

Informazioni generali

- Anno di corso: 2
- Semestre: 1
- CFU: 6

Docente responsabile

[Francesco LOMBARDI](#)

Obiettivi

Apprendere le applicazioni tecniche e gestionali riguardanti i rifiuti in generali con particolare approfondimento agli impianti che recuperano energia.

Programma

Il corso è strutturato in una attività teorica applicata completata dalla redazione di un elaborato progettuale da predisporre durante il corso sotto la guida e la revisione del docente.

Gli argomenti affrontati risultano i seguenti:

La **normativa di riferimento** relativa alla gestione dei rifiuti (D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii.) ed in particolare al recupero di energia da rifiuti.

Processi di digestione anaerobica della frazione organica di rifiuti: Tecnologie ad alta e bassa concentrazione dei solidi. Tecnologie combinate di digestione anaerobica ad alta concentrazione di solidi e compostaggio della frazione organica di rifiuti.

Combustione rifiuti: Richiami legislativi. Richiami di termodinamica relativi alla combustione e al recupero energetico e caratteristiche del vapore saturo e surriscaldato. La termodistruzione dei rifiuti: generalità e richiami legislativi. Fasi della combustione Analisi dei combustibili, calcolo del potere calorifico dei rifiuti. Incenerimento dei rifiuti solidi: i forni di incenerimento dei rifiuti,

progettazione delle unità di accettazione e accumulo dei rifiuti, e della camera di combustione primaria e/o secondaria.

Le **unità di abbattimento degli inquinanti gassosi**. La rimozione degli NOx. I residui della combustione (solidi, liquidi e gassosi). Le unità costituenti il recupero energetico. La progettazione delle unità di abbattimento delle emissioni gassose (scrubber, cicloni, filtri a maniche, torri ad umido e filtri a carbone attivo). Residui solidi dell'incenerimento: Scorie, ceneri da caldaia e ceneri volanti. Stabilizzazione – Meccanismi di S/S. Tecnologie di S/S. Vetrificazione. Test di lisciviazione e di cessione. Test chimico-fisici sui prodotti S/S.

Elaborazione con revisione di un progetto attinente gli argomenti trattati.

Tecniche innovative della termodistruzione dei rifiuti: I processi e le tecnologie di pirolisi e dissociazione molecolare dei rifiuti solidi. I processi e le tecnologie di gasificazione dei rifiuti solidi.

Esercitazioni:

- Digestione anaerobica della frazione organica di rifiuti: determinazione del biogas producibile;
- Combustione dei rifiuti solidi: Calcolo del potere calorifico di un rifiuto. Stechiometria della combustione;
- Impianti di incenerimento: Progettazione camera di combustione e post-combustione;
- Impianti di incenerimento: Progettazione delle unità di abbattimento delle emissioni gassose.

Eventuali propedeuticità

Laurea triennale in Ingegneria Civile e Ambientale o Ingegneria Energetica o Ingegneria Meccanica.

Solido background in Ingegneria Sanitaria Ambientale, Fisica e Chimica.

Testi di riferimento

- P. Sirini, G. Tchobanoglous, R. C. Noto La Diega: "Ingegneria dei Rifiuti Solidi" MC Graw Hill Companies Srl, 2010.
- ANPA, ONR: "Definizione di standard tecnici di igiene urbana". Manuali e linee guida 6/2001.
- Gruppo di lavoro CITEC: "Le linee guida per la progettazione, la realizzazione e la gestione degli impianti a tecnologia complessa per lo smaltimento dei rifiuti urbani". ATIA, 2000.
- Materiale distribuito dal docente

Modalità d'esame

L'esame si articola in una prova scritta e una prova orale.

La prova scritta verte su un test riguardante le principali norme di riferimento richiamate nel corso e vincolanti la gestione dei rifiuti e la realizzazione di impianti.

Durante la prova orale si discute lo svolgimento e la soluzione di prove pratiche assegnate. La prova orale ha lo scopo anche di verificare l'apprendimento dei concetti teorici del corso; la discussione delle prove pratiche ha lo scopo di verificare le capacità di calcolo critico dello studente su argomenti energetici.

La prova di esame valuta la preparazione complessiva dello studente: dalla capacità di integrazione delle conoscenze dei contenuti del corso alla capacità di analisi degli argomenti fino all'elaborazione di giudizi autonomi sulle tematiche del corso. Inoltre vengono valutate la proprietà di linguaggio e la chiarezza espositiva, in aderenza con i descrittori di Dublino (1. Conoscenza e capacità di comprensione - knowledge and understanding; 2. Capacità di applicare la conoscenza e comprensione - applying knowledge and understanding; 3. Autonomia di giudizio - making judgements; 4. Capacità di apprendimento - learning skills; 5: Abilità di comunicazione - communication skills).

Il voto finale terrà conto per il 70% della completezza delle conoscenze acquisite e per il 30% delle capacità espressive e di giudizio autonomo dimostrate dallo studente.

La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri:

- Non idoneo: importanti carenze nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni e limitate capacità critiche e di giudizio, argomenti esposti in modo non coerente e con linguaggio inappropriato
 - 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili generalizzazioni e imperfezioni; capacità di analisi sintesi e autonomia di giudizio sufficienti, argomenti esposti in modo frequentemente poco coerente e con un linguaggio poco appropriato
 - 21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti poco più che sufficiente; capacità di analisi e di sintesi sufficientemente approfondite e linguaggio appropriato
 - 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi esposte in modo rigoroso, linguaggio non sempre appropriato
 - 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti profonda; notevoli capacità di analisi e sintesi. Buona autonomia di giudizio. Argomenti esposti in modo rigoroso e con linguaggio appropriato
 - 30-30L: Livello di conoscenza e comprensione degli argomenti ottimi. Ottime capacità di analisi, di sintesi e di autonomia di giudizio. Esposizione originale e con linguaggio appropriato.

Periodo di docenza e modalità di svolgimento

6 ore frontali settimanali.

Utilizzo della lavagna classica e multimediale. Ogni lezione è accompagnata dal materiale di riferimento.

Svolgimento di una visita di istruzione in un impianto

Il corso si svolge nelle ultime 8 settimane del semestre rispetto al calendario ufficiale delle lezioni all'interno dell'insegnamento di Impianti trattamento dei rifiuti nella LM in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio. Gli studenti sono invitati a partecipare alla prima lezione del corso.

Scheda insegnamento



[Scheda insegnamento Impianti per il Recupero di Energia da Rifiuti \(113 kB\)](#)