



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO

INGEGNERIA DEI MATERIALI

CLASSE LM-53

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della produzione Industriale

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 25-26

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 per il riconoscimento dei crediti acquisiti in altri Corsi di Studio della stessa classe
Art. 14	Criteri per il riconoscimento dei crediti acquisiti in CdS di diversa classe, in CdS universitari e di livello universitario, attraverso corsi singoli, presso Università telematiche e in CdS internazionali; criteri per il riconoscimento di crediti per attività extra-curricolari
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 ed è erogato in modalità convenzionale, in italiano.
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

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 grado di affrontare le problematiche proprie dell'Ingegneria industriale, con particolare riferimento all'Ingegneria dei Materiali. Il Corso 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 e 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 (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 metalli, sugli aspetti relativi alla sostenibilità ambientale dei materiali, e su tematiche di frontiera quali le tecnologie molecolari applicabili a materiali avanzati e le nanotecnologie per l'elettronica. 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 possono essere sostenute sia al primo che al secondo anno.

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 presso università e centri di ricerca stranieri presso cui sussistono collaborazioni con i docenti del Corso di Studi.

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 e avanzati. Tali competenze s’innestano su solide conoscenze delle materie di base, 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 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 ed 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. In riferimento all’esercizio della libera professione e dell’insegnamento, la laurea magistrale in Ingegneria dei Materiali consente l’iscrizione all’albo degli Ingegneri nel settore dell’Ingegneria Industriale (previo superamento dell’esame di abilitazione). Inoltre, i laureati magistrali in possesso dei requisiti previsti dalla normativa vigente potranno partecipare alle prove d’accesso ai percorsi di formazione del personale docente per le scuole secondarie di primo e secondo grado.

Art. 4

Requisiti di ammissione e conoscenze richieste per l’accesso al Corso di Studio¹

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 inoltre previsti specifici criteri di accesso riguardanti a) il possesso di requisiti curricolari, e b) l’adeguatezza della personale preparazione dello studente, anche in riferimento alla documentata capacità di utilizzare correttamente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell’Unione Europea oltre l’italiano.

¹ Artt. 7, 13, 14 del Regolamento Didattico di Ateneo.

In riferimento al punto a), i requisiti curriculari sono automaticamente riconosciuti a studenti in possesso di Laurea della classe L09 (classe delle lauree in Ingegneria Industriale) che abbiano maturato un minimo di:

- 57 CFU nell'ambito dei seguenti settori scientifico-disciplinari (SSD): MAT/03, MAT/05, MAT/07, FIS/01, FIS/03, CHIM/07, ING-INF/05;

- 42 CFU nell'ambito dei seguenti SSD: CHIM/02, CHIM/03, CHIM/06, ICAR/08, ICAR/09, 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.

Art. 5

Modalità per l'accesso al Corso di Studio

1. La Commissione di Coordinamento Didattico del corso di norma disciplina i criteri di ammissione e l'eventuale programmazione delle iscrizioni, fatte salve differenti disposizioni di legge².
2. 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 istruttoria 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.

Fra i requisiti previsti è comunque compresa la documentata capacità di utilizzare correttamente, in forma scritta e orale, la lingua inglese. In mancanza di quest'ultima, allo studente sarà richiesto di recuperare il corrispondente debito formativo durante lo svolgimento del Corso di Studi.

In riferimento al punto b), l'adeguatezza della personale preparazione dello studente è automaticamente riconosciuta a: (i) studenti in possesso di Laurea che dà accesso al Corso di Laurea Magistrale conseguita presso l'Ateneo Federico II a completamento di Corso di Studi al quale l'interessato si è immatricolato anteriormente al 1° settembre 2011; (ii) studenti che non si trovino nella condizione precedente e la cui media voto M (ponderata sul numero di CFU dei voti conseguiti nel corso degli studi precedenti) e durata degli studi D1 (espressa in anni di corso e confrontata con la durata normale D2 del percorso di studi) soddisfino il seguente criterio:

- per studenti provenienti dalla Federico II: se $D1=D2$, allora M deve essere maggiore o uguale a 21/30; se $D1=D2+1$, allora M deve essere maggiore o uguale a 22.5/30; se D1 è maggiore o uguale a $D2+2$, allora M deve essere maggiore o uguale a 24/30;

² L'accesso programmato a livello nazionale è disciplinato dalla legge 264 del 1999 e successive modifiche e integrazioni.

- per studenti provenienti da altro Ateneo: M deve essere maggiore o uguale a 24/30 qualunque sia D1.

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 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. 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 lavoro³ per studente e comprende le ore di didattica assistita e le ore riservate allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale.

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 seguenti⁴:

- Lezione frontale: 8 ore per CFU;
- Attività di laboratorio: 8 ore per CFU;

Per le attività di Tirocinio, un CFU corrisponde a 25 ore di impegno formativo per ciascuno studente⁵. 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.

³ 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".

⁴ Il numero di ore tiene conto delle indicazioni presenti nell'Art. 6, c. 5 del RDA: "Per ogni CFU, delle 25 ore complessive, la quota da riservare alle attività per lo svolgimento dell'insegnamento deve essere: a) compresa tra le 5 e le 10 ore per le lezioni e le esercitazioni; b) compresa tra le 5 e le 10 ore per le attività seminariali; c) compresa tra le 8 e le 12 ore per le attività di laboratorio o attività di campo. Sono, in ogni caso, fatti salvi in cui siano previste attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico, diverse disposizioni di Legge o diverse determinazioni previste dai DD.MM."

⁵ 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.

Art. 8

Prove di verifica delle attività formative⁶

1. La Commissione di Coordinamento Didattico, nell'ambito dei limiti normativi previsti⁷, 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 schedine insegnamento e il calendario degli esami saranno resi noti agli studenti prima dell'inizio delle lezioni sul sito web del Dipartimento⁸.
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 Ateneo⁹.

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).

⁶ Art. 22 del Regolamento Didattico di Ateneo.

⁷ 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). Ai sensi del Regolamento Didattico di Ateneo, Art. 13 c. 4, per i Corsi di Laurea, "restano escluse dal conteggio le prove che costituiscono un accertamento di idoneità relativamente alle attività di cui all'Art. 10 c. 5 lettere c), d) ed e) del D.M. n. 270/2004 ivi compresa la prova finale per il conseguimento del titolo di studio". Per i Corsi di Laurea Magistrale e Magistrale a ciclo unico, invece, ai sensi del Regolamento Didattico di Ateneo, Art. 14 c. 7, "restano escluse dal conteggio degli esami le prove che costituiscono un accertamento di profitto relativamente alle attività di cui all'Art. 10 c. 5 lettere d) ed e) del D.M. n. 270/2004; l'esame finale per il conseguimento della Laurea Magistrale e Magistrale a ciclo unico rientra nel computo del numero massimo di esami".

⁸ Si richiama l'Art. 22 c. 8 del RDA in base al quale "il Dipartimento o la Scuola cura che le date per le verifiche di profitto siano pubblicate sul portale con congruo anticipo che di norma non può essere inferiore a 60 giorni prima dell'inizio di ciascun periodo didattico e che sia previsto un adeguato periodo di tempo per l'iscrizione all'esame che deve essere di norma obbligatoria".

⁹ Si richiama l'Art. 22, c. 4 del RDA in base al quale "le Commissioni di esame e delle altre verifiche di profitto sono nominate dal Direttore del Dipartimento o dal Presidente della Scuola quando previsto dal Regolamento della stessa. È possibile delegare tale funzione al Coordinatore della CCD. Le Commissioni sono composte dal Presidente ed eventualmente da altri docenti o cultori della materia. Per gli insegnamenti attivi, il Presidente è il titolare dell'insegnamento ed in tal caso la Commissione delibera validamente anche in presenza del solo Presidente. Negli altri casi, il Presidente è un docente individuato all'atto della nomina della Commissione. Alla valutazione collegiale complessiva del profitto a conclusione di un insegnamento integrato partecipano i docenti titolari dei moduli coordinati e il Presidente è individuato all'atto della nomina della Commissione".

Lo studente dovrà acquisire 120 CFU¹⁰, riconducibili alle seguenti Tipologie di Attività Formative (TAF):

- B) caratterizzanti,
- C) affini o integrative,
- D) a scelta dello studente¹¹,
- 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 finale¹⁰, 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). Gli esami o valutazioni di profitto relativi alle attività autonomamente scelte dallo studente possono essere considerate nel computo complessivo corrispondenti a una unità¹². Restano escluse dal conteggio le prove che costituiscono un accertamento di idoneità relativamente alle attività di cui all'Art. 10 comma 5 lettere d) ed e) del D.M. 270/2004¹³. 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.
5. Ai sensi dell'Art. 11, c. 4-bis del DM 270/2004, è possibile conseguire il titolo secondo un piano di studi individuale comprendente anche attività formative diverse da quelle previste dal Regolamento didattico, purché in coerenza con l'Ordinamento didattico del Corso di Studio dell'anno accademico di immatricolazione. Il Piano di Studi individuale è approvato dalla CCD.

¹⁰ 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.

¹¹ 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).

¹² Art. 4, c. 2 dell'Allegato 1 al D.M. 386/2007.

¹³ 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 frequenza¹⁴

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 Schedina 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 di verifica del profitto 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 Schedina 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 con congruo anticipo rispetto all'inizio delle attività (Art. 21, c. 5 del RDA).

Art. 13

Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in altri Corsi di Studio della stessa classe¹⁵

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 internazionali¹⁶

1. Il riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio di diversa Classe, in Corsi di studio universitari o di livello universitario, attraverso corsi singoli, presso Università telematiche e in Corsi di Studio internazionali, avviene ad opera della CCD, sulla base dei seguenti criteri:
 - analisi del programma svolto;

¹⁴ Art. 22, c. 10 del Regolamento Didattico di Ateneo.

¹⁵ Art. 19 del Regolamento Didattico di Ateneo.

¹⁶ Art. 19 e Art. 27 c. 6 del Regolamento Didattico di Ateneo.

- 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 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. Ai sensi dell'Art. 5, comma 5-bis, del D.M. 270/2004, è possibile altresì l'acquisizione di crediti formativi presso altri atenei italiani sulla base di convenzioni stipulate tra le istituzioni interessate, ai sensi della normativa vigente¹⁷.

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 della CCD. 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 livello¹⁸.
3. Relativamente ai criteri per il riconoscimento di CFU per attività extra-curricolari, ai sensi dell'Art. 3, comma 2, del D.M. 931/2004, entro un limite massimo di 24 CFU, possono essere riconosciute le seguenti attività (Art. 2 del D.M. 931/2004):
 - conoscenze e abilità professionali, certificate ai sensi della normativa vigente, nonché altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario;
 - attività formative svolte nei cicli di studio presso gli istituti di formazione della pubblica amministrazione, nonché altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione e realizzazione abbia concorso l'Università;
 - conseguimento da parte dello studente di medaglia olimpica o paralimpica ovvero del titolo di campione mondiale assoluto, campione europeo assoluto o campione italiano assoluto nelle discipline riconosciute dal Comitato olimpico nazionale italiano o dal Comitato italiano paralimpico.

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 Ateneo¹⁹, è disciplinata dal "Regolamento di Ateneo per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studio"²⁰.

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 nella stesura e presentazione di 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

¹⁷ Art. 6, c. 9 del Regolamento Didattico di Ateneo.

¹⁸ Art. 19, c. 4 del Regolamento Didattico di Ateneo.

¹⁹ Art. 19, c. 4 del Regolamento Didattico di Ateneo.

²⁰ D.R. n. 348/2021.

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.

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 discussione di un elaborato redatto sotto la guida di un docente relatore. Ai fini della presentazione del lavoro di tesi, il candidato può avvalersi di un supporto audio-visivo da proiettare pubblicamente o redigere un fascicolo di sintesi da consegnare alla Commissione. Al termine della presentazione, ciascun 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) qualità del lavoro svolto (impegno, autonomia, rigore metodologico, rilevanza dei risultati raggiunti); ii) qualità e chiarezza della presentazione; iii) media dei voti ottenuti negli insegnamenti inclusi nel curriculum dello studente, pesati per il numero di CFU attribuiti a ciascun insegnamento; iv) eccellenza del percorso di studi (numero delle lodi conseguite, durata del percorso di studi, esperienze extra-moenia, eventuali attività extra curriculari 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. 270/2004²¹.
2. Le modalità di svolgimento e le caratteristiche di tirocini e *stage* sono disciplinate dalla CCD con 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 studente²²

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.

²¹ I tirocini *ex* lettera d) possono essere sia interni che esterni; tirocini e *stage ex* lettera e) possono essere solo esterni.

²² Art. 24, c. 5 del Regolamento Didattico di Ateneo.

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 svolgimento²³.
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 attività sono organizzate dalle Scuole e/o dai Dipartimenti con il coordinamento dell'Ateneo, 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)²⁴, 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.

²³ D.R. n. 2482//2020.

²⁴ 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. 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.

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 Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 25-26

PIANO DEGLI STUDI

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								
Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività (lezione frontale, laboratorio ecc.)	TAF	Ambito disciplinare	Obbligatorio /a scelta
Modelli e metodi numerici per l'ingegneria dei materiali	MAT/07 (01/MATH-04/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni numeriche	C		Obbligatorio
Tecnologie dei materiali ceramici	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	unico	9	72	Lezioni frontali e esercitazioni	B	INGEGNERIA DEI MATERIALI	Obbligatorio
Scienza e tecnologia dei polimeri	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	Scienza dei polimeri	6+6	48	Lezione frontali e esercitazioni	B	INGEGNERIA DEI MATERIALI	Obbligatorio
	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	Tecnologia dei polimeri		48				
Tecnologie dei materiali compositi	ING-IND/16 (09/IIND-04/A)	unico	9	72	Lezioni frontali e esercitazioni	C		Obbligatorio
Termodinamica dei materiali	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	unico	9	72	Lezioni frontali e esercitazioni	B	INGEGNERIA DEI MATERIALI	Obbligatorio

II Anno								
Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività (lezione frontale, laboratorio ecc.)	TAF	Ambito disciplinare	Obbligatorio /a scelta
Tecnologie molecolari nei materiali avanzati	CHIM/07 (03/CHEM-06/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	B	CHIMICA E FISICA DELLA MATERIA	Obbligatorio
Metallurgia	ING-IND/21 (09/IIND-03/C)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	B	INGEGNERIA DEI MATERIALI	Obbligatorio
Sostenibilità ambientale dei materiali	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	B	INGEGNERIA DEI MATERIALI	Obbligatorio
Materiali per le nanotecnologie	FIS/03 (02/PHYS-03/A)	Materiali nanostrutturati	6+6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	B	CHIMICA E FISICA DELLA MATERIA	Obbligatorio
	FIS/03 (02/PHYS-03/A)	Nanotecnologie per l'elettronica		48				
Corrosione e protezione dei materiali	ING-IND/21 (09/IIND-03/C)	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) 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 seminari, 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**								
Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività (lezione frontale, laboratorio ecc.)	TAF	Ambito disciplinare	Obbligatorio /a scelta
Biomateriali	ING-IND/34 (09/IBIO-01/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Ingegneria dei materiali nanofasici per l'energetica e la sensoristica	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Laboratorio avanzato di nanomateriali e nanostrutture	FIS/03 (02/PHYS-03/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Materiali per la tutela dell'ambiente	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Simulazione del comportamento fluidodinamico dei materiali	ING-IND/26 (09/ICHI-01/C)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Sviluppo sostenibile di materiali polimerici	CHIM/07 (03/CHEM-06/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Simulazione molecolare di materiali	CHIM/04 (03/CHEM-04/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Elementi di modellazione numerica per l'ingegneria	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Materiali innovativi per applicazioni strutturali	ICAR/09 (08/CEAR-07/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Materiali e tecniche per la tutela dei beni culturali	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	unico	9	72	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Materiali e tecnologie per il fotovoltaico	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Materiali e tecnologie per il packaging	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Meccanica dei fluidi complessi	ING-IND/24 (09/ICHI-01/B)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta

Simulazione del comportamento strutturale dei materiali	ICAR/08 (08/CEAR-06/A)	unico	6	48	Lezioni frontali e esercitazioni	D		A scelta
Trattamenti superficiali dei materiali	ING-IND/21 (09/IIND-03/C)	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 Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 25-26

Insegnamento: MODELLI E METODI NUMERICI PER L'INGEGNERIA DEI MATERIALI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: MAT/07 (01/MATH-04/A)		CFU: 6
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: C	
Modalità di svolgimento: in presenza		
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. 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.		
Obiettivi formativi. 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. 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.		
Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: 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.		

Insegnamento: TECNOLOGIE DEI MATERIALI CERAMICI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)		CFU: 9	
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B		
Modalità di svolgimento: in presenza			
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. 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; TiO₂; ZnO. Sensori di gas e di umidità. Conduttori cationici: NaCl drogato con MnCl₂; AgCl drogato con CdCl₂. Elettroliti solidi: AgI; RbAg₄I₅; beta-allumine. Applicazioni degli elettroliti solidi: Batteria Na/S; Batteria ZEBRA. Conduttori anionici: PbF₂ e ZrO₂ stabilizzata con CaO e ZrO₂. Applicazioni dei conduttori anionici: sensori di O₂ a base di CSZ e TiO₂; 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.</p>			
<p>Obiettivi formativi. 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.</p>			
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p>			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Prova scritta finale			

Insegnamento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI POLIMERI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)		CFU: 12	
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B		
Modalità di svolgimento: in presenza			
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. <i>Scienza dei polimeri</i></p>			

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 antifiamma, 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 orale (durata 1 ora).

Insegnamento: TECNOLOGIE DEI MATERIALI COMPOSITI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: ING-IND/16 (09/IIND-04/A)	CFU: 9
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: C
Modalità di svolgimento: in presenza	

<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. 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>Obiettivi formativi. 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. 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. Autonomia di giudizio - Lo studente saprà autonomamente selezionare i materiali di base e le tecnologie di fabbricazione più opportune per un'applicazione assegnata. 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. 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>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Prova scritta finale</p>

Insegnamento: TERMODINAMICA DEI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	CFU: 9
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B
Modalità di svolgimento: in presenza	
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. 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>Obiettivi formativi. 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>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Colloquio orale</p>

<p>Insegnamento: TECNOLOGIE MOLECOLARI NEI MATERIALI AVANZATI</p>		<p>Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO</p>	
<p>SSD: CHIM/07 (03/CHEM-06/A)</p>		<p>CFU: 6</p>	
<p>Anno di corso: II</p>		<p>Tipologia di Attività Formativa: B</p>	
<p>Modalità di svolgimento: in presenza</p>			
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. 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>Obiettivi formativi. 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>Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:</p>			
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Colloquio orale</p>			

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

SSD: ING-IND/21 (09/IIND-03/C)		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Modalità di svolgimento: in presenza		
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. 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>Obiettivi formativi. 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>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p>		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Prova scritta		

Insegnamento: SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	CFU: 6	
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Modalità di svolgimento: 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

Insegnamento: MATERIALI PER LE NANOTECNOLOGIE		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: FIS/03 (02/PHYS-03/A)		CFU: 12	
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B		
Modalità di svolgimento: 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.

<p><i>Nanotecnologie per l'elettronica</i></p> <p>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</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Abilità comunicative: Imparare a trasmettere, in forma scritta, verbale e multimediale, le proprie idee, gli approcci adottati e i risultati conseguiti.</p> <p>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.</p> <p>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p> <p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. <i>Materiali nanostrutturati:</i> Colloquio orale <i>Nanotecnologie per l'elettronica:</i> Seminari intercorso. Colloquio finale con discussione anche di relazioni di laboratorio</p>
--

Insegnamento: CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: ING-IND/21 (09/IIND-03/C)	CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B
Modalità di svolgimento: in presenza	
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. 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.,</p>	

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

Insegnamento: BIOMATERIALI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: ING-IND/34 (09/IBIO-01/A)		CFU: 6	
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D		
Modalità di svolgimento: in presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. 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.			
Obiettivi formativi. 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.			
Propedeuticità in ingresso: nessuna			
Propedeuticità in uscita: nessuna			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Prove in itinere e/o prova finale; colloquio.			

Insegnamento: INGEGNERIA DEI MATERIALI NANOFASICI PER L'ENERGETICA E LA SENSORISTICA		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)		CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D	
Modalità di svolgimento: In presenza		
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</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” [...]</p> <p>“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” [...]</p> <p>“fisiche,” [...]</p> <p>“le tecnologie di produzione” [...]</p> <p>“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>Obiettivi formativi:</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>		
Propedeuticità in ingresso:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Esame orale.		

Insegnamento: LABORATORIO AVANZATO DI NANOMATERIALI E NANOSTRUTTURE		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: FIS/03 (02/PHYS-03/A)		CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D	
Modalità di svolgimento: in presenza		

<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</p> <p>Richiami conducibilità in dispositivi a 2 e 3 terminali, Spettroscopia di impedenza e cavità risonanti Analisi dati, Best fit minimi quadrati su funzioni lineari e esponenziali, test del χ^2. 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). Tecniche di deposizione di film sottili organici (stampa, ricoprimento evaporazione, MBE, SUMBE, PLD). Caratterizzazione Morfologica strutturale, AFM , XRD. 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>Obiettivi formativi.</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>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Discussione di un elaborato</p>

Insegnamento: MATERIALI PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: in presenza	

<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</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>Obiettivi formativi.</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>Propedeuticità in ingresso: nessuna</p> <p>Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Colloquio finale.</p>

Insegnamento: SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO FLUIDODINAMICO DEI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: ING-IND/26 (09/ICHI-01/C)	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	

<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: 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>Obiettivi formativi: Il corso si propone di: (i) sviluppare modelli matematici avanzati per problemi fluidodinamici. (ii) fornire i concetti fondamentali su come effettuare simulazioni numeriche per problemi fluidodinamici. (iii) insegnare ad usare software di fluidodinamica computazionale per risolvere problemi fluidodinamici complessi di interesse per l'ingegneria dei materiali.</p>
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuno Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Discussione di un elaborato progettuale</p>

Insegnamento: SVILUPPO SOSTENIBILE DI MATERIALI POLIMERICI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: CHIM/07 (03/CHEM-06/A)	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: 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 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. 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</p>	
<p>Obiettivi formativi: 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>	

Propedeuticità in ingresso: nessuno
Propedeuticità in uscita: nessuna
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Discussione di un elaborato progettuale

Insegnamento: SIMULAZIONE MOLECOLARE DI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: CHIM/04 (03/CHEM-04/A)	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. 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.	
Obiettivi formativi: 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.	
Propedeuticità in ingresso: nessuno	
Propedeuticità in uscita: nessuna	
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: colloquio orale	

Insegnamento: ELEMENTI DI MODELLAZIONE NUMERICA PER L'INGEGNERIA	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: 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 ≥ 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

Insegnamento: MATERIALI INNOVATIVI PER APPLICAZIONI STRUTTURALI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano	
SSD: ICAR/09 (08/CEAR-07/A)		CFU: 6	
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D		
Modalità di svolgimento: In presenza			

<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: 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>Obiettivi formativi: 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. 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. Abilità comunicative. Imparare a trasmettere, in forma scritta, verbale e multimediale, le proprie idee, gli approcci adottati ed i risultati conseguiti 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>Propedeuticità in ingresso: nessuno Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Prova orale e pratica</p>

Insegnamento: MATERIALI E TECNICHE PER LA TUTELA DEI BENI CULTURALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	CFU: 9
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: 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.

Obiettivi formativi:

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.

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.

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

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.

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.

Propedeuticità in ingresso: nessuno

Propedeuticità in uscita: nessuna

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

Prova scritta finale con eventuale discussione di elaborato progettuale

Insegnamento: MATERIALI E TECNOLOGIE PER IL FOTVOLTAICO	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: "Il settore si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa nel campo della Scienza e Tecnologia dei Materiali." "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" "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" "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.”

“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.

Insegnamento: MATERIALI E TECNOLOGIE PER IL PACKAGING	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: in presenza	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. 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>Obiettivi formativi:</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>Propedeuticità in ingresso: nessuna</p> <p>Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: 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>

Insegnamento: MECCANICA DEI FLUIDI COMPLESSI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: italiano
SSD: ING-IND/24 (09/ICHI-01/B)	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</p> <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>	
<p>Obiettivi formativi:</p> <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>	
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuna</p> <p>Propedeuticità in uscita: nessuna</p>	
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Esame orale</p>	

Insegnamento: SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO STRUTTURALE DEI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: italiano
SSD: ICAR/08 (08/CEAR-06/A)	CFU: 6 CFU
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: 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).</p>	
<p>Obiettivi formativi: 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.</p>	
Propedeuticità in ingresso: nessuna	
Propedeuticità in uscita: nessuna	
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: l'esame si svolge a fine corso e consiste di un colloquio orale con discussione dell'elaborato progettuale sviluppato durante il corso.	

Insegnamento: TRATTAMENTI SUPERFICIALI DEI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: ING-IND/21 (09/IIND-03/C)	CFU: 6 CFU
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: in presenza	

<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: 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>Obiettivi formativi: 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>
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: discussione di un elaborato progettuale</p>

Attività formativa: ex art. 10, comma 5, lettera d	Lingua di erogazione dell'Attività: italiano
Attività: altre attività formative: conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: F
Modalità di svolgimento: in presenza	
<p>Contenuti dalla Attività coerenti con gli obiettivi formativi del corso: 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 seminari, corsi MOOC e iniziative di team building.</p>	
<p>Obiettivi formativi: 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.</p>	
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p>	

Tipologia delle prove di verifica del profitto: 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.



DIDACTIC REGULATIONS OF THE DEGREE PROGRAM MATERIALS ENGINEERING

CLASS L-M-53

School: Polytechnic and Basic Sciences

Department: Chemical, Materials and Industrial Production Engineering

Regulations in force since the academic year 2025-2026

ACRONYMS

CCD	[Commissione di Coordinamento Didattico]	Didactic Coordination Commission
CdS	[Corso/i di Studio]	Degree Program
CFU	[Crediti Formativi Universitari = 1 ECTS]	University training credits
CPDS	[Commissione Paritetica Docenti-Studenti]	Joint Teachers-Students Committee
OFA	[Obblighi Formativi Aggiuntivi]	Additional Training Obligations
SUA-CdS	[Scheda Unica Annuale del Corso di Studio]	Annual single form of the Degree Program
RDA	[Regolamento Didattico di Ateneo]	University Didactic Regulations

INDEX

Art. 1	Object
Art. 2	Training objectives
Art. 3	Professional profile and work opportunities
Art. 4	Admission requirements and knowledge required for access to the Degree Program
Art. 5	Procedures for access to the Degree Program
Art. 6	Teaching activities and Credits
Art. 7	Description of teaching methods
Art. 8	Testing of training activities
Art. 9	Degree Program structure and Study Plan
Art. 10	Attendance requirements
Art. 11	Prerequisites and prior knowledge
Art. 12	Degree Program calendar
Art. 13	Criteria for the recognition of credits earned in other Degree Programs in the same Class.
Art. 14	Criteria for the recognition of credits acquired in Degree Programs of different Classes, in university and university-level Degree Programs, through single courses, at online Universities and in International Degree Programs; criteria for the recognition of credits acquired through extra-curricular activities.
Art. 15	Criteria for enrolment in individual teaching courses
Art. 16	Features and arrangements for the final examination
Art. 17	Guidelines for traineeship and internship
Art. 18	Disqualification of student status
Art. 19	Teaching tasks, including supplementary teaching, guidance, and tutoring activities
Art. 20	Evaluation of the quality of the activities performed
Art. 21	Final rules
Art. 22	Publicity and entry into force

Art. 1

Object

These Didactic Regulations govern the organisational aspects of the Master's Degree Program (CdS) in Materials Engineering (class LM-53). The CdS in Materials Engineering is hinged in the School of Polytechnic and Basic Sciences, Department of Chemical, Materials and Industrial Production Engineering. The CdS is taught in Italian and teaching activities are conducted in a conventional study program format.

The CdS is governed by the Didactic Coordination Commission (CCD), pursuant to Art. 4 of the RDA.

The Didactic Regulations are issued in compliance with the relevant legislation in force, the Statute of the University of Naples Federico II, and the RDA.

Art. 2

Training objectives

The objective of the Master's Degree Program in Materials Engineering is to train graduates with solid theoretical and scientific knowledge of the various classes of structural and functional materials, capable of addressing issues related to industrial engineering, with particular reference to Materials Engineering. The program aims to equip graduates with the tools to:

- design, produce, and characterize materials with specific functional and structural properties, and to manage applied research activities related to them;
- optimize the use of both traditional and innovative materials in specific technological and structural applications;
- develop and implement at the industrial level the production of components made with various types of materials and manage this production from a technological standpoint.

To achieve these objectives, the curriculum is structured so that, during the first year, students acquire a solid foundation in the science and technology of various classes of materials (ceramics, polymers, composites), the tools for their modeling and design, and the thermodynamic aspects of their constitutive behavior. In the second year, the focus shifts to tools for the prevention and control of the chemical/physical degradation of metals, the environmental sustainability of materials, and cutting-edge topics such as molecular technologies applied to advanced materials and nanotechnologies for electronics.

Moreover, in order to allow students to personalize their educational path based on their interests, 18 ECTS credits are allocated to elective activities, which can be undertaken either in the first or the second year.

The degree program promotes cultural exchange with other European and non-European universities through Erasmus mobility agreements, as well as direct agreements for conducting thesis work at foreign universities and research centers with which the program's faculty members have established collaborations.

Art. 3

Professional profile and work opportunities

The Materials Engineer is a professional capable of operating in industrial settings, research, and the freelance sector. Thanks to a deep understanding of the structure–process–property relationships across various classes of traditional and advanced materials, they can perform a wide range of functions in the following work environments:

- selecting the most suitable materials, technologies, and processing parameters for the production of industrial products;
- managing plants that transform raw materials into finished products;

- selecting innovative materials within the context of product design and innovation;
- conducting basic and applied research aimed at developing advanced materials or innovative industrial material processing technologies;
- defining, performing, and certifying quality control procedures for both processes and products;
- managing safety in plants and laboratories and monitoring the environmental impact of production processes;
- managing the disposal of industrial by-products, recycling materials, and controlling and reducing pollutant emissions;
- teaching and training activities in both industrial and academic settings;
- consulting for public entities and private companies regarding products and transformation processes.

The technical skills associated with this professional role include a deep knowledge of the structure–process–property relationships of traditional and advanced materials. These skills build upon the solid foundation of basic scientific knowledge acquired in the Bachelor's Degree Programs in Industrial Engineering, and more specifically, in the Bachelor's Degree in Materials Science and Engineering, which serves as the natural access route to the Master's Degree in Materials Engineering.

Additional technical competencies of a Materials Engineer include numerical modeling and engineering methods, molecular design techniques for materials (a “bottom-up” approach), and material corrosion and protection. Furthermore, the elective educational activities included in the program allow students to deepen or strengthen their expertise in various thematic areas such as environmental sustainability of materials, simulation, materials for energy, biomaterials, surface treatments, and mechanics of materials.

The program also places importance on soft skills, promoting activities within individual courses that stimulate interpersonal and organizational abilities, such as team projects, lab work, and the writing of technical reports.

Graduates with a Master's Degree in Materials Engineering typically find employment in industries such as mechanical, aerospace, packaging, chemical, biomedical, agri-food, energy, construction, and cultural heritage sectors. Additional career opportunities include R&D laboratories and centers within public and private organizations, freelance work, and teaching. Professional responsibilities may involve design, management, coordination, or operations, whether as employees or as consultants within service and advisory companies.

Typical areas of activity include innovation and development of production, advanced design, organization and management of complex systems, and material qualification and diagnostics.

Regarding freelance practice and teaching, the Master's Degree in Materials Engineering allows for registration in the Industrial Engineering section of the national register of engineers (subject to passing the professional qualification exam). Moreover, graduates who meet the legal requirements may participate in the selection processes for teacher training programs for lower and upper secondary schools.

Art. 4

Admission requirements and knowledge required for access to the Degree Program¹

To be admitted to the degree program, applicants must hold a Bachelor's degree or another academic qualification obtained abroad and recognized as suitable. Admission is also subject to specific criteria regarding:

- a) the possession of curricular requirements, and

¹ Artt. 7, 13, 14 of the University Didactic Regulations.

b) the adequacy of the applicant's personal preparation, including demonstrated ability to correctly use, in both written and spoken form, at least one European Union language other than Italian.

With regard to point a), the curricular requirements are automatically fulfilled by students who hold a Bachelor's degree in class L-09 (Industrial Engineering), provided they have earned at least:

- 57 ECTS credits in the following academic disciplines (SSD): MAT/03, MAT/05, MAT/07, FIS/01, FIS/03, CHIM/07, ING-INF/05;
- 42 ECTS credits in the following SSDs: CHIM/02, CHIM/03, CHIM/06, ICAR/08, ICAR/09, 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.

Art. 5

Procedures for access to the Degree Program (CdS)

Source: SUA

Framework: A3.b

1. The CCD of the Degree Program normally regulates the admission criteria and any scheduling of enrolments, except in cases subject to different provisions of law².
2. Verification of personal preparation is always mandatory, and only students who meet the curricular requirements can access it.

To be admitted to the degree program, applicants must hold a Bachelor's degree or another academic qualification obtained abroad and recognized as suitable. Admission is also subject to specific criteria regarding:

- a) the possession of curricular requirements, and
- b) the adequacy of the applicant's personal preparation.

Regarding point a), the possession of curricular requirements is evaluated by the Teaching Coordination Committee (CCD). The CCD may appoint a dedicated evaluation sub-committee to assess admission requests, recognizing in full or in part the ECTS credits earned during previous academic studies and determining any necessary curricular integrations. These integrations may be completed through one of the following options:

- Curricular integrations to be fulfilled prior to enrollment by registering for individual courses offered by the University and passing the corresponding exams, in accordance with Article 16, paragraph 6 of the University Teaching Regulations (see: <https://www.unina.it/-/5601348-iscrizione-ai-corsi-singoli>);
- Enrollment in a Bachelor's Degree Program that provides automatic access to the Master's Degree Program, with possible abbreviation of the academic path and assignment of a study plan that includes the required curricular integrations for admission to the Master's Degree Program;
- Enrollment in the Master's Degree Program with an individually assigned study plan that includes the required curricular integrations.

Among the admission requirements is also documented proficiency in the English language, both written and oral. If this requirement is not met, the student will be required to address the corresponding educational gap during the course of study.

Regarding point b), the adequacy of the applicant's personal preparation is automatically recognized for:

² National programmed access is regulated by L. 264/1999 and subsequent amendments and supplements.

(i) students holding a degree that grants access to the Master's Degree Program and was awarded by the University of Naples Federico II upon completion of a degree program the student enrolled in before September 1, 2011;

(ii) students not meeting the previous condition but whose grade point average M (weighted by the number of ECTS credits of the courses) and study duration D1 (in academic years, compared to the standard duration D2) satisfy the following criteria:

For students from Federico II:

- If $D1 = D2$, then M must be $\geq 21/30$;
- If $D1 = D2 + 1$, then M must be $\geq 22.5/30$;
- If $D1 \geq D2 + 2$, then M must be $\geq 24/30$;

For students from other universities: M must be $\geq 24/30$, regardless of D1.

Applications from students who do not meet the criteria for automatic admission will be evaluated by the CCD, which will make a final and binding decision regarding admission. The CCD may review the applicant's academic background, considering grades in key or particularly relevant subjects for successful completion of the Master's Degree Program. The CCD may also require additional assessments (interviews, tests) to verify the adequacy of the applicant's personal preparation.

Art. 6

Teaching activities and university training credit (Teaching activities and CFU)

Each training activity, prescribed by the CdS detail sheet, is measured in CFU. Each CFU corresponds to 25 hours of overall training commitment³ per student and includes the hours of teaching activities specified in the curriculum as well as the hours reserved for personal study or other individual training activities.

For the Degree Program covered by this Didactic Regulations, the hours of teaching specified in the curriculum for each CFU, established in relation to the type of training activity, are as follows⁴:

- Lecture or guided teaching exercises: 8 hours per CFU.
- Laboratory activities or fieldwork: 8 hours per CFU.

For internship activities, each credit corresponds to 25 hours of overall training commitment⁵.

The CFU corresponding to each training activity acquired by the student is awarded by satisfying the assessment procedures (examination, pass mark) indicated in the Course sheet relating to the course/activity attached to these Didactic Regulations.

Art. 7

Description of teaching methods

Teaching activities are conducted in the conventional degree program format. The Teaching Coordination Committee (CCD) may decide which courses also include online teaching activities.

³ According to Art. 5, par. 1 of Italian Ministerial Decree No 270/2004, "25 hours of total commitment per student correspond to university training credits; a ministerial decree may justifiably determine variations above or below the aforementioned hours for individual classes, by a limit of 20 per cent".

⁴ The number of hours considers the instructions in Art. 6, par. 5 of the RDA: "of the total 25 hours, for each CFU, are reserved: a) 5 to 10 hours for lectures or guided teaching exercises; b) 5 to 10 hours for seminars; c) 8 to 12 hours for laboratory activities or fieldwork, except in the case of training activities with a high experimental or practical content, and subject to different legal provisions or different determinations by DD.MM."

⁵ For Internship activities (Inter-ministerial Decree 142/1998), subject to further specific provisions, the number of working hours equal to 1 CFU may not be less than 25. [please indicate below in the note any different regulatory provisions, e.g., "LM-13: 1 CFU = 30 hours, Note MUR, Director Cuomo, Prot. 570/2011; LM-51, L-24: 1 CFU = 20 hours professional training activity + 5 hours of further supervised training activity, D.M. 654/2022 (Art. 2, practical-assessment Internship)"]

Some courses may include classroom exercises, as well as language and computer laboratories. Detailed information on the teaching methods of each course is available in the course descriptions.

Art. 8

Testing of training activities⁶

1. The CCD, within the prescribed regulatory limits⁷, establishes the number of examinations and other means of assessment that determine the acquisition of credits. Examinations are individual and may consist of written, oral, practical, graphical tests, term papers, interviews, or a combination of these modes.
2. The examination procedures published in the course sheets and the examination schedule will be made known to students before the start of classes on the Department's website.⁸
3. Examinations are held subject to booking, which is made electronically. In case the student is unable to book an exam for reasons that the President of the Board considers justifiable, the student may still be admitted to the examination, following those students already booked.
4. Before examination, the President of the Board of Examiners verifies the identity of the student, who must present a valid photo ID.
5. Examinations are marked out of 30. Examinations involving an assessment out of 30 shall be passed with a minimum mark of 18; a mark of 30 may be accompanied by honours by a unanimous vote of the Board. Examinations are marked out of 30 or with a simple pass mark. Assessments following tests other than examinations are marked out with a simple pass mark.
6. Oral exams are open to the public. If written tests are scheduled, the candidate has the right to see his/her paper(s) after correction.
7. The University Didactic Regulations govern Examination Boards⁹.

Art. 9

Degree Program structure and Study Plan

1. The legal duration of the Degree Program is 2 years.
It is also possible to enrol, based on the contract, in compliance with the provisions of Article 24 of the RDA.

⁶ Article 22 of the University Didactic Regulations.

⁷ Pursuant to the DD.MM. 16.3.2007 in each Degree Programs the examinations or profit tests envisaged may not be more than 20 (Bachelor's Degrees; Art. 4. par. 2), 12 (Master's Degrees; Art. 4, par. 2), 30 (five-year -cycle Degrees) or 36 (six-year single-cycle Degrees; Art. 4, par. 3). Pursuant to the RDA, Art. 13, par. 4, "the assessments that constitute an eligibility evaluation for activities referred to in Art. 10, par. 5, letters c), d), and e) of Ministerial Decree no. 270/2004, including the final examination for obtaining the degree, are excluded from the calculation." For Master's Degree Program and single-cycle Master's Degree Program, however, pursuant to the RDA, Art. 14, par. 7, "the assessments that constitute a progress evaluation for activities referred to in Art. 10, par. 5, letters d) and e) of Ministerial Decree no. 270/2004 are excluded from the exam count; the final examination for obtaining the Master's Degree and single-cycle Master's Degree is included in the maximum number of exams".

⁸ Reference is made to Art. 22, par. 8, of the University Teaching Regulations, which states that "the Department or School ensures that the dates for progress assessments are published on the portal with reasonable advance notice, which normally cannot be less than 60 days before the start of each academic period, and that an adequate period of time is provided for exam registration, which is generally mandatory."

⁹ Reference is made to Art. 22, paragraph 4 of the RDA according to which "Examination Boards and other assessments committees are appointed by the Director of the Department or by the President of the School when provided for in the School's Regulations. This function may be delegated to the CCD Coordinator. The Commissions comprise of the President and, if necessary, other professors or experts in the subject. In the case of active courses, the President is the course instructor, and in such cases, the Board can validly make decisions even in the presence of the President alone. In other cases, the President is a professor identified at the time of the Board's appointment. In the comprehensive evaluation of the overall performance at the conclusion of an integrated course, the professors in charge of the coordinated modules participate, and the President is appointed when the Commission is appointed."

The student must acquire 120 CFU¹⁰, attributable to the following Types of Training Activities (TAF):

- B) characterising,
- C) related or complementary,
- D) at the student's choice¹¹,
- E) for the final exam,
- F) further training activities.

2. The degree is awarded after having acquired 120 CFU by passing examinations, not exceeding 12 including the final exam and the performance of other training activities.

Unless otherwise provided for in the legal framework of University studies, examinations taken as part of basic, characterising, and related or supplementary activities, as well as activities chosen autonomously by the student (TAF D) are taken into consideration for counting purposes. Examinations or assessments relating to activities independently chosen by the student may be taken into account in the overall calculation corresponding to one unit¹². Tests constituting an assessment of suitability for the activities referred to in Article 10, paragraph 5, letters c), d) and e) of Ministerial Decree 270/2004¹³ are excluded from the count. Integrated Courses comprising of two or more modules are subject to a single examination.

3. In order to acquire the CFU relating to independent choice activities, the student is free to choose among all the Courses offered by the University, provided that they are consistent with the training project. This consistency is assessed by the Didactic Coordination Commission. Also, for the acquisition of the CFU relating to autonomous choice activities, the "passing the exam or other form of profit verification" is required (Art. 5, par. 4 of Ministerial Decree 270/2004).
4. The study plan summarises the structure of the Degree Program, listing the envisaged teachings broken down by course year and, in case, by curriculum. At the end, the propedeuticities envisaged by the Degree Program are listed. The study plan offered to students, with an indication of the scientific-disciplinary sectors and the area to which they belong, of the credits, of the type of educational activity, is set out in Annex 1 to these Didactic Regulations.
5. Pursuant to Art. 11, paragraph 4-bis, of Ministerial Decree 270/2004, it is possible to obtain the Degree according to an individual study plan that also includes educational activities different from those specified in the Didactic Regulations, as long as they are consistent with the CdS detail sheet of the academic year of enrollment. The individual study plan is approved by CCD.

¹⁰ The total number of CFU for the acquisition of the relevant degree must be understood as follows: six-year single-cycle Degree, 360 CFU; five-year single-cycle Degree, 300 CFU; Bachelor's Degree, 180 CFU; Master's Degree, 120 CFU.

¹¹ Corresponding to at least 12 ECTS for Bachelor's Degrees and at least 8 CFU for Master's Degrees (Art. 4, par. 3 of Ministerial Decree 16.3.2007).

¹² Pursuant to the D.M. 386/2007.

¹³ Art. 10, par. 5 of Ministerial Decree. 270/2004: "In addition to the qualifying training activities, as provided for in paragraphs 1, 2 and 3, Degree Programs shall provide for: a) training activities autonomously chosen by the student as long as they are consistent with the training project [TAF D]; b) training activities in one or more disciplinary fields related or complementary to the basic and characterising ones, also with regard to context cultures and interdisciplinary training [TAF C]; c) training activities related to the preparation of the final exam for the achievement of the degree and, with reference to the degree, to the verification of the knowledge of at least one foreign language in addition to Italian [TAF E]; d) training activities, not envisaged in the previous points, aimed at acquiring additional language knowledge, as well as computer and telematic skills, relational skills, or in any case useful for integration in the world of work, as well as training activities aimed at facilitating professional choices, through direct knowledge of the job sector to which the qualification may give access, including, in particular, training and guidance programs referred to in Decree no. 142 of 25 March 1998 of the Ministry of Labour [TAF F]; e) in the hypothesis referred to in Article 3, paragraph 5, training activities relating to internships and apprenticeships with companies, public administrations, public or private entities including those of the third sector, professional orders and colleges, on the basis of appropriate agreements".

Art. 10

Attendance requirements¹⁴

1. In general, attendance of lectures is strongly recommended but not compulsory. In the case of individual courses with compulsory attendance, this option is indicated in the relative teaching/activity course sheet available in Annex 2.
2. If the lecturer envisages a different syllabus modulation for attending and non-attending students, this is indicated in the individual Course details published on the CdS web page and on the teacher's UniNA website.
3. Attendance at seminar activities that award training credits is compulsory. The relative modalities for the attribution of CFU are the responsibility of the CCD.

Art. 11

Prerequisites and prior knowledge

1. The list of incoming and outgoing prerequisites (necessary to sit a particular examination) can be found at the end of Annex 1 and in the teaching/activity course sheet (Annex 2).
2. Any prior knowledge deemed necessary is indicated in the individual Teaching Schedule published on the course webpage and on the teacher's UniNA website.

Art. 12

Degree Program Calendar

The Degree Program calendar can be found on the Department's website well before the start of the activities (Art. 21, par. 5 of the RDA).

Art. 13

Criteria for the recognition of credits earned in other Degree Programs in the same Class¹⁵

For students coming from Degree Programs of the same Class, the Didactic Coordination Commission ensures the full recognition of CFU, when associated with activities that are culturally compatible with the training Degree Program, acquired by the student at the originating Degree Program, according to the criteria outlined in Article 14 below. Failure to recognise credits must be adequately justified. It is without prejudice to the fact that the number of credits relating to the same scientific-disciplinary sector directly recognised by the student may not be less than 50% of those previously achieved.

Article 14

Criteria for the recognition of credits acquired in Degree Programs of different classes, in university or university-level Degree Programs, through single courses, at online Universities and in international Degree Programs¹⁶; criteria for the recognition of credits acquired in extra-curricular activities

1. With regard to the criteria for the recognition of CFU acquired in Degree Programs of different Classes, in university or university-level Degree Programs, through single courses, at online Universities and in International Degree Programs, the credits acquired are recognised by the CCD on the basis of the following criteria:

¹⁴ Art. 22, par. 10 of the University Didactic Regulations.

¹⁵ Art. 19 of the University Didactic Regulations.

¹⁶ Art. 19 and Art. 27, par. 6 of the University Didactic Regulations.

- analysis of the activities carried out;
- evaluation of the congruity of the disciplinary scientific sectors and of the contents of the training activities in which the student has earned credits with the specific training objectives of the Degree Program and of the individual training activities to be recognised.

Recognition is carried out up to the number of credits envisaged by the didactic system of the Degree Program. Failure to recognise credits must be adequately justified. Pursuant to Art. 5, par. 5-bis, of Ministerial Decree 270/2004, it is also possible to acquire CFU at other Italian universities on the basis of agreements established between the concerned institutions, in accordance with the regulations current at the time¹⁷.

2. Any recognition of CFU relating to examinations passed as single courses may take place within the limit of 36 CFU, upon request of the interested party and following the approval of the CCD. Recognition may not contribute to the reduction of the legal duration of the Degree Program, as determined by Art. 8, par. 2 of Ministerial Decree 270/2004, except for students who enrol while already in possession of a degree of the same level¹⁸.
3. With regard to the criteria for the recognition of CFU acquired in extra-curricular activities, pursuant to Art. 3, par. 2, of Ministerial Decree (D.M.) 931/2024, within the limit of 24 CFU the following activities may be recognised (Art. 2 of D.M. 931/2024):
 - Professional knowledge and skills, certified in accordance with the current regulations as well as knowledge and skills acquired in post-secondary-level training activities.
 - Training activities carried out in the cycles of study at the public administration training institutions as well as knowledge and skills acquired in post-secondary-level training activities, which the University contributed to developing and implementing.
 - Achievement of an Olympic or Paralympic medal or the title of absolute world champion, absolute European champion or absolute Italian champion in disciplines recognized by the Italian National Olympic Committee or the Italian Paralympic Committee.

Art. 15

Criteria for enrolment in individual teaching courses

Enrolment in individual teaching courses, provided for by the University Didactic Regulations¹⁹, is governed by the "University Regulations for enrolment in individual teaching courses activated as part of the Degree Program"²⁰.

¹⁷ Art. 6, par. 9 of the University Didactic Regulations.

¹⁸ Art. 19, par. 4 of the University Didactic Regulations.

¹⁹ Art. 19, par. 4 of the University Didactic Regulations.

²⁰ R.D. No. 348/2021.

Article 16

Features and modalities for the final examination

The final examination required to obtain the academic title of Master of Science in Materials Engineering consists of the writing and presentation of an original thesis independently developed by the student under the supervision of a thesis advisor. The student is expected to carry out, individually, an in-depth study of a technical or design-related problem, critically review the available documentation, analyze the problem using experimental or computational methods, and propose appropriate engineering solutions.

The advisor, possibly assisted by one or more co-advisors, has the following responsibilities:

- i) to certify the successful completion of any preparatory activities;
- ii) to evaluate the overall progress of the work leading to the thesis, verifying that the conditions are met for the student to successfully undertake the final examination;
- iii) to guide the student in the preparation of the thesis document;
- iv) to assist the student in preparing for the final examination.

The thesis work can be carried out in the departments and laboratories of the university or in external public or private institutions with which collaboration agreements are in place. If the activities are carried out off-campus, and N is the number of ECTS credits awarded for the final examination, the maximum number of credits that can be attributed to thesis work conducted abroad is N-1.

The thesis project requires approximately 375 hours of work, corresponding to 15 ECTS credits. The final examination, held before a committee chaired by the Coordinator of the Degree Program, consists of a presentation of the thesis developed under the guidance of a faculty advisor. To support the thesis defense, the candidate may use audio-visual materials for public projection or prepare a summary booklet to be submitted to the committee.

At the end of the presentation, each member of the committee may ask the candidate questions or make remarks concerning the thesis. The presentation should last approximately 15 minutes.

The committee assigns the final grade by considering the following criteria:

- i) quality of the work (effort, autonomy, methodological rigor, relevance of the results);
- ii) quality and clarity of the presentation;
- iii) weighted average of the grades obtained in the courses included in the student's curriculum;
- iv) excellence of the academic path (number of honors, duration of the study program, off-campus experiences, and any extracurricular or student project activities).

Article 17

Guidelines for traineeship and internship

1. Students enrolled in the Degree Program may decide to carry out internships or training periods with organisations or companies that have an agreement with the University. Traineeship and internship are not compulsory and contribute to the award of credits for the other training activities chosen by the student and included in the study plan, as provided for by Art. 10, par. 5, letters d) and e), of Ministerial Decree 270/2004²¹.
2. The CCD regulates the modalities and characteristics of traineeship and internship with specific regulations.
3. The University of Naples Federico II, through Ufficio Tirocini Studenti, ensures constant contact with the world of work to offer students and graduates of the University concrete opportunities for internships and work experience and to promote their professional integration.

²¹ Traineeships ex letter d) can be both internal and external; traineeships ex letter e) can only be external.

Article 18

Disqualification of student status²²

A student who has not taken any examinations for eight consecutive academic years incurs forfeiture unless his/her contract stipulates otherwise. In any case, forfeiture shall be notified to the student by certified e-mail or other suitable means attesting to its receipt.

Article 19

Teaching tasks, including supplementary teaching, guidance, and tutoring activities

1. Professors and researchers carry out the teaching load assigned to them in accordance with the provisions of the RDA and the Regulations on the teaching and student service duties of professors and researchers and on the procedures for self-certification and verification of actual performance²³.
2. Professors and researchers must guarantee at least two hours of reception every 15 days (or by appointment in any case granted no longer than 15 days) and, in any case, guarantee availability by e-mail.
3. The tutoring service has the task of orienting and assisting students throughout their studies and of removing the obstacles that prevent them from adequately benefiting from attending courses, also through initiatives tailored to the needs and aptitudes of individuals.
4. The University ensures guidance, tutoring and assistance services and activities to welcome and support students. These activities are organised by the Schools and/or Departments under the coordination of the University, as established by the RDA in Article 8.

Article 20

Evaluation of the quality of the activities performed

1. The Didactic Coordination Commission implements all the quality assessment forms of teaching activities envisaged by the regulations in force according to the indications provided by the University Quality Presidium.
2. In order to guarantee the quality of teaching to the students and to identify the needs of the students and all stakeholders, the University of Naples Federico II uses the Quality Assurance (QA)²⁴ System, developed in accordance with the document "Self-evaluation, Evaluation and Accreditation of the Italian University System" of ANVUR, using:
 - surveys on the degree of placement of graduates into the world of work and on post-graduate needs;
 - data extracted from the administration of the questionnaire to assess student satisfaction for each course in the curriculum, with questions relating to the way the course is conducted, teaching materials, teaching aids, organisation, facilities.

The requirements deriving from the analysis of student satisfaction data, discussed, and analysed by the Teaching Coordination Committee and the Joint Teachers' and Students' Committee (CPDS), are included among the input data in the service design process and/or among the quality objectives.

²² Art. 24, par. 5 of the University Didactic Regulations.

²³ R.D No. 2482//2020.

²⁴ The Quality Assurance System, based on a process approach and adequately documented, is designed in such a way as to identify the needs of the students and all stakeholders, and then translate them into requirements that the training offer must meet.

3. The QA System developed by the University implements a process of continuous improvement of the objectives and of the appropriate tools to achieve them, ensuring that planning, monitoring, and self-assessment processes are activated in all the structures to allow the prompt detection of problems, their adequate investigation, and the design of possible solutions.

Article 21

Final Rules

The Department Council, on the proposal of the CCD, submits any proposals to amend and/or supplement these Rules for consideration by the Academic Senate.

Article 22

Publicity and Entry into Force

1. These Rules and Regulations shall enter into force on the day following their publication on the University's official notice board; they shall also be published on the University website. The same forms and methods of publicity shall be used for subsequent amendments and additions.
2. Annex 1 (CdS structure) and Annex 2 (Teaching/Activity course sheet) are integral parts of this Didactic Regulations.

ANNEX 1.2

DEGREE PROGRAM DIDACTIC REGULATIONS

MATERIALS ENGINEERING

CLASS LM-53

School: Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Department: Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale

Didactic Regulations in force since the academic year 25 - 26

STUDY PLAN

KEY

Type of Educational Activity (TAF):

B = Characterising

C = Related or Supplementary

D = At the student's choice

E = Final examination and language knowledge

F = Further training activities

[The following table of training activities is for purely illustrative purposes; each Degree Program must complete the table, bearing in mind the specific structure of the CdS and the planned training offer for the entire cycle]

Year I									
Title Course	SSD	Module	CRE DITS	Hours	Type Activities (lectures, workshops, etc.)	Course Modalities (in-person, by distance)	TAF	Disciplinary area	Mandatory y/ optional
Modelli e metodi numerici per l'ingegneria dei materiali	MAT/07 (01/MATH-04/A)	single	6	48	Lectures and numerical exercises	In-person	C		Mandatory
Tecnologie dei materiali ceramici	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	single	9	72	Frontal lesson and lab practice	In-person	B	INGEGNERI A DEI MATERIALI	Mandatory
Scienza e tecnologia dei polimeri	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	Scienza dei polimeri	6	48	Frontal lesson and lab practice	In-person	B	INGEGNERI A DEI MATERIALI	Mandatory
	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	Tecnologia dei polimeri	6	48	Frontal lesson and lab practice	In-person			Mandatory
Tecnologie dei materiali compositi	ING-IND/16 (09/IIND-04/A)	single	9	72	Frontal lesson and workshop	In-person	C		Mandatory

Termodinamica dei materiali	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	single	9	72	Frontal lesson and workshop	In-person	B	INGEGNERIA DEI MATERIALI	Mandatory
-----------------------------	---------------------------	--------	---	----	-----------------------------	-----------	---	--------------------------	-----------

Year II									
Title Course	SSD	Module	CRE DITS	Hours	Type Activities (lectures, workshops, etc.)	Course Modalities (in-person, by distance)	TAF	Disciplinary area	Mandatory/ optional
Tecnologie molecolari nei materiali avanzati	CHIM/07 (03/CHEM-06/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	In-person	B	CHIMICA E FISICA DELLA MATERIA	Mandatory
Metallurgia	ING-IND/21 (09/IIND-03/C)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	In-person	B	INGEGNERIA DEI MATERIALI I	Mandatory
Sostenibilità ambientale dei materiali	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	In-person	B	INGEGNERIA DEI MATERIALI I	Mandatory
Materiali per le nanotecnologie	FIS/03 (02/PHYS-03/A)	Materiali nanostrutturati	6	48	Frontal lesson and workshop	In-person	B	CHIMICA E FISICA DELLA MATERIA	Mandatory
	FIS/03 (02/PHYS-03/A)	Nanotecnologie per l'elettronica	6	48	Frontal lesson and workshop	In-person			
Corrosione e protezione dei materiali	ING-IND/21 (09/IIND-03/C)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	In-person	B	INGEGNERIA DEI MATERIALI I	Mandatory
Attività formative a scelta autonoma dello studente			0-18				D		Mandatory
Altre attività formative: conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro (ex art. 10 comma 5 lettera d) Collocazione: I o II semestre del II anno			6*				F		Mandatory
Final test			15				E		Mandatory

* The additional educational activities normally include 3 ECTS credits for further language skills and 3 for an internship. Students who do not possess certification of proficiency in an EU language at least at B2 level are required to spend 3 of the 6 ECTS credits allocated for additional educational activities on further language training. Students who hold a B2-level English certificate at the time of enrollment may request recognition of 3 of the 6 ECTS credits in the form of additional language skills. Additional skills may be acquired through (i) intra-university internships, (ii) external internships, or (iii) participation in extracurricular activities such as educational initiatives and seminar series, MOOC courses, and team building initiatives.

i. The external internship is carried out at companies, research centers, or other public and/or private institutions and aims to acquire specialized knowledge by working alongside staff engaged in design, production, and management of production or research facilities, in order to gain initial exposure to the professional world.

- ii. The intra-university internship can be carried out in university research laboratories to acquire specialized knowledge by working alongside teaching and research staff in conducting research and development activities.
- iii. Extracurricular activities must be certified by the Academic Coordinator through completion of the AC form, based on attendance certificates issued:
- by the faculty responsible for the educational initiatives, for successful participation in seminar series and courses organized within the university;
 - by the Federica Web Learning platform, for MOOC courses offered by it;
 - by the Presidents of Associations, for team building initiatives such as Formula SAE or 1001Vela.

Esami proposti per la scelta autonoma di automatica approvazione**								
Title Course	SSD	Module	CRE DIT S	Hours	Type Activities (lectures, workshops, etc.)	TAF	Disciplinary area	Mandatory/ optional
Biomateriali	ING-IND/34 (09/IBIO-01/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Ingegneria dei materiali nanofasici per l'energetica e la sensoristica	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Laboratorio avanzato di nanomateriali e nanostrutture	FIS/03 (02/PHYS-03/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Materiali per la tutela dell'ambiente	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Simulazione del comportamento fluidodinamico dei materiali	ING-IND/26 (09/ICHI-01/C)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Sviluppo sostenibile di materiali polimerici	CHIM/07 (03/CHEM-06/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Simulazione molecolare di materiali	CHIM/04 (03/CHEM-04/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Elementi di modellazione numerica per l'ingegneria	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Materiali innovativi per applicazioni strutturali	ICAR/09 (08/CEAR-07/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Materiali e tecniche per la tutela dei beni culturali	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	single	9	72	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Materiali e tecnologie per il fotovoltaico	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Materiali e tecnologie per il packaging	ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Meccanica dei fluidi complessi	ING-IND/24 (09/ICHI-01/B)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional

Simulazione del comportamento strutturale dei materiali	ICAR/08 (08/CEAR-06/A)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional
Trattamenti superficiali dei materiali	ING-IND/21 (09/IIND-03/C)	single	6	48	Frontal lesson and workshop	D		Optional

** The selection of the exams listed in the table guarantees the automatic approval of the study plan.

List of prerequisites

No prerequisites are required



ANNEX 2.1

DEGREE PROGRAM DIDACTIC REGULATIONS IN MATERIALS ENGINEERING

CLASS LM-53

School: Politecnica e delle Scienze di Base

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

Didactic Regulations in force since the academic year 23-24

Course: MODELLI E METODI NUMERICI PER L'INGEGNERIA DEI MATERIALI	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): MAT/07 (01/MATH-04/A)	CREDITS: 6
Course year: I	Type of Educational Activity: C
Teaching Methods: in-presence	
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course: This course aims to provide advanced knowledge of numerical methods for solving Partial Differential Equations (PDEs) arising in Materials Engineering problems. The following topics will be covered: heat conduction and diffusion, including porous media; finite difference methods, including the method of lines; finite element methods; parabolic, hyperbolic, and elliptic PDEs; scientific computing using the Matlab platform; wave propagation; diffusion in two- and three-dimensional spatial domains.	
Objectives: Upon completion of this course, the student will be able to: (i) solve partial differential equations using numerical methods; (ii) apply both the finite difference method and the finite element method; (iii) use Matlab for scientific computing; (iv) model engineering problems governed by partial differential equations. The primary objective of the course is to provide students with the tools necessary to address problems governed by systems of partial differential equations. Starting from a physical problem, the student will be able to define the corresponding mathematical model, develop the numerical code, and assess its accuracy. To this end, dedicated in-course activities will be carried out, involving the direct participation of students in solving problems of industrial relevance.	
Prerequisites: none	
Is a prerequisite for: none	
Types of examinations and other tests: Oral examination and development of a Matlab program related to a specific Materials Engineering problem	

Course: TECNOLOGIE DEI MATERIALI CERAMICI		Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)		CREDITS: 9
Course year: I	Type of Educational Activity: B	
Teaching Methods: in-presence		
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course: Traditional Ceramic Materials. Clays. Structure, classification, and technological properties of clay minerals. Non-plastic additives. Carbonate and feldspar fluxes. Technological processing cycle for ceramic materials: raw material purification, grinding, mixing, homogenization, forming, drying, glazing – enameling, decoration, and firing. Characterization techniques: chemical, physical, mineralogical, and mechanical characterization of ceramic materials. Main types of ceramic products and related fields of application. Refractory and insulating ceramics. Glasses and glass-ceramics. Aerial and hydraulic binders. Advanced Ceramic Materials. Structure–microstructure–property relationships. Electrical conductivity in ceramics: intrinsic and extrinsic conductivity. Non-stoichiometric compounds: FeO, TiO ₂ , ZnO. Gas and humidity sensors. Cationic conductors: NaCl doped with MnCl ₂ ; AgCl doped with CdCl ₂ . Solid electrolytes: AgI; RbAg ₄ I ₅ ; β-alumina. Applications of solid electrolytes: Na/S battery; ZEBRA battery. Anionic conductors: PbF ₂ and CaO-stabilized or Y ₂ O ₃ -stabilized ZrO ₂ . Applications of anionic conductors: O ₂ sensors based on CSZ and TiO ₂ ; LAMBDA probes; solid oxide fuel cells (SOFCs). Production of advanced ceramic materials. Powder sintering in solid, liquid, and pressure-assisted phases: phenomenological aspects and process parameter optimization. Examples of advanced ceramics: silicon nitride, sialons, silicon carbide, zirconia. Toughened ceramics. Mechanical characterization of ceramics using the Weibull statistical approach.		
Objectives: The course aims to provide both fundamental and applied tools necessary for understanding ceramic materials in terms of their design, production, characterization, and application.		
Prerequisites: none		
Is a prerequisite for: none		
Types of examinations and other tests: final written text.		

Course: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI POLIMERI		Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)		CREDITS: 12
Course year: I	Type of Educational Activity: B	
Teaching Methods: in-presence		
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course: <i>Scienza dei polimeri</i> In line with the themes pertaining to the Scientific-Disciplinary Sector, the course provides skills encompassing “the full range of cultural and professional aspects related to the science and technology of both structural and functional materials, of technical and engineering interest in the		

fields of mechanics, aerospace, construction, land, naval and aeronautical transport, energy and environment, information processing and treatment, health and food, artistic, archaeological and monumental heritage," with specific reference to polymeric materials.

Tecnologia dei polimeri

Extrusion processes (1 ECTS): analysis of the functions and modeling of unit operations involved in extrusion processes; solid particulate treatment; melting; pumping; mixing; die forming.

Injection molding (1 ECTS): analysis of the functions and modeling of unit operations involved in injection molding processes; essential design functions and characteristics of injection molding components such as sprue, runner, and gate; flow patterns in molding; crystallization phenomena during molding.

Other technologies (1 ECTS): analysis of additional technologies for polymer processing; secondary forming downstream of extrusion; calendaring; low-productivity techniques. **Foaming processes (0.5 ECTS):** analysis of the functions and modeling of unit operations involved in foaming processes; foaming with physical blowing agents; foaming with chemical blowing agents; foaming by aeration; bubble coalescence phenomena.

Thermoset technologies (1 ECTS): reaction injection molding; pultrusion; compression molding.

Additives in processing technologies (0.5 ECTS): analysis of additive classes used in the polymer industry; flame retardants, nucleating agents, antioxidants, colorants, acidity neutralizers, crosslinking agents, plasticizers, antistatic agents, UV stabilizers, process stabilizers.

Product design and process selection (0.75 ECTS): fundamental requirements in selecting processes based on polymer type and grade, shape, dimensions, product characteristics, and production scale. **Laboratory exercises (0.25 ECTS):** thermoplastic extrusion; polyurethane foaming.

Objectives:

Scienza dei Polimeri

Knowledge and understanding. The student is expected to demonstrate a solid understanding of polymeric materials, showing the ability to relate their properties to synthesis methods and molecular structure, as well as a familiarity with the main techniques used to characterize these materials.

Applying knowledge and understanding. The student should be able to apply the acquired knowledge to appropriately select the most suitable polymeric material for a given application, and to identify the most appropriate experimental investigations for studying the material's characteristics.

Independent judgment. The student is expected to display critical thinking skills by analyzing the advantages and limitations of polymeric materials compared to other material classes, discussing and interpreting the results of typical experimental analyses in the field of polymer science, and comparing alternative solutions to practical problems related to the use of polymers.

Communication skills. The student should develop adequate communication abilities to clearly convey acquired knowledge both in written and oral form, using appropriate terminology to explain concepts related to polymeric materials to both specialists and non-experts, and to effectively summarize complex ideas using correct technical language.

Learning skills. The student should be capable of independently updating or expanding their knowledge in the field of polymeric materials by consulting textbooks and scientific articles, as well as interpreting technical datasheets and laboratory documentation.

Tecnologia dei Polimeri

Knowledge and understanding. The student is expected to demonstrate knowledge of polymeric materials by relating their properties and intended applications to processing technologies and molecular structure. They should also be familiar with polymer processing techniques and be able

to understand the challenges associated with the use of polymers in both structural and functional applications.

Applied knowledge and understanding. The student should be able to apply the acquired knowledge to appropriately select the most suitable material and processing technology for a specific application, identify the most appropriate experimental investigations for studying the transformation process, and design the product and select the process according to the specific application and production scale.

Independent judgment. The student is expected to demonstrate critical thinking by analyzing the advantages and disadvantages of different polymer processing technologies, discussing and interpreting process variables in manufacturing systems, and comparing alternative solutions to problems related to the use of polymeric materials.

Communication skills. The student should develop adequate communication abilities to effectively convey acquired knowledge both in written and oral form, using appropriate language to explain concepts and principles related to polymeric materials to both technical and non-technical audiences, and to summarize complex concepts using correct technical terminology.

Learning skills. The student should be capable of independently updating or expanding their knowledge in the field of polymeric materials through the study of textbooks and scientific articles, consulting technical and process documentation, and understanding complex topics without the need for instructor support by attending seminars, conferences, and specialized courses.

Prerequisites: none

Is a prerequisite for: none

Types of examinations and other tests:

Scienza dei polimeri

Written examination (duration: 2 hours; 6 to 8 open-ended questions), possibly followed by an oral interview (2 to 4 additional questions related to the written test). Optional midterm assessments may be scheduled.

Tecnologia dei polimeri

Oral examination (duration: 1 hour).

Course: TECNOLOGIE DEI MATERIALI COMPOSITI		Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/16 (09/IIND-04/A)		CREDITS: 9
Course year: I	Type of Educational Activity: C	
Teaching Methods: in-presence		
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:		
Introduction: properties of fibres and matrices; plies and laminates. Mechanical behaviour of composite materials. Macromechanics of the ply: elastic behaviour and strength. Ply characterization methods. Micromechanics of the ply. Laminate theory. Elastic behaviour and strength of laminates. Effect of temperature and humidity on laminate behaviour. Overview of the effects of fatigue and impact on the structure and properties of a composite. Main engineering properties of laminates. Manufacturing methods for polymer matrix composite components. Hand lay-up. Cutting and spraying. Autoclave technology. Resin transfer molding. Filament winding. Pultrusion. Compression moulding. Wrapping. Injection moulding. Diaphragm forming.		
Objectives:		

<p>Knowledge and understanding – The student will acquire knowledge of the main polymer matrix composite systems for structural use, their mechanics, and the industrial technologies used for their manufacturing. Applying knowledge and understanding – The student will be able to design a laminate, evaluating the advantages and disadvantages of the manufacturing technologies available in the industrial context. Independent judgment – The student will be able to independently select the most appropriate base materials and manufacturing technologies for a given application. Communication skills – The student will develop the ability to interact with people from different cultural backgrounds, clearly and effectively explaining the fundamental concepts of the mechanical behaviour and manufacturing methods of polymer matrix composites. Learning skills – The student will learn how to identify and use qualified sources independently, in order to continuously update and expand their cultural and technical competencies.</p>
<p>Prerequisites: none</p>
<p>Is a prerequisite for: none</p>
<p>Types of examinations and other tests: written examination</p>

<p>Course: TERMODINAMICA DEI MATERIALI</p>	<p>Teaching Language: Italian</p>
<p>SSD (Subject Areas): ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)</p>	<p>CREDITS: 9</p>
<p>Course year: I</p>	<p>Type of Educational Activity: B</p>
<p>Teaching Methods: in-presence</p>	
<p>Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course: Relationships among structure at all dimensional scales (from nano to macro), formulation, processing, performance, and chemical, physical, and thermodynamic properties, treatment, and transformation of all classes of materials (metallic, ceramic, polymeric materials, multimaterial combinations, and composites).</p>	
<p>Objectives: The course aims to explore the applications of macroscopic thermodynamics for defining the constitutive behaviour of materials and their mixtures. The main objective is to provide students with the theoretical tools necessary to analyse the thermodynamic behaviour of both homogeneous and heterogeneous materials in different states of aggregation.</p>	
<p>Prerequisites: none</p>	
<p>Is a prerequisite for: none</p>	
<p>Types of examinations and other tests: Oral examination</p>	

<p>Course: TECNOLOGIE MOLECOLARI NEI MATERIALI AVANZATI</p>	<p>Teaching Language: Italian</p>
<p>SSD (Subject Areas): CHIM/07 (03/CHEM-06/A)</p>	<p>CREDITS: 6</p>
<p>Course year:</p>	<p>Type of Educational Activity:</p>
<p>Teaching Methods: in-presence</p>	
<p>Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:</p>	

<p>Top-down technologies: physical and chemical surface modification treatments, photolithography. Bottom-up technologies: the chemical self-assembly process, molecular devices, nanotechnologies. Self-assembled nanostructures: host-guest complexes, self-assembled nanocapsules, self-assembled molecular monolayers on surfaces. Multicomponent molecular structures: dendrimers – synthesis, properties, and applications. Supramolecular catalysis and nanoreactors: catalytic processes on molecular and supramolecular substrates. Chemical surface modifications: the Langmuir-Blodgett technique, functional self-assembled monolayers, surface characterization and imaging techniques. Nanomaterials: effects related to dimensional variation and quantum confinement; metallic and semiconductor nanoparticles, fullerenes and nanotubes, nanoporous materials. Molecular devices and information technology: molecular electronics, switches, and molecular circuits. Molecular mechanical devices: biomolecular motors, recent developments, and potential applications.</p>
<p>Objectives: To provide the basic concepts, methodological approaches, and experimental techniques related to the bottom-up construction of materials, starting from the molecular level and employing the tools of supramolecular chemistry. The systems studied include molecular machines, dendrimers, nanostructures, self-assembling monolayers, and thin films.</p>
<p>Prerequisites: none Is a prerequisite for: none</p>
<p>Types of examinations and other tests: Oral examination</p>

Course: METALLURGIA	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/21 (09/IIND-03/C)	CREDITS: 6
Course year: II	Type of Educational Activity: B
Teaching Methods: in-presence	
<p>Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course: Crystalline structures of metals, phase transformations and microstructures of alloys, behaviour under stress and mechanical testing, production of metallic materials, metallurgy of ferrous alloys, metallurgy of copper alloys, metallurgy of aluminium alloys, metallurgy of titanium alloys, metallurgy of superalloys and high-temperature alloys, metallography, electron microscopy analysis of a metallic alloy. Additive manufacturing techniques for metals.</p>	
<p>Objectives: Knowledge and understanding: The course in Metallurgy and Fundamentals of Metal Technology is designed to provide students with the fundamental knowledge related to the production of metallic components, from raw materials to the final product. Topics will include the crystalline structures of metals, solidification and alloying processes, and various heat treatments aimed at imparting specific properties to the component according to its intended use. A portion of the course will focus on the study of mechanical properties and how these are related to the microscopic structure of the metal. Finally, metallographic techniques and the main methods for analyzing metallic structures will be examined. Applying knowledge and understanding: The student will be able to identify the most suitable metal alloy for a specific application, determine the treatments required to achieve the desired properties, and select appropriate analytical methods for property assessment.</p>	

<p>Independent judgment: The student will be capable of independently understanding issues related to specific aspects of the performance of metallic components, identifying potential criticalities.</p> <p>Communication skills: The student will be able to work within multidisciplinary teams and contribute their knowledge toward achieving shared objectives.</p> <p>Learning skills: The student will learn to locate and autonomously use qualified sources to continuously update their cultural and technical knowledge related to metallic materials.</p>
<p>Prerequisites: none</p> <p>Is a prerequisite for: none</p>
<p>Types of examinations and other tests: written examination</p>

<p>Course: SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEI MATERIALI</p>	<p>Teaching Language: Italian</p>
<p>SSD (Subject Areas): ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)</p>	<p>CREDITS: 6</p>
<p>Course year: II</p>	<p>Type of Educational Activity: B</p>
<p>Teaching Methods: in-presence</p>	
<p>Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:</p> <p>The course is structured around several key areas: 1) Environment and human activity: the use of raw materials and energy sources for material production, with particular attention to the related environmental impact issues. 2) Environmental sustainability of materials: assessment of the environmental impact of production, use, and disposal of inorganic materials, with a focus on the challenges associated with the use of non-renewable energy sources. Use of tools for implementing Life Cycle Assessment (LCA) of a material. 3) Materials and the environment: the use of materials in processes related to energy harvesting, energy storage, and environmental protection. In addition to the core content, seminars delivered by external experts on specific topics related to the course themes are also planned.</p>	
<p>Objectives:</p> <p>Knowledge and understanding: Through lectures, students will develop an informed approach to the issues related to the production and use of materials, with a particular focus on inorganic materials, in connection with environmental sustainability in terms of economic, social, and environmental impact throughout the entire life cycle (energy cost of production, use, and disposal). The course will also address the role of materials in environmental applications, in terms of energy efficiency and environmental remediation.</p> <p>Applying knowledge and understanding: Students will demonstrate the ability to apply the acquired knowledge to assess environmental sustainability, perform Life Cycle Assessment, and evaluate the use of materials for Energy Harvesting, Energy Storage, and Environmental Protection.</p> <p>Independent judgment: Students will develop awareness and critical thinking in evaluating the environmental sustainability of materials and in identifying opportunities to introduce alternative production systems, processes, and/or products capable of improving sustainability.</p> <p>Communication skills: Students will prepare a written report and present it through a multimedia presentation, describing the development of a selected topic from those proposed, illustrating the approach used to assess an environmental sustainability issue, its resolution, and the potential results.</p>	

Learning skills: Students will acquire the ability to use various information sources (scientific literature, online databases) to obtain up-to-date data on the proposed topics, and to independently and critically process the acquired information to perform sustainability assessments and design potentially innovative alternative solutions.
Prerequisites: none
Is a prerequisite for: none
Types of examinations and other tests: presentation and discussion of an assigned project

Course: MATERIALI PER LE NANOTECNOLOGIE	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): FIS/03 (02/PHYS-03/A)	CREDITS: 12
Course year: II	Type of Educational Activity: B
Teaching Methods: in-presence	
<p>Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:</p> <p><i>Materiali nanostrutturati</i> <i>Electronic structure of nanowires assembled on surfaces: tight-binding method and quantum confinement – Examples of conducting nanowires – Electronic structure, physical properties, and applications of graphene and carbon nanotubes – Electronic structure of quantum dots, quantum wires, and quantum wells using the Wannier function method – The effective mass equation – Charge transport in nanostructures: ballistic regime, Landauer formula, conductance quantization – Conductance in the presence of elastic scattering – Elastic diffusive transport in graphene – Examples and applications in nanoelectronics – Thermoelectricity: Seebeck and Peltier effects in nanostructures, the figure of merit ZT – The phonon contribution to energy transport – Examples and applications in energy harvesting.</i></p> <p><i>Nanotecnologie per l'elettronica</i> Phenomenological aspects of superconductivity. Ginzburg–Landau equation and its applications. BCS microscopic theory. Tunneling effect between superconductors. Josephson effect and its properties. Proximity effect. Mesoscopic superconductivity. Nanostructured superconducting devices and their applications. Thin films of nanostructured materials: physical deposition techniques. Vacuum technology aspects. Characterization (experimental techniques) of thin films (XRD; STM, tunnel junctions, AFM, MFM, transport measurements). Optical techniques for micro-lithography. UV lithography. Electron beam lithography (EBL). Focused Ion Beam lithography (FIB). X-ray lithography techniques. Soft lithography. Plasmonics: Maxwell's equations. Dispersion relations of surface plasmon polaritons (SPPs). Extension and propagation length. Localized surface plasmons. Influence of shape, size, and environment. Applications (waveguides, SPPs with energy gaps). Spintronics: general aspects of magnetism, itinerant magnetism. (Brief overview of) micromagnetism. Magnetoresistive effects. Magnetoelectronic devices (GMR, TMR). Elements of superconducting spintronics.</p>	
<p>Objectives:</p> <p><i>Materiali nanostrutturati</i> Recent developments in nanotechnologies have made it possible to engineer materials and devices at length scales of just a few nanometers. Nanostructured materials, in the form of nanocrystals, nanoribbons, and nanowires, exhibit electrical and optical properties that differ</p>	

significantly from those of their macroscopic counterparts. The primary aim of this course is to provide both the conceptual and methodological tools needed to understand the physical properties and technological potential of nanostructures.

Knowledge and understanding: Students will acquire fundamental knowledge and methodological approaches specific to nanotechnology through lectures, individual study, and the numerical solution of assigned exercises. Emphasis will be placed on developing familiarity with terminology that will be used extensively in subsequent courses.

Applying knowledge and understanding: Students will demonstrate the ability to apply the acquired knowledge to solve problems related to the electronic structure and transport properties of nanostructured materials.

Independent judgment: Students will be able to evaluate the most appropriate approaches for solving specific problems within the study program and assess the quality of achievable results, also with reference to data from the international scientific literature.

Communication skills: Students will learn to effectively communicate their ideas, adopted approaches, and achieved results in written, oral, and multimedia formats.

Learning skills: Students will be able to update their knowledge on nanostructured materials by consulting textbooks, notes, and scientific publications, and will develop the cognitive maturity necessary to successfully follow advanced courses.

Nanotecnologie per l'elettronica

Nanotechnologies represent a key tool for the development of materials and devices at length scales of a few nanometers, where physical properties can change in such a way as to open new and fascinating horizons in the engineering of the materials themselves. The main objective of this course is to provide knowledge of the principal experimental approaches used in the development of nanotechnologies and to understand their impact on the study of the physical properties of nanostructured systems, including those based on materials of significant interest for electronics.

Knowledge and understanding: Students will acquire fundamental knowledge and the methodological approach typical of nanotechnologies through lectures, individual study, and the numerical solution of assigned exercises. Emphasis will be placed on developing fluency in terminology that will be widely used in most subsequent courses.

Applying knowledge and understanding: Students will demonstrate the ability to apply the acquired knowledge to solve problems related to the electronic structure and transport properties of nanostructured materials.

Independent judgment: Students will be able to evaluate the most appropriate approaches for addressing specific problems within the degree program and assess the quality of the results obtained, including in reference to data from the international scientific literature.

Communication skills: Students will learn to effectively communicate their ideas, the approaches adopted, and the results achieved in written, oral, and multimedia form.

Learning skills: Students will develop the ability to update their knowledge of nanostructured materials by consulting textbooks, notes, and scientific publications, and to reach a sufficient level of maturity to follow subsequent courses.

Prerequisites: none

Is a prerequisite for: none

Types of examinations and other tests:

Materiali nanostrutturati: oral examination

Nanotecnologie per l'elettronica: Mid-course seminars. Final oral interview including discussion of laboratory reports.

Course: CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/21 (09/IIND-03/C)	CREDITS: 6
Course year: II	Type of Educational Activity: B
Teaching Methods: in-presence	
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course: Technical and economic significance of material degradation processes. General aspects of corrosion. Electrochemical mechanisms. Reactions. Thermodynamic aspects. Pourbaix diagrams. Kinetic aspects. Passivation and passive behavior. Galvanic coupling. Uniform corrosion. Galvanic corrosion. Pitting corrosion. Crevice corrosion. Selective corrosion. Stress corrosion cracking. Corrosion fatigue. Hydrogen damage. Atmospheric corrosion. Concrete degradation. Methods for evaluating corrosion rate: weight loss, potentiodynamic curves, polarization resistance, Tafel lines, Evans diagrams, A.C. measurements, electrochemical impedance spectroscopy. Modification of the metallic phase. Metallic coatings, organic coatings, conversion layers, inhibitors, galvanization.	
Objectives: The course is aimed at providing fundamental knowledge of material behaviour, reliability, and durability throughout their service life. The topics covered include both thermodynamic and kinetic aspects and encompass a wide range of materials commonly used in various industrial and civil sectors. Several industrially relevant case studies will be examined and discussed during the course. Laboratory exercises involving the direct participation of students are also planned.	
Prerequisites: none	
Is a prerequisite for: none	
Types of examinations and other tests: oral verification	

Course: BIOMATERIALI	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/34 (09/IBIO-01/A)	CREDITS: 6
Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course: Biological tissues: relationship between composition, structure, and properties of tissues; chemical and morphological description; mechanical properties; tissue anisotropy; rheological and transport properties. Biomaterials: metallic, polymeric, composite, and ceramic materials. Influence of chemical composition, structure, and processing on biomaterial performance. Material behaviour in relation to chemical transformations and functional groups. Biocompatibility. Tissue-material interactions. Prostheses: design principles and preparation technologies, sterilization. Prosthetic applications in orthopedics, cardiovascular, and dental fields. Techniques and technologies for the production of biomaterials for prosthetics, regenerative medicine, and controlled drug delivery.	
Objectives:	

The course is aimed at acquiring knowledge of the main properties and characteristics of biomaterials, the nature of their interactions with biological tissues, and the design criteria of artificial systems in relation to the functional recovery of the tissue or organ to be replaced, integrated, or rehabilitated.
Prerequisites: none
Is a prerequisite for: none
Types of examinations and other tests: midterm tests and/or final exam; oral examination.

Course: INGEGNERIA DEI MATERIALI NANOFASICI PER L'ENERGETICA E LA SENSORISTICA		Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)		CREDITS: 6
Course year: I or II	Type of Educational Activity: D	
Teaching Methods: in-presence		
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:		
<p>The course is dedicated to scientific and educational activities in the field of Materials Science and Technology. It covers the full range of cultural and professional aspects related to the science and technology of materials, both structural and functional, with technical and engineering relevance for energy and the environment. More specifically, it includes expertise concerning the relationships between structure at all dimensional scales (from nano to macro), formulation, processing, performance, and chemical and physical properties, as well as production technologies and in-service behaviour.</p> <p>The course encompasses metallic, ceramic, polymeric, and semiconductor materials and their respective alloys, multimaterial combinations and composites, both natural and artificial, surface treatments with or without material addition, and the full range of methodologies, techniques, and treatments aimed at material functionalization. It also includes knowledge related to interfaces in hybrid inorganic-organic-biological systems and expertise in materials for energy conversion, storage, and preservation.</p>		
Objectives:		
<p>The course aims to highlight the multiple potentialities of nanophase formation in materials for energy and sensing applications. Starting from the production processes of nanophases and the characterization of nanostructured materials, the course will demonstrate their advantages in specific applications. Students will gain a comprehensive overview of the materials that will shape the future of optoelectronic technologies for energy conversion, storage, and sensing.</p>		
Prerequisites: none		
Is a prerequisite for: none		
Types of examinations and other tests: oral examination		

Course: LABORATORIO AVANZATO DI NANOMATERIALI E NANOSTRUTTURE		Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): FIS/03 (02/PHYS-03/A)		CREDITS: 6

Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course: Conductivity in 2- and 3-terminal devices, impedance spectroscopy and resonant cavities. Data analysis, least-squares best fit on linear and exponential functions, χ^2 test. Nanostructured materials with different dimensionalities (organic materials and allotropes of carbon, hybrid organic/inorganic materials) featuring various functionalities (metallic, ferroelectric, magnetic, superconducting) and intended for different applications (electronics, biosensing, robotics). Deposition techniques for organic thin films (printing, coating, evaporation, MBE, SUMBE, PLD). Structural and morphological characterization techniques: AFM, XRD. Electrical characterization techniques: d.c., a.c., and microwave. SCLC model, ballistic transport, and UDR model. Quantum capacitance and conductance. Lithographic techniques, soft lithography and nanolithography. Introduction to quantum devices and other emerging applications.	
Objectives: The objective of the course is to provide students with an overview of the electronic properties of nanostructured materials, the physical deposition and characterization techniques relevant to electronics, sensing, and soft robotics, as well as the related devices. Particular emphasis is placed on the study and role of reduced dimensionality and material doping. Attention will also be given to the practical learning of thin film deposition of organic and 2D materials, their characterization, the fabrication of 2- and 3-terminal electronic devices—including quantum devices—and data analysis.	
Prerequisites: none Is a prerequisite for: none	
Types of examinations and other tests: discussion of a project report	

Course: MATERIALI PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	CREDITS: 6
Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course: The course aims to introduce students to the study of materials and technologies relevant to the environmental sector. The introductory part will address the issue of pollution, providing an overview of potential sources of contamination, types of pollutants, and their possible effects on the environment and human health. Different monitoring and remediation techniques will then be presented, with a focus on the materials—both conventional and innovative—used for the decontamination of air, water, and soil. In particular, the course will cover the synthesis, functionalization, and characterization techniques of porous and nanostructured materials (organic, inorganic, and hybrid), along with their related application technologies. Finally, potential criteria for selecting materials for environmental protection will be discussed, based on the system under consideration and the degree/type of contamination.	

To complement the theoretical knowledge, the course includes the analysis of case studies with numerical exercises and hands-on laboratory activities.

Objectives:

Knowledge and understanding: Develop awareness of the materials used in various fields of environmental protection, in relation to synthesis, functionalization, and characterization techniques, as well as application methodologies.

Applying knowledge and understanding: Demonstrate the ability to apply the acquired knowledge to the monitoring, protection, and possible restoration of even complex environmental systems.

Independent judgment: Develop awareness and critical thinking in selecting the most appropriate materials and technologies for the remediation of environmental systems, based on data concerning the degree of contamination and the type of pollutants present.

Communication skills: Develop the ability to interact and engage in discussions, as well as the ability to explain and convey, in written, oral, or multimedia form, the acquired knowledge on materials and methods for the monitoring, protection, and restoration of at-risk environmental systems.

Learning skills: Acquire the ability to use different sources of information (books, scientific literature, online databases) to obtain up-to-date data on the proposed topics and to autonomously and critically process the collected information.

Prerequisites: none

Is a prerequisite for: none

Types of examinations and other tests: oral examination

Course: SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO FLUIDODINAMICO DEI MATERIALI		Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/26 (09/ICHI-01/C)		CREDITS: 6
Course year: I or II	Type of Educational Activity: D	
Teaching Methods: in-presence		
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:		
Mathematical methods for the analysis, modeling, identification, and simulation of systems in the process industry, also using numerical techniques. Characterization and development of processes for the chemical, biotechnological, food, and pharmaceutical industries, as well as for the production and transformation of materials.		
Objectives:		
The course aims to: (i) develop advanced mathematical models for fluid dynamics problems; (ii) provide fundamental concepts on how to perform numerical simulations for fluid dynamics problems; (iii) teach how to use computational fluid dynamics (CFD) software to solve complex fluid dynamics problems relevant to materials engineering.		
Prerequisites: none		
Is a prerequisite for: none		
Types of examinations and other tests: discussion of a design project.		

Course: SVILUPPO SOSTENIBILE DI MATERIALI POLIMERICI		Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): CHIM/07 (03/CHEM-06/A)		CREDITS: 6

Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:	
<p>In line with the SSD description, the program covers a set of topics grouped into three main thematic areas: 1) Chemistry and technology of sustainable organic materials, biodegradable or derived from natural sources or biomass, aimed at enhancing environmental and socio-economic sustainability; 2) Sustainable polymer formulations based on bio-based and biodegradable additives and fillers, and sustainable nanocomposites; 3) Design of biohybrid materials; 4) Life cycle of materials: Life Cycle Assessment (LCA) methodology for the quantitative evaluation of sustainability; end-of-life management and technological options for waste reduction and reuse. The course aims to provide the fundamental knowledge and criteria necessary for the selection, design, and assessment of structural elements reinforced with or made from innovative materials and/or manufacturing processes.</p>	
Objectives:	
<p>The course aims to address the fundamental aspects of the science of sustainable organic materials. By the end of the course, students will have acquired knowledge related to the chemistry and technology of polymers from renewable sources, natural polymers, biodegradable polymers, as well as their composites, nanocomposites, and biohybrids. The course will cover the chemical, technological, and socio-economic aspects of using sustainable organic products and converting waste materials into high-value-added products. It also offers a holistic view of industrial challenges by linking topics related to the green economy with Life Cycle Assessment (LCA) procedures for a comprehensive evaluation of the environmental sustainability of organic materials.</p>	
Prerequisites: none	
Is a prerequisite for: none	
Types of examinations and other tests: discussion of a design project	

Course: SIMULAZIONE MOLECOLARE DI MATERIALI	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): CHIM/04 (03/CHEM-04/A)	CREDITS: 6
Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:	
<p>1) Historical overview of the origins of molecular simulation. Basic concepts of statistical mechanics. Potential energy surface of a molecular system. 2) Boundary conditions and edge effects 3) Force fields 4) Thermodynamic ensembles and their numerical implementation 5) Methods and approximations to reduce the computational cost of molecular simulations 6) Simulation of a Lennard-Jones fluid 7) Constraints, cut-offs, and other methods for handling realistic molecular models 8) Electrostatic interactions 9) Simulation of a realistic molecular-scale model 10) Coarse-graining methods for polymeric materials.</p>	
Objectives: The course aims to introduce students to molecular simulation techniques. It provides knowledge of the theoretical framework, numerical methods, and main algorithms underlying	

molecular simulation approaches, along with hands-on familiarity with selected numerical codes for molecular simulation.
Prerequisites: none
Is a prerequisite for: none
Types of examinations and other tests: oral examination

Course: ELEMENTI DI MODELLAZIONE NUMERICA PER L'INGEGNERIA	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	CREDITS: 6
Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:	
<p>Introduction to the Matlab environment: graphics and programming, use of the symbolic toolbox, built-in Matlab functions for function minimization and nonlinear regression of experimental data, overview of the theory and Matlab functions for polynomial interpolation and splines, basics of numerical integration methods for functions from \mathbb{R} to \mathbb{R} and corresponding Matlab functions, implementation of the Gauss-Jordan method, theory and implementation of fixed-point and bracketing methods for solving nonlinear equations in the real domain, built-in Matlab functions for solving systems of equations from \mathbb{R}^n to \mathbb{R}^m.</p> <p>Introduction to finite difference methods for Cauchy problems: explicit and implicit Euler methods, analysis of the stability of these methods, overview of Runge-Kutta methods, definition of stiff problems, use of built-in Matlab functions for solving first-order ODE systems, use of these functions to solve Cauchy problems for higher-order ODEs. Theory of zero-stability, Lax theorem on stability, convergence, and consistency for explicit methods with constant step size, convergence study of explicit Euler method in the presence of round-off errors.</p> <p>Finite difference and shooting methods for solving second-order boundary value problems, overview of the Method of Lines (MOL) for solving parabolic PDEs (application to heat transport).</p>	
Objectives:	
<p>By the end of the course, students will be expected to independently and confidently implement numerical codes in the Matlab environment to solve engineering problems, including: nonlinear regression of experimental data using theoretical models from continuum mechanics and thermodynamics; numerical solution of systems of nonlinear algebraic equations in the real domain; finite difference methods for solving Cauchy problems associated with systems of ordinary differential equations of order ≥ 1 in the real domain; finite difference and shooting methods for solving boundary value problems in the real domain; and the use of the Method of Lines (MOL) to solve parabolic PDEs. In particular, students will implement self-developed codes in class, integrating them with Matlab's built-in functions. The regression and nonlinear algebraic equation problems will focus on solving equations of state for determining the equilibrium properties of fluids under subcritical and supercritical conditions (e.g., determining the vapor-liquid density of water as a function of P and T using equations of state recently derived from statistical mechanics, with essential implementation details provided during exercises). Differential problems will address both stiff and non-stiff nonlinear systems, with particular emphasis on classical mechanical problems such as spring-damper systems and physical pendulums, and thermodynamic problems such as heat transfer in homogeneous and heterogeneous (composite) media and mass transfer in continuous media. In all cases, students</p>	

will be provided with the essential information needed to implement these models during the course.

Prerequisites: none

Is a prerequisite for: none

Types of examinations and other tests: discussion of a design project

Course: MATERIALI INNOVATIVI PER APPLICAZIONI STRUTTURALI	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ICAR/09 (08/CEAR-07/A)	CREDITS: 6
Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course: Innovative construction materials: high-performance fiber-reinforced concrete; structural elements produced through concrete additive manufacturing; fiber-reinforced composites (FRP); mechanical properties, structural safety, safety factors. Design and verification principles for structural elements using innovative materials and/or manufacturing processes. Design and verification principles for strengthening reinforced concrete and masonry elements using FRP, FRCM, and FRC.	
Objectives: The course aims to provide fundamental knowledge and criteria for the selection, design, and verification of structural elements that are either reinforced or made using innovative materials and/or manufacturing processes. Knowledge and understanding: Students will acquire fundamental knowledge related to the design and verification of structural elements made with innovative materials and/or processes through lectures, laboratory activities, individual study, and the numerical solution of assigned exercises. Applying knowledge and understanding: Students will demonstrate their ability to effectively apply the acquired knowledge to the proper design of reinforced structural elements under service and ultimate conditions. Independent judgment: Students will be able to evaluate the most appropriate approaches for the selection and design of both reinforced and unreinforced structural elements, under service and ultimate conditions, made with innovative materials and/or manufacturing processes. Communication skills: Students will learn to communicate their ideas, adopted approaches, and achieved results effectively in written, oral, and multimedia formats. Learning skills: Students will develop the ability to update their knowledge on the types and uses of innovative structural materials through the consultation of textbooks, notes, scientific publications, and technical standards, and will acquire sufficient cognitive maturity to successfully follow more advanced courses.	
Prerequisites: none	
Is a prerequisite for: none	
Types of examinations and other tests: Oral and practical examination	
Course: MATERIALI E TECNICHE PER LA TUTELA DEI BENI CULTURALI	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	CREDITS: 9

Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:	
<p>Origin and evolution of the main materials used in historic heritage. Classification, properties, and applications of materials in cultural heritage. Pollutants and the physical and chemical mechanisms of material degradation. Effects of moisture and soluble salts, effects of gases and airborne particulates, effects of thermal and light radiation. Diagnostic techniques for the characterization of ancient materials and their transformation products over time.</p> <p>Destructive techniques: XRD, SEM, thermal analyses, porosimetry analyses. Non-destructive techniques: macrophotography, thermography, ultrasonic testing.</p> <p>Durability assessment using accelerated aging techniques. Evaluation of diagnostic results for the recovery and conservation of materials. Protective and consolidating materials. Evaluation of the physical, chemical, and biological compatibility of materials with the condition of the artifacts. Assessment criteria for restoration and conservation interventions.</p>	
Objectives:	
<p>Knowledge and understanding – The student will develop an awareness of the materials used in historic buildings, their evolution over time, and the main chemical and physical mechanisms governing their degradation.</p> <p>Applying knowledge and understanding – The student will acquire the ability to identify the types of materials commonly used in historic construction, the main chemical and physical causes of their degradation, and the diagnostic methods available to support their analysis.</p> <p>Independent judgment – By the end of the course, the student will have developed a specific critical ability to identify the causes of degradation phenomena affecting both natural and artificial materials used in historic buildings. The student will also gain awareness of the importance of using destructive and non-destructive diagnostics for studying materials, their transformation products, and for planning effective restoration interventions.</p> <p>Communication skills – Through lectures, laboratory work, and seminar activities, the student will be encouraged to interact with instructors and peers, thereby enhancing their ability to engage in discussion on both general and specialized topics.</p> <p>Learning skills – During the course, the student will understand how theoretical and conceptual foundations, combined with current regulations and recent scientific literature, can be applied to the understanding and resolution of issues related to the preservation of cultural heritage.</p>	
Prerequisites: none	
Is a prerequisite for: none	
Types of examinations and other tests: Final written exam with possible discussion of a design project	

Course: MATERIALI E TECNOLOGIE PER IL FOTOVOLTAICO	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	CREDITS: 6
Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:	

<p>The course pertains to scientific and educational activities in the field of Materials Science and Technology. It encompasses the full range of cultural and professional aspects related to the science and technology of both structural and functional materials, with technical and engineering relevance for energy and the environment.</p> <p>More specifically, it includes expertise concerning the relationships between structure at all dimensional scales (from nano to macro), formulation, processing, performance, and chemical and physical properties, as well as production technologies and in-service behaviour.</p> <p>It covers metallic, ceramic, polymeric, and semiconductor materials and their respective alloys, multimaterial combinations and composites, both natural and artificial, surface treatments with or without material addition, and the full range of methodologies, techniques, and treatments aimed at functionalization.</p> <p>It also includes knowledge related to interfaces in hybrid inorganic-organic-biological systems, along with expertise in materials for energy conversion, storage, and preservation.</p>
<p>Objectives:</p> <p>The course aims to train future leaders in the field of renewable energy, with a particular focus on photovoltaics. Starting from the fundamental concepts of solar energy conversion into electricity, the course will explore the most advanced solutions to increase the efficiency and large-scale deployment of photovoltaic systems. The goal is to foster awareness that we are at the dawn of an energy revolution, bringing enormous and unprecedented job opportunities for which we aim to prepare our students.</p>
<p>Prerequisites: none</p> <p>Is a prerequisite for: none</p>
<p>Types of examinations and other tests: oral examination</p>

Course: MATERIALI E TECNOLOGIE PER IL PACKAGING	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/22 (09/IMAT-01/A)	CREDITS: 6
Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
<p>Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:</p> <p>In line with the SSD description, the course content encompasses the full range of cultural and professional aspects related to the science and technology of materials as applied to the packaging sector. More specifically, it addresses the relationships between structure at all dimensional scales (from nano to macro), formulation, production technologies, performance, and properties of products made with materials relevant to the field, with particular reference to metallic, ceramic, and polymeric materials, as well as multimaterial combinations and composites.</p>	
<p>Objectives:</p> <p>Knowledge and understanding. The student must demonstrate knowledge of: (i) the various classes of packaging materials, highlighting their advantages and disadvantages in relation to their intended use; (ii) the main processing technologies for packaging materials; (iii) the environmental impact of products and processes in the packaging industry.</p> <p>Applying knowledge and understanding. The student must be able to: (i) identify the most suitable materials and processes for the production of packaging for various applications; (ii) propose appropriate experimental analyses to study the characteristics of packaging.</p>	

<p>Independent judgment. The student must: (i) be able to critically analyze the performance of a packaging solution; (ii) propose alternative solutions to minimize its environmental impact while maintaining its performance.</p> <p>Communication skills. The student must be able to communicate effectively, using appropriate language with both technical and non-technical audiences, and present innovative, low-impact solutions with competence and persuasive ability.</p> <p>Learning skills. The student must be able to independently update or expand their knowledge in the field of polymeric materials by consulting textbooks and scientific articles; (ii) consult technical datasheets and laboratory documentation.</p>
<p>Prerequisites: none</p> <p>Is a prerequisite for: none</p>
<p>Types of examinations and other tests: written exam with 4 to 6 open-ended questions, followed by an oral interview focusing on an in-depth discussion of the materials and technologies related to a packaging solution chosen by the student.</p>

Course: MECCANICA DEI FLUIDI COMPLESSI	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/24 (09/ICHI-01/B)	CREDITS: 6
Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
<p>Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:</p> <p>The field focuses on "Basic Process Design," that is, the development of methodologies and technologies in the process industry based on the physical, chemical, and biological phenomena that characterize its specific transformations. Core competencies include the mechanics of Newtonian and non-Newtonian fluids, as well as multiphase systems. Applications extend beyond the process industry to include environmental and biomedical engineering, aiming at the development of new technologies that meet economic, energy, and environmental sustainability requirements.</p>	
<p>Objectives:</p> <p>The course aims to provide students with specialized knowledge regarding the behavior of complex fluids in flow, with particular attention to the relationship between microstructure and the macroscopic properties of the fluids under study. Complex fluids of relevance to chemical and materials engineering will be presented, with applications in industrial, biomedical, and pharmaceutical contexts, along with new technologies for their characterization.</p>	
<p>Prerequisites: none</p> <p>Is a prerequisite for: none</p>	
Types of examinations and other tests: oral examination	

Course: SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO STRUTTURALE DEI MATERIALI	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ICAR/08 (08/CEAR-06/A)	CREDITS: 6
Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
<p>Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:</p>	

<p>Within the scope of the SSD ICAR/08 "Structural Mechanics," the course specifically focuses on the development and dissemination of innovative scientific tools for addressing problems related to the mechanical behavior of materials (constitutive modeling, response to external loads, shape and topology optimization).</p>
<p>Objectives: The course aims to provide essential tools for modeling and computational analysis within the framework of continuum mechanics of structures, addressing selected problems relevant to materials science and engineering. Starting from a review of continuum mechanics, the course focuses on the main approaches to theoretical modeling and numerical strategies, also based on the Finite Element Method (FEM), for determining stress and strain states in one-dimensional structures (beams and frames), as well as two- and three-dimensional structures, including cases involving different materials. The objective of the course is to introduce issues related to the structural modeling of materials. The educational path is designed to equip students with the theoretical knowledge and computational tools necessary to solve structural problems of interest to materials engineers.</p>
<p>Prerequisites: none Is a prerequisite for: none</p>
<p>Types of examinations and other tests: The exam takes place at the end of the course and consists of an oral examination, including a discussion of the design project developed during the course.</p>

Course: TRATTAMENTI SUPERFICIALI DEI MATERIALI	Teaching Language: Italian
SSD (Subject Areas): ING-IND/21 (09/IIND-03/C)	CREDITS: 6
Course year: I or II	Type of Educational Activity: D
Teaching Methods: in-presence	
<p>Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course: Surface energy: definition and measurement. Wettability and adhesion. Surface treatments of inorganic and organic materials. Physical Vapor Deposition (PVD): vacuum evaporation, sputtering, ion bombardment. Examples of industrial applications: metallization of packaging films, thin film coatings, hard coatings. Chemical Vapor Deposition (CVD), including plasma-assisted activation/deposition. Examples of industrial applications: deposition of barrier layers on packaging films, coating of polymeric materials, diamond-like coatings, plasma synthesis of polymers, hemocompatible coatings, bioadhesion, coating of contact lenses. Nanostructured coatings. Surface treatments of titanium and aluminum. Surface analysis techniques: XPS, SEM, TEM, contact angle measurement, surface roughness measurement, AFM, adhesion evaluation, thin film thickness measurement. As part of the course activities, visits to companies in the sector are planned.</p>	
<p>Objectives: The Surface Treatments of Materials course aims to provide students with fundamental knowledge for selecting surface modification technologies and analyzing surface properties before and after modification. Emphasis is placed on describing innovative technologies designed to achieve surface properties different from those of the base material, thereby imparting specific functional and/or aesthetic characteristics to the final product.</p>	
<p>Prerequisites: none Is a prerequisite for: none</p>	
<p>Types of examinations and other tests: discussion of a design project</p>	

Course: ex art. 10, comma 5, lettera d	Teaching Language: Italian
Activity: other training activities: knowledge useful for entering the job market	CREDITS: 6
Course year: II	Type of Educational Activity: F
Teaching Methods: in-presence	
<p>Contents extracted from the SSD declaratory consistent with the training objectives of the course:</p> <p>Additional training activities may include the acquisition of further language skills, IT and digital communication skills, participation in intramural internships, extramural internships, or involvement in extracurricular activities such as educational initiatives and seminar cycles, MOOC courses, and team-building initiatives.</p>	
<p>Objectives:</p> <p>Acquire transversal competences and soft skills (e.g., additional language skills, IT and digital communication abilities, team-building capacity) useful for entering the job market; gain specialized knowledge through collaboration with professionals involved in design, production, and management of manufacturing or research facilities, in order to gain a first-hand experience of the working environment; acquire specialized knowledge by assisting academic and research staff in carrying out research and development activities.</p>	
<p>Prerequisites: none</p> <p>Is a prerequisite for: none</p>	
<p>Types of examinations and other tests: Assessment tests (for example, in the case of courses aimed at acquiring additional language skills) or certificates of attendance issued by instructors (for example, in the case of participation in seminar cycles and courses organized by the University), by online platforms (such as the Federica Web Learning platform for MOOC courses), by association presidents (for example, for team-building initiatives such as Formula SAE or 1001Vela), or by personnel from companies and external institutions where the student may have carried out an extramural internship.</p>	