

Decreto Rep. 2211/2015                      Prot. n. 176671  
Anno 2015    Tit. III    Cl. 2    Fasc.

**OGGETTO:** Regolamento Didattico di Ateneo – Istituzione ordinamento didattico di Corso di studio.

## IL RETTORE

**Vista** la legge 19 novembre 1990, n. 341, art. 11 c. 1;

**Visto** il decreto del Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) 22 ottobre 2004 n. 270, relativo alle modifiche al regolamento recante norme concernenti l'autonomia didattica degli atenei, approvato con decreto del Ministro dell'Università e della Ricerca scientifica e tecnologica 3 novembre 1999, n. 509;

**Visto** il decreto del Ministro dell'Università e della Ricerca 16 marzo 2007, relativo alla determinazione delle Classi delle Lauree Magistrali;

**Visto** il decreto del Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca 30 gennaio 2013 n. 47, relativo ad autovalutazione, accreditamento iniziale e periodico delle sedi e dei corsi di studio e valutazione periodica, così come modificato dal decreto ministeriale 23 dicembre 2013, n. 1059;

**Vista** la nota del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca del 15 dicembre 2015, prot. 11405, che aveva indicato, quale termine per la presentazione delle nuove proposte di istituzione di ordinamento, all'interno della banca dati ministeriale, il 30 gennaio 2015;

**Vista** la delibera del Senato Accademico n. 5 del 19 gennaio 2015, con la quale è stata approvata la proposta di istituzione dell'ordinamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in "Mathematical Engineering – Ingegneria Matematica" (LM-44), con erogazione della didattica interamente in lingua inglese, proposta approvata a sua volta con delibera del Consiglio della Scuola di Ingegneria del 5 dicembre 2014;

**Vista** la proposta di integrazione del Regolamento Didattico di Ateneo contenente il suddetto ordinamento didattico, trasmesso al MIUR dal Rettore dell'Università degli Studi di Padova con nota prot. 9026 del 27 gennaio 2015;

**Visto** il parere favorevole espresso dal CUN nella seduta del 3 marzo 2015;

**Visto** il decreto del MIUR del 15 giugno 2015, prot. n. 381, con il quale il Corso di Laurea Magistrale in "Mathematical Engineering – Ingegneria Matematica" (LM-44), è stato accreditato presso l'Università degli Studi di Padova, per l'a.a. 2015/2016;

**Richiamato** lo Statuto dell'Università degli Studi di Padova, emanato con decreto rettorale rep. n. 3276/2011, e modificato con decreto rettorale rep. n. 1664/2012, e in particolare l'art. 10 co. 2 lett. c;

**Preso atto** di quanto previsto dalla nota ministeriale prot. n. 3632 del 9 ottobre 2006 relativamente alla sospensione dell'attività di pubblicazione del Bollettino Ufficiale del MIUR;

## DECRETA

- art. 1.** di procedere a integrare il Regolamento Didattico dell'Università degli Studi di Padova - Parte seconda, con il seguente ordinamento didattico:

### **LM-44 Modellistica matematico-fisica per l'ingegneria**

- Mathematical Engineering – Ingegneria Matematica

L'ordinamento didattico del suddetto corso di studio è quello risultante sul sito MIUR Banca Dati RAD. E' inoltre allegato al presente decreto e ne costituisce parte integrante;

- art. 2.** di incaricare il Servizio Accreditamento, sistemi informativi e qualità della didattica dell'esecuzione del presente provvedimento, che verrà registrato nel Repertorio Generale dei Decreti e pubblicato nel sito informatico di Ateneo;
- art. 3.** che il Corso di studio con il suddetto ordinamento didattico possa essere attivato a partire dall'Offerta formativa 2015/2016, fatti salvi tutti gli effetti e i diritti degli studenti che si sono immatricolati al corso stesso.

Padova, 7 luglio 2015

Il Rettore  
Prof. Giuseppe Zaccaria





Università	Università degli Studi di PADOVA
Classe	LM-44 - Modellistica matematico-fisica per l'ingegneria
Nome del corso	Mathematical Engineering - Ingegneria matematica <i>adeguamento di: Mathematical Engineering (1356149)</i>
Nome inglese	Mathematical Engineering
Lingua in cui si tiene il corso	inglese
Codice interno all'ateneo del corso	IN2191^2015 <a href="#">Modifica</a>
Data di approvazione della struttura didattica	18/11/2014
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	19/01/2015
Data della relazione tecnica del nucleo di valutazione	
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	19/11/2014 -
Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento	26/01/2015
Modalità di svolgimento	convenzionale
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	<a href="http://didattica.unipd.it/didattica/2015/IN2191/2015">http://didattica.unipd.it/didattica/2015/IN2191/2015</a>
Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi	INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi	
Massimo numero di crediti riconoscibili	DM 16/3/2007 Art 4 Nota 1063 del 29/04/2011

#### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-44 Modellistica matematico-fisica per l'ingegneria**

I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe associano ad una conoscenza approfondita degli aspetti teorico- scientifici della matematica e delle altre scienze di base, con particolare riferimento alla fisica, un'avanzata conoscenza degli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria in generale, con riferimento ad almeno un suo settore (civile, ambientale e del territorio, dell'informazione e industriale); hanno le competenze avanzate per affrontare i problemi sperimentali, computazionali, tecnologici, economici, epistemologici connessi con la costruzione, la verifica della validità e l'utilizzazione di modelli; sono pertanto capaci di utilizzare tali conoscenze e competenze per identificare, interpretare, descrivere, formulare e risolvere problemi dell'ingegneria anche complessi. Sono inoltre dotati di conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale (cultura d'impresa) e dell'etica professionale.

I curricula dei corsi di laurea della classe comprendono attività finalizzate ad acquisire:

- approfondite conoscenze matematiche di base e modelli matematici per sistemi discreti e continui;
- solide conoscenze informatiche, di modelli deterministici e stocastici, di metodi di simulazione e metodi di calcolo numerico e simbolico;
- conoscenze sia sperimentali sia teoriche nei diversi settori della fisica classica, nonché dei fondamenti della fisica moderna.

Sono capaci di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

L'ammissione ai corsi di laurea magistrale della classe richiede il possesso di requisiti curriculari che prevedano, comunque, un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali nelle discipline scientifiche di base e nelle discipline dell'ingegneria, propedeutiche a quelle caratterizzanti previste nell'ordinamento della presente classe di laurea magistrale.

I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea magistrale della classe sono quelli dell'innovazione e della progettazione avanzata, in particolare per quanto riguarda la definizione e la validazione dei modelli e delle procedure di calcolo, con particolare riferimento a uno o più settori tecnologici. I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe potranno esercitare funzioni di elevata responsabilità presso centri di sviluppo e progettazione, pubblici e privati, nei settori tecnologici avanzati dell'industria, laboratori di calcolo e società che forniscono trattazione dei dati e sviluppo di codici di calcolo numerico per l'industria.

Gli atenei organizzano, in accordo con enti pubblici e privati, gli stages e i tirocini.

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

Confindustria-Padova: 19/11/2014: Confindustria Padova riconosce a pieno il valore della proposta considerando che la natura sperimentale del corso e l'assenza di altri corsi di laurea di questo tipo nella regione Veneto ne evidenziano il carattere innovativo e la volontà di creare ulteriori opportunità per i laureati dell'ateneo di Padova.

ANCE-Veneto: 27/11/2014: ANCE Veneto considera l'iniziativa di grande interesse soprattutto in relazione alle mutate condizioni economiche e di mercato che si sono venute a creare in questi ultimi anni e che porteranno sempre più nel futuro a un percorso progettuale che dovrà integrare aspetti tecnico/scientifici intrinseci all'opera con considerazioni quantitative della gestione del rischio in senso lato, includendo quindi anche gli aspetti legati alle modalità di finanziamento.

Ordine Ingegneri-Padova: 1/12/2014: L'Ordine ha preso atto con soddisfazione delle motivazioni e premesse che stanno alla base del progetto, e in particolare degli sbocchi professionali dei futuri laureati che sembrano comunque molto soddisfacenti in relazione comunque al numero limitato dei laureati disponibili o previsti. Pur rilevando che gran parte dei laureati di tale corso di laurea normalmente non necessitano di iscriversi all'albo professionale, permane comunque preclusa la loro possibilità di iscrizione all'albo professionale. In tal senso si ritiene opportuno approfondire il tema anche coinvolgendo eventualmente il CNI al fine di individuare gli eventuali percorsi integrativi che possano consentire, in maniera accettabile, il conseguimento dei requisiti necessari per l'iscrizione all'albo professionale degli ingegneri.

ABI: incontro fissato per il 13 gennaio 2015 a Roma.

\*\*\*\*\*

Confindustria-Padova: 11/19/2014: The Paduan Industrial Company Association fully recognize the quality of the formative proposal. The novelty of the proposed master course, as well as the absence of this type of courses in the Veneto region (and in neighbor regions, such as Friuli and Emilia Romagna) emphasize the innovative character of the proposal and the need to create new work opportunities for the students of Padua University.

ANCE-Veneto: 27/11/2014: The Veneto Association of Building Companies strongly agrees upon the great interest of the proposal. According to ANCE, the present economical conditions, in a near future will imply a strong need for a planning attitude that should incorporate not only technical/scientific aspects, but also risk management, with particular attention to project financing aspects.

Ordine Ingegneri-Padova: 1/12/2014: The Association of Professional Engineers of Padova agrees with the motivations and premises that guided the present formative project. Acknowledging the fact that most of the graduates in this program will not need to be formally Professional Engineers, still the 'Ordine' believes that it will be of



interest to collaborate with the University of Padova, and with CNI (Consiglio Nazionale degli Ingegneri), to design a formal academic route that will enable the willing graduate to obtain the necessary requirements for the access to the Professional Engineer exam.  
ABI: meeting scheduled for January 13, 2015 in Rome.

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

Il Comitato Regionale di Coordinamento delle Università del Veneto, nella seduta del 26 gennaio 2015:

- sentita la relazione del Delegato del Rettore per la didattica, che ha illustrato il Corso di Laurea magistrale in Mathematical Engineering (LM-44), svolto interamente in lingua inglese ed articolato in due curricula distinti: Mathematical Modelling for Engineering and Science, che si svolgerà interamente a Padova e privilegia la formazione di esperti in ambito modellistico-numerico dell'ingegneria e della fisica matematica; Financial Engineering, in collaborazione con l'ESILV di Parigi, orientato all'ambito finanziario economico, con un approccio sempre quantitativo alla materia, e quindi particolarmente incentrato sui modelli matematici e la loro analisi;
- considerato che la proposta è stata già presentata alle organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni;
- considerate le funzioni attribuite al Comitato dalla normativa vigente;
- visto il D.M. 23 dicembre 2010, n. 50;
- visto il D.M. 30 gennaio 2013, n. 47;
- visto il D.M. 23 dicembre 2013, n. 1059;
- preso atto della nota MIUR 27 novembre 2014, prot. n. 0029941;
- preso atto della nota MIUR 15 dicembre 2014, prot. n. 0011405;
- esaminate le proposte di istituzione dei nuovi corsi di laurea magistrale presentate dagli Atenei;
- sentite e accolte le motivazioni addotte per l'istituzione dei corsi;

esprime parere favorevole, subordinatamente all'approvazione da parte dei competenti organi di Ateneo, in merito all'istituzione del corso di Laurea magistrale in Mathematical Engineering (LM-44) ai sensi del D.M. 270/2004.

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

La pratica ingegneristica corrente comporta un utilizzo crescente e spesso intensivo di modelli matematico-numerici avanzati, di carattere sia deterministico, sia stocastico. Tali modelli sono oggetto di continua evoluzione e comportano, in molti casi, conoscenze multidisciplinari, che coinvolgono discipline trasversali all'Ingegneria e alle Scienze di base (Matematica, Fisica, Biologia, Ecologia). Scopo della presente proposta è formare un esperto di alto profilo la cui solida formazione di base consenta l'eclettismo e l'autonomia necessari per maneggiare, modificare e sviluppare ulteriormente i modelli in uso nei vari ambiti ingegneristici, con inoltre la possibilità di operare in ambito econometrico-finanziario e di analisi del rischio.

I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe associano a una conoscenza approfondita degli aspetti teorico-scientifici della matematica applicata e delle altre scienze di base, con particolare riferimento alla fisica, un'avanzata conoscenza degli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria in generale; hanno le competenze avanzate per affrontare i problemi sperimentali, computazionali, tecnologici, economici, epistemologici connessi con la costruzione, la verifica della validità e l'utilizzazione di modelli; sono pertanto capaci di utilizzare tali conoscenze e competenze per identificare, interpretare, descrivere, formulare e risolvere problemi dell'ingegneria anche complessi; data la loro preparazione interdisciplinare, saranno in grado di collaborare attivamente con partner specializzati in discipline specifiche e di risolvere problemi tra loro diversi, trasferendo conoscenze, modelli e risultati da una disciplina all'altra.

I curricula dei corsi di laurea della classe comprendono attività finalizzate ad acquisire:

- approfondite conoscenze matematiche di base e modelli matematici per sistemi discreti e continui;
- solide conoscenze informatiche, di modelli deterministici e stocastici, di metodi di simulazione e metodi di calcolo numerico e scientifico;
- conoscenze sia sperimentali sia teoriche nei diversi settori della fisica;
- competenze quantitative per valutazione del rischio legato alle catastrofi naturali, quali terremoti, inondazioni e frane;
- competenze finanziarie inerenti le problematiche di rischio, investimento e trading.

Sono capaci di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno la lingua inglese oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

Gli atenei organizzano, in accordo con enti pubblici e privati, gli stage e i tirocini.

**IL PROFILO PROFESSIONALE.** Dal punto di vista scientifico e culturale, la vocazione della ex-Facoltà (ora Scuola) di Ingegneria di Padova per l'istituzione della Laurea Magistrale nelle classi LM44 sta nelle competenze specifiche di gruppi di ricerca esistenti che fanno capo a settori dell'area dell'Ingegneria, dell'area Matematica e dell'area Fisica, accomunati dall'esigenza di utilizzare metodi matematici avanzati per risolvere problemi di tipo modellistico. Problemi di questo tipo, infatti, vengono da tempo affrontati in molti campi dell'Ingegneria, della Fisica, nonché della Ingegneria Finanziaria. Il comune denominatore è lo sviluppo e lo studio di modelli matematici che descrivono i processi rilevanti accompagnati dalla loro soluzione quantitativa in termini numerici o analitici. Tale approccio si affianca ormai da molti decenni alle più tradizionali tecniche sperimentali e, in molti casi, risulta oggi l'unica metodologia utilizzabile nella pratica corrente. Il corso risulta quindi di grande interesse per diversi settori dell'ingegneria dove l'analisi di progetti innovativi richiede una verifica modellistica quantitativa tramite simulazioni tipicamente condotte in ambienti di calcolo parallelo e High Performance Computing. L'uso efficiente di tali ambienti richiede competenze assai raffinate di analisi numerica, di dinamica e più in generale di modellistica fisico-matematica.

All'interno della Scuola di Ingegneria presso l'Università di Padova sono da tempo attivi consolidati gruppi di ricerca afferenti a diversi Dipartimenti (in primis, i Dipartimenti "ICEA", "Matematica", "Fisica") che si occupano di queste tematiche. In questi settori si collocano anche le attività di almeno due Scuole di Dottorato di Ricerca, le cui risorse in termini di competenze potrebbero essere messe a disposizione del nuovo corso: la Scuola di Dottorato in Scienze dell'Ingegneria Civile & Ambientale e la Scuola di Dottorato in Matematica.

La possibilità di trasferire nella formazione competenze scientifiche integrate e specifiche (e contributi di varia natura di gruppi di ricerca ampi ed articolati), unite a un aggiornamento continuo mutuato dalle attività di ricerca, la singolare numerosità di interessi culturali e scientifici affini ma complementari, nonché i rapporti di collaborazione personale fra i proponenti suggeriscono condizioni ideali per la nascita della iniziativa didattica.

**OBIETTIVI FORMATIVI** Le motivazioni professionali della proposta sono relative alla formazione di una figura esperta sia di metodi matematici e numerici, sia di problemi fisico-ingegneristici, con due indirizzi specifici dell'area modellistica fisico-matematica e finanziaria. La richiesta di modellistica matematica e numerica per il supporto alla progettazione e alla sperimentazione è realtà di oggi e sempre più importante nel futuro. La figura professionale che si vuole proporre è sicuramente di grande spessore culturale e, come tale, grandemente appetita da società di ingegneria, amministrazioni pubbliche, studi professionali, Istituti di ricerca. Infatti, le soluzioni di tipo numerico stanno oggi diventando largamente prevalenti rispetto a quelle tradizionali ottenute per via sperimentale, per una vasta classe di problemi di tipo ingegneristico e finanziario. Di conseguenza, la creazione e messa a punto di modelli matematici e numerici anche complessi diventa una competenza fondamentale per una figura professionale moderna, capace di affrontare problematiche di tipo multidisciplinare tramite una solida base di competenze matematiche e una preparazione specifica per i problemi di aree precise dell'ingegneria e della fisica. Va inoltre considerata la possibilità di attribuire all'iniziativa un carattere di eccellenza, selezionando opportunamente gli accessi.

**IL PERCORSO FORMATIVO** La proposta mira alla formazione di un ingegnere avvertito intorno alla natura di problemi modellistici, supportata da una forte preparazione metodologica nei moderni metodi matematici e numerici, nonché di fisica matematica e di meccanica statistica, di gestione del rischio. L'articolazione in due indirizzi, uno maggiormente orientato alla modellistica matematica per l'ingegneria e le scienze e uno orientato al settore finanziario, è volta a creare una figura professionale con un certo grado di specializzazione, ma al tempo stesso consente una notevole osmosi scientifica e didattica.

Il consistente impianto metodologico proposto segnala comunque che il compito di formare professionisti in grado di determinare il modello matematico più adatto alla soluzione di un certo problema non è banale. Troppo spesso, infatti, l'affidamento di tale compito al mercato dei modelli produce risultati inadatti e figure professionali non



in grado di valutare limiti e validità delle soluzioni proposte. L'obiettivo formativo principale è dunque quello di preparare una figura professionale in grado di sviluppare c/o utilizzare con piena e avvertita conoscenza strumenti di supporto alla progettazione e all'analisi di sistemi complessi, valutandone criticamente possibilità e limiti. Il Manifesto proposto risulta strutturato in:

- un nucleo comune costituito da materie a contenuto metodologico-formativo dei settori caratterizzanti per la classe LM 44 (discipline matematiche, discipline modellistiche)
- due percorsi differenziati, che consentono allo studente di rivolgere la sua preparazione verso ambiti professionali diversi. Obiettivo del primo è la preparazione in ambito modellistico numerico dell'ingegneria e della fisica matematica. Il secondo curriculum è orientato invece all'ambito finanziario-economico, con un approccio sempre quantitativo alla materia, e quindi particolarmente incentrato su modelli matematici e la loro analisi.

Si sottolinea che, al fine di consentire l'iscrizione all'Albo degli Ingegneri per i laureati in Ingegneria Matematica si possano stabilire modalità secondo cui, una volta conseguita la Laurea Magistrale in "Ingegneria Matematica", gli studenti che lo desiderino possano conseguire una seconda laurea magistrale, previo il superamento di un numero ridotto di esami aggiuntivi e di una nuova prova finale.

L'articolazione prevista per questa laurea magistrale consentirà in futuro, in analogia a quanto accade in altre sedi, di progettare facilmente ulteriori percorsi formativi rispetto ai due già previsti

\*\*\*\*\*

Modern engineering practice requires ever growing and intensive use of advanced numerical and mathematical modeling tools. These models are evolving rapidly, and their professional use often demands expertise in different areas, such as applied mathematics, numeric, physics, biology, etc. The Laurea Magistrale in Mathematical Engineering aims at forming high profile modeling experts that have the necessary multidisciplinary background that enable them to use in a professional way these simulation models, possibly extending them to tackle the problem at hand, and, if necessary, finding alternative more efficient modeling pathways, in the general field of Engineering and also in the economical/financial and risk-management sectors.

The graduates of this Laurea will have a deep knowledge of the theoretical-scientific aspects of applied mathematics and other basic science fields, in particular physics, as well as of the theoretical-scientific aspects of engineering in general. They will be proficient problem solving, starting from the design of the model to arrive at its mathematical or numerical solution, via the necessary experimental validations against measured values. In other words, they will be able to identify, interpret, describe, design, and solve complex engineering problem. From their interdisciplinary education, they will be able to actively collaborate with partners specialized in different fields and to tackle very different problems, always contributing to the necessary technology transfer between disciplines.

The structure of the courses will include actions to acquire the following competences:

- advanced mathematical background for continuous and discrete models;
- advanced competences in computer science and HPC; deterministic and stochastic models, numerical solution, scientific computing;
- experimental and theoretical expertise in applied physics;
- quantitative skills for the risk management, being it of economic/financial character, or from natural disasters, such as earthquakes, land slides, flooding, etc;
- specialized competences in financial and trading risk management.

The graduates will acquire proficient use of the English language, both oral and written, with special emphasis on the technical lexicon.

The University, in agreement with Public and Private enterprises, will organize appropriate stage.

**PROFESSIONAL PROFILE.** From a scientific and cultural point of view, the principal vocation of the former Facoltà (now Scuola) of Engineering of the University of Padova is the specific competences of the research groups working in the fields of Engineering, Applied Mathematics (including Economic Mathematics), and Physics. All these fields share the needs to develop and use mathematical and numerical methods for the quantitative analysis and solution of modeling projects. These types of problems are born naturally in the context of advanced engineering practice, applied physics, and financial engineering. The common denominator is the development and study of appropriate mathematical models that describe the different processes and their numerical or analytical solution. This model-based approach developed concurrently with the more traditional experiment-based approach and is quickly replacing it. The proposed Laurea is thus of high interest for different areas of engineering where the complexity of the physical processes together with the intimately coupled financial constraints requires solution techniques based on quantitative modeling most often solved via simulations in parallel and HPC environments. The efficient use of these tools requires advanced expertise in the field of numerical analysis, mathematical and physics. A number of highly recognized modeling research groups are active at the School of Engineering of the University of Padova (in primis within the Department 'ICEA', 'Matematica', 'Fisica'). Also the Doctoral Schools in Civil & Environmental Engineering Sciences and in Computational and Applied Mathematics include several research groups that could effectively contribute to the success of the Laurea.

The possibility of transferring integrated and specific scientific competences from the different research groups is thus an ideal starting situation for the development of the program. This is strengthened by the numerous collaborations and common projects that are active across research groups of these departments.

**TRAINING OBJECTIVES.** The professional motivations that form the basis of this proposal are related to the formation of a professional expert both in mathematical and numerical methods, capable to tackle engineering problems. Two specific courses are proposed, one in the area of physical-engineering mathematical modeling and one in the broad topic of finance. The need of advanced mathematical and numerical support to complex engineering projects is recognized at all levels and its importance will certainly grow in the future. The professional profile of the graduate is characterized by a strong cultural and interdisciplinary character, and will be of interest for engineering consulting companies, public administrations, and research institutions. It is a fact that currently engineering problems are solved more often via simulation rather than via experimental work. However, the design and tune-up of a complex modeling project is a fundamental tool for modern engineering practice. This approach requires advanced expertise in many different fields, and thus the cultural background of the person involved in this activity must be broad and based on advanced mathematical and quantitative skills. It is the intention of the proposers to favor the excellence of the students by appropriate limitation actions for the access to this Master.

**CURRIRULUM STUDIURUM:** The proposal aims at the formation of a modeling expert with a strong cultural and methodological background in terms of mathematical and numerical methods, complemented by deep understanding of the physical and statistical tools that are needed for a modern approach at modeling physical processes as well as the management of the related risks. The two Curricula, one focused on aspects of modeling for sciences and the other on financial topics, aims at building a professional with a broad specialization capable of interacting with other professionals of different disciplines.

The basic expertise acquired by the graduates is revolved around the capabilities of determining and in case build the needed mathematical models that are most appropriate to the simulation of the problem at hand. In fact, in the practice it is found that modeling results are often offered without consideration to the limits and validity of such solutions. The proposers of this Master Degree are resolved in teaching to the students the importance of a critical evaluation of any modeling result, taking into consideration potential inaccuracies in the used modeling framework as well as in its solution. The most important educational objective is to prepare a class of professionals that are capable of developing and utilizing the modeling tools in support to engineering projects taking into critical consideration the uncertainties of the reached conclusions.

The study program is organized as follows:

- a first common group of topics aimed at acquiring the necessary modeling expertise characterizing the LM 44 class (Mathematics, Physics, Computer Science)
- two different Curricula: the first focused on modeling for Engineering and Sciences. The tools needed for this Curriculum are the typical tools of the numerical analysis, physical mathematics, etc. The second Curriculum is oriented towards the financial sciences, always with a quantitative approach typical of the engineering practice, and thus again centered around study and development of mathematical models and their implementation and solution.

Note that, at the time of this proposal, the graduates in Mathematical Engineering (LM-44 class) cannot apply for the Professional Engineering exam. We will work in the future to overcome this difficulty, together with the PE organizations, to build a return path so that with a limited number of extra CFUs the interested students will be able to proceed towards a PE career.



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

I laureati di Ingegneria Matematica devono avere la capacità di condurre indagini analitiche, attraverso l'uso di modelli anche commerciali, algoritmi e procedure sperimentali complesse, sapendo valutare criticamente i risultati ottenuti e trarne corrette conclusioni. Essi devono in particolare essere capaci di valutare autonomamente l'impatto e la portata delle nuove metodologie matematiche e la loro rilevanza nelle applicazioni ingegneristiche.

A tal fine l'impostazione didattica del corso di laurea prevede che la formazione matematico-formale si integri in corsi di carattere applicativo che sollecitano la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva e la capacità di elaborazione autonoma.

\*\*\*\*\*

The master graduates in Mathematical Engineering will have the ability to use different complex tools, such as for example in house developed or commercial simulators, experimental procedures, mathematical methodologies, always maintaining a critical approach at the evaluation of the results, in order to achieve the most reliable and correct solution. They will be especially competent in autonomous judgment of the proposed solutions and of the advantages and limitations of the modeling techniques used to achieve the result.

This objective is reached through a diversified and harmonized education process that combines mathematics with applications. The more theoretical courses will be complemented by applied courses that will make concrete use of the mathematical background via projects/essays that will require active and personal participation of the students.

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

I laureati magistrali devono essere in grado di soddisfare al livello più alto tutti i requisiti previsti nelle capacità trasversali di un laureato, ivi inclusa la capacità di confrontarsi su temi di natura astratta con figure professionali di diversa formazione e provenienza.

In particolare devono saper comunicare e operare efficacemente come leader di un progetto e di un gruppo, che può essere composto da persone competenti in varie discipline e a differenti livelli, in contesti sia nazionali che internazionali.

L'impostazione didattica prevede che in alcuni corsi con vocazione più professionalizzante, e che comportano attività progettuali, gli studenti possano affinare le loro abilità di comunicazione tenendo seminari o brevi relazioni, sollecitando in tal modo la partecipazione attiva dell'intera classe.

\*\*\*\*\*

The master graduates will acquire advanced communication skills, needed in particular to work in a collaborative environment where multidisciplinary actors are present. To this aim they will need to be especially aware of the presentation needs that an interdisciplinary working group requires, being able to translate the typically abstract language of mathematical modeling into practical terms easily understood by varied professional figures.

This attribute makes the graduate in Mathematical Engineering an ideal candidate to lead the development of complex interdisciplinary projects, at the national and international level.

To this aim, the didactic organization of the more applied courses will make wide use of student seminars and written reports on the project works as a requirement for the completion of the course work. This will contribute to consolidate the student communication skills, both oral and written, in presenting complex material to a general audience.

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

Il laureato magistrale deve possedere una capacità di apprendimento che gli consenta di affrontare in modo efficace i contesti scientifici e tecnologici innovativi e le mutevoli problematiche professionali connesse con l'innovazione. Inoltre deve avere consapevolezza, nella impostazione e nella gestione dei progetti, senza ignorare altre problematiche, quali la gestione del rischio. Infine deve acquisire una forma mentis che lo metta in grado di cogliere il valore dell'apprendimento autonomo durante tutto l'arco della vita professionale.

In quest'ottica, gli insegnamenti della laurea magistrale utilizzano metodologie didattiche quali l'analisi e risoluzione di problemi complessi, l'integrazione delle varie discipline e la discussione in gruppo; tali metodologie favoriscono l'acquisizione di competenze inerenti l'apprendimento e l'adattamento. Altri strumenti utili al conseguimento di queste abilità sono la tesi di laurea, che prevede che lo studente si misuri personalmente con argomenti ai limiti dello stato dell'arte e sia spinto ad approfondire tematiche di ricerca.

\*\*\*\*\*

The master graduates will have the ability to successfully tackle different problems that lie outside their specific field of competence. This ability is crucial to a professional figure that will have to deal with very different scientific and technological issues that characterize innovative projects, taking into account all facets of the development process, including financial and risk management. Finally, the student will have to acquire a form of mind and modus operandi that enhances the awareness of the student towards continuous and autonomous professional enrichment.

To this aim, the course of the Mathematical Engineering degree will utilize a teaching approach focused on solving concrete complex problems in the different disciplines, organized in group work where the discussion and the critical evaluation of the results will be valued. The final thesis will enhance these capabilities by promoting independent work and critical assessment of the results and of the state of the art.

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

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

L'ammissione ai corsi di laurea magistrale della classe richiede il possesso di requisiti curriculari che prevedano, comunque, un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali nelle discipline scientifiche di base e nelle discipline dell'ingegneria, propedeutiche a quelle caratterizzanti previste nell'ordinamento della presente classe di laurea magistrale. E' necessaria anche una adeguata conoscenza della lingua inglese.

Il regolamento didattico del corso di studio definisce i requisiti curriculari richiesti per l'accesso e le modalità di verifica della personale preparazione

\*\*\*\*\*

Admission to the program requires an educational background including a general scientific and methodological knowledge in the area of engineering and/or physics and/or mathematics, that is a prerequisite for the disciplines characterizing LM-44 class. An adequate proficiency in the English language is also necessary.

The education plan of the course specifies in detail the requirements for accessing to the LM-44 class and the procedure that a student has to follow for self assessing his personal skills.

### **Caratteristiche della prova finale**

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

Il titolo si consegue, al termine dei due anni, con la discussione, di fronte ad una commissione, di un elaborato di natura teorica, progettuale o sperimentale, con base matematico-ingegneristica e contenuto innovativo, svolto sotto la guida di un relatore, eventualmente a seguito di un periodo di tirocinio presso un'azienda, un laboratorio universitario o un ente esterno. Nella discussione dell'elaborato l'allievo deve dimostrare di aver acquisito capacità di operare in modo autonomo, padronanza degli strumenti scientifici e tecnici utilizzati, capacità di gestire gli strumenti teorici al fine dell'elaborazione dei dati ottenuti e capacità di analisi critica degli stessi, capacità di comunicare i contenuti della tesi e sostenere una discussione con la Commissione preposta all'esame di laurea.

\*\*\*\*\*



The degree is completed, after the two years, with the discussion in front of the appropriate commission, of an original thesis of theoretical, design, or experimental work, with a strong mathematical basis. The thesis work is carried out under the supervision of a tutor, and can be the result of a training period performed in an external company, an external university laboratory, or an external agency. The discussion is aimed at determining the abilities of the student to perform independent work, ability in the use of theoretical, scientific, and technical instruments used in the course of the thesis work, ability in the critical analysis of the results obtained, ability to communicate to results also to a non-expert audience.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati
<p><b>Laureato in Ingegneria Matematica, specialista in modelli matematici per l'ingegneria, le scienze naturali e finanziarie.</b></p> <p><b>funzione in un contesto di lavoro:</b>  La figura dello specialista in modelli matematici al servizio della progettazione di opere ingegneristiche, della pianificazione ambientale, e della progettazione industriale e economico-finanziaria si è andata affermando in questi ultimi anni. Può infatti dirsi che la modellistica numerica è diventata parte insostituibile della progettazione di apparati ad elevata complessità impiantistica, ad alta efficienza e affidabilità. Il modellista oggi non può che essere un laureato in Ingegneria di fatto autodidatta, salvo forse per il caso di dottori di ricerca, che non a caso sono contesi dal mercato del lavoro se specialisti di modelli.</p> <p>*****</p> <p>The use of professional in mathematical modeling in the development of engineering works, environmental planning, and industrial and economic-financial projects has seen a strong increase in the past few years. This type of professional is typically a higher education (e.g., PhD) graduate and is generally self-educated in the area of engineering. The lack of a specialist in this field is evident.</p> <p><b>competenze associate alla funzione:</b>  I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea magistrale della classe sono quelli dell'innovazione e della progettazione avanzata, in particolare per quanto riguarda la definizione e la validazione dei modelli e delle procedure di calcolo, con particolare riferimento a uno o più settori tecnologici, e quelli della modellazione economica e finanziaria, con particolare riferimento alle problematiche di rischio, investimento e trading. I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe potranno esercitare funzioni di elevata responsabilità presso centri di sviluppo e progettazione, pubblici e privati, nei settori tecnologici avanzati dell'industria, laboratori di calcolo e società che forniscono trattamento dei dati e sviluppo di codici di calcolo numerico per l'industria, istituti finanziari, banche di investimento, compagnie di assicurazioni, società fornitrici di energia, o società di consulenza indipendente.</p> <p>*****</p> <p>The occupational opportunities for the graduates are related to innovation and advanced design, in particular for the development and validation of models and numerical solution procedures in one or more technological and scientific fields, and in economic and financial modeling, including risk analysis, trading, investments. The graduates in the Degree will be able cover positions of high responsibility in research and development centers, consulting companies, public and private, in the advanced technological field of industrial engineering, information technology laboratories, financial institutions, banks, insurance companies, energy companies, or consulting firms.</p> <p><b>sbocchi professionali:</b>  Le prospettive professionali si intendono aperte a: enti pubblici territoriali con compiti di pianificazione territoriale e progettazione di opere di difesa e utilizzazione; centri di ricerca e sviluppo di grandi e medie imprese; società di ingegneria; studi di ingegneria e software houses; compagnie di assicurazione, finanziarie e bancarie; dottorati di ricerca.  Il naturale bacino di utenza, sia dal punto di vista degli sbocchi occupazionali che da quello dell'attrazione di studenti, è costituito dal Triveneto e dalle zone più orientali dell'Emilia Romagna e parte della Lombardia. È da notare infatti che iniziative LM-44 nel nord Italia sono attive unicamente presso i Politecnici di Milano e Torino. La proposta dell'Ateneo di Padova, fondata sulle eccellenze scientifiche presenti nei Dipartimenti proponenti, si differenzia naturalmente dalle LM-44 offerte a Milano e Torino per il suo orientamento spiccatamente modellistico-fisico, pur non trascurando gli aspetti matematico-numerici che caratterizzano le offerte formative dei due Politecnici.  È da notare inoltre che il percorso formativo è interamente in inglese, usato quindi come lingua veicolare. Questo risulta assai importante non soltanto per l'apertura verso il mercato del lavoro internazionale, ma anche per il carattere spesso internazionale dei progetti sui quali i laureati si troveranno a lavorare.  Infine tutte le organizzazioni di categoria consultate hanno espresso esplicito apprezzamento sia per l'ampiezza culturale della figura professionale proposta sia per l'uso veicolare della lingua inglese.</p> <p>*****</p> <p>Typical employment offers will be from: public agencies involved in territorial planning, defense from natural events; research and development centers for large and medium enterprises; engineering firms; software houses; insurance companies; financial and banking institutions. The natural basin of attraction of the proposed degree, in terms of both potential student provenience and job placement, is the entire "Triveneto" and the eastern areas of Emilia Romagna and Lombardia. In fact, the only Universities in northern Italy that offer similar degrees (LM-44) are the Politechnics of Milan and Turin. The present proposal, grounded upon the scientific excellence that are present in the three proposing Departments, differentiates naturally from the offers of the two Politechnical Schools for its strong physically based modelling background. The mathematical and numerical tools at Unipd are in fact geared towards proper applications to physical and numerical modelling, rather than towards the development and analysis of numerical simulations, which form the core strength of the curricula offered in Milan and, to some extent, in Turin.  We would like to stress that all the courses will be taught using the English language. This aspect is of primary importance not only to address more efficiently the international job market, but also because projects potentially tackled by graduates are, and will be more and more of international character.  Finally, we note that all the end-user organizations that have been contacted were favourably impressed by the wide cultural background of the graduates, as well as by the fact that the entire degree is offered in the English language.</p>
Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matematici - (2.1.1.3.1)</li> <li>• Specialisti in attività finanziarie - (2.5.1.4.3)</li> <li>• Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche civili e dell'architettura - (2.6.2.3.1)</li> <li>• Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche industriali e dell'informazione - (2.6.2.3.2)</li> </ul>



<b>Risultati di apprendimento attesi - Conoscenza e comprensione - Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b>
<b>Modellistica matematica</b>
<b>Conoscenza e comprensione</b>
<p>I laureati magistrali dovranno acquisire una conoscenza approfondita di alcuni argomenti di "matematiche avanzate", di fisica matematica e di analisi numerica, nonché la capacità di affrontare problemi avanzati ricorrendo agli appropriati strumenti teorici. Oltre alla frequenza dei corsi istituzionali, un momento importante per acquisire una consapevolezza critica nell'uso di tali strumenti è costituito dalla elaborazione della tesi finale, nel corso della quale viene richiesto di sviluppare un elaborato originale di natura teorica, sperimentale o progettuale.</p> <p>*****</p> <p>The master graduates will have a deep knowledge in different topics related to advanced mathematical models, mathematical physics, numerical analysis, as well as the ability to tackle advanced problems using the most appropriate theoretical and applied instruments. An important acquisition will be the ability and mature awareness in the use of tools and techniques typical of applied questions and problems. A fundamental step towards this acquisition will be the final thesis, where the student is required to develop original work being it of theoretical, experimental or engineering design nature.</p>
<b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b>
<p>I laureati magistrali devono avere la capacità di risolvere problemi dell'Ingegneria anche di elevata complessità, definiti in modo incompleto o che possono presentare specifiche contrastanti. Sapranno affrontare problemi in aree nuove ed emergenti della loro specializzazione, connessi a strutture innovative, allo studio fluidodinamico dei mezzi con cui esse interagiscono, alla simulazione di ambienti in condizioni al limite delle possibilità tecnologiche, ricorrendo a competenze raffinate di analisi numerica, di dinamica e di modellistica.</p> <p>Saranno in grado di applicare metodi matematici appropriati nella soluzione dei problemi, quali ad esempio l'analisi agli elementi finiti, la simulazione di sistemi complessi, lo studio statistico dei fenomeni fisici e/o economico-finanziari nel contempo sapranno utilizzare strumentazione e metodi sperimentali. Dovranno avere infine la capacità di integrare le conoscenze provenienti da diversi settori, anche lontani da quelli di specifica competenza, dimostrando una profonda attitudine alla ricerca interdisciplinare e al lavoro in gruppi non omogenei.</p> <p>*****</p> <p>The master graduates need to acquire expertise in problem solving for the complex projects of engineering interests; they will be able to properly pose the problem starting from incomplete definitions and often contrasting requirements; will be able to face new problems in new or emerging disciplines related to their specialization. As an example, we can mention problems dealing with interactions between different components (fluid structure interactions, interactions between built and natural environment, project development coupled with financial analysis, risk management, etc). To this aim they will use the entire spectrum of acquired knowledge, including advanced mathematical and numerical tools and physical and modeling competences.</p> <p>The students will be able to apply the most appropriate mathematical methods in the solution of the problem at hand. Typical instruments will be numerical methods, simulations of complex systems, statistical and probabilistic approaches to the modeling of the diverse phenomena. At the same time they will be aware of the experimental and laboratory investigations in the field of interest. They will be able to work in highly interdisciplinary groups, and will be able to contribute in collaborative research projects with their specific and deep problem solving competences.</p>

**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 §2.**

#### Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Discipline matematiche, fisiche e informatiche	FIS/02 Fisica teorica, modelli e metodi matematici FIS/03 Fisica della materia INF/01 Informatica MAT/02 Algebra MAT/03 Geometria MAT/05 Analisi matematica MAT/06 Probabilità e statistica matematica MAT/07 Fisica matematica MAT/08 Analisi numerica MAT/09 Ricerca operativa	32	56	18
Discipline ingegneristiche	ICAR/01 Idraulica ICAR/08 Scienza delle costruzioni ING-IND/06 Fluidodinamica ING-IND/10 Fisica tecnica industriale ING-IND/22 Scienza e tecnologia dei materiali ING-IND/31 Elettrotecnica ING-INF/01 Elettronica ING-INF/02 Campi elettromagnetici ING-INF/04 Automatica ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni	27	45	27
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:</b>		59		
<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>			59 - 101	



#### Attività affini

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Attività formative affini o integrative	FIS/01 - Fisica sperimentale FIS/04 - Fisica nucleare e subnucleare FIS/05 - Astronomia e astrofisica ICAR/02 - Costruzioni idrauliche e marittime e idrologia ICAR/05 - Trasporti ICAR/06 - Topografia e cartografia ICAR/07 - Geotecnica ICAR/09 - Tecnica delle costruzioni SECS-S/06 - Metodi matematici dell'economia e delle scienze attuariali e finanziarie	12	36	12
Totale Attività Affini			12 - 36	

#### Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		9	9
Per la prova finale		15	15
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	3
	Abilità informatiche e telematiche	0	3
	Tirocini formativi e di orientamento	0	6
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	6
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		1	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-
Totale Altre Attività		25 - 42	

#### Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	120
Range CFU totali del corso	96 - 179

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

(FIS/01 FIS/04 )

FIS/01 - Fisica sperimentale e FIS/04 - Fisica nucleare e subnucleare, pur non essendo centrali nella formazione di una figura professionale esperta di modelli matematici, possono essere importanti per quanto riguarda potenziali applicazioni della modellistica, e per questo motivo sono inseriti tra i settori affini.

#### Note relative alle altre attività

#### Note relative alle attività caratterizzanti

RAD chiuso il 02/04/2015