



Denominazione	Sviluppo di prodotti innovativi e sistemi di produzione sostenibili
Moduli componenti	-
Settore scientifico-disciplinare	IIND-04/A (ex ING-IND/16) Tecnologie e sistemi di lavorazione
Anno di corso e semestre di erogazione	1° anno, 1° semestre
Lingua di insegnamento	Italiano/Inglese
Carico didattico in crediti formativi universitari	9 CFU
Numero di ore di attività didattica assistita complessive e ripartite tra DE e DI	DE: 72 ore (pari a 9 CFU di Didattica Erogativa) DI: 4 ore di Didattica Interattiva/integrativa
Docenti	Responsabile dell'insegnamento: Prof.ssa Giovanna Rotella Docenti: Giovanna Rotella
Risultati di apprendimento specifici	Modificare opportunamente gli attuali sistemi produttivi ed ottenere prodotti innovativi ad alte performance rappresenta una sfida cruciale per tutta la società, ed in particolare per le realtà a grande impatto ambientale, sociale ed economico come le industrie manifatturiere. Essa comporta l'identificazione di nuovi paradigmi produttivi e di materiali integralmente nuovi e più sicuri nel loro processamento. Al contempo, è essenziale diminuire gli sprechi, sostituire talvolta le materie prime con altri materiali correnti che hanno minore impatto ambientale e richiedono meno energia nella totalità della loro vita, dall'estrazione alla fabbricazione all'utilizzo industriale. Il corso prevede competenze specifiche, come la conoscenza relativa ai più moderni metodi di fabbricazione innovativi in grado di sostituire i tradizionali processi manifatturieri; la capacità di valutare l'impatto ambientale dei singoli sistemi di lavorazione, delle problematiche connesse alla modifica degli stessi ed alle soluzioni presenti sul mercato; la padronanza nella conoscenza e selezione dei più moderni materiali utilizzati per la produzione industriale, delle loro caratteristiche funzionali e dell'impatto ambientale; l'abilità nell'uso delle metodologie di analisi e studio della sostenibilità dei processi manifatturieri e del prodotto finito; il legame fra performance di processo e quelle di prodotto e influenza delle tecniche di lavorazione sulle caratteristiche funzionali dei prodotti finiti. Il corso prevede altresì competenza nella selezione e modifica di un prodotto innovativo dal concept alla produzione in base alle caratteristiche richieste; capacità di scegliere il più adeguato processo di lavorazione in funzione dei diversi vincoli produttivi orientando la scelta verso il processo più sostenibile; abilità di analisi, progettazione e modifica di un processo di lavorazione od una sequenza in funzione delle performance richieste al prodotto ed all'impatto ambientale del processo; capacità di selezionare in maniera critica ed adeguata i materiali e le funzionalità del prodotto/componente in base alle richieste di mercato; analizzare il ciclo di vita di un prodotto per valutare l'impatto ambientale e proponendo possibili soluzioni realizzative alternative; sviluppo dell'attitudine alla corretta valutazione, da un punto di vista tecnologico ed economico della scelta del processo e della sua corretta modifica ed implementazione. Conoscenze e comprensione: Il corso si propone di fornire le conoscenze adeguate rispetto agli aspetti sopra individuati, partendo dalla conoscenza dei materiali alternativi per l'industria manifatturiera nonché lo studio del loro ciclo di vita e l'eventuale modifica e scelta dei corretti processi di fabbricazione a basso impatto ambientale. Lo studio contemporaneo di performance di prodotto e processo caratterizza il corso con particolare attenzione alla sostenibilità dell'intero ciclo produttivo. Capacità di applicare conoscenze e comprensione: I fondamenti concettuali e pratici del Sustainable Manufacturing saranno forniti durante la durata del corso consentendo agli studenti di saper conoscere ed utilizzare i metodi di analisi e valutazione delle performance dei processi manifatturieri correlati al prodotto finale. Il corso consentirà di ottenere tutte le informazioni e gli



	strumenti indispensabili ad un Ingegnere Magistrale nel processo di implementazione di strategie decisionali sostenibili all'interno delle moderne realtà produttive. Autonomia di giudizio: Il coinvolgimento degli studenti in attività di studio a livello individuale e di team ha l'obiettivo di accrescere la capacità di giudizio e valutazione di ognuno. L'analisi di casi studio estrapolati da reali contesti aziendali e la loro valutazione in team rappresenta un valido elemento a supporto della realizzazione della capacità di sintesi ed autonomia di giudizio. Abilità comunicative: Mediante la continua interazione con la docente durante le lezioni frontali, il corso si propone di promuovere competenze ed abilità comunicative supportate dalla partecipazione attiva degli studenti con momenti dedicati a domande e riflessione sui temi affrontati. Capacità di apprendimento: Il corso consente di sviluppare capacità di apprendimento in ambiti disciplinari relativi alle specializzazioni di carattere ingegneristico-gestionale del corso di studio ed in particolare alle aree dell'industria manifatturiera con particolare riguardo l'ottimizzazione del processo.
Programma	• Introduzione ai sistemi di produzione sostenibili • Sustainable manufacturing • Strategie per il sustainable manufacturing nei processi di asportazione di materiale • Sviluppo di materiali per il sustainable manufacturing • Sviluppo di prodotti sostenibili ad elevate performance • Additive manufacturing e tecnologie innovative per il risparmio energetico e la fabbricazione di prodotti innovativi • Valutazione delle performance di sostenibilità nel manufacturing: analisi teorica e pratica • Materiali metallici innovativi • Materiali polimerici • Materiali ceramici • Compositi • Processi innovativi di giunzione • Saldatura Laser • Friction Stir Welding • Tecniche ibride di giunzione • I processi di Lavorazione Innovativi • Tecnologia Laser • Water jet • EDM • Processi innovativi per la lavorazione delle lamiere (shot peening, hydroforming, incremental forming) • Processi avanzati per asportazione di truciolo (hard turning, advanced grinding, cryogenic machining) • Funzionalizzazione superficiale e test applicativi a) Dalla natura al prodotto: modelli di texturizzazione e funzionalizzazione basati sulla natura b) Ambito industriale c) Ambito biomedicale • Test per verificare le performance superficiali di materiali innovativi avanzati e superfici funzionalizzate • Simulazione numerica e gemello digitale dei processi di lavorazione innovativi • Prodotto verde e sostenibilità • Life Cycle assessment aziendale • Analisi LCA mediante software OpenLCA • Sviluppo del progetto per l'analisi di sostenibilità mediante LCA
Tipologie di attività didattiche previste e	Lezioni ed esercitazioni frontali con l'ausilio della lavagna e del videoproiettore per la proiezione di slides realizzate dalla docente. Lezioni e laboratorio con l'uso di computer.



relative modalità di svolgimento	Per quanto concerne le metodologie relative allo sviluppo delle competenze trasversali, particolare enfasi verrà data all'analisi di casi di studio, sia con l'ausilio della scomposizione funzionale sia con attività di approfondimento a cura della docente. Gli studenti avranno la possibilità di svolgere visite aziendali operanti in settori differenti (didattica Interattiva) e/o di seguire seminari specialistici tenuti da esperti e/o altre attività di tipo interattivo (didattica Interattiva).
Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento	Modalità studenti frequentanti La valutazione del percorso di apprendimento per gli studenti frequentanti prevede la realizzazione di un progetto individuale caratterizzato dall'individuazione di un caso studio di derivazione industriale e di un colloquio orale sul programma del corso. Tale progetto, svolto nel corso del semestre, concorrerà, per gli studenti che sostengono l'esame in modalità frequentante, alla composizione del voto finale, nella misura del 50%. Il restante 50% della valutazione si baserà sul colloquio orale finale. Modalità studenti non frequentanti La valutazione del percorso di apprendimento per gli studenti non frequentanti prevede la realizzazione di un progetto individuale caratterizzato dall'individuazione di un caso studio di derivazione industriale ed un test scritto sul programma del corso. Tale progetto, svolto nel corso del semestre, concorrerà, per gli studenti che sostengono l'esame in modalità frequentante, alla composizione del voto finale, nella misura del 50%. Il restante 50% della valutazione si baserà sul test scritto finale.
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	La valutazione dell'apprendimento prevede l'attribuzione di un voto finale espresso in trentesimi. Per gli studenti frequentanti, tale valutazione è data dal voto del colloquio orale (nella misura del 50%) e dalla valutazione del progetto realizzato durante il semestre (nella misura del 50%). La lode per gli studenti frequentanti sarà valutata in ragione del livello di approfondimento e di analisi critica dei temi trattati nel corso del colloquio orale e per gli studenti che abbiano già raggiunto la valutazione complessiva di 30/30. Per gli studenti non frequentanti, tale valutazione scaturirà dal test scritto nella misura del 50% e del progetto nella misura del 50%. Il test scritto si compone di n. 5 domande a risposta aperta il cui punteggio verrà riportato sul testo. Il totale raggiungibile dalla somma dei punti disponibili sarà di 15 punti. Per gli studenti che avranno totalizzato 31 punti dalla somma del test scritto e del progetto è prevista l'assegnazione della lode.
Propedeuticità	-
Materiale didattico utilizzato e materiale didattico consigliato	Michael F. Ashby. Materials and the Environment: Eco-informed Material Choice (Second Edition) Elsevier (2013). ISBN: 978-0-12-385971-6. - Engineering Materials 1- An Introduction to Properties, Applications and Design, 5th Edition - November 30, 2018, David R.H. Jones, Michael Ashby, ISBN: 9780081020517 - F. Gabrielli, R. Ippolito, F. Micari, "Analisi e tecnologia delle lavorazioni meccaniche", Mc Graw-Hill, 2012 - D.G. Baird, D. I. Collias, "Polymer Processing: Principles and Design" Wiley, 2014 - M. Balasubramanian, Composite Materials and Processing, CRC Press, 2014. d. Sergio T. Amancio-Filho and Lucian-Attila Blaga, Joining of Polymer-Metal Hybrid Structures Principles and Applications, Wiley, 2017 Slides e materiale integrativo della docente.