



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## IDRAULICA AGRARIA

### GIOVANNI RALLO

Anno accademico	2018/19
CdS	SCIENZE AGRARIE
Codice	019GG
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
IDRAULICA AGRARIA	AGR/08	LEZIONI	64	GIOVANNI RALLO

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

- Strumenti e metodologie di calcolo necessari per lo studio dei processi di trasporto di massa e di energia all'interno del sistema idraulico-idrologico aziendale, che si estende dalla fonte di approvvigionamento idrico fino al sistema fogliare della coltura;
- Efficienza idrica/energetica annidata in diversi anelli che compongono la catena idraulica;
- Idrologia degli scambi idrici all'interno del sistema continuo suolo-pianta-atmosfera;
- Strumenti e metodologie per la progettazione e la gestione degli impianti di irrigazione aziendale, nonché sensoristica per il monitoraggio dello stato idrico del sistema suolo-pianta.

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

- Per l'accertamento delle conoscenze saranno svolte una prova in itinere sui principali argomenti dell'insegnamento. La prova riguarderà l'idrostatica e l'idrodinamica dei fluidi reali che muovono all'interno degli impianti irrigui in pressione.
- Attraverso la creazione di gruppi di lavoro saranno svolte esercitazioni in aula rivolte all'apprendimento delle principali tecniche di monitoraggio delle performance degli impianti irrigui e dello stato idrico del sistema suolo-pianta.

##### *Capacità*

- Capacità di calcolo analitico nella progettazione degli impianti irrigui in pressione e 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;
- Capacità di analisi del sistema idraulico rivolta alla valutazione dell'efficienza idrica/energetica dei diversi anelli che lo compongono (audit dell'irrigazione);
- Senso critico nella scelta di strumentazioni sia idrauliche sia idrologiche e consapevolezza sull'importanza che rivestono i protocolli di installazione e calibrazione;
- Impostare disegni tecnici in CAD e redigere relazioni tecniche sulle attività progettuali che si svolgeranno in aula durante le prove scritte.

##### *Modalità di verifica delle capacità*

- Durante le esercitazioni in aula sarà richiesto l'uso del computer e saranno svolti progetti idraulici attraverso l'implementazione di fogli di calcolo Excel e disegno in CAD;
- Lo studente dovrà preparare e presentare un foglio di calcolo che riporti i risultati di una calibrazione di sensori idraulici e agro-idrologici;
- Saranno svolte attività pratiche per la ricerca dati agro-ambientali (risorse idriche del territorio, dati agro-climatologici, colturali e pedologici) attraverso l'utilizzo di noti database.

##### *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 tecnici;
- Senso critico sull'attendibilità del dato;
- Abilità nello scegliere e calibrare la strumentazione e la sensoristica sia idraulica sia idrologica da utilizzare per una gestione esperta ed efficiente dell'irrigazione;



## UNIVERSITÀ DI PISA

- Abilità nel sviluppare protocolli di audit dell'irrigazione.

### Modalità di verifica dei comportamenti

- Durante le esercitazioni e con la prova in itinere saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte dallo studente;
- In seguito alle attività seminariali e le esercitazioni in campo 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 frontali e con ausilio di slide/filmati;
- Le esercitazioni in aula/laboratorio richiedono la costituzione di gruppi e necessitano l'utilizzo di computer personali degli studenti;
- A supporto delle lezioni/esercitazioni si utilizzano siti web, seminari, e strumentazione idraulica/idrologica didattica;
- Dal portale e-learning 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 i gruppi di lavoro;
- Il docente è disponibile per ricevimento e usa la posta elettronica come strumento principale di comunicazione docente-studente;
- è prevista una prova in itinere che riguarda la parte prettamente idraulica (idrostatica e idrodinamica) del programma;
- Alcuni argomenti richiedono l'ausilio di terminologia internazionale in lingua anglosassone e/o statunitense;

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

**Introduzione al corso.** Obiettivi e articolazione del corso.

**Richiami di fisica.** Sistemi di unità di misura. Richiami di cinematica, statica e dinamica dei fluidi. Energia e lavoro. Potenza. Sforzi nei sistemi materiali continui.

**Proprietà fisiche dei fluidi.** Peso specifico, densità, viscosità. Tensione superficiale. Capillarità.

**Idrostatica.** Pressione in un liquido in quiete. Equazione indefinita e globale dell'idrostatica. Pressione assoluta e relativa. Spinte su parete piane e curve. Formula di Mariotte. Misura e monitoraggio delle pressioni. *Esercitazione: Determinazione della distribuzione delle pressioni in recipienti a superficie libera e in pressione.*

**Idrodinamica.** Definizione e classificazione delle correnti. Regimi di moto. Portata. Equazione di continuità. Teorema di Bernoulli. Interpretazione geometrica e meccanica del Teorema di Bernoulli. Moto in pressione del liquido perfetto: considerazioni sulle variazioni dell'altezza geometrica, piezometrica e cinetica. Misura e monitoraggio dei flussi e delle portate.

**Correnti in pressione.** Liquido reale. Leggi di resistenza per correnti di liquido reale in regime puramente turbolento. Moto delle correnti in tubo liscio. *Esercitazione: Equazione del moto per le correnti in pressione: problema di verifica e problema di progetto.*

**Lunghe condotte.** Definizione. Problema di verifica e di progetto di una lunga condotta. Condotte con erogazione lungo il percorso. Problema di verifica delle reti di condotte. *Esercitazioni: Verifica idraulica di una corta condotta in pressione. Verifica idraulica di una condotta in depressione. Verifica idraulica di una lunga condotta.*

**Macchine Idrauliche.** Cenni sulle macchine idrauliche motrici. Macchine operatrici: pompe. Impianti di sollevamento. Potenza della pompa. *Esercitazione: Verifica idraulica di una condotta di sollevamento.*

**Correnti a superficie libera in moto uniforme.** Problemi di verifica e di progetto dei canali per moto uniforme. Cenni al caso del moto permanente.

**Foronomia.** Luci sotto battente e luci a stramazzo, leggi di efflusso. *Esercitazione: problema di verifica e di progetto.*

**Idrometria.** Idrometria delle correnti in pressione e idrometria delle correnti a pelo libero: metodi e strumenti.

**Metodi di distribuzione dell'acqua irrigua.** Aspersione, Microirrigazione, Macchine per l'irrigazione (pivot, Rainger, rotolone per irrigazione, ecc.) integranti i nuovi sistemi LESA (Low Energy Spray Application) o LEPA (Low Energy Precision Application). *Esercitazione: dimensionamento idraulico-idrologico di un impianto irriguo*

### IDROLOGIA AGRARIA

**Cenni di Idrologia tecnica.** Ciclo dell'acqua e bilancio. Raccolta dei dati idrologici. Altezze e intensità di pioggia. Piogge di massima intensità e breve durata. Pluviometri e pluviografi. Precipitazioni ed afflussi meteorici. Piogge ragguagliate su un bacino idrografico. Regimi pluviometrici. Deflussi superficiali. *Esercitazione: Ricerca, controllo qualità e implementazione banca dati agro-meteorologici.*

**Idrostatica dell'acqua nel terreno agrario.** Rapporti acqua-terreno: Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno e relative determinazioni (contenuto idrico gravimetrico e volumetrico, porosità fisica ed efficace, massa volumica apparente). Potenziale idrico e sue componenti. Curva di ritenzione dell'acqua del terreno in condizione di umettamento ed essiccamento. (Processo di isteresi). Coefficienti di ritenzione capillare e di avvizzimento permanente. Acqua disponibile per le piante. Pedofunzioni di trasferimento (PTF). Metodi di misura dello stato idrico del terreno. *Esercitazione: Applicazione di PTF. Calibrazione sensore di umidità del suolo.*

**Idrodinamica dell'acqua nel terreno.** Principi del moto dell'acqua nei mezzi porosi saturi. Velocità di filtrazione e permeabilità; legge di Darcy. Moto dell'acqua nei mezzi porosi insaturi. Processi di infiltrazione e di redistribuzione dell'acqua nel terreno. Profili idrici nel terreno. Moto dell'acqua nei mezzi porosi insaturi. Legge di Darcy generalizzata. Moti di filtrazione. Falde freatiche e falde artesiane. Pozzi. Curva caratteristica dei pozzi. Metodi di campo e di laboratorio per la determinazione della conducibilità idrica satura e insatura (permeometri a carico costante e variabile, metodo della crosta, metodo del foro trivella). *Esercitazione (campo): uso del minisisk infiltrometer in campo.*

**Modellistica agro-idrologica.** Evapotraspirazione della coltura. Evaporazione e traspirazione idrica. Concetti di evapotraspirazione massima



## UNIVERSITÀ DI PISA

ed effettiva ed effetti sulla stato idrico della coltura. Modelli fisicamente basati ed empirici per la stima dell'evapotraspirazione della coltura di riferimento: Thornthwaite, Hargreaves-Samani, Blaney e Criddle, Penman-Monteith e ASCE international standard. Coefficienti colturali. Misura dell'evapotraspirazione effettiva tramite tecniche micrometeorologiche, atmometri e lisimetri. Modelli matematici ed empirici per la stima dello stato idrico del suolo e della pianta: SWAP (Alterra) a FAO-56 model. *Esercitazione: Stima dell'evapotraspirazione massima con il metodo di Hargreaves-Samani. Implementazione di un sistema esperto pluviometro+atmometro+elettrovalvola su datalogger CR1000 (Campbell Inc.) ed elaborazione dati acquisiti.*

**Efficienza idrica ed energetica dei sistemi idraulici:** Definizione di EUE e WUE. Nesso efficienza uso acqua-energia. WUE nested approach. Gestione esperta degli adacquamenti e degli impianti irrigui. Irrigation Audit. *Esercitazione: Implementazione di un sistema esperto pluviometro+atmometro+elettrovalvola su datalogger CR1000 (Campbell Inc.) ed elaborazione dati acquisiti.*

### Bibliografia e materiale didattico

#### **MATERIALE DIDATTICO**

- Dispensa di Idraulica e Idrologia Agraria redatta dal docente;
- Gallati M., Sibilla S. 2009. Fondamenti di idraulica. Editore: Carocci. EAN: 9788843051717;
- Mossa M., Antonio F. Petrillo 2013. Idraulica. Editore: CEA. ISBN: 8808180727;
- Freddie R. Lamm, James E. Ayars, Francis S. Nakayama. 2002. Microirrigation for Crop Production Design, Operation, and Management. ELSEVIER. ISBN: 978-0-444-50607-8;
- Luigi Cavazza. 2006. Terreno agrario. Il comportamento fisico. Editore: REDA.

#### **per approfondimenti:**

- Wilfried Brutsaert. 2006. Hydrology: An Introduction. Cambridge University Press. ISBN-10: 0521824796. ISBN-13: 978-0521824798.
- Waller Peter, Yitayew Muluneh. 2015. Irrigation and Drainage Engineering. SPRINGER. ISBN: 978-3-319-05698-2.

### Indicazioni per non frequentanti

Gli studenti non frequentanti possono seguire lo svolgimento dell'insegnamento utilizzando il materiale didattico messo a disposizione dal docente sul sito E-learning del CdS e seguendo il registro delle lezioni del docente. I non frequentanti e coloro che decidono di non sostenere le prove scritte in itinere debbono effettuare una prova orale su tutti gli argomenti del programma.

### Modalità d'esame

L'esame è composto di due prove scritte in itinere ed una prova orale.

- La prova scritta consiste in una serie di domande/esercizi/problemi inerenti gli argomenti trattati nell'insegnamento sino ad una settimana antecedente la verifica e si svolge in un'aula con una durata di 4 ore.
- Le prove in itinere vengono effettuate durante le pause didattiche istituite nel CdS, mentre l'orale viene effettuato alla fine del corso in seno alle sessioni di esami.
- Le prove in itinere valgono per l'intero anno accademico.
- La prova scritta è superata se si acquisisce una votazione pari a 18/30; se lo studente acquisisce una valutazione positiva (almeno 18/30), questa è mediata con il voto acquisito attraverso l'orale. Nel caso in cui lo studente acquisisca valutazioni inferiori a 18/30, deve sostenere l'esame orale su quella parte di programma valutato nella prova in itinere.
- Per chi volesse migliorare la valutazione acquisita con la verifica in itinere, il colloquio verterà su tutta quella parte di programma argomento della prova in itinere;
- 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 l'idraulica dei fluidi reali all'interno di sistemi irrigui in pressione, gli scambi idrici all'interno del sistema continuo suolo-pianta-atmosfera, la gestione esperta dell'irrigazione e aver compreso il concetto di efficienza idrica-energetica secondo l'approccio annidato.

### Pagina web del corso

<https://elearning.agr.unipi.it/course/index.php?categoryid=34>

### Altri riferimenti web

#### **UNIPIMAP**

- <http://unimap.unipi.it/cercapersona/dettaglio.php?ri=109586>

#### **Scientific database ID**

- ResearcherID: D-2358-2013
- SCOPUS: 35722806100
- ORCID: [orcid.org/0000-0002-8405-8618](http://orcid.org/0000-0002-8405-8618)
- PUBLONS: [publons.com/a/587042/](http://publons.com/a/587042/)

Ultimo aggiornamento 12/03/2019 13:05