

Allegato B2

Quadro degli obiettivi formativi specifici e delle propedeuticità  
 Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Meccanica.  
 Rau, art. 12, comma 2, lettera b

N.	Insegnamento	Settore SSD	Obiettivi formativi specifici	Propedeuticità obbligatorie *
1	Termofluidodinamica Applicata	ING/IND10	Il corso intende fornire agli allievi ingegneri meccanici conoscenze che vanno a completare quelle impartite nei corsi di Termodinamica applicata e Trasmissione del calore. In particolare, vengono trattati argomenti quali il deflusso dei fluidi comprimibili (isoentropico, adiabatico con attrito, senza attrito ma con scambio termico, onde d'urto) e il dimensionamento degli scambiatori di calore. Inoltre, il corso intende fornire le nozioni teorico-pratiche di base necessarie per l'utilizzo dei codici di calcolo nella soluzione numerica di problemi pratici di deflusso di fluidi e di scambio termico per convezione. In particolare, vengono illustrati i fondamenti del metodo dei volumi finiti e di quello degli elementi finiti con riferimento alle applicazioni di termofluidodinamica.	
2	Controlli Automatici	ING/INF04	Il corso è strutturato in due parti. La prima parte introduce lo studente alla rappresentazione ingresso-uscita di sistemi dinamici e fornisce gli strumenti necessari per valutare il comportamento di un assegnato sistema dinamico. La seconda parte fornisce allo studente gli strumenti per l'analisi di stabilità e la sintesi di controllori in retroazione. Il corso presenta esempi pratici di controllo attivo delle vibrazioni meccaniche di sistemi a parametri concentrati e parametri distribuiti.	
3	Metallurgia	ING-IND/21	Il corso intende fornire tre blocchi di conoscenze e abilità, tra loro strettamente connessi: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ comprensione meccanismi e fondamenti del comportamento meccanico dei materiali metallici in relazione alla loro costituzione e micro(nano)struttura</li> <li>➤ conoscenza delle principali classi di materiali metallici (Leghe del Ferro, cenni a Cu, Al): normativa, proprietà, applicazioni</li> <li>➤ conoscenza dei mezzi di modifica del comportamento meccanico (trattamenti, principi di rafforzamento) con particolare attenzione alle leghe del ferro</li> </ul>	
4	Impianti Meccanici	ING-IND/17	Il corso fornisce le conoscenze fondamentali, i criteri e i metodi matematici per la caratterizzazione e la progettazione degli impianti industriali meccanici produttivi e di servizio. Si trattano gli strumenti per la descrizione degli impianti, i metodi per lo studio di fattibilità, la valutazione economica degli impianti e l'ottimizzazione dei parametri di progetto. I principi teorici vengono applicati alla definizione della capacità dei sistemi produttivi e al dimensionamento dei principali impianti meccanici al loro servizio, quali impianti di trasporto e sollevamento continuo e discontinuo, sistemi di conversione energetica, reti di distribuzione o recupero di fluidi ed energia, impiantistica termotecnica e antincendio.	
5	Meccanica delle vibrazioni	ING/IND13	Il corso si pone come obiettivo di rendere chiari i concetti fondamentali sui quali si basa l'analisi delle vibrazioni dei sistemi meccanici, sia da un punto di vista	

			teorico che da un punto di vista sperimentale. I modelli utilizzabili vengono considerati con particolare riferimento alla loro validazione sperimentale e al riconoscimento dei loro limiti di applicabilità. Particolare enfasi è posta su: risposta in frequenza, analisi modale, metodo degli elementi finiti.	
6	Progettazione assistita di strutture meccaniche	ING/IND14	Questo corso vuole fornire strumenti avanzati per il progetto e la verifica degli organi delle macchine, con particolare riguardo per quelle metodologie che si avvalgono dell'utilizzo del calcolatore; sono pertanto esaminate le soluzioni analitiche mediante i manipolatori algebrici e il calcolo matriciale delle strutture, il metodo degli elementi finiti.	
7	Principi e metodologie della progettazione meccanica	ING/IND14	Questo corso affronta il caso di alcuni organi meccanici quali gli organi rotanti soggetti a campo centrifugo ed a gradiente di temperatura, i recipienti in parete sottile soggetti a pressione interna. Vengono inoltre ripresi e approfonditi alcuni aspetti relativi all'utilizzo del metodo degli elementi finiti nella modellazione degli organi meccanici, con particolare riguardo alle strategie di utilizzo pratico del metodo nella modellazione di problematiche strutturali di interesse meccanico.	
8	Progetto di macchine	ING-IND/08	Il corso sviluppa le nozioni di base impartite nel corso di Macchine al fine di promuovere una conoscenza più approfondita del comportamento termofluidodinamico delle turbomacchine assiali e radiali. I criteri e gli elementi di dimensionamento delle turbomacchine presentati nel corso possono così basarsi su una interpretazione critica del loro comportamento piuttosto che risultare in mere procedure automatiche di calcolo. L'introduzione alle teorie bi- e tri-dimensionale delle turbomacchine assiali si prefigge, in particolare, di fornire strumenti di alto profilo per il progetto ottimizzato di questa importante categoria di macchine a fluido.	
9	Motori a combustione interna	ING-IND/08	Il corso si propone di ampliare le conoscenze teoriche e tecniche sui motori alternativi a combustione interna, sviluppando le nozioni fondamentali impartite nel corso di Macchine. In particolare, vengono analizzate le soluzioni motoristiche più avanzate, quali i sistemi ad azionamento variabile delle valvole, i motori a carica stratificata, i sistemi di iniezione <i>Common Rail</i> e le logiche di controllo motore. L'obiettivo è di fornire agli studenti nozioni, strumenti di analisi e criteri progettuali adeguati alle moderne esigenze di contenimento dei consumi e delle emissioni inquinanti in motori di alte prestazioni.	
10	Dinamica e controllo delle macchine a fluido	ING-IND/08	Fondamenti sul comportamento dinamico (transitori) e sul controllo (regolazione) delle più comuni tipologie di macchine a fluido e di impianti energetici. Sviluppo di modelli lineari e non-lineari dei sistemi analizzati come metodo per interpretarne la fenomenologia di funzionamento. Fundamentals of dynamics (transient phenomena) and control (full-load and part-load) of the most usual types of power plants and their components. Linear and non-linear models of these systems are developed in order to provide a deep understanding of their behavior.	
11	Tecnologie Innovative di Produzione	ING-IND/16	Il corso ha la finalità di fornire conoscenze e strumenti per la sperimentazione e l'innovazione dei processi di fabbricazione. In particolare vengono trattati i seguenti argomenti: cenni di pianificazione sperimentale e controllo statistico del processo produttivo, modellazione	

			<p>fisica delle lavorazioni ad asportazione di truciolo, lavorabilità dei materiali metallici, programmazione mediante CAM delle lavorazioni meccaniche, i sistemi CAPP, analisi statica e dinamica delle lavorazioni meccaniche, sistemi intelligenti di lavorazione, tecnologie di microfabbricazione. Gli obiettivi formativi specifici del corso sono la conoscenza di aspetti avanzati delle lavorazioni meccaniche e delle metodologie per la produzione automatizzata e di elevata qualità di pezzi meccanici di precisione.</p> <p>The course provides knowledge, methodologies and tools for experimentation and innovation of manufacturing processes. In particular, the following topics are covered: experimental planning and statistical process control of production processes, physical modeling of metal cutting, machinability testing, advanced NC programming and CAD/CAM systems, CAPP systems, dynamic analysis of machining systems, intelligent machining systems, microfabrication technologies.</p>	
12	Gestione degli Impianti Industriali	ING-IND/17	<p>Il corso analizza le principali problematiche nella gestione di un impianto industriale: la valutazione della produttività d'impianto e l'individuazione delle cause di perdita di capacità produttiva; l'analisi dell'affidabilità e manutenibilità di un sistema e le politiche di manutenzione applicabili; il plant layout in funzione della tipologia di sistema produttivo; la configurazione e la gestione operativa dei sistemi di stoccaggio e delle relative modalità di allestimento e identificazione del carico e dei mezzi di movimentazione.</p>	
13	Compatibilità ambientale degli impianti industriali	ING-IND/17	<p>Il corso analizza ed illustra gli strumenti di supporto alle decisioni per la progettazione sostenibile degli impianti industriali e le principali problematiche ambientali e di gestione dei rifiuti: la gestione ambientale del ciclo di vita tramite analisi LCA (life cycle assessment); la sostenibilità ambientale dei processi industriali, della logistica e della reverse logistics; lo studio e valutazione dell'impatto ambientale (VIA), di un impianto industriale, la progettazione e gestione degli impianti di riciclo, recupero e valorizzazione dell'energia e dei materiali.</p>	
14	Struttura e proprietà meccaniche dei materiali	ING-IND/22	<p>Al termine del corso, lo studente dovrà essere in grado di riconoscere se un dato materiale in uso è stato preparato in modo adeguato, sapere quali sono i suoi limiti di applicabilità, essere in grado di selezionare una particolare classe di materiali per un particolare tipo di applicazione, ottimizzare un materiale già esistente attraverso processi tecnologici fisici e meccanici, ottimizzarne uno specifico mediante modifica sia qualitative che quantitativa dei componenti.</p> <p>At the end of the course, students should be able to: understand when a selected material is correctly prepared, know its application limits, be able to select a particular class of materials for a particular application or use and optimize an existing materials by a quantitative and/or qualitative modification of the original components or structure.</p>	
15	Scienza tecnologia dei materiali polimerici	ING-IND/22	<p>Il corso ha lo scopo di fornire allo studente una visione per quanto possibile ampia delle conoscenze nel campo delle materie plastiche e dei rivestimenti organici protettivi, dalla caratterizzazione e produzione alla lavorazione, utilizzazione e, infine, al riciclo del materiale. Lo studente acquisirà competenze relative alle</p>	

			principali relazioni tra struttura molecolare e proprietà chimico-fisiche e meccaniche dei materiali polimerici, nonché dei principali metodi e processi di preparazione degli stessi.	
16	Corrosione	ING-IND/22	Il corso ha lo scopo di fornire allo studente i metodi per comprendere le terminologie inerenti la corrosione e conseguentemente renderlo capace di affrontare i problemi inerenti la corrosione in ambiente sia umido che secco e di conoscere le principali basi teoriche inerenti i processi corrosivi e, in conclusione, di prevedere i fenomeni corrosivi dai dati di partenza.	
17	Scienza e tecnologia dei materiali compositi	ING-IND/22	Lo studente dovrà acquisire capacità di scelta del materiale composito in ragione dei requisiti tecnologici del manufatto da realizzare nonché di scelta del rivestimento protettivo in funzione delle specifiche condizioni di impiego di un manufatto.	
18	Sistemi per la produzione di energia	ING-IND/09	Il corso fornisce agli allievi ingegneri meccanici conoscenze approfondite sui sistemi energetici. In particolare verranno trattati gli impianti di produzione di energia idro-elettrici, a vapore, le turbine a gas e i cicli combinati, gli impianti termo-nucleari, soffermandosi nel dettaglio sul comportamento funzionale delle macchine, sui problemi inerenti la loro installazione e regolazione, sulle diverse configurazioni impiantistiche e sulle prestazioni ottenibili.	
19	Sperimentazione sulle macchine e i sistemi energetici	ING-IND/09	Il corso intende fornire agli allievi ingegneri meccanici conoscenze di base sugli strumenti e sulle procedure sperimentali per eseguire misure su macchine a fluido, sui sistemi energetici e su loro componenti. In particolare verranno trattati i seguenti argomenti: 1) Introduzione alla metrologia, caratteristiche metrologiche degli strumenti, errori di misura. 2) Acquisizione ed elaborazione di dati sperimentali. 3) misure di pressione, temperatura (di fluido e superficiale), di portata, di velocità con sonde anemometriche e metodi non intrusivi. 4) metodologie per il rilievo delle prestazioni di macchine a fluido 5) metodologie per il rilievo delle prestazioni di sistemi energetici. Tutti gli argomenti trattati nel corso vedranno diretta applicazione pratica con esperienze mirate di laboratorio.	
20	Interazione e innovazione di prodotto	ING-IND/15	L'insegnamento tratta e approfondisce le metodologie e gli strumenti per l'innovazione di prodotto applicati in un'ottica di co-design, attuale evoluzione dell'approccio alla progettazione incentrato sull'utente (user centered design). Particolare enfasi è posta sull'interazione uomo-macchina e sull'innovazione sistematica (teoria TRIZ). Il tutto nell'intento di percorrere assieme agli studenti l'intero processo di progettazione, calato nel concreto su un caso di studio che verrà sviluppato con l'aiuto del docente e discusso all'esame.  This course deals with methods and tools for product innovation, exploited in a co-design approach, the modern evolution of the user centered design. Much attention is paid to the human-machine interaction and systematic innovation (TRIZ theory). All of this aims at exploring the whole product development process together with the students, through a real case study that will be developed with the teacher's help and discussed during the final exam.	
21	Acustica applicata	ING/IND11	Fornire nozioni teorico-pratiche relative ai principi fondamentali dell'acustica e alle sue applicazioni più	

			importanti, con particolare riguardo alla difesa dai rumori in ambiente civile e industriale Providing the students with the fundamentals of acoustics and its most important applications, in particular those concerning noise protection in civil and industrial environments.	
22	Meccatronica e robotica	ING/IND13	Il corso intende fornire le conoscenze necessarie a: comprendere i principi di funzionamento dei robot, con particolare riferimento ai manipolatori utilizzati in ambiente industriale; costruire modelli matematici di meccanismi tridimensionali, che possano poi venire utilizzati nell'ambito di sistemi di controllo; operare su un robot industriale.	
23	Impianti Termotecnici	ING/IND10	Il Corso intende fornire le conoscenze necessarie per la progettazione di impianti con componenti dedicati allo scambio termico e di massa, applicazione agli impianti di riscaldamento negli edifici civili, industriali e del terziario con riferimento alle tecnologie impiantistiche più recenti, alla normativa tecnica nazionale ed internazionale del settore termotecnico ed ai vincoli legislativi. Al termine del corso lo studente deve essere in grado di progettare impianti di riscaldamento.	
24	Complementi di Impianti Termotecnici	ING/IND10	Il Corso intende fornire le conoscenze necessarie per la progettazione di impianti di raffrescamento e condizionamento estivo ed invernale ad acqua, misti acqua-aria e a tutta aria con riferimento alle tecnologie impiantistiche più recenti, ed alla normativa tecnica nazionale ed internazionale. Inoltre intende fornire le conoscenze di base per la progettazione di impianti di illuminazione per interni ed esterni. Al termine del corso lo studente deve essere in grado di progettare impianti di condizionamento e semplici impianti di illuminazione.	
25	Energetica Generale	ING/IND10	Il corso intende fornire le nozioni indispensabili per la comprensione dei bilanci energetici e dell'uso corretto (dal punto di vista energetico, economico ed ambientale) dei combustibili, delle energie nucleari, dell'energia solare e delle altre energie rinnovabili. Vengono considerate anche le possibilità di risparmio energetico e di miglioramento dell'efficienza energetica negli impieghi civili ed industriali.	
26	Analisi Energetica	ING/IND10	Il corso illustra i fondamenti dell'analisi exergetica, fornendo gli strumenti termodinamiche essenziali per la comprensione e la valutazione delle prestazioni di impianti energetici complessi, coinvolgenti diverse forme di energia (cogenerazione, cicli combinati, teleriscaldamento) e per la pianificazione energetica di sistema.	
27	Azionamenti Elettrici	ING-IND/32	Il modulo intende fornire una panoramica teorica e pratica sulle principali tipologie di motori elettrici e le relative tecniche e sistemi di controllo, con particolare riferimento alle applicazioni per l'automazione industriale e la robotica. Vengono analizzati i principi di conversione elettromeccanica dell'energia, associando le varie classi di motori elettrici alla metodologia utilizzata per la produzione della coppia. Verranno illustrati i modelli dinamici di carico meccanico e, successivamente, analizzati in dettaglio quelli del motore (in corrente continua, a passo, asincrono e sincro a magneti permanenti (brush-less)). Di ciascuna tipologia verranno illustrate quelle metodologie ed algoritmi di controllo normalmente adottati negli azionamenti (digitali) industriali. Infine verranno introdotti e descritti alcuni sistemi utili alla simulazione (es. Matlab/Simulink) e	

			all'implementazione (es. microcontrollori DSP) degli algoritmi di controllo studiati.	
28	Modellistica di flussi turbolenti	ING-IND/06	Il Corso è stato organizzato in modo da fornire gli strumenti fisico-matematici di base necessari per: 1) comprendere la turbolenza monofase e multifase e per interpretare sia dati sperimentali e che dati computazionali; 2) analizzare i processi turbolenti monofase e multifase (di interesse sia per applicazioni ambientali che per applicazioni industriali); 3) utilizzare modelli computazionali allo stato dell'arte per il progetto e l'ottimizzazione del design di elementi e forme meccaniche per l'industria di processo.	
29	Tecnica delle Costruzioni Meccaniche	ING-IND/14	Fornire un compendio alle conoscenze acquisite nei corsi di Comportamento Meccanico dei Materiali e di Costruzione di Macchine, con particolare riguardo alle tecniche di progettazione assistita dal calcolatore, all'utilizzo della normativa, nonché della progettazione con materiali non convenzionali. Approfondire la conoscenza delle metodologie di calcolo di alcuni organi meccanici quali le ruote dentate, i collegamenti filettati e gli elementi strutturali del motore.	
30	Tecnologie Metallurgiche	ING-IND/21	Gli obiettivi formativi sono complementari al corso di Metallurgia e lo completano, pur essendo largamente indipendenti. Il corso si articola su tre aree formative: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) tecnologie di produzione dei materiali metallici, con particolare enfasi alle tecnologie avanzate e di non equilibrio</li> <li>2) tecnologie atte a modificare le proprietà dei materiali metallici inclusa giunzione: trattamenti termici, termomeccanici, superficiali con particolare riferimento all'usura, metallurgia della saldatura</li> <li>3) tecnologie metallurgiche delle leghe speciali (Alluminio, Rame, Titanio, Magnesio, leghe resistenti a scorrimento viscoso, compositi a matrice metallica) e metodologia di scelta dei materiali</li> </ol>	
31	Fonderia	ING-IND/21	Il corso approfondisce la conoscenza dei processi di formatura in geometrie finite ed indefinite mediante solidificazione di metalli e loro leghe. Le teorie della solidificazione vengono presentate ed applicate nei loro casi più elementari, contribuendo a una migliore comprensione degli effetti dei processi di fonderia su strutture e difetti. Vengono date le basi per la realizzazione di modelli numerici nei processi di fonderia con richiami sulla metallurgia dei singoli processi, materiali, aspetti di qualità, trattamenti e impianti nella fonderia di: acciaio, ghisa, leghe di alluminio e rame. Vengono inquadrati nella stessa fenomenologia fisica la colata continua dei materiali ferrosi, con i principi fisici, la metallurgia, la tecnologia e le macchine	
32	Siderurgia	ING-IND/21	Il corso presenta dapprima una panoramica trasversale – ampiamente basata su programmi di simulazione online disponibili – dei diversi impianti siderurgici esistenti, in modo da dare una conoscenza operativa, seppur superficiale, di tutti i principali processi siderurgici. In una seconda fase, i principi dei processi che conducono alla fabbricazione degli acciai, vengono ridiscussi con un' enfasi sui fondamenti della chimica fisica siderurgica. Gli obiettivi specifici sono quelli classici di un corso di siderurgia: una descrizione del ciclo integrale ed una più dettagliata analisi dei processi di fabbricazione al forno elettrico, della metallurgia	

			secondaria e della colata continua, con argomenti specifici di laminazione che esulano dai corsi del settore ING IND /16.	
33	Gestione dei sistemi logistici	ING-IND/35	<p>Il corso affronta il tema della gestione dei sistemi logistici (supply chain management) cercando di integrare l'approccio teorico con quello operativo in una sintesi che, pur proponendo rigorosi approfondimenti dal punto di vista metodologico, li finalizzi all'agire manageriale.</p> <p>La prima parte del corso illustra i modelli e le tecniche per la progettazione della struttura fisica (es. scelte di localizzazione, numero, assegnazione e specializzazione delle facilities nei supply network) e relazionale (es. integrazione verticale/esternalizzazione, contratti, partnership, internazionalizzazione) delle reti di fornitura e distribuzione. La seconda parte approfondisce in particolare il processo di approvvigionamento e gestione dei fornitori, i processi logistico-distributivi (trasporti, gestione dei depositi) e la gestione dei materiali nei supply network.</p>	
34	Scienza e tecnologia dei materiali ceramici	ING-IND/22	Lo studente dovrà acquisire la conoscenza delle caratteristiche dei materiali ceramici nella loro globalità, individuare i campi di applicazione dei singoli tipi di materiali ceramici, sapere quali sono i loro limiti strutturali e valutare se un materiale tradizionale può essere sostituito da un ceramico speciale o anche semplicemente di tipo tradizionale.	
35	Teoria dell'ottimizzazione	ING-INF/04	Il corso introduce la teoria dell'ottimizzazione in spazi a dimensione finita e i principali algoritmi per la ricerca dei minimi. Saranno trattati sia algoritmi esatti che algoritmi approssimati. Il corso si propone di estendere le conoscenze apprese dai corsi di analisi matematica e di algebra lineare applicandole ai problemi di ottimizzazione. Alla fine del corso lo studente dovrebbe essere in grado di interpretare un'ampia classe di problemi di ottimizzazione sia dal punto di vista analitico, ricavando il modello matematico del problema, sia proponendo, per ogni problema, un algoritmo di risoluzione adeguato	
36	Sistemi di impiantistica industriale	ING-IND/17	Il corso analizza la configurazione e le problematiche di gestione dei principali sistemi impiantistici comuni a tutte le realtà industriali: sistemi territoriali (ubicazione d'impianto, zone industriali e reti condivise); sistemi di servizi industriali (Facility Management); sistemi di approvvigionamento energetico industriale (controllo carichi e ottimizzazione della fornitura, sostenibilità ambientale, energy savings); sistemi per l'analisi del rischio e della sicurezza d'impianto (System safety engineering); sistemi di logistica interna e di connessione degli stabilimenti (configurazione di fast pick area, sistemi automatizzati, cross dock); sistemi di ottimizzazione d'impianto (tecniche di ottimizzazione delle prestazioni, simulazione e progettazione degli esperimenti)	

\* va indicato il numero di riferimento dell'/degli insegnamento/i propedeutico/i a quello descritto.

#### Nota

Gli obiettivi formativi specifici dei corsi di insegnamento devono essere descritti mediante un testo compreso tra le 5 e le 10 righe, per un totale di battute comprese tra le 500 e le 1000.