

<b>Università</b>	Università degli Studi del PIEMONTE ORIENTALE "Amedeo Avogadro"-Vercelli
<b>Classe</b>	L-27 - Scienze e tecnologie chimiche
<b>Nome del corso in italiano</b>	Chimica verde <i>modifica di: Scienza dei Materiali - Chimica (1371007)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	Green chemistry
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	italiano
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	A066^000^002158
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	25/11/2020
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	<b>La Data di approvazione del senato accademico obbligatoria</b>
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	12/11/2020 - 27/11/2020
<b>Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento</b>	
<b>Modalità di svolgimento</b>	a. Corso di studio convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="http://www.disit.uniupo.it/tutto-studenti/offerta-formativa/lauree-triennali/scienza-dei-materiali-chimica">http://www.disit.uniupo.it/tutto-studenti/offerta-formativa/lauree-triennali/scienza-dei-materiali-chimica</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	Scienze e Innovazione Tecnologica (DISIT)
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	12 DM 16/3/2007 Art 4 <b>Nota 1063 del 29/04/2011</b>
<b>Corsi della medesima classe</b>	• Chimica
<b>Numero del gruppo di affinità</b>	1

#### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: L-27 Scienze e tecnologie chimiche**

I laureati nei corsi di laurea della classe devono conseguire le seguenti competenze:

- \* essere in possesso di un'adeguata conoscenza dei diversi settori della chimica, negli aspetti di base, teorici, sperimentali e applicativi e di una adeguata preparazione di base nelle discipline matematiche, informatiche e fisiche;
- \* possedere gli strumenti metodologici che consentano l'aggiornamento delle proprie conoscenze;
- \* possedere gli strumenti adeguati per inquadrare le conoscenze chimiche specifiche nelle loro relazioni con altre discipline scientifiche e tecniche ed acquisire la consapevolezza delle problematiche dello sviluppo sostenibile
- \* essere in grado di utilizzare efficacemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano, nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali;
- \* essere in possesso di adeguate competenze e di strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione;
- \* essere capaci di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.

I laureati della classe saranno in possesso di conoscenze idonee a svolgere attività professionali, anche concorrendo ad attività quali quelle in ambito industriale; nei laboratori di ricerca, di controllo e di analisi; nei settori della sintesi e caratterizzazione di nuovi materiali, della salute, della alimentazione, dell'ambiente e dell'energia; nella conservazione dei beni culturali, applicando le metodiche disciplinari di indagine acquisite, con autonomia nell'ambito di procedure definite. I laureati della classe potranno svolgere attività adeguate agli specifici ambiti professionali.

Ai fini indicati, gli Atenei attivano uno o più Corsi di Laurea afferenti alla Classe, i cui curricula:

- \* comprendono in ogni caso attività finalizzate all'acquisizione di sufficienti elementi di base di matematica e di fisica, nonché di fondamentali principi della chimica generale, della chimica inorganica, della chimica fisica, della chimica organica e della chimica analitica, anche in connessione alle metodiche di sintesi e di caratterizzazione e alle relazioni struttura-proprietà;
- \* devono prevedere in ogni caso, fra le attività formative nei diversi settori disciplinari, congrue attività di laboratorio, in particolare finalizzate alla conoscenza di metodiche sperimentali e all'elaborazione dei dati;
- \* prevedono, in relazione a obiettivi specifici del Corso di Laurea, l'approfondimento di tematiche sia di base, quali i fondamenti chimici di fenomeni biologici, sia applicative, quale la connessione prodotto-processo;
- \* possono prevedere, in relazione ad obiettivi specifici del Corso di Laurea, soggiorni di studio presso altre Università italiane ed estere, nonché tirocini formativi presso enti pubblici o privati non universitari, nell'ambito della normativa vigente;
- \* possono includere attività didattiche rivolte in modo specifico ad agevolare l'inserimento nel mondo del lavoro, ovvero a favorire il proseguimento degli studi a livello superiore;

#### **Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione**

Il Corso di Laurea è il risultato della trasformazione del precedente Corso in SCIENZA DEI MATERIALI.

L'individuazione delle esigenze formative è stata effettuata in modo preciso e dettagliato, giustificando ampiamente la presenza di due lauree nello stesso Settore L-27 (CHIMICA e SCIENZA DEI MATERIALI-CHIMICA). In particolare, i due corsi sono indirizzati a realtà economico/industriali diverse (CHIMICA si tiene ad

Alessandria e SCIENZA DEI MATERIALI-CHIMICA a Novara). Inoltre, la caratteristica di forte espansione odierna della scienza dei materiali e la sua natura interdisciplinare la rendono una disciplina autonoma, riconducibile solo parzialmente all'ambito chimico.

Una dettagliata e convincente analisi è riportata a sostegno di questa tesi.

Le prospettive occupazionali, adeguatamente documentate, risultano coerenti con gli obiettivi formativi previsti. La ristrutturazione del corso presenta una migliore organizzazione e un ammodernamento delle tematiche in rapida evoluzione. Gli obiettivi sono descritti in dettaglio e le conoscenze attese, acquisite dai laureati, sono coerenti con i descrittori adottati in sede europea.

La Facoltà ha riprogettato il Corso di Laurea in maniera coerente con le istanze provenienti dal mondo del lavoro e si può stimare una buona capacità di assorbimento dei laureati. Il contesto culturale appare più che soddisfacente in virtù della coerenza rilevabile tra il corpo docente strutturato e gli insegnamenti caratterizzanti.

L'accesso al Corso prevede i normali requisiti per i corsi di Laurea Triennali. La preparazione pregressa degli studenti viene valutata mediante un test di accertamento dei requisiti minimi di conoscenze di base, non vincolante per l'iscrizione. Il Nucleo rileva come il corso abbia una buona potenzialità di aumento degli sbocchi professionali anche nel breve termine. Alla luce della documentazione presentata, il Nucleo formula quindi parere positivo all'istituzione del Corso di Laurea.

## **Relazione del nucleo di valutazione per accreditamento**

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

Il Corso di Laurea in Chimica Verde è stato presentato alle iniziative di incontro con il tessuto economico e industriale piemontese (quadrante nord est) nelle seguenti occasioni:

Fabbrica Sostenibile - evento organizzato da Confindustria Alessandria il giorno 21 ottobre - relatori il Direttore del Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica e il Coordinatore del Corso di Laurea in Chimica verde.

Assemblea dei soci Proplast - 12 novembre 2020 - relatori il Direttore del Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica e il Coordinatore del Corso di Laurea in Chimica verde.

È stata inviata comunicazione ai seguenti enti:

Proplast, IREN, Envipark, ITS Energia, Metlac, Smurfit Kappa, Alfa Srl, ISOF CNR, Sedamyl, Bytest, Sogis, Confindustria Novara Vercelli Valsesia, Solvay, Entsorga, Ecospray

GA Ultrasound, Garbo, Agrindustria, Favini, Boero, COREPLA, Silvateam, EUMEPS, AIPE, Regione Piemonte, Consorzio Italiano Compostatori, Vebachem, Elantas, ENI, Novamont, Confindustria Alessandria, Ordine Chimici Piemonte, ATENA VC, Consorzio Acque NOVCO,

Amag, ITIS Faccio VC, ITIS Sella BI, ITIS Omar NO, LS Carlo Alberto NO, GlobalWafers, Buzzi Unicem, Byrly Carbon, Ferrero, EnelX, GAIA, GreenStep, Radici Chimica, Cluster SPRING, FederChimica, PPG, Qualital, Versalis, Michelin, Relight

Inoltre è stato effettuato un comunicato mediante la piattaforma social LinkedIn.

Sono stati predisposti un video di presentazione, una scheda che presenta il piano di studi e le motivazioni, un calendario di appuntamenti per interviste e un questionario on line.

Parte dei riscontri sono pervenuti tramite compilazione del questionario on-line. I settori di attività delle aziende sono:

- Aerospace Automotive and General Industry

- Produzione di Vernici, smalti, lacche e inchiostri per Litolatta o metal packaging nel settore alimentare

- Testing Inspection Certification

- Produzione di silicio per elettronica

- Ricerca, Sviluppo e Produzione di monomeri e polimeri da fonte rinnovabili e biodegradabili e compostabili

- Servizi innovativi per la sostenibilità ambientale di aziende, processi e servizi

- Gestione del servizio idrico integrato (acquedotto, fognatura, depurazione)

- Laboratorio analisi chimiche e microbiologiche, consulenza e formazione in ambito ambientale e sicurezza sul lavoro

Sono anche pervenuti riscontri dall'Associazione Datoriale Territoriale (province di Novara e Vercelli) del sistema Confindustria e dal Cluster italiano della Chimica verde SPRING.

I referenti che hanno proceduto alla compilazione sono Quality Manager, HS&E Manager

Global Manager Energia Solare ed Eolica, Responsabile Pianificazione Strategica, Dirigente Area Politiche Industriali, Environmental&Energy Manager, altre figure dirigenziali, tecniche e della comunicazione d'azienda.

Rispetto all'importanza della chimica nell'attività di azienda, è risultata di rilevante (4-5 punti) per gran parte degli intervistati.

Il 40% delle imprese intervistate hanno dichiarato che per processo, prodotti e volumi l'attività della sua azienda ha un impatto ambientale da discretamente a piuttosto rilevante.

Il 70% degli intervistati dichiarano di avere programmate e/o in corso strategie e innovazioni basate sui paradigmi della Green Chemistry, nei settori dei nuovi processi, nella riduzione degli impatti ambientali tramite la ricerca di materie prime alternative caratterizzate dalla riduzione della pericolosità, come contorno il risparmio energetico della fase di processo, nell'economia circolare, nelle materie prime da scarti agricoli e di processo da altre filiere, nel risparmio energetico, nella messa a punto di nuovi prodotti per sostituirci altri sul mercato in phase out e a maggior impatto (prodotti da altre aziende), nel recupero materiali da processi depurativi, recupero energetico, nuovi processi applicabili al trattamento delle acque reflue.

Viene anche sottolineata l'importanza delle attività di consulenza, comunicazione, divulgazione e informazione, come servizi di certificazione e testing riguardo (pompe di calore, idrogeno, solare, eolico, veicoli elettrici, politiche di diffusione dei principi del modello sostenibile, dell'economia circolare, dell'efficienza energetica e del rispetto della legalità, nella definizione delle agende strategiche a livello regionale, nazionale ed europeo, e supportando le aziende e attori del settore nel recepimento delle stesse, favorendo la transizione verso un modello sostenibile di economia circolare.

A livello di conoscenze e competenze, l'esito dell'indagine ha visto i seguenti risultati: il 70% ritiene molto importante la chimica organica e industriale da fonti rinnovabili e le materie prime seconde e valorizzazione rifiuti, il 50% i processi chimici green, il 50% l'LCA, il 20% i processi biotecnologici, la catalisi e gli aspetti energetici.

Il 50% degli intervistati ritengono che il green thinking sia essenziale (punteggio 5) e il 20% che sia molto importante, più delle conoscenze tradizionali di base (punteggio 4).

Per le competenze professionali acquisite, vengono individuati i seguenti ambiti di possibile occupazione: Laboratorio Chimico Test, Ricerca e Sviluppo, Gestione Ambientale, Ufficio Acquisti, Regulatory, R&D di prodotti innovativi, Ecologia dei Prodotti, Pianificazione Strategica, Società di servizi ambientali, Laboratori terzi e laboratori di industrie che fanno indagini ambientali, Società di consulenza ambientale, Laboratori e servizi Pubblica Amministrazione, Area Sostenibilità di aziende strutturate (ad es. multinazionali), Aziende di ogni comparto che facciano scelte di ottimizzazione dei processi, riduzione degli sprechi e dei rifiuti, in maniera autonoma o che siano obbligate al rispetto di norme specifiche emanate per il raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda ONU, Processi produttivi e logistica innovazione di prodotto e processo, area controllo qualità, comunicazione e marketing, Consulenza e progettazione sostenibilità ambientale, Chimica dei materiali, Gestione del ciclo idrico.

I principali commenti fatti riportano che i contenuti del corso sembrano ben equilibrati, che è comunque fondamentale la solida base in materia chimica. Il corso è ritenuto molto attuale e coerente con le esigenze del prossimo futuro. Viene segnalata l'importanza di enfatizzare la comunicazione ambientale (policy, claims, ecc.) e prevedere "esercitazioni" dell'insegnamento sulle normative ambientali es. simulazione di redazione di relazioni tecniche; simulazione gestione iter autorizzativo, ecc. Gran parte degli intervistati sono disponibili a collaborare all'attività didattica con testimonianze in aula e visite didattiche, diversi anche con esperienze laboratoriali, workshop, e tirocini formativi. Rilevante la disponibilità e l'interesse di SPRING a fornire il proprio supporto per attività di disseminazione in merito all'attivazione del corso e di eventuali tirocini formativi.

Verbale incontri parti sociali del 20/11/2020, 23/11/2020, 25/11/2020 e 27/11/2020

Nelle sessioni on line è stato presentato il corso di laurea e le sue finalità, obiettivi formativi e prospettive occupazionali.

Si rilevano i seguenti contributi:

- il commento del co-fondatore dell'azienda RAEEMan, attiva nell'alessandrino nel recupero e riciclo di materiali da rifiuti elettrici ed elettronici riducendo i conferimenti in discarica e promuovendo processi di economia circolare per materiali di rilevanza critica. Esprime grande interesse nella figura professionale oggetto

del corso di laurea, che ritiene molto puntuale e di interesse per la rivoluzione che si sta delineando nel mondo dei rifiuti. Ci sono competenze che ritiene strategiche per il settore dei rifiuti ad alto valore aggiunto, e manca attualmente un percorso di formazione specifica che comprenda l'analisi delle tipologie di materiali derivabili dagli scarti (batterie, pile, apparecchiature etc), gli aspetti impiantistici e di processo, la competenza nella messa a punto ed ottimizzazione dei metodi, la competenza analitica e le conoscenze normative. Ci sono processi in via di consolidamento (ad esempio legati alle diverse tipologie di pile ed accumulatori) altri in via di sviluppo industriale (ad esempio batterie al Li). Promuove sia il rapporto diretto e continuativo degli studenti e dei docenti con la realtà di impresa non solo per le attività didattiche e curriculari, ma anche nella fase di progettazione del corso.

- il commento del delegato piccola impresa all'innovazione e alla ricerca di Confindustria Novara Vercelli Valsesia, che sottolinea la forte attualità del piano formativo, soprattutto per quanto riguarda l'integrazione di competenze scientifiche di base con strumenti applicativi e aspetti culturali di contesto, come le relazioni tra i processi chimici, l'ambiente e l'economia circolare. Su questo tema sottolinea come ritenga importantissimo avere un forte contributo di esperienze e testimonianze raccontate ed analizzare con gli studenti vista la novità della tematica nell'ambito industriale ed economico.

- il commento dell'HSE manager di Metlac, che ritiene che il piano di studi sia in grado di fornire una serie di conoscenze di importante valore per l'industria che rappresenta, sia per l'inserimento nei percorsi di riduzione dell'impatto delle lavorazioni e dei processi, sia per la capacità di inserirsi in modo proficuo nelle dinamiche aziendali non propriamente di tipo chimico sperimentale, come ad esempio la valutazione di materie prime e fornitori o le strategie di tipo ambientale e della salute sul lavoro. Pur ritenendo importante che si possa contare su un laureato triennale già connotato in modo forte su queste tematiche, sottolinea come la sua realtà aziendale ha dimostrato di poter sfruttare appieno le competenze specialistiche dei laureati magistrali e anche di dottori di ricerca, fornendo l'indicazione di immaginare un secondo livello di laurea ad alta qualificazione.

- Un docente dell'ITIS Faccio di Vercelli fa presente l'importanza di un raccordo culturale con le scuole superiori, e segnala come il tema della chimica nel contesto ambientale anche come attività di impresa sia già parte di attività di approfondimento presso l'Istituto Faccio. Ritiene l'iniziativa del nuovo Corso di Laurea uno stimolo che possa aumentare la capacità imprenditoriali germinate nella scuola superiore. Considera la revisione del paradigma del chimico nel sistema produttivo molto interessante, soprattutto basandosi su materie prime seconde ed economia circolare.

- I docenti del Liceo Scientifico Carlo Alberto avrebbe grande interesse a collegare i propri corsi in una curvatura legata alle scienze e all'ambiente, vorrebbe capire meglio il tipo di cultura che si potrebbe condividere e chiede di esemplificare meglio i possibili ambiti occupazionali dei laureati. Sottolineano come sia loro interesse forte riaccondare il corso liceale in corso con le iniziative green di UPO e le scuole presenti vorrebbero creare un progetto di sistema su tutti i punti dell'Agenda ONU 2030 attorno alle iniziative del Corso di Laurea

- il responsabile di Fabbrica Sostenibile di Confindustria Alessandria spiega come stia diventando sempre più rilevanti il ruolo di figure di alto profilo scientifico non solo e per forza in attività di laboratorio ma accanto ai diversi passaggi di revisione sostenibile di processi industriali. Ritiene che il profilo proposto sia completo e molto adatto al cambiamento di paradigma richiesto dalle aziende, con un buon peso di competenze di scienze chimiche associate ai fabbisogni dei prodotti e dei processi nella green transition. Apprezza molto una modalità esperienziale di impresa simulata nel campo ambientale e auspica una visione sistemica del percorso di studi, attraverso ad esempio i corsi a scelta. Evidenzia come le modalità di comunicazione della consultazione delle parti sociali sia stata particolarmente efficace soprattutto usando gli strumenti digitali. Invita ad essere incisivi nell'orientamento alle scuole. Viene anche proposto di rendere possibile la fruizione del corso attraverso gli strumenti telematici e digitali anche come corsi singoli a favore delle aziende.

- La responsabile R&D di Buzzi Unicem - Trino (VC) è molto favorevole all'inserimento di strumenti culturali come l'LCA per le necessità di aziende molto impattanti e in cerca di strumenti per il recupero, il riutilizzo e la riduzione degli impatti.

- il presidente ConfAPI Alessandria segnala che il green deal, la produzione ecosostenibile sono una importante rivoluzione tecnologica e genereranno a breve un'opportunità di crescita e sviluppo per il mondo produttivo ed in particolare per le PMI molto importante. Credo che questo nuovo corso di laurea rappresenti un esempio positivo di come la scuola riesca a intercettare il cambiamento di competenze che le aziende richiedono in una fase di evidente transizione tecnologica che porterà alla creazione di prodotti la cui realizzazione possa ridurre il consumo di risorse terrestri e soprattutto richieda l'uso di tecnologie che preservino l'ambiente in cui viviamo. Credo che come associazione imprenditoriale seguiremo con attenzione l'evoluzione di questi nuovi corsi e sicuramente ci proporremo per valorizzare i futuri giovani laureati presso i nostri associati.

## **Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento**

### **Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

Il Corso di Laurea Triennale in Chimica Verde si propone di utilizzare gli strumenti della Chimica in un'ottica nuova e più ampia con un orientamento didattico con una forte impronta multidisciplinare.

L'obiettivo è formare laureati in grado di sviluppare nuovi prodotti e processi che puntino alla riduzione dei fabbisogni energetici, degli impatti ambientali, delle opportunità di recupero e valorizzazione di scarti e della riduzione di sottoprodotti.

Inserito nell'orizzonte di una formazione tecnico scientifica rivolta ad un futuro sostenibile, in piena aderenza agli indirizzi dell'Agenda ONU 2030, lo studio della Chimica Verde è finalizzato alla progettazione sostenibile dei processi produttivi di sostanze, prodotti, combustibili ed energia sulla base di materie prime rinnovabili, alla riduzione dell'impiego di materie prime, al recupero dei rifiuti, specialmente di materiali di rilevanza critica (Critical Raw Materials - CRM), all'integrazione virtuosa di processi di recupero e valorizzazione dei rifiuti nello sviluppo dell'economia circolare, allo sviluppo di processi chimici verdi, sostenibili, nella ricerca di metodi puliti ed efficienti con metodi sintetici innovativi: solvent-free, mecano chimica, ultrasuoni, microonde, catalizzatori e procedure di tipo biotecnologico.

Il conseguimento degli obiettivi formativi si articola, nel primo anno, sull'apprendimento delle conoscenze di base di ambito matematico e fisico fondamentali e necessarie, e le nozioni della chimica generale, chimica organica e chimica fisica sia teoriche sia sperimentali a supporto degli insegnamenti degli anni successivi.

Il secondo anno di Corso è finalizzato all'acquisizione di conoscenze approfondite e articolate sugli aspetti energetici, termodinamici e cinetici, sulle metodiche analitiche e soprattutto sugli aspetti di base di processi industriali verdi atti alla declinazione applicativa dei principi fondanti della Green Chemistry, all'apprendimento dello sviluppo corretto dei processi di analisi del ciclo di vita (LCA) e delle normative chimiche ed ambientali a livello internazionale. In considerazione della forte complementarità dei processi di tipo bio(tecn)ologico nel settore della Chimica Verde, tra le nozioni di tipo fondamentale viene compresa una cultura di tipo generale in ambito biologico.

Il terzo anno di Corso intende sviluppare una conoscenza di tipo integrativo verso le tecnologie abilitanti (Key Enabling Technologies - KET) per la più ampia e diffusa applicazione dei criteri atti alla sostenibilità dei processi chimici. I corsi caratterizzanti, teorici e sperimentali, saranno la chimica dei polimeri a basso impatto ambientale, la chimica inorganica declinata sui materiali sostenibili e i processi di recupero delle risorse da rifiuti e scarti. Affiancheranno questi insegnamenti un'attività didattica integrata e interdisciplinare sui principi e le applicazioni della catalisi in fase eterogenea ed omogenea per processi sostenibili e un corso finalizzato all'applicazione delle più moderne ed avanzate tecniche di caratterizzazione a servizio dell'analisi dei prodotti e del monitoraggio dei processi chimici. Completa la conoscenza di contesto generale del laureato un insegnamento basato sulle relazioni tra la chimica e l'ambiente e un insegnamento di forte carattere applicativo sull'utilizzo di metodologie statistiche e strumenti informatici per la pianificazione sperimentale, l'analisi di dati massivi e il chemical modelling.

### **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 laureato in Chimica Verde raggiungerà conoscenze di base:

- di ambito matematico nei campi dell'algebra, del calcolo numerico, dello studio di funzioni, del calcolo differenziale e integrale mediante i crediti formativi degli ambiti disciplinari MAT/0n;

- di ambito fisico sulla meccanica, termodinamica classica, ottica, elettromagnetismo, trattamento statistico dei dati sperimentali e analisi dell'errore mediante i crediti formativi degli ambiti disciplinari FIS/0n;

- di ambito chimico generale, relative agli aspetti principali della terminologia chimica, della nomenclatura, delle convenzioni e delle unità di misura, le reazioni chimiche e loro principali caratteristiche, le proprietà caratteristiche degli elementi e dei loro composti, comprese le relazioni fra i gruppi e gli andamenti nella Tavola Periodica, le relazioni fra le proprietà individuali di atomi e di molecole, la correlazione tra proprietà e struttura di prodotti e materiali, ai processi di sintesi di sostanze e materiali con proprietà strutturali e funzionali, all'impiego dei principi di green chemistry nei processi preparativi di tipo inorganico e il recupero delle risorse nei processi di economia circolare;

- di ambito chimico fisico, come i principi di meccanica quantistica e loro applicazioni nella descrizione della struttura e delle proprietà di atomi e molecole, le caratteristiche strutturali degli elementi e dei loro composti, le caratteristiche dei differenti stati della materia e teorie utilizzate per descriverli, i principi della termodinamica e loro applicazioni in chimica, la cinetica delle trasformazioni chimiche, compresa la catalisi con particolare rilievo per quella legata all'ambiente, e l'interpretazione meccanicistica delle reazioni chimiche;

- di ambito chimico organico, ovvero la struttura e proprietà dei composti organici, le principali vie sintetiche in chimica organica, comprese le trasformazioni di gruppi funzionali e le formazioni di legami carbonio-carbonio e carbonio-eteroatomo, gli aspetti di struttura, proprietà e reattività delle molecole e di importanti classi di biomolecole compresa la stereochimica, all'impiego dei principi di green chemistry e riduzione dell'impatto ambientale nei processi preparativi di tipo organico;

- di ambito chimico industriale, ovvero le conoscenze di base relative ai processi chimici in termini impiantistici, di fabbisogno energetico e di impiego, alla scienza dei polimeri e alle proprietà dei prodotti polimerici sia naturali che artificiali, ai loro processi di preparazione, impiego e reprocessing e riciclo, all'impiego dei principi di green chemistry nei processi preparativi;

- di tipo analitico, come i principi e le procedure usate nelle analisi chimiche e la caratterizzazione dei composti chimici. I principi sulla validazione di metodologie chimiche, la pianificazione di un procedimento per l'analisi di campioni con scelta del metodo quantitativo più appropriato, l'impiego di tecniche di investigazione di tipo spettroscopico, di risonanza magnetica, di spettrometria di massa, di tipo strutturale;

- di ambito bio(tecno)logico, come le conoscenze di base della biologia cellulare e la chimica di importanti processi biologici, funzionali all'impiego di processi biotecnologici per la conversione di biomasse, la produzione di bio-based chemicals e materiali, biocarburanti e il trattamento di reflui civili ed industriali;

- di ambito metodologico e normativo, attraverso l'apprendimento teorico e applicativo dei principi dell'analisi del ciclo di vita (LCA), soprattutto finalizzato alla valutazione di processi e prodotti chimici e degli aspetti normativi e legislativi di tipo ambientale;

- di ambito ambientale, apprendendo le relazioni tra la chimica e l'ambiente circostante.

L'attività didattica sarà basata su materiale didattico e testi di riferimento a livello internazionale editi in lingua italiana e/o inglese. I docenti coinvolti nell'attività didattica integreranno le nozioni con esperienze e conoscenze inerenti al contesto più innovativo e attuale per le varie discipline.

I risultati di apprendimento verranno verificati attraverso prove in itinere svolte durante il Corso, esercitazioni numeriche e di laboratorio, esami finali orali e scritti.

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

Il laureato in Chimica Verde è in grado di applicare le conoscenze apprese sia nel campo generale della chimica che nel contesto specifico dei processi verdi. Saprà applicare calcoli stechiometrici, calcoli di solubilità, pH, potenziali elettrochimici, determinazioni di costanti di equilibrio. Saprà valutare gli aspetti termodinamici di una reazione anche utilizzando tecniche sperimentali di calorimetria, effettuare calcoli di bilancio entalpico, entropico per una reazione, determinare costanti cinetiche e ordini di reazione. Saprà utilizzare tecniche e metodologie computazionali di modelling molecolare e di grafica.

Dal punto di vista preparativo, è in grado, con l'opportuna formazione prevista, di operare in modo sicuro in laboratorio utilizzando in sicurezza le sostanze chimiche, incluso il loro corretto smaltimento, effettuare operazioni pratiche di preparazione di soluzioni a concentrazione nota, effettuare separazioni e purificazioni, eseguire sintesi e caratterizzazione di composti organici ed inorganici utilizzando procedure standard e strumentazione tipica di laboratorio.

Dal punto di vista analitico è in grado di eseguire titolazioni entro limiti di errore accettabili e utilizzare le tecniche strumentali più comuni (spettroscopie atomiche e molecolari, cromatografie GC e HPLC, tecniche elettrochimiche, spettrometria di massa, tecniche di risonanza magnetica) per condurre analisi qualitative e quantitative e ricavare proprietà molecolari e per il riconoscimento strutturale, sapendo scegliere ed applicare le tecniche di analisi più appropriate per un dato problema analitico. Conosce le metodiche per effettuare il campionamento e la preparazione del campione, la pianificazione sperimentale, l'analisi della validità statistica dei dati, la documentazione dell'analisi eseguita, l'impiego di metodi chemiometrici per l'analisi dei risultati.

Dal punto di vista specifico della chimica verde, conosce i principi fondamentali della Green Chemistry ed è in grado di proporre e praticarne l'applicazione nella chimica organica, inorganica, industriale e dei polimeri. Conosce e sa applicare la procedura LCA e le normative relative agli aspetti ambientali inerenti alla Chimica, è in grado di descrivere i processi industriali principali e le caratteristiche chiave per la loro declinazione verso la sostenibilità, la chimica delle risorse e delle materie prime, dei materiali, dei polimeri, i processi biotecnologici e quelli basati sulla catalisi omogenea ed eterogenea e le relazioni delle attività chimiche con l'ambiente. L'attività didattica intende maturare lo sviluppo della capacità di raccogliere ed interpretare dati scientifici attraverso le osservazioni e le misure di laboratorio, eseguire calcoli e presentare il risultato dell'analisi con l'incertezza associata.

Per questo, le attività di laboratorio saranno svolte in modo da mettere lo studente a contatto diretto con gli aspetti pratici e operativi delle varie sperimentazioni e favorire l'uso a livello individuale delle strumentazioni analitiche. I corsi ospiteranno interventi seminariali e testimonianze da parte di esperti del contesto lavorativo e applicativo della chimica verde.

A complemento culturale come parte integrante delle attività di studio, laboratorio e di tirocinio, lo studente svilupperà competenze informatiche di base relativamente a sistemi operativi, word processing, fogli elettronici, utilizzazione di basi di dati, uso di Internet, accompagnate alla competenza nella gestione delle informazioni, comprese quelle ottenibili da ricerche on-line.

I risultati di apprendimento rispetto alle conoscenze pratiche e alle abilità acquisite verranno verificati attraverso prove in itinere svolte durante il Corso, esercitazioni numeriche e di laboratorio, esami finali orali e scritti.

### **Autonomia di giudizio (making judgements)**

Il laureato in Chimica Verde dimostra capacità di raccogliere dati sperimentali in modo metodologicamente e statisticamente corretto, analizzare ed interpretare rilevanti dati scientifici derivanti dall'osservazione e dalla misurazione in laboratorio, di programmare e condurre un esperimento progettando tempi e modalità e valutando autonomamente la correttezza quali-quantitativa dei risultati.

è in grado di affrontare un problema di natura analitica formulando ed attuando procedure di determinazione e proporre idee e soluzioni.

In modo specifico, avrà la capacità di analizzare procedure di trasformazione chimica e fisica della materia valutando e considerando l'impatto energetico ed ambientale di sostanze, i processi di produzione e di smaltimento, individuando e attuando, in modo critico e ragionato, procedure di ambito chimico basate sui paradigmi della green chemistry e sui processi chimici e biotecnologici più moderni.

A livello culturale e sociale, il laureato in Chimica Verde è in grado di reperire e vagliare fonti di informazione, dati, letteratura chimica, valutare l'impatto ambientale delle procedure chimiche adottate in modo specifico e generale a livello locale e globale, configurare ed operare nell'ottica dell'economia circolare, adattarsi ad ambiti di lavoro e tematiche diverse, dare giudizi che includano riflessioni su importanti questioni scientifiche ed etiche.

L'acquisizione delle competenze sarà basata sia sulle attività didattiche corsuali sia mediante attività di laboratorio, tirocinio e prova finale.

Inoltre farà parte delle attività proposte allo studente nelle discipline in cui sia risultato particolarmente meritevole, negli anni successivi al primo, un eventuale possibile coinvolgimento nel supporto didattico allo studio e alla comprensione verso i neoimmatricolati.

I risultati di apprendimento verranno verificati attraverso relazioni e rapporti scritti ad integrazione delle esperienze di laboratorio e/o brevi esposizioni monografiche orali come parte integrante degli esami finali orali e scritti.

### **Abilità comunicative (communication skills)**

Il laureato in Chimica Verde è in grado di argomentare in modo adeguato per le attività e i rapporti professionali in forma scritta e orale informazioni, informazioni, concetti, problemi e soluzioni di tipo scientifico in lingua italiana e in un'altra europea descrivendo e comunicando in termini semplici e critici argomenti di carattere generale. Sarà altrettanto in grado di dialogare ed interagire sia con omologhi di cultura analoga che con altre persone di cultura scientifica complementare e di condurre attività in collaborazione.

Sarà particolarmente rilevante, nella formazione dello studente, la comunicazione e la divulgazione, il coinvolgimento in attività di Terza Missione ed Impatto sociale, quali la partecipazione ad attività seminariali verso esterni (studenti di altri Corsi di Laurea, scuole, cittadinanza) e la realizzazione, come prova complementare d'esame per alcuni corsi, di contributi multimediali e telematici.

Alla maturazione di tali capacità concorreranno corsi dedicati all'apprendimento di lingue straniere e di tecniche informatiche di base, nonché le attività di tirocinio e la preparazione della prova finale, in forma di tesi scritta compendiate da una esposizione mediante l'ausilio di sistemi multimediali.

I risultati di apprendimento verranno verificati attraverso attività seminariali e quelle previste per il superamento della prova finale.

### **Capacità di apprendimento (learning skills)**

Il laureato in Chimica Verde apprende modalità di studio, di analisi e comprensione tali da permettere di intraprendere studi futuri con un sufficiente grado di autonomia e di continuare la propria formazione professionale. A livello professionale, il percorso di studi lo mette in grado di lavorare per obiettivi, in gruppo o in modo autonomo, di adattarsi ad ambiti di lavoro e tematiche diverse e a relazionarsi con aspetti scientifico applicativi derivanti da contesti affini e pertinenti quali i sistemi biologici, le biomasse, i processi biotecnologici e le tematiche ambientali. A questo riguardo sono particolarmente importanti le attività di tirocinio e di preparazione della prova finale. La verifica di tali capacità verrà effettuata attraverso attività seminariali e in sede di prova finale.

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

Il Corso di Studio è a libero accesso, per essere ammessi viene richiesto un diploma di scuola secondaria di secondo grado o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.

E' necessario il possesso di adeguate competenze di base in matematica, fisica, chimica e biologia, normalmente acquisite durante la scuola superiore, e capacita' di comprensione e d'uso del linguaggio scientifico, incluse le rappresentazioni e le notazioni della matematica, tenuto conto delle Indicazioni Nazionali e delle Linee Guida per la scuola secondaria di secondo grado.

Fara' parte della valutazione delle conoscenze pregresse il possesso di titoli e attestati relativi alla sicurezza in ambito chimico-biologico e la competenza certificata (ECDL) dell'uso del computer e dei software piu' comuni.

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

La prova finale e' un'importante occasione formativa individuale a completamento del percorso formativo e consiste in una relazione scritta e orale sull'attivita' svolta durante un tirocinio (5 CFU) da svolgersi presso un laboratorio di ricerca universitario oppure in laboratori di enti di ricerca riconosciuti o in strutture industriali. In questo caso un tutor universitario si fara' garante del livello qualitativo della predetta attivita'. Obiettivo della prova finale e' la verifica della capacita' del laureando di esporre e di discutere un argomento di carattere chimico, oralmente e per iscritto, con chiarezza e padronanza. La prova finale e' pubblica e consiste nella stesura di un elaborato scritto e in una esposizione orale davanti ad una Commissione in cui il candidato dimostri di saper affrontare e discutere una particolare problematica chimica. Per l'ammissione alla prova finale lo studente deve aver conseguito tutti i crediti formativi previsti dall'Ordinamento.

### **Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe**

I Corsi di Laurea in Chimica e in Chimica Verde si distinguono per gli obiettivi formativi che, nel primo caso, sono finalizzati a fornire agli studenti una solida formazione di base nelle discipline chimiche fondamentali, mentre, nel secondo caso, sono indirizzati a promuovere lo sviluppo e l'applicazione dei principi della chimica verde in prodotti e processi, della sostenibilità energetica ed ambientale e l'integrazione delle conoscenze chimiche (ad esempio processi fotoattivati e catalitici e materiali ad essi correlati) con quelle di tipo biologico e biotecnologico (i.e. conversione di biomasse e processi di fermentazione e trasformazione) e di tipo ambientale.

Il Corso di Laurea in Chimica Verde ha numerose valenze professionalizzanti, in grado di preparare e promuovere l'ingresso del laureato nel mondo del lavoro, sia per le competenze generali delle conoscenze della Chimica, sia per quelle specifiche del contesto green. In ogni caso, sebbene lo sbocco naturale dei laureati triennali in entrambi i Corsi di Laurea sia principalmente il proseguimento degli studi in un Corso di Laurea Magistrale, per il laureato in Chimica Verde, viste le conoscenze caratteristiche acquisite, quali i processi chimici nell'economia circolare, il recupero e la valorizzazione di rifiuti, le metodologie e processi avanzati per materiali e prodotti green etc..., possono delinearsi interessanti aperture culturali verso corsi di ambito ambientale quali le Lauree Magistrali in Scienze e tecnologie per l'ambiente e il territorio (LM-

75) e in Ingegneria per l'ambiente e il territorio (LM-35).

### **Comunicazioni dell'ateneo al CUN**

Con delibera n. 9/2010/8.2 del 25 ottobre 2010 il Senato Accademico ha disposto che gli insegnamenti e le altre attività formative di base e caratterizzanti erogabili in ciascun corso di studio nelle classi definite in attuazione del D.M. n. 270/2004 devono essere organizzati in modo tale che a ciascuno di essi, ovvero a ciascun modulo coordinato, corrispondano non meno di 5 crediti, fatti salvi i casi di deroga previsti dal comma 2 del D.M. 17/2010, allegato D.

## Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

### Chimico esperto in processi sostenibili e a basso impatto ambientale

#### funzione in un contesto di lavoro:

Il Corso di Studio offre una solida conoscenza dei diversi settori della chimica negli aspetti di base, teorici e sperimentali e una preparazione di base in matematica e fisica. Lo studente acquisirà dimestichezza con le operazioni fondamentali del laboratorio chimico, conoscerà fondamentali principi della chimica generale, della chimica inorganica, della chimica fisica, della chimica organica e della chimica analitica e le metodiche sperimentali collegate alla sintesi, isolamento, purificazione e caratterizzazione di sostanze chimiche, la teoria e il funzionamento del maggior numero di strumentazioni chimiche e sarà a conoscenza delle metodiche di base per la raccolta, l'elaborazione e l'analisi dei dati.

Queste conoscenze vedranno un'articolazione generale e specifica fondata sui principi e sui fondamenti della green chemistry e della sostenibilità energetica ed ambientale dei processi chimici, basata sia su attività di studio (chimica da risorse rinnovabili, aspetti termodinamici e cinetici delle reazioni chimiche, processi chimici verso e polimeri da fonti rinnovabili), sia metodologici (LCA e normative ambientali, chimica e ambiente) sia sperimentali (laboratorio di metodi sintetici e preparativi da fonti rinnovabili e con tecniche green).

Nella piena finalità dello sviluppo e applicazione di tecniche ambientalmente sostenibili, il laureato nel suo piano di studi approfondirà tematiche sia di base, sia applicative dei processi biologici e biotecnologici e affronterà problematiche e studi di tipo chimico anche attraverso l'impiego e l'applicazione di strumenti informatici avanzati. Saprà effettuare ricerche bibliografiche tramite banche dati e utilizzare una lingua straniera europea nell'ambito professionale; acquisirà capacità di lavorare in gruppo, operare in autonomia e inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.

In ambito lavorativo, il laureato in Chimica Verde ha il compito di attuare i principi fondamentali della chimica verde (integrandoli con gli aspetti biologici e biotecnologici e con la conoscenza delle problematiche ambientali e sociali) nei contesti di produzione di beni e servizi, dello sviluppo di processi e sostanze, nell'ambito della gestione ambientale della produzione, della valorizzazione e smaltimento di rifiuti.

#### competenze associate alla funzione:

I laureati del Corso di Laurea in Chimica Verde devono conseguire le seguenti competenze:

- essere in possesso di un'adeguata conoscenza dei diversi settori della chimica, negli aspetti di base, teorici, sperimentali e applicativi e di una adeguata preparazione di base nelle discipline matematiche, informatiche e fisiche;
- possedere gli strumenti adeguati per inquadrare le conoscenze chimiche specifiche nelle loro relazioni con altre discipline scientifiche e tecniche ed acquisire la consapevolezza delle problematiche dello sviluppo sostenibile;
- padroneggiare la sperimentazione e le attività di laboratorio, in particolare finalizzate alla conoscenza di metodiche sperimentali e all'elaborazione dei dati;
- conoscere dal punto di vista teorico, di base ed applicativo, i principi fondanti della chimica verde per un approccio legato alla consapevolezza dell'impatto energetico ed ambientale nelle attività chimico-sintetiche, nella connessione prodotto-processo ma anche nell'ambito economico e sociale;
- integrare la cultura di tipo chimico con le conoscenze dei processi bio(tecn)logici;
- considerare i criteri essenziali di definizione dell'impatto energetico ed ambientale di processi e prodotti per la valutazione della sostenibilità;
- possedere conoscenze e competenze inerenti al monitoraggio e l'analisi di problematiche di tipo ambientale;
- conoscere principi e applicazioni dell'economia circolare per la tutela delle risorse e del ciclo dei rifiuti;
- essere in grado di utilizzare efficacemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano, nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali;
- essere in possesso di adeguate competenze e di strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione;
- essere capaci di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.

#### sbocchi occupazionali:

Gli sbocchi occupazionali per il laureato in Chimica Verde si concretizzano nei seguenti ambiti:

gestione di processi e di impianti chimici, in particolare finalizzati all'utilizzo di materie prime rinnovabili e/o seconde derivanti da processi circolari e alla riduzione dell'impatto energetico ed ambientale del ciclo produttivo, di trasformazione energetica e di trattamento di aria, acqua e suolo;

gestione delle problematiche di tipo chimico all'interno di processi bio(tecn)logici per la produzione di nuove sostanze (bio-based chemicals, biofuels, bioplastiche) e per il trattamento di effluenti civili e industriali e la mitigazione dell'impatto e della diffusione di sostanze inquinanti e pericolose;

attività di ricerca in laboratori del settore pubblico e dell'industria per lo sviluppo e l'applicazione dei principi della green chemistry e dell'analisi dell'impatto energetico ed ambientale verso nuovi prodotti, nuovi processi chimici di produzione e trasformazione energetica, processi di recupero e di valorizzazione di scarti e rifiuti;

attività nei laboratori di analisi e controllo di qualità, sia pubblici che privati;

attività professionale di controllo e consulenza nei settori dell'ambiente, della salute, dei materiali, dell'energia;

libera professione (Chimico junior sezione B dell'Albo Professionale), previo superamento dell'Esame di Stato di abilitazione.

Il laureato potrà proseguire gli studi all'interno di un Corso di Laurea Magistrale o iscriversi ad un Corso di Master di I livello, compatibilmente con i requisiti di accesso.

#### Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)

- Tecnici chimici - (3.1.1.2.0)
- Tecnici dell'esercizio di reti idriche e di altri fluidi - (3.1.4.2.2)
- Tecnici della produzione manifatturiera - (3.1.5.3.0)
- Tecnici del controllo ambientale - (3.1.8.3.1)
- Tecnici della prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro - (3.2.1.5.1)
- Tecnici di laboratorio biochimico - (3.2.2.3.1)

#### Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:

- chimico junior
- perito industriale laureato

**Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 40 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 §2.**

#### Attività di base

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Discipline Matematiche, informatiche e fisiche	FIS/01 Fisica sperimentale FIS/02 Fisica teorica modelli e metodi matematici FIS/03 Fisica della materia FIS/04 Fisica nucleare e subnucleare FIS/05 Astronomia e astrofisica FIS/06 Fisica per il sistema terra e per il mezzo circumterrestre FIS/07 Fisica applicata (a beni culturali, ambientali, biologia e medicina) FIS/08 Didattica e storia della fisica INF/01 Informatica MAT/01 Logica matematica MAT/02 Algebra MAT/03 Geometria MAT/04 Matematiche complementari MAT/05 Analisi matematica MAT/06 Probabilità e statistica matematica MAT/07 Fisica matematica MAT/08 Analisi numerica MAT/09 Ricerca operativa	20	25	20
Discipline chimiche	CHIM/01 Chimica analitica CHIM/02 Chimica fisica CHIM/03 Chimica generale ed inorganica CHIM/06 Chimica organica	35	45	20
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 40:</b>		-		

#### **Totale Attività di Base**

55 - 70

#### Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Discipline chimiche analitiche e ambientali	CHIM/01 Chimica analitica	9	12	-
Discipline chimiche inorganiche e chimico-fisiche	CHIM/02 Chimica fisica CHIM/03 Chimica generale ed inorganica	15	21	-
Discipline chimiche industriali e tecnologiche	CHIM/04 Chimica industriale CHIM/05 Scienza e tecnologia dei materiali polimerici	15	21	-
Discipline chimiche organiche e biochimiche	BIO/10 Biochimica CHIM/06 Chimica organica	11	17	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 50:</b>		-		

#### **Totale Attività Caratterizzanti**

50 - 71

### Attività affini

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Attività formative affini o integrative	BIO/19 - Microbiologia CHIM/01 - Chimica analitica CHIM/02 - Chimica fisica CHIM/03 - Chimica generale ed inorganica CHIM/10 - Chimica degli alimenti CHIM/12 - Chimica dell'ambiente e dei beni culturali ICAR/03 - Ingegneria sanitaria - ambientale	30	45	18

<b>Totale Attività Affini</b>	30 - 45
-------------------------------	---------

### Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		12	14
Per la prova finale e la lingua straniera (art. 10, comma 5, lettera c)	Per la prova finale	2	4
	Per la conoscenza di almeno una lingua straniera	6	6
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. c		-	
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	-	-
	Abilità informatiche e telematiche	-	-
	Tirocini formativi e di orientamento	4	6
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	-	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		-	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-

<b>Totale Altre Attività</b>	24 - 30
------------------------------	---------

### Riepilogo CFU

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>180</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	159 - 216

**Non è possibile chiudere il corso: correggere gli errori segnalati**

### Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe o Note attività affini

(Settori della classe inseriti nelle attività affini e non in ambiti di base o caratterizzanti : CHIM/12 )

(Settori della classe inseriti nelle attività affini e anche/già inseriti in ambiti di base o caratterizzanti : CHIM/01 , CHIM/02 , CHIM/03 )

Il riutilizzo dei settori CHIM/01-03 servirà ad approfondire ed integrare le conoscenze di base e caratterizzanti con insegnamenti ad hoc ed esperienze pratico-applicative fortemente connotati, sia dal punto di vista teorico che sperimentale, su conoscenze e competenze rilevanti per la Chimica Verde e in particolare sintonia con le esigenze culturali e produttive del territorio.

In particolare la ripetizione di:

- CHIM/01 potrà permettere l'inserimento di conoscenze teorico pratiche di chemiometria e trattamento del dato analitico e conoscenze applicative delle tecniche analitiche di analisi di massa;

- CHIM/02 potrà permettere di approfondire, l'applicazione di tecniche matematiche e computazionali avanzate per la risoluzione di problemi chimico teorici, modellistici e strutturali, gli aspetti termodinamici più specificamente legati ai processi chimici e all'ambiente, lo studio di base e applicativo della catalisi eterogenea e l'apprendimento delle basi e dell'applicazione delle tecniche spettroscopiche;

- CHIM/03 potrà permettere lo studio di base e applicativo della catalisi omogenea e l'apprendimento delle basi e dell'applicazione delle tecniche analitiche di risonanza magnetica.

### Note relative alle altre attività



Note relative alle attività di base

Note relative alle attività caratterizzanti

Non è possibile chiudere il RAD perchè ci sono errori