

**I risultati di apprendimento attesi del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica (LM-33) riguardano le seguenti aree di apprendimento:**

<b>Area di apprendimento: Progettazione e modellazione di sistemi meccanici</b>	
<p><u>Conoscenza e comprensione</u>            Gli insegnamenti che afferiscono all'area della progettazione e modellazione di sistemi meccanici forniscono al laureato Magistrale in Ingegneria Meccanica le conoscenze sulle metodologie della progettazione e della verifica strutturale di macchine e sistemi meccanici complessi con riferimento alle condizioni di utilizzazione note o stimate. Fornire una conoscenza di base sulla progettazione strutturale assistita dal calcolatore mediante l'utilizzo di software commerciali agli Elementi Finiti. Fornire agli studenti gli strumenti teorici, numerici e sperimentali per l'analisi dei sistemi meccanici, con particolare riguardo allo studio del comportamento dinamico e vibratorio delle macchine in regime lineare e non lineare.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>            Gli insegnamenti che afferiscono all'area della progettazione e moderazione di sistemi meccanici forniscono al laureato Magistrale in Ingegneria Meccanica la capacità di progettare gruppi e sistemi meccanici complessi. Capacità di effettuare il dimensionamento, la verifica e la scelta dei principali componenti di un gruppo meccanico.            o utilizzare codici agli Elementi Finiti per la modellazione e risoluzione di problemi strutturali. Valutazione della correttezza e dell'efficienza delle soluzioni di modellazione adottate. Capacità di applicare strumenti teorici, numerici e sperimentali per la progettazione ed analisi di sistemi meccanici complessi.</p> <p>La capacità di applicare conoscenze e comprensione sono acquisite dallo studente tramite lo sviluppo di esercizi guidati che richiedono l'uso dei modelli e delle metodologie descritte nelle lezioni. Le verifiche avvengono con esami scritti, orali e la redazione di progetti.</p>	<p><u>Insegnamenti:</u></p> <p>METODI AVANZATI PER LA MODELLAZIONE DI SISTEMI MECCANICI            PROGETTO E COSTRUZIONE DI MACCHINE</p>
<b>Area di apprendimento: Sistemi e processi di produzione</b>	
<p><u>Conoscenza e comprensione</u>            Gli insegnamenti che afferiscono all'area di apprendimento sistemi e processi di produzione forniscono al laureato Magistrale in Ingegneria Meccanica le conoscenze nei campi dei processi di produzione non convenzionali, della gestione della produzione, della gestione delle macchine a controllo numerico ed analisi e progettazione di sistemi di produzione. Nello specifico vengono fornite le conoscenze e metodologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- relative ai principali processi di lavorazione non convenzionali fascio laser, a getto d'acqua e a getto d'acqua abrasivo;</li> <li>• conoscenze relative ai principali processi non convenzionali di stampaggio della lamiera; ai processi di lavorazione per elettroerosione; le tecniche di produzione additiva;</li> <li>• elementi di base sulla simulazione numerica di processi tecnologici.</li> <li>- pianificazione, programmazione e controllo di sistemi per la produzione di beni e servizi;</li> <li>- analizzare e progettare i flussi informativi lungo i diversi livelli della piramide aziendale e ad essa collegata (piattaforme ERP);</li> <li>- problematiche di logica e Supply Chain; gestire i progetti ed elaborare uno studio di fattibilità; capire le problematiche inerenti la gestione di una commessa singola e non ripetitiva nonché un progetto;</li> <li>- macchine utensili e di misura a controllo numerico e la stesura automatica del part program per alcune lavorazioni di tornitura e fresatura su macchine utensili a Controllo Numerico, con particolare riferimento ai software CAD/CAM;</li> <li>- conoscere le principali misure di prestazioni e di flessibilità dei principali sistemi produttivi.</li> </ul> <p>conoscere le principali tecniche euristiche, matematiche e simulate per l'analisi e progettazione di sistemi di produzione complessi.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conoscere le principali fasi per lo sviluppo, analisi di dati ed analisi dei risultati</li> </ul>	<p><u>Insegnamenti:</u></p> <p>GESTIONE DELLA PRODUZIONE            PROCESSI DI PRODUZIONE AVANZATI            SISTEMI INTEGRATI DI PRODUZIONE</p>

<p>numerici di un progetto di simulazione con particolare riferimento ai sistemi di produzione.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>  Gli insegnamenti che afferiscono all'area di apprendimento di sistemi di produzione forniscono al laureato Magistrale in Ingegneria Meccanica capacità per scegliere e progettare i processi di produzione non convenzionali, gestione degli impianti industriali e nell'analisi e progettazione di sistemi di produzione. Nello specifico vengono fornite le capacità di::</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- scegliere le diverse lavorazioni non convenzionali per la realizzazione di un componente industriale ad alto contenuto tecnologico;</li> <li>- progettare/scegliere le attrezzature e gli utensili necessari ai diversi processi;</li> <li>- individuare i parametri di lavorazione più adatti per ciascuna di esse sulla base di considerazioni funzionali, economiche e di qualità del prodotto finito.</li> <li>- configurare e gestire l'impianto in processi di approvvigionamento e lancio nuovi prodotti e commesse; Impostare un piano principale di produzione, Gestire un sistema MRP, Analizzare i carichi di capacità sulle risorse, Avviare un sistema JIT;</li> <li>- sapere scegliere soluzioni di logistica interna ed esterna ed integrata;</li> <li>- stesura automatica del part program per alcune lavorazioni di tornitura e fresatura su macchine utensili a Controllo Numerico, con particolare riferimento ai sistemi CAD/CAM.</li> <li>- applicare conoscenze e metodologie per l'analisi e progettazione di sistemi produttivi con l'ausilio di metodologie matematiche ottimizzanti, descrittive ed ambienti di simulazione.</li> </ul> <p>La capacità di applicare conoscenze e comprensione sono acquisite dallo studente tramite lo sviluppo di esercizi guidati che richiedono l'uso dei modelli e delle metodologie descritte nelle lezioni. Le verifiche avvengono con esami scritti, orali e la redazione di progetti.</p>	
<b>Area di apprendimento: Macchine e Sistemi Energetici</b>	
<p><u>Conoscenza e comprensione</u>  Gli insegnamenti che afferiscono all'area di apprendimento delle Macchine a fluido forniscono al laureato Magistrale in Ingegneria meccanica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la conoscenza delle problematiche energetiche delle macchine e dei sistemi di conversione dell'energia e di trasmissione di potenza in cui esse sono inserite, con particolare riferimento agli impianti motori a gas, a vapore e a ciclo combinato gas-vapore, ai compressori di gas, ai sistemi idraulici per la produzione e trasmissione di energia, ai motori alternativi a combustione interna;</li> <li>- la conoscenza delle basi per la progettazione termo-fluidodinamica delle macchine;</li> <li>- conoscenze relative alla combustione, ai modelli dinamici, alla regolazione, all'impatto ambientale;</li> <li>- conoscenze teoriche avanzate relative alla gasdinamica e alla termo-fluidodinamica applicata;</li> <li>- nozioni relative alla termo-fluidodinamica computazionale e al suo ruolo nella progettazione, nello studio e nella ottimizzazione del funzionamento dei sistemi propulsivi, dei sistemi energetici e delle macchine a fluido;</li> <li>- conoscenze teoriche avanzate relative ai sistemi propulsivi convenzionali e innovativi, con particolare riferimento alle soluzioni tecnologiche per l'ottimizzazione delle performance e la riduzione delle emissioni.</li> </ul> <p>L'insegnamento di "Calcolo Numerico" consente agli studenti di completare il proprio bagaglio di "strumenti matematici", necessario per affrontare i corsi ricompresi in quest'area, ma anche tutti quegli insegnamenti che utilizzano modelli basati su ODE e PDE e/o richiedano la risoluzione di (sistemi di) equazioni lineari e non-lineari. In particolare, esso consente allo studente di approfondire le proprie conoscenze dei principali metodi per l'approssimazione di dati e funzioni, per la quadratura e la derivazione numerica e dei principali metodi numerici per la risoluzione di sistemi lineari, equazioni non lineari ed equazioni differenziali ordinarie.</p>	<p><u>Insegnamenti</u></p> <p>CALCOLO NUMERICO  GASDINAMICA E PROPULSIONE  PROGETTAZIONE DELLE  MACCHINE A FLUIDO  TERMOFLUIDODINAMICA  DELLE MACCHINE</p>

<p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u></p> <p>Gli insegnamenti che afferiscono all'area di apprendimento delle Macchine a fluido e sistemi energetici forniscono al laureato Magistrale in Ingegneria meccanica la capacità di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- affrontare e risolvere problematiche di progetto di macchine a fluido e sistemi energetici, scegliendo i modelli fisico-matematici più adatti all'analisi e/o alla progettazione di un particolare componente e all'analisi energetica di sistemi reali complessi;</li> <li>- affrontare con senso critico la scelta tra metodi numerici antagonisti per la risoluzione di uno specifico modello fisico-matematico, con particolare riferimento a: confronto tra le velocità di convergenza, stabilità degli algoritmi, costo computazionale;</li> <li>- sviluppare programmazione autonoma di algoritmi e di interpretare i risultati numerici forniti dalla macchina;</li> <li>- utilizzare strumenti avanzati di progettazione ed analisi al calcolatore, sia open source che commerciali;</li> <li>- scegliere la tipologia più adatta di macchine a fluido e di sistemi di conversione dell'energia in base all'utilizzazione;</li> <li>- gestire sistemi di trasformazione dell'energia complessi;</li> <li>- utilizzare le conoscenze teoriche acquisite allo scopo di progettare sistemi propulsivi convenzionali;</li> </ul>	
<b>Area di apprendimento: Termotecnica</b>	
<p><u>Conoscenza e comprensione</u></p> <p>Gli insegnamenti che afferiscono all'area di apprendimento Termotecnica forniscono le Conoscenze approfondite delle metodiche di trasferimento di energia termica applicate ai processi energetici ed industriali. Conoscenze e comprensione delle metodologie di calcolo e di progetto di apparecchiature industriali, come gli scambiatori di calore, e per la caratterizzazione di processi che si basano sullo scambio termico.</p> <p>Fornire una conoscenza teorica e pratica della strumentazione e delle tecniche di misura nell'ambito delle misure termotecniche e fluidodinamiche.</p> <p>Visione integrata dei fenomeni di trasporto (calore, massa e quantità di moto) che si ritrovano interconnessi in una varietà di situazioni, sia nell'industria di processo che ambientali. Rappresentando un ponte tra istanze proprie della Fisica, della Chimica e della Biologia (cd. multifisica), lo studio dei fenomeni di trasporto consente di formulare strumenti di virtualizzazione di processi complessi.</p> <p>L'obiettivo principale è fornire le basi della modellazione matematica per analizzare, verificare, ottimizzare i prodotti e i processi in presenza di effetti multifisici.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u></p> <p>Gli insegnamenti che afferiscono all'area di apprendimento forniscono le capacità di applicare concretamente a problematiche reali, sia di verifica che di progetto nell'ambito termotecnico.</p> <p>Applicare le metodologie di controllo e di misura nel campo termotecnico e fluidodinamico basandosi sia su misure tradizionali che ottiche.</p> <p>Visione integrata dei fenomeni di trasporto (calore, massa e quantità di moto) che si ritrovano interconnessi in una varietà di situazioni, sia nell'industria di processo che ambientali. Rappresentando un ponte tra istanze proprie della Fisica, della Chimica e della Biologia (cd. multifisica), lo studio dei fenomeni di trasporto consente di formulare strumenti di virtualizzazione di processi complessi.</p> <p>L'obiettivo principale è fornire le basi della modellazione matematica per analizzare, verificare, ottimizzare i prodotti e i processi in presenza di effetti multifisici.</p>	<p><u>Insegnamenti</u></p> <p>FENOMENI DI TRASPORTO APPLICATI ALL'INGEGNERIA TRASMISSIONE DEL CALORE</p>
<b>Area di apprendimento: Energetica</b>	

<p><u>Conoscenza e comprensione</u>          Gli insegnamenti che afferiscono all'area di apprendimento dell'energetica forniscono al laureato Magistrale in Ingegneria Meccanica le conoscenze scientifiche e tecnologiche avanzate delle fonti rinnovabili di energia e dell'ingegneria nucleare a fissione, nell'analisi degli impianti e dei sistemi di trasformazione e utilizzazione dell'energia nei vari settori di applicazione. Conoscenza dei Bilanci di energia e di materia in sistemi reagenti, dei <sup>[L]</sup><sub>[SEP]</sub>Fondamenti di termodinamica chimica, cinetica chimica e di fenomeni di trasporto di materia in sistemi reagenti, Reattori chimici ideali e non ideali e dei catalizzatori. <sup>[L]</sup><sub>[SEP]</sub>Scienza e tecnologia della combustione: termodinamica e cinetica delle reazioni di combustione; ignizione, autoignizione, detonazioni e deflagrazioni; combustori alimentati con combustibili gassosi, liquidi e solidi; formazione di inquinanti. <sup>[L]</sup><sub>[SEP]</sub>Principali processi e impianti chimici industriali per la produzione di energia. <sup>[L]</sup><sub>[SEP]</sub>Idrogeno: produzione e utilizzo in celle a combustibile. <sup>[L]</sup><sub>[SEP]</sub>Biocombustibili</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>          Gli insegnamenti che afferiscono all'area di apprendimento dell'energetica forniscono al laureato Magistrale in Ingegneria Meccanica le capacità di sviluppare modelli matematici e simulare numericamente sistemi energetici complessi che utilizzano fonti rinnovabili e l'energia nucleare, in ambito di modellazione, progettazione, ottimizzazione e verifica, finalizzandone la comprensione all'analisi critica e alla risoluzione di problemi tipici dell'ingegneria energetica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprensione degli aspetti fondamentali dei processi industriali per la produzione di energia, in particolare dei processi di combustione e di quelli relativi all'industria dell'idrogeno e dei bio-combustibili;</li> <li>- impostazione e risoluzione di bilanci di energia e di materia in sistemi reagenti di interesse per la produzione di energia;</li> <li>- dimensionamento semplificato di reattori chimici, di combustori e di altre unità in uso nell'industria dell'energia;</li> <li>- capacità di applicare i concetti acquisiti durante il corso a casi e contesti diversi da quelli proposti.</li> </ul>	<p><u>Insegnamenti</u></p> <p>ENERGETICA          IMPIANTI CHIMICI PER          L'ENERGIA</p>
<b>Area di apprendimento: Lingua Inglese</b>	
<p><u>Conoscenza e comprensione</u>          Acquisizione degli elementi di lingua inglese nelle quattro abilità comunicative principali (produzione verbale e scritta, ascolto, lettura) finalizzati ad ottenere il livello B2.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>          Discreta padronanza della lingua inglese nelle quattro abilità comunicative principali (produzione verbale e scritta, ascolto, lettura), sia in contesto personale che professionale.</p>	<p><u>Insegnamenti</u></p> <p>LINGUA INGLESE (LIV. B2)</p>

**I risultati di apprendimento attesi del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica (LM-33) in termini di autonomia di giudizio, abilità comunicative e capacità di apprendimento sono i seguenti:**

<p><u>Autonomia di giudizio</u></p> <p>Il laureato magistrale:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sa identificare, formulare e risolvere i problemi legati alla progettazione o alla produzione del prodotto aziendale, anche qualora questo ultimo costituisca un articolo completamente nuovo per gli standard aziendali;</li> <li>- sa aggiornarsi su metodi, tecniche e strumenti del campo dell'Ingegneria meccanica, informandosi autonomamente o seguendo corsi di istruzione mirati per l'acquisizione di competenze aggiuntive.</li> </ul> <p>L'autonomia di giudizio viene rafforzata, in particolare, attraverso lo sviluppo, con crescente grado di autonomia, di progetti, sperimentazioni, ed applicazioni. Le capacità di giudizio è acquisita attraverso incontri e discussioni con esponenti del mondo industriale e della ricerca promossi</p>	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

tramite l'organizzazione di seminari, conferenze, visite aziendali. La tesi di laurea magistrale rappresenta il momento più alto in cui lo studente, confrontandosi con un contesto caratteristico dell'Ingegneria Meccanica, elabora idee originali e innovative, assumendosi il compito, durante la discussione, di illustrarle sostenendone la validità.

#### Abilità comunicative

Il laureato magistrale:

- è capace di comunicare efficacemente in forma scritta e orale, oltre che in Italiano, per lo meno in Inglese, ad un livello di conoscenza avanzato;
- sa lavorare o integrarsi nel lavoro di gruppo, anche con il ruolo di dirigente o coordinatore; sa, quindi, interagire con soggetti e professionalità diverse dalla sua.

L'impostazione didattica prevede, in alcuni corsi caratterizzanti e nel lavoro di tesi, applicazioni e verifiche che sollecitano la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva e la capacità di comunicazione dei risultati del lavoro svolto. Anche le modalità di verifica degli esami sono fondamentali nel valutare e stimolare le differenti abilità comunicative degli allievi. Queste infatti sono a seconda delle specificità del modulo formativo differenziate in prove orali/scritte, testuali/grafiche.

#### Capacità di Apprendimento

Il laureato magistrale:

- ha sviluppato la capacità di apprendimento ad un livello tale da essere in grado di aggiornarsi autonomamente su metodi, tecniche e strumenti nel campo dell'Ingegneria Meccanica e Industriale, nel campo della progettazione anche innovativa, della modellazione, ottimizzazione, analisi funzionale avanzate, della verifica strutturale e simulazione fluidodinamica, della messa a punto di impianti meccanici e industriali complessi, nonché per intraprendere, con elevato grado di autonomia, ulteriori studi di approfondimento (ad es. Master di II livello) e/o attività di ricerca e/o attività accademiche. Le attività formative del corso di studi mirano a fornire sia informazioni dettagliate ed esaustive sulle problematiche tecniche dell'Ingegneria Meccanica, sia una metodologia ed una capacità di affrontare e risolvere problemi ingegneristici non necessariamente uguali o simili a quelli affrontati durante gli studi. Tale approccio ha il preciso scopo di favorire lo sviluppo della continua capacità di apprendimento e di avere l'attitudine di affrontare ulteriori studi, anche dopo la Laurea Magistrale, sia autonomi che mediante percorsi formativi post-laurea. Gli insegnamenti della Laurea Magistrale utilizzano metodologie didattiche quali l'analisi e risoluzione di problemi differenti e complessi, l'integrazione delle varie discipline e la discussione in gruppo; tali metodologie favoriscono l'acquisizione di competenze autonome inerenti l'apprendimento.