

Università	Politecnico di TORINO
Classe	LM-22 R - Ingegneria chimica
Nome del corso in italiano	Ingegneria chimica e dei processi sostenibili <i>adeguamento di: Ingegneria chimica e dei processi sostenibili (1449841)</i>
Nome del corso in inglese	Chemical and Sustainable Processes Engineering
Lingua in cui si tiene il corso	italiano, inglese
Codice interno all'ateneo del corso	32482
Data di approvazione della struttura didattica	27/03/2025
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	02/04/2025
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	18/01/2010 -
Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento	
Modalità di svolgimento	a. Corso di studio convenzionale
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	https://www.polito.it/corsi/32-29
Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi	SCIENZA APPLICATA E TECNOLOGIA
EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi	
Massimo numero di crediti riconoscibili	24 - max 24 CFU, da DM 931 del 4 luglio 2024

Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-22 R Ingegneria chimica

a) Obiettivi culturali della classe

I corsi della classe hanno l'obiettivo di formare laureate e laureati specialisti in ingegneria chimica, con approfondite conoscenze interdisciplinari, in grado di inserirsi nel mondo del lavoro in posizioni di responsabilità. In particolare le laureate e i laureati magistrali nei corsi della classe devono: - conoscere aspetti teorico-applicativi della matematica e delle altre scienze di base, conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale sia in modo specifico le tematiche dell'ingegneria chimica, ed essere capaci di utilizzare tali conoscenze per identificare, formulare e risolvere problemi complessi che richiedono un approccio interdisciplinare;

- saper analizzare, interpretare, formalizzare e risolvere problemi complessi legati alla progettazione, conduzione e ottimizzazione dei processi di trasformazione chimico-fisica e biologica della materia e dell'energia, avendo la capacità di reperire e stimare i dati necessari, prestando attenzione sia alla sostenibilità sia alla sicurezza dei processi;

- saper operare con un approccio basato sui principi dell'economia circolare creando i presupposti per la conservazione del prodotto finale e la gestione del fine-vita o del riciclo;

- avere padronanza del metodo scientifico di indagine e delle strumentazioni di laboratorio ed essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità;

- avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale e dell'etica professionale.

b) Contenuti disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

I corsi della classe comprendono attività finalizzate: - all'acquisizione di conoscenze avanzate nei campi della termodinamica, dei fenomeni di trasporto, della reattoristica e della cinetica chimica, della catalisi, delle operazioni unitarie e dell'impiantistica chimica, dei metodi matematici per l'analisi, la modellizzazione, l'identificazione e la simulazione di sistemi dell'industria di processo, della sicurezza e della sostenibilità ambientale dei processi;

- allo sviluppo della capacità di applicare le conoscenze acquisite a contesti reali, e della capacità di gestire i processi integrando tutte le scale coinvolte (dalla molecolare alla macroscopica).

c) Competenze trasversali non disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

Le laureate e i laureati magistrali nei corsi della classe devono: - saper comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, con particolare riferimento al lessico proprio delle discipline scientifiche e ingegneristiche;

- avere capacità relazionali e decisionali ed essere in grado di operare in gruppi di lavoro;

- essere in grado di interagire con gruppi di lavoro interdisciplinari mediante la conoscenza dei diversi linguaggi tecnico-scientifici e dei metodi della comunicazione;

- essere in grado di operare in contesti aziendali e professionali;

- essere in grado di prevedere e gestire le implicazioni delle proprie attività in termini di sostenibilità ambientale;

- essere in grado di promuovere e gestire la digitalizzazione dei processi, sia nell'ambito industriale sia in quello dei servizi.

d) Possibili sbocchi occupazionali e professionali dei corsi della classe

Le laureate e i laureati magistrali della classe potranno gestire, progettare e ottimizzare impianti, processi e sistemi, nei settori della produzione e trasformazione di sostanze chimiche, della sicurezza, prevenzione e protezione ambientale, della riduzione dell'inquinamento, della produzione di acqua potabile, della conversione e accumulo dell'energia, e dell'utilizzo sostenibile delle risorse. Le laureate e i laureati magistrali potranno trovare occupazione, sia come dipendenti sia nella libera professione, nei settori delle industrie chimiche, alimentari, cosmetiche, farmaceutiche e biotecnologiche, di componentistica per l'elettronica e per i trasporti, di produzione e trasformazione di materiali, della protezione ambientale, del riciclo dei materiali, e della sicurezza dei processi industriali.

e) Livello di conoscenza di lingue straniere in uscita dai corsi della classe

Oltre l'italiano, le laureate e i laureati nei corsi della classe devono essere in grado di utilizzare fluentemente almeno una lingua straniera, in forma scritta e orale, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

f) Conoscenze e competenze richieste per l'accesso a tutti i corsi della classe

L'ammissione ai corsi della classe richiede il possesso di un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali nelle discipline di base e dell'ingegneria propedeutiche a quelle caratterizzanti della presente classe.

g) Caratteristiche della prova finale per tutti i corsi della classe

I corsi della classe devono prevedere una prova finale che comprenda la discussione di una tesi, redatta a valle di una importante attività di progettazione o di ricerca, che dimostri la padronanza degli argomenti sul piano teorico e applicativo, la capacità di operare in modo autonomo e capacità di comunicazione.

h) Attività pratiche e/o laboratoriali previste per tutti i corsi della classe

Le conoscenze sono trasmesse anche tramite esercitazioni pratiche e di laboratorio al fine di avvicinare lo studente alla dimensione progettuale e ai contesti applicativi dell'ingegneria chimica.

i) Tirocini previsti per tutti i corsi della classe

I corsi di laurea magistrale della classe possono prevedere tirocini formativi, in Italia o all'estero, presso imprese, enti pubblici e privati e studi professionali, finalizzati all'approfondimento di tematiche oggetto del percorso formativo e all'acquisizione di specifiche competenze tecnico-scientifiche.

Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione

Il Nucleo ritiene ininfluenti le modifiche proposte sulle quali esprime parere favorevole. Ribadisce quanto già espresso in sede di trasformazione del corso dall'ordinamento ex D.M. 509/99 all'ordinamento ex D.M. 270/04 e pertanto ripropone, di seguito, il medesimo parere:

Il corso è una trasformazione, anche in adeguamento al D.M. 270/04, del pre-esistente corso in Ingegneria Chimica. Le risorse di personale, tecnologiche e materiali appaiono sufficienti. Con riferimento al corso pre-esistente, in base agli ultimi dati disponibili, gli studenti iscritti negli A.A. dal 2004-2005 al 2008-2009, sono cresciuti da 63 a 118, ed i laureati hanno avuto una piccola crescita da 24 a 26. Il Nucleo di Valutazione constatata come la progettazione del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica e dei Processi Sostenibili LM-22, sia stata effettuata nell'ambito dell'azione di coordinamento condotta a livello complessivo di Ateneo – come si evince dai verbali del Senato Accademico. A parere del Nucleo, la proposta risulta quindi adeguatamente progettata, con obiettivi formativi chiaramente formulati. Il Nucleo conferma inoltre che il Corso di Laurea è proposto dalla I Facoltà di Ingegneria che soddisfa i requisiti di docenza con risorse proprie.

Sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni

La consultazione con il sistema socio-economico e le parti interessate, è avvenuta il 18 gennaio 2010 in un incontro della Consulta di Ateneo, a cui sono stati invitati 28 rappresentanti di organizzazioni della produzione, dei servizi e delle professioni, aziende di respiro locale, nazionale ma anche internazionale; presenti anche importanti rappresentanti di esponenti della cultura.

Nell'incontro sono stati delineati elementi di carattere generale rispetto alle attività dell'ateneo, una dettagliata presentazione della riprogettazione dell'offerta formativa ed il percorso di deliberazione degli organi di governo.

Sono stati illustrati gli obiettivi formativi specifici dei corsi di studio, le modalità di accesso ai corsi di studio, la struttura e i contenuti dei nuovi percorsi formativi e gli sbocchi occupazionali.

Sono emersi ampi consensi per lo sforzo di razionalizzazione fatto sui corsi, sia numerico sia geografico, anche a fronte di una difficoltà attuativa ma guidata da una chiarezza di sostenibilità economica al fine di perseguire un sempre più alto livello qualitativo con l'attenzione anche all'internazionalizzazione.

Consensi che hanno trovato riscontro in una votazione formale con esito unanime rispetto al percorso e alle risultanze della riprogettazione dell'Offerta formativa.

Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica e dei Processi Sostenibili ha come obiettivo principale la formazione di ingegneri in grado di produrre e gestire l'innovazione tecnologica nell'industria di processo (in particolare nei settori chimico, farmaceutico, ambientale, energetico, biochimico, biotecnologico, alimentare e dei nuovi materiali) mediante lo sviluppo di processi chimico-fisici sostenibili, ovvero operando in modo da ridurre o eliminare l'uso e la generazione di sostanze pericolose prevenendo all'origine i rischi chimici e l'inquinamento ambientale.

La formazione ha come obiettivi specifici quelli di rendere l'ingegnere chimico magistrale in grado di svolgere le seguenti attività:

- selezione e progetto di singole apparecchiature di processo, in particolare nell'ambito dei processi di separazione e dei reattori chimici;
- sviluppo e ottimizzazione di processi industriali innovativi, che risultino essere sostenibili in termini di impatto ambientale, gestione delle materie prime, produzione di rifiuti e sicurezza, applicando i principi dell'economia circolare;
- definizione di sistemi di controllo di processi chimico-fisici ad alto grado di complessità (fenomeni non lineari, fluidodinamica con reazione chimica);
- analisi di processi chimico-fisici esistenti, con il fine di definire i cambiamenti necessari per aumentarne la redditività e/o la sostenibilità;
- analisi del rischio e gestione della sicurezza e della protezione ambientale delle apparecchiature e degli impianti nell'industria di processo;
- conduzione e manutenzione di impianti multi-funzionali dell'industria di processo;
- applicazione di teorie e metodi scientifici per la modellazione matematica e/o simulazione numerica di sistemi chimico-fisici complessi in cui avvengano trasformazioni di materia o energia utilizzando un approccio sia macroscopico che molecolare;
- uso delle conoscenze metodologiche, tecnologiche e ingegneristiche per l'identificazione, la formulazione e la risoluzione di problemi complessi dell'industria di processo utilizzando un approccio interdisciplinare;
- pianificazione e conduzione di complessi esperimenti atti a convalidare ipotesi e/o modelli matematici di processi chimico-fisici, apparecchiature o impianti dell'industria di processo.

Il percorso formativo della Laurea Magistrale in ingegneria chimica e dei processi sostenibili deve portare lo studente alla capacità di sviluppare e gestire processi di trasformazione della materia di carattere complesso, che possono essere caratterizzati da forti non linearità di operazione, dalla interazione di fenomeni fisici e chimici di natura molto diversa o agenti su scale spaziali estremamente differenti, dalla presenza di apparecchiature multifunzionali, dalla complicazione stessa degli impianti chimici, spesso costituiti da decine di apparecchiature principali interagenti tra loro. Per questo motivo è necessario rinforzare la preparazione di base teorica degli allievi ingegneri sia a livello di preparazione sui principi fondamentali della ingegneria di processo, sia riguardo alle capacità progettuali per le singole apparecchiature. Il primo aspetto viene sviluppato integrando le competenze su: i) fluidodinamica e trasferimento di materia e energia, ii) reattori chimici reali e multifase, iii) processi chimici industriali, con particolare riferimento alla chimica organica e alla petrolchimica, iv) fenomeni molecolari di microscala e fenomeni colloidali di mesoscala, v) controllo di sistemi complessi, non-lineari e multi variabile, vi) gestione delle problematiche di sicurezza in un impianto di processo. La abilità progettuale sulle singole apparecchiature, invece, viene integrata sia per la parte di progettazione meccanica sia per quella funzionale. Gran parte di queste tematiche è sviluppata nel primo anno di corso, dato che queste competenze sono sovente preliminari agli insegnamenti successivi.

Un secondo gruppo di competenze che il laureato magistrale deve acquisire riguarda la capacità di modellizzazione e simulazione dei processi di trasformazione della materia, sia utilizzando in maniera consapevole i software commerciali per i problemi più complessi, sia sviluppando autonomamente piccoli codici di calcolo per i problemi più semplici. In questo caso sono fornite le basi matematiche del calcolo numerico, i metodi per la simulazione di dettaglio dei campi di velocità, temperatura, composizione all'interno di apparecchiature e i metodi e i codici per la modellizzazione di un processo di trasformazione al livello dell'intero impianto chimico.

Queste competenze sono apprese da tutti gli studenti e sono completate da conoscenze più specifiche incluse negli orientamenti previsti e negli insegnamenti a scelta. Gli orientamenti previsti sono quattro:

- biotecnologico-alimentare, che propone l'approfondimento di conoscenze di biologia, biochimica e di processi legati all'industria alimentare,
- progettazione e sviluppo di processo, che sviluppa le competenze necessarie per arrivare alla progettazione di dettaglio di un processo chimico,
- sostenibilità di processi e prodotti dell'industria chimica, che approfondisce gli aspetti innovativi nello sviluppo e progettazione di processi e prodotti sostenibili.

Questi tre orientamenti offrono la maggior parte degli insegnamenti obbligatori in lingua italiana e alcuni insegnamenti in lingua inglese.

Infine iv) chemical engineering for green transition, che propone tutti gli insegnamenti obbligatori in lingua inglese, offre contenuti multidisciplinari finalizzati alle nuove sfide della transizione verde, con la possibilità di ampliare il percorso tramite un doppio titolo di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare e Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio.

Descrizione sintetica delle attività affini e integrative

Il CdS è contraddistinto da una forte vocazione inter- e multi-disciplinare e il percorso formativo include, di conseguenza, diverse aree culturali. Le attività affini ed integrative contribuiscono a tutti gli effetti a definire ulteriormente gli obiettivi formativi già compresi nelle attività caratterizzanti relativamente a specifici aspetti nell'ambito (i) delle scienze chimico-fisiche, dei materiali, matematiche e statistiche, (ii) della biologia/biochimica, (iii) della meccanica, delle macchine e dei sistemi per la conversione dell'energia, (iv) dell'ingegneria ambientale e delle materie prime, (v) dell'ingegneria industriale, manifatturiera, impiantistica, dei processi energetici e gestionale. Gli insegnamenti del gruppo "Crediti liberi" consentono di sviluppare competenze tecniche specifiche in campi affini a quelli caratterizzanti e favoriscono una formazione di tipo multi ed interdisciplinare. La partecipazione ai progetti sviluppati dai team studenteschi o durante i tirocini completa il quadro delle possibili attività integrative. Queste attività completano una figura di ingegnere adatto a ricoprire ruoli di progettazione, modellazione, sviluppo, gestione, manutenzione e analisi della sicurezza sia nell'ambito dell'ingegneria di processo sia in quello più generale dell'ingegneria industriale.

Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma

7).

Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

Il Corso di Laurea Magistrale si presenta attraverso quattro aree di apprendimento. La prima è volta a integrare la formazione di base, scientifica e di ingegneria industriale; la seconda riguarda la formazione caratterizzante l'ingegneria chimica; la terza è relativa alla formazione specialistica ed è formata dagli orientamenti, alternativi, di tre insegnamenti ciascuno e da due ulteriori insegnamenti a scelta. La quarta area di apprendimento, infine, è costituita dalla formazione collegata alla preparazione della tesi finale.

La base ingegneristica viene arricchita dallo studio di metodi numerici avanzati per la risoluzione dei problemi di calcolo e dall'approfondimento delle conoscenze relative alla meccanica strutturale di interesse per l'ingegnere chimico.

L'approfondimento di tematiche di base dell'ingegneria chimica è invece condotto in una serie di insegnamenti che permettono allo studente di acquisire le conoscenze: dei modelli matematici comunemente utilizzati per descrivere sistemi e processi chimico-fisici e di trasferimento di materia e energia; dei fondamenti scientifici e metodologici per progettare e controllare processi chimici identificandone i comportamenti critici dal punto di vista della sicurezza; delle apparecchiature per la conduzione di operazioni unitarie nell'industria di processo; dei principi di funzionamento ed il progetto dei reattori chimici cosiddetti "reali", ovvero quelli per i quali si tiene conto dell'influenza degli aspetti fluidodinamici sulla cinetica di conversione; dei processi dell'industria petrolchimica e dei polimeri; dell'uso di modelli matematici idonei a rappresentare un processo chimico; dei fondamenti chimico-fisici per comprendere i principali fenomeni che hanno luogo nei sistemi finemente dispersi e dei codici di calcolo per la stima di proprietà di trasporto ed equilibrio a partire dalla struttura molecolare dei componenti.

Gli orientamenti proposti sono quattro: biotecnologico-alimentare, che propone l'approfondimento di conoscenze di biologia, biochimica e di processi legati all'industria alimentare, progettazione e sviluppo di processo, che fornisce le conoscenze e i metodi di sviluppo della progettazione di dettaglio di processi chimici, sostenibilità di processi e prodotti dell'industria chimica, che approfondisce la conoscenza degli aspetti teorici e operativi più avanzati per lo sviluppo di processi e prodotti sostenibili, e chemical engineering for green transition, che offre – tramite insegnamenti obbligatori e facoltativi erogati in inglese – contenuti multidisciplinari finalizzati alle nuove sfide della transizione verde. Infine, nell'ambito degli insegnamenti a scelta viene proposto, ad esempio, l'approfondimento delle tecnologie più innovative per lo sfruttamento di risorse rinnovabili per via chimica, della scienza della catalisi, delle batterie e delle celle a combustibile, della corrosione e della protezione dei materiali.

Vista la varietà degli insegnamenti, anche gli strumenti didattici utilizzati sono variegati e comprendono: lezioni frontali, visite guidate a impianti, prove sperimentali di laboratorio, esercitazioni in aula e in laboratorio informatico, con impiego di libri di testo, dispense didattiche in lingua italiana e inglese, software dedicato, uso di database per ricerche bibliografiche. A seconda dell'insegnamento, le esercitazioni possono essere condotte in modo autonomo da ciascuno studente o da gruppi di lavoro.

Le conoscenze acquisite e le capacità applicative vengono accertate attraverso prove scritte e orali e presentazioni delle applicazioni svolte, anche con discussione della documentazione preparata dagli studenti contenente i risultati ottenuti da calcoli, software e prove di laboratorio.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)

Il laureato magistrale applica le competenze che ha acquisito mostrando la capacità di:

- descrivere un problema tecnico/scientifico mediante lo sviluppo di modelli matematici;
- risolvere, analiticamente o numericamente, i modelli matematici più semplici e essere in grado di utilizzare in maniera "consapevole" codici numerici forniti da terze parti per i problemi più complessi;
- valutare criticamente i risultati di simulazione e verifica ottenuti da modelli numerici in modo da identificarne i loro limiti e campo di applicazione;
- progettare, sia strutturalmente che funzionalmente, le principali apparecchiature di processo,
- applicare le conoscenze scientifiche e metodologiche all'analisi e soprattutto dello sviluppo di processi chimici sostenibili;
- applicare le conoscenze scientifiche e metodologiche al controllo e alla conduzione di impianti dell'industria di processo.

Nel CdS queste capacità vengono sviluppate essenzialmente mediante esercitazioni di calcolo, sia in aula che in laboratorio informatico. Le attività possono essere svolte sia individualmente che con lavoro di gruppo, avvalendosi anche di software dedicato, accesso alle principali banche dati e ai servizi bibliotecari on-line. Le capacità applicative vengono accertate attraverso prove scritte e orali e presentazioni delle applicazioni svolte, anche con discussione della documentazione preparata dagli studenti.

Autonomia di giudizio (making judgements)

Il laureato magistrale in Ingegneria Chimica e dei Processi Sostenibili sviluppa la sua autonomia di giudizio applicando le teorie e metodologie caratteristiche dell'ingegneria chimica alla risoluzione di problemi complessi nell'ambito dell'industria di processo. Gli insegnamenti di carattere applicativo, in particolare quelli di progettazione e sviluppo di processo, abbinano alla formazione teorica esempi applicativi e coinvolgono gli allievi individualmente e in gruppo nella risoluzione di specifici problemi che riguardano l'analisi, il controllo o lo sviluppo di processi innovativi sostenibili.

L'autonomia di giudizio viene acquisita attraverso il lavoro di studio personale o la discussione in attività di gruppo, la predisposizione di relazioni su problemi specifici, anche partendo da informazioni limitate o incomplete, e la preparazione della dissertazione finale. Il raggiungimento dei risultati di apprendimento previsti viene verificato nelle singole prove d'esame e nella prova finale.

Abilità comunicative (communication skills)

Il laureato magistrale in ingegneria chimica e dei processi sostenibili è in grado di interagire con persone di aree culturali aventi competenze tecniche e scientifiche diverse al fine di ottimizzare l'efficacia delle attività svolte da un gruppo di lavoro. Il laureato è in grado di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, informazioni idee e soluzioni con un elevato livello di conoscenza e competenza. Durante il percorso formativo, lo studente viene stimolato ad esprimere la propria attitudine ad assumere ruoli di responsabilità nei quali le informazioni organizzative o tecniche vengono comunicate con chiarezza e determinazione. In particolare, la capacità di comunicare in modo chiaro e puntuale le conclusioni ottenute su temi specifici viene stimolata dalla richiesta di redigere relazioni tecniche, tramite attività formative che prevedono laboratori ed esercitazioni individuali o di gruppo, dalle discussioni in aula nel corso delle lezioni e dalle modalità di verifica delle prove d'esame, in cui in genere si predilige la forma orale. Inoltre, lo studente può affinare le proprie abilità comunicative svolgendo la prova finale in collaborazione con entità esterne nazionali o internazionali.

Il percorso formativo promuove l'attitudine a lavorare in un quadro internazionale attraverso attività e documentazione in lingua inglese, oppure svolgendo all'estero periodi di studio o percorsi di doppia laurea organizzati dall'ateneo sulla base di accordi internazionali. La discussione della prova finale (Tesi) rappresenta il momento conclusivo del percorso formativo in cui lo studente esprime, insieme alle proprie competenze, le proprie abilità di comunicazione.

Capacità di apprendimento (learning skills)

Il percorso formativo offerto permette allo studente di sviluppare quelle capacità di apprendimento che consentono di approfondire ed estendere in modo autonomo le proprie conoscenze. La disponibilità di materiale di diverso tipo (libri e monografie, software, materiale multimediale, accesso alle risorse on-line presso laboratori informatici e connessioni wireless indirizzati nel dominio dell'Ateneo) consente allo studente di reperire facilmente informazioni. In questo modo lo studente è in grado di tenersi aggiornato sull'evoluzione dei metodi, delle tecnologie, delle normative, delle tecniche e degli strumenti di studio, di analisi e di progetto, in particolare nel settore dell'ingegneria chimica.

Il percorso formativo permette al laureato di acquisire i fondamenti scientifici e metodologici necessari per proseguire la formazione tecnica e scientifica a livello superiore (scuola di dottorato o master post-laurea) o per inserirsi proficuamente in percorsi di formazione continua.

Le capacità di apprendimento vengono verificate durante le prove d'esame, ed in particolare nella prova finale svolta su temi che richiedono un approfondimento delle conoscenze rispetto ai contenuti degli esami.

Conoscenze richieste per l'accesso (DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)

Costituiscono requisiti curriculari il titolo di laurea o di un diploma universitario di durata triennale ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo, e le competenze e conoscenze che lo studente deve aver acquisito nel percorso formativo pregresso, espresse sotto forma di crediti riferiti a specifici settori scientifico-disciplinari o a gruppi di essi. In particolare lo studente deve aver acquisito un minimo di 40 cfu sui settori scientifico-disciplinari CHIM/07, FIS/01, FIS/03, ING-INF/05, MAT/02, MAT/03, MAT/05 e 60 cfu sui settori scientifico-disciplinari BIO/11, ICAR/01, ICAR/03, ICAR/08, ING-IND/08, ING-IND/10, ING-IND/11, ING-IND/14, ING-IND/15, ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/23, ING-IND/24, ING-IND/25,

ING-IND/26, ING-IND/27, ING-IND/31, ING-IND/32, MAT/07, MAT/08.

Inoltre, lo studente deve essere in possesso di un'adeguata preparazione personale e della conoscenza certificata della Lingua inglese almeno di livello B2, come definito dal Quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue (QCER).

Le modalità di verifica dell'adeguatezza della preparazione personale e i criteri per il riconoscimento della conoscenza certificata della lingua inglese sono riportati nel regolamento didattico del corso di studio.

Caratteristiche della prova finale
(DM 270/04, art 11, comma 3-d)

La prova finale rappresenta un importante momento formativo del corso di laurea magistrale e consiste in una tesi che deve essere elaborata in modo originale dallo studente sotto la guida di un relatore. E' richiesto che lo studente svolga autonomamente la fase di studio approfondito di un problema scientifico, tecnico o progettuale, prenda in esame criticamente la documentazione disponibile ed elabori il problema, proponendo soluzioni ingegneristiche adeguate. Il lavoro può essere svolto presso i dipartimenti e i laboratori dell'Ateneo, presso altre università italiane o straniere, presso laboratori di ricerca esterni e presso industrie e studi professionali con i quali sono stabiliti rapporti di collaborazione.

Modalità di assegnazione e dettagli sullo svolgimento della prova finale sono precisati nel regolamento didattico di Corso di Studio.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati
Ingegnere di Processo
<p>funzione in un contesto di lavoro: Il laureato in Ingegneria Chimica e dei Processi Sostenibili possiede gli strumenti conoscitivi e la preparazione metodologica per la valutazione d'insieme dello sviluppo di un qualunque processo industriale, nonché dello sviluppo di apparecchiature e impianti industriali. Egli può operare in società, aziende o enti pubblici e privati, dove</p> <ul style="list-style-type: none"> - collabora alla progettazione esecutiva di componenti, macchine e impianti di produzione dell'industria manifatturiera; - collabora alla strutturazione e alla gestione del sistema di controllo di impianti industriali, ottimizzando produttività, qualità e sicurezza; - impiega metodologie di simulazione, definisce i protocolli e segue le operazioni di produzione; - contribuisce all'organizzazione del controllo della qualità del processo e del prodotto industriale, e collabora alla commercializzazione del prodotto. <p>L'ingegnere chimico di processo ha inoltre le competenze per la gestione, il controllo e l'ottimizzazione degli impianti e dei processi e per la gestione tecnica delle funzioni di sicurezza e protezione ambientale. Sfruttando tali requisiti, l'ingegnere chimico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - gestisce impianti industriali per produzioni chimiche, farmaceutiche e dell'industria alimentare, e per la produzione, distribuzione e impiego di energia; - conduce impianti per il disinquinamento, il trattamento dei fumi, lo smaltimento dei rifiuti, la depurazione acque e la bonifica di suoli inquinati. <p>Inoltre, l'ingegnere chimico magistrale, grazie alla sua preparazione ad ampio spettro, è in grado di gestire gli aspetti di qualità del prodotto, salute e sicurezza (QHSE) negli ambienti di lavoro, sicurezza nelle aziende a rischio di incidente rilevante e protezione dell'ambiente.</p>
<p>competenze associate alla funzione: In questo contesto industriale saranno utilizzati maggiormente i fondamenti scientifici caratterizzanti l'ingegneria chimica, integrati con quelli forniti nella Laurea Magistrale - analisi e sviluppo di processi chimici sostenibili, controllo dei processi chimici, sicurezza e affidabilità, metodi e procedure da applicare per la conduzione di impianti dell'industria di processo. Saranno inoltre utilizzate le competenze relative alla valutazione della sicurezza dei processi ed impianti industriali chimici e alla qualità dei prodotti.</p> <p>Le competenze dell'ingegnere QHSE richiedono l'utilizzo di tutte le competenze acquisite durante la laurea magistrale - sia quelle avanzate d'ingegneria che consentono la capacità di analisi dello stato dei processi e degli impianti (metodi numerici per la risoluzione dei problemi ingegneristici, meccanica strutturale e macchine termiche) che quelle specifiche dell'ingegneria chimica (analisi e sviluppo di processi chimici sostenibili, controllo dei processi chimici, sicurezza e affidabilità, metodi e procedure da applicare per la conduzione di impianti dell'industria di processo).</p>
<p>sbocchi occupazionali: Aziende di produzione sia nei settori di processo che in settori economici diversi, come per esempio quello meccanico, automobilistico, aeronautico/spaziale, componentistica elettronica, biomedicale. ecc. Attività di consulenza presso aziende, enti pubblici, tribunali e altre organizzazioni. Società di consulenza nei settori qualità, sicurezza e ambiente. Organizzazioni pubbliche e private.</p>
Ingegnere Progettista
<p>funzione in un contesto di lavoro: Il laureato in Ingegneria Chimica e dei Processi Sostenibili possiede gli strumenti conoscitivi e la preparazione metodologica per la progettazione di unità operative e apparecchiature di base dell'industria chimica e di processo, e quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - collabora alla definizione di processi produttivi e di trasformazione e alla progettazione di impianti per l'industria di processo e per la produzione di energia; - esegue la modellazione e la progettazione di reti per il trasporto di fluidi, scambiatori di calore, reattori, concentratori, separatori e apparecchiature in genere per l'industria di processo; - collabora alla raccolta e analisi dei dati ai fini della sicurezza dei processi e degli impianti per la trasformazione delle materie prime; - collabora alla progettazione esecutiva di componenti, macchine e impianti di produzione dell'industria manifatturiera; <p>Ha inoltre le competenze per la gestione, il controllo e l'ottimizzazione degli impianti e dei processi e per la gestione tecnica delle funzioni di sicurezza e protezione ambientale.</p>
<p>competenze associate alla funzione: Le competenze di base consentono l'adattabilità alla funzione e ai campi di applicazione. Sfrutterà pertanto sia le nozioni avanzate d'ingegneria proposte nella Laurea Magistrale -metodi numerici per la risoluzione dei problemi ingegneristici, meccanica strutturale e macchine termiche - che quelle specifiche dell'ingegneria chimica - analisi e sviluppo di processi chimici sostenibili, controllo dei processi chimici, sicurezza e affidabilità, metodi e procedure da applicare per la conduzione di impianti dell'industria di processo. Saprà inoltre utilizzare con perizia i diversi software di progettazione e simulazione.</p>
<p>sbocchi occupazionali: Aziende di produzione di beni o servizi sia nell'industria di processo (chimica, petrolchimica, alimentare) che in settori economici diversi, come la produzione energetica, l'agricoltura, ecc... Studi di progettazione. Organizzazioni pubbliche e private. Attività di consulenza presso aziende, enti pubblici, tribunali e altre organizzazioni.</p>
Ingegnere di ricerca e sviluppo (ricercatore industriale)
<p>funzione in un contesto di lavoro: L'ingegnere chimico magistrale che lavora nell'ambito della ricerca e dello sviluppo, si occupa dell'ideazione, sviluppo e progettazione di nuovi impianti, processi e sistemi di controllo, da utilizzare in nuovi impianti o da integrare in impianti esistenti, al fine di massimizzare la sostenibilità sia economica che ambientale, nonché la salute e la sicurezza industriale e ambientale.</p>
<p>competenze associate alla funzione: Le competenze di un ricercatore in ingegneria chimica sono ad ampio spettro e spaziano dai processi, alle tecnologie e ai materiali innovativi. Il ricercatore sfrutterà pertanto sia le nozioni avanzate d'ingegneria proposte nella laurea magistrale, e, in particolare, i metodi numerici per la risoluzione dei problemi ingegneristici, utilizzando i diversi software di progettazione e simulazione e innovandoli se del caso, che quelle specifiche dell'ingegneria chimica, analisi e sviluppo di processi chimici sostenibili, controllo dei processi chimici, sicurezza e affidabilità, metodi e procedure da applicare per la conduzione di impianti dell'industria di processo.</p>
<p>sbocchi occupazionali: Centri di ricerca e aziende che creano innovazione.</p>
Responsabile di laboratorio
<p>funzione in un contesto di lavoro: Il laureato in ingegneria chimica può essere impiegato in laboratori di ricerca e sviluppo o industriali, ove contribuisce e sovrintende alla gestione e organizzazione degli stessi, mettendo a frutto la propria capacità di innovazione, occupandosi della ripartizione del</p>

lavoro all'interno del team di personale tecnico, della selezione e acquisto dei reagenti e del materiale di laboratorio, della gestione dell'archivio dei progetti, e della manutenzione della strumentazione.

competenze associate alla funzione:

Le competenze del gestore di un laboratorio sono relative a tutte le fasi di progettazione, prototipazione e produzione in piccole quantità di un prodotto/processo. In particolare, l'ingegnere impiegato in questo ruolo conosce le tecnologie di progetto e di produzione dei prodotti; è in grado di selezionare le materie prime e i processi da utilizzare in base al miglior compromesso costo-prestazioni; sa utilizzare con perizia la strumentazione di laboratorio e i software di simulazione, di cui conosce i principi fondativi; ha competenze di controllo dei processi per approntare e gestire le attrezzature di laboratorio e di produzione.

sbocchi occupazionali:

Laboratori di ricerca e sviluppo, centri di collaudo, misura e caratterizzazione di sistemi e apparati, in aziende pubbliche e private e in enti di ricerca.

Esperto Tecnico-Commerciale

funzione in un contesto di lavoro:

L'ingegnere chimico che svolge mansioni tecnico-commerciali assiste il cliente in tutte le fasi, dalla definizione delle specifiche alla vendita e servizi post-vendita, relativamente a prodotti chimici e di trasformazione, nonché di apparecchiature e impianti o servizi. E' in grado di organizzare ed effettuare presentazioni e dimostrazioni di sistemi e apparati, nel contesto di fiere specialistiche o direttamente presso i clienti.

competenze associate alla funzione:

La relazione con il cliente, privato, azienda o istituzione, che acquista sia beni che servizi, specie se di elevato valore aggiunto, richiede competenze tecniche specifiche oltre che attitudini alla comunicazione e alla gestione del processo di vendita. L'ingegnere chimico che si occupa della commercializzazione possiede una solida conoscenza di base delle tecnologie degli impianti e apparecchiature, delle proprietà dei prodotti e degli aspetti di affidabilità, manutenzione, prestazioni, consumi energetici, oltre ad avere una buona capacità di comunicazione. Potrà pertanto sfruttare sia le nozioni avanzate di ingegneria proposte nella Laurea Magistrale - meccanica strutturale, analisi e sviluppo di processi chimici sostenibili, controllo dei processi chimici, sicurezza e affidabilità.

sbocchi occupazionali:

Aziende di produzione sia nei settori di processo che in settori economici diversi, aziende di progettazione, fornitori di servizi qualità, ambiente e sicurezza.

Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)

- Ingegneri chimici e petroliferi - (2.2.1.5.1)

Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 30 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 c.2.

Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Ingegneria chimica	ING-IND/21 Metallurgia ING-IND/22 Scienza e tecnologia dei materiali ING-IND/23 Chimica fisica applicata ING-IND/24 Principi di ingegneria chimica ING-IND/25 Impianti chimici ING-IND/26 Teoria dello sviluppo dei processi chimici ING-IND/27 Chimica industriale e tecnologica	50	77	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:		-		
Totale Attività Caratterizzanti			50 - 77	

Attività affini

ambito: Attività formative affini o integrative	CFU	
intervallo di crediti da assegnarsi complessivamente all'attività (minimo da D.M. 12)	14	34
Totale Attività Affini	14 - 34	

Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		8	14
Per la prova finale		16	30
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	-	-
	Abilità informatiche e telematiche	-	-
	Tirocini formativi e di orientamento	-	-
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	-	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		3	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-

Totale Altre Attività	27 - 47
------------------------------	---------

Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	120
Range CFU totali del corso	91 - 158

Note attività affini (o Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe).

Note relative alle altre attività

Note relative alle attività caratterizzanti

RAD chiuso il 03/04/2025