



## REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO

### INGEGNERIA DEI MATERIALI

#### CLASSE LM-53

**Scuola: Scuola Politecnica e delle Scienze di Base**

**Dipartimento: Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della produzione Industriale**

**Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 23-24**

#### ACRONIMI

|         |  |
|---------|--|
| CCD     | Commissione di Coordinamento Didattico   |
| CdS     | Corso/i di Studio                        |
| CPDS    | Commissione Paritetica Docenti-Studenti  |
| OFA     | Obblighi Formativi Aggiuntivi            |
| SUA-CdS | Scheda Unica Annuale del Corso di Studio |
| RDA     | Regolamento Didattico di Ateneo          |

#### INDICE

|         |   |
|---------|---|
| Art. 1  | Oggetto   |
| Art. 2  | Obiettivi formativi del Corso   |
| Art. 3  | Profilo professionale e sbocchi occupazionali   |
| Art. 4  | Requisiti di ammissione e conoscenze richieste per l'accesso al Corso di Studio   |
| Art. 5  | Modalità per l'accesso al Corso di Studio   |
| Art. 6  | Attività didattiche e Crediti Formativi Universitari  |
| Art. 7  | Articolazione delle modalità di insegnamento  |
| Art. 8  | Prove di verifica delle attività formative  |
| Art. 9  | Struttura del corso e piano degli studi   |
| Art. 10 | Obblighi di frequenza   |
| Art. 11 | Propedeuticità e conoscenze pregresse   |
| Art. 12 | Calendario didattico del CdS  |
| Art. 13 | Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in altri Corsi di Studio della stessa classe  |
| Art. 14 | Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio di diversa classe, attraverso corsi singoli, presso Università telematiche e in Corsi di Studio internazionali |
| Art. 15 | Criteri per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studio   |
| Art. 16 | Caratteristiche e modalità di svolgimento della prova finale  |
| Art. 17 | Linee guida per le attività di tirocinio e <i>stage</i>   |
| Art. 18 | Decadenza dalla qualità di studente   |
| Art. 19 | Compiti didattici, comprese le attività didattiche integrative, di orientamento e di tutorato   |
| Art. 20 | Valutazione della qualità delle attività svolte   |
| Art. 21 | Norme finali  |
| Art. 22 | Pubblicità ed entrata in vigore   |

## **Art. 1**

### **Oggetto**

1. Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del Corso di Studio in Ingegneria dei Materiali (classe LM-53). Il Corso di Studio in Ingegneria dei Materiali (MATERIALS ENGINEERING) afferisce al Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione industriale .
2. Il CdS è retto dalla Commissione di Coordinamento Didattico (CCD), ai sensi dell'Art. 4 del RDA.
3. Il Regolamento è emanato in conformità alla normativa vigente in materia, allo Statuto dell'Università di Napoli Federico II e al Regolamento Didattico di Ateneo.

## **Art. 2**

### **Obiettivi formativi del Corso**

L'obiettivo del corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali è la formazione di un laureato con solide competenze teorico-scientifiche sulle varie classi di materiali strutturali e funzionali in modo da essere in grado di affrontare sia le problematiche dell'ingegneria in generale, sia quelle specifiche dell'Ingegneria dei Materiali. In dettaglio, il Corso di Laurea Magistrale si propone di fornire al laureato gli strumenti per: progettare, realizzare e caratterizzare materiali con specifiche proprietà funzionali e strutturali e gestire attività di ricerca applicata ad essi connesse; ottimizzare l'utilizzo di materiali tradizionali e innovativi nelle specifiche applicazioni tecnologiche e strutturali in cui sono impiegati; sviluppare ed implementare a livello industriale la produzione di manufatti realizzati con varie tipologie di materiali; gestire a livello tecnologico tale produzione.

Per perseguire tali obiettivi, il percorso formativo è strutturato in modo da fornire, nel corso del primo anno, solide conoscenze riguardanti la scienza e la tecnologia delle varie classi di materiali (metalli, ceramici, polimeri, compositi), gli strumenti per la loro modellazione e progettazione, e gli aspetti termodinamici del comportamento costitutivo dei materiali. Nel corso del secondo anno l'attenzione è incentrata sugli strumenti per la prevenzione e il controllo del degrado chimico/fisico dei materiali, sugli aspetti relativi alla sostenibilità ambientale dei materiali, e su tematiche di frontiera quali i nanomateriali e le nanotecnologie.

Inoltre, al fine di consentire allo studente una personalizzazione del percorso formativo su tematiche di proprio interesse, 18 CFU sono riservati alle attività a scelta autonoma, che sono suddivise in aree tematiche (Materiali per l'ambiente, Materiali per l'energia, Biomateriali, Materiali strutturali, Simulazione) e che possono essere sostenute sia al primo che al secondo anno al fine. Infine, il Corso di Studi incentiva gli scambi culturali con le altre istituzioni universitarie europee ed extra-europee sia mediante stipula di accordi in ambito mobilità Erasmus, sia attraverso accordi diretti per lo svolgimento di tesi di laurea.

## **Art. 3**

### **Profilo professionale e sbocchi occupazionali**

L'Ingegnere dei Materiali è un tecnico in grado di operare in ambito industriale, della ricerca e nel campo della libera professione che, grazie a una conoscenza profonda delle relazioni struttura-processo-proprietà delle varie classi di materiali tradizionali e avanzati, può svolgere svariate funzioni in contesti lavorativi quali:

- selezione di materiali, tecnologie e parametri di processo più idonei alla realizzazione di prodotti industriali;
- gestione di impianti di trasformazione di materiali e materie prime in prodotti finiti;
- selezione di materiali innovativi nel contesto della progettazione e innovazione di prodotto;
- attività di ricerca di base ed applicata rivolta allo sviluppo di materiali avanzati o allo sviluppo di tecnologie industriali innovative di trasformazione dei materiali;

- definizione, esecuzione e certificazione di procedure di controllo della qualità di processo e di prodotto;
- gestione della sicurezza in impianti e laboratori e controllo dell'impatto ambientale dei processi produttivi;
- smaltimento di sottoprodotti industriali, riciclaggio dei materiali, controllo e riduzione delle emissioni inquinanti;
- attività didattica e di formazione in ambito industriale e accademico
- consulenza a enti pubblici e imprese private su prodotti e processi di trasformazione.

Le competenze tecniche associate alla funzione riguardano la conoscenza profonda delle relazioni struttura-processo-proprietà di materiali tradizionali (metallici, polimerici, ceramici e compositi) e avanzati (materiali per le nanotecnologie, per l'elettronica e l'energetica, materiali multifasici). Tali competenze s'innestano su solide conoscenze delle materie di base (chimica, fisica e matematica), acquisite nell'ambito dei Corsi di Laurea in Ingegneria Industriale che danno accesso al Corso di Studi e, più in particolare, nell'ambito del Corso di Laurea in Scienza e Ingegneria dei Materiali, di cui il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali rappresenta il naturale sbocco. Ulteriori competenze tecniche dell'Ingegnere dei Materiali riguardano la modellazione e i metodi numerici nell'Ingegneria, le tecniche di progettazione molecolare dei materiali (approccio "bottom-up"), e la corrosione e protezione dei materiali. Inoltre, le attività formative a scelta autonoma previste dal Corso di Studi permettono di approfondire/rafforzare le proprie competenze in svariate aree tematiche, quali la sostenibilità ambientale dei materiali, la simulazione, i materiali per l'energia, i biomateriali, i trattamenti superficiali dei materiali, la meccanica dei materiali. Il corso di Studi è attento anche alle cosiddette competenze trasversali ("soft skills"), promuovendo, nell'ambito dei singoli corsi, attività che stimolino le capacità relazionali e organizzative quali lavori di gruppo progettuali e di laboratorio e redazione di relazioni tecniche.

I laureati magistrali in Ingegneria dei Materiali trovano tipicamente impiego nell'industria meccanica, aeronautica e aerospaziale, del packaging, chimica, bio-medicale, nel settore agro-alimentare, dell'energia, dell'edilizia e dei beni culturali. Altri sbocchi lavorativi della figura professionale sono i laboratori e i centri di ricerca e sviluppo di aziende e enti pubblici e privati, la libera professione e l'insegnamento. Le mansioni svolte sono progettuali, direttive, organizzative e gestionali, o come lavoratore dipendente nell'ambito di società di servizi e consulenza. Gli ambiti tipici di attività sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, dell'organizzazione e gestione di sistemi complessi, e della qualificazione e diagnostica dei materiali.

## **Art. 4**

### **Requisiti di ammissione e conoscenze richieste per l'accesso al Corso di Studio<sup>1</sup>**

Per essere ammessi al CdS occorre essere in possesso della Laurea, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo. Ai sensi dell'Art. 6 D.M. 16 marzo 2007 sono previsti, inoltre, specifici criteri di accesso riguardanti:

- a) il possesso di requisiti curricolari, in accordo a quanto riportato al punto 4.1;
- b) l'adeguatezza della personale preparazione dello studente, in accordo a quanto riportato al punto 4.2.

#### **4.1 Requisiti curricolari**

I requisiti curricolari sono automaticamente riconosciuti a studenti in possesso di Laurea della classe L9 – Scienza e Ingegneria dei Materiali. Per studenti in possesso di altri titoli di Laurea non è consentita in difetto dei requisiti curricolari minimi di cui alla Tabella I.

---

<sup>1</sup> Artt. 7, 10, 11 del Regolamento Didattico di Ateneo.

| SSD   | CFU minimi |
|---|------------|
| MAT/03, MAT/05, MAT/07, FIS/01, FIS/03, CHIM/07, ING-INF/05   | 57         |
| ICAR/08, ICAR/09, CHIM/02, CHIM/03, CHIM/06, ING-IND/08, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/15, ING-IND/16, ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/24, ING-IND/31, ING-IND/34 | 42         |

Tabella I

Il possesso di tali requisiti da parte del candidato è comunque valutato, eventualmente avvalendosi di un'apposita commissione istruttoria, dalla CCD, che riconosce al candidato, in tutto o in parte, i CFU conseguiti e decide eventuali integrazioni curriculari da effettuarsi prima dell'immatricolazione. La CCD dispone le modalità attraverso le quali queste ultime possono essere effettuate, selezionandole, in ragione dell'entità e della natura delle integrazioni richieste, tra le opzioni seguenti:

- a) integrazioni curriculari da effettuare anteriormente alla iscrizione, ai sensi dell'art. 6 comma 1 del D.M. 16 marzo 2007, mediante iscrizione a singoli corsi di insegnamento attivati presso l'Ateneo e superamento dei relativi esami di profitto, ai sensi dell'art. 16 comma 6 del RDA (cfr.: <http://www.unina.it/-/5601348-iscrizione-ai-corsi-singoli>).
- b) iscrizione ad un Corso di Laurea che dà accesso automatico al CdS con abbreviazione di percorso ed assegnazione di un Piano di Studi che prevede le integrazioni curriculari richieste per l'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale.
- c) iscrizione al corso di Laurea Magistrale con assegnazione di un Piano di Studi che prevede le integrazioni curriculari richieste, in coerenza con l'art. 6 comma 3 del D.M. 16 marzo 2007. Questa opzione contempla la possibilità che le integrazioni curriculari richieste comportino un numero complessivo di CFU superiore a 120.

#### **4.2 Verifica della personale preparazione dello studente**

Sono esonerati dalla verifica dell'adeguatezza della personale preparazione gli studenti che si trovano in una delle seguenti condizioni:

- a) studenti in possesso del titolo di Laurea che dà titolo alla iscrizione al Corso di Laurea Magistrale conseguito presso l'Ateneo Federico II a completamento di un Corso di Laurea al quale l'interessato si è immatricolato anteriormente al 1° settembre 2011;
- b) studenti che non si trovino nella condizione precedente per i quali la media M delle votazioni (in trentesimi) conseguite negli esami di profitto per il conseguimento del titolo di Laurea che dà accesso al Corso di Laurea Magistrale - pesate sulla base delle relative consistenze in CFU - e la durata degli studi D1 espressa in anni di corso - confrontata con la durata normale D2 del percorso di studi - soddisfino il seguente criterio di automatica ammissione:

|                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| <b>Provenienti da Federico II</b> | <b>Provenienti da altri Atenei</b> |
|-----------------------------------|------------------------------------|

|       |         |         |              |
|-------|---------|---------|--------------|
| D1=D2 | D1=D2+1 | D1≥D2+2 | D1 qualunque |
| M≥21  | M≥22.5  | M≥24    | M≥24         |

Tabella II

Richieste di ammissione al Corso di Laurea Magistrale da parte di studenti in difetto dei criteri per l'automatica ammissione saranno esaminate dalla CCD che valuterà con giudizio insindacabile l'ammissibilità della richiesta, stabilendo gli eventuali adempimenti da parte dell'interessato ai fini dell'ammissione al Corso. La CCD potrà esaminare il curriculum seguito dall'interessato, eventualmente prendendo in considerazione le votazioni di profitto conseguite in insegnamenti caratterizzanti o in insegnamenti comunque ritenuti di particolare rilevanza ai fini del proficuo svolgimento del percorso di Laurea Magistrale, ovvero predisponendo modalità di accertamento (colloqui, test) per la verifica della adeguatezza della personale preparazione dello studente.

## Art. 5

### Modalità per l'accesso al Corso di Studio

La verifica della personale preparazione è obbligatoria in ogni caso, e possono accedervi solo gli studenti in possesso dei requisiti curriculari.

Per essere ammessi al Corso di Studi occorre essere in possesso della Laurea, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo. Sono previsti, inoltre, specifici criteri di accesso riguardanti a) il possesso di requisiti curriculari, e b) l'adeguatezza della personale preparazione dello studente. In riferimento al punto a), il possesso dei requisiti curriculari è valutato dalla Commissione di Coordinamento Didattico (CCD). Quest'ultima può avvalersi di un'apposita commissione istruttori per valutare le richieste di accesso, riconoscendo in tutto o in parte i CFU maturati nel corso della carriera pregressa e decidendo eventuali integrazioni curriculari. Le modalità di compimento delle suddette integrazioni possono prevedere: -) integrazioni curriculari, da effettuare anteriormente alla immatricolazione mediante iscrizione a corsi singoli attivi presso l'Ateneo e superamento dei relativi esami di profitto, ai sensi dell'art. 16 comma 6 del Regolamento Didattico di Ateneo (cfr.: <https://www.unina.it/-/5601348-iscrizione-ai-corsi-singoli>). -) iscrizione ad un Corso di Laurea che dà accesso automatico al Corso di Studi, con abbreviazione di percorso ed assegnazione di un Piano di Studi che prevede le integrazioni curriculari richieste per l'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale; -) iscrizione al corso di Laurea Magistrale con assegnazione di un Piano di Studi individuale che prevede le integrazioni curriculari richieste.

## Art. 6

### Attività didattiche e Crediti Formativi Universitari

Ogni attività formativa prescritta dall'ordinamento del CdS viene misurata in crediti formativi universitari (CFU). Ogni CFU corrisponde convenzionalmente a 25 ore di lavoro<sup>2</sup> per studente e comprende le ore di didattica assistita e le ore riservate allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale.

---

<sup>2</sup> Secondo l'Art. 5, c. 1 del DM 270/2004 "Al credito formativo universitario corrispondono 25 ore di impegno complessivo per studente; con decreto ministeriale si possono motivatamente determinare variazioni in aumento o in diminuzione delle predette ore per singole classi, entro il limite del 20 per cento".

Per il Corso di Studio oggetto del presente Regolamento, le ore di didattica assistita per ogni CFU, stabilite in relazione al tipo di attività formativa, sono le seguenti<sup>3</sup>:

- Lezione frontale: 8 ore per CFU;
- Attività di laboratorio: 8 ore per CFU;
- Tirocinio: 25 ore per CFU<sup>4</sup>.

I CFU corrispondenti a ciascuna attività formativa sono acquisiti dallo studente con il soddisfacimento delle modalità di verifica (esame, idoneità o frequenza) indicate nella Scheda relativa all'insegnamento/attività allegata al presente Regolamento.

## **Art. 7**

### **Articolazione delle modalità di insegnamento**

L'attività didattica viene svolta in modalità Corso di studio convenzionale. La CCD delibera eventualmente quali insegnamenti prevedono anche attività didattiche offerte on-line. Alcuni insegnamenti possono prevedere esercitazioni in aula, laboratori linguistici ed informatici. Informazioni dettagliate sulle modalità di svolgimento di ciascun insegnamento sono presenti sulle schede degli insegnamenti.

## **Art. 8**

### **Prove di verifica delle attività formative<sup>5</sup>**

1. La Commissione di Coordinamento Didattico, nell'ambito dei limiti normativi previsti<sup>6</sup>, stabilisce il numero degli esami e le altre modalità di valutazione del profitto che determinano l'acquisizione dei crediti formativi universitari. Gli esami sono individuali e possono consistere in prove scritte, orali, pratiche, grafiche, tesine, colloqui o combinazioni di tali modalità.
2. Le modalità di svolgimento delle verifiche pubblicate nelle schede insegnamento ed il calendario degli esami saranno resi noti agli studenti prima dell'inizio delle lezioni sul sito web del Dipartimento.
3. Lo svolgimento degli esami è subordinato alla relativa prenotazione che avviene in via telematica. Qualora lo studente non abbia potuto procedere alla prenotazione per ragioni che il Presidente della Commissione considera giustificate, lo studente può essere egualmente ammesso allo svolgimento della prova d'esame, in coda agli altri studenti prenotati.
4. Prima della prova d'esame, il Presidente della Commissione accerta l'identità dello studente, che è tenuto ad esibire un documento di riconoscimento in corso di validità e munito di fotografia.
5. La valutazione degli esami è espressa in trentesimi, ovvero con un giudizio di idoneità. Gli esami che prevedono una valutazione in trentesimi sono superati con la votazione minima di diciotto trentesimi; la votazione di trenta trentesimi può essere accompagnata dalla lode per voto unanime della Commissione.
6. Le prove orali di esame sono pubbliche, nel rispetto della normativa vigente in materia di sicurezza. Qualora siano previste prove scritte, il candidato ha il diritto di prendere visione del/i proprio/i elaborato/i dopo la correzione.
7. Le Commissioni d'esame sono disciplinate dal Regolamento Didattico di Ateneo.

---

<sup>3</sup> Il numero di ore tiene conto delle indicazioni presenti nell'Art. 6, c. 2 del RDA "delle 25 ore complessive, per ogni CFU, sono riservate alla lezione frontale dalle 5 alle 10 ore, o in alternativa sono riservate alle attività seminariali dalle 6 alle 10 ore o dalle 8 alle 12 ore alle attività di laboratorio, salvo nel caso in cui siano previste attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico, e fatte salve differenti disposizioni di legge".

<sup>4</sup> Per l'attività di Tirocinio (DM interministeriale 142/1998), fatte salve ulteriori specifiche disposizioni, il numero di ore di lavoro pari a 1 CFU non possono essere inferiori a 25.

<sup>5</sup> Art. 20 del Regolamento Didattico di Ateneo.

<sup>6</sup> Ai sensi dei DD.MM. 16.3.2007 in ciascun Corso di Studio gli esami o prove di profitto previsti non possono essere più di 20 (lauree; Art. 4, c. 2), 12 (lauree magistrali; Art. 4, c. 2), 30 (lauree a ciclo unico quinquennali) o 36 (lauree a ciclo unico sessennali; Art. 4, c. 3).

## Art. 9

### Struttura del corso e piano degli studi:

1. La durata legale del Corso di Studio è di 2 anni. È altresì possibile l'iscrizione sulla base di un contratto secondo le regole fissate dall'Ateneo (Art. 21 Regolamento Didattico di Ateneo). Lo studente dovrà acquisire 120 CFU<sup>7</sup>, riconducibili alle seguenti Tipologie di Attività Formative (TAF):
  - B) caratterizzanti,
  - C) affini o integrative,
  - D) a scelta dello studente<sup>8</sup>,
  - E) per la prova finale,
  - F) ulteriori attività formative.
2. La laurea si consegue dopo avere acquisito 120 CFU con il superamento degli esami, in numero non superiore a 12, ivi compreso l'esame finale<sup>10</sup>, e lo svolgimento delle altre attività formative. Fatta salva diversa disposizione dell'ordinamento giuridico degli studi universitari, ai fini del conteggio si considerano gli esami sostenuti nell'ambito delle attività di base, caratterizzanti e affini o integrative nonché nell'ambito delle attività autonomamente scelte dallo studente (TAF D, conteggiate nel numero di uno)<sup>9</sup>. Restano escluse dal conteggio le prove che costituiscono un accertamento di idoneità relativamente alle attività di cui all'Art. 10 comma 5 lettere c), d) ed e) del D.M. 270/2004<sup>10</sup>. Gli insegnamenti integrati, composti da due o più moduli, prevedono un'unica prova di verifica.
3. Per acquisire i CFU relativi alle attività a scelta autonoma, lo studente ha libertà di scelta tra tutti gli insegnamenti attivati presso l'Ateneo, purché coerenti con il progetto formativo. Tale coerenza viene valutata dalla Commissione di Coordinamento Didattico del CdS. Anche per l'acquisizione dei CFU relativi alle attività a scelta autonoma è richiesto il "superamento dell'esame o di altra forma di verifica del profitto" (Art. 5, c. 4 del D.M. 270/2004).
4. Il piano di studi sintetizza la struttura del corso elencando gli insegnamenti previsti suddivisi per anno di corso ed eventualmente per curriculum. Alla fine della tabella del piano di studi sono elencate le propedeuticità previste dal Corso di Studio. Il piano degli studi offerto agli studenti, con l'indicazione dei settori scientifico-disciplinari e dell'ambito di afferenza, dei crediti, della tipologia di attività didattica è riportato nell'Allegato 1 al presente Regolamento.

---

<sup>7</sup> Il numero complessivo di CFU per l'acquisizione del relativo titolo deve essere così inteso: laurea a ciclo unico sessennale, 360 CFU; laurea a ciclo unico quinquennale, 300 CFU; laurea triennale, 180 CFU; laurea magistrale, 120 CFU.

<sup>8</sup> Corrispondenti ad almeno 12 CFU per le lauree triennali e ad almeno 8 CFU per le lauree magistrali (Art. 4, c. 3 del D.M. 16.3.2007).

<sup>9</sup> Art. 4, c. 2 dell'Allegato 1 al D.M. 386/2007.

<sup>10</sup> Art. 10, c. 5 del D.M. 270/2004: "Oltre alle attività formative qualificanti, come previsto ai commi 1, 2 e 3, i Corsi di Studio dovranno prevedere: a) attività formative autonomamente scelte dallo studente purché coerenti con il progetto formativo [TAF D]; b) attività formative in uno o più ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti, anche con riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare [TAF C]; c) attività formative relative alla preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio e, con riferimento alla laurea, alla verifica della conoscenza di almeno una lingua straniera oltre l'italiano [TAF E]; d) attività formative, non previste dalle lettere precedenti, volte ad acquisire ulteriori conoscenze linguistiche, nonché abilità informatiche e telematiche, relazionali, o comunque utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, nonché attività formative volte ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso, tra cui, in particolare, i tirocini formativi e di orientamento di cui al decreto 25 marzo 1998, n. 142, del Ministero del lavoro [TAF F]; e) nell'ipotesi di cui all'articolo 3, comma 5, attività formative relative agli stages e ai tirocini formativi presso imprese, amministrazioni pubbliche, enti pubblici o privati ivi compresi quelli del terzo settore, ordini e collegi professionali, sulla base di apposite convenzioni".

## **Art. 10**

### **Obblighi di frequenza<sup>11</sup>**

1. In generale, la frequenza alle lezioni frontali è a) fortemente consigliata ma non obbligatoria. In caso di singoli insegnamenti con frequenza obbligatoria, tale opzione è indicata nella relativa Scheda insegnamento/attività disponibile nell'Allegato 2.
2. Qualora il docente preveda una modulazione del programma diversa tra studenti frequentanti e non, questa è indicata nella singola Scheda Insegnamento pubblicata sulla pagina web del corso e sul sito docentiUniNA.
3. La frequenza alle attività seminariali che attribuiscono crediti formativi è obbligatoria. Le relative modalità per l'attribuzione di CFU è compito della CCD.

## **Art. 11**

### **Propedeuticità e conoscenze pregresse**

1. L'elenco delle propedeuticità in ingresso (necessarie per sostenere un determinato esame) e in uscita è riportato alla fine dell'Allegato 1 e nella Scheda insegnamento/attività (Allegato 2).
2. Le eventuali conoscenze pregresse ritenute necessarie sono indicate nella singola Scheda Insegnamento pubblicata sulla pagina web del corso e sul sito docentiUniNA.

## **Art. 12**

### **Calendario didattico del CdS**

Il calendario didattico del CdS viene reso disponibile sul sito web del dipartimento prima dell'inizio delle lezioni.

## **Art. 13**

### **Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in altri Corsi di Studio della stessa classe<sup>12</sup>**

Per gli studenti provenienti da Corsi di Studio della stessa classe la Commissione di Coordinamento Didattico assicura il riconoscimento del maggior numero possibile di crediti formativi universitari acquisiti dallo studente presso il Corso di studi di provenienza, secondo i criteri di cui al successivo articolo 14. Il mancato riconoscimento di crediti formativi universitari deve essere adeguatamente motivato. Resta fermo che la quota di crediti formativi universitari relativi al medesimo settore scientifico-disciplinare direttamente riconosciuti allo studente, non può essere inferiore al 50% di quelli già conseguiti.

## **Art. 14**

### **Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio di diversa classe, attraverso corsi singoli, presso Università telematiche e in Corsi di Studio internazionali<sup>13</sup>**

1. Per gli studenti provenienti da Corsi di Studio di diversa classe i crediti formativi universitari acquisiti sono riconosciuti dalla struttura didattica competente sulla base dei seguenti criteri:
  - Analisi del programma svolto
  - Valutazione della congruità dei settori scientifico disciplinari e dei contenuti delle attività formative in cui lo studente ha maturato i crediti con gli obiettivi formativi specifici del Corso

---

<sup>11</sup> Art. 20, c. 8 del Regolamento Didattico di Ateneo.

<sup>12</sup> Art. 16 del Regolamento Didattico di Ateneo.

<sup>13</sup> Art. 16 del Regolamento Didattico di Ateneo.

di Studio e delle singole attività formative da riconoscere, perseguendo comunque la finalità di mobilità degli studenti.

Il riconoscimento è effettuato fino a concorrenza dei crediti formativi universitari previsti dall'ordinamento didattico del Corso di Studio. Il mancato riconoscimento di crediti formativi universitari deve essere adeguatamente motivato.

2. L'eventuale riconoscimento di CFU relativi ad esami superati come corsi singoli potrà avvenire entro il limite di 36 CFU, ad istanza dell'interessato e in seguito all'approvazione delle strutture didattiche competenti. Il riconoscimento non potrà concorrere alla riduzione della durata legale del Corso di Studio, così come determinata dall'Art. 8, c. 2 del D.M. 270/2004, fatta eccezione per gli studenti che si iscrivono essendo già in possesso di un titolo di studio di pari livello<sup>14</sup>.

### **Art. 15**

#### **Criteri per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studio**

L'iscrizione a singoli corsi di insegnamento, previsti dal Regolamento di Ateneo<sup>15</sup>, è disciplinata dal "Regolamento di Ateneo per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studio"<sup>16</sup>.

### **Art. 16**

#### **Caratteristiche e modalità di svolgimento della prova finale**

La prova finale necessaria al conseguimento del titolo accademico di Dottore in Ingegneria dei Materiali consiste in un elaborato originale prodotto in modo autonomo dallo studente sotto la guida di un relatore. È previsto che lo studente svolga individualmente la fase di studio approfondito di un problema tecnico progettuale, esamini criticamente la documentazione disponibile, elabori il problema con tecniche d'indagine sperimentale o di calcolo, fino a giungere alla proposizione di soluzioni ingegneristiche adeguate. Il relatore, eventualmente coadiuvato da uno o più co-relatori, assolve alle seguenti funzioni: i) attesta l'avvenuto proficuo svolgimento delle eventuali attività propedeutiche; ii) valuta lo stato di avanzamento complessivo delle attività finalizzate alla predisposizione dell'elaborato, verificando che sussistano le condizioni perché l'allievo possa presentarsi a sostenere con profitto l'esame di Laurea Magistrale; iii) guida l'allievo nella predisposizione dell'elaborato di tesi; iv) assiste l'allievo nella preparazione dell'esame di laurea magistrale.

Il lavoro di tesi può essere svolto presso i dipartimenti e i laboratori dell'Ateneo o presso strutture pubbliche o private con le quali siano stabiliti rapporti di collaborazione. Se le attività sono svolte extra-moenia, detto N il numero di CFU attribuiti alla prova finale, il massimo numero di CFU per le attività di preparazione svolte all'estero è di N-1.

È facoltà dello studente scrivere o e discutere l'elaborato lingua inglese. Per essere ammesso all'esame di Laurea Magistrale, lo studente deve avere acquisito tutti i CFU previsti dal suo Piano di Studi (a meno di quelli relativi alla preparazione e discussione della Tesi di Laurea). Inoltre, è necessario che lo studente abbia adempiuto ai relativi obblighi amministrativi.

L'impegno per la realizzazione dell'elaborato di tesi è di circa 375 ore, pari a 15 CFU. La prova finale, sostenuta dal candidato al cospetto di una Commissione presieduta dal Coordinatore del Corso di Studio, consiste nella presentazione e successiva discussione del lavoro svolto sotto la guida di un docente relatore. Ai fini della presentazione, al candidato è consentito avvalersi di un supporto

---

<sup>14</sup> D.R. n. 1348/2021.

<sup>15</sup> Art. 16, c. 6 del Regolamento Didattico di Ateneo.

<sup>16</sup> D.R. n. 3241/2019.

audio-visivo da proiettare pubblicamente, oppure di redigere un fascicolo di sintesi da consegnare alla Commissione. Al termine della presentazione ciascun docente membro della Commissione può rivolgere al candidato quesiti e osservazioni inerenti il lavoro di tesi. La presentazione ha una durata approssimativa di 15 minuti. Al termine della presentazione la Commissione formula il voto di Laurea tenendo conto dei seguenti parametri:

- i) della qualità del lavoro svolto (impegno, autonomia, rigore metodologico, rilevanza dei risultati raggiunti);
- ii) della qualità e chiarezza della presentazione;
- iii) della media dei voti ottenuti negli insegnamenti inclusi nel curriculum dello studente, pesati per il numero di CFU attribuiti a ciascun insegnamento;
- iv) dell'eccellenza del percorso di studi (numero delle lodi conseguite, durata del percorso di studi, esperienze extra-moenia, eventuali attività extra curricolari o di progettualità studentesca).

## **Art. 17**

### **Linee guida per le attività di tirocinio e stage**

1. Gli studenti iscritti al CdS possono decidere di effettuare attività di tirocinio o *stage* formativi presso Enti o Aziende convenzionati con l'Ateneo. Le attività di tirocinio e *stage* non sono obbligatorie, e concorrono all'attribuzione di crediti formativi per le Altre attività formative a scelta dello studente inserite nel piano di studi, così come previsto dall'Art. 10, comma 5, lettere d ed e, del D.M. 270/2004<sup>17</sup>.
2. Le modalità di svolgimento e le caratteristiche di tirocini e *stage* sono disciplinate dalla CCD in un apposito regolamento.
3. L'Università degli Studi di Napoli Federico II, per il tramite dell'Ufficio Tirocini Studenti, assicura un costante contatto con il mondo del lavoro, per offrire a studenti e laureati dell'Ateneo concrete opportunità di tirocini e *stage* e favorirne l'inserimento professionale.

## **Art. 18**

### **Decadenza dalla qualità di studente<sup>18</sup>**

Incorre nella decadenza lo studente che non abbia sostenuto esami per otto anni accademici consecutivi, a meno che il suo contratto non stabilisca condizioni diverse. In ogni caso, la decadenza va comunicata allo studente a mezzo posta elettronica certificata o altro mezzo idoneo che ne attesti la ricezione.

## **Art. 19**

### **Compiti didattici, comprese le attività didattiche integrative, di orientamento e di tutorato**

1. I docenti e ricercatori svolgono il carico didattico assegnato secondo quanto disposto dal Regolamento didattico di Ateneo e nel Regolamento sui compiti didattici e di servizio agli studenti dei professori e ricercatori e sulle modalità per l'autocertificazione e la verifica dell'effettivo svolgimento<sup>19</sup>.

---

<sup>17</sup> I tirocini *ex lettera d* possono essere sia interni che esterni; tirocini e *stage ex lettera e* possono essere solo esterni.

<sup>18</sup> Art. 21 del Regolamento Didattico di Ateneo, come modificato con D.R. n. 1782/2021.

<sup>19</sup> D.R. n. 2482//2020.

2. Docenti e ricercatori devono garantire almeno due ore di ricevimento ogni 15 giorni (o per appuntamento in ogni caso concesso non oltre i 15 giorni) e comunque garantire la reperibilità via posta elettronica.
3. Il servizio di tutorato ha il compito di orientare e assistere gli studenti lungo tutto il corso degli studi e di rimuovere gli ostacoli che impediscono di trarre adeguato giovamento dalla frequenza dei corsi, anche attraverso iniziative rapportate alle necessità e alle attitudini dei singoli.
4. L'Università assicura servizi e attività di orientamento, di tutorato e assistenza per l'accoglienza e il sostegno degli studenti. Tali servizi sono fruibili dal portale di Ateneo dedicato all'orientamento ([orientamento.unina.it](http://orientamento.unina.it)) e, per quanto attiene al sostegno degli studenti, sono organizzate dal Centro Servizi per l'Inclusione Attiva e Partecipata degli Studenti (SInAPSi) in collaborazione con le singole Strutture Didattiche, secondo quanto stabilito dal RDA nell'articolo 8.

## **Art. 20**

### **Valutazione della qualità delle attività svolte**

1. La Commissione di Coordinamento Didattico attua tutte le forme di valutazione della qualità delle attività didattiche previste dalla normativa vigente secondo le indicazioni fornite dal Presidio della Qualità di Ateneo.
2. Al fine di garantire agli studenti del Corso di Studio la qualità della didattica nonché di individuare le esigenze degli studenti e di tutte le parti interessate, l'Università degli Studi di Napoli Federico II si avvale del sistema di Assicurazione Qualità (AQ)<sup>20</sup>, sviluppato in conformità al documento "Autovalutazione, Valutazione e Accreditamento del Sistema Universitario Italiano" dell'ANVUR, utilizzando:
  - indagini sul grado di inserimento dei laureati nel mondo del lavoro e sulle esigenze post-lauream;
  - dati estratti dalla somministrazione del questionario per la valutazione della soddisfazione degli studenti per ciascun insegnamento presente nel piano di studi, con domande relative alle modalità di svolgimento del corso, al materiale didattico, ai supporti didattici, all'organizzazione, alle strutture.

I requisiti derivanti dall'analisi dei dati sulla soddisfazione degli studenti, discussi e analizzati dalla Commissione di Coordinamento Didattico e dalla Commissione Paritetica Docenti Studenti (CPDS), sono inseriti fra i dati di ingresso nel processo di progettazione del servizio e/o fra gli obiettivi della qualità.

3. L'organizzazione dell'AQ sviluppata dall'Ateneo realizza un processo di miglioramento continuo degli obiettivi e degli strumenti adeguati per raggiungerli, facendo in modo che in tutte le strutture siano attivati processi di pianificazione, monitoraggio e autovalutazione che consentano la pronta rilevazione dei problemi, il loro adeguato approfondimento e l'impostazione di possibili soluzioni.

## **Art. 21**

### **Norme finali**

1. Il Consiglio di Dipartimento, su proposta della Commissione di Coordinamento Didattico, sottopone all'esame del Senato Accademico eventuali proposte di modifica e/o integrazione del presente Regolamento.

---

<sup>20</sup> Il sistema di Assicurazione Qualità, basato su un approccio per processi e adeguatamente documentato, è progettato in maniera tale da identificare le esigenze degli studenti e di tutte le parti interessate, per poi tradurle in requisiti che l'offerta formativa deve rispettare.

## **Art. 22**

### **Pubblicità ed entrata in vigore**

1. Il presente Regolamento entra in vigore il giorno successivo alla pubblicazione all'Albo ufficiale dell'Università; è inoltre pubblicato sul sito d'Ateneo. Le stesse forme e modalità di pubblicità sono utilizzate per le successive modifiche e integrazioni.
2. Sono parte integrante del presente Regolamento l'Allegato 1 (Struttura CdS) e l'Allegato 2 (Schedina insegnamento/attività).

## ALLEGATO 1.2

### REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO

### INGEGNERIA DEI MATERIALI

### CLASSE LM-53

**Scuola: SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE**

**Dipartimento: INGEGNERIA CHIMICA, DEI MATERIALI E DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE**

**Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 23-24**

## PIANO DEGLI STUDI A.A. 23-24

### LEGENDA

#### TIPOLOGIA DI ATTIVITÀ FORMATIVA (TAF):

**B** = Caratterizzanti

**C** = Affini o integrativi

**D** = Attività a scelta

**E** = Prova finale e conoscenze linguistiche

**F** = Ulteriori attività formative

| I Anno   |            |                         |     |     |   |     |                          |                        |
|--|------------|-------------------------|-----|-----|---|-----|--------------------------|------------------------|
| Curriculum   |            |                         |     |     |   |     |                          |                        |
| Denominazione Insegnamento                               | SSD        | Modulo                  | CFU | Ore | Tipologia Attività<br>( <i>lezione frontale, laboratorio ecc.</i> ) | TAF | Ambito disciplinare      | Obbligatorio /a scelta |
| Modelli e metodi numerici per l'ingegneria dei materiali | MAT/07     | unico                   | 6   | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni numeriche                          | C   |                          | Obbligatorio           |
| Tecnologie dei materiali ceramici                        | ING-IND/22 | unico                   | 9   | 72  | Lezioni frontali e esercitazioni                                    | B   | INGEGNERIA DEI MATERIALI | Obbligatorio           |
| Scienza e tecnologia dei polimeri                        | ING-IND/22 | Scienza dei polimeri    | 6+6 | 48  | Lezione frontali e esercitazioni                                    | B   | INGEGNERIA DEI MATERIALI | Obbligatorio           |
|  | ING-IND/22 | Tecnologia dei polimeri |     | 48  |   |     |                          |                        |
| Tecnologie dei materiali compositi                       | ING-IND/16 | unico                   | 9   | 72  | Lezioni frontali e esercitazioni                                    | C   |                          | Obbligatorio           |

|                             |            |       |   |    |                                  |   |                          |              |
|-----------------------------|------------|-------|---|----|----------------------------------|---|--------------------------|--------------|
| Termodinamica dei materiali | ING-IND/22 | unico | 9 | 72 | Lezioni frontali e esercitazioni | B | INGEGNERIA DEI MATERIALI | Obbligatorio |
|-----------------------------|------------|-------|---|----|----------------------------------|---|--------------------------|--------------|

## II Anno

### Curriculum

| Denominazione Insegnamento  | SSD        | Modulo                             | CFU  | Ore | Tipologia Attività<br>(lezione frontale, laboratorio ecc.) | TAF | Ambito disciplinare            | Obbligatorio /a scelta |
|---|------------|------------------------------------|------|-----|--|-----|--------------------------------|------------------------|
| Tecnologie molecolari nei materiali avanzati  | CHIM/07    | unico                              | 6    | 72  | Lezioni frontali e esercitazioni                           | B   | CHIMICA E FISICA DELLA MATERIA | Obbligatorio           |
| Metallurgia   | ING-IND/21 | unico                              | 6    | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                           | B   | INGEGNERIA DEI MATERIALI       | Obbligatorio           |
| Sostenibilità ambientale dei materiali  | ING-IND/22 | unico                              | 6    | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                           | B   | INGEGNERIA DEI MATERIALI       | Obbligatorio           |
| Materiali per le nanotecnologie   | FIS/03     | Materiali nanostrutturati          | 6+6  | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                           | B   | CHIMICA E FISICA DELLA MATERIA | Obbligatorio           |
|   | FIS/03     | Nanotecnologie e per l'elettronica |      | 48  |  |     |                                |                        |
| Corrosione e protezione dei materiali   | ING-IND/21 | unico                              | 6    | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                           | B   | INGEGNERIA DEI MATERIALI       | Obbligatorio           |
| Attività formative a scelta autonoma dello studente   |            |                                    | 0-18 |     |  | D   |                                |                        |
| Altre attività formative: conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro (ex art. 10 comma 5 lettera d)<br>Collocazione: I o II semestre del II anno |            |                                    | 6*   |     |  | F   |                                | Obbligatorio           |
| Prova finale  |            |                                    | 15   |     |  | E   |                                | Obbligatorio           |

\* Le ulteriori attività formative prevedono di norma 3 CFU per ulteriori conoscenze linguistiche e 3 di tirocinio. Studenti non in possesso della certificazione di conoscenza di una lingua dell'Unione Europea almeno a livello B2 hanno l'obbligo di spendere 3 dei 6 CFU previsti per ulteriori attività formative nella forma di ulteriori conoscenze linguistiche. Studenti in possesso di attestato di inglese livello B2 al momento dell'immatricolazione possono chiedere il riconoscimento di 3 dei 6 CFU previsti per ulteriori attività formative nella forma di ulteriori conoscenze linguistiche. Le ulteriori conoscenze possono essere acquisite mediante (i) tirocinio intramoenia, (ii) tirocinio extramoenia, o (iii) partecipazione ad attività extracurricolari quali iniziative didattiche e cicli seminariali, corsi MOOC, e iniziative di team building.

- i. Il tirocinio extramoenia è svolto presso aziende, centri di ricerca o altri enti pubblici e/o privati e mira ad acquisire conoscenze specialistiche con affiancamento a personale impegnato in attività di progettazione,

produzione e gestione di impianti di produzione o di ricerca al fine di avere un primo approccio con il modo lavorativo.

- ii. Il tirocinio intramoenia può essere svolto presso laboratori di ricerca dell'ateneo al fine di acquisire conoscenze specialistiche con l'affiancamento al personale docente e ricercatore nella conduzione di attività di ricerca e sviluppo.
- iii. Le attività extracurricolari devono essere certificate dal Coordinatore didattico mediante compilazione del modello AC sulla base di attestati di frequenza rilasciati:
  - dai docenti responsabili delle iniziative didattiche, per la proficua partecipazione a cicli di seminari e corsi organizzati in Ateneo;
  - dalla piattaforma Federica Web Learning, per i corsi MOOC da essa erogati;
  - dai Presidenti delle Associazioni, per le iniziative di team building quali Formula SAE o 1001Vela.

| Esami proposti per la scelta autonoma di automatica approvazione**     |             |        |     |     |   |     |                     |                        |
|--|-------------|--------|-----|-----|---|-----|---------------------|------------------------|
| Curriculum   |             |        |     |     |   |     |                     |                        |
| Denominazione Insegnamento   | SSD         | Modulo | CFU | Ore | Tipologia Attività<br>(lezione frontale,<br>laboratorio ecc.) | TAF | Ambito disciplinare | Obbligatorio /a scelta |
| Biomateriali   | ING-IND/34  | unico  | 6   | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                              | D   |                     | A scelta               |
| Ingegneria dei materiali nanofasici per l'energetica e la sensoristica | ING-IND/322 | unico  | 6   | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                              | D   |                     | A scelta               |
| Laboratorio avanzato di nanomateriali e nanostrutture                  | FIS/03      | unico  | 6   | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                              | D   |                     | A scelta               |
| Materiali per la tutela dell'ambiente                                  | ING-IND/22  | unico  | 6   | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                              | D   |                     | A scelta               |
| Simulazione del comportamento fluidodinamico dei materiali             | ING-IND/26  | unico  | 6   | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                              | D   |                     | A scelta               |
| Sviluppo sostenibile di materiali polimerici                           | CHI M/07    | unico  | 6   | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                              | D   |                     | A scelta               |
| Simulazione molecolare di materiali                                    | CHI M/04    | unico  | 6   | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                              | D   |                     | A scelta               |
| Elementi di modellazione numerica per l'ingegneria                     | ING-IND/22  | unico  | 6   | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                              | D   |                     | A scelta               |
| Materiali innovativi per applicazioni strutturali                      | ICAR/09     | unico  | 6   | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                              | D   |                     | A scelta               |
| Materiali e tecniche per la tutela dei beni culturali                  | ING-IND/22  | unico  | 9   | 72  | Lezioni frontali e esercitazioni                              | D   |                     | A scelta               |
| Materiali e tecnologie per il fotovoltaico                             | ING-IND/22  | unico  | 6   | 48  | Lezioni frontali e esercitazioni                              | D   |                     | A scelta               |

|   |            |       |   |    |                                  |   |  |          |
|---|------------|-------|---|----|----------------------------------|---|--|----------|
| Materiali e tecnologie per il packaging                 | ING-IND/22 | unico | 6 | 48 | Lezioni frontali e esercitazioni | D |  | A scelta |
| Meccanica dei fluidi complessi                          | ING-IND/24 | unico | 6 | 48 | Lezioni frontali e esercitazioni | D |  | A scelta |
| Organi artificiali e protesi                            | ING-IND/34 | unico | 6 | 48 | Lezioni frontali e esercitazioni | D |  | A scelta |
| Simulazione del comportamento strutturale dei materiali | ICAR/08    | unico | 6 | 48 | Lezioni frontali e esercitazioni | D |  | A scelta |
| Trattamenti superficiali dei materiali                  | ING-IND/21 | unico | 6 | 48 | Lezioni frontali e esercitazioni | D |  | A scelta |

\*\* La scelta degli esami in tabella garantisce l'automatica approvazione del piano di studi.

### **Elenco delle propedeuticità**

Non sono previste propedeuticità



## ALLEGATO 2.1

### REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO

#### INGEGNERIA DEI MATERIALI

#### CLASSE LM-53

Scuola: SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

Dipartimento: INGEGNERIA CHIMICA, DEI MATERIALI E DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 23-24

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <b>Insegnamento: MODELLI E METODI NUMERICI PER L'INGEGNERIA DEI MATERIALI</b>   |   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO</b> |  |
| <b>SSD: MAT/07</b>  |   | <b>CFU: 6</b>   |  |
| <b>Anno di corso: I</b>   | <b>Tipologia di Attività Formativa: C</b> |   |  |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza   |   |   |  |
| <b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</b> Questo corso si propone di fornire conoscenze avanzate di metodi numerici per risolvere Equazioni a Derivate Parziali (EDP) che intervengono in problemi di Ingegneria dei Materiali. I seguenti argomenti saranno trattati: Conduzione del calore e diffusione, incluso i mezzi porosi; Metodo delle differenze finite, incluso il metodo delle linee; Metodo degli elementi finiti; EDP paraboliche, iperboliche, ellittiche; Calcolo scientifico su piattaforma Matlab; Onde; Diffusione in due e tre dimensioni spaziali.  |   |   |  |
| <b>Obiettivi formativi.</b> Dopo questo corso l'allievo/a sarà capace di: (i) risolvere equazioni a derivate parziali usando metodi numerici; (ii) usare il metodo delle differenze finite ed il metodo degli elementi finiti; (iii) usare Matlab per il calcolo scientifico; (iv) modellare problemi d'Ingegneria con equazioni a derivate parziali.<br>Obiettivo precipuo del corso sarà quello di fornire all'allievo gli strumenti necessari ad affrontare problemi governati da sistemi di equazioni a derivate parziali. L'allievo sarà in grado, a partire dal problema fisico, di definire il modello matematico, di sviluppare il codice numerico e valutarne la correttezza. A tal fine saranno sviluppate specifiche attività intra-corso, con partecipazione diretta degli allievi, su problemi di interesse industriale. |   |   |  |
| <b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna<br><b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna  |   |   |  |

**Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.** Prova orale e sviluppo di un programma Matlab relativo a specifico problema d'Ingegneria dei materiali.

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <b>Insegnamento: TECNOLOGIE DEI MATERIALI CERAMICI</b>  |   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO</b> |  |
| <b>SSD: ING-IND/22</b>  |   | <b>CFU: 9</b>   |  |
| <b>Anno di corso: I</b>   | <b>Tipologia di Attività Formativa: B</b> |   |  |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza   |   |   |  |
| <b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</b><br>Materiali ceramici tradizionali. Argille. Struttura e classificazione e proprietà tecnologiche dei minerali delle argille. Smagranti. Fondenti carbonatici e feldspatici. Ciclo tecnologico di produzione dei M.C.: purificazione delle materie prime, macinazione, miscelazione, omogeneizzazione, formatura, essiccazione, vetrinatura – smaltatura, decorazione e cottura. Tecniche di caratterizzazione chimica, fisica, mineralogica e meccanica dei MC. Principali tipologie di prodotti ceramici e relativi campi di applicazione. Refrattari ed isolanti ceramici. Vetri e vetroceramiche. Leganti aerei ed idraulici. Materiali ceramici speciali. Relazioni tra struttura, microstruttura e proprietà. La conducibilità elettrica nei materiali ceramici; conducibilità intrinseca ed estrinseca. Composti non stechiometrici: FeO; TiO <sub>2</sub> ; ZnO. Sensori di gas e di umidità. Conduttori cationici: NaCl drogato con MnCl <sub>2</sub> ; AgCl drogato con CdCl <sub>2</sub> . Elettroliti solidi: AgI; RbAg <sub>4</sub> I <sub>5</sub> ; beta-allumine. Applicazioni degli elettroliti solidi: Batteria Na/S; Batteria ZEBRA. Conduttori anionici: PbF <sub>2</sub> e ZrO <sub>2</sub> stabilizzata con CaO e ZrO <sub>2</sub> . Applicazioni dei conduttori anionici: sensori di O <sub>2</sub> a base di CSZ e TiO <sub>2</sub> ; sonde LAMBDA; celle a combustibile SOCF. Produzione dei materiali ceramici speciali. Sinterizzazione delle polveri ceramiche in fase solida, liquida e sotto pressione: aspetti fenomenologici ed ottimizzazione dei parametri di processo. Esempi di materiali ceramici speciali: nitruro di silicio, sialoni, carburo di silicio, zirconia. Materiali ceramici tenaci. Caratterizzazione meccanica dei materiali ceramici mediante approccio statistico di Weibull. |   |   |  |
| <b>Obiettivi formativi.</b> Il corso si prefigge di fornire gli strumenti, di base ed applicativi, necessari per la conoscenza dei materiali ceramici in termini di progettazione, produzione, caratterizzazione e utilizzazione.   |   |   |  |
| <b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna<br><b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna  |   |   |  |
| <b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.</b> Prova scritta finale   |   |   |  |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <b>Insegnamento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI POLIMERI</b> |   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO</b> |  |
| <b>SSD: ING-IND/22</b>                                 |   | <b>CFU: 12</b>  |  |
| <b>Anno di corso: I</b>                                | <b>Tipologia di Attività Formativa: B</b> |   |  |

**Modalità di svolgimento:** in presenza

**Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.**

*Scienza dei polimeri*

In linea con le tematiche di pertinenza del Settore Scientifico Disciplinare, il corso fornisce competenze che racchiudono “la globalità degli aspetti culturali e professionali relativi alla scienza ed alla tecnologia dei materiali sia strutturali che funzionali, aventi interesse tecnico e ingegneristico per la meccanica, l’aerospazio, le costruzioni, i trasporti terrestri, navali ed aeronautici, l’energia e l’ambiente, l’elaborazione ed il trattamento delle informazioni, la salute e l’alimentazione, i beni artistici, archeologici e monumentali” con specifico riferimento ai materiali polimerici.

*Tecnologia dei polimeri*

Processi di estrusione (1 CFU): analisi delle funzioni e modellazione delle operazioni unitarie coinvolte nei processi di estrusione; trattamento del particolato solido; fusione; pompaggio; miscelazione; formatura in testa. Stampaggio a iniezione (1 CFU): analisi delle funzioni e modellazione delle operazioni unitarie coinvolte nei processi di stampaggio ad iniezione; funzioni e caratteristiche di progettazione essenziali dei componenti dello stampaggio ad iniezione come sprue, runner e gate; pattern del flusso nello stampaggio; fenomeni di cristallizzazione durante lo stampaggio. Altre tecnologie (1 CFU): analisi delle altre tecnologie per la trasformazione delle materie plastiche; formatura secondaria, a valle del processo di estrusione; calandratura; tecniche a bassa produttività. Processi di schiumatura (0.5 CFU): analisi delle funzioni e modellazione delle operazioni unitarie coinvolte nei processi di schiumatura; schiumatura con agenti espandenti fisici; schiumatura con agenti espandenti chimici; schiumatura per aereazione; fenomeni di coalescenza delle bolle. Tecnologie di termoindurenti (1 CFU): reaction injection molding; pultrusione; compression molding. Gli additivi nelle tecnologie di trasformazione (0.5 CFU): analisi delle classi di additivi utilizzate nell’industria polimerica; agenti antifiama, agenti nucleanti, agenti antiossidanti, coloranti, neutralizzatori di acidità, agenti reticolanti, plasticizzanti, antistatici, anti UV, stabilizzatori di processo. Progettazione del prodotto e selezione dei processi (0.75 CFU): Requisiti fondamentali nella selezione dei processi in base al tipo e al grado di polimero, alla forma, alle dimensioni, alle caratteristiche del prodotto ed alla scala di produzione. Esercitazioni di laboratorio (0.25 CFU): estrusione di termoplastici; espansione di poliuretano.

**Obiettivi formativi.**

*Scienza dei Polimeri*

Conoscenza e capacità di comprensione. Lo studente deve dimostrare di: (i) conoscere i materiali polimerici essendo capace di correlarne le proprietà alle metodologie di sintesi e alla loro struttura molecolare; (ii) conoscere le principali tecniche di caratterizzazione dei materiali polimerici.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Lo studente deve dimostrare di essere in grado di: (i) applicare le conoscenze acquisite riuscendo a selezionare opportunamente il materiale polimerico più adatto alla specifica applicazione cui è destinato; (ii) identificare le indagini sperimentali più adatte allo studio delle caratteristiche del materiale.

Autonomia di giudizio. Lo studente deve dimostrare di: (i) possedere spirito critico analizzando vantaggi e svantaggi derivanti dall’impiego di materiali polimerici rispetto ad altre classi di materiali; (ii) saper discutere e commentare i risultati di analisi sperimentali comuni nel campo dei materiali polimerici; (iii) di confrontare soluzioni alternative a problematiche connesse all’impiego di materiali polimerici.

Abilità comunicative. Lo studente deve maturare capacità comunicative sufficienti a: (i) trasmettere in forma scritta e orale le conoscenze acquisite con padronanza di linguaggio, riuscendo a spiegare concetti e nozioni riguardanti i materiali polimerici sia a tecnici specializzati

sia a persone non esperte; (ii) sintetizzare concetti complessi utilizzando correttamente un linguaggio tecnico.

Capacità di apprendimento. Lo studente deve essere in grado di: (i) aggiornarsi o ampliare le proprie conoscenze nel campo dei materiali polimerici attingendo in maniera autonoma a testi e articoli scientifici; (ii) consultare schede tecniche e documentazione di laboratorio.

#### *Tecnologia dei Polimeri*

Conoscenza e capacità di comprensione. Lo studente deve dimostrare di: (i) conoscere i materiali polimerici correlandone le proprietà e gli scopi applicativi alle tecnologie di processo e alla loro struttura; (ii) conoscere le tecniche di trasformazione dei materiali polimerici; (iii) saper comprendere le problematiche relative all'impiego di polimeri per applicazioni strutturali e funzionali.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate. Lo studente deve dimostrare di essere in grado di: (i) applicare le conoscenze acquisite selezionando opportunamente materiale e tecnologia di trasformazione più adatti alla specifica applicazione; (ii) identificare le indagini sperimentali più adatte allo studio del processo di trasformazione; (iii) progettare il prodotto e selezionare il processo per una specifica applicazione ed una specifica scala di produzione.

Autonomia di giudizio. Lo studente deve dimostrare di: (i) possedere spirito critico analizzando vantaggi e svantaggi derivanti dall'impiego di differenti tecnologie di trasformazione di materie plastiche; (ii) saper discutere e commentare le variabili di processo di un impianto di trasformazione; (iii) confrontare soluzioni alternative a problematiche connesse all'impiego di materiali polimerici.

Abilità comunicative. Lo studente deve maturare capacità comunicative sufficienti a: (i) trasmettere in forma scritta e orale le conoscenze acquisite con padronanza di linguaggio, riuscendo a spiegare concetti e nozioni riguardanti i materiali polimerici sia a tecnici specializzati sia a persone non esperte; (ii) sintetizzare concetti complessi utilizzando correttamente un linguaggio tecnico.

Capacità di apprendimento. Lo studente deve essere in grado di: (i) aggiornarsi o ampliare le proprie conoscenze nel campo dei materiali polimerici attingendo in maniera autonoma a testi e articoli scientifici; (ii) consultare schede tecniche e di processo; (iii) comprendere in maniera autonoma e senza il supporto del docente argomenti complessi seguendo seminari, conferenze e corsi specifici.

**Propedeuticità in ingresso:** nessuna

**Propedeuticità in uscita:** nessuna

#### **Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.**

*Scienza dei polimeri:* Esame scritto (durata 2 ore; da 6 a 8 domande a risposta aperta) eventualmente seguito da colloquio orale (da 2 a 4 domande aggiuntive a quelle dello scritto). Possono essere fissate prove intercorso facoltative.

*Tecnologia dei polimeri:* Esame scritto (durata 2 ore; da 6 a 8 domande a risposta aperta) seguito da colloquio orale. Possono essere fissate due prove intercorso facoltative (prove scritte della durata 1,5/2 ore; da 4 a 8 domande a risposta aperta) che, se superate, consentono di accedere direttamente al colloquio orale.

|   |   |
|---|---|
| <b>Insegnamento: TECNOLOGIE DEI MATERIALI<br/>COMPOSITI</b> | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento:<br/>ITALIANO</b> |
| <b>SSD: ING-IND/16</b>                                      | <b>CFU: 9</b>   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Anno di corso: I</b>   | <b>Tipologia di Attività Formativa: C</b> |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza   |   |
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</b><br/>         Introduzione: proprietà delle fibre e delle matrici; lamine e laminati. Comportamento meccanico dei materiali compositi. Macromeccanica della lamina: comportamento elastico e resistenze. Metodi di caratterizzazione della lamina. Micromeccanica della lamina. Teoria della laminazione. Comportamento elastico e resistenza dei laminati. Effetto della temperatura e dell'umidità sul comportamento di un laminato. Cenni sugli effetti della fatica e dell'impatto su struttura e proprietà di un composito. Principali proprietà dei laminati di interesse ingegneristico. Metodi di fabbricazione dei manufatti in composito a matrice plastica. Stratificazione manuale. Taglio e spruzzo. Tecnologia dell'autoclave. Resin transfer molding. Filament winding. Pultrusione. Stampaggio per compressione. Wrapping. Stampaggio ad iniezione. Diafragma forming.</p>   |   |
| <p><b>Obiettivi formativi.</b> Conoscenza e capacità di comprensione - Lo studente acquisirà conoscenza dei principali sistemi compositi a matrice polimerica per uso strutturale, della loro meccanica e delle tecnologie industriali per la loro fabbricazione.<br/>         Capacità di applicare conoscenza e comprensione - Lo studente sarà in grado di progettare un laminato, valutando i vantaggi e svantaggi delle tecnologie di fabbricazione offerte dal panorama industriale.<br/>         Autonomia di giudizio - Lo studente saprà autonomamente selezionare i materiali di base e le tecnologie di fabbricazione più opportune per un'applicazione assegnata.<br/>         Abilità comunicative – Lo studente acquisirà la capacità di interagire con persone di differente origine culturale per illustrare in modo chiaro e comprensibile i concetti fondamentali del comportamento meccanico e dei metodi di fabbricazione dei compositi a matrice plastica.<br/>         Capacità di apprendere – Lo studente imparerà a reperire fonti qualificate e ad utilizzarle autonomamente ai fini di un aggiornamento continuo delle sue competenze culturali.</p> |   |
| <p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna<br/> <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna</p>   |   |
| <b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.</b> Prova scritta finale   |   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Insegnamento: TERMODINAMICA DEI MATERIALI</b>  | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO</b> |
| <b>SSD: ING-IND/22</b>  | <b>CFU: 9</b>   |
| <b>Anno di corso: I</b>   | <b>Tipologia di Attività Formativa: B</b>               |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza   |   |
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</b><br/>         Relazioni tra struttura a tutte le scale dimensionali (dal nano al macro), formulazione, processo, prestazioni e proprietà chimiche, fisiche e termodinamiche, trattamento e trasformazione, di tutte le classi di materiali (materiali metallici, ceramici, polimerici, combinazioni multimateriali e compositi).</p> |   |

|  |
|--|
| <p><b>Obiettivi formativi.</b> Il corso si propone di approfondire le applicazioni della termodinamica macroscopica per la definizione del comportamento costitutivo dei materiali e delle loro miscele. L'obiettivo principale è quello di fornire all'allievo gli strumenti teorici per l'analisi del comportamento termodinamico di materiali omogenei ed eterogenei nei diversi stati di aggregazione.</p> |
| <p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna<br/> <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna</p>  |
| <p><b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.</b> Colloquio orale</p>  |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <p><b>Insegnamento: TECNOLOGIE MOLECOLARI NEI MATERIALI AVANZATI</b></p>   |  | <p><b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO</b></p> |  |
| <p><b>SSD: CHIM/07</b></p>   |  | <p><b>CFU: 6</b></p>   |  |
| <p><b>Anno di corso: II</b></p>  |  | <p><b>Tipologia di Attività Formativa: B</b></p>               |  |
| <p><b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza</p>   |  |  |  |
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</b> Tecnologie top-down: trattamenti fisici e chimici di modifica superficiale, la fotolitografia; Tecnologie bottom-up: il processo di auto assemblaggio chimico, i dispositivi molecolari, le nanotecnologie; le nano strutture auto assemblate: complessi host-guest, nano capsule auto assemblate, monostrati molecolari auto assemblati su superfici; Le strutture molecolari multicomponenti: i dendrimeri: sintesi, proprietà e applicazioni; La catalisi supramolecolare e i nano reattori: processi catalitici su substrati molecolari e supramolecolari; Le modifiche chimiche delle superfici: la tecnica Langmuir-Blodgett, i monostrati autoassemblati funzionali, tecniche di caratterizzazione ed imaging delle superfici; I nanomateriali: gli effetti legati alla variazione dimensionale ed il confinamento quantico; nano particelle metalliche e di semiconduttori, i fullereni e i nano tubi, i materiali nano porosi; I dispositivi molecolari e l'informatica: l'elettronica molecolare, gli switch e i circuiti molecolari; Gli apparecchi meccanici molecolari: i motori biomolecolari, recenti sviluppi e potenziali applicazioni.</p> |  |  |  |
| <p><b>Obiettivi formativi.</b> Fornire i concetti di base, gli approcci metodologici e le tecniche sperimentali riguardo alla costruzione di materiali "dal basso", partendo dal livello molecolare ed utilizzando gli strumenti della chimica supramolecolare. Tra i sistemi studiati vi sono macchine molecolari, dendrimeri, nanostrutture, monostrati auto assemblanti e film sottili.</p>   |  |  |  |
| <p><b>Propedeuticità in ingresso:</b><br/> <b>Propedeuticità in uscita:</b></p>  |  |  |  |
| <p><b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.</b> Colloquio orale</p>  |  |  |  |

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Insegnamento: METALLURGIA</b></p> | <p><b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO</b></p> |
|---|--|

|   |   |               |
|---|---|---------------|
| <b>SSD: ING-IND/21</b>  |   | <b>CFU: 6</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>  | <b>Tipologia di Attività Formativa: B</b> |               |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza   |   |               |
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</b><br/> Strutture cristallini dei metalli, trasformazione di fase e microstrutture delle leghe, comportamento alle sollecitazioni e prove meccaniche, produzione dei materiali metallici, metallurgia delle leghe ferrose, metallurgia delle leghe di rame, metallurgia delle leghe di alluminio, metallurgia delle leghe di titanio, metallurgia delle superleghe e leghe per alte temperature, metallografia, analisi al microscopio elettronico di una lega metallica. Tecniche di additive manufacturing di metalli.</p>   |   |               |
| <p><b>Obiettivi formativi.</b> Conoscenza e capacità di comprensione: Il corso di Metallurgia ed Elementi di Tecnologia dei Metalli ha lo scopo di fornire all'allievo le principali nozioni relative alla produzione di manufatti metallici a partire dalle materie prime fino al prodotto finale. Verranno trattate le strutture cristalline dei metalli, i processi legati alla solidificazione ed all'alligazione, i diversi trattamenti termici finalizzati a dare al manufatto determinate caratteristiche in funzione della destinazione d'uso. Una parte del corso sarà dedicata allo studio delle proprietà meccaniche e come esse siano correlate alla struttura microscopica del metallo. Infine, si studieranno le tecniche di metallografia e i principali metodi di analisi di una struttura metallica.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente sarà in grado di indicare la lega metallica più adatta ad un determinato scopo, i trattamenti necessari affinché acquisti determinate caratteristiche ed i metodi di analisi necessari per valutarne le proprietà.</p> <p>Autonomia di giudizio: L'allievo sarà in grado, autonomamente, di comprendere le problematiche relative a taluni aspetti del funzionamento di un manufatto metallico evidenziandone le criticità</p> <p>Abilità comunicative: L'allievo avrà la capacità di far parte di gruppi multidisciplinari e mettere al servizio di un obiettivo comune le proprie conoscenze.</p> <p>Capacità di apprendimento: Lo studente imparerà a reperire fonti qualificate e ad utilizzarle autonomamente ai fini di un aggiornamento continuo delle sue competenze culturali relative ai materiali metallici.</p> |   |               |
| <p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna<br/> <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna</p>   |   |               |
| <b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.</b> Prova scritta  |   |               |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Insegnamento: SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE<br/>DEI MATERIALI</b> |   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento:<br/>ITALIANO</b> |
| <b>SSD: ING-IND/22</b>  |   | <b>CFU: 6</b>   |
| <b>Anno di corso: II</b>  | <b>Tipologia di Attività Formativa: B</b> |   |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza                     |   |   |

**Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.** Il corso si articola su più punti: 1) Ambiente ed attività antropica: utilizzo di materie prime e fonti energetiche per la produzione di materiali, con particolare riferimento ai problemi di impatto ambientale connessi. 2) Sostenibilità ambientale dei materiali: valutazione dell'impatto delle attività di produzione, utilizzo e smaltimento dei materiali inorganici sull'ambiente, con particolare riferimento al problema dell'utilizzo di fonti energetiche non rinnovabili. Utilizzo di strumenti per l'implementazione dell'LCA (Life Cycle Assessment) di un materiale. 3) Materiali e ambiente: utilizzo di materiali in processi di Energy Harvesting, Energy Storage ed Environmental Protection. In aggiunta alla parte istituzionale, sono previsti seminari tenuti da esperti esterni su specifici argomenti inerenti le tematiche proposte.

**Obiettivi formativi.** Conoscenza e capacità di comprensione: Acquisire, mediante lezioni frontali, un approccio consapevole al problema della produzione e dell'utilizzo dei materiali, con particolare riferimento ai materiali inorganici, in relazione alla sostenibilità ambientale in termini di impatto economico, sociale ed ambientale durante l'intero ciclo di vita (costo energetico di produzione, esercizio, smaltimento). Sarà altresì affrontato il tema dei materiali per l'ambiente, in termini di efficientamento dell'utilizzo dell'energia e di risanamento ambientale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Dimostrare la capacità di applicare le conoscenze acquisite nell'ambito della valutazione della sostenibilità ambientale, del Life Cycle Assessment e dell'utilizzo di materiali per operazioni di Energy Harvesting, Energy Storage ed Environmental Protection.

Autonomia di giudizio: Acquisire consapevolezza e spirito critico in fase di valutazione della sostenibilità ambientale di un materiale e della possibilità di introdurre sistemi di produzione, lavorazione, e/o prodotti alternativi in grado di aumentarne la sostenibilità.

Abilità comunicative: Produzione di una relazione scritta, da esporre attraverso una presentazione multimediale, in cui si descriva l'elaborazione di un tema tra quelli proposti, illustrando l'approccio adottato per la valutazione di un problema di sostenibilità ambientale, la sua risoluzione ed i risultati potenzialmente conseguibili.

Capacità di apprendimento: Acquisire la capacità di utilizzare differenti sorgenti informative (letteratura scientifica, banche dati online) per ottenere dati aggiornati relativi alle tematiche proposte; elaborare autonomamente e criticamente le informazioni acquisite per produrre valutazioni di sostenibilità ambientale e progettare soluzioni alternative potenzialmente innovative.

**Propedeuticità in ingresso:** nessuna

**Propedeuticità in uscita:** nessuna

**Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.** Esposizione e discussione di un elaborato assegnato dal docente

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <b>Insegnamento: MATERIALI PER LE NANOTECNOLOGIE</b> |   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO</b> |  |
| <b>SSD: FIS/03</b>                                   |   | <b>CFU: 12</b>  |  |
| <b>Anno di corso: II</b>                             | <b>Tipologia di Attività Formativa: B</b> |   |  |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza          |   |   |  |

**Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.**

*Materiali nanostrutturati*

Struttura elettronica dei Nanofili assemblati su superfici: metodo del tight-binding e quantum confinement – Esempi di nanofili conduttori – Struttura elettronica, proprietà fisiche ed applicazioni del grafene e dei nanotubi di carbonio - La struttura elettronica di quantum dots, quantum wire e quantum wells con il metodo delle funzioni di Wannier - L'equazione a massa efficace – Trasporto di carica nelle nanostrutture: regime balistico, formula di Landauer, quantizzazione della conduttanza – La conduttanza in presenza di diffusione elastica – Trasporto diffusivo elastico nel grafene – Esempi ed applicazioni alla nanoelettronica –Termoelettricità: effetto Seebeck e Peltier nelle nanostrutture, il fattore di merito ZT – Il contributo dei fononi al trasporto d'energia - Esempi ed applicazioni all'energy harvesting.

*Nanotecnologie per l'elettronica*

Aspetti fenomenologici della superconduttività. Equazione di Ginzburg-Landau e sue applicazioni. Teoria microscopica BCS. Effetto tunnel tra superconduttori. Effetto Josephson e sue proprietà. Effetto prossimità. Superconduttività mesoscopica. Dispositivi superconduttivi nanostrutturati e loro applicazioni. Film sottili di materiali nano-strutturati: tecniche fisiche di deposizione. Aspetti di tecnologia del vuoto. Caratterizzazione (aspetti sperimentali) di film sottili (XRD; STM, giunzione tunnel, AFM, MFM, misure di trasporto. Tecniche ottiche di micro-litografia. Litografia UV. Litografia mediante fascio elettronico (EBL). Litografia mediante Fascio Ionico focalizzato (FIB). Tecniche di litografia a raggi X. Soft Litography. Plasmonica Equazioni di Maxwell. Relazioni di dispersione dei SPP. Estensione e lunghezza di propagazione. Plasmoni di superficie localizzati. Influenza di forma, dimensione e ambiente. Applicazioni (guide d'onda, SPP con gap energetici). Spintronics: aspetti generali del magnetismo, magnetismo itinerante. Micromagnetismo (cenni). Effetti magneto-resistivi. Dispositivi magneto-elettronici (GMR, TMR). Elementi di spintronica superconduttiva.

**Obiettivi formativi.**

*Materiali nanostrutturati*

Gli sviluppi recenti delle 'nanotecnologie' hanno reso possibile ingegnerizzare materiali e dispositivi su scale di lunghezza di alcuni nanometri. I materiali nanostrutturati nella forma di nanocristalli, nanostriscie e nanofili hanno proprietà elettriche ed ottiche molto diverse da quelle della corrispondente fase macroscopica. Lo scopo principale di questo corso è quello di fornire gli strumenti sia concettuali che metodologici per la comprensione sia delle proprietà fisiche che delle potenzialità tecnologiche delle nanostrutture.

Conoscenza e capacità di comprensione: Acquisire le conoscenze di base e l'approccio metodologico propri delle nanotecnologie mediante lezioni frontali, studio individuale, svolgimento numerico di esercizi proposti. Incentivare la padronanza nell'uso di una terminologia che verrà utilizzata in gran parte dei corsi successivi.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Dimostrare la capacità di applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di problemi di struttura elettronica e proprietà di trasporto dei materiali nanostrutturati.

Autonomia di giudizio: Essere capaci di valutare gli approcci più adeguati alla risoluzione dei problemi specifici del CdL e la qualità dei risultati ottenibili anche in riferimento ai dati della bibliografia internazionale.

Abilità comunicative: Imparare a trasmettere, in forma scritta, verbale e multimediale, le proprie idee, gli approcci adottati e i risultati conseguiti.

Capacità di apprendimento: Aggiornare le proprie conoscenze sui materiali nanostrutturati mediante consultazione di libri, appunti e pubblicazioni scientifiche; acquisire un livello di maturità cognitiva sufficiente a seguire con profitto i corsi successivi.

### *Nanotecnologie per l'elettronica*

Le 'nanotecnologie' rappresentano un importante strumento per lo sviluppo di materiali e dispositivi su scale di lunghezza di alcuni nanometri dove le proprietà fisiche possono modificarsi in modo da delineare nuovi ed affascinanti orizzonti nella ingegnerizzazione degli stessi materiali. Lo scopo principale di questo corso è quello di fornire la conoscenza dei principali approcci sperimentali utilizzati nella realizzazione di nanotecnologie e di comprendere il loro impatto nello studio delle proprietà fisiche di sistemi nanostrutturati basati anche su materiali di grande interesse per l'elettronica

Conoscenza e capacità di comprensione: Acquisire le conoscenze di base e l'approccio metodologico propri delle nanotecnologie mediante lezioni frontali, studio individuale, svolgimento numerico di esercizi proposti. Incentivare la padronanza nell'uso di una terminologia che verrà utilizzata in gran parte dei corsi successivi.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Dimostrare la capacità di applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di problemi di struttura elettronica e proprietà di trasporto dei materiali nanostrutturati.

Autonomia di giudizio: Essere capaci di valutare gli approcci più adeguati alla risoluzione dei problemi specifici del CdL e la qualità dei risultati ottenibili anche in riferimento ai dati della bibliografia internazionale.

Abilità comunicative: Imparare a trasmettere, in forma scritta, verbale e multimediale, le proprie idee, gli approcci adottati e i risultati conseguiti.

Capacità di apprendimento: Aggiornare le proprie conoscenze sui materiali nanostrutturati mediante consultazione di libri, appunti e pubblicazioni scientifiche; acquisire un livello di maturità cognitiva sufficiente a seguire con profitto i corsi successivi.

**Propedeuticità in ingresso:** nessuna

**Propedeuticità in uscita:** nessuna

### **Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.**

*Materiali nanostrutturati:* Colloquio orale

*Nanotecnologie per l'elettronica:* Seminari intercorso. Colloquio finale con discussione anche di relazioni di laboratorio

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <b>Insegnamento: CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI</b>  |   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO</b> |  |
| <b>SSD: ING-IND/21</b>  |   | <b>CFU: 6</b>   |  |
| <b>Anno di corso: II</b>  | <b>Tipologia di Attività Formativa: B</b> |   |  |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza   |   |   |  |
| <b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</b><br>Significato tecnico ed economico del processo di degradazione dei materiali. Aspetti generali della corrosione. Meccanismo elettrochimico. Reazioni. Aspetti termodinamici. Diagrammi di Pourbaix. Aspetti cinetici. Passivazione e passività. Accoppiamento galvanico. Corrosione uniforme. Corrosione per contatto galvanico. Corrosione per vaiolatura. Crevice. Corrosione selettiva. Corrosione sotto sforzo, Corrosione fatica. Danneggiamento da idrogeno. Corrosione atmosferica. Degrado del calcestruzzo. Metodi di valutazione della velocità di corrosione. Perdita in peso, Curve potenziodinamiche, resistenza di polarizzazione, rette di Tafel, diagrammi di Evans, Misure in A.C., |   |   |  |

spettroscopia di impedenza elettrochimica. Modifica della fase metallica. Rivestimenti metallici, Rivestimenti organici, Strati di conversione, Inibitori, Zincatura.

**Obiettivi formativi.** Il corso è finalizzato all'acquisizione delle conoscenze fondamentali del comportamento dei materiali, della loro affidabilità e durabilità nel corso della loro vita in esercizio. Gli argomenti trattati durante il corso comprendono sia aspetti termodinamici sia cinetici e coprono un ampio settore dei materiali correntemente impiegati in diversi comparti industriali e civile. Durante il corso saranno esaminati e discussi diversi casi di interesse industriale. Sono, inoltre, previste esercitazioni di laboratorio con partecipazione diretta degli allievi.

**Propedeuticità in ingresso:** nessuna

**Propedeuticità in uscita:** nessuna

**Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.** Colloquio orale

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <b>Insegnamento: BIOMATERIALI</b>   |   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento:<br/>ITALIANO</b> |  |
| <b>SSD: ING-IND/34</b>  |   | <b>CFU: 6</b>   |  |
| <b>Anno di corso: I o II</b>  | <b>Tipologia di Attività Formativa: D</b> |   |  |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza   |   |   |  |
| <b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</b><br>I tessuti biologici: relazione composizione-struttura-proprietà dei tessuti: descrizione chimica-morfologica, proprietà meccaniche, anisotropia dei tessuti, reologiche, di trasporto. Bio-Materiali: Materiali metallici, polimerici, compositi e ceramici. Effetto della composizione chimica, struttura, processo di trasformazione sulle prestazioni dei biomateriali. Comportamento dei materiali in relazione alle trasformazioni chimiche e ai gruppi funzionali. Biocompatibilità. Interazioni tessuto-materiale. Protesi: fondamenti di progettazione e tecnologie di preparazione, sterilizzazione. Protesi in campo ortopedico, cardiovascolare, dentario. Tecniche e tecnologie di produzione di biomateriali per protesi e per medicina rigenerativa e rilascio controllato dei farmaci. |   |   |  |
| <b>Obiettivi formativi.</b><br>Il corso è finalizzato ad acquisire le conoscenze delle principali proprietà e caratteristiche dei biomateriali, della natura delle interazioni fra questi e i tessuti biologici e dei criteri di progettazione di sistemi artificiali in relazione al recupero funzionale del tessuto o organo da sostituire, integrare o riabilitare.  |   |   |  |
| <b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna  |   |   |  |
| <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna  |   |   |  |
| <b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.</b> Prove in itinere e/o prova finale; colloquio.  |   |   |  |

|  |                                    |  |
|--|------------------------------------|--|
| <b>Insegnamento: INGEGNERIA DEI MATERIALI NANOFASICI PER L'ENERGETICA E LA SENSORISTICA</b>  |                                    | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento:</b><br>Italiano |
| SSD: ING-IND/22  |                                    | CFU: 6   |
| Anno di corso: I o II  | Tipologia di Attività Formativa: D |  |
| Modalità di svolgimento: In presenza   |                                    |  |
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>“Il settore si interessa dell’attività scientifica e didattico-formativa nel campo della Scienza e Tecnologia dei Materiali.”</p> <p>“Il settore racchiude la globalità degli aspetti culturali e professionali relativi alla scienza ed alla tecnologia dei materiali sia strutturali che funzionali, aventi interesse tecnico e ingegneristico per” [...] “l’energia e l’ambiente”</p> <p>“Più specificamente, sono in esso incluse le competenze connesse con le relazioni tra struttura a tutte le scale dimensionali (dal nano al macro), formulazione, processo, prestazioni e proprietà chimiche” [...] “fisiche,” [...] “le tecnologie di produzione” [...] “il comportamento in servizio”</p> <p>“Sono di pertinenza del settore i materiali metallici, ceramici, polimerici, semiconduttori e le relative leghe, combinazioni multimateriali e compositi, sia naturali che artificiali, trattamenti superficiali con e senza apporto di materiali, e l’insieme delle metodologie, tecniche e trattamenti destinati alla funzionalizzazione.”</p> <p>“È inoltre patrimonio del settore il complesso delle conoscenze relative alle interfacce dei sistemi ibridi inorganici-organici-biologici e le competenze riguardanti i materiali per la conversione, l'accumulo e la conservazione dell'energia”</p> |                                    |  |
| <p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Il corso ha come obiettivo quello di mostrare le molteplici potenzialità della formazione di nanofasi nei materiali per applicazioni energetiche e sensoristiche. Partendo dai processi di produzione delle nanofasi e alla caratterizzazione dei materiali nanofasici si arriverà a dimostrarne i vantaggi in specifiche applicazioni. Gli studenti avranno una panoramica di insieme su quelli che saranno i materiali del futuro nelle tecnologie optoelettroniche per la conversione, lo stoccaggio di energia e la sensoristica.</p>  |                                    |  |
| <b>Propedeuticità in ingresso:</b>   |                                    |  |
| <b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:</b> Esame orale.  |                                    |  |

|  |                                    |  |
|--|------------------------------------|--|
| <b>Insegnamento: LABORATORIO AVANZATO DI NANOMATERIALI E NANOSTRUTTURE</b> |                                    | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento:</b><br>ITALIANO |
| SSD: FIS/03  |                                    | CFU: 6   |
| Anno di corso: I o II  | Tipologia di Attività Formativa: D |  |
| Modalità di svolgimento: in presenza                                       |                                    |  |

|   |
|---|
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</b></p> <p>Richiami conducibilità in dispositivi a 2 e 3 terminali, Spettroscopia di impedenza e cavità risonanti<br/> Analisi dati, Best fit minimi quadrati su funzioni lineari e esponenziali, test del <math>\chi^2</math>.<br/> Materiali nanostrutturati, con diversa dimensionalità (materiali organici e forme allotropiche del carbonio, Materiali ibridi Organici/inorganici) aventi diverse funzionalità (metalliche, ferroelectriche, magnetiche, superconduttive) e per diverse applicazioni (elettronica biosensoristica, robotica).<br/> Tecniche di deposizione di film sottili organici (stampa, ricoprimento evaporazione, MBE, SUMBE, PLD). Caratterizzazione Morfologica strutturale, AFM , XRD.<br/> Tecniche di caratterizzazioni elettriche d.c., a.c e a microonde. Modello SCLC, balistico e modello UDR. Capacità e conduttanza quantistica. Tecniche litografiche, litografia soffice e nanolitografia, Cenni su Dispositivi Quantistici e altre applicazioni emergenti.</p> |
| <p><b>Obiettivi formativi.</b></p> <p>Obiettivo dell'insegnamento è quello di fornire allo studente una panoramica sulle proprietà elettroniche dei materiali nanostrutturati, le tecniche fisiche di deposizione e di caratterizzazione di interesse per l'elettronica, la sensoristica e robotica soffice e dei dispositivi ad essi correlati. Particolare attenzione viene allo studio e al ruolo della dimensionalità ridotta e del drogaggio dei materiali. L'attenzione sarà rivolta allo apprendimento anche pratico di deposizione di film sottili dei materiali organici dei materiali 2D, della loro caratterizzazione e alla realizzazione di dispositivi elettronici a 2 e 3 terminali anche quantistici e all'analisi dei dati.</p>  |
| <p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna<br/> <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna</p>   |
| <p><b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.</b> Discussione di un elaborato</p>   |

|  |   |
|--|---|
| <b>Insegnamento: MATERIALI PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE</b> | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO</b> |
| <b>SSD: ING-IND/22</b>                                     | <b>CFU: 6</b>   |
| <b>Anno di corso: I o II</b>                               | <b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>               |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza                |   |

|   |
|---|
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</b></p> <p>Il corso si propone di introdurre lo studente allo studio dei materiali e delle tecnologie di interesse nel settore ambientale.</p> <p>Nella parte introduttiva sarà affrontata la problematica dell'inquinamento, mediante una panoramica sulle possibili cause di contaminazione, tipologie di inquinanti e potenziali effetti sull'ambiente e sulla salute.</p> <p>Verranno quindi presentate differenti tecniche di <i>monitoring</i> e <i>remediation</i>, centrando l'attenzione sui materiali – convenzionali e innovativi – utilizzati per la decontaminazione di aria, acqua e suolo. In particolare, saranno presentate le tecniche di sintesi, funzionalizzazione e caratterizzazione della famiglia dei materiali porosi e nanostrutturati (organici, inorganici e ibridi), nonché le relative tecnologie applicative.</p> <p>Si mostreranno, infine, possibili criteri di selezione di materiali per la tutela ambientale sulla base del sistema in esame e del suo grado/tipo di contaminazione.</p> <p>A corredo delle conoscenze teoriche, il corso prevede l'analisi di casi studio con esercitazioni numeriche ed esperienze pratiche di laboratorio.</p>  |
| <p><b>Obiettivi formativi.</b></p> <p><i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i> Acquisire consapevolezza dei materiali impiegati nei diversi ambiti della tutela ambientale, in relazione alle tecniche di sintesi, funzionalizzazione e caratterizzazione e alle metodologie applicative.</p> <p><i>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</i> Dimostrare la capacità di applicare le conoscenze acquisite per il monitoraggio, la salvaguardia e l'eventuale ripristino di sistemi ambientali anche complessi.</p> <p><i>Autonomia di giudizio:</i> Acquisire consapevolezza e capacità critica in fase di selezione dei materiali e delle tecnologie più idonee per il recupero di sistemi ambientali sulla base di dati relativi al grado di contaminazione e alla tipologia di inquinanti presenti.</p> <p><i>Abilità comunicative:</i> Sviluppare la capacità di interazione/confronto e l'abilità nell'illustrare/trasmettere in forma scritta, verbale o con l'utilizzo di strumenti multimediali le conoscenze acquisite sui materiali e le metodiche per il monitoraggio, la protezione e il recupero dei sistemi ambientali a rischio.</p> <p><i>Capacità di apprendimento:</i> Acquisire la capacità di utilizzare differenti sorgenti informative (libri, letteratura scientifica, banche dati online) per ottenere dati aggiornati relativi alle tematiche proposte ed elaborare in modo autonomo e critico le informazioni raccolte.</p> |
| <p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna</p> <p><b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna</p>   |
| <p><b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.</b> Colloquio finale.</p>   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Insegnamento:</b> SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO FLUIDODINAMICO DEI MATERIALI | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento:</b> Italiano |
| <b>SSD:</b> ING-IND/26  | <b>CFU:</b> 6   |
| <b>Anno di corso:</b> I o II  | <b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D               |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> In presenza                                     |   |

|   |
|---|
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b><br/>         Metodi matematici per l'analisi, la modellistica, l'identificazione e la simulazione, anche con metodi numerici, di sistemi dell'industria di processo. Caratterizzazione e sviluppo di processi per le industrie chimiche, biotecnologiche, alimentari, farmaceutiche e per la produzione e trasformazione dei materiali.</p>               |
| <p><b>Obiettivi formativi:</b><br/>         Il corso si propone di:<br/>         (i) sviluppare modelli matematici avanzati per problemi fluidodinamici.<br/>         (ii) fornire i concetti fondamentali su come effettuare simulazioni numeriche per problemi fluidodinamici.<br/>         (iii) insegnare ad usare software di fluidodinamica computazionale per risolvere problemi fluidodinamici complessi di interesse per l'ingegneria dei materiali.</p> |
| <p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuno<br/> <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna</p>   |
| <p><b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:</b><br/>         Discussione di un elaborato progettuale</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <b>Insegnamento: SVILUPPO SOSTENIBILE DI MATERIALI POLIMERICI</b>   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano</b> |
| <b>SSD: CHIM/07</b>   | <b>CFU: 6</b>   |
| <b>Anno di corso: I o II</b>  | <b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>               |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> In presenza   |   |
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b><br/>         In linea con la declaratoria dell'SSD, il programma comprende una serie di argomenti raggruppabili in 3 macrotematiche: 1) chimica e tecnologia dei materiali organici sostenibili biodegradabili o derivati da fonti naturali o biomasse, finalizzata ad una maggiore sostenibilità ambientale e socio-economica. 2) formulazioni polimeriche sostenibili a base di additivi e filler bio-based e biodegradabili e nanocompositi sostenibili, 4) Progettazione di materiali bioibridi<br/>         3) Ciclo di vita dei materiali: metodologia LCA (Life Cycle Assessment) per la valutazione quantitativa della sostenibilità; gestione del fine vita e delle opzioni tecnologiche per la riduzione e il riutilizzo degli scarti.<br/>         Il corso si propone di fornire le conoscenze di base ed i criteri per la scelta, il progetto e la verifica di elementi strutturali rinforzati o realizzati con materiali e/o processi produttivi innovativi.<br/>         Conoscenza e capacità di comprensione</p> |   |
| <p><b>Obiettivi formativi:</b><br/>         Il corso si propone l'obiettivo di trattare gli aspetti fondamentali della scienza dei materiali organici sostenibili. Al termine del corso lo studente avrà acquisito competenze relative alla chimica e alla tecnologia dei polimeri da fonti rinnovabili, polimeri naturali, polimeri biodegradabili, loro compositi e nanocompositi e bioibridi. Verranno trattati gli aspetti chimici, tecnologici ed economico-sociali dell'utilizzo dei prodotti organici sostenibili e della conversione dei prodotti di scarto in materiali ad elevato valore aggiunto. Il corso offre inoltre una visione "olistica" delle problematiche industriali associando gli aspetti relativi alla "green economy" con le procedure del LCA (Life Cycle Assessment) dei materiali per una valutazione generale della sostenibilità ambientale dei materiali organici.</p>  |   |

|   |
|---|
| <b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuno  |
| <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna  |
| <b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:</b><br>Discussione di un elaborato progettuale |

|   |  |
|---|--|
| <b>Insegnamento:</b> SIMULAZIONE MOLECOLARE DI MATERIALI  | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento:</b><br>Italiano |
| <b>SSD:</b> CHIM/04   | <b>CFU:</b> 6  |
| <b>Anno di corso:</b> I o II  | <b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D                  |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> In presenza   |  |
| <b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</b><br>1) Cenni storici sulla nascita della simulazione molecolare. Nozioni di base di meccanica statistica. Superficie di energia potenziale di un sistema molecolare 2) Condizioni al contorno ed effetti di bordo 3) Campi di forza 4) Ensemble termodinamici e loro implementazione numerica 5) Metodi ed approssimazioni per ridurre il costo computazionale di simulazioni molecolari 5) Simulazione di un fluido di Lennard-Jones 6) Constraints, cut-off ed altri metodi per il trattamento di modelli molecolari realistici 7) Le interazioni elettrostatiche 8) Simulazione di un modello realistico su scala molecolare 9) Metodi coarse-graining per materiali polimerici. |  |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>L'insegnamento si propone di fornire introdurre lo studente alle tecniche di simulazione molecolare. Conoscenza dell'impianto teorico, delle tecniche numeriche e degli algoritmi principali alla base dei metodi di simulazione molecolare. Familiarizzazione con alcuni codici numerici per la simulazione molecolare.   |  |
| <b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuno  |  |
| <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna  |  |
| <b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:</b> colloquio orale  |  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Insegnamento:</b> ELEMENTI DI MODELLAZIONE NUMERICA PER L'INGEGNERIA   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento:</b><br>Italiano |
| <b>SSD:</b> ING-IND/22  | <b>CFU:</b> 6  |
| <b>Anno di corso:</b> I o II  | <b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D                  |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> In presenza   |  |
| <b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b><br>Introduzione all'ambiente Matlab: grafica e programmazione, uso del tool simbolico, funzioni predefinite in Matlab per la minimizzazioni di funzioni e per regressioni non lineari di dati sperimentali, cenni di teoria e funzioni predefinite in Matlab sull'interpolazione polinomiale e sulle splines, cenni su metodi di integrazione numerica di funzioni di R->R e corrispondenti funzioni predefinite in Matlab, implementazione del metodo di Gauss-Jordan, teoria ed implementazione di codici di metodi di punto fisso e di bracketing per la risoluzione di un'equazione non lineare in |  |

campo reale, funzioni predefinite del Matlab per la risoluzione di sistemi di equazioni di  $R^n \rightarrow R^m$ , introduzione ai metodi alle differenze finite per problemi di Cauchy: metodi di Eulero esplicito ed implicito, studio della stabilità dei suddetti metodi, cenni sui metodi di Runge-Kutta, definizione di problemi stiff, utilizzo di funzioni predefinite in Matlab per la risoluzione di sistemi di ODE di primo ordine, utilizzo di tali funzioni per risolvere problemi di Cauchy per una ODE di ordine  $>1$ , teoria sulla zero stabilità, teorema di Lax su stabilità, convergenza e consistenza per metodi espliciti a passo costante, studio convergenza di Eulero esplicito in presenza di errori di round-off, metodi numerici alle differenze finite e di shooting per risoluzione di boundary problems di ordine 2, cenni sul MOL per risolvere PDE paraboliche (applicazione al trasporto di calore).

**Obiettivi formativi:**

Al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di implementare autonomamente ed in modo consapevole in ambiente Matlab codici numerici per la risoluzione di problemi ingegneristici: risoluzione di problemi di regressione non lineare di dati sperimentali mediante modelli teorici propri della meccanica e termodinamica del continuo, risoluzione mediante metodi numerici di sistemi di equazioni algebriche non lineari in campo reale, risoluzione mediante metodi alle differenze finite di problemi di Cauchy associati a sistemi di equazioni differenziali ordinarie di ordine  $\geq 1$  in campo reale, risoluzione mediante metodi alle differenze finite e di shooting di boundary problems in campo reale, utilizzare il MOL per risolvere PDE di tipo paraboliche. In particolare, lo studente implementerà codici sviluppati autonomamente a lezione integrandoli con l'utilizzo di funzioni predefinite del Matlab. I problemi di regressione e di risoluzione di equazioni algebriche non lineari si incentreranno sulla risoluzione di equazioni di stato finalizzate alla determinazione delle proprietà di equilibrio di fluidi in condizioni sub e supercritiche, (ad es. determinazione di densità di acqua vapore in funzione di P,T mediante EoS di recentissima derivazione dalla meccanica statistica, di cui verranno fornite durante le esercitazioni le informazioni strettamente necessarie al loro utilizzo); i problemi di tipo differenziali analizzeranno problemi non lineari di tipo stiff e non stiff, con particolare enfasi a problemi classici della meccanica: sistemi molla-smorzatore, pendolo fisico, e della termodinamica: trasporto di calore in mezzi continui omogenei ed eterogenei (compositi), trasporto di massa in mezzi continui. Anche in tal caso verranno fornite allo studente le informazioni strettamente necessarie all'implementazione di tali modelli durante il corso.

**Propedeuticità in ingresso:** nessuno

**Propedeuticità in uscita:** nessuna

**Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:**

Discussione di un elaborato progettuale

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <b>Insegnamento: MATERIALI INNOVATIVI PER APPLICAZIONI STRUTTURALI</b> |  | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano</b> |  |
| <b>SSD: ICAR/09</b>  |  | <b>CFU: 6</b>   |  |
| <b>Anno di corso: I o II</b>   |  | <b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>               |  |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> In presenza                            |  |   |  |

|  |
|--|
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b><br/> Materiali innovativi per le costruzioni: calcestruzzi ad alte prestazioni fibro-rinforzati; elementi strutturali ottenuti attraverso additive manufacturing del calcestruzzo; compositi fibro-rinforzati (FRP); proprietà meccaniche, sicurezza strutturale, fattori di sicurezza. Principi di progetto e verifica di elementi strutturali con uso di materiali e/o processi produttivi innovativi. Principi di progetto e verifica del rinforzo con FRP, FRCM, FRC per elementi in cemento armato e muratura.</p>  |
| <p><b>Obiettivi formativi:</b><br/> Il corso si propone di fornire le conoscenze di base ed i criteri per la scelta, il progetto e la verifica di elementi strutturali rinforzati o realizzati con materiali e/o processi produttivi innovativi. Conoscenza e capacità di comprensione. Acquisire le conoscenze di base inerenti al progetto e la verifica di elementi strutturali realizzati con materiali e/o processi innovativi mediante lezioni frontali, esercitazioni in laboratorio, studio individuale, svolgimento numerico di esercizi proposti. Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Dimostrare la effettiva capacità di applicare le conoscenze acquisite alla corretta progettazione di elementi strutturali rinforzati, in condizioni di servizio e ultime.<br/> Autonomia di giudizio. Essere capaci di valutare gli approcci più adeguati alla selezione e progetto di elementi strutturali rinforzati e non, nelle condizioni di servizio e ultime, ottenuti con materiali e/o processi produttivi innovativi.<br/> Abilità comunicative. Imparare a trasmettere, in forma scritta, verbale e multimediale, le proprie idee, gli approcci adottati ed i risultati conseguiti<br/> Capacità di apprendimento. Aggiornare le proprie conoscenze sul tipo ed uso dei materiali innovativi per le strutture mediante consultazione di libri, appunti, pubblicazioni scientifiche e normative tecniche; acquisire un livello di maturità cognitiva sufficiente a seguire con profitto i corsi successivi.</p> |
| <p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuno<br/> <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna</p>  |
| <p><b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:</b><br/> Prova orale e pratica</p>   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Insegnamento: MATERIALI E TECNICHE PER LA TUTELA DEI BENI CULTURALI</b>  | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano</b> |
| <b>SSD: ING-IND/22</b>  | <b>CFU: 9</b>   |
| <b>Anno di corso: I o II</b>  | <b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>               |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> In presenza   |   |
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b><br/> Origine ed evoluzione dei principali materiali in uso nel patrimonio storico. Classificazione, proprietà ed impieghi dei materiali nei beni culturali. Inquinanti e meccanismi fisici e chimici del degrado dei materiali. Effetti dell'umidità e dei sali solubili, effetti dei gas e del particolato presente nell'aria, effetti dell'irradiazione termica e luminosa. Le tecniche diagnostiche per la caratterizzazione dei materiali antichi e dei loro prodotti di trasformazione nel tempo. Tecniche distruttive: XRD, SEM, analisi termiche, analisi porosimetriche. Tecniche non distruttive: macrofotografia, termografia, indagine ultrasonica. Valutazione della durabilità con tecniche di invecchiamento accelerato. Valutazione dei risultati diagnostici ai fini del recupero e della</p> |   |

|   |
|---|
| conservazione dei materiali. Materiali protettivi e consolidanti. Valutazione della compatibilità fisica, chimica e biologica dei materiali con lo stato dei manufatti. Criteri di valutazione ai fini dell'intervento di recupero.   |
| <p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione - Lo studente acquisirà consapevolezza dei materiali impiegati nel costruito storico, della loro evoluzione nel tempo e dei principali meccanismi che regolano il loro degrado chimico e fisico.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione - Lo studente acquisirà la capacità di individuare le tipologie di materiali in uso nel costruito storico, le principali cause chimiche e fisiche di degrado e le metodologie diagnostiche di supporto.</p> <p>Autonomia di giudizio - Al termine del corso lo studente avrà sviluppato una specifica capacità critica nell'identificare le cause dei fenomeni di degrado di materiali naturali ed artificiali in uso negli edifici storici. Acquisirà inoltre coscienza dell'importanza dell'uso specifico della diagnostica distruttiva e non distruttiva nello studio dei materiali e dei loro prodotti di trasformazione e nella progettazione di un efficiente intervento di restauro</p> <p>Abilità comunicative - Nel corso delle lezioni frontali, delle esperienze in laboratorio e delle attività seminariali lo studente è sollecitato ad interagire con i relatori per sviluppare le sue capacità di confronto su tematiche di carattere generale e specifico.</p> <p>Capacità di apprendere - Durante il corso lo studente comprenderà come i fondamenti teorici e concettuali unitamente alla normativa vigente e alla recente letteratura scientifica possano essere utilizzati per la comprensione di problemi legati alla tutela dei beni culturali.</p> |
| <p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuno</p> <p><b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna</p>   |
| <p><b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:</b></p> <p>Prova scritta finale con eventuale discussione di elaborato progettuale</p>  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Insegnamento:</b><br><b>MATERIALI E TECNOLOGIE PER IL FOTVOLTAICO</b>   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento:</b><br>Italiano |
| <b>SSD:</b> ING-IND/22   | <b>CFU:</b> 6  |
| <b>Anno di corso:</b> I o II   | <b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D                  |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> In presenza  |  |
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>“Il settore si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa nel campo della Scienza e Tecnologia dei Materiali.”</p> <p>“Il settore racchiude la globalità degli aspetti culturali e professionali relativi alla scienza ed alla tecnologia dei materiali sia strutturali che funzionali, aventi interesse tecnico e ingegneristico per” [...] “l'energia e l'ambiente”</p> <p>“Più specificamente, sono in esso incluse le competenze connesse con le relazioni tra struttura a tutte le scale dimensionali (dal nano al macro), formulazione, processo, prestazioni e proprietà chimiche” [...] “fisiche,” [...] “le tecnologie di produzione” [...] “il comportamento in servizio”</p> <p>“Sono di pertinenza del settore i materiali metallici, ceramici, polimerici, semiconduttori e le relative leghe, combinazioni multimateriali e compositi, sia naturali che artificiali, trattamenti</p> |  |

superficiali con e senza apporto di materiali, e l'insieme delle metodologie, tecniche e trattamenti destinati alla funzionalizzazione.”

“È inoltre patrimonio del settore il complesso delle conoscenze relative alle interfacce dei sistemi ibridi inorganici-organici-biologici e le competenze riguardanti i materiali per la conversione, l'accumulo e la conservazione dell'energia”

**Obiettivi formativi:**

Il corso ha l'obiettivo di formare i futuri dirigenti nel settore delle energie rinnovabili e del fotovoltaico in particolare.

Partendo dai concetti fondamentali della conversione della energia solare in energie elettrica, si esploreranno le soluzioni più moderne per aumentare l'efficienza e la diffusione del solare fotovoltaico su larga scala. L'obiettivo del corso è creare la consapevolezza che siamo all'alba di una rivoluzione energetica con enormi e nuove opportunità di lavoro a cui vogliamo preparare gli studenti.

**Propedeuticità in ingresso:** nessuna

**Propedeuticità in uscita:** nessuna

**Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:** Esame orale.

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <b>Insegnamento:</b><br><b>MATERIALI E TECNOLOGIE PER IL PACKAGING</b>  |  | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento:</b><br><b>Italiano</b> |  |
| <b>SSD: ING-IND/22</b>  |  | <b>CFU: 6</b>   |  |
| <b>Anno di corso: II</b>  |  | <b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>                         |  |
| <b>Modalità di svolgimento: in presenza</b>   |  |   |  |
| <b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</b><br>Coerentemente con la declaratoria dell'SSD, i contenuti del corso racchiudono “la globalità degli aspetti culturali e professionali relativi alla scienza ed alla tecnologia dei materiali” per il settore dell'imballaggio. Più specificamente, sono trattate le relazioni tra struttura a tutte le scale dimensionali (dal nano al macro), formulazione, tecnologie di produzione, prestazioni e proprietà (...)” di manufatti realizzati con i materiali di pertinenza del settore, con particolare riferimento ai “materiali metallici, ceramici, polimerici (...), combinazioni multimateriali e compositi.” |  |   |  |

|   |
|---|
| <p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione. Lo studente deve dimostrare di conoscere: (i) le varie classi di materiali per il packaging, evidenziandone vantaggi e svantaggi in relazione alla destinazione d'uso; (ii) le principali tecnologie di trasformazione dei materiali per il packaging; (iii) l'impatto ambientale di prodotti e processi nell'industria del packaging.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Lo studente deve essere in grado di: (i) individuare materiali e processi più adatti alla realizzazione di imballaggi per varie destinazioni d'uso; (ii) proporre analisi sperimentali adatte allo studio delle caratteristiche degli imballaggi.</p> <p>Autonomia di giudizio. Lo studente deve (i) saper analizzare con spirito critico le prestazioni di un imballaggio e (ii) proporre soluzioni alternative per minimizzarne l'impatto ambientale preservando le prestazioni.</p> <p>Abilità comunicative. Lo studente deve saper comunicare con proprietà di linguaggio ad interlocutori tecnici e non, proponendo soluzioni innovative e a ridotto impatto ambientale con competenza e capacità di persuasione.</p> <p>Capacità di apprendimento. Lo studente deve essere in grado di aggiornarsi o ampliare le proprie conoscenze nel campo dei materiali polimerici attingendo in maniera autonoma a testi e articoli scientifici; (ii) consultare schede tecniche e documentazione di laboratorio</p> |
| <p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna</p> <p><b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna</p>   |
| <p><b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:</b> Scritto con 4 - 6 domande a risposta aperta, seguito da colloquio orale con approfondimento dei materiali e delle tecnologie relativi a un imballaggio a scelta dello studente.</p>   |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <b>Insegnamento: MECCANICA DEI FLUIDI COMPLESSI</b>  |   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: italiano</b> |  |
| <b>SSD: ING-IND/24</b>   |   | <b>CFU: 6</b>   |  |
| <b>Anno di corso: I o II</b>   | <b>Tipologia di Attività Formativa: D</b> |   |  |
| <b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>   |   |   |  |
| <p>Il settore ha come oggetto il "Basic Process Design", ovvero lo sviluppo di metodologie e tecnologie dell'industria di processo sulla base dei fenomeni fisici, chimici e biologici che ne caratterizzano le specifiche trasformazioni. Competenze caratterizzanti includono la meccanica dei fluidi newtoniani, non newtoniani e dei sistemi polifasici. Le applicazioni sono rivolte non solo all'industria di processo, ma anche all'ingegneria ambientale e biomedica e sono finalizzate allo sviluppo di nuove tecnologie che rispondano a esigenze economiche, energetiche e di compatibilità ambientale.</p> |   |   |  |
| <b>Obiettivi formativi:</b>  |   |   |  |
| <p>Il corso si propone di fornire agli studenti nozioni specialistiche riguardanti il comportamento di fluidi complessi in flusso, con particolare attenzione al legame tra microstruttura e proprietà macroscopiche dei fluidi in esame. Verranno presentati fluidi complessi di interesse per l'ingegneria chimica e dei materiali, in ambito industriale, biomedico e farmaceutico e nuove tecnologie per la loro caratterizzazione.</p>  |   |   |  |
| <b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna   |   |   |  |
| <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna   |   |   |  |
| <b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:</b> Esame orale   |   |   |  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Insegnamento: ORGANI ARTIFICIALI E PROTESI</b>  |   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: italiano</b> |
| <b>SSD: ING-IND/34</b>   |   | <b>CFU: 6</b>   |
| <b>Anno di corso: I o II</b>   | <b>Tipologia di Attività Formativa: D</b> |   |
| <b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b><br>Richiami delle relazioni struttura-proprietà-funzione di organi naturali. Anisotropia meccanica e viscoelasticità dei tessuti. Richiami sui biomateriali metallici e polimerici. Meccanica del Continuo: richiami di algebra vettoriale e tensoriale; cinematica e dinamica. Equazioni costitutive, oggettività e strain energy functions. Materiali incomprimibili e materiali comprimibili. Palloni per angioplastica. Protesi vascolari. Protesi Valvolari. Sistemi di supporto all'attività cardiaca. Cuore Artificiale. Tendini e legamenti. Protesi d'anca. Mezzi per osteosintesi. Disco intervertebrale. Protesi oftalmiche. Norme, requisiti e verifiche di dispositivi medici. |   |   |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Il corso integra le conoscenze inerenti le tecnologie, i materiali e i criteri di progettazione di sistemi artificiali in relazione al recupero funzionale del tessuto o organo fisiopatologico da sostituire, integrare o riabilitare. Il corso fornisce inoltre tecniche di progettazione integrata di protesi sia nel caso di tessuti "duri" che nel caso di tessuti "molliti".  |   |   |
| <b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna   |   |   |
| <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna   |   |   |
| <b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:</b> colloquio orale   |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Insegnamento: SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO STRUTTURALE DEI MATERIALI</b>   |   | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: italiano</b> |
| <b>SSD: ICAR/08</b>  |   | <b>CFU: 6 CFU</b>                                       |
| <b>Anno di corso: I o II</b>   | <b>Tipologia di Attività Formativa: D</b> |   |
| <b>Modalità di svolgimento: In presenza</b>  |   |   |
| <b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b><br>Nell'ambito dei contenuti dell'SSD ICAR/08 Scienza delle Costruzioni, il corso si occupa in particolare dello sviluppo e della divulgazione di strumenti scientifici innovativi che consentano di affrontare i problemi legati alla determinazione del comportamento meccanico dei materiali (modellazione costitutiva, risposta alle azioni esterne, ottimizzazione di forma e topologica).   |   |   |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Il corso mira a fornire gli strumenti essenziali di modellazione e analisi computazionale nell'ambito della meccanica del continuo delle strutture, considerando alcune problematiche di interesse nella scienza ed ingegneria dei materiali. Partendo da richiami di meccanica del continuo, lo scopo del corso è quello di illustrare i principali approcci alla modellazione teorica ed alle strategie numeriche, anche basata sul Metodo degli Elementi Finiti (FEM), per la determinazione degli stati di sforzo e di deformazione in strutture monodimensionali (travi e telai), bidimensionali e tridimensionali, anche con riferimento a materiali differenti. Il corso ha come obiettivo la introduzione a problematiche relative alla modellazione strutturale dei materiali. Il percorso formativo mira a fornire le conoscenze teoriche e gli strumenti computazionali utili alla risoluzione di problemi strutturali di interesse per l'ingegnere dei materiali. |   |   |

|  |
|--|
| <b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna   |
| <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna   |
| <b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:</b> l'esame si svolge a fine corso e consiste di un colloquio orale con discussione dell'elaborato progettuale sviluppato durante il corso. |

|  |   |
|--|---|
| <b>Insegnamento:</b> TRATTAMENTI SUPERFICIALI DEI MATERIALI  | <b>Lingua di erogazione dell'Insegnamento:</b> Italiano |
| <b>SSD:</b> ING-IND/21   | <b>CFU:</b> 6 CFU                                       |
| <b>Anno di corso:</b> I o II   | <b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D               |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza  |   |
| <p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b><br/> Energia superficiale, definizione e determinazione. Bagnabilità, adesione. Trattamenti superficiali di materiali inorganici ed organici. Deposizione fisica da fase vapore (Physical Vapour Deposition): Evaporazione sottovuoto, Sputtering, Bombardamento ionico. Esempi di applicazioni industriali: metallizzazione dei film per imballaggio, riporto di film sottili, riporti duri. Deposizione chimica da fase vapore, Chemical Vapour Deposition (CVD), attivazione/deposizione assistita da plasma. Esempi di applicazioni industriali: deposizione di strati barriera su film per l'imballaggio, verniciatura dei materiali polimerici, riporti diamond-like, sintesi di "polimeri" via plasma, rivestimenti emocompatibili, bioadesione, rivestimento di lenti a contatto. Rivestimenti nanostrutturati. Trattamenti superficiali del titanio e dell'alluminio. Tecniche indagine superficiale: XPS, SEM, TEM, misura dell'angolo di contatto, misura della rugosità, AFM, valutazione dell'adesione, misura dello spessore di film sottili. Nell'ambito delle attività del corso, sono previste visite presso aziende del settore.</p> |   |
| <p><b>Obiettivi formativi:</b><br/> Il corso di Trattamenti Superficiali dei Materiali ha lo scopo di fornire all'allievo le acquisizioni delle conoscenze fondamentali per la scelta delle tecnologie di modifica delle superfici e l'analisi delle sue proprietà prima e dopo la modifica apportata. Enfasi è posta sulla descrizione delle tecnologie innovative volte all'ottenimento di proprietà di superficie differenti da quelle del materiale base e tali da conferire al manufatto particolari proprietà funzionali e/o estetiche.</p>  |   |
| <b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna   |   |
| <b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna   |   |
| <b>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:</b> discussione di un elaborato progettuale   |   |



## ALLEGATO 2.2

# REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO IN INGEGNERIA DEI MATERIALI CLASSE LM-53 INGEGNERIA DEI MATERIALI

**Scuola:** Politecnica e delle Scienze di Base

**Dipartimento:** Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale (DICMaPI)

**Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 23-24**

|  |   |
|--|---|
| <b>Attività formativa:</b> ex art. 10, comma 5, lettera d  | <b>Lingua di erogazione dell'Attività:</b> italiano |
| <b>Attività:</b> altre attività formative: conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro   | <b>CFU:</b> 6                                       |
| <b>Anno di corso:</b> II   | <b>Tipologia di Attività Formativa:</b> F           |
| <b>Modalità di svolgimento:</b> in presenza  |   |
| <b>Contenuti dalla Attività coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b><br>Le ulteriori attività formative possono prevedere l'acquisizione di ulteriori conoscenze linguistiche, di abilità informatiche e telematiche, la partecipazione a tirocini formativi intramoenia, tirocinio extramoenia, o la partecipazione ad attività extracurricolari quali iniziative didattiche e cicli seminariali, corsi MOOC e iniziative di team building.  |   |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Acquisire competenza trasversali e soft skills (ad esempio, ulteriori conoscenze linguistiche, abilità informatiche e telematiche, capacità di team building) utili all'inserimento nel mondo del lavoro; acquisizione di conoscenze specialistiche con affiancamento a personale impegnato in attività di progettazione, produzione e gestione di impianti di produzione o di ricerca al fine di avere un primo approccio con il modo lavorativo; acquisizione di conoscenze specialistiche con l'affiancamento al personale docente e ricercatore nella conduzione di attività di ricerca e sviluppo.                               |   |
| <b>Propedeuticità in ingresso:</b> nessuna<br><b>Propedeuticità in uscita:</b> nessuna   |   |
| <b>Tipologia delle prove di verifica del profitto:</b> prove di verifica (ad esempio, nel caso di corsi per l'acquisizione di ulteriori conoscenze linguistiche) o conseguimento di attestati di frequenza rilasciati da docenti (ad esempio, in caso di partecipazione a cicli di seminari e corsi organizzati in Ateneo), da piattaforme informatiche (ad esempio, piattaforma Federica Web Learning per i corsi MOOC), da Presidenti di associazioni (ad esempio, per le iniziative di team building quali Formula SAE o 1001Vela.), da personale di aziende e enti esterni presso i quali lo studente ha eventualmente svolto attività di tirocinio extramoenia. |   |

