



DOCENTE: Prof. GIORGIO MANNINA

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenze di base di: matematica, fisica e chimica
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita di comprensione</p> <p>Caratteristiche delle acque di approvvigionamento e di rifiuto; principali operazioni e processi unitari per la potabilizzazione e la depurazione delle acque; fenomeni di inquinamento dei corpi idrici e valutazione delle tecniche di intervento; ciclo di gestione dei rifiuti.</p> <p>Capacita di applicare conoscenza e comprensione</p> <p>Abilita comunicative</p> <p>Capacita di descrivere le necessita di intervento per la salvaguardia della qualita delle acque, con riferimento agli interventi per il trattamento delle acque reflue e la potabilizzazione delle acque primarie. Discutere le fasi che costituiscono il ciclo integrato dei rifiuti e definire gli interventi tecnici necessari.</p> <p>Capacita d'apprendimento</p> <p>Aggiornamento continuo nel campo dell'ingegneria sanitaria-ambientale, con particolare riferimento al trattamento delle acque, al risanamento dei corpi ricettori e alla gestione dei rifiuti. Accesso alla laurea magistrale e partecipazione a master di primo livello e corsi di perfezionamento su tematiche specifiche dell'ingegneria ambientale</p> <p>Definizione di schemi di impianti per la depurazione e la potabilizzazione delle acque; interpretazione dei dati di qualita di acque primarie e acque reflue; interpretazione dei dati relativi allo stato di qualita dei corpi idrici; individuazione delle tecnologie idonee per la gestione dei rifiuti.</p> <p>Autonomia di giudizio</p> <p>Predisposizione dello schema di massima di impianti di depurazione e potabilizzazione; predisposizione dei piani di monitoraggio di acque primarie e reflue; analisi dello stato di qualita dei corpi idrici e individuazione dei possibili interventi di recupero; impostazione dello schema di massima di un sistema di gestione dei rifiuti solidi urbani.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	L'esame finale, volto alla verifica della conoscenza dei contenuti del corso, si articola in una prova orale. Il candidato nel corso di tale prova, preliminarmente, dovra' presentare il progetto di un impianto di depurazione oggetto della esercitazione. La valutazione si articolera' su una scala numerica di voti che prevede, nel caso di superamento dell'esame, un voto minimo di superamento dell'esame (sufficiente - 18) ed un voto massimo (eccellente 30 e lode). Nel caso di non superamento dell'esame (insufficiente) il candidato non possiede conoscenze accettabili dei contenuti del corso.
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	<p>Il Corso di Ingegneria Sanitaria-Ambientale si occupa dello studio dei meccanismi di formazione dei fenomeni d'inquinamento e degli strumenti d'intervento, atti a consentire un'efficace protezione dell'ambiente.</p> <p>Gli argomenti trattati nel corso sono diretti a completare la preparazione degli allievi ingegneri che intendono svolgere la loro attivita professionale nei campi dell'ingegneria ambientale, della pianificazione e gestione di territorio, delle costruzioni idrauliche, dell'impiantistica chimica e meccanica. Il corso prevede lo svolgimento di lezioni e di esercitazioni, queste ultime dedicate principalmente al dimensionamento di un impianto di depurazione per acque reflue urbane.</p>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, esercitazioni - corso erogato in inglese
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>Dispense e materiale bibliografico sono distribuiti durante il corso. Per maggiori approfondimenti, si suggerisce la consultazione dei seguenti testi:</p> <p>C. Collivignarelli, G. Bertanza: "Ingegneria sanitaria-ambientale". Citta' Studi Edizioni, 2012</p> <p>L. Bonomo: "Trattamenti delle acque reflue". Ed. McGraw-Hill, 2008 Degremont: "Memento Technique de l'Eau" - ed. Degremont, Paris, 1989</p> <p>G. d'Antonio: "Trattamento dei rifiuti solidi urbani", ed. Maggioli, 1997 Metcalf &amp; Eddy: "Ingegneria delle acque reflue: trattamento e riuso", ed. McGraw-Hill, 2006</p> <p>G. Tchobanoglous, H. Theisen, S.A. Vigil: "Integrated solid waste management", ed. McGraw-Hill, 1993</p> <p>Giorgio Mannina, George Ekama, Hallvard Ødegaard, Gustaf Olsson, 2018 Advances in Wastewater Treatment, International Water Association - IWA, ISBN13: 9781780409702.</p> <p>Giorgio Mannina, Ashok Pandey, Christian Larroche, How Yong Ng, Huu Hao Ngo 2020 current Developments in Biotechnology and Bioengineering Advanced Membrane Separation Processes for Sustainable Water and Wastewater Management - Case Studies and Sustainability Analysis ISBN 978-0-12-819854-4</p>

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Presentazione del corso
2	Il ciclo dell'acqua e impostazione del ciclo di trattamento delle acque reflue

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
5	Trattamento delle acque reflue - Definizioni. Campionamento. Caratteristiche delle acque reflue. Impostazione del ciclo di trattamento. Grigliatura. Staccatura. Dissabbiatura. Disoleatura. Sedimentazione: teoria; tipologie e criteri di dimensionamento. Trattamenti biologici: principi di microbiologia e biochimica; processi aerobici e anaerobici; crescita batterica e rimozione del substrato; idrodinamica dei reattori; reattori biologici con e senza ricircolo cellulare. Processi a fanghi attivi: carico del fango e carico volumetrico, età del fango; calcolo del volume dei reattori, della portata di ricircolo e del fabbisogno di ossigeno; sistemi di aerazione; calcolo della capacità di ossigenazione. Stagni biologici. Letti percolatori. RBC. Trattamento dei fanghi: digestione aerobica e anaerobica; tipologie e criteri di dimensionamento; produzione e recupero del biogas. Ispessimento. Disidratazione dei fanghi: letti di essiccamento; disidratazione meccanica; condizionamento. Smaltimento finale dei fanghi. Rimozione biologica dell'azoto. Rimozione chimica del fosforo. Disinfezione. Vasche Imhoff. Normativa.
3	Trattamento delle acque di approvvigionamento - Caratteristiche delle acque naturali. Requisiti delle acque in funzione degli usi. Impostazione del ciclo di trattamento per acque superficiali. Cenni di chiari flocculazione e filtrazione. Disinfezione. Trattamento dei fanghi. Normativa.
10	Inquinamento dei corpi ricettori - Caratteristiche dei corpi ricettori nei riguardi dei fenomeni di inquinamento: corsi d'acqua superficiali; bacini a debole ricambio; acque di falda; mare; suolo. Scarichi a mare con condotte sottomarine: metodi di calcolo e tecniche costruttive. Eutrofia dei bacini a debole ricambio: generalità, indicatori di stato trofico, metodi di previsione dello stato trofico, tecniche di risanamento. Autodepurazione dei corsi d'acqua.
16	Gestione dei rifiuti - Classificazione dei rifiuti solidi. Composizione, campionamento e analisi. Produzione dei RSU. Conferimento. Raccolta. Raccolta differenziata. Trasporto. Stazioni di trasferimento. Discariche controllate: processi biochimici; percolato; biogas. Trattamenti termici: incenerimento; tipologie di impianto; recuperi energetici; caratterizzazione e controllo dei residui solidi e degli effluenti gassosi; cenni su pirolisi e gassificazione. Impianti di selezione e recupero: produzione del compost e del combustibile derivato dai rifiuti (CDR); quantità, qualità e possibilità di utilizzo dei prodotti di recupero. Normativa.
7	Elementi di base della modellazione matematica; classificazione dei modelli; schemi di controllo: proporzionale (P), integrale (I), derivata (D)
ORE	Esercitazioni
16	Predisposizione del progetto di un impianto di depurazione delle acque reflue prodotte da un centro abitato: individuazione dello schema di trattamento, linea acque e linea fanghi, dimensionamento e disegno delle principali unità, assemblaggio delle unità, profili idraulici. Visita tecnica di un impianto di depurazione di acque reflue urbane.
8	I siti contaminati. Definizioni. Criteri di qualità dei suoli. Caratterizzazione dei siti contaminati. Modelli concettuali. Analisi di rischio. Interventi per la bonifica e la messa in sicurezza di terreni e acque di falda. La bonifica delle discariche. La bonifica dell'amianto. normativa.
12	Applicazione di software per la modellazione ambientale: GPS-X, Hydromantics