

**SCHEDA DATI PER OFFERTA FORMATIVA PUBBLICA DI CUI AL PUNTO 1.2  
DELLA CIRCOLARE MINISTERIALE N° 187 DELL'11 GIUGNO 2008**

<b>Insegnamento:</b> <b>n.crediti/n.ore:</b> <b>Docenti titolari:</b> <b>Qualifica</b> <b>SSD di appartenenza</b> <b>Struttura di afferenza</b> <b>Telefono</b> <b>e-mail</b> <b>Orario di ricevimento</b> <b>Sito web docente</b>	<b>Sistemi Energetici II</b> <b>10 CFU/100 ore</b> <b>Giorgio Cau e Daniele Cocco</b> <b>Professore Ordinario (G. Cau) e Professore Associato (D. Cocco)</b> <b>ING-IND-09</b> <b>Dipartimento di Ingegneria Meccanica</b> <b>070 6755715 (G. Cau) e 070 6755720 (D. Cocco)</b> <b><a href="mailto:gcau@unica.it">gcau@unica.it</a> (G. Cau) e <a href="mailto:cocco@dimeca.unica.it">cocco@dimeca.unica.it</a> (D. Cocco)</b> <b>lun-mer-ven 11-13</b> <b><a href="http://dimeca.unica.it/-cocco">http://dimeca.unica.it/-cocco</a></b>
<b>Curriculum scientifico</b>	<p><b>Giorgio Cau.</b> Laurea con lode in Ingegneria Meccanica presso l'Università di Cagliari nel 1978, Master in "Turbomachinery" presso il "von Karman Institute for Fluid Dynamics", Bruxelles, nel 1983.</p> <p>Dal 1983 Ricercatore universitario di "Macchine e centrali termiche" presso l'Università di l'Aquila, dal 1987 Professore associato di "Macchine" presso l'Università di Cagliari, dal 1990 Professore straordinario di "Meccanica applicata alle macchine e macchine" presso l'Università di L'Aquila, dal 1993 Professore ordinario di "Sistemi per l'energia e l'ambiente" presso l'Università di Cagliari, dove attualmente insegna "Sistemi energetici" e "Sistemi energetici II".</p> <p>È stato anche docente di "Conversione dell'energia", "Gestione delle macchine e dei sistemi energetici", "Interazione fra le macchine e l'ambiente", "Termodinamica applicata", "Impiego industriale dell'energia", "Ottimizzazione dei sistemi energetici", Modellistica e simulazione dei sistemi energetici".</p> <p>Esperto di tecnologie di conversione e impiego industriale dell'energia e autore di oltre 100 pubblicazioni scientifiche nel settore dei sistemi e delle tecnologie per la conversione dell'energia.</p> <p><b>Recenti pubblicazioni:</b></p> <p>CAU, G., COCCO, D., SERRA, F., TOLA, V., <i>Performance analysis of coal gasification processes integrated with high temperature fuel cells and gas turbine hybrid power plants</i>, CCT 2009, Fourth International Conference on Clean Coal Technologies, Dresden, Germany, 18-21 May 2009. ISBN 978-92-9029-467-2.</p> <p>CAU, G., COCCO, D., SERRA, F., TOLA, V., <i>Performance analysis of updraft coal gasifiers fed by oxygen with steam, CO<sub>2</sub> or recirculated syngas mixtures</i>, CCT 2009, CCT 2009, Fourth International Conference on Clean Coal Technologies, Dresden, Germany, 18-21 May 2009. ISBN 978-92-9029-467-2.</p> <p>VASCELLARI, M., CAU, G., <i>Numerical simulation of pulverized coal oxy-combustion with exhaust gas recirculation</i>, CCT 2009, Fourth International Conference on Clean Coal Technologies, Dresden, Germany, May 18-21, 2009. ISBN 978-92-9029-467-2.</p>

MURGIA, S., VASCELLARI, M., CAU, G., *Two-dimensional CFD model of air-blown coal-fired updraft gasifier*, CCT 2009, Fourth International Conference on Clean Coal Technologies, Dresden, Germany, May 18-21, 2009. ISBN 978-92-9029-467-2.

CAU, G., COCCO, D., CONCAS, P., TOLA, V., *Integration of combined cycle power plants and parabolic solar troughs using CO<sub>2</sub> as heat transfer fluid*, ASME paper GT2010-22886, ASME Turbo Expo 2010, Glasgow, UK, June 14-18, 2010. ISBN 978-0-7918-3872-3.

MURGIA, S., CAU, G., MURA, G., *“Experimental investigation and CFD numerical simulation of WGSR for hydrogen enrichment of high CO<sub>2</sub> content syngas from an air-blown updraft coal gasifier”*, 8th European Conference on Coal Research and Its Applications (ECCRIA), University of Leeds, UK, September 6-8, 2010.

MURGIA, S., VASCELLARI, M., CAU, G., *“Comprehensive CFD Model of Air-Blown Coal-Fired Updraft Gasifier”*, 8th European Conference on Coal Research and its Applications (ECCRIA 8), University of Leeds, UK, September 6-8, 2010.

VASCELLARI, M., CAU, G., *“Influence of Turbulence-Chemical Interaction on CFD Pulverized Coal Mild Combustion Modelling”*, 8th European Conference on Coal Research and its Applications (ECCRIA 8), University of Leeds, UK, September 6-8, 2010.

**Daniele Cocco** si è laureato nel 1991, è ricercatore universitario dal 1995 e professore associato di “Sistemi per l’energia e l’ambiente” dal 2001. Tiene o ha tenuto i corsi di “Impatto Ambientale dei Sistemi Energetici”, “Macchine e Sistemi Energetici” e “Tecnologie delle Energie Rinnovabili”. È relatore di circa 70 tesi di laurea su argomenti inerenti i sistemi energetici e il relativo impatto ambientale. Il docente è autore di oltre 50 pubblicazioni in ambito nazionale e internazionale sui sistemi di conversione dell'energia, convenzionali e innovativi, e delle relative interazioni con l'ambiente. Pubblicazioni significative:

Carapellucci, R., Cau, G., Cocco, D., Performance of integrated gasification combined cycle power plants integrated with methanol, synthesis processes, J. Power and Energy, Vol. 215, 347-356, 2001.

Cocco, D., Pettinau, A., Cau, G., Energy and economic assessment of IGCC power plants integrated with DME synthesis processes, J. of Power and Energy, Vol. 220, 95-102, 2006.

Cocco, D., Tola, V., Comparative performance analysis of internal and external reforming of methanol in SOFC-MGT hybrid power plants, J. of Eng. for Gas Turbines and Power, Vol. 129, 478-487, 2007.

	<p>Cocco, D., Comparative study on energy sustainability of biofuel production chains, J. Power and Energy, Vol. 221, 637-645, 2007.</p> <p>Cocco, D., Tola, V., SOFC-MGT hybrid power plants fuelled by methanol and DME, J. of Applied Electrochemistry, Vol. 38, pp. 955-963, 2008.</p>
<p><b>Contenuto schematico del corso di insegnamento</b></p>	<p>Il corso si propone di fornire le principali conoscenze sui più moderni sistemi di conversione dell'energia ad elevata efficienza e sulle tecnologie per il controllo dell'impatto ambientale nei sistemi energetici.</p> <p>Nello specifico, il corso è articolato in due parti principali: Sistemi Energetici ad alta efficienza e Impatto Ambientale dei Sistemi Energetici. Nella prima parte il corso fornisce un approfondimento sulle più moderne tecnologie di conversione industriale dell'energia basate sull'impiego dei combustibili fossili, con particolare riferimento ai sistemi di generazione elettrica basati sui cicli combinati, sulla cogenerazione e sui sistemi con tecnologie CCS integrati con processi di produzione di combustibili pregiati e dell'idrogeno in particolare. Nella seconda parte, il corso fornisce inoltre le principali conoscenze e procedure metodologiche alla base degli studi di impatto ambientale nel settore degli impianti di produzione dell'energia di attuale interesse industriale, con particolare riferimento a centrali termoelettriche a vapore, turbine a gas, impianti di gassificazione, impianti eolici, impianti a biomasse, etc.</p>
<p><b>Obiettivi formativi e risultati attesi (secondo i descrittori di Dublino)</b></p>	<p>Il corso è volto allo studio e all'approfondimento delle tecnologie più efficienti attualmente disponibili e di quelle in via di sviluppo più innovative sul piano energetico e ambientale per la conversione industriale dell'energia. Gli obiettivi formativi e i risultati attesi sono i seguenti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acquisire le conoscenze specialistiche e la capacità di interpretazione delle caratteristiche costruttive e funzionali degli impianti combinati gas-vapore, di cogenerazione, di gassificazione e delle tecnologie per il controllo dell'impatto ambientale, anche in relazione all'evoluzione del quadro normativo e della struttura della domanda e dell'offerta di energia.</li> <li>2. Conseguire la capacità, a partire dalle conoscenze acquisite, di rappresentare, analizzare e valutare nel dettaglio i processi energetici e di trattamento degli inquinanti, nonché i relativi schemi funzionali, di impostare e risolvere i bilanci di materia e di energia dell'impianto e dei suoi componenti fondamentali e di valutarne le prestazioni caratteristiche e i costi.</li> <li>3. Acquisire la capacità di riconoscere componenti di impianto e soluzioni impiantistiche di diversa taglia, tipologia e configurazione, di stimare gli ordini di grandezza dei diversi indici di prestazione in relazione alle suddette caratteristiche e di effettuare analisi e valutazioni comparative di tipo qualitativo e quantitativo sul piano energetico, economico e</li> </ol>

	<p>ambientale.</p> <p>4. Acquisire la capacità di rappresentare, schematizzare, descrivere, sintetizzare e commentare, in forma grafica, scritta e orale, i cicli termodinamici, i processi fisici, gli schemi funzionali, le configurazioni impiantistiche, le soluzioni tecnologiche e la formulazione dei bilanci energetici, anche complessi, degli impianti combinati gas-vapore, di cogenerazione, degli impianti innovativi di futura generazione, dei sistemi di raffreddamento del condensatore e dei processi di rimozione del particolato, di rimozione degli SOx e degli NOx.</p>
<p><b>Articolazione del corso</b></p>	<p><b>PARTE I – SISTEMI ENERGETICI AD ALTA EFFICIENZA</b></p> <p><b>Scenari energetici e ambientali.</b> Consistenza ed evoluzione della domanda mondiale di energia. Scenari globali e locali. Implicazioni ambientali. Produzione di anidride carbonica da combustibili fossili. 4 h lezione.</p> <p><b>Impianti combinati con turbine a gas e a vapore.</b> Cicli combinati, bilancio energetico, caratteristiche costruttive e funzionali degli impianti a c.c., rendimento e potenza, impianti a semplice recupero e con post-combustione. Generatori di vapore a recupero. Caratteristiche costruttive e funzionali, curve caratteristiche di prestazione. Repowering di impianti a vapore convenzionali. Integrazione di impianti a vapore convenzionali con turbine a gas, bilanci energetici e prestazioni. Cicli misti gas vapore. Turbine a gas con iniezione d’acqua e di vapore. 16h lezione, 6h esercitazione.</p> <p><b>Produzione combinata di energia elettrica e termica.</b> Principi informatori della cogenerazione, classificazione dei sistemi e delle tecnologie di cogenerazione. Indici di merito della cogenerazione. Cogenerazione con motori alternativi a combustione interna, con impianti a vapore a condensazione e a contropressione, con turbine a gas, con impianti a cicli combinati gas-vapore. Gestione degli impianti di cogenerazione. Aspetti normativi, valutazioni economiche. 16h lezione, 6h esercitazione.</p> <p><b>Impianti di gassificazione con cicli combinati gas-vapore (IGCC), tecnologie CCS e produzione di idrogeno.</b> Gassificatori a letto fisso, fluido e trascinato. Sistemi di trattamento (pulizia e trasformazione) del gas di sintesi. Sistemi innovativi con produzione di idrogeno da combustibili fossili mediante processi di gassificazione e di reforming. Tecnologie CCS, processi chimici e fisici di separazione della CO<sub>2</sub> da syngas e da prodotti di combustione. 6h lezione, 6h esercitazione.</p> <p><b>PARTE II – IMPATTO AMBIENTALE DEI SISTEMI ENERGETICI</b></p> <p><b>Considerazioni introduttive.</b> Classificazione e caratterizzazione delle interazioni fra i sistemi energetici e</p>

	<p>l'ambiente. Struttura e contenuti di uno Studio di Impatto Ambientale (SIA) per un sistema energetico. 2h lezione.</p> <p><b>L'inquinamento acustico, termico ed atmosferico.</b> Richiami di acustica tecnica. Emissioni acustiche dei sistemi energetici e normativa del settore. Propagazione acustica su spazi aperti. Emissioni termiche dei sistemi energetici e normativa del settore. Valutazione delle emissioni termiche di una centrale termoelettrica: condensatori a circuito aperto, con torre evaporativa e ad aria. Formazione e caratterizzazione dei principali inquinanti atmosferici primari e secondari. Bilanci di inquinante e unità di misura delle concentrazioni di inquinante. Caratterizzazione delle sorgenti di emissione: i fattori di emissione e la misura delle emissioni al camino. La normativa ambientale. 9h lezione, 6h esercitazione.</p> <p><b>Le tecnologie per il controllo degli inquinanti.</b> Rimozione del particolato Considerazioni generali e classificazione. Rendimento globale e frazionato. Cicloni, filtri elettrostatici, filtri in tessuto, precipitatori ad umido. Rimozione degli ossidi di zolfo. Considerazioni generali e classificazione. Sistemi di desolfurazione ad umido, a semi-secco, a secco. Rimozione degli ossidi di azoto. Considerazioni generali e classificazione. Controllo degli NO<sub>x</sub> durante la combustione, rimozione con sistemi catalitici (SCR) e non catalitici (SNCR). Sistemi combinati per la rimozione degli SO<sub>x</sub> e degli NO<sub>x</sub> (SNOX). Controllo degli NO<sub>x</sub> nelle turbine a gas: iniezione di acqua e di vapore, combustori a bassa produzione di NO<sub>x</sub>, combustione catalitica. 14h lezione, 6h esercitazione.</p> <p><b>Diffusione e dispersione degli inquinanti.</b> Elementi di meteorologia. La stabilità dell'atmosfera e le classi di stabilità atmosferica. Dispersione degli inquinanti in atmosfera. Il modello gaussiano per la valutazione della diffusione degli inquinanti prodotti dalle sorgenti di emissione. 3h lezione.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Chimica, Termodinamica, Fluidodinamica e Sistemi Energetici
<b>Anno di corso e semestre</b>	2° anno, 1° semestre
<b>Testi di riferimento</b>	G. Lozza, "Turbine a Gas e Cicli Combinati", Società Editrice Esculapio, Bologna G. Cau, D. Cocco, "L'impatto Ambientale dei Sistemi Energetici", SGE Ed., 2004.
<b>Modalità di erogazione dell'insegnamento</b>	Tradizionale
<b>Sede</b>	Via Marengo, 2 - Cagliari
<b>Modalità di frequenza</b>	Facoltativa ma fortemente consigliata
<b>Metodi di valutazione</b>	Prova orale con elaborati obbligatori in itinere
<b>Organizzazione della didattica</b>	Il corso ha una durata complessiva di 100 ore di didattica frontale, di cui 70 di lezione e 30 di esercitazione. Il carico di lavoro per lo studente corrispondente a 250 ore complessive, per un totale di 10 CFU.