

PROGETTO DI RICERCA

Dottorato: Sustainable Agricultural and Forestry Systems and Food Security

Titolo del progetto di ricerca: *Previsione probabilistica del fabbisogno irriguo nei sistemi agricoli mediterranei mediante Earth Observation, modellistica agro-idrologica e assimilazione dati guidata da IA*

Supervisor: Prof. Giovanni Battista Chirico

Settore Scientifico-Disciplinare di riferimento: AGRI-04/A - Idraulica agraria e sistemazioni idraulico-forestali

Obiettivi, metodologie del progetto di ricerca e collaborazioni interdisciplinari:

Il progetto intende sviluppare un quadro metodologico integrato per la stima e la previsione probabilistica del fabbisogno idrico delle colture in sistemi agricoli mediterranei, con particolare attenzione alla gestione sostenibile dell'irrigazione in condizioni di crescente variabilità climatica e incertezza dei dati ambientali. L'obiettivo principale è superare approcci deterministici e frammentati, integrando osservazioni satellitari, misure in situ, dati meteorologici previsionali e modellistica agro-idrologica entro un sistema capace di quantificare e propagare esplicitamente l'incertezza.

Le attività comprenderanno: acquisizione e armonizzazione di dati Sentinel-2 e misure di campo; derivazione di variabili biofisiche e fenologiche; integrazione di previsioni meteorologiche numeriche e scenari climatici; implementazione di modelli agro-idrologici e colturali per la simulazione delle dinamiche suolo-pianta-atmosfera; sviluppo di procedure di data assimilation e aggiornamento dinamico degli stati del sistema; propagazione dell'incertezza associata a forzanti meteorologiche, parametri colturali, classificazione delle colture e struttura modellistica. Il lavoro sarà svolto con un approccio interdisciplinare che integra idrologia agraria, telerilevamento, agronomia, modellistica ambientale e metodi di intelligenza artificiale per il miglioramento della previsione e della robustezza dei risultati.

Elementi di innovazione e/o originalità del progetto:

L'originalità del progetto risiede nella costruzione di una catena modellistica, in cui l'incertezza non è trattata come un elemento accessorio ma come output informativo del sistema. L'integrazione tra osservazioni remote da satelliti, modelli fisicamente basati e tecniche di assimilazione dati con intelligenza artificiale consentirà di produrre stime probabilistiche dei fabbisogni irrigui, utili per supportare decisioni basate sulla valutazione del rischio, alla scala aziendale e distrettuale. Il progetto contribuisce inoltre al passaggio da servizi irrigui basati su stime puntuali a strumenti previsionali adattivi, trasferibili e interpretabili, rilevanti per l'agricoltura mediterranea e per l'adattamento ai cambiamenti climatici.

Disponibilità fondi:

MUR - PRIN I-MOSAIC CUP D53D23011560001

MUR - PN Ricerca, Innovazione e Competitività per la transizione verde e digitale 21/27-Azione 1.4.3
Titolo Progetto: Le innovazioni di AGRITECH per lo sviluppo sostenibile dell'agricoltura mediterranea –
EDU – Codice identificativo: 484_QIIR143_00024 – CUP B79J26001210005 – euro 618.879,80

Disponibilità strutture:

Il/la dottorando/a potrà utilizzare una postazione di lavoro esclusiva, con accesso a workstation per elaborazioni dati e modellistica, utilizzare software scientifici, dati satellitari e meteorologici, nonché supporto alle attività sperimentali e di monitoraggio in campo.

Collaborazioni con istituzioni straniere:

Mediterranean Agronomic Institute – Valenzano (Bari) – CIHEAM; Universidad Castilla-La Mancha – Instituto Desarrollo Rural – Albacete (Spain)

Collaborazioni con strutture esterne a UNINA:

CMCC Centro Euromediterraneo per il Cambiamenti Climatici; ENEA; Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione – Università di Brescia

PhD Program: Sustainable Agricultural and Forestry Systems and Food Security

Research Project Title: Probabilistic forecasting of irrigation water requirements in Mediterranean agricultural systems using Earth Observation, agro-hydrological modelling, and AI-driven data assimilation

Supervisor: Giovanni Battista Chirico

Reference Academic Discipline (SSD): AGRI-04/A - Idraulica agraria e sistemazioni idraulico-forestali

Research project objectives, methodologies, and interdisciplinary collaborations:

The project aims to develop an integrated methodological framework for the probabilistic estimation and forecasting of crop water requirements in Mediterranean agricultural systems, with particular emphasis on sustainable irrigation management under increasing climate variability and uncertainty in environmental data. The main objective is to overcome deterministic and fragmented approaches by integrating satellite observations, in situ measurements, meteorological forecasts, and agro-hydrological modelling within a system capable of explicitly quantifying and propagating uncertainty.

The research activities will include: acquisition and harmonization of Sentinel-2 data and field measurements; derivation of biophysical and phenological variables; integration of numerical weather predictions and climate scenarios; implementation of agro-hydrological and crop models to simulate soil–plant–atmosphere dynamics; development of data assimilation procedures and dynamic updating of system states; and propagation of uncertainty associated with meteorological forcing, crop parameters, crop classification, and model structure.

The work will be carried out through an interdisciplinary approach integrating agricultural hydrology, remote sensing, agronomy, environmental modelling, and artificial intelligence methods, with the aim of improving predictive capability and robustness of the results.

Innovation and/or originality of the project:

The originality of the project lies in the development of a modelling chain in which uncertainty is not treated as a secondary limitation but as an informative output of the system. The integration of satellite-based Earth Observation, physically based models, and AI-enhanced data assimilation techniques will enable probabilistic estimates of irrigation requirements, supporting risk-based decision-making at both farm and district scales.

Furthermore, the project contributes to the transition from irrigation services based on point estimates to adaptive, transferable, and interpretable forecasting tools, with relevance for Mediterranean agriculture and climate change adaptation.

Availability of funds:

MUR - PRIN I-MOSAIC CUP D53D23011560001

MUR - PN Ricerca, Innovazione e Competitività per la transizione verde e digitale 21/27-Azione 1.4.3 Titolo Progetto: Le innovazioni di AGRITECH per lo sviluppo sostenibile dell'agricoltura mediterranea – EDU – Codice identificativo: 484_QIIR143_00024 – CUP B79J26001210005 – euro 618.879,80

Availability of facilities:

The PhD candidate will have access to a dedicated workspace, including workstations for data processing and modelling, scientific software, satellite and meteorological datasets, and support for experimental and field monitoring activities.

Collaborations with International Institutions:

Mediterranean Agronomic Institute – Valenzano (Bari) – CIHEAM; Universidad Castilla-La Mancha – Instituto Desarrollo Rural – Albacete (Spain)

Collaborations with External Organizations (outside of UNINA):

CMCC Centro Euromediterraneo per il Cambiamenti Climatici; ENEA; Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione – Università di Brescia