



<b>Insegnamento</b>	<b>Sistemi per l'Energia e l'Ambiente</b>
<b>Livello e corso di studio</b>	Laurea Triennale in Ingegneria Industriale
<b>Settore scientifico disciplinare (SSD)</b>	ING/IND-09
<b>Anno di corso</b>	3
<b>Numero totale di crediti</b>	9
<b>Propedeuticità</b>	Macchine
<b>Docente</b>	Raffaello Cozzolino Facoltà: Ingegneria Industriale Nickname: cozzolino.raffaello Email: raffaello.cozzolino@unicusano.it Orario di ricevimento: Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Videoconferenza <a href="http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica">http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica</a>
<b>Presentazione</b>	<p>Il corso si propone di illustrare criticamente le possibilità di sviluppo dei sistemi di conversione dell'energia convenzionali, basati sull'utilizzo delle fonti fossili.</p> <p>Nell'ottica della diversificazione delle fonti fossili e del risparmio energetico, nel corso vengono anche presentate, rispettivamente, le tecnologie per l'uso "pulito" del carbone e i sistemi di cogenerazione.</p> <p>Infine, a completamento della trattazione sui sistemi energetici, vengono presentate le tecnologie innovative a idrogeno, quali le celle a combustibile.</p>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>Il corso di Sistemi per l'energia e l'ambiente ha i seguenti obiettivi formativi:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Rivedere le basi della termodinamica e analizzare il problema energetico</li><li>2. Illustrare l'analisi e l'ottimizzazione degli impianti a vapore, a gas e cicli combinati</li><li>3. Illustrare l'analisi delle tecnologie per l'uso pulito del carbone</li><li>4. Illustrare l'analisi delle celle a combustibile a idrogeno e della cogenerazione</li><li>5. Illustrare l'implementazione del software Thermoflex per lo studio dei sistemi energetici</li></ol>
<b>Prerequisiti</b>	Conoscenza di base dell'analisi matematica, della fisica (meccanica e termodinamica) e delle macchine a fluido.



## Risultati di apprendimento attesi

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente al termine del Corso avrà dimostrato di conoscere gli argomenti di sistemi energetici, e avrà acquisito la capacità di analisi degli stessi. Lo studente acquisirà la conoscenza del funzionamento dei principali sistemi di conversione dell'energia: impianti a vapore, impianti a gas, cicli combinati, gassificatori integrati con ciclo combinati, celle a combustibile e cogeneratori. Lo studente acquisirà infine metodi per l'analisi e l'ottimizzazione dei sistemi energetici. Inoltre, tramite le Etivity gli studenti acquisiranno la capacità di formulare problemi all'interno del software Thermoflex.

### **Applicazione delle conoscenze**

Lo studente sarà in grado di utilizzare la conoscenza dei sistemi energetici di conversione dell'energia per l'analisi e l'ottimizzazione degli stessi; sarà inoltre in grado di implementare semplici codici di calcolo per la soluzione di problemi legati all'ottimizzazione energetica degli impianti proposti. Le Etivity prevedono l'applicazione delle conoscenze teoriche a problemi pratici da risolvere con l'ausilio di software di calcolo (Thermoflex).

### **Capacità di trarre conclusioni**

Lo studente sarà in grado tramite le Etivity di eseguire analisi tecniche di sistemi energetici singoli e integrati, acquisendo la capacità di confrontare differenti soluzioni impiantistiche.

### **Abilità comunicative**

Lo studente sarà in grado tramite le Etivity di descrivere e sostenere conversazioni su soluzioni impiantistiche energetiche tradizionali ed innovative, individuando correttamente i punti di ottimizzazione e miglioramento delle performance, e adoperando una terminologia adeguata.

### **Capacità di apprendere**

Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle nozioni fondamentali necessarie per l'analisi di sistemi energetici. Tutto ciò gli consentirà di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore maturità e gli fornirà le basi per poter apprendere quanto verrà proposto nei corsi specialistici di meccanica, con particolare riferimento agli argomenti di "meccanica calda"

## Organizzazione dell'insegnamento

Il corso è sviluppato attraverso le **lezioni preregistrate audio-video** che compongono, insieme a slide e dispense, i materiali di studio disponibili in piattaforma.

Sono poi proposti dei **test di autovalutazione**, di tipo asincrono, che corredano le lezioni preregistrate e consentono agli studenti di accertare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei contenuti di ognuna delle lezioni.

La **didattica interattiva** è svolta nel forum della "classe virtuale" e comprende **4 Etivity** che applicano le conoscenze acquisite nelle lezioni di teoria, tramite codici di calcolo sviluppati in Thermoflex dallo studente, agli impianti di conversione dell'energia.



	<p>In particolare, il Corso di Sistemi per l'energia e l'ambiente prevede 9 Crediti formativi. Il carico totale di studio per questo modulo d'insegnamento è compreso tra 220 e 240 ore così suddivise in: <b>circa 154</b> ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato (20 Ore videoregistrate di Teoria). <b>circa 70 ore di Didattica Interattiva</b> per l'elaborazione e la consegna di 4 Etivity <b>circa 10 ore di Didattica Interattiva</b> per l'esecuzione dei test di autovalutazione. Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 11 settimane dedicando tra le 20 alle 30 ore di studio a settimana</p>
<b>Contenuti del corso</b>	<p><b>MODULO 0: RICHIAMI DI TERMODINAMICA</b> (6 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 21 ore - 6 test autovalutazione per un impegno di 1,5 ore - settimana 1) dove sono affrontati i seguenti argomenti:</p> <p>La termodinamica: funzioni di stato, gas perfetti, primo e secondo principio, cicli, piano T-s e p-v, trasformazioni ideali reali e rendimento.</p> <p><b>MODULO 1: PROBLEMA ENERGETICO &amp; SOFTWARE THERMOFLEX</b> (3 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 10,5 ore - 1 test autovalutazione per un impegno di 0,5 ore - settimana 2) dove sono affrontati i seguenti argomenti:</p> <p>Il problema energetico: le fonti energetiche convenzionali e rinnovabili, sviluppo sostenibile, scenario italiano.</p> <p>Introduzione e approccio al software di calcolo termodinamico Thermoflex (14 ore di carico di studio - settimana 2)</p> <p><b>MODULO 2: IMPIANTI MOTORE TURBINA A VAPORE</b> (8 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 28 ore - 5 test autovalutazione per un impegno di 2,5 ore - settimana 3-4) dove sono affrontati i seguenti argomenti:</p> <p>Impianti motori Turbina a Vapore (IMTV): Considerazioni termodinamiche, Riscaldamento e rigenerazione, Ottimizzazione del rendimento interno, Evoluzione e prospettive di sviluppo, Sistemi di ripotenziamento degli IMTV esistenti.</p> <p><b>Etivity 1</b> - Modello di simulazione IMTV base (per un impegno di 15 ore - settimana 3-4)</p> <p><b>Etivity 2</b> - Modello di simulazione IMTV con reheat e spillamento (per un impegno di 20 ore - settimana 5-6)</p>



**MODULO 3: IMPIANTI MOTERE TURBINA A GAS** (10 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 35 ore - 4 test autovalutazione per un impegno di 2 ore - settimana 5-6-7) dove sono affrontati i seguenti argomenti:

Impianti motori con turbine a gas (IMTG): Generalità sull'evoluzione delle TG industriali e aeronautiche, Tendenze di sviluppo delle TG industriali e aeronautiche, Ciclo ideale, limite e reale, La refrigerazione delle pale, Analisi delle prestazioni, Interventi sul ciclo e rigenerazione termica e interrefrigerazione.

**Etivity 3** - Modello di simulazione IMTG base (per un impegno di 15 ore - settimana 7-8)

**Etivity 4** - Modello di simulazione IMTG rigenerato e interrefrigerato (per un impegno di 20 ore - settimana 9-10)

**MODULO 4: IMPIANTI A CICLO COMBINATO** (4 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 14 ore - 4 test autovalutazione per un impegno di 2 ore - settimana 8-9) dove sono affrontati i seguenti argomenti:

Impianti a ciclo combinato gas-vapore: Considerazioni termodinamiche, Metodologie di progetto, Rendimento del ciclo, Caldaia a recupero e caratteristiche costruttive, Assetti dei cicli a recupero, Prospettive di sviluppo dei CC.

**MODULO 5: GASSIFICAZIONE INTEGRATA CON CICLO COMBINATO** (3 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 10,5 ore - 3 test autovalutazione per un impegno di 1,5 ore - settimana 10) dove sono affrontati i seguenti argomenti:

Impiego "pulito" del carbone: Gassificazione del carbone e relative tecnologie, Gassificatore a letto fisso, gassificassero a letto fluido, gassificassero a letto trascinato, Syngas cooler, Tecnologie di depurazione, Impianti IGCC.

**MODULO 6: CELLE A COMBUSTIBILE E COGENERAZIONE** (3 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 10,5 ore - 1 test autovalutazione per un impegno di 1 ore - settimana 11) dove sono affrontati i seguenti argomenti:

Le Celle a Combustibile: Considerazioni generali, Principio di funzionamento, Funzionamento reale e perdite, Classificazione, Prestazioni e campi di applicazione. La cogenerazione: Considerazioni generali, Quadro normativo Italiano ed Europeo, Le tecnologie per la cogenerazione, Criteri di scelta e dimensionamento



<b>Materiali di studio</b>	<b>MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE</b>  <b>Testi consigliati:</b> - Turbine a gas e cicli combinati, G. Lozza, Ed. Progetto Leonardo
<b>Modalità di verifica dell'apprendimento</b>	<p>L'esame consiste nello svolgimento di una prova scritta tendente ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti e di una serie di attività (Etivity) svolte durante il corso nelle classi virtuali. La prima e la terza Etivity valgono 1 punto ciascuna mentre la seconda e la quarta valgono 2 punti ciascuna, per tanto saranno valutate per un punteggio che va da 0 a 6 punti sul voto finale. La valutazione delle Etivity da 0 a 6 punti, è effettuata, in itinere, durante la durata del corso. L'esame di profitto è valutato per i restanti da 0 a 25 e può essere effettuato in forma scritta sia presso la sede di Roma sia presso i poli didattici previa prenotazione da parte dello studente. La prova, indipendentemente che si tratti di appello in sede esterna o in sede centrale a Roma, è costituita da 3 quesiti di teoria a risposta aperta che possono riguardare l'intero programma svolto, ed un esercizio volto al calcolo del potere calorifico. Il consiglio che posso dare è di porre uguale attenzione a tutti i quesiti avendo questi tutti uguale votazione in sede di valutazione.</p> <p>La nuova modalità di svolgimento dell'esame prevede la seguente organizzazione (in vigore da Gennaio 2020). Lo studente può scegliere la modalità che preferisce al momento dell'esame senza comunicarlo preventivamente al docente. Le possibili modalità sono le seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Primo Esonero</b> (Moduli 1, 2, 3) - Quesito 1 e 2</li><li>- <b>Secondo Esonero</b> (Moduli 4, 5, 6) - Quesito 3 e 4</li><li>- <b>Esame Completo</b> (tutti i Moduli) - Quesito 1, 2, 3, 4</li></ul> <p>Lo studente deve selezionare la scelta al momento dell'esame. In caso di assenza di spunta si considera come effettiva la modalità di svolgimento completa (composta da 4 domande). Resta inteso che lo studente può sostenere il secondo esonero solo dopo aver superato il primo (con una votazione di almeno 8/12.5 - La massima valutazione del primo esonero è pari a 12.5/12.5, la massima valutazione del secondo esonero è pari a 12.5/12.5). Il voto finale sarà quindi dato dalla somma dei voti dei singoli esoneri ed è possibile conseguire un massimo di 25 punti, al completamento dei due esoneri.</p> <p>I risultati di apprendimento attesi circa le conoscenze della materia e la capacità di applicarle sono valutate dalla prova scritta e dalle Etivity, mentre le abilità comunicative, la capacità di trarre conclusioni e la capacità di autoapprendimento sono valutate in itinere attraverso le sole Etivity.</p>



# CUNIVERSITÀ CUSANO

**Criteri per  
l'assegnazione  
dell'elaborato  
finale**

L'assegnazione dell'**elaborato finale** avverrà sulla base di un colloquio con il docente in cui lo studente manifesterà i propri specifici **interessi** in relazione a qualche argomento che intende approfondire; non esistono **preclusioni** alla richiesta di assegnazione della tesi e non è prevista una **media particolare** per poterla richiedere.