

Il sistema di monitoraggio dell'Università degli Studi della Tuscia: il progetto AGRIMONITORING

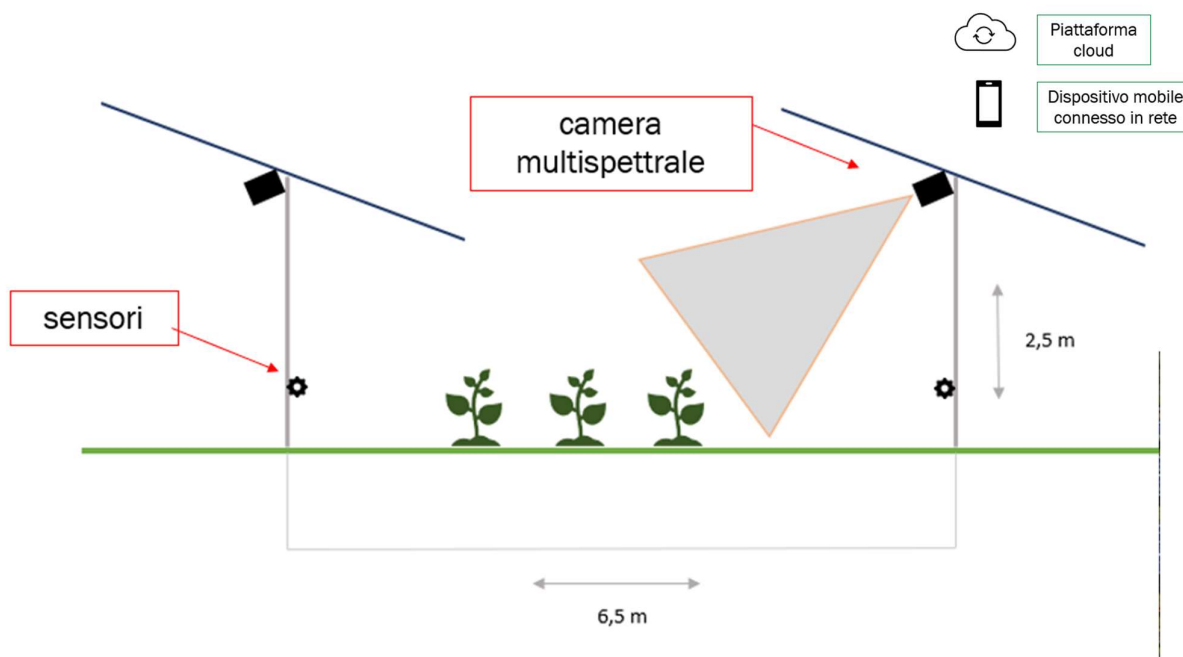


Figura 1. Impianto progetto pilota AGRIFOTO

La Figura 1 illustra la progettazione del sistema pilota **AGRIMONITORING**, basato sull'installazione di pannelli fotovoltaici fissi posti a un'altezza minima di 2,5 metri dal suolo, in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole sottostanti. L'idea progettuale prevede l'integrazione di sensori ambientali montati direttamente sui pali di supporto dei pannelli e di camere multispettrali installate nella parte inferiore della struttura fotovoltaica. In questa configurazione, le camere sono in grado di monitorare un'area coltivata sottostante di circa 4m^2 , garantendo un controllo costante e ad alta risoluzione dello stato di salute delle colture. Tutti i dati raccolti in tempo reale vengono trasmessi automaticamente a una piattaforma cloud, accessibile online dall'agricoltore, che potrà così consultare facilmente gli indicatori agronomici e prendere decisioni informate per una gestione più efficiente e sostenibile dell'azienda.

Il sistema, basato su una piattaforma di gestione innovativa in cloud, consente una raccolta sistematica e georeferenziata di dati multispettrali e ambientali, finalizzata alla valutazione dello stato vegetativo delle colture in contesti agrivoltaici. L'integrazione di sensori e telecamere ad alta risoluzione con strumenti informatici per l'analisi e l'archiviazione dei dati consente un monitoraggio continuo ed efficiente, facilmente accessibile da remoto tramite web o dispositivi mobili. Questo approccio supporta non solo la gestione agronomica ordinaria, ma anche attività tecnico-scientifiche più avanzate, come l'elaborazione di perizie agronomiche e analisi comparative pre e post-installazione degli impianti fotovoltaici. Il confronto nel tempo dei dati raccolti permette di individuare eventuali impatti degli impianti sulla produttività e sullo stato di salute delle colture, offrendo così uno strumento oggettivo di valutazione a supporto delle decisioni.

Il sistema di monitoraggio include una piattaforma di gestione innovativa *in cloud*, che consente di caricare i dati registrati dalle camere e dai sensori. La piattaforma *cloud* è liberamente accessibile dall'imprenditore agricolo tramite il servizio web e un'applicazione per tablet e smartphone.

I dati saranno conservati su apposito server per un periodo massimo di dieci anni decorrenti dall'installazione del sistema di monitoraggio, nel pieno rispetto della normativa sulla *privacy*.

Il sistema, dunque, consente il monitoraggio dei suoli agricoli dove sono stati installati impianti fotovoltaici, al fine di valutare, attraverso l'analisi multispettrale delle immagini raccolte, lo stato vegetativo delle colture.

Il sistema, grazie alla presenza di sensori e telecamere multispettrali, è inoltre in grado di supportare tecnici e professionisti nella redazione di perizie tecniche, pareri, relazioni economiche e agronomiche, rendendo più efficiente il lavoro e riducendo i margini di incertezza.

Il sistema può effettuare un'analisi comparativa antecedente e successiva all'installazione dei pannelli fotovoltaici: infatti, registrando i dati subito dopo

l'installazione dell'impianto, potrà verificare lo stato di vigoria e di stress idrico delle colture, oltre che tutti i restanti parametri. Successivamente, una volta che si sono verificati gli impatti dei pannelli sulle colture con la registrazione dei nuovi dati, attraverso la piattaforma IoT150, sarà possibile effettuare una comparazione dei dati e analizzare i vantaggi o i problemi legati all'installazione del sistema agrivoltaico.

Il Sistema è adatto a tutte le configurazioni di impianti agrivoltaici previste dalla Linee guida MiTE (Ministero dell'Ambiente e della Transizione Ecologica, 2022), ma è più adatto agli impianti di tipo 1 e 2 (agrovoltaico avanzato).

Le camere acquisiranno un set di dati in diversi periodi giornalieri e in diverse condizioni di illuminazione.

Ogni immagine scattata dalla camera produce due file:

un *file* binario con estensione .bip con l'hypercube contenente lo spettro dell'immagine per ciascun pixel;

un *file* con estensione hdr contenente i parametri di impostazione con cui è stata acquisita l'immagine;

La camera è controllata tramite un'interfaccia USB che consente di inviare comandi all'obiettivo e al motore di scansione:

per controllare il processo di scansione da remoto, è stato installato un convertitore USB/ETH e un convertitore ETH/RADIO e il convertitore permette di utilizzare una portante radio WI-FI o GSM;

- è stato creato uno script Python per controllare la telecamera e acquisire dati immagini;

- è stato creato un secondo script Python per trasferire le immagini su un server web;

- il trasferimento delle immagini tramite portante GSM 4G è risultato troppo limitante rispetto alla dimensione dei file da trasferire, mentre il trasferimento tramite Wi-Fi è risultato idoneo.