

STRUTTURA	Scuola Politecnica - DEIM
ANNO ACCADEMICO	2015/16
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE	Ingegneria Energetica e Nucleare
INSEGNAMENTO	Progettazione di impianti energetici e Tecnica del Freddo, 12 CFU
TIPO DI ATTIVITÀ	Caratterizzante
AMBITO DISCIPLINARE	Ingegneria energetica e nucleare
CODICE INSEGNAMENTO	15146
ARTICOLAZIONE IN MODULI	Sì
NUMERO MODULI	2 (1. PIE: Progettazione di impianti energetici, 6 CFU - prof. Massimo Morale; 2. TdF: Tecnica del Freddo, 6 CFU - prof. Domenico Panno)
SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI	ING-IND/10
DOCENTE RESPONSABILE (modulo 1)	Massimo Morale Professore Associato Università di Palermo
DOCENTE COINVOLTO (modulo 2)	Domenico Panno Ricercatore Università di Palermo
CFU	12
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	186
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE	54+60
PROPEDEUTICITÀ	-
ANNO DI CORSO	Secondo
SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI	Consultare il sito politecnica.unipa.it
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Studi di fattibilità e simulazione di impianti; eventual.: Esercitazioni in laboratorio, Visite in campo.
MODALITÀ DI FREQUENZA	Consigliata
METODI DI VALUTAZIONE	PIE: <i>Pre-esame relativo al modulo</i> : Prova Orale e Presentazione di elaborati relativi a casi studio. TdF: Prova Orale. Presentazione di una relazione sull'esercitazione di laboratorio
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi.
PERIODO DELLE LEZIONI	Consultare il sito politecnica.unipa.it
CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE	Consultare il sito politecnica.unipa.it
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	Prof. Morale: Martedì dalle 8 alle 10; event. anche per appuntamento tramite portale. Prof. Panno: Mercoledì 11-13

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente, al termine del corso, sarà in grado di elaborare e applicare le conoscenze acquisite per interpretare e comprendere il funzionamento di base degli impianti energetici trattati.

Acquisizione di conoscenze specifiche nei seguenti ambiti:

Produzione di freddo mediante macchine termiche a ciclo inverso
Criteri di scelta, progettazione e realizzazione di impianti frigoriferi
Dimensionamento di componenti di impianti frigoriferi.

Lo studente, al termine del corso, sarà in grado di affrontare le problematiche relative alla produzione del freddo in modo energeticamente efficiente.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente potrà affrontare e risolvere problematiche connesse alla caratterizzazione di macchine, impianti e processi industriali, valutandone le prestazioni e la relativa efficienza, sviluppando i criteri di progettazione e realizzazione di impianti energetici anche innovativi e complessi.

Applicazione di un corretto approccio nell'affrontare i problemi relativi alla progettazione degli impianti frigoriferi e capacità di valutazione critica dei risultati ottenuti.

Autonomia di giudizio

Lo studente acquisirà adeguata capacità di giudizio in relazione alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento, potendo integrare le conoscenze fornite e anche formulare giudizi e valutazioni, sia sulla scorta dei dati raccolti che di quelli autonomamente desunti.

Capacità di analisi e valutazione dei risultati ottenuti e confronto critico con possibili alternative ai sistemi tradizionali della produzione di freddo.

Abilità comunicative

Lo studente sarà in grado di comunicare, con competenza e proprietà di linguaggio in relazione alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento, sia con personale specializzato che non specializzato.

Capacità di esposizione dei risultati ottenuti e delle valutazioni eseguite in modo chiaro e comprensibile. Capacità di evidenziare l'importanza dei risultati ottenuti e le ricadute nelle applicazioni.

Capacità d'apprendimento

Lo studente sarà in grado di poter applicare le conoscenze maturate per approfondire in autonomia le problematiche relative alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento.

Capacità di aggiornamento mediante consultazione di testi e riviste tecniche e scientifiche del settore. Capacità di approfondire tematiche attinenti la progettazione di impianti frigoriferi mediante sistemi e tecnologie in grado di contenere le ricadute negative sull'ambiente (effetto serra, buco dell'ozono).

OBIETTIVI FORMATIVI – modulo Progettazione di impianti energetici

Il Modulo di *Progettazione di impianti energetici* è rivolto allo studio degli impianti energetici, essenzialmente di tipo industriale, sia convenzionali che innovativi.

La disciplina, di carattere fortemente applicativo, richiede una adeguata maturità dell'Allievo per i molteplici richiami alle materie dell'Ingegneria Industriale, particolarmente, per la sezione dell'Energetica.

Il Corso intende, attraverso l'analisi dettagliata di diverse tipologie impiantistiche e con un congruo numero di esercitazioni, fornire agli Allievi le nozioni e le abilità per poter autonomamente intraprendere lo studio, la progettazione e la verifica di impianti industriali a fini energetici.

Il Corso si propone di completare la figura professionale che si verrà a costituire con la Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare, fornendo inoltre anche quelle nozioni di raccordo e di gestione di gruppi di progettazione nel campo energetico, sia attraverso varie Esercitazioni applicative che con un ampio lavoro di Laboratorio di gruppo.

Modulo PIE: Progettazione di impianti energetici	
ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
28	Cenni sugli impianti industriali, layout, cronoprogrammi. Principali tecnologie che attengono agli impianti energetici, ai processi, alle caratteristiche prestazionali, ai criteri per quantificarne l'efficienza. Metodi per lo studio di fattibilità, la progettazione e la

	realizzazione di impianti energetici sia convenzionali che innovativi. Classificazione di alcuni tipi di impianti energetici e impianti ausiliari, ad esempio: per la produzione geotermoelettrica: a vapore/condensazione; a vapore a flash/condensazione, a ciclo organico; per la combustione, anche del carbone, con combustori a letto fluidizzato; IGCC per la combustione del carbone e dei residui di raffineria; per la produzione decentrata di energia elettrica e la cogenerazione con celle a combustibile MCFC e SOFC; MHD; avanzati per la produzione e l'utilizzazione del freddo; per la liquefazione e la rigassificazione del GNL. Studio budgettario e raffronto tecnico economico di progetti, per la scelta manageriale
	ESERCITAZIONI/LABORATORIO
26	Studi di fattibilità, progettazione verifica e simulazione del funzionamento degli impianti trattati a lezione. Applicazione agli elaborati progettuali nei gruppi di studio.
TESTI CONSIGLIATI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Appunti del Docente, articoli e manuali distribuiti durante il corso. 2. AA. VV.: <i>Manuale di manutenzione industriale</i>, Tecniche Nuove, 2005. 3. AA. VV.: <i>Manuale degli impianti termici e idrici</i>, Tecniche Nuove, 2005 4. Bearzi V., Licheri P.: <i>Manuale degli impianti a gas</i>, Tecniche Nuove, 2007. 5. Borel L., Favrat D.: <i>Thermodynamics and Energy Systems Analysis Vol. 1: From Energy to Exergy</i>, EPFL Press, 2010. 6. Di Pippo R.: <i>Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact</i>, Elsevier Butterworth-Hein, 2008. 7. EG&G Technical Services : <i>Fuel Cell Handbook (7th Ed.)</i>, DOE, November 2004 8. El-Wakil M.: <i>Powerplant Technology</i>, McGraw-Hill, 1985. 9. Haywood R.W.: <i>Analysis of Engineering cycles - Power, Refrigerating and Gas Liquefaction plant</i>, Pergamon Press, 1991. 10. Olivari V.: <i>Manuale degli impianti per l'industria</i>, Tecniche Nuove, 1999. 11. Prabir B.: <i>Combustion and Gasification in Fluidized Beds</i>, Taylor & Francis Ltd., 2006 12. Prigogine I., Kondepudi D.: <i>Termodinamica: dalle macchine termiche alle strutture dissipative</i>, Bollati Boringhieri, 2002. 13. Silvestri M.: <i>Il futuro dell'Energia</i>, Bollati Boringhieri, Ottobre 1988. 14. Sorensen A.: <i>Energy Conversion Systems</i>, J. Wiley, 1983. 15. Sycev V.V.: <i>Sistemi termodinamici complessi</i>, Editori riuniti/MIR, 1985. 16. Thuesen G.J., Fabrycky W.J.: <i>Economia per ingegneri</i>, Il Mulino, 1994.

OBIETTIVI FORMATIVI – modulo Tecnica del freddo
Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie adeguate per la progettazione degli impianti frigoriferi. Sarà in grado di valutare criticamente i risultati dei calcoli eseguiti, al fine di individuare la scelta ottimale dell'impianto frigorifero, in funzione della specifica applicazione. Lo studente sarà in grado di svolgere attività di consulenza al fine di indirizzare le scelte impiantistiche nel settore del freddo, in modo corretto da un punto di vista energetico ed ambientale.

Modulo TdF: Tecnica del freddo	
ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
3	Introduzione alla Tecnica del freddo; origine ed evoluzione della produzione artificiale di freddo.
6	Principali settori di impiego del freddo e principali applicazioni nei vari settori.
10	Cicli termodinamici inversi per la produzione di freddo. Macchine frigorifere a compressione di vapore. Cicli monostadio e bistadio. Soluzioni impiantistiche e confronto fra le diverse tipologie.
8	Fluidi frigoriferi: proprietà, criteri di scelta e di impiego. Fluidi naturali e fluidi sintetici. Azioni dei fluidi frigoriferi nei confronti dell'ambiente. Parametri di valutazione dei fluidi frigoriferi. Legislazione vigente.
3	Macchine frigorifere ad aria: analisi di vantaggi e svantaggi rispetto alle macchine frigorifere a compressione di vapore.
8	I sistemi ad assorbimento. Macchine frigorifere ad assorbimento acqua-

	ammoniaca. Bilanci di energia e bilanci di massa. Calcolo delle macchine ad assorbimento. Macchine frigorifere ad assorbimento a soluzione acquosa di bromuro di litio.
6	I principali componenti delle macchine frigorifere: compressori, condensatori, evaporatori, organi di laminazione, apparecchiature ausiliarie.
2	Cenni sulle pompe di calore.
Totale 46	
	ESERCITAZIONI
14	Cicli termodinamici inversi; macchine ad assorbimento; componenti delle macchine frigorifere; rilevamento in campo dei principali parametri di funzionamento di un impianto frigorifero e calcolo del coefficiente di effetto utile.
TESTI CONSIGLIATI	<ol style="list-style-type: none"> 1. U. Sellerio - Lezioni di Tecnica del Freddo. Edizione Sistema - Roma. 2. E. Bonaguri, D. Miari: Tecnica del Freddo - Hoepli - Milano. 3. R. J. Dossat: Principles of Refrigeration - Prentice Hall International Editions.