UNIVERSITÀ DI PISA

# SENSORI E MODELLI PER IL MONITORAGGIO AGRO-IDROLOGICO

## GIOVANNI RALLO

| | |
|---|---|
| Anno accademico | 2021/22 |
| CdS | SCIENZE AGRARIE |
| Codice | 454GG |
| CFU | 2 |

| Moduli | Settore/i | Tipo | Ore | Docente/i |
|---|---|---|---|---|
| SENSORI E MODELLI PER IL MONITORAGGIO AGRO-IDROLOGICO | AGR/08 | LABORATORI | 20 | GIOVANNI RALLO |

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Al completamento di questo modulo gli studenti dovrebbero essere in grado di:

- dimostrare una comprensione dei principi fisici alla base del funzionamento dei modelli, sensori e sistemi combinati necessari per il monitoraggio dei processi di trasporto di massa e di energia all'interno del sistema continuo suolo-pianta-atmosfera (SPAC).
- comprendere e analizzare quantitativamente i termini dell'Efficienza idrica/energetica alla scala di SPAC e aziendale.
- dimostrare una comprensione dei limiti di funzionamento, dell'effetto della scala di osservazione dei processi agro-idrologici oggetto del monitoraggio, nonché sull'importanza delle procedure di zonazione, calibrazione e validazione degli strumenti studiati
- proporre e valutare una serie di soluzioni di monitoraggio e gestione della risorsa idrica applicate alla scala aziendale.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

- Per l'accertamento delle conoscenze saranno svolte delle verifiche scritte sui principali argomenti trattati.

#### *Capacità*

- Capacità di calcolo analitico nella stesura di bilanci agro-idrologici per la quantificazione dei consumi idrici della coltura e la gestione degli adacquamenti alla scala aziendale.
- Ricerca e analisi di dati meteorologici, climatologici, colturali e pedologici contenuti nei database nazionali e internazionali.
- Ricerca e analisi immagini spettrali acquisite da remoto (UAV, satellite).
- Senso critico nella scelta dei sensori e dei modelli agroidrologici e consapevolezza sull'importanza che rivestono i protocolli di istallazione e calibrazione.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

- Durante le esercitazioni in aula sarà richiesto l'uso del computer e svolta attività di progettazione e verifica di sistemi di supporto alle decisioni (SSD sensor-based and model-based) attraverso l'implementazione di fogli di calcolo Excel e specifici software open source.
- Saranno svolte attività pratiche per la ricerca, in noti database, di dati agro-ambientali e immagini spettrali acquisite da satellite.

#### *Comportamenti*

- Sensibilità alle problematiche ambientali e all'uso sostenibile delle risorse idriche ed energetiche in agricoltura.
- Accuratezza e precisione nello svolgere attività di raccolta e analisi di dati e di immagini multispettrali.
- Senso critico sull'attendibilità del dato e la risoluzione spaziale e spettrale delle immagini acquisite da remoto.
- Abilità nello scegliere e calibrare la sensoristica e la modellistica agroidrologica da utilizzare per una gestione esperta ed efficiente dell'irrigazione.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

- Durante le esercitazioni saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte dallo studente.
- In seguito alle attività seminariali e le esercitazioni saranno richiesti agli studenti delle brevi relazioni concernenti gli argomenti

trattati.

## Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Per seguire il corso in modo proficuo, lo studente dovrebbe possedere abilità/capacità in merito alla statistica e analisi dei dati, meccanica dei fluidi, fondamenti di elettronica, pedologia ed ecofisiologia vegetale.

## Indicazioni metodologiche

- Lo svolgimento delle lezioni avviene attraverso la somministrazione di lezioni on-line e con ausilio di slide/filmati che saranno disponibili sulla piattaforma Teams di Microsoft.
- Le esercitazioni necessitano l'utilizzo di computer personali con installati i software per le analisi dati (Excel, Number, LibreOffice Calc) e delle immagini (QGIS e LeoWorks).
- A supporto delle lezioni/esercitazioni si utilizzano risorse web, seminari e strumentazione a scopo didattico.
- Dalla piattaforma Teams del corso lo studente può eseguire lo scaricamento dei materiali didattici e divulgativi e comunicare con il docente. Allo stesso tempo, il docente pubblica i test per esercitazioni a casa e coordina/segue gli studenti.
- Il docente è disponibile per ricevimento e usa la chat Teams come strumento principale di comunicazione docente-studente.
- Alcuni argomenti richiedono l'ausilio di terminologia internazionale in lingua anglosassone e/o statunitense.

## Programma (contenuti dell'insegnamento)

**Introduzione al laboratorio.** Obiettivi e articolazione del laboratorio.
**Idrologia del sistema continuo suolo pianta-atmosfera.** Stato massico ed energetico dell'acqua. Idrostatica e idrodinamica dell'acqua nel suolo e nella pianta. Rapporti acqua-terreno-pianta. Analisi quantitativa degli scambi idrici con l'atmosfera. Spettroscopia da campo. Cenni di micrometeorologia.
**Sistemi di supporto alle decisioni.** Tecnologie basate sul meteo, sul suolo, sulla pianta e modelli di bilancio idrico integrati suolo-pianta-atmosfera. Uso combinato modelli-sensori. Automazione degli attuatori idraulici. Cenni sulle reti di sensori senza fili (WSN). Protocolli di gestione esperta dell'irrigazione a controllo retroattivo e/o basata sulle previsioni.
**Scala spaziale di indagine.** Metodi di acquisizione e analisi dei dati ambientali e delle immagini spettrali acquisiti da remoto. Zonazione con analisi geostatistica dei dati misurati a terra e/o delle immagini spettrali acquisite da remoto. Topologia della rete di sensori senza fili (WSN).
**Metrologia.** Accuratezza del dato misurato e/o stimato. Protocolli di calibrazione dei sensori. Calibrazione e validazione dei modelli agroidrologici.
**Applicazione pratica di modelli agro-idrologici.** Stima dei consumi idrici di un sistema colturale intensivo. ed implementazione di un protocollo di gestione esperta della risorsa idrica aziendale.
**Applicazione pratica di sensori agro-idrologici.** Progettazione di una rete di sensori di umidità del suolo ed implementazione di un protocollo di gestione esperta della risorsa idrica aziendale.

## Bibliografia e materiale didattico

- Dispensa *Idrologia del sistema continuo suolo-pianta atmosfera* redatta dal docente.
- Allen Richard G., Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith. 1996. *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56.* FAO, Roma. ISBN 92-5-104219-5.
- Luigi Cavazza. 2006. *Terreno agrario. Il comportamento fisico.* Editore: REDA.
- Lamm Freddie R., James E. Ayars, Francis S. Nakayama. 2006. *Microirrigation for Crop Production Design, Operation, and Management.* ELSEVIER. ISBN: 978-0-444-50607-8.
- J. David Cooper. *Soil Water Measurement: A Practical Handbook.* 2016. Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1-119-10602-9.
- Tarik Mitran, Ram Swaroop Meena, Abhishek Chakraborty. 2020. *Geospatial Technologies for Crops and Soils.* Springer-Verlag New York. DOI:0.1007/978-981-15-6864-0.

**per approfondimenti:**

- Task Committee on Revision of Manual 70. Edited by Marvin E. Jensen and Richard G. Allen. 2016. *Evaporation, Evapotranspiration, and Irrigation Water Requirements.* DOI: 10.1061/9780784414057.
- ?ulibrk, D., Vukobratovic, D., Minic, V., Alonso Fernandez, M., Alvarez Osuna, J., Crnojevic, V. 2014. *Sensing Technologies For Precision Irrigation.* Springer-Verlag New York. DOI: 10.1007/978-1-4614-8329-8.
- Wenceslau Geraldes Teixeira, Marcos Bacis Ceddia, Marta Vasconcelos Ottoni, Guilheme Kangussu Donnagema. *Application of Soil Physics in Environmental Analyses Measuring, Modelling and Data Integration.* Springer-Verlag New York. DOI: 10.1007/978-3-319-06013-2.

## Indicazioni per non frequentanti

Gli studenti non frequentanti possono seguire lo svolgimento dell'insegnamento utilizzando il materiale didattico multimediale messo a disposizione dal docente sulla piattaforma Teams del CdS e seguendo il registro delle lezioni del docente.

## Modalità d'esame

L'esame finale include una prova scritta seguita da un orale. La prova scritta si focalizzerà sulle procedure di zonazione, calibrazione e validazione dei sensori/modelli studiati durante il laboratorio. La prova orale è superata quando il candidato è in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia corretta, dimostrare di avere compreso la funzionalità della più moderne tecnologie per il monitoraggio dei

processi di scambio idrico all'interno del sistema continuo suolo-pianta-atmosfera e la gestione esperta dell'irrigazione.

## Altri riferimenti web

**Laboratorio di sensoristica e modellistica agroidrologica (AgrHySMo Lab.)**

- agrhysmo.agr.unipi.it

**UNIPIMAP**

- http://unimap.unipi.it/cercapersone/dettaglio.php?ri=109586

**Scientific database ID**

- SCOPUS: 35722806100
- ORCID: orcid.org/0000-0002-8405-8618
- PUBLONS: publons.com/a/587042/

*Ultimo aggiornamento 20/07/2021 11:05*