine lavorative
- ☐ Seguendo le istruzioni e le procedure professionali
- ✓ Utilizzo di strumenti, attrezzature e tecnologie

Questa lista di controllo unisce le competenze chiave dell'UE per l'apprendimento permanente con le competenze fondamentali previste nell'istruzione e formazione professionale europea (IFP).

9. PREREQUISITI

Gli studenti dovrebbero avere una conoscenza di base delle **norme di sicurezza per il volo dei droni**, una familiarità con la **programmazione in Python o Arduino** e una conoscenza fondamentale del **ciclo di crescita del mais (GDD – Growing Degree Days, gradi giorno di crescita)**.

10. SCHEMA DELLA LEZIONE

Fase 1 – Introduzione (Coinvolgimento e contestualizzazione)

Descrizione:

Discutere i limiti della **tradizionale ispezione visiva**. Come possiamo capire se una pianta è sotto stress prima che diventi marrone? Introdurre il concetto dei **VOCs come “linguaggio silenzioso” del mais**.

Foto/Diagramma:



Co-funded by
the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Domande guida / Discussione in classe:

- “Un drone può ‘annusare’ un’infestazione di parassiti?”
- “Perché l’umidità è più importante a livello della chioma che a 10 metri di altezza?”

Fase 2– Esplorazione (Indagine e confronto)

Descrizione:

Analisi tecnica del sensore di gas MOX (Metal Oxide) del BME680. Confronto tra i dati meteorologici standard e i dati raccolti dal drone a livello della chioma

Photo/Diagram:

Corn Cultivation: Meteorological Standards & Sensor Correlation			
Parametro	Standard scientifico / riferimento	Impatto agricolo	Interpretazione dei dati BME680
Temperatura	Base: 10 °C (50 °F) Ottimale: 24–30 °C Stress: >35 °C (95 °F)	Determina i GDD (Growing Degree Days – gradi giorno di crescita) . Temperature elevate durante la fioritura (emissione del pennacchio) possono causare sterilità del polline e riduzione della resa.	Monitora le “sacche di calore” localizzate. Temperature più elevate a livello della chioma rispetto all’aria circostante possono indicare una ridotta capacità di raffreddamento tramite traspirazione.



Co-funded by
the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Umidità	Ideale: 60–70% Rischio di patogeni: >90% per 12+ ore	Un'elevata umidità favorisce lo sviluppo di patogeni fungini, come la maculatura grigia delle foglie. Una bassa umidità aumenta il fabbisogno idrico della pianta.	Identifica le “ sacche di vapore ” all'interno dei filari. Valori elevati di umidità aiutano a mappare le zone a rischio di malattie senza effettuare un'ispezione fisica delle piante.
Pressione	Standard: circa 1013,25 hPa (livello del mare)	È importante per la precisione del volo verticale e per prevedere l'arrivo di fronti temporaleschi (calo della pressione barometrica).	Utilizzata per calibrare l'altitudine durante il monitoraggio di precisione a livello della chioma . È essenziale per la compensazione dell'accuratezza del sensore dei gas.
VOCs	Riferimento: resistenza elevata (k Ω) Stress: resistenza bassa (k Ω)	Il mais rilascia GLV (Green Leaf Volatiles – composti volatili delle foglie verdi) quando le pareti cellulari vengono danneggiate da parassiti, come la cavalletta militare autunnale (Fall Armyworm) .	Resistenza grezza del sensore ai gas: un calo improvviso della resistenza indica un possibile segnale chimico di “SOS” emesso dalla pianta, consentendo di rilevare potenziali attacchi prima che i danni diventino visibili..

Fase 3 – Applicazione (Esercitazioni pratiche)

Attività pratica:

Montaggio del **BME680** sul **kit FLIGHT**. Gli studenti effettuano una missione di volo a griglia (**3 metri al di sopra dei pennacchi del mais**) per registrare i dati ambientali sincronizzati con le **coordinate GPS**.

Video:

<https://www.youtube.com/shorts/86Z4c-hu7bo>

Foto/Diagramma:

Variabile	Stazione a terra (2 m di altezza)	Simulazione drone (3 m sopra i pennacchi)	Interpretazione agricola
Temperatura	28.5°C	31.2°C	Una temperatura elevata a livello della chioma indica stress idrico (la traspirazione si è arrestata).
Umidità	65%	88%	Un'elevata umidità a livello della chioma aumenta il rischio di malattie fungine (maculatura grigia delle foglie).



Co-funded by
the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

VOCs	150 kΩ (valore di riferimento)	45 kΩ (Picco)	Una significativa diminuzione dei VOC suggerisce un possibile attacco di parassiti in quella specifica zona della griglia.
VPD	1,1 kPa (ottimale)	0.4 kPa (Basso)	L'aria è troppo satura di umidità; la crescita della pianta è ostacolata dalla ridotta traspirazione.

Fase 4 – Fase 4 – Riflessione e consolidamento (Presentazione)

Presentazioni di gruppo

I gruppi presenteranno un **“Report diagnostico sullo stato di salute del mais”** basato sui dati raccolti durante il volo. Ogni presentazione, della durata di **5 minuti**, dovrà includere:

- **Visualizzazione dei dati:** una **heatmap (mappa termica)** o un grafico temporale che mostri la correlazione tra **temperatura dell'aria** e **resistenza grezza ai gas (VOCs)** nelle diverse coordinate del campo campionato.
- **Identificazione dello “stress silenzioso”:** un'analisi degli eventuali **picchi di VOC** rilevati. Gli studenti dovranno stabilire se questi picchi rappresentano una possibile attività di parassiti oppure **rumore ambientale** (ad esempio, macchinari nelle vicinanze o variazioni dell'umidità del terreno).
- **Calcolo del VPD:** una diapositiva che mostri il **Deficit di Pressione di Vapore (VPD)** calcolato per specifiche zone ad alto rischio utilizzando i dati del BME680.

Discussione in classe

L'insegnante guiderà una discussione finale sulle implicazioni **tecniche ed ecologiche** della missione:

- **Interferenza del Prop-Wash:** “In che modo il flusso d'aria generato dal drone ha influenzato le letture del BME680? L'aria campionata proveniva realmente dalla chioma oppure era mescolata con quella degli strati atmosferici superiori?”
- **Impatto economico:** “Se possiamo rilevare un'infestazione di parassiti **48 ore prima** che compaiano danni fisici, quale potrebbe essere il potenziale risparmio in termini di applicazione di pesticidi?”
- **Etica della precisione:** “I dati ad alta risoluzione sul campo sono utili anche per i piccoli agricoltori oppure favoriscono principalmente le grandi aziende agricole industriali?”

Attività di riflessione

Gli studenti completeranno un **“Registro di integrazione dei sensori”**, nel quale rifletteranno sul processo di assemblaggio dell'hardware:

- **Risoluzione dei problemi tecnici:** descrivere un caso in cui il **BME680** non ha registrato i dati e spiegare come il gruppo ha risolto il problema (ad esempio, cablaggio, conflitto dell'indirizzo **I²C** o formattazione della scheda SD).
- **Innovazione futura:** proporre una modifica alla struttura del **kit FLIGHT** o al supporto dei sensori che possa garantire un flusso d'aria più pulito e libero per il sensore VOC durante i voli futuri.



11. CRITERI DI VALUTAZIONE

Quiz con domande a risposta chiusa o aperta

Le domande si concentreranno sulle conoscenze oggettive relative al **sensore BME680** e ai suoi specifici parametri: **temperatura, umidità, pressione e VOC**.

- **Identificazione:** individuare quale parametro segnala direttamente il “SOS” **biochimico** della pianta (**VOCs**).
- **Unità di misura:** associare i diversi parametri alle rispettive unità tecniche, come gli **Ohm (Ω)** per la resistenza ai gas o gli **hPa** per la pressione atmosferica.
- **Sicurezza e soglie:** individuare le corrette soglie di **umidità o temperatura** che determinano un aumento del rischio di malattie fungine nelle colture di mais.
- **Interpretazione dei dati:** spiegare come una **diminuzione della resistenza ai gas associata a un aumento della temperatura** possa indicare una specifica forma di stress della coltura.
- **Problematiche ingegneristiche:** descrivere come ridurre l'**interferenza del Prop-Wash**, causata dal movimento dell'aria generato dalle eliche del drone, sulle misurazioni del BME680.
- **Etica dell'agricoltura di precisione:** discutere l'impatto **ambientale ed economico** dell'utilizzo di dati ad alta risoluzione per ridurre l'impiego di pesticidi nella coltivazione del mais.

Strumenti di autovalutazione per la riflessione individuale

Gli studenti si autovalutano sulla base dei seguenti **standard professionali**:

Area di riflessione	Obiettivo di autovalutazione
Autonomia tecnica	Valutare la propria capacità di seguire gli schemi tecnici per l'integrazione dei sensori senza una supervisione costante.
Integrità dei dati	Valutare la propria precisione nella registrazione dei dati di temperatura, umidità e VOC , associati alle corrette coordinate GPS e ai relativi timestamp .
Contributo alla collaborazione	Riflettere su come la propria analisi individuale dei segnali di “SOS” dei VOC abbia contribuito alla realizzazione della mappa finale dello stato di salute del mais.

Protocolli di valutazione tra pari per la valutazione collaborativa

Questo protocollo viene utilizzato durante la **Fase 4** per valutare i “**Report diagnostici sullo stato di salute del mais**” elaborati da ciascun gruppo.

1. Criteri di valutazione

Gli studenti utilizzano una **rubrica standardizzata** per valutare il lavoro dei propri compagni sulla base dei seguenti criteri:

- **Integrità dei dati:** il gruppo ha interpretato correttamente la **resistenza ai gas del BME680** per identificare i segnali di VOC provenienti dal mais?
- **Accuratezza scientifica:** il calcolo del **Deficit di Pressione di Vapore (VPD)** è matematicamente corretto sulla base dei dati di temperatura e umidità rilevati?
- **Progettazione ingegneristica:** il supporto del sensore del gruppo protegge efficacemente il **BME680 dalle interferenze del “Prop-Wash”**?



2. Ciclo di feedback – Modello dei “Critical Friends”

Ogni gruppo viene abbinato a un altro gruppo per effettuare una **valutazione incrociata**:

- **Feedback positivo (“Warm Feedback”)**: individuare un punto di forza specifico nella **visualizzazione dei dati** o nell’**efficienza della traiettoria di volo**.
- **Sfida critica (“Cool Challenge”)**: porre una domanda critica riguardo alle conclusioni, ad esempio:
“*Come sapete che il picco di VOC non è stato causato dal calore prodotto dal motore del drone?*”

Portfolio con prodotti selezionati o documentazione del processo di apprendimento

Il portfolio deve contenere le seguenti evidenze del processo di apprendimento:

- **Registro professionale dei voli (Flight Logbook)**: un registro in stile documentazione normativa contenente **data, coordinate GPS di decollo e atterraggio, durata del volo e dati del pilota responsabile**.
- **Schema tecnico del payload dei sensori**: un **diagramma elettrico dei collegamenti** (protocollo I²C) che mostri la connessione del BME680 al controller di volo del **kit FLIGHT** o a un microcontrollore secondario (MCU).
- **Documentazione di sicurezza e pre-volo**: checklist completate per le operazioni sul campo, inclusi i parametri meteorologici “Go/No-Go” specifici per i voli sopra la chioma del mais.
- **Archivio dei dati grezzi (CSV)**: esportazione dei dati grezzi della missione di volo contenente **timestamp sincronizzati, dati GPS e i quattro parametri del BME680**.
- **Report diagnostico sullo stato di salute del mais**: risultato analitico finale, comprendente:
 - **Calcoli del VPD**: derivazione matematica passo per passo del **Deficit di Pressione di Vapore**.
 - **Heatmap dello stress**: mappa 2D del campo che evidenzia gli “hotspot” di VOC o le zone caratterizzate da elevata umidità.
- **Evidenze della risoluzione dei problemi**: un “Registro di manutenzione” o una “Nota tecnica” che descriva come lo studente ha affrontato le interferenze hardware, come le **interferenze elettromagnetiche (EMI) dei motori** o il **Prop-Wash**.
- **Sintesi delle riflessioni**: copie finali del **Registro di autovalutazione** e della **Valutazione tra pari** ricevuta dagli altri gruppi.

12. MATERIALI DIDATTICI

1. Kit FLIGHT (componenti del drone personalizzato)
2. BME680 – Temperatura, umidità, pressione, VOC
- ✓ Scheda MicroSD e modulo di registrazione dati (Data Logger)

2. Kit FLIGHT (componenti del drone personalizzato) utilizzati:

- ✓ BME680 – Temperatura, umidità, pressione, VOC
- Sensore laser PM2.5 – Particolato atmosferico
- Sensore di gas MQ7 – Rilevamento del CO
- GUVVA-S12SD – Intensità UV





**Co-funded by
the European Union**

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.