



**Coltivazione autonoma in serra: mappatura del microclima prima dell'irrorazione
intelligente di pesticidi**

CENTRO RISORSE FLIGHT

Darica İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü



KOCAELİ - DARICA
İLÇE MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ



**Co-funded by
the European Union**

Sommario

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



1. INTRODUZIONE

Questo progetto mira a consentire agli studenti delle scuole superiori di istruzione e formazione professionale (IFP) di progettare e implementare applicazioni agricole intelligenti utilizzando un drone personalizzato integrato con i sensori del kit FLIGHT (BME680 e GUVVA-S12SD). L'implementazione pratica avviene nei villaggi settentrionali di Gebze (Ovacik e Kösel), dove l'agricoltura in serra è molto attiva. Il successo dell'irrorazione chimica e della fertilizzazione liquida sulle colture dipende profondamente dalla temperatura ambiente, dall'umidità relativa (BME680) e dall'intensità della radiazione UV solare (GUVA-S12SD). Tempi di irrorazione errati causano una rapida evaporazione delle sostanze chimiche a causa del calore elevato, che porta a sprechi finanziari, ridotta efficienza delle colture e inquinamento chimico nelle acque sotterranee. In questo progetto, gli studenti delle scuole superiori pianificheranno voli automatizzati con droni sopra le serre per raccogliere dati di telemetria microclimatica. Analizzeranno i registri dei sensori per creare un modello di dati che individuerà l'ora perfetta per l'irrorazione con la minima evaporazione e il massimo assorbimento da parte delle piante. Questo progetto multidisciplinare collega l'elettronica incorporata, il pilotaggio dei droni e l'agricoltura digitale.



2. DESTINATARI

- ☐ 15
- ☒ 16
- ☒ 17



Co-funded by
the European Union

- ☒ 18
- ☐ Oltre 18 anni

3. SETTORE DI APPLICAZIONE

- ☒ Agricoltura
- ☐ Risposta alle emergenze
- ☐ Costruzioni
- ☐ Gestione delle acque
- ☒ Protezione ambientale
- ☒ Altro (Città intelligenti, sicurezza sul lavoro)

4. TIPO

- ☐ Piano di lezione
- ☒ Progetto

5. DRONE UTILIZZATO

- ☒ Drone Personalizzato
- ☐ Drone Commerciale (DJI)

DURATA

- ☐ 1 lezione da 45 minuti
- ☐ 1 lezione da 60 minuti
- ☐ 1 blocco da 90 minuti
- ☐ 2 lezioni da 45 minuti
- ☐ 2 lezioni da 60 minuti
- ☒ Doppia sessione (2 × 60 minuti) con compiti a casa facoltativi basati su progetti.

6. OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

O1: Gli studenti possono collegare i sensori BME680 e GUVVA-S12SD a un microcontrollore drone personalizzato e scrivere codici di base per leggere dati ambientali stabili utilizzando Arduino IDE.

O2: Gli studenti possono configurare voli automatizzati di missioni in rete sulle aree di prova delle serre utilizzando un software di controllo a terra per la raccolta sistematica dei dati.

O3: Gli studenti possono leggere e comprendere i registri dei dati grezzi (umidità, temperatura, indice UV) raccolti dal drone per analizzare i modelli di evaporazione dei liquidi sulle foglie delle piante.



O4: Gli studenti possono lavorare in squadra per trasformare i registri dei dati dei droni in un "Rapporto sul calendario di irrorazione intelligente" da presentare agli agricoltori locali e alle parti interessate agricole.

7. 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
- ✓ 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 checklist unisce le Competenze chiave dell'UE per l'apprendimento permanente con le competenze fondamentali previste nell'Istruzione e Formazione Professionale (IFP) europea.

8. PREREQUISITI

Gli studenti dovrebbero avere una conoscenza di base dell'elettronica semplice (come utilizzare i fili di salto, comprendere i pin di comunicazione I2C e i segnali analogici). Dovrebbero sapere come caricare codici di esempio di base tramite Arduino IDE. Prima delle escursioni sul campo è richiesto un livello base di norme di sicurezza per i droni (gestione delle batterie LiPo, mantenimento delle distanze di sicurezza).

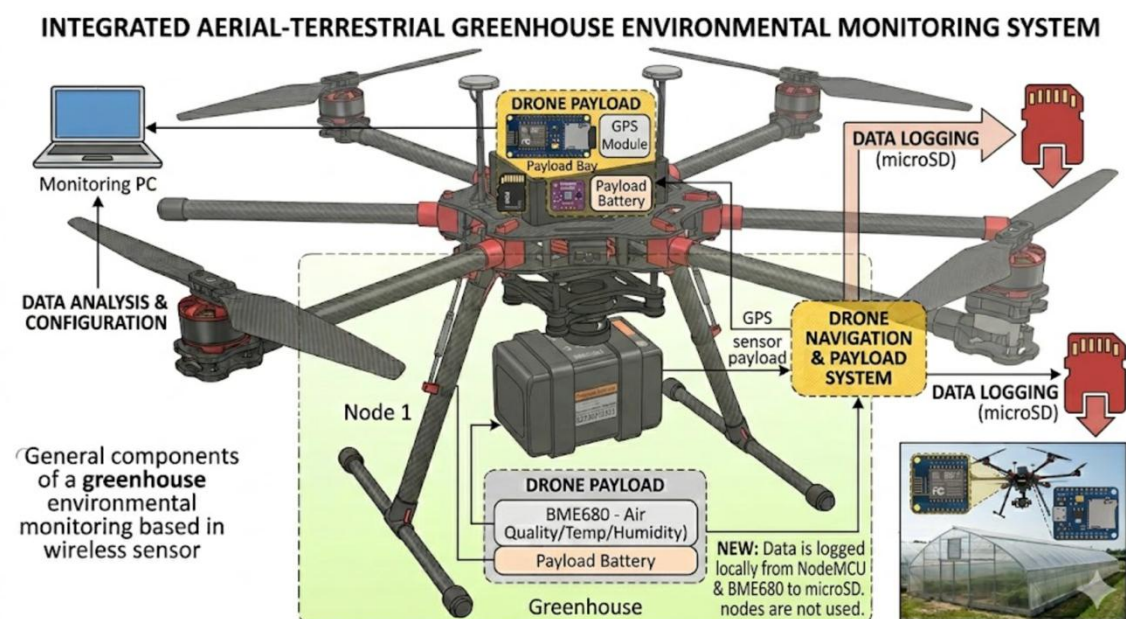
1. SCHEMA DELLA LEZIONE

Fase 1 – Introduzione (Coinvolgimento e Contestualizzazione)

Descrizione: La lezione inizia con una discussione interattiva sugli errori agricoli tradizionali nei villaggi Ovacık e Köşeler di Gebze. L'insegnante racconta la storia di un contadino locale che spruzza il suo raccolto a mezzogiorno, durante il sole cocente, bruciando le foglie delle piante e sprecando la soluzione chimica a causa dell'evaporazione immediata. L'insegnante chiede agli studenti delle superiori: "Come possiamo usare un drone volante per indicare all'agricoltore l'ora migliore per proteggere i suoi raccolti?" I sensori FLIGHT Kit vengono presentati come la soluzione tecnologica per trovare la risposta.

1. Perché spruzzare sostanze chimiche durante le ore ventose o molto calde danneggia l'ambiente e le condutture idriche locali? 2. Perché il clima appena sopra il tetto di una serra è diverso dalle previsioni meteo generali sui nostri smartphone?





Fase 2 – Esplorazione (Indagine e Confronto)

Descrizione: Gli studenti si dividono in team "Agri-Tech". Ogni team esplora le schede tecniche dei sensori BME680 (temperatura, umidità, pressione) e GUV-A-S12SD (UV). Imparano come gli angoli solari modificano la tensione analogica in uscita dal sensore UV. Studiano il concetto di umidità relativa e il motivo per cui le piante chiudono le foglie sotto i raggi solari estremi. Il team crea uno schema a blocchi su come montare questi sensori sul telaio del drone in modo sicuro senza bloccare la telecamera o le eliche principali.



Breve lettura o infografica: una semplice guida di una pagina che mostra le condizioni ideali per l'irrorazione agricola (umidità relativa compresa tra il 60% e l'80% e basso indice UV).

Attività di lavoro di gruppo: utilizzando un software open source per missioni di volo (Mission Planner), gli studenti selezionano le coordinate di una serra locale nel villaggio di Ovacık e disegnano una traiettoria di volo a griglia automatizzata a un'altitudine sicura (5 metri sopra il tetto della serra).

Fase 3 – Applicazione (Esercitazioni pratiche)

Descrizione: Durante la giornata sul campo, gli studenti preparano il loro drone personalizzato e si recano alle serre bersaglio di Köselçer/Ovacık. Il team esegue voli di mappatura automatizzati in 3 diversi momenti della giornata: mattina presto, mezzogiorno e tardo pomeriggio. Mentre il drone vola occasionalmente sopra i tetti delle serre, il BME680 e il GUVAS-12SD scrivono dati climatici in tempo reale sulla scheda SD di bordo con timestamp chiari. Gli studenti monitorano la telemetria in tempo reale sul computer portatile della stazione di controllo a terra per garantire che tutto funzioni in sicurezza.

Fase 4 – Riflessione e Consolidamento (Presentazione)

Descrizione: Tornati nel laboratorio informatico, gli studenti estraggono i file di registro CSV grezzi dal drone. Utilizzano semplici software di fogli di calcolo (come Excel) per creare grafici che mostrano come la temperatura aumenta e l'umidità diminuisce durante il giorno. Mappano i picchi di radiazione UV. Confrontando i propri grafici con le linee guida sulla sicurezza delle piante, ogni team determina la "Finestra dell'ora d'oro" per un'irrorazione agricola sicura. Il team presenta alla classe il suo rapporto "**Guida al programma di irrorazione intelligente per gli agricoltori di Gebze**" in una presentazione interattiva, in qualità di consulenti tecnologici.

9. CRITERI DI VALUTAZIONE

1- Quiz con domande aperte o chiuse:

Questa valutazione verifica completamente le conoscenze teoriche degli studenti sull'hardware dei sensori, sulla logica dei dati e sui principi del volo dei droni agricoli attraverso 5 elementi di prova specifici:

- Punto 1 (Scelta multipla - Connessione hardware): quale configurazione dei pin è corretta quando si collega il sensore microclimatico BME680 a una scheda di sviluppo di volo basata su Arduino utilizzando il protocollo I2C?
 - o A) SDA al pin analogico 0, SCL al pin analogico 1
 - o B) SDA al pin digitale 2, SCL al pin digitale 3
 - o C) Da SDA a SDA, da SCL a SCL [Corretto]
 - o D) VCC a GND, GND a 5V
- Punto 2 (Scelta multipla - Applicazione agricola): sulla base dei modelli di dati agricoli studiati, perché una lettura molto elevata dell'indice UV dal sensore GUVAS-12SD indica una finestra temporale sfavorevole per l'irrorazione chimica?
 - o A) Le radiazioni UV elevate congelano istantaneamente le goccioline chimiche presenti sulle foglie.
 - o B) Livelli elevati di UV solitamente corrispondono alle ore di punta della luce solare, causando la chiusura degli stomi e l'evaporazione troppo rapida del liquido [Corretto].



- o C) I raggi UV trasformano chimicamente il pesticida in acqua pura a mezz'aria.
o D) La luce UV disconnette la radiotelemetria tra il drone e il computer portatile.

- Punto 3 (Open-Ended - Analisi della telemetria): esamina il tuo registro dati. Se il tuo drone registra un calo improvviso dell'umidità relativa dal 75% al 35% all'interno della stessa area di volo, quale cambiamento fisico sta avvenendo nel microclima sopra la serra e in che modo ciò influisce sull'efficienza di spruzzatura dei liquidi di un agricoltore?
- Punto 4 (Open-Ended - Sicurezza del volo): spiegare perché mantenere un'altitudine tampone sicura di 5 metri sopra il tetto della serra è una regola operativa fondamentale quando si esegue una missione automatizzata in rete con un telaio di drone personalizzato.
- Punto 5 (Matematica pratica - Attività di calcolo): un drone personalizzato registra una tensione analogica di 400 mV dal sensore GUVA-S12SD. Se ogni 100 mV è uguale a 1 punto dell'indice UV, calcolare l'indice UV corrente. Indicare se questo indice rappresenta una condizione sicura o non sicura per la gestione manuale delle colture all'aperto.

2- Strumenti di autovalutazione per la riflessione individuale:

Gli studenti utilizzano questo quadro di riflessione in 5 punti per autovalutare la propria fiducia tecnica, crescita personale e responsabilità in materia di sicurezza durante tutto il flusso di lavoro del progetto:

- Metrica 1 (Elettronica e circuiti): "Posso tracciare e verificare in modo indipendente le linee di cablaggio I2C (VCC, GND, SDA, SCL) del sensore BME680 e posso correggere bug di connessione allentati su una breadboard senza chiedere aiuto immediato al mio insegnante." (Scala di punteggio: 1 = Bassa sicurezza, 5 = Alta padronanza)
- Metrica 2 (Codifica e software): "Capisco come lo sketch Arduino utilizza librerie di sensori per convertire segnali analogici e digitali grezzi in unità leggibili (C° , % e Volt) e posso modificare autonomamente gli intervalli del registro dati nel codice." (Scala di punteggio: 1 = Bassa sicurezza, 5 = Alta padronanza)
- Metrica 3 (Operazioni sul campo e responsabilità): "Ho eseguito rigorosamente la checklist pre-volo (verifica della tenuta fisica dell'elica, verifica dell'alimentazione stabile a 5 V dei sensori e attesa di un blocco GPS sicuro) prima di lanciare la missione autonoma." (Sì / No)
- Metrica 4 (Risoluzione dei problemi e adattabilità): "Quando il nostro team ha dovuto affrontare cadute inaspettate di pacchetti di dati sul collegamento di telemetria durante il volo di mezzogiorno nel villaggio di Ovacık, sono rimasto calmo e ho controllato sistematicamente la velocità in baud seriale e le indicazioni dell'antenna per risolvere il problema." (Scala di punteggio: 1 = Non sono d'accordo, 5 = Sono d'accordo)



- **Metrica 5 (Consapevolezza ambientale):** "Questo progetto mi ha aiutato a collegare chiaramente i concetti ingegneristici con la natura. Ora capisco come il monitoraggio del microclima in tempo reale prevenga direttamente l'eccessiva irrorazione chimica e protegga la qualità locale del suolo." (Risposta al testo di riflessione aperta)

3- Protocolli di revisione paritaria per la valutazione collaborativa:

Poiché le missioni sul campo con i droni richiedono un coordinamento assoluto, gli studenti utilizzano questi 5 parametri per valutare la disciplina operativa e i contributi collaborativi dei loro compagni di squadra:

- **Valutazione 1 (Prestazioni di sicurezza operativa):** "Il mio compagno di squadra ha svolto con successo il ruolo sul campo assegnatogli (ad esempio, agendo come osservatore di droni concentrato per monitorare costantemente lo spazio aereo alla ricerca di alberi, linee elettriche e uccelli, o utilizzando con precisione il laptop della stazione di controllo a terra)." (Scala: Necessita di miglioramenti / Soddisfacente / Eccellente)
- **Valutazione 2 (Distribuzione del carico di lavoro e affidabilità):** "Durante la fase di preparazione, il mio compagno di squadra ha completato in tempo le attività di assemblaggio hardware e test dei sensori, assicurandosi che il nostro telaio personalizzato fosse completamente pronto per la gita al villaggio di Kösele." (Scala: Fortemente in disaccordo / Neutro / Fortemente d'accordo)
- **Valutazione 3 (Supporto alla risoluzione dei problemi tecnici):** "Quando il nostro team ha riscontrato un errore di compilazione del codice con le stringhe di dati dei sensori, il mio compagno di squadra ha cercato attivamente nella documentazione tecnica e ha lavorato in modo produttivo con il gruppo per eseguire il debug del codice." (Scala: Raramente / A volte / Sempre)
- **Valutazione 4 (Gestione e condivisione dei dati):** "Il mio compagno di squadra è stato altamente responsabile nell'estrazione dei file di registro CSV grezzi dalla scheda micro-SD del drone e ha reso i dati facilmente accessibili a tutti i membri del gruppo per la creazione di grafici." (Scala: Fortemente in disaccordo / Neutro / Fortemente d'accordo)
- **Valutazione 5 (coautore della presentazione):** "Il mio compagno di squadra ha svolto una parte uguale del lavoro durante la preparazione della nostra presentazione finale per gli agricoltori locali e hanno ascoltato rispettosamente idee alternative durante le riunioni del nostro team." (Scala: Necessita di miglioramenti / Soddisfacente / Eccellente)

4- Portfolio con output selezionati o documentazione del processo di apprendimento:

Per ottenere un voto positivo, ogni gruppo di studenti deve compilare e inviare un portfolio digitale contenente esattamente 5 artefatti tecnici obbligatori:



- Artefatto 1 (Schema elettrico hardware): uno schema digitale pulito e ad alta risoluzione o una fotografia etichettata che mostra la scheda di volo personalizzata del drone mappata direttamente sui sensori BME680 e GUVA-S12SD, descrivendo in dettaglio ogni pin di terra e di alimentazione.
- Artefatto 2 (file del codice sorgente): script IDE Arduino (formato .ino) finalizzato, compilato e ben commentato che avvia i sensori, legge le metriche microclimatiche e le memorizza correttamente sul modulo della scheda SD.
- Artefatto 3 (Mappa della missione autonoma): un file del piano di volo salvato e uno screenshot chiaro dal software Mission Planner che mostra le coordinate esatte della griglia automatizzata, i profili di altitudine e le virate dei waypoint progettati sulla serra di prova di Ovacık.
- Artefatto 4 (The Raw Telemetry Dataset): un file di foglio di calcolo non modificato (formato CSV) scaricato direttamente dal logger aereo, contenente le colonne di dati parallele per timestamp, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidità relativa (%) e uscita del sensore UV (mV).
- Artefatto 5 (Presentazione infografica di The Farmer Advisory): una presentazione finale di più pagine o un'infografica digitale interattiva creata dal team che semplifica i risultati dei dati in grafici chiari e visivi "Non spruzzare" vs. "Finestra di spruzzatura ottimale" per le serre dei villaggi locali.

10. MATERIALI DIDATTICI

Risorse	Link
Guida alla configurazione del percorso di volo del pianificatore di missione	https://ardupilot.org/planner/
Risorse agricole digitali della FAO	https://www.fao.org/digital-agriculture
Configurazione del software IDE Arduino	https://www.arduino.cc

2- Kit di VOLO (componenti personalizzati per droni) utilizzato:

- BME680 – Temperatura, umidità, pressione, COV
- Sensore laser PM2.5 – particolato
- Sensore gas MQ7 – rilevamento CO
- GUVA-S12SD – Intensità UV



11. RISORSE ESTERNE

Risorse	Link
Guida alla libreria dei sensori Adafruit BME680	https://learn.adafruit.com/adafruit-bme680-outputs
Passaggi di collegamento del sensore UV GUVVA-S12SD	https://learn.adafruit.com/adafruit-uv-light-sensor

12. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

European Commission (2019). Key Competences for Lifelong Learning. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Food and Agriculture Organization (2020). Realizing the potential of digital agriculture for developing countries.

FLIGHT Project Curriculum Framework (Project No: 2023-2-TR01-KA220-VET-000179901).

