

<b>Università</b>	Università degli Studi di PERUGIA
<b>Classe</b>	LM-53. - Ingegneria dei materiali
<b>Nome del corso in italiano</b>	INGEGNERIA DEI MATERIALI E DEI PROCESSI SOSTENIBILI <i>modifica di: INGENGERIA DEI MATERIALI E DEI PROCESSI SOSTENIBILI (1408509.)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	SUSTAINABLE MATERIALS AND PROCESSES ENGINEERING
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	italiano, inglese
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	LM03^GEN^055032
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	11/05/2023
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	15/05/2023
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	28/07/2020 - 09/09/2020
<b>Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento</b>	11/12/2020
<b>Modalità di svolgimento</b>	a. Corso di studio convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="http://www.unipg.it/perm/offerta-formativa/2023/corso/929">http://www.unipg.it/perm/offerta-formativa/2023/corso/929</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE
<b>Altri dipartimenti</b>	INGEGNERIA
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	DM 16/3/2007 Art 4 <a href="#">Nota 1063 del 29/04/2011</a>

### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-53. Ingegneria dei materiali**

#### a) Obiettivi culturali della classe

I corsi della classe hanno come obiettivo quello di formare specialisti in ingegneria dei materiali, con approfondite conoscenze interdisciplinari e in grado di inserirsi nel mondo del lavoro in posizioni di responsabilità.

In particolare, i laureati magistrali nei corsi della classe devono:

- conoscere gli aspetti teorico-applicativi dell'ingegneria industriale e in modo approfondito quelli dell'ingegneria dei materiali, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere anche in modo innovativo problemi complessi;
- conoscere aspetti teorico-applicativi della matematica, della chimica e della fisica degli stati condensati, ed essere capaci di utilizzare tali conoscenze per interpretare e descrivere problemi che tipicamente richiedono un approccio interdisciplinare;
- possedere conoscenze e competenze utili alla progettazione delle proprietà dei materiali partendo dalle strutture atomiche e molecolari che li compongono;
- avere padronanza del metodo scientifico di indagine e delle strumentazioni di laboratorio ed essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità;
- essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi;
- avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale e dell'etica professionale.

#### b) Contenuti disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

I percorsi formativi dei corsi di laurea magistrale della classe comprendono in ogni caso attività finalizzate all'acquisizione di conoscenze avanzate nei campi:

- dei processi, del trattamento e delle tecnologie di sviluppo, produzione e trasformazione dei diversi materiali;
- del comportamento meccanico e delle proprietà strutturali e funzionali dei materiali;
- della progettazione di materiali, componenti e manufatti per applicazioni strutturali e funzionali;
- dell'impiego, anche in condizioni estreme, dei materiali, del loro degrado, protezione e ripristino, e degli aspetti concernenti il loro riciclo e riutilizzo a fine vita;
- della modellizzazione matematica del comportamento dei materiali e dei processi di trasformazione finalizzata alla loro investigazione e trattazione teorica;
- delle metodologie chimiche, fisiche, e ingegneristiche, con particolare riferimento alle correlazioni tra i vari livelli strutturali e le proprietà, alla caratterizzazione ed alla funzionalizzazione dei materiali e manufatti.

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

I laureati magistrali nei corsi della classe devono essere in grado di:

- dialogare efficacemente con esperti di specifici settori applicativi, comprendendo le necessità degli ambiti in cui si troveranno a operare e suggerendo soluzioni efficaci;
- operare in gruppi interdisciplinari costituiti da esperti provenienti da settori diversi;
- mantenersi aggiornati sugli sviluppi delle scienze e tecnologie;
- comunicare efficacemente i risultati delle analisi condotte, in forma scritta e orale.

#### d) Possibili sbocchi occupazionali e professionali per laureati in corsi della classe

I laureati della classe trovano occupazione nel settore industriale con mansioni progettuali, direttive, organizzative, e gestionali, e presso Università ed Enti di ricerca nel campo dell'alta formazione e della ricerca. Inoltre svolgono attività anche come liberi professionisti o come lavoratori dipendenti nell'ambito di società di servizi e consulenza.

Gli ambiti tipici di attività sono quelli della ricerca e sviluppo di nuovi materiali, della progettazione avanzata e della produzione, dell'innovazione, della pianificazione, della

programmazione e gestione di sistemi complessi, della qualificazione e diagnostica dei materiali presso aziende per lo sviluppo e la produzione dei materiali, nonché in laboratori di ricerca ed in enti pubblici e privati.

I laureati della classe possono accedere all'Ordine degli Ingegneri, previo superamento dell'Esame di stato e iscrizione all'albo, e svolgere le attività professionali previste dalla Normativa vigente.

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

I laureati magistrali nei corsi della classe devono essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano, a livello QCER B2 o superiore, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

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

Padronanza di nozioni e strumenti di base delle scienze matematiche, chimiche e fisiche, e conoscenze fondamentali nelle discipline caratterizzanti della presente classe.

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

La prova finale deve comprendere un'attività di progettazione o di ricerca, che dimostri la padronanza degli argomenti e degli strumenti, nonché la capacità di operare in modo autonomo.

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

I corsi di laurea magistrale della classe devono prevedere esercitazioni di laboratorio e/o attività progettuali autonome o in gruppo.

i) Tirocini previsti per tutti i corsi della classe.

I corsi della classe possono prevedere tirocini formativi, in Italia o all'estero, presso enti o istituti di ricerca, università, laboratori, aziende e/o amministrazioni pubbliche, anche nel quadro di accordi internazionali.

j) Indicazioni valide solo per corsi della classe con caratteristiche specifiche.

Nessuna ulteriore indicazione.

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

### **Vedi allegato**

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

Il giorno 28.07.2020 il Magnifico Rettore ha incontrato il Sindaco di Terni, l'assessore alla cultura del Comune di Terni, il Presidente ed il Direttore di Confindustria Umbria, insieme ai delegati alla Didattica ed alle Sedi Decentrate. L'incontro si è svolto presso il Rettorato a Perugia ed ha avuto come argomento di discussione la necessità di una profonda revisione della offerta formativa in area ingegneristica nel territorio ternano. Tale revisione è stata richiesta dai portatori di interesse del territorio.

Il giorno 09/09/2020 presso il Polo Scientifico Didattico di Terni in un secondo incontro, il Magnifico Rettore, il Delegato per la Didattica, il Delegato per la sede di Terni e le strutture distaccate si sono incontrati con i rappresentanti dei seguenti enti:

1. Presidente della Provincia di Terni
2. Sindaco ed Assessore per l'Università del Comune di Terni
3. Sindaco del Comune di Narni
4. Presidente della Fondazione Cassa di Risparmio di Terni e Narni "CARIT"
5. Presidente e segretario dell'Associazione Culturale "Terni Città Universitaria"
6. Presidente di Confcommercio Terni
7. Presidente di Confartigianato Terni
8. Presidente di Confindustria Umbria

per una consultazione sul progetto formativo relativo a un nuovo Corso di Laurea Magistrale nella classe LM 53 "Scienze e Ingegneria dei Materiali".

Durante l'incontro del 09/09/2020, in presenza del Magnifico Rettore e delle associazioni ed enti sopra elencati, è stato considerato quanto è emerso dagli incontri preliminari, focalizzando il confronto su fabbisogni e obiettivi formativi da declinare in base alle esigenze di un territorio dove sono presenti importanti realtà produttive che perseguono obiettivi di sostenibilità, green economy e green jobs, desiderose di caratterizzarsi sempre più su tali aspetti della produzione.

Nel corso della riunione è stato illustrato ai presenti il quadro generale degli obiettivi formativi, con riferimento ai settori scientifico disciplinari nel loro complesso, ed in particolare a quelli che maggiormente caratterizzano la classe delle lauree in Scienza e Ingegneria dei Materiali (LM 53).

Il nuovo corso di Laurea Magistrale dovrebbe avere come obiettivo generale quello di formare una figura in grado di affrontare i principali problemi relativi allo studio, alla progettazione ed all'industrializzazione dei materiali, con profonde competenze nella scienza dei materiali, processi termodinamici e chimico-fisici dei materiali con particolare riferimento alle relazioni proprietà – struttura – lavorazione. Il laureato magistrale dovrà avere inoltre un solido background sui processi di lavorazione sostenibili, sul riciclo ed il riutilizzo dei materiali sulla progettazione considerando il Life Cycle Analysis.

Le principali osservazioni emerse sono state le seguenti:

- Gli enti territoriali, Provincia di Terni e Comune di Terni e di Narni, hanno espresso un parere estremamente favorevole alla revisione dell'offerta formativa in campo ingegneristico e all'istituzione di un nuovo e moderno corso di laurea magistrale in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili. La politica della governance di Ateneo nei confronti del Polo universitario ternano di ampliare l'offerta didattica con CdS nuovi e non doppiati da altri corsi interni all'Ateneo perugino con particolare attenzione a rapporti con il territorio e con enti nazionali ed internazionali è stata valutata estremamente positiva da tutti i rappresentanti intervenuti all'incontro ed hanno sottolineato che il CLM in Ingegneria dei Materiali e dei Prodotti Sostenibili è sicuramente un passo importante in questa direzione.
- Per avere sia maggiore attrattività che maggiore facilità di ingresso nel mondo del lavoro, le parti interessate hanno sottolineato l'importanza di strutturare il percorso didattico dando largo spazio a tirocini e stages da svolgersi presso aziende del territorio impegnate nelle produzioni di materiali tradizionali ed innovativi.
- Tutte le parti intervenute all'incontro hanno confermato che figure di laureati magistrali in Ingegneria dei Materiali e dei Processi sostenibili sono sicuramente ambite nel mondo imprenditoriale del territorio, con concrete possibilità del loro ingresso nel mondo del lavoro.

Dopo aver ascoltato le osservazioni emerse nel corso dell'incontro, si è giunti a condividere tra governance dell'Ateneo e parti interessate i seguenti obiettivi specifici del nuovo corso di laurea magistrale per il quale si è proposta la denominazione in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili.

Formare un Laureato Magistrale:

- \* in grado di operare nella produzione industriale dei materiali intesi come materie prime, ma anche come esperto nella selezione e controllo di qualità dei materiali destinati alla realizzazione di componenti e manufatti;
- \* esperto di sviluppo di materiali a elevata tecnologia e elevato valore aggiunto (es. materiali per l'aerospazio);
- \* capace di progettare materiali avanzati per applicazioni specifiche, ad esempio il campo aerospaziale, materiali a cambiamento di fase, per l'efficienza energetica;
- \* con una formazione che gli consentirà di lavorare in tutte le attività di produzione di manufatti con una particolare competenza nella produzione e applicazione dei nanomateriali, dei materiali polimerici, composti e inorganici, e nella metallurgia e manifattura additiva;
- \* con competenze nei processi di produzione, e nelle principali tecniche e metodologie di ricerca e sviluppo dei materiali per l'industria;
- \* esperto di processi produttivi e di materiali innovativi e sostenibili; capace di valutare la sostenibilità di processi e materiali e di analizzarne l'intero ciclo di vita;
- \* con competenze nell'uso di materiali di recupero, materie prime seconde, progettazione circolare, riciclo e analisi del ciclo di vita;
- \* con competenze che gli consentiranno di essere impiegato sia come ingegnere di processo, che nei dipartimenti di ricerca e sviluppo, nei servizi e nel controllo di qualità.

Il 30 dicembre 2020 il Corso così come descritto è stato presentato ai portatori di interesse attraverso una conferenza stampa, presenti il Magnifico Rettore, il Direttore del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (Dipartimento di riferimento), il Delegato alla Didattica, il Delegato alle Sedi Decentrate, il Direttore del Dipartimento di Ingegneria, il Sindaco di Terni, il Presidente della Fondazione Cassa di Risparmio di Terni e Narni "CARIT" e il Presidente di Confindustria Umbria. Il Corso ha dimostrato il grande apprezzamento delle parti interessate e sono emersi alcuni punti di forza, quali l'internazionalizzazione, l'unicità nel Centro Italia e la capacità di divenire un volano per lo sviluppo del territorio.

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

Il giorno 11 dicembre 2020 si è riunito in seduta telematica il Comitato Regionale Universitario dell'Umbria, per trattare il seguente ordine del giorno: "Parere in ordine alla istituzione di nuovi corsi di studio" e segnatamente il corso di laurea magistrale in "Ingegneria dei materiali e dei processi sostenibili" (Classe LM-53), sede di Terni proposto dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale.

Sono presenti il Rettore dell'Università degli Studi di Perugia, il Delegato per il settore Didattica dell'Università degli Studi di Perugia, il Dirigente della Regione dell'Umbria e il Rappresentante degli Studenti dell'Università degli Studi di Perugia.

Il Rettore dell'Università degli Studi di Perugia rappresenta come la Governance d'Ateneo abbia ritenuto strategico investire su tale corso in quanto innovativo sotto il profilo della capacità di incidere sullo sviluppo e rispondere alle esigenze del territorio ternano. Pensando alla grande potenzialità di Terni, la Governance ha sempre pensato che i corsi di studio dovessero andare nella direzione dello sviluppo proprio di tale potenzialità. A seguito di un confronto e di un dialogo con il territorio e i settori più importanti del mondo produttivo, calibrando le potenzialità dei laboratori e delle strutture su Terni,

si è maturata l'idea di questo nuovo corso che non rappresenta duplicazioni nell'area del centro Italia. Sottolinea infine anche la stretta collaborazione con il territorio e tutte le istituzioni che lo rappresentano, per creare una cittadella universitaria di riferimento a livello nazionale e internazionale.

Il Delegato per il settore Didattica presenta gli obiettivi formativi specifici e la descrizione del percorso formativo nonché i risultati di apprendimento attesi come risultanti dal RAD. In particolare, sottolinea come il corso è progettato come un corso internazionale, con doppi titoli, stage e tirocini anche all'estero, suddiviso in più curricula su tematiche dei materiali avanzati e per l'aerospazio, dei processi sostenibili e dei materiali per il green building, per rispondere sia alle esigenze del territorio dove sono presenti importanti realtà produttive che perseguono obiettivi di sostenibilità, green economy e green jobs desiderose di caratterizzarsi sempre più su tali aspetti della produzione, sia alle esigenze del mondo del lavoro in generale che vede ampie prospettive occupazionali in questi settori.

Il Rappresentante della Regione dell'Umbria approva pienamente l'istituzione del corso; ricorda come la Regione si sia da poco incontrata con l'Università e il Comune di Terni per discutere sullo sviluppo dell'area di Pentima e conferma l'attenzione forte della Regione su un investimento finalizzato ad un Polo universitario scientifico di rilievo anche nel territorio ternano; rappresenta come il nuovo corso in esame vada proprio in questa direzione. Sottolinea infine come la partecipazione del mondo imprenditoriale alla progettazione del corso assuma un rilievo importante nella prospettiva futura di inserimento dei giovani nel sistema produttivo.

Il Rappresentante degli Studenti dell'Università degli Studi di Perugia esprime apprezzamento per l'investimento sulla città di Terni, riconoscendo tale corso come innovativo che andrà a formare figure non presenti nel territorio.

Il Comitato Regionale Universitario dell'Umbria, dopo ampio dibattito e vista la documentazione istruttoria inerente l'ordinamento didattico del corso di laurea magistrale in "Ingegneria dei materiali e dei processi sostenibili" (Classe LM-53), sede di Terni proposto dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, all'unanimità, esprime parere favorevole in ordine alla sua istituzione.

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

L'obiettivo del corso di Laurea in Ingegneria dei Materiali e dei Processi sostenibili è quello di formare una figura professionale in grado di affrontare i principali problemi relativi allo studio, alla progettazione ed all'industrializzazione dei materiali. Il laureato in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili avrà profonde competenze nell'ingegneria e nella scienza dei materiali, nei processi di trasformazione e chimico-fisici dei materiali, con particolare riferimento alle relazioni proprietà-struttura-lavorazione. In particolare la figura che si vuole formare avrà un solido background sui processi di lavorazione sostenibili, sul riciclo ed il riutilizzo dei materiali, sulla progettazione considerando il Life Cycle Analysis.

In sintesi il corso di laurea ha l'obiettivo di formare specialisti:

in grado di operare nella produzione industriale dei materiali intesi come materie prime, ma anche come esperto nella selezione e controllo di qualità dei materiali destinati alla realizzazione di componenti e manufatti;  
esperto di sviluppo di materiali a elevata tecnologia e elevato valore aggiunto (es. materiali per l'aerospazio);  
in grado di progettare materiali avanzati per applicazioni specifiche, ad esempio il campo aerospaziale, materiali a cambiamento di fase, per l'efficientemente energetico, la cui formazione gli permetterà di lavorare in tutte le attività di produzione di manufatti, con una particolare competenza nella produzione e applicazione dei nanomateriali, dei materiali polimerici, compositi e inorganici e nella metallurgia e manifattura additiva;  
con competenze nei processi di produzione e nelle principali tecniche e metodologie di ricerca e sviluppo dei materiali per l'industria;  
esperto di processi produttivi e di materiali innovativi e sostenibili; capace di valutare la sostenibilità di processi e materiali e di analizzarne l'intero ciclo di vita; con competenze nell'uso di materiali di recupero, materie prime seconde, progettazione circolare, riciclo e analisi del ciclo di vita;  
che potranno essere impiegati sia come esperti di processo, che nei dipartimenti di ricerca e sviluppo, nei servizi e nel controllo di qualità.

Il percorso formativo è organizzato in modo da fornire, durante il primo anno, i concetti principali riguardanti la scienza e la tecnologia delle principali classi di materiali (Metalli, Polimeri, Ceramiche e Compositi). Lo studente avrà gli strumenti per la modellazione e la progettazione, la lavorazione dei materiali suddetti e le basi per la progettazione circolare e l'analisi del ciclo di vita.

Dopodiché il CdS in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili si articolerà in curricula che caratterizzeranno il secondo anno di corso.

I curricula che verranno proposti porteranno lo studente ad avere conoscenze più approfondite su settori innovativi e fortemente avanzati dell'ingegneria e della scienza dei materiali e dei processi, sempre con una visione aperta agli aspetti green ed ecosostenibili delle produzioni.

In seguito lo studente potrà scegliere fra:

- un curriculum che sarà incentrato su tematiche relative allo sviluppo, alla produzione ed alla progettazione di materiali innovativi ad alte prestazioni per l'Aerospazio. Un accento particolare è posto sui materiali compositi, le leghe leggere, i materiali operanti in condizioni estreme ed i nanocompositi. Saranno inoltre studiate tecnologie innovative e metodi innovativi per la caratterizzazione, come ad esempio l'analisi non distruttiva, i materiali attivi ed intelligenti, ed i nano materiali;

- in un secondo curriculum lo studente potrà apprendere tecniche di progettazione e di utilizzo di materiali per l'edilizia green, materiali per l'efficientamento energetico e materiali attivi, nonché il recupero e riciclo dei materiali. La progettazione di materiali alternativi, biodegradabili ed environmental friendly è affrontata per applicazioni che spaziano dall'edilizia fino all'industria del packaging;

- un curriculum che sarà specificamente dedicato ai processi sostenibili e ecocompatibili con approfondimenti sui biomateriali, sul recupero ed il riciclo dei materiali polimerici e la progettazione con Life Cycle Analysis (LCA, LCC). Gli aspetti relativi ai processi produttivi di ogni classe di materiali sono studiati in modo da fornire allo studente le basi per affrontare i problemi relativi alla loro industrializzazione.

Il percorso formativo sarà completato dallo svolgimento di attività di tirocinio sia presso i laboratori del Polo didattico di Terni che presso le numerose aziende del territorio che rappresentano eccellenze nel campo dei materiali e dei processi sostenibili, nonché altre istituzioni pubbliche e private italiane ed estere con le quali sono già in atto o potrà attivare specifiche convenzioni. La presenza di laboratori di ricerca avanzata della struttura universitaria di Terni darà inoltre allo studente la possibilità di poter effettuare attività di esercitazioni curriculari per tutte le insegnamenti impartiti, venendo a diretto contatto con le più avanzate tecniche di sviluppo e di produzioni di materiali avanzati.

Per quanto concerne l'internazionalizzazione per tutti gli studenti (obiettivo non meno del 20%) è incentivato l'ottenimento all'estero di almeno 12 CFU nell'ambito dei numerosi accordi Erasmus in atto nel Dipartimento e di altri che potranno essere sviluppati specificamente per il presente CdLM. Il corso di laurea avrà inoltre alcuni interi insegnamenti impartiti in lingua inglese.

### **Descrizione sintetica delle attività affini e integrative**

Le attività affini e integrative previste nel piano di studi dei tre curricula del CdS, con numero di crediti compreso tra 12 e 42, hanno lo scopo di favorire l'acquisizione di conoscenze avanzate in discipline di interesse anche interdisciplinare per completare la formazione della figura professionale dell'ingegnere dei materiali e dei processi sostenibili, già definita dalle attività formative prettamente caratterizzanti.

Tra le discipline inserite come affini e integrative nei tre curricula si annoverano quelle di dinamica dei fluidi (fenomeni di scorrimento nelle correnti in pressione) e di valutazione della Sostenibilità Ambientale. In quanto più attinenti ai vari percorsi formativi, nel curriculum in Materiali per l'Aerospazio sono incluse come affini e integrative anche le discipline della diagnostica non distruttiva (Algoritmi per la Diagnostica non Distruttiva dei Materiali), in quello per il Green Building la scienza dei materiali, legata al suo recupero. Progettazione e utilizzo intelligente (Trattamento e Recupero Sostenibile dei Materiali, Smart Materials for Construction Engineering Materiali e Soluzioni per l'Edilizia Sostenibile), mentre nel curriculum Processi sostenibili sono incluse discipline legate all'impatto ambientale e alla sostenibilità dei processi (Processi Chimici e Biologici Sostenibili, Impatto Ambientale, Indicatori, e Valutazione Bonifica, Sustainable Energy Systems).

### **Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7).**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)**

Il Corso di Studi Magistrale in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili, in accordo con gli obiettivi formativi prefissati, intende fornire alla figura professionale conoscenza e capacità di comprensione utili per affrontare i problemi relativi alla produzione, allo sviluppo, ed alla modellazione dei processi relativi all'ingegneria dei materiali. Più in generale si vuole trasferire la conoscenza relativa all'applicazione ed allo sviluppo di materiali innovativi in campi che spaziano dall'edilizia moderna alle applicazioni aerospaziali all'utilizzo sostenibile dei materiali e dei processi produttivi connessi ad essi. La figura professionale sarà in grado di:

- conoscere i processi che portano alla selezione dei materiali per applicazioni innovative
- conoscere le fasi della progettazione dei materiali multifunzionali e della loro produzione

-padroneggiare la conoscenza sull'utilizzo e sulle caratteristiche dei materiali per applicazioni aerospaziali e più in generale in applicazione ambientali estreme  
-conoscere i processi siderurgici e lo sviluppo di leghe metalliche innovative  
-conoscere la progettazione e la sostenibilità applicata all'utilizzo alla produzione e allo sviluppo di materiali  
-conoscere la produzione energetica, progettazione circolare, riciclo e analisi del ciclo di vita dei materiali.  
-conoscere le tecniche di analisi innovative della proprietà dei materiali, tecniche NDT, testing e caratterizzazione.  
-conoscere le nanotecnologie applicate ai materiali.  
-conoscere i metodi, gli strumenti e le tecniche relativi al riuso dei materiali e comprenderne le potenzialità nella progettazione e nei processi produttivi.  
Gli strumenti didattici utilizzati prevedono, lezioni frontali e corsi specifici nei laboratori nei quali, tramite lo studio di problemi reali si conferisce allo studente la capacità di affrontare praticamente i problemi e le situazioni studiate teoricamente. Sono previste visite presso industrie, piccoli stage e produzione individuale o di gruppo nonché di elaborati.

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

Il CdL in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili attraverso il percorso formativo conferisce allo studente:  
La capacità di analizzare i fattori principali che influenzano l'uso e la selezione di un materiale per un'applicazione specifica.  
La capacità di individuare le variabili di processo che intervengono durante la produzione dei materiali.  
La capacità di applicare i concetti relativi all'analisi del ciclo di vita, alla lavorazione ed alla progettazione di un materiale.  
La capacità di selezionare i processi di recupero e di riutilizzo dei materiali polimerici ed inorganici.  
La capacità di risolvere problemi caratteristici che si affrontano nell'industria dei materiali e di proporre soluzioni innovative.  
La capacità di selezionare i materiali più indicati per la bioedilizia, per le applicazioni in condizioni estreme e più in generale per applicazioni dell'ingegneria.  
La capacità di applicazione delle conoscenze verrà raggiunta durante le attività didattiche in itinere (quali lezioni frontali, corsi di laboratorio, workshop).  
Esami di verifica verranno eseguiti sia durante che a conclusione dei singoli corsi, utilizzando forme diversificate quali, elaborati tesine sia individuali che in team.

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

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili sviluppa nel laureato completa autonomia di giudizio applicata  
a) alla selezione di un materiale per una specifica applicazione,  
b) alla scelta di in processo produttivo basata su criteri economici ed ecologici  
c) nell'individuare le condizioni e le variabili che intervengono nella produzione industriale  
d) nello stabilire un percorso sperimentale per sviluppare un nuovo materiale o una applicazione  
e) nel selezionare i materiali tenendo conto dell'impronta ecologica e del ciclo di vita  
I corsi ed i laboratori sono impostati in modo da stimolare e favorire l'autonomia di giudizio tramite il ricorso frequente a esempi, applicazioni pratiche, esercitazioni in aula e di laboratorio. La verifica del conseguimento degli obiettivi formativi avviene sia durante che a conclusione dei singoli corsi mediante strumenti didattici diversificati (verifiche finali attraverso una prova scritta e/o orale, discussione sull'elaborato finale di tesi)

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

Rientra nello scopo principale del CdLM in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili, formare una figura professionale in grado di confrontarsi con i colleghi e gli operatori del settore, in maniera efficiente, chiara ed appropriata. L'utilizzo di un linguaggio tecnico scientifico adeguato viene quindi ritenuto fondamentale durante tutto il corso di studi. Pertanto nei vari corsi, è favorita la comunicazione attraverso il ricorso a tesine individuali da presentare collettivamente, così come si ritiene fondamentale la padronanza della lingua inglese tecnica. L'adozione di testi in inglese e la partecipazione a seminari svolta da ricercatori internazionali sono metodologie intenzionalmente perseguite per incrementare le capacità di apprendimento del formando.

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

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili intende preparare figure professionali che abbiano sviluppato capacità di apprendimento teorico e di applicazioni pratiche tali da consentire loro di gestire in autonomia un costante aggiornamento delle conoscenze acquisite. Lo scopo del corso è di fornire allo studente l'attitudine ad individuare i concetti fondamentali durante il processo di apprendimento e di conservare questa attitudine, in modo da affrontare facilmente durante la propria carriera, aggiornamenti professionali, innovazioni e processi dinamici. A tale scopo vengono utilizzate continue verifiche sia durante i corsi (prove intercorso e presentazione di lezioni) che alla fine dei vari corsi.

### **Conoscenze richieste per l'accesso**

#### **(DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)**

Per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili è necessario essere in possesso di una Laurea, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo.  
I requisiti curriculari sono automaticamente riconosciuti a studenti in possesso di Laurea della classe L09 (classe delle lauree in Ingegneria Industriale).  
Possono inoltre accedere studenti provenienti da altre classi di laurea, purché abbiano conseguito almeno 85 CFU così distribuiti:  
5 CFU in: ING-INF/04 ING-INF/05, ING-INF/01 MAT 08 SECS-s 02,  
25 CFU in MAT/02 MAT 03 MAT/05 MAT/06 MAT/07 MAT/09,  
55 CFU in CHIM/03 CHIM/07 CHIM/12 FIS/01 FIS/03 ICAR01 ICAR03 ICAR 08 ICAR09 ING-IND/08 ING-IND/09 ING-IND/22 ING-IND/25 ING-IND/27 ING-IND/31 ING-IND/16 ING-IND/15 ING-IND/14 ING-IND/13 ING-IND/12 ING-IND/11 ING-IND/10 ING-IND/21 ING-IND/31.  
Nel caso di carenza di CFU rispetto a quanto sopra previsto, lo studente potrà colmarle prima dell'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale.

E' inoltre richiesto un livello di conoscenza di una lingua europea equiparabile al livello B2 del framework europeo. Eventuali carenze non precludono l'iscrizione al corso ma possono comportare che parte dei crediti dedicati alle altre attività vengano destinati a raggiungere il livello di conoscenza della lingua richiesto.

Nel caso di candidati provenienti da Paesi UE o extra UE è ammesso il possesso di titoli equipollenti ai precedenti; in tutti i casi l'ammissione è comunque subordinata alla verifica del possesso dei requisiti curriculari e del percorso formativo compiuto.

### **Caratteristiche della prova finale**

#### **(DM 270/04, art 11, comma 3-d)**

Alla prova finale sono attribuiti 18 CFU e si articola in Tirocinio (12 CFU) e preparazione ed esposizione dell'elaborato di tesi nel corso dell'esame finale (6 CFU). Il lavoro di tesi, si sviluppa in parte durante il tirocinio e in parte nell'elaborazione di un tema proprio della cultura dell'ingegneria dei Materiali e dei Processi sostenibili. Il lavoro di tesi deve essere originale e individuale, anche se inserito in una ricerca più ampia coordinata con altri laureandi.  
L'esame finale consiste nella presentazione orale, alla Commissione di tesi, degli esiti del lavoro svolto durante lo stage con l'assistenza anche di un eventuale tutor aziendale e con la supervisione di almeno un tutor universitario (relatore).  
Tirocinio e lavoro di tesi possono essere svolti sia presso i dipartimenti e i laboratori dell'Ateneo che presso strutture pubbliche o private, nazionali o estere dove lo studente abbia scelto di svolgere il tirocinio. Lo studente potrà scrivere e/o discutere l'elaborato anche in lingua Inglese.  
Per poter accedere alla valutazione dell'elaborato di laurea lo studente dovrà avere acquisito tutti i crediti previsti dal piano di studi (tranne naturalmente quelli relativi alla preparazione e discussione della tesi), compresi quelli relativi al tirocinio che comunque dovrà essere svolto presso le strutture di Ateneo o esterne dove si svolgerà il lavoro sperimentale di Tesi

**Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati****Ingegnere dei materiali, Tecnologo dei Materiali.****funzione in un contesto di lavoro:**

I laureati magistrali in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili sono in grado svolgere molteplici funzioni:

- Operare nell'ambito della ricerca di base ed applicata, rivolta allo sviluppo di materiali avanzati e/o allo sviluppo di tecnologie innovative e sostenibili di trasformazione;
- Progettare materiali innovativi con proprietà predefinite e i relativi processi di produzione e trasformazione, ovvero perfezionare materiali e tecnologie già consolidate a livello industriale;
- Agire attivamente nell'ideazione, nella progettazione e nello sviluppo di nuovi materiali;
- Selezionare ed ottimizzare materiali innovativi per attività di progettazione di nuovi prodotti o innovazione degli stessi;
- Organizzare e dirigere sistemi complessi di produzione e trasformazione dei materiali anche basati su tecnologie avanzate;
- Operare nell'ambito delle valutazioni dell'impatto ambientale e dei costi ambientali, di un materiale, di un prodotto e di un processo di produzione industriale
- Responsabile di attività di definizione, esecuzione e certificazione di procedure di controllo della qualità del processo e del prodotto;
- Progettare e coordinare le attività relative alla gestione della sicurezza in impianti e laboratori e quelle connesse con lo smaltimento dei sottoprodotti ed il controllo dell'impatto ambientale dei processi produttivi;
- Svolgere attività didattica e di formazione a livello industriale e accademico
- Svolgere attività di consulenza a enti pubblici e imprese private su prodotti e processi di trasformazione

**competenze associate alla funzione:**

I laureati magistrali, con riferimento al settore di R&D, acquisiscono le competenze relative alla progettazione sostenibile di materiali innovativi e dei relativi processi di produzione e trasformazione in manufatti. Tali competenze sono costruite attraverso la crescita progressiva di conoscenze relative ai meccanismi che consentono di coniugare proprietà e prestazioni dei materiali attraverso il controllo della loro microstruttura, dei loro stati di aggregazione.

La conoscenza approfondita delle caratteristiche e dei processi di produzione/trasformazione sia dei materiali tradizionali sia di quelli maggiormente innovativi consente all'Ingegnere dei Materiali di intervenire sui materiali già utilizzati a livello industriale per migliorarne le proprietà ed i cicli di produzione e trasformazione.

Tali competenze si innestano sulle conoscenze delle materie di base acquisite nell'ambito dei Corsi di Laurea che danno accesso al Corso di Studi. Le suddette conoscenze consentono ai laureati di operare anche nell'ambito della progettazione, favorendo l'innovazione tecnologica attraverso la selezione e l'adozione di materiali innovativi e delle relative tecnologie industriali. Inoltre l'approccio ingegneristico offerto da alcuni insegnamenti consente una valutazione critica tecnico-economica dei pro e contro legati all'introduzione dell'innovazione stessa. Le conoscenze sulle tecniche di caratterizzazione delle proprietà dei materiali sono utilizzate per affrontare le problematiche del controllo di qualità e dell'individuazione delle cause di rotture ed anomalie di comportamento in componenti di macchine e impianti industriali.

Ulteriori competenze, riguardano la capacità di individuare le tecniche di lavorazione più idonee alla produzione di materiali e manufatti, tenendo in conto la sostenibilità ambientale di ogni relativo processo; la capacità di selezionare un materiale e/o un processo, valutando l'intero ciclo di vita, dalla culla alla tomba sia in termini di costi che in termini di effetti sull'ambiente. Infine, l'organizzazione del percorso di studi che, comprendendo la partecipazione a lavori di gruppo progettuali e di laboratorio e alla stesura, redazione e presentazione di rapporti e di attività, gli Ingegneri dei Materiali maturano le capacità relazionali e organizzative.

**sbocchi occupazionali:**

Il Laureato magistrale in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili, avendo acquisito competenze sulla trasformazione e lo sviluppo dei materiali metallici, polimerici, ceramici, vetrosi e compositi, avrà la possibilità di lavorare come ingegnere di processo o di controllo di qualità in aziende per la produzione, la trasformazione e lo sviluppo di detti materiali con specializzazione in applicazioni in campo meccanico, elettrico, dell'energia, in campo biomedico, ambientale, nonché in laboratori industriali, industrie meccaniche ed imprese manifatturiere in generale. Avrà competenze atte ad occuparsi di pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi e della qualificazione e diagnostica dei materiali.

I laureati magistrali in Ingegneria dei Materiali e dei Processi Sostenibili potranno inoltre occuparsi della progettazione sostenibile sia dei processi che dei materiali, in aziende ad alta impronta green.

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

- Ingegneri dei materiali - (2.2.1.5.2)

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

### Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Chimica e fisica della materia	CHIM/02 Chimica fisica CHIM/03 Chimica generale ed inorganica CHIM/07 Fondamenti chimici delle tecnologie FIS/01 Fisica sperimentale FIS/03 Fisica della materia	6	30	-
Ingegneria dei materiali	ICAR/08 Scienza delle costruzioni ING-IND/21 Metallurgia ING-IND/22 Scienza e tecnologia dei materiali ING-IND/27 Chimica industriale e tecnologica	36	66	<b>35</b>
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:</b>		-		

<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>	45 - 96
--	---------

### Attività affini

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	12	42	<b>12</b>

<b>Totale Attività Affini</b>	12 - 42
-------------------------------	---------

### Altre attività

ambito disciplinare	CFU min	CFU max	
A scelta dello studente	12	12	
Per la prova finale	6	6	
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	3
	Abilità informatiche e telematiche	-	-
	Tirocini formativi e di orientamento	12	12
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	-	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d			
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali	-	-	

<b>Totale Altre Attività</b>	30 - 33
------------------------------	---------

### Riepilogo CFU

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>120</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	87 - 171

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

Il percorso formativo è articolato in un primo anno comune a tutti gli studenti e fondato su insegnamenti caratterizzanti della classe, sia di ambito Chimico e Fisico che Ingegneristico, nonché sulle due attività Affini o integrative riportate nella tabella dell'Ordinamento Didattico nell'Ambito A11.

Nel secondo anno sono previsti tre curricula riconducibili a Materiali per l'aerospazio, Materiali per il Green Building e Processi Sostenibili.

Il primo curriculum prevede l'attivazione di insegnamenti ricadenti nell'ambito delle discipline caratterizzanti (quali FIS/03, ING-IND 21 e 22), nonché di settori Affini o Integrativi riportati nell'Ambito A12.

Il curriculum sul Green Building si fonderà su insegnamenti caratterizzanti (ING IND 22, ICAR 08) e alcuni scelti all'interno dell'Ambito A13 di settori Affini o Integrativi.

Infine, il curriculum sui processi sostenibili si fonderà su insegnamenti caratterizzanti (CHIM 07, CHIM 06) e alcuni scelti all'interno dell'Ambito A14 delle Affini o Integrative.

Tutti i settori Affini o Integrativi inseriti nei tre curricula sono stati individuati in base alle necessità didattiche e alla loro coerenza con le tematiche specifiche trattate nei curricula.

**Note relative alle altre attività**

**Note relative alle attività caratterizzanti**

RAD chiuso il 15/05/2023