

Corso di laurea magistrale in **Ingegneria Chimica**

Manifesto degli Studi Anno Accademico 2021-2022

Approvato dal CdD in data 02/03/2021

Denominazione del Corso di Studio	Ingegneria Chimica
Denominazione in inglese del Corso di Studio	Chemical Engineering
Anno Accademico	2021/2022
Classe del Corso di Studio	LM22
Dipartimento	DIMES
Coordinatore del Corso di Studio	Prof. Francesco Paolo DI MAIO
Sito web	www.dimes.unical.it

Contenuti del Manifesto degli Studi

OFFERTA DIDATTICA PROGRAMMATA - COORTE A.A.2021/2022

1. Corso di studi in breve

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica promuove la formazione degli allievi attraverso l'approfondimento e l'integrazione delle metodologie e dei contenuti che caratterizzano l'ingegneria chimica e di processo. Lo scopo è la formazione di professionisti orientati alla ricerca di soluzioni per problemi complessi riguardanti la trasformazione della materia e la progettazione dei processi e degli impianti in cui essa si realizza. A questo fine il corso di studio è orientato verso lo sviluppo di capacità di analisi critica dei problemi inerenti alla progettazione, alla conduzione ed alla sicurezza e sostenibilità dei processi industriali. Le conoscenze necessarie al conseguimento di questi obiettivi riguardano principalmente, ma non esclusivamente, le aree della caratterizzazione e del controllo delle reazioni chimiche, della caratterizzazione e utilizzazione di materiali e processi di interesse ingegneristico, della scelta e del dimensionamento di apparecchiature e degli impianti per specifiche produzioni, della rappresentazione modellistica dei processi e dei sistemi di controllo e della sicurezza. Il corso è articolato in quattro semestri in cui si svilupperanno le lezioni frontali e le esercitazioni numeriche. La formazione termina con la redazione di un elaborato personale in forma di tesi di laurea, da discutere nella prova finale, in cui l'allievo affronterà uno specifico problema, ampliando le conoscenze ad esso relative, fino all'analisi critica ed allo studio delle possibili soluzioni.

2. Piano di studio ufficiale per studenti impegnati a tempo pieno. L'elenco delle attività formative offerte segue lo schema:

Percorso PROCESSI

Anno	Sem	Insegnamento	Attività Formativa	SSD	CFU
1	I	Apparecchiature per il trattamento dei solidi	Caratterizzante	ING-IND/25	9
		Fenomeni di trasporto	Caratterizzante	ING-IND/24	6
		Project management (mutuato da LM Ingegneria Gestionale)	Affine	ING-IND/35	6
		Sistemi energetici e fonti rinnovabili	Affine	ING-IND/08	6
	II	Reattori chimici e biochimici	Caratterizzante	ING-IND/24	9
		Modellazione e simulazione dei processi chimici	Caratterizzante	ING-IND/26	9
		Corrosione e protezione dei materiali metallici	Caratterizzante	ING-IND/22	6
		Crediti a scelta	A scelta	-	6
2	I	Dinamica e controllo dei processi chimici	Caratterizzante	ING-IND/26	9
		Chimica industriale e dei processi sostenibili	Caratterizzante	ING-IND/27	9
		Crediti a scelta	A scelta	-	6
	II	Impianti chimici	Caratterizzante	ING-IND/25	12
		Sicurezza nell'industria di processo	Caratterizzante	ING-IND/27	6
	I-II	Tirocinio pre-laurea	Altre attività	-	3
		Tesi	Altre attività	-	18

Percorso ALIMENTARE

Anno	Sem	Insegnamento	Attività Formativa	SSD	CFU
1	I	Apparecchiature per il trattamento dei solidi	Caratterizzante	ING-IND/25	9
		Fenomeni di trasporto nei sistemi alimentari	Caratterizzante	ING-IND/24	6
		Project management (mutuato da LM Ingegneria Gestionale)	Affine	ING-IND/35	6
		Metodi quantitativi per la logistica industriale	Affine	MAT/09	6
	II	Reattori chimici e biochimici	Caratterizzante	ING-IND/24	9
		Modellazione e simulazione dei processi chimici	Caratterizzante	ING-IND/26	9
		Packaging e materiali per l'industria alimentare	Caratterizzante	ING-IND/22	6
		Crediti a scelta	A scelta	-	6
2	I	Dinamica e controllo dei processi chimici	Caratterizzante	ING-IND/26	9
		Chimica industriale e dei processi sostenibili	Caratterizzante	ING-IND/27	9
		Crediti a scelta	A scelta	-	6
	II	Impianti chimici	Caratterizzante	ING-IND/25	12
		Sicurezza nell'industria di processo	Caratterizzante	ING-IND/27	6
	I-II	Tirocinio pre-laurea	Altre attività	-	3
		Tesi	Altre attività	-	18

Insegnamenti A SCELTA DELLO STUDENTE consigliati

Anno	Sem	Insegnamento	Attività Formativa	SSD	CFU
1	II	Scienza e tecnologia dei materiali polimerici	A scelta	ING-IND/22	6
		Processi di trattamento degli effluenti inquinanti	A scelta	ING-IND/27	6
		Processi biotecnologici	A scelta	ING-IND/34	6
2	I	Fluidodinamica computazionale	A scelta	ING-IND/08	6
		Ottimizzazione e simulazione avanzata dei processi chimici	A scelta	ING-IND/26	6

Agli studenti che non presenteranno un piano di studio ne sarà attribuito uno d'ufficio.

3. Obiettivi formativi delle singole attività formative

Attività formativa	Corrosione e protezione dei materiali metallici
SSD	ING-IND/22
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>Il Corso intende dotare gli allievi delle conoscenze di base sui meccanismi ed i processi di corrosione dei materiali metallici, sui metodi di prevenzione e sulla progettazione dei sistemi di protezione. Sarà trovata una correlazione tra la morfologia dei fenomeni corrosivi ed i meccanismi delle reazioni chimiche ed elettrochimiche ed, infine, verranno esaminati i necessari metodi di inibizione e controllo della corrosione. Particolare attenzione sarà rivolta ai casi tipicamente incontrati nell'ingegneria chimica.</p> <p>Competenze trasversali Abilità nell'identificare il tipo di intervento da apportare per una corretta protezione da fenomeni di corrosione delle tipiche apparecchiature chimiche e valutarne il rapporto costo/benefici.</p>

Attività formativa	Reattori chimici e biochimici
SSD	ING-IND/24
CFU	9
Obiettivi formativi	<p>Il corso si propone di fornire allo studente gli strumenti per condurre analisi cinetiche complesse e per progettare sistemi di reazione in sistemi chimici e biochimici, a partire dall'analisi dei fenomeni cinetici e di trasporto di quantità di moto, energia e materia che governano i processi considerati.</p>

Attività formativa	Fenomeni di trasporto
SSD	ING-IND/24
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti per affrontare e risolvere problemi dell'industria di processo nei quali i fenomeni di trasporto assumono un ruolo determinante. Partendo dalla formulazione delle equazioni generalizzate per il trasporto di quantità di moto, di energia in sistemi non isotermici, e di materia in sistemi a più componenti verranno descritti sistemi in cui il trasporto si sviluppa lungo più coordinate spaziali o in regime transitorio, fornendo esempi di interesse per l'ingegnere chimico in diversi ambiti di applicazione. L'utilizzo delle analogie tra i fenomeni di trasporto e di gruppi adimensionali caratteristici, e lo studio del trasporto di materia tra fasi completerà tale percorso formativo.</p>

Attività formativa	Fenomeni di trasporto nei sistemi alimentari
SSD	ING-IND/24
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa si propone di completare la formazione dello studente nell'ambito dello studio dei fenomeni di trasporto di quantità di moto, energia e materia, con un approccio teso a privilegiare la comprensione dei principi fisici fondamentali, con particolare riferimento alle analogie tra i fenomeni di trasporto di interesse per l'industria di processo ed in particolare per l'industria alimentare.</p> <p>Competenze specifiche in termini di conoscenze e abilità da conseguire Conoscere e calcolare l'entità dei flussi di quantità di moto, energia, in particolare energia termica, e materia, correlandoli alle caratteristiche del sistema oggetto di studio. Conoscere le nozioni di base riguardanti le principali equazioni costitutive grazie alle quali è possibile valutare i profili di quantità di moto e le principali variabili operative nei processi riguardanti la progettazione di sistemi di interesse per l'ingegneria alimentare. Applicare le conoscenze acquisite per risolvere problemi relativi a successive attività rivolte al controllo dei processi, alla simulazione degli stessi ed alla progettazione degli impianti, così come previsto nel seguito dal percorso di studio.</p> <p>Competenze trasversali in termini di conoscenze e abilità da conseguire Impiego di conoscenze metodologiche, tecnologiche e ingegneristiche finalizzate alla identificazione, formulazione e risoluzione di problemi complessi dell'ingegneria chimica anche utilizzando un approccio interdisciplinare.</p>

Attività formativa	Apparecchiature per il trattamento dei solidi
SSD	ING-IND/25
CFU	9
Obiettivi formativi	<p>Il corso ha lo scopo di fornire un panorama delle principali operazioni dell'industria chimica e di processo basate sull'impiego di materiali solidi particellari. Viene illustrata la dipendenza delle operazioni dalle proprietà costitutive dei solidi e dalla loro distribuzione granulometrica ed esaminate le caratteristiche salienti di ciascuno dei processi di interesse. Su tali basi vengono poi definiti i criteri e le procedure di progetto e di verifica delle prestazioni delle apparecchiature in cui essi hanno luogo.</p> <p>Competenze specifiche -) Capacità di riconoscere e utilizzare le proprietà della singola particella solida (densità, dimensione, forma, etc.) e della fase particellare (distribuzione granulometrica e medie dimensionali, frazione di vuoto, densità di bulk, etc.) che influiscono positivamente su ciascun processo operazione industriale; -) capacità di dimensionare le apparecchiature di processo necessarie alle varie operazioni e di calcolare la loro prestazione in condizioni assegnate.</p> <p>Competenze trasversali -) Comprensione e utilizzazione a fini ingegneristici delle analogie fra le operazioni unitarie con fluidi e quelle con solidi particellari.</p>

Attività formativa	Sistemi energetici e fonti rinnovabili
SSD	ING-IND/08
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>Il corso si propone di fornire le conoscenze di base e gli strumenti metodologici per l'analisi dei principali sistemi per la produzione di energia da fonti fossili e rinnovabili (biomasse, energia solare, eolica).</p> <p>Saranno analizzati sistemi tradizionali e innovativi, e particolare attenzione sarà rivolta all'efficienza energetica, agli impianti cogenerativi e poligenerativi, ai sistemi alimentati da cascami termici industriali, nonché a servizi energetici di interesse industriale: distribuzione fluidi e sistemi di pompaggio.</p> <p>Si utilizzeranno software commerciali/open source per l'analisi e il dimensionamento di sistemi energetici.</p>

Attività formativa	Packaging e materiali per l'industria alimentare
SSD	ING-IND/22
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>Il corso si propone di far conoscere i diversi materiali utilizzati nel settore del confezionamento, le loro caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche, le caratteristiche tecnologiche, le principali tipologie di imballaggio che ne derivano e le tipologie di prodotto per i quali essi sono maggiormente utilizzati. Oltre gli aspetti generali e al quadro normativo saranno studiate le principali tecniche adottate per l'imballaggio e le tecnologie per il prolungamento della shelf-life dei prodotti.</p>

Attività formativa	Metodi quantitativi per la logistica industriale
SSD	MAT-09
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>Il corso ha come obiettivo quello di fornire le conoscenze necessarie per l'individuazione e la rappresentazione matematica di alcuni dei problemi decisionali dell'industria alimentare. Verranno fornite le conoscenze dei principali modelli di ottimizzazione per la gestione della catena logistica ed in particolare quelli relativi all'organizzazione della produzione e della distribuzione, allo <i>scheduling</i> dei processi e alla gestione delle scorte con particolare attenzione al trattamento dei prodotti deperibili. Verranno altresì fornite le conoscenze delle principali proprietà matematiche dei modelli introdotti e degli algoritmi più recenti ed efficienti per la loro risoluzione esatta ed euristica. Verranno fornite altresì le conoscenze necessarie all'utilizzo di alcuni dei software per la risoluzione di problemi di ottimizzazione.</p> <p>Competenze specifiche</p> <p>Il corso è finalizzato al conseguimento delle seguenti conoscenze ed abilità: capacità di formulare problemi per l'ottimizzazione della catena logistica con particolare riferimento all'industria alimentare; capacità di individuare ed utilizzare gli algoritmi più appropriati per le classi di problemi studiati; capacità di progettare algoritmi euristici ad-hoc per le formulazioni introdotte; conoscenza dei principali metodi d'ottimizzazione per la pianificazione, organizzazione, gestione e controllo della produzione con particolare riferimento all'industria alimentare.</p> <p>Competenze trasversali</p> <p>Il corso è finalizzato al conseguimento delle seguenti conoscenze ed abilità trasversali: capacità di analisi di un problema reale e abilità nel formularlo; capacità di problem solving ossia di studiare le caratteristiche del problema di ottimizzazione in esame e individuarne le modalità e metodologie di soluzione; capacità di utilizzare i moduli di ottimizzazione di alcuni software per la risoluzione di problemi di programmazione matematica.</p>

Attività formativa	Modellazione e simulazione dei processi chimici
SSD	ING-IND/26
CFU	9
Obiettivi formativi	<p>Il corso mira ad esaminare le tecniche di analisi numerica ed il software di calcolo scientifico e di simulazione, utilizzabili per la risoluzione dei modelli matematici, anche complessi, dell'ingegneria chimica e di processo.</p> <p>Competenze specifiche</p> <ul style="list-style-type: none"> -) Risolvere problemi, anche complessi, dell'ingegneria chimica e di processo attraverso l'applicazione di tecniche numeriche; -) sviluppare modelli matematici ed implementarli in ambienti di calcolo scientifico; -) simulare processi, apparecchiature ed impianti dell'industria chimica. <p>Competenze trasversali</p> <ul style="list-style-type: none"> -) Impiego di conoscenze metodologiche, tecnologiche e ingegneristiche finalizzate alla identificazione, formulazione e risoluzione di modelli complessi dell'industria di processo, utilizzando un approccio interdisciplinare; -) abilità nell'uso avanzato di risorse di calcolo scientifico; -) abilità alla preparazione di relazioni scientifiche per presentare il lavoro svolto.

Attività formativa	Project management
SSD	IING-IND/35
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>Il corso presuppone una conoscenza dei concetti di base di economia, organizzazione e gestione aziendale.</p> <p>Il corso esamina la gestione del progetto in teoria e pratica e il ruolo e le responsabilità del project manager. Offre un approccio pratico per la gestione dei progetti, concentrandosi sull'organizzazione, la pianificazione e il controllo del progetto. Il corso ha contenuti compatibili con i più importanti standard di Project Management. Casi di studio, partecipazione attiva di gruppo, esercitazioni e informazioni pratiche rafforzano l'apprendimento. Inoltre, gli studenti imparano a usare software di project management. La parte finale del corso sarà dedicata all'applicazione della disciplina del project management nell'ambito dello sviluppo software con approfondimento delle metodologie Agile.</p>

Attività formativa	Chimica industriale e processi sostenibili
SSD	ING-IND/27
CFU	9
Obiettivi formativi	<p>Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze e le metodologie specialistiche relative allo studio dei principali processi produttivi dell'industria chimica organica, con particolare attenzione agli aspetti termodinamici ed ambientali. Durante il corso verranno fornite le conoscenze di base sulla metodologia della Life Cycle Assessment (LCA), con applicazione ad un caso studio ed analisi dei risultati.</p> <p>Competenze specifiche: Conoscenze specifiche dei processi di raffinazione, con particolare riferimento alle apparecchiature, alle configurazioni ed alle condizioni operative utilizzate. Conoscenza relativa ai principali processi della chimica industriale organica, con riferimento ai principali intermedi e prodotti chimici.</p> <p>Competenze trasversali: Capacità critiche e di giudizio conseguite attraverso l'analisi della struttura dei processi che vengono analizzati durante il corso, potenziando le capacità di "problem solving" e di interpretazione delle scelte processistiche. Capacità comunicative consolidate presentare e discutere gli argomenti durante lo svolgimento della prova orale.</p>

Attività formativa	Dinamica e controllo dei processi chimici
SSD	ING-IND/26
CFU	9
Obiettivi formativi	<p>Acquisizione della conoscenza degli strumenti per l'analisi dinamica di processi anche complessi dell'ingegneria chimica. Acquisizione della conoscenza delle tecniche di controllo di processo convenzionale ed avanzato e delle loro problematiche principali. Competenza nella valutazione della stabilità dei sistemi di controllo e nell'identificazione dei controllori più idonei alla gestione ed operazione ottimale di unità di processo. Capacità di progettazione di sistemi di controllo ottimali sia per unità singole che per apparecchiature multistadio. Abilità nell'uso della simulazione dinamica di processo come ausilio nell'analisi di transienti di processo e nella progettazione di sistemi di controllo.</p>

Attività formativa	Sicurezza nell'industria di processo
SSD	ING-IND/27
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>Il corso ha l'obiettivo di fornire agli studenti i metodi e le conoscenze necessarie per una corretta analisi del rischio industriale, mediante l'applicazione di metodologie Hazop, Fault tree analysis, Event tree analysis, la valutazione della magnitudo di un incidente rilevante e la valutazione dell'affidabilità dei sistemi di sicurezza strumentati.</p> <p>Alla fine del corso gli studenti acquisiranno le competenze necessarie all'applicazione di uno strumento essenziale per la pianificazione della sicurezza nell'industria di processo: l'analisi del rischio come supporto fondamentale con il quale rappresentare oggettivamente la realtà impiantistica, misurare il livello di rischio del processo, monitorare il livello di rischio nel tempo e modificarlo (se non accettabile) per effetto di azioni di miglioramento intraprese.</p>

Attività formativa	Impianti chimici
SSD	ING-IND/25
CFU	12
Obiettivi formativi	<p>Il corso si propone di trasmettere agli allievi gli strumenti che consentono la comprensione del funzionamento degli impianti chimici e le metodologie che presiedono alla loro progettazione.</p> <p>Competenze specifiche</p> <ul style="list-style-type: none"> -) Capacità di organizzare e praticare la sequenza gerarchica delle decisioni progettuali alla base del processo chimico; -) calcolo di apparecchiature ed utilities e scelta fra le alternative di processo alla luce dell'analisi economica; -) integrazione energetica dello schema di processo. <p>Competenze trasversali</p> <ul style="list-style-type: none"> -) Capacità di ricercare dati, correlazioni e ogni altra informazione necessarie alla elaborazione del progetto concettuale di un impianto chimico; -) utilizzazione di software per la progettazione assistita di processi ed apparecchiature dell'industria chimica; -) capacità di definire l'impatto economico delle soluzioni tecniche proposte; -) capacità di elaborare relazioni tecniche sull'attività di progetto.

Attività formativa	Scienza e tecnologia dei materiali polimerici
SSD	ING-IND/22
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>Il corso si prefigge l'acquisizione, da parte degli studenti: i) dei meccanismi di polimerizzazione e dei più importanti processi di produzione industriale utilizzati; ii) della conoscenza e comprensione delle principali tecniche utilizzate per la caratterizzazione dei materiali polimerici; iii) e della comprensione delle correlazioni esistenti tra struttura molecolare e proprietà dei polimeri.</p> <p>Competenze trasversali</p> <ul style="list-style-type: none"> -) Capacità di definire il tipo di processo da utilizzare per la produzione dei più importanti polimeri commerciali.

Attività formativa	Ottimizzazione e simulazione avanzata dei processi chimici
SSD	ING-IND/26
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>Il corso mira ad illustrare le metodologie e le tecniche per simulare ed ottimizzare processi, apparecchiature ed impianti dell'industria chimica.</p> <p>Competenze specifiche</p> <ul style="list-style-type: none"> -) Simulare processi, apparecchiature ed impianti, anche complessi, dell'ingegneria chimica e di processo; -) ottimizzare processi ed apparecchiature industriali attraverso l'uso di codici di ottimizzazione; -) progettare ed ottimizzare apparecchiature ed impianti chimici attraverso l'uso di un simulatore di processo. <p>Competenze trasversali</p> <ul style="list-style-type: none"> -) abilità nell'uso avanzato di risorse di calcolo scientifico; -) abilità alla preparazione di relazioni scientifiche per presentare il lavoro svolto;

Attività formativa	Fluidodinamica computazionale
SSD	ING-IND/08
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>Il corso si propone di fornire agli studenti gli elementi teorici e pratici per consentire l'utilizzo delle tecniche di fluidodinamica computazionale (CFD Computational Fluid Dynamics) nei diversi ambiti e campi di applicazione. L'obiettivo principale del corso è l'acquisizione di competenze e capacità nella gestione dell'intera fase di progettazione del processo computazionale che, partendo dall'analisi del problema, attraverso la modellazione, arriva fino alla valutazione critica dei risultati ed alla eventuale revisione del modello utilizzato, privilegiando, in tal modo, la figura dell'analista rispetto a quella del semplice utilizzatore di codici di calcolo CFD.</p> <p>Competenze specifiche</p> <ul style="list-style-type: none"> -) Comprensione dei principi teorici di base -) Comprensione delle metodologie numeriche -) Capacità critica di interpretazione dei risultati delle simulazioni numeriche -) Comprensione dei principali modelli di turbolenza -) Capacità di progettare e gestire un processo di simulazione numerica nei suoi passi fondamentali -) Capacità di utilizzare in maniera critica un codice commerciale di fluidodinamica per la simulazione di fenomeni fluidodinamici di interesse nell'ingegneria chimica. -) Capacità di sviluppare algoritmi di base di fluidodinamica <p>Competenze trasversali</p> <ul style="list-style-type: none"> -) Autonomia nella modellazione di un problema fisico; -) capacità di collaborazione all'interno di gruppi di lavoro; -) capacità di sintetizzare i risultati delle analisi all'interno di un elaborato tecnico;

Attività formativa	Processi per il trattamento degli effluenti inquinanti
SSD	ING-IND/27
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>Il corso si propone di fornire le conoscenze delle tematiche relative all'inquinamento con particolare attenzione all'inquinamento dell'aria e ai processi di trattamento degli effluenti contenenti inquinanti gassosi associati ad emissioni sia civili che industriali.</p> <p>Competenze specifiche:</p> <p>Conoscenze approfondite degli inquinanti e dei processi di trattamento degli stessi. Al termine del corso, gli studenti saranno in grado di analizzare un problema riguardante un effluente inquinato e di proporre un processo di trattamento adatto all'abbattimento degli inquinanti presenti in esso.</p> <p>Competenze trasversali:</p> <p>Capacità critiche e di giudizio degli argomenti riguardanti l'inquinamento.</p>

Attività formativa	Processi biotecnologici
SSD	ING-IND/34
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>Metodi per progettare, gestire, ottimizzare e fare lo scale-up di processi per l'isolamento e la purificazione di bioprodotto di interesse industriale Generalità sui processi di bioseparazione; Bioprodotto e loro proprietà; Criteri di bioseparazione; Lisi cellulare; Precipitazione; Centrifugazione; Adsorbimento; Filtrazione; Cromatografia; Altri processi di bioseparazione; Esempi di processi industriali.</p> <p>Competenze specifiche Al termine del corso gli studenti avranno sviluppato le seguenti competenze: -) avranno compreso i principi di funzionamento dei principali processi per l'isolamento e la purificazione di prodotti biologici (bioseparazione); -) sapranno scegliere, tra quelli trattati, i processi più indicati per la bioseparazione di diverse specie biologiche; -) sapranno individuare e risolvere i problemi tipici dei processi di bioseparazione più comuni; -) sapranno gestire e fare lo scale-up dei più comuni processi di bioseparazione; -) saranno in grado di comunicare e motivare le loro scelte di progettazione a biochimici, microbiologi, medici o ingegneri di altre specialità; -) sapranno continuare ad apprendere e ad approfondire metodi e informazioni sui processi di bioseparazione in modo indipendente, ricercando e leggendo la letteratura scientifica e tecnica.</p> <p>Competenze trasversali Al termine del corso gli studenti avranno sviluppato capacità critica e di giudizio, capacità di collegare conoscenze interdisciplinari, e capacità di "problem solving" mediante l'analisi della struttura, dei requisiti e delle specifiche dei problemi reali che vengono proposti durante il corso e la discussione ragionata dei limiti delle soluzioni industriali oggi disponibili.</p>