

POLITECNICO DI TORINO

Master's Degree in Mathematical Engineering



Master's Degree Thesis

**Gender perspective of professional competencies in engineering
programs: comparison between Politecnico di Torino, Milano and
Bari**

Supervisors:

Laura SAVOLDI

Vittorio VERDA

Candidate:

Beatrice CAROFIGLIO

July 2022

Acknowledgements

Grazie Sofia.

Abstract

The gender gap between men and women is a contentious issue at the current moment. It is a subject sensitive to many people and to which various solutions have been proposed. The issue of gender difference is often addressed from an academic and professional point of view. Specifically the question concerns the reasons why men and women make unequal choices in their studies and work. This inequality could be attributed to a natural predisposition, or the tendencies of society to affect the choices of individuals. This thesis focuses on the academic situation, where Italian universities in general have a higher percentage of female students than male, but the participation of women in some courses of study has an opposite trend: only a strong minority of women enroll in STEM faculties (science, technology, engineering and mathematics). Even within purely male contexts, such as the most significant engineering schools in Italy (the Politecnico di Torino, Milano and Bari) there are opposing trends between the different areas of engineering in terms of female enrollment. The objective of this thesis is to investigate this phenomenon and to check the existence of an explanation based on the analysis of form of teaching on offer. In particular, the thesis analyses promotional materials produced by the faculties at the Politecnico di Torino and Milano, on which Natural Language Processing (NLP) techniques have been applied. This process was intended to derive a vocabulary of words classifiable as of potential "male or female interest". The words belonging to the created vocabulary were then searched for within the materials of the Politecnico di Bari and were counted separately for each engineering area. The results show that the engineering faculties with a higher percentage of female enrollment have, in their materials, many words of "female interest", as compared to engineering faculties with a higher percentage of male enrollment, having more words of "male interest" in their materials. The thesis offers eventually a potential tool to balance the gender vocabulary in the description of engineering programs.

Abstract

La tematica del *gender gap* (divario di genere) è una delle più trattate in questo periodo storico. Si tratta di un argomento sensibile a molti e sul quale si lavora da tempo con il fine di rendere questo divario il meno ampio possibile. Il tema della differenza di genere viene spesso trattato anche dal punto di vista universitario e professionale. In particolare ci si interroga sul motivo delle scelte non bilanciate che uomini e donne compiono nelle scelte di percorso di studi e lavoro. Se da una parte la ragione potrebbe essere legata a una predisposizione naturale, dall'altra è possibile che le consuetudini della società influiscano sulle scelte degli individui che risultano infatti essere non bilanciate. L'analisi di questa tesi si concentra sul punto di vista accademico, nel quale si nota che nonostante l'università abbia una percentuale di iscritti di sesso femminile superiore a quella di sesso maschile, la partecipazione delle donne ad alcuni corsi di studio ha una tendenza opposta: sono infatti una forte minoranza le donne iscritte a facoltà STEM (scienze, tecnologia, ingegneria e matematica). Inoltre, anche all'interno di contesti prettamente maschili, quali i tre poli più importanti per l'ingegneria in Italia, ovvero il Politecnico di Torino, di Milano e di Bari, si possono notare tendenze opposte tra le diverse aree dell'ingegneria, in termini di iscrizioni femminili. L'obiettivo di questa tesi è quello di indagare su questo fenomeno e provare a darne una spiegazione; è infatti probabile che gli strumenti utilizzati dalle università per invogliare studenti e studentesse ad intraprendere un percorso ingegneristico siano sbilanciati tra ingegnerie di tipo differente. In particolare l'analisi effettuata riguarda i testi provenienti dalle descrizioni delle ingegnerie nel Politecnico di Torino e di Milano, sui quali sono state applicate le tecniche principali di NLP (Natural Language Process). Questo processo aveva come scopo quello di ricavare un vocabolario di parole classificabili come di potenziale "interesse maschile o femminile". Le parole appartenenti al vocabolario così creato sono state poi cercate all'interno delle descrizioni del Politecnico di Bari e sono state contate separatamente per ogni area ingegneristica. I risultati

mostrano che ingegnerie con un numero di iscritte donne più elevato presentano molte parole ad "interesse femminile", così come tra ingegnerie con un numero più elevato di iscritti uomini presentano più parole ad "interesse maschile". La tesi offre possibili spunti per bilanciare il vocabolario nelle descrizioni delle ingegnerie. La tesi offre degli spunti per bilanciare il vocabolario di genere nelle descrizioni delle ingegnerie.

Contents

List of Tables	8
List of Figures	11
1 Introduction	13
1.1 Gender gap	13
1.1.1 Gender pay gap	14
1.1.2 Gender gap in University	15
1.2 Gender gap in italian universities	16
1.2.1 Numbers in STEM	16
1.2.2 Numbers in Politecnico di Torino, Milano and Bari . .	17
1.2.3 Engineering courses in Politecnico di Torino, Milano and Bari	19
1.3 Aim of the thesis	21
2 The algorithm	23
2.1 Development of the model	23
2.1.1 Data Collection	23
2.1.2 Data Cleaning	24
2.1.3 Data Reduction and Data Transformation	24
2.2 Politecnico di Torino	25
2.2.1 Data visualization - Word cloud and word count	25
2.2.2 Dictionary for Politecnico di Torino	39
2.2.3 Results at Politecnico di Torino	40
2.3 Politecnico di Milano	42
2.3.1 Data Visualization - Word Cloud and word count	42
2.3.2 Dictionary for Politecnico di Milano	57
2.3.3 Results at Politecnico di Milano	58

3	Validation of the model - Politecnico di Bari	61
3.0.1	Dictionary	64
3.0.2	Results	65
4	Conclusions and perspective	69

List of Tables

2.1	30 most recurring words and count in energy engineering at Politecnico di Torino.	27
2.2	30 most recurring words and count in biomedical engineering at Politecnico di Torino.	28
2.3	30 most recurring words and count in computer engineering at Politecnico di Torino.	29
2.4	30 most recurring words and count in mathematical engineering at Politecnico di Torino.	30
2.5	30 most recurring words and count in management engineering at Politecnico di Torino.	31
2.6	30 most recurring words and count in mechanical and aerospace engineering at Politecnico di Torino.	32
2.7	30 most recurring words and count in civil engineering at Politecnico di Torino.	33
2.8	30 most recurring words and count in electronic engineering at Politecnico di Torino.	34
2.9	30 most recurring words and count in environment engineering at Politecnico di Torino.	35
2.10	30 most recurring words and count in electrical engineering at Politecnico di Torino.	36
2.11	30 most recurring words and count in chemical and materials engineering at Politecnico di Torino.	37
2.12	30 most recurring words and count in construction engineering at Politecnico di Torino.	38
2.13	Dictionary obtained from the descriptions of different engineering programs at Politecnico di Torino.	39
2.14	Number of different female and male words and men percentage for each engineering at Politecnico di Torino. . . .	40
2.15	Zoom on female score results at Politecnico di Torino: highest two female scores.	42

2.16	Zoom on male score results at Politecnico di Torino: highest three male scores.	42
2.17	30 most recurring words and count in aerospace engineering at Politecnico di Milano.	43
2.18	30 most recurring words and count in mathematical engineering at Politecnico di Milano.	44
2.19	30 most recurring words and count in environment engineering at Politecnico di Milano.	45
2.20	30 most recurring words and count in electronic engineering at Politecnico di Milano.	46
2.21	30 most recurring words and count in management engineering at Politecnico di Milano.	47
2.22	30 most recurring words and count in physical engineering at Politecnico di Milano.	48
2.23	30 most recurring words and count in biomedical engineering at Politecnico di Milano.	49
2.24	30 most recurring words and count in chemical engineering at Politecnico di Milano.	50
2.25	30 most recurring words and count in civil engineering at Politecnico di Milano.	51
2.26	30 most recurring words and count in computer engineering at Politecnico di Milano.	52
2.27	30 most recurring words and count in energy engineering at Politecnico di Milano.	53
2.28	30 most recurring words and count in electrical engineering at Politecnico di Milano.	54
2.29	30 most recurring words and count in construction engineering at Politecnico di Milano.	55
2.30	30 most recurring words and count in mechanical engineering at Politecnico di Milano.	56
2.31	Dictionary obtained from the descriptions of different engineering programs at Politecnico di Milano.	57
2.32	Number of different female and male words and men percentage for each engineering at Politecnico di Milano. . . .	58
2.33	Zoom on female score results at Politecnico di Milano: highest two female scores.	60
2.34	Zoom on male score results at Politecnico di Milano: highest four male scores.	60

3.1	Dictionary for Politecnico di Bari (union of the dictionary obtained from Politecnico di Torino and the one from Politecnico di Milano).	64
3.2	Number of different female and male words and men percentage for each engineering at Politecnico di Bari.	65
3.3	Zoom on female score results at Politecnico di Bari: highest three female scores.	67
3.4	Zoom on male score results at Politecnico di Bari: highest four male scores.	67

List of Figures

1.1	Percentage of males and females enrolled at italian universities in 2020.	16
1.2	Time series of Percentage of women and men in STEM bachelor's degrees in Italy from 2013 to 2019.	17
1.3	Percentage of males and females enrolled at Politecnico di Torino in 2020.	18
1.4	Percentage of males and females enrolled at Politecnico di Milano in 2020.	18
1.5	Percentage of males and females enrolled at Politecnico di Bari in 2020.	18
1.6	Percentage of males and females in the different areas of engineering in Politecnico di Torino (bachelor's degree, year 2019).	19
1.7	Percentage of males and females in the different areas of engineering in Politecnico di Milano (bachelor's degree, year 2021).	20
1.8	Percentage of males and females in the different areas of engineering in Politecnico di Bari (master's degree, year 2019).	20
2.1	Word cloud for energy engineering at Politecnico di Torino.	27
2.2	Word cloud for biomedical engineering at Politecnico di Torino.	28
2.3	Word cloud for computer engineering at Politecnico di Torino.	29
2.4	Word cloud for mathematical engineering at Politecnico di Torino.	30
2.5	Word cloud for management engineering at Politecnico di Torino.	31
2.6	Word cloud for mechanical and aerospace engineering at Politecnico di Torino.	32
2.7	Word cloud for civil engineering at Politecnico di Torino.	33
2.8	Word cloud for electronic engineering at Politecnico di Torino.	34
2.9	Word cloud for environment engineering at Politecnico di Torino.	35
2.10	Word cloud for electrical engineering at Politecnico di Torino.	36

2.11	Word cloud for chemical and materials engineering at Politecnico di Torino.	37
2.12	Word cloud for construction engineering at Politecnico di Torino	38
2.13	Ordered distribution of obtained male and female scores at Politecnico di Torino.	41
2.14	Word cloud for aerospace engineering at Politecnico di Milano.	43
2.15	Word cloud for mathematical engineering at Politecnico di Milano.	44
2.16	Word cloud for environment engineering at Politecnico di Milano.	45
2.17	Word cloud for electronic engineering at Politecnico di Milano.	46
2.18	Word cloud for management engineering at Politecnico di Milano.	47
2.19	Word cloud for physical engineering at Politecnico di Milano. .	48
2.20	Word cloud for biomedical engineering at Politecnico di Milano.	49
2.21	Word cloud for chemical engineering at Politecnico di Milano.	50
2.22	Word cloud for civil engineering at Politecnico di Milano. . . .	51
2.23	Word cloud for computer engineering at Politecnico di Milano.	52
2.24	Word cloud for energy engineering at Politecnico di Milano. .	53
2.25	Word cloud for electrical engineering at Politecnico di Milano.	54
2.26	Word cloud for construction engineering at Politecnico di Milano.	55
2.27	Word cloud for mechanical engineering at Politecnico di Milano.	56
2.28	Ordered distribution of the obtained male and female scores at Politecnico di Milano.	59
3.1	Word clouds for biomedical and environment engineering at Politecnico di Bari.	62
3.2	Word clouds for civil and electronic engineering at Politecnico di Bari.	62
3.3	Word clouds for automation and construction engineering at Politecnico di Bari.	62
3.4	Word clouds for telecommunication and mechanical engineering at Politecnico di Bari.	63
3.5	Word clouds for computer and electrical engineering at Politecnico di Bari.	63
3.6	Ordered distribution of the obtained male and female scores at Politecnico di Bari.	66

Chapter 1

Introduction

As the years go by, the world is getting closer and closer to achieve gender equality. There is finally more representation of women in politics, more economic opportunities, more adequate health care and much less discrimination in different places in the world. Women are finally reaching the same rights as men. However, it is estimated that it will take more than one whole century before true gender equality becomes a reality [\[1\]](#).

1.1 Gender gap

The World Economic Forum (WEF) tracks the gender gap and is among the most reliable sources to turn to when it comes to identifying critical areas where differences between men and women are greatest. To do so, it uses the so-called Gender Gap Index, on the basis of which it annually ranks the countries that have done best in achieving gender equality. It is built on four main indicators: health, education, politics and economics. Referring to the "health" parameter, it takes into account both factors such as life expectancy and the different average age between men and women and the opportunity to access basic or specialized care. For "education", on the other hand, the factors are: schooling rates, compulsory school attendance, and the availability of higher education courses accessible regardless of gender issues: if girls are not educated on the same level as boys, they will not get same opportunities in their future. As for "politics", both universal suffrage and the number of women in institutional or representative positions are taken into consideration. When it comes to the gender gap and the economy, it is natural to refer immediately to the gender pay gap, which is the wage gap that exists between men and women. It is normally expressed in the form

of the number of extra days during the year for which women would have to work to earn the same amount as their male counterparts or, more simply, in the form of the percentage difference between retribution of men women [2][1]. This is higher than 5.5%, but that can touch as high as 20%, especially in the private sector.

1.1.1 Gender pay gap

The possible causes of the gender pay gap are many, some of them closely related to the culture of individual countries, in many of which there is a stereotype that women have the role of caregivers of home and family, which keeps them away from pursuing demanding careers or leading to top positions; in other cases, there are more technical considerations related, for example, to the type of occupations performed by women workers, the lack of women in high paying, male-dominated, professions is considered to be one of the major causes of the gender pay gap. Similarly, a part of the gender pay gap can be explained by the overrepresentation of women in low-paying sectors, such as care, education and manual labor, which are lower paid on average than male-dominated skilled labors. Moreover some researches have found that occupations with higher proportions of women pay lower salaries. The opposite is true for men, as the more they dominate an occupation the higher their pay. For instance, an International Labour Organisation (ILO) report [3] shows that wages in the EU tend to be lower in companies that employ more women than in companies that have a more equal distribution of male and female employees and are otherwise similar in terms of number of employees, economic sector, ownership and type of collective pay agreement. Women also generally work in sectors and occupations where jobs are compatible with their family responsibilities. As a result, women are more likely to work part-time, be employed in low-paid jobs and not take on management positions.

What is even more wrong is that, in certain cases, women and men are not paid the same wages although they carry out the same work or work of equal value. This may be the result of the so-called ‘direct discrimination’ [4] where women are penalized compared to men. It may be also due to a system that, although not designed to discriminate, results in unequal treatment between men and women. Those two types of discrimination are both prohibited under EU law, but are unfortunately still present in some workplaces.

On average, women in the Europe earn around 16% less per hour than men [4]. The gender pay gap varies across Europe: it is below 10% in Slovenia,

Poland, Italy and Luxembourg, but over than 20% in the United Kingdom, Slovakia, Czech Republic, Greece, Germany, Austria and Estonia. Although the overall gender pay gap has narrowed in the last decade, in some countries the national gender pay gap has actually been widening (Latvia, Portugal) [4]. It is interesting to notice that this gap exists even though women perform better than men at school and university. In the world of work, in fact, women still suffer from a large wage gap (16% in the European Union [5] due in part to the fact that they enjoy less bargaining power. This, in turn, is determined by the cultural "belief" that it must be women who bear the full "burden" of family and children. When, then, it comes to career and motherhood, in all spheres, women are once again disadvantaged. In fact, they must either choose between one and the other or suffer "slowdowns" in promotions, even experiencing dismissal in some cases. A mix of overt and covert discrimination, then, that highlights how women are still discriminated against today in both the academic and employment spheres. And this despite the many advances made to achieve gender equality.

Even if on the gender pay gap front Italy is already faring better than other European countries, the road to definitely close this gap is still long.

1.1.2 Gender gap in University

Why is it that women seem to be less inclined toward technical, scientific and mathematical subjects? The reasons for this "distance" are diverse, but they seem to have a common origin in the cultural and family background of today's societies. Gender roles and traditions shape women's and men's roles in society from a very early age. Traditions and gender roles may influence the choice of educational path taken by a young man or woman. These decisions are affected by traditional values and assumptions about working patterns. Girls, in fact, seem to experience less motivation and self-confidence in pursuing science and, in particular, mathematics education. Personal "insecurities" are then compounded by social and family conditioning, according to which women are less predisposed to scientific subjects. These prejudices, still quite widespread today and to which are added gender stereotypes present even in the category of teachers, end up conditioning girls and young women. In the collective imagination, therefore, women and science subjects would not be compatible. The inability to propose and promote different models of common thinking would limit girls' approach to scientific subjects. On closer inspection, then, it is not only social and family prejudices that

hinder the role of women in technical and scientific fields.

1.2 Gender gap in italian universities

In Italy women are more likely to attend university than men. During the academic year 2020/2021 the total number of students enrolled in Italian universities (bachelor's degree) was 330,898 [6]. Among these, 184,040 were female students, corresponding to the 55,6%.

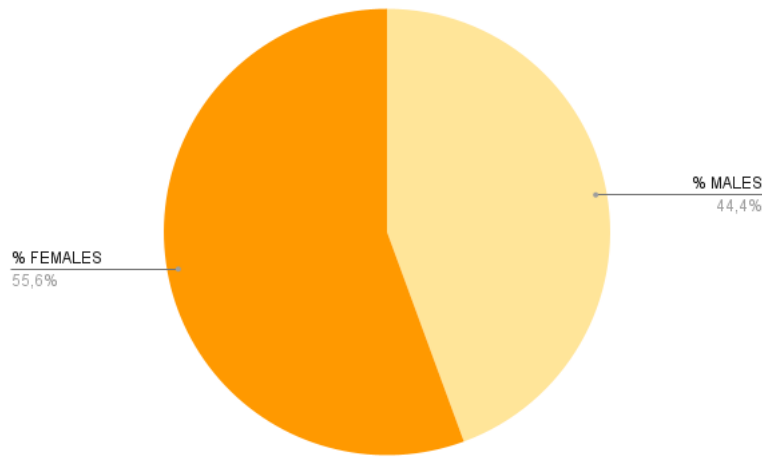


Figure 1.1: Percentage of males and females enrolled at Italian universities in 2020.

1.2.1 Numbers in STEM

It is an indisputable truth that, in most subject areas, a balance between the proportion of males and females enrolled in university programs has been reached, in fact, as shown in figure 1.1, more than 50% of Italian university population is composed by women. However, even though there have been significant improvements [7], women are still underrepresented in some study fields, especially in STEM subjects (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Having a look to STEM subjects the trend is completely inverted: only 16,5% of enrolments belongs to women. In 2020 the 24,9% of graduated people got a degree in a scientific field, but, analysing the gender difference, data shows that among men the number is one over three (36,8%), while among women the number is only one over six (17%) [8]. Although

in the last years much work is being done to facilitate the enrollment of women in stem faculties, there has been no improvement in terms of female enrolments from 2013 to 2019, as shown in figure 1.2: the percentage of women in STEM faculties fluctuates between 35,98% and 39,61%, but non increasingly.

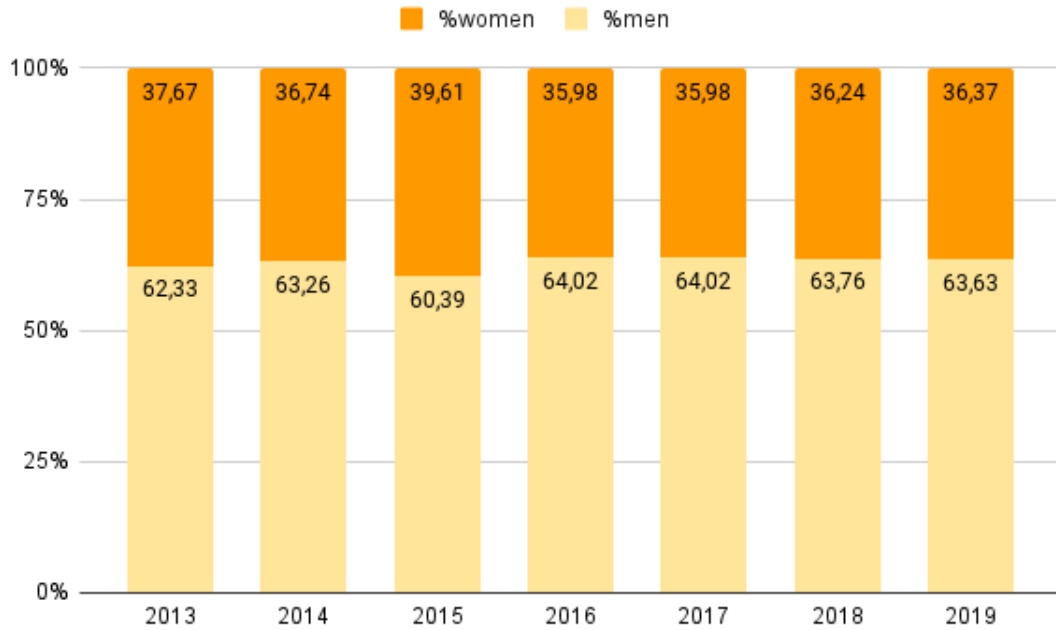


Figure 1.2: Time series of Percentage of women and men in STEM bachelor's degrees in Italy from 2013 to 2019.

1.2.2 Numbers in Politecnico di Torino, Milano and Bari

Consistent with the general trend of STEM faculties, the Politecnico di Torino, Milano and Bari have female enrolments between 25% and 31% in 2020 [9][10][11], far below the national average for all faculties and even below the average of stem faculties. As shown in figures 1.3, 1.4 and 1.5, in 2020 the percentage of female students enrolled at Politecnico di Torino was 28,5%, at Politecnico di Milano it was 31,6% and 31% at Politecnico di Bari.

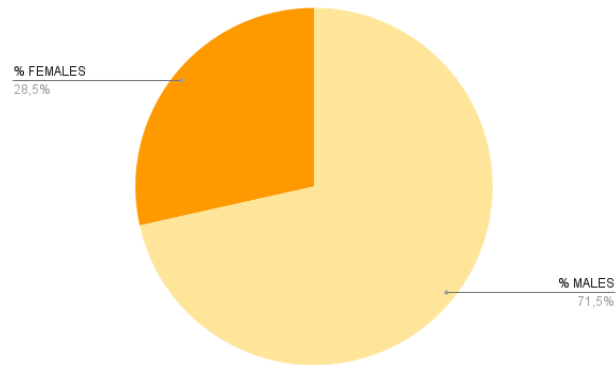


Figure 1.3: Percentage of males and females enrolled at Politecnico di Torino in 2020.

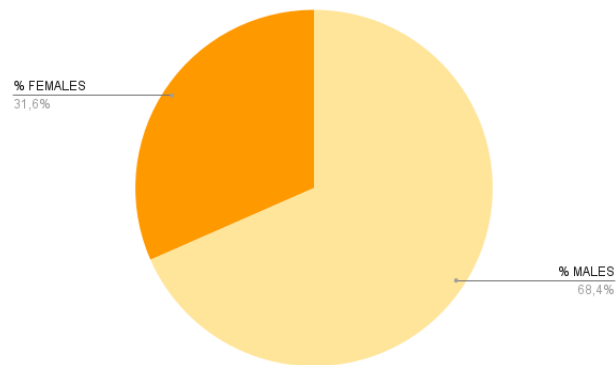


Figure 1.4: Percentage of males and females enrolled at Politecnico di Milano in 2020.

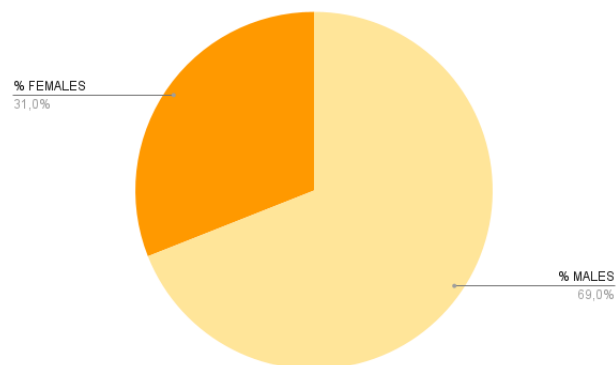


Figure 1.5: Percentage of males and females enrolled at Politecnico di Bari in 2020.

1.2.3 Engineering courses in Politecnico di Torino, Milano and Bari

Although we already know that the percentage of female enrolments at Politecnico di Torino, Milano and Bari is well below the average female enrolments in Italian universities, we now want to investigate within the different engineering courses. Figures 1.6, 1.7 and 1.8 show that different engineering courses have very different percentages of female enrolments [9][10][11]. Indeed, it can be seen that, in all 3 universities, some engineering is further below the average, while for some it appears to be more balanced: in 2019 Politecnico di Torino shows the highest percentage of male enrolments electric engineering (92%) and the lowest in biomedical engineering (45,4%) - bachelor's degree; in 2021 Politecnico di Milano shows the highest percentage of male enrolments in mechanical engineering (89,31%) and the lowest in biomedical engineering as well (43,48%) - bachelor's degree; in 2019 Politecnico di Bari shows the highest percentage of male enrolments in computer engineering (89,28%) and the lowest in biomedical engineering too (24,5%)- master's degree.

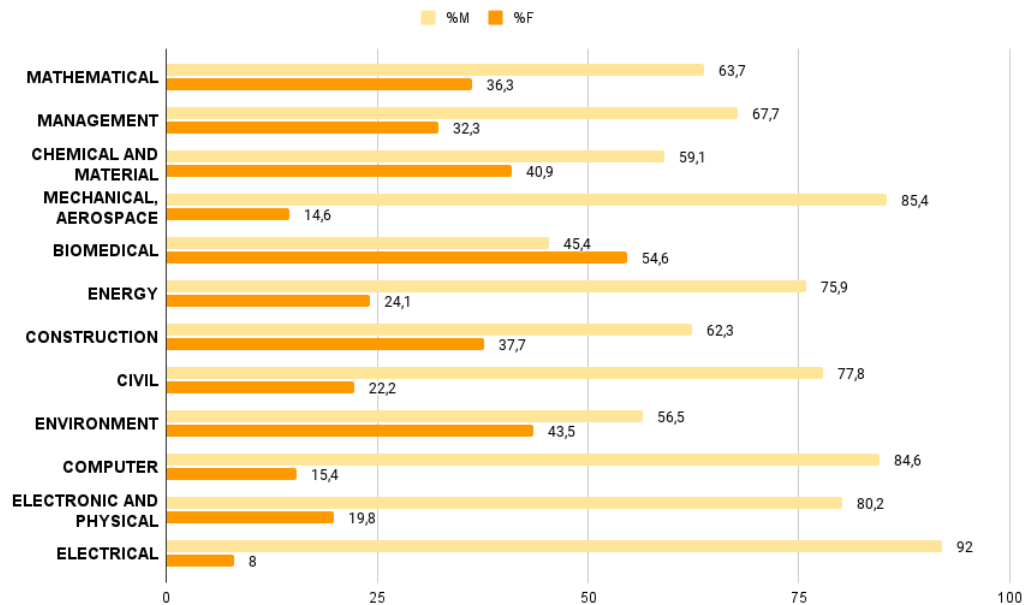


Figure 1.6: Percentage of males and females in the different areas of engineering in Politecnico di Torino (bachelor's degree, year 2019).

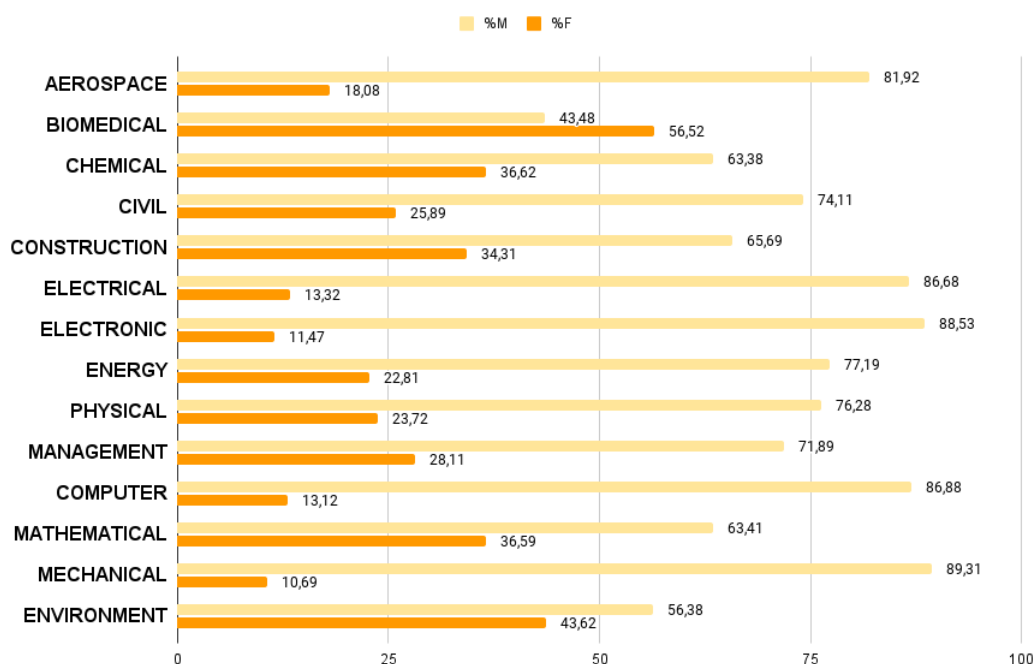


Figure 1.7: Percentage of males and females in the different areas of engineering in Politecnico di Milano (bachelor's degree, year 2021).

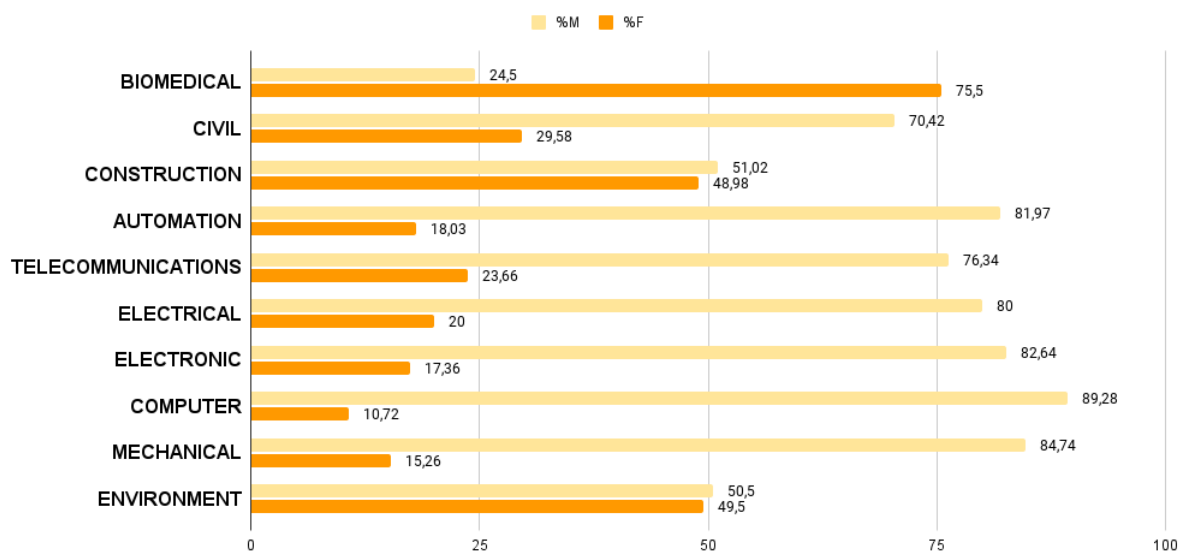


Figure 1.8: Percentage of males and females in the different areas of engineering in Politecnico di Bari (master's degree, year 2019).

1.3 Aim of the thesis

After analyzing the Italian university situation and noticing gender imbalances in STEM faculties, we then also saw that within the same university with few female enrollments there is still a further imbalance in gender based on the type of engineering course. This is the cue from which all the work done in this thesis starts. Indeed, one wants to investigate what are the reasons that lead young female students to choose one specific engineering course over another.

The purpose of this thesis is to analyze the different undergraduate courses, in particular the course descriptions provided by the websites of the Polytechnic of Turin, Milan and Bari, shown in appendix b. The analysis of the texts is aimed at looking for possible potentially gender-discriminating words present in the course descriptions, which would not induce young female students to take that specific course (in the case of engineering with a high number of men) or conversely look for possible words capable of arousing greater female interest in the course (in the less frequent case of engineering with a more balanced number of male and female enrolments).

Once an actual correspondence is found between the percentage of female enrolments and the presence of words that will be defined as either "female-interested" or "male-interested," reasons will be sought that can explain the phenomenon and possible insights will be offered so that the gender gap within these universities can possibly be reduced by using more inclusive language.

Chapter 2

The algorithm

2.1 Development of the model

Natural Language Processing (NLP) is a branch of Data Science dealing with Text data. It works on natural language from the computer point of view. Before using the data for analysis or prediction, processing the data is important. Machines, unlike human being, struggle dealing with text data. In fact it is important to follow some very important steps to prepare data before being able to work on them. Those steps make a part of the process called text preprocessing. Preprocessing in an NLP task consists in:

- Data Collection
- Data Cleaning
- Data Reduction and Data Transformation

2.1.1 Data Collection

For this task, the used text data are the collection of different engineering programs descriptions at Politecnico di Torino, Politecnico di Milano and Politecnico di Bari. Texts were sourced from university websites. In the first part of the analysis (training phase) only texts from Politecnico di Torino and Politecnico di Milano separately have been used while the second part (testing phase) was based on texts from Politecnico di Bari. All the used texts are provided in appendix B (4).

2.1.2 Data Cleaning

Once the texts have been saved it is important to transform them in order to be usable for the machine to extract information. In this part of the process the tasks are:

- Removing noisy data: removing useless text characters such as URL, HTML tag, non-ASCII characters and punctuation;
- Lowercasing: conversion of all text data from upper case letters to lower case ones in order to avoid distinctions between identical meaning words differing only by the presence of lower or upper letters;
- Tokenization: division of all the sentences in the documents into single words;
- Stopwords elimination: stopwords are the most common words in any natural language (for example "in", "a", "the", "of"). They don't add value to the meaning of the document and for this reason they are removed from the texts. Removing stopwords means also decreasing the dataset size and the time necessary to train the model. NLTK library in Python contains a list of stopwords in 16 different languages. The italian list has been used in this analysis;
- Stemming: in any natural language, words can be written in more forms according to the situation. The machines, unfortunately, treats these words as different ones. For this reason it is important to reduce them to their root form. Stemming technique is able to cut off the end of a word (suffix, for example "-ing", "-s", "-ly") and keep the root word. Since the analysis is conducted on italian texts, the removed part were vowels at the end of words to have no distinction between singular, plural, feminine and masculine words and suffixes such as "-mente", "-to", "-ico".

2.1.3 Data Reduction and Data Transformation

At this point of the analysis a list of words is obtained. In a second moment, in order to get a dictionary of really meaningful words - only for texts from Politecnico di Torino and Politecnico di Milano - the 30 most recurrent words for each engineering have been selected and then labeled according to a possible male or female interest.

In order to explain how it has been given a label, it is necessary to introduce two main concepts, that of "care" (female) and "provision" (male) [12].

These two fundamental concepts refer, respectively, to the presence or absence of 'sensitive' relationships between people and things. In particular, in the definition of 'care' emerges the intention to develop tools and technologies aimed at safeguarding the person and the environment; emerges the need to express technical skills that aim, first of all, to improve people's lives. The concept of provision, on the other hand, means an application of technical skills aimed at improving the technology itself, without including a direct interest in application in the social. The clear difference between the two terminologies is imputed to the fact that "care" includes a net component aimed at solving problems related to the individual's needs, on the other hand "provision" still aims at a resolution of a problem but the interest is placed more towards the expression technology that competes with the solution.

Care a provision concepts can be, for the purposes of this analysis, reported in "areas of interest." In this way it will be possible to identify words belonging to male areas of interest and words belonging to female areas of interest.

To label the words as objectively as possible, the words were sorted alphabetically without regard to the engineering from which they came and, where possible, a label of interest was assigned.

The aim of this part is to find whether and which recurrent words can explain a low percentage of female enrolments.

In the analysis of texts from Politecnico di Bari the preprocessing phase stopped before Data Reduction.

2.2 Politecnico di Torino

This section shows the results obtained using the previous techniques on texts from Politecnico di Torino's website: descriptions of different engineering programs (bachelor's degree). The taken texts are consistent with the form SUA-CDS.

2.2.1 Data visualization - Word cloud and word count

A word cloud is a collection of words depicted in different sizes. It works in a very simple way: the bigger and bolder the word appears, the more often it's

mentioned within a given text and the more important it is. To be even more accurate, only the 30 most common words have been selected and collected into tables reporting the number of repetitions of each common word in each text.

Word clouds and word counts, one for each bachelor engineering program at Politecnico di Torino, have been obtained. Some of the selected words are meaningless. This is due to the stemming phase, in which suffixes have been removed. This removal, in some cases, make some words lose significance. Already at this stage. from figures [2.1](#), [2.2](#), [2.3](#), [2.4](#), [2.5](#), [2.6](#), [2.7](#), [2.8](#), [2.9](#), [2.10](#) and [2.11](#) and tables [2.1](#), [2.2](#), [2.3](#), [2.4](#), [2.5](#), [2.6](#), [2.7](#), [2.8](#), [2.9](#), [2.10](#) and [2.11](#), it is possible to note that, for some engineering courses, there is a recurrence of words appertaining to a feminine field of interest (care) or masculine (provision) as explained above.

This section shows preliminary results that will then be fully analyzed in the following sections.



Figure 2.4: Word cloud for mathematical engineering at Politecnico di Torino.

Table 2.4: 30 most recurring words and count in mathematical engineering at Politecnico di Torino.

Word	Count	Word	Count
scientific	14	tratt	6
problem	14	format	5
bas	13	adegu	5
statist	12	acquis	5
dat	12	ricerc	5
conosc	11	interess	5
applic	11	stud	4
analisi	11	percors	4
ingegnerist	10	fond	4
modell	10	calcol	4
capac	9	formul	4
numer	8	termin	4
cors	7	organizz	4
metodolog	7	simul	4
metod	7	particol	4



Figure 2.6: Word cloud for mechanical and aerospace engineering at Politecnico di Torino.

Table 2.6: 30 most recurring words and count in mechanical and aerospace engineering at Politecnico di Torino.

Word	Count	Word	Count
conosc	24	industrial	11
bas	17	veicol	10
sistem	17	cors	9
settor	16	ambit	9
component	15	part	9
progett	14	automot	9
macchin	14	laur	8
aerospazial	14	specif	8
lavor	13	produzion	8
industrial	12	impres	8
tecnolog	12	impieg	8
process	12	prepar	7
stud	11	format	7
tecnic	11	applic	7
capac	11	livell	7



Figure 2.8: Word cloud for electronic engineering at Politecnico di Torino.

Table 2.8: 30 most recurring words and count in electronic engineering at Politecnico di Torino.

Word	Count	Word	Count
sistem	28	strument	10
compet	25	grad	10
progett	21	utiizz	10
cors	19	insegn	10
bas	18	ambit	10
anno	17	misur	9
applic	17	lavor	9
tecnic	15	inform	9
produzion	15	prodott	9
settor	14	second	8
tecnolog	13	esser	8
dev	12	svilup	8
conosc	12	div	8
appar	11	argoment	8
component	10	prim	7



Figure 2.9: Word cloud for environment engineering at Politecnico di Torino.

Table 2.9: 30 most recurring words and count in environment engineering at Politecnico di Torino.

Word	Count	Word	Count
territor	25	profession	6
impiant	11	specif	6
realizz	11	attiv	6
rif	10	laur	6
solid	9	recuper	6
bas	9	compet	5
process	9	scientif	5
tecnic	8	sistem	5
oper	8	evolu	5
monitoragg	8	format	5
ingegnerist	8	mater	5
controll	7	term	4
lavor	7	conosc	4
relat	6	figur	4
progett	6	prepar	4



Figure 2.10: Word cloud for electrical engineering at Politecnico di Torino.

Table 2.10: 30 most recurring words and count in electrical engineering at Politecnico di Torino.

Word	Count	Word	Count
tecnico	23	attiv	11
settor	18	compet	10
bas	17	prepar	10
industrial	16	anno	10
rifer	15	conten	10
conosc	14	professional	9
applic	14	oper	9
impiant	14	soluzion	9
format	14	form	8
insegn	14	sicurezz	8
relat	12	lavor	8
percors	11	progett	8
macchin	11	second	8
riguard	11	verif	8
component	11	prim	7



Figure 2.11: Word cloud for chemical and materials engineering at Politecnico di Torino.

Table 2.11: 30 most recurring words and count in chemical and materials engineering at Politecnico di Torino.

Word	Count	Word	Count
industrial	21	collab	7
compet	15	professional	6
bas	12	ambit	6
process	11	produtt	6
tecnolog	11	industr	6
trasform	10	propriet	6
cors	9	insegn	6
conosc	9	scientific	6
produzion	9	metall	6
caratterizz	8	ceram	6
stud	7	polimer	6
laur	7	aliment	5
settor	7	format	5
svilup	7	tecnic	5
meccan	7	lavor	5



Figure 2.12: Word cloud for construction engineering at Politecnico di Torino

Table 2.12: 30 most recurring words and count in construction engineering at Politecnico di Torino

Word	Count	Word	Count
ediliz	29	comple	6
progett	24	compet	6
attiv	20	uffic	6
oper	17	prim	6
tecnic	16	insegn	6
organizz	13	tal	6
professional	12	esam	6
relat	10	stat	6
pubblic	10	prepar	5
settor	9	camp	5
ambit	8	realizz	5
profession	7	costrutt	5
priv	7	impres	5
societ	7	edil	5
valut	6	second	5

2.2.2 Dictionary for Politecnico di Torino

At the end of the analysis the remaining 30 words have been classified according to a potential students interest in "female words", "neutral words" and "male words" according to area of interest they belong in, following the concept of "care" and "provision" exposed in 2.1.3. Meaningless words have been labeled as neutral because they will not be used in next steps. The interest of the analysis is in fact on "female words" and "male words". Words with labels "female" and "male" constitute the first dictionary created for Politecnico di Torino, reported in table 2.13.

Table 2.13: Dictionary obtained from the descriptions of different engineering programs at Politecnico di Torino.

Female words	Male words
territor monitoragg recuper evolu soluzion capac svilupp insegn problem ricerc stud medic sanitar serviz clinic impatt organizz public societ econom logist controll innov	tecnic professional industrial impiant macchin component industr automot produzion inform tecnic softw inform hardw aziendal
(a) female words	(b) male words

2.2.3 Results at Politecnico di Torino

After obtaining the dictionary, it was possible to count the male words and female words present among the 30 most important words in each engineering. The purpose of this part of the analysis is to compare the number of female-interest words and the number of male-interest words counted in each engineering program with the percentage of male enrollments in that program, to look for a link between the two. The obtained data are given in table 2.14.

Table 2.14: Number of different female and male words and men percentage for each engineering at Politecnico di Torino.

female score	male score	engineering	men percentage(%)
1	7	MECHANICAL	85,4
1	6	ELECTRICAL	92,01
0	4	COMPUTER	84,6
4	3	MANAGEMENT	67,7
2	3	CHEMICAL	59,1
0	3	ELECTRONIC	80,2
4	2	ENVIRONMENT	56,5
3	2	ENERGY	75,9
6	1	BIOMEDICAL	45,4
3	1	CONSTRUCTION	62,3
0	1	CIVIL	77,8
3	0	MATHEMATICAL	63,7

The results of the analysis performed at Politecnico di Torino show, as expected, that there is a likeness between highest male scores and engineering having highest male enrolments as well as between highest female scores and engineering having lowest male enrolments. In fact, the presence of many male-interest words in a course description could explain an absence of female enrollments. Conversely the presence of female-interest words could explain more female enrollments.

Figure 2.13 shows the ordered distribution of male and female scores for each engineering at Politecnico di Torino.

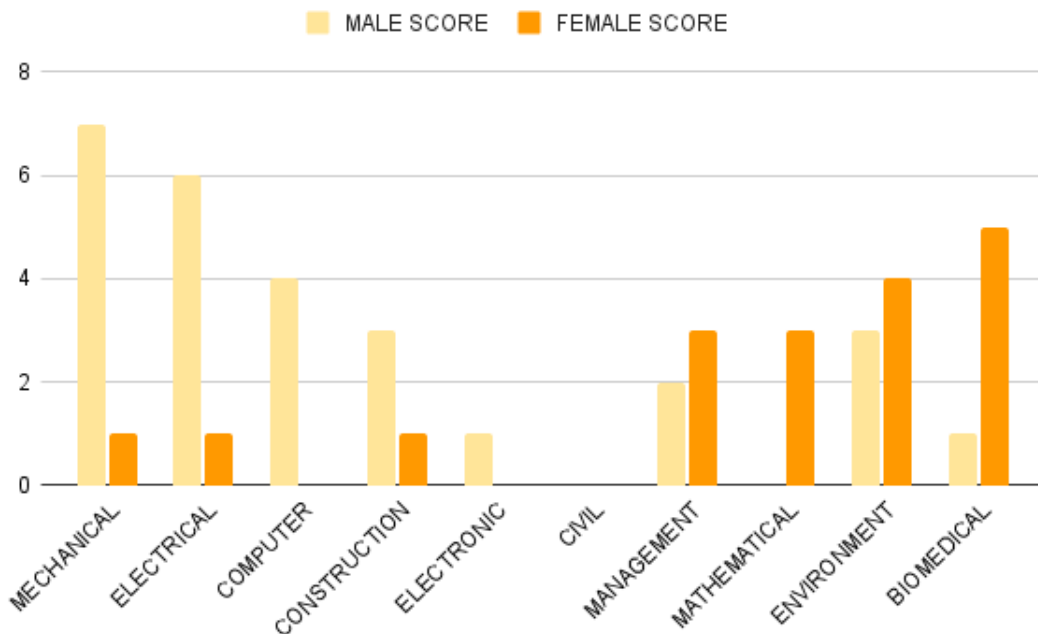


Figure 2.13: Ordered distribution of obtained male and female scores at Politecnico di Torino.

Indeed, the highest female score is 6 and it corresponds to biomedical engineering, the second highest one is 4 and it correspond to environment engineering, which are the lowest men percentage engineering at Politecnico di Torino, as shown in table 2.15. While the highest male scores (7, 6 and 4) correspond to electrical, mechanical and computer engineering, which are the highest men percentage engineering at Politecnico di Torino, as shown in table 2.16.

This means that indeed there is a possibility that too many male-interest words in the presentation text of an engineering course will cause young

female students not to choose that course of study. Instead, the presence of more female-interest words would support the choice.

Table 2.15: Zoom on female score results at Politecnico di Torino: highest two female scores.

female score	engineering	men percentage(%)
6	BIOMEDICAL	45,4
4	ENVIRONMENT	56,3

Table 2.16: Zoom on male score results at Politecnico di Torino: highest three male scores.

male score	engineering	men percentage(%)
6	ELECTRICAL	92,01
7	MECHANICAL	85,4
4	COMPUTER	84,6

2.3 Politecnico di Milano

Same algorithm has been applied to texts from Politecnico di Milano's website: descriptions of different engineering programs (bachelor's degree). The taken texts are consistent with the form SUA-CDS.

2.3.1 Data Visualization - Word Cloud and word count

As seen before for Politecnico di Torino in 2.2.1, word clouds images (figures 2.14, 2.15, 2.16, 2.17, 2.18, 2.19, 2.20, 2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.26 and 2.27) and word count tables (tables 2.17, 2.18, 2.19, 2.20, 2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.26, 2.27, 2.28, 2.29 and 2.30), have been obtained, one for each engineering program, also for texts from Politecnico di Milano. It is possible to note that, for some engineering courses, there is a recurrence of words



Figure 2.15: Word cloud for mathematical engineering at Politecnico di Milano.

Table 2.18: 30 most recurring words and count in mathematical engineering at Politecnico di Milano.

Word	Count	Word	Count
class	22	analisis	10
conosc	18	professional	9
capac	17	livell	9
laur	14	prim	9
stud	13	obietto	9
metodolog	12	scientific	9
esser	12	industrial	9
contest	11	utilizz	9
bas	11	cors	8
modell	11	compet	8
problem	11	tecnic	8
conosc	11	strument	7
propr	10	applic	7
mod	10	inform	7
ingegnerist	10	8	7

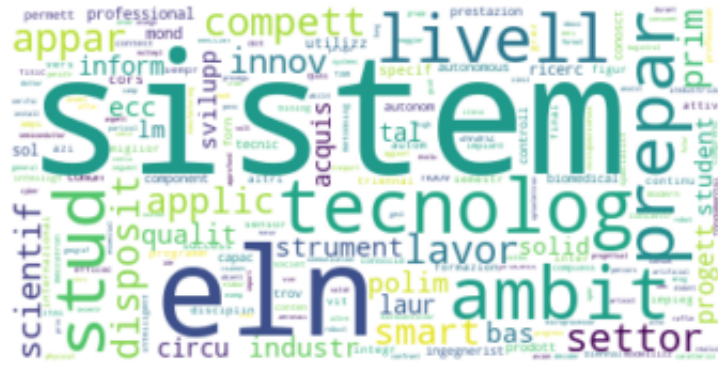


Figure 2.17: Word cloud for electronic engineering at Politecnico di Milano.

Table 2.20: 30 most recurring words and count in electronic engineering at Politecnico di Milano.

Word	Count	Word	Count
sistem	31	prim	9
eln	15	scientific	9
tecnolog	15	qualit	9
ambit	14	bas	9
stud	13	strument	9
prepar	13	ecc	9
livell	11	polim	9
compet	11	industr	9
settor	11	progett	8
lavor	11	circu	8
appar	11	acquis	8
disposit	10	inform	8
applic	10	tal	8
smart	10	laur	8
innov	9	student	7



Figure 2.18: Word cloud for management engineering at Politecnico di Milano.

Table 2.21: 30 most recurring words and count in management engineering at Politecnico di Milano.

Word	Count	Word	Count
capac	22	process	6
impres	14	progett	6
industrial	9	econom	6
class	9	produtt	6
organizz	8	obietti	5
professional	7	stat	5
esser	7	tecnolog	5
conosc	7	cors	5
oper	7	ingegnerist	5
contest	7	soluzion	5
inform	6	utilizz	5
sistem	6	tecnic	5
bas	6	strument	5
laur	6	livell	5
aziendal	6	analisi	5



Figure 2.19: Word cloud for physical engineering at Politecnico di Milano.

Table 2.22: 30 most recurring words and count in physical engineering at Politecnico di Milano.

Word	Count	Word	Count
tecnolog	27	applic	6
fisic	16	ricerc	6
class	16	process	6
innov	14	solid	5
cors	13	bas	5
settor	13	approfond	5
industrial	11	scientific	5
laur	10	azi	5
titol	10	particolar	5
stud	9	progett	5
prepar	9	magistral	5
professional	9	scelt	5
foton	8	puo	5
mater	7	utilizz	5
inform	7	ingegnerist	4



Figure 2.20: Word cloud for biomedical engineering at Politecnico di Milano.

Table 2.23: 30 most recurring words and count in biomedical engineering at Politecnico di Milano.

Word	Count	Word	Count
biolog	15	sanitar	7
settor	13	bas	7
medic	13	svilup	6
sistem	13	specif	6
ambit	11	produzion	6
class	9	farmaceut	6
inform	9	progett	5
disposit	9	camp	5
tecnolog	8	forn	5
strument	8	solid	5
applic	8	anno	5
prepar	8	cors	5
industrial	8	oper	5
tecnic	8	laur	5
prodott	7	scelt	5



Figure 2.21: Word cloud for chemical engineering at Politecnico di Milano.

Table 2.24: 30 most recurring words and count in chemical engineering at Politecnico di Milano.

Word	Count	Word	Count
process	42	attiv	12
trasform	29	trov	12
progett	25	prepar	12
produzion	21	industial	11
nanotecnolog	20	particolar	11
stud	19	impieg	11
tecnic	18	affront	10
tecnolog	17	mater	10
prodott	16	prim	10
lavor	16	capac	10
laur	16	struttur	10
applic	15	societ	9
svilup	15	livell	9
industr	14	settor	9
cors	12	impiant	9



Figure 2.22: Word cloud for civil engineering at Politecnico di Milano.

Table 2.25: 30 most recurring words and count in civil engineering at Politecnico di Milano.

Word	Count	Word	Count
oper	22	rilev	8
percors	17	insegn	8
costruzion	16	professional	8
struttur	15	magistral	8
infrastruttur	15	laur	8
progett	13	junior	8
formazion	12	attiv	8
format	12	triennal	8
trasport	10	societ	7
cors	10	manutenzion	7
stud	10	sistem	7
lingu	9	impost	7
ingles	9	tecnic	7
compett	9	lavor	7
industrial	8	international	7



Figure 2.23: Word cloud for computer engineering at Politecnico di Milano.

Table 2.26: 30 most recurring words and count in computer engineering at Politecnico di Milano.

Word	Count	Word	Count
sistem	24	capac	6
inform	14	applic	6
spilupp	13	compet	6
tecnolog	12	public	6
bas	11	albo	6
stud	9	disciplin	5
professional	9	attiv	5
laur	9	ampi	5
ambit	9	ingegnerist	5
mod	7	comun	5
cors	7	richest	5
progett	7	lavor	5
stat	7	format	5
profession	7	settor	5
prepar	6	autom	5

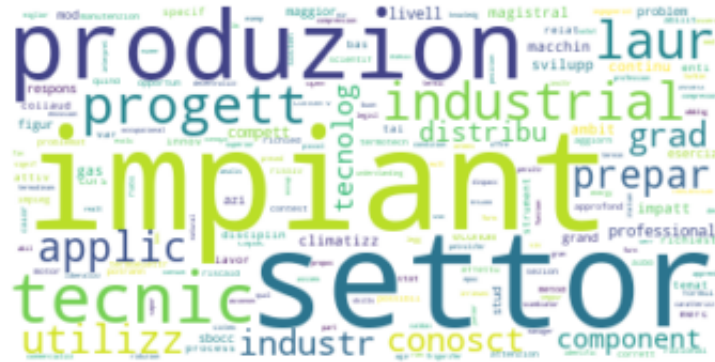


Figure 2.24: Word cloud for energy engineering at Politecnico di Milano.

Table 2.27: 30 most recurring words and count in energy engineering at Politecnico di Milano.

Word	Count	Word	Count
impiant	20	distribu	8
settor	18	professional	7
produzion	14	compet	7
tecnico	14	livell	7
progett	12	impatt	6
industrial	12	climatizz	6
laur	12	cvilupp	6
applic	11	continu	6
utilizz	10	ambit	6
prepar	9	macchin	6
conosc	9	magistral	6
grad	9	gas	6
industr	9	mod	5
component	8	grand	5
tecnolog	8	econom	5



Figure 2.25: Word cloud for electrical engineering at Politecnico di Milano.

Table 2.28: 30 most recurring words and count in electrical engineering at Politecnico di Milano.

Word	Count	Word	Count
livell	13	tecnic	7
industrial	11	settor	6
produzion	11	trasport	6
applic	10	figur	6
cors	10	industr	6
laur	10	conosc	6
distribu	10	impres	6
svilup	9	elettromagnet	5
trasmission	9	potenz	5
sistem	8	form	5
progett	8	societ	5
ambit	8	trasform	5
stud	7	attiv	5
prim	7	nuov	5
bas	7	lavor	5



Figure 2.27: Word cloud for mechanical engineering at Politecnico di Milano.

Table 2.30: 30 most recurring words and count in mechanical engineering at Politecnico di Milano.

Word	Count	Word	Count
progett	14	svolg	6
tecnic	12	capac	6
laur	12	sistem	6
professional	10	lavor	5
prepar	9	process	5
attiv	9	funzion	5
meccan	9	compet	5
applic	8	figur	5
serviz	8	produtt	5
svilup	8	ricerc	5
ambit	8	produzion	5
prodott	7	bas	4
impiant	7	scientific	4
macchin	7	conosc	4
industrial	7	utilizz	4

2.3.2 Dictionary for Politecnico di Milano

At the end of the analysis, for Politecnico di Milano too, the remaining 30 words have been classified according to a potential students interest in "female words", "neutral words" and "male words" following the concepts pf "care" and "provision" exposed in 2.1.3. As previously seen for Politecnico di Torino, meaningless words have been labeled as neutral because they will not be used in next steps. The interest of the analysis is in fact on "female words" and "male words" . Words with labels "female" and "male" constitute the second dictionary created for Politecnico di Milano, reported in table 2.31.

Table 2.31: Dictionary obtained from the descriptions of different engineering programs at Politecnico di Milano.

Female words	Male words
biolog	industrial
medic	tecnic
sanitar	produzion
svilup	trasport
farmaceut	industr
stud	professional
societ	impiant
innov	macchin
ricerc	tecnolog
insegn	inform
serviz	component
capac	spazial
controll	aeronaut
organizz	aziendal
econom	autom
soluzion	produzion
public	lavor
problem	compett
conosct	smart
impatt	profession
territor	pianif
natural	

(a) female words

(b) male words

2.3.3 Results at Politecnico di Milano

After obtaining the dictionary, it was possible to count the male words and female words present among the 30 most important words in each engineering. This part of the analysis want to compare the number of female words and the number of male words counted in each engineering program with the percentage of male enrollments in that program, to look for a link between the two. The result is given in table [2.32](#).

Table 2.32: Number of different female and male words and men percentage for each engineering at Politecnico di Milano.

female score	male score	engineering	men percentage(%)
3	6	MECHANICAL	89,31
3	5	ELECTRICAL	86,68
2	7	COMPUTER	86,88
3	6	MANAGEMENT	71,89
3	6	CHEMICAL	63,38
2	6	ELECTRONIC	88,53
5	2	ENVIRONMENT	56,38
4	5	ENERGY	77,19
5	2	BIOMEDICAL	43,48
3	4	CONSTRUCTION	65,69
3	5	CIVIL	74,11
2	4	MATHEMATICAL	63,41
3	8	AEROSPACE	81,92
3	2	PHYSICAL	76,28

The analysis performed at Politecnico di Milano shows similar results to Politecnico di Torino. Also in Milano, in fact, there is a likeness between highest male scores and engineering having highest male enrolments as well as between highest female scores and engineering having lowest male enrolments. Figure 2.28 shows the ordered distribution of male and female scores for each engineering at Politecnico di Milano.

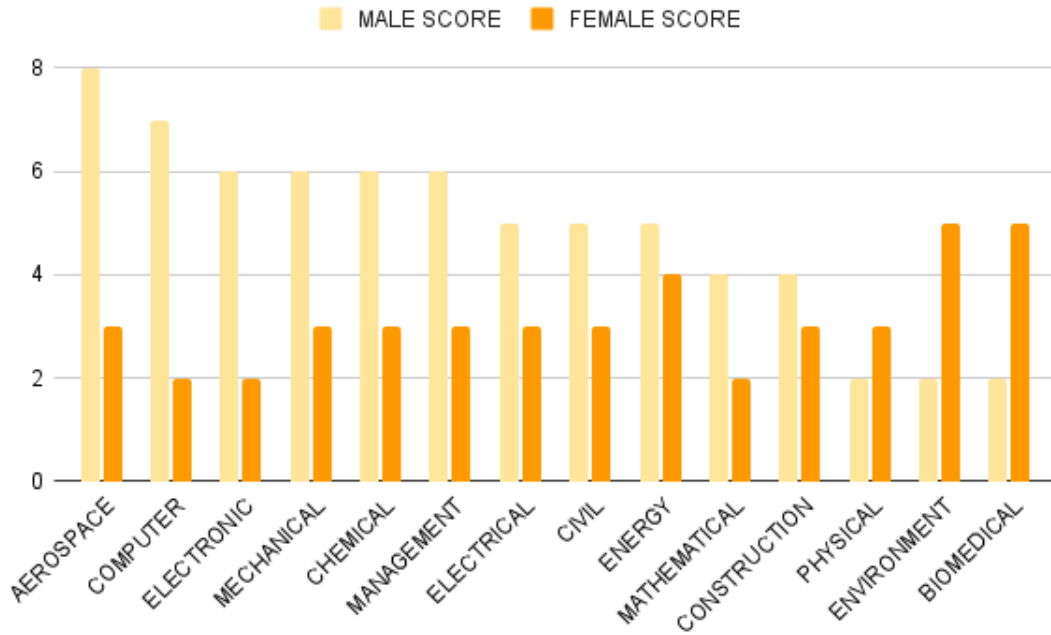


Figure 2.28: Ordered distribution of the obtained male and female scores at Politecnico di Milano.

The highest female score is 5 and it corresponds to biomedical engineering and environment engineering, which are the lowest men percentage engineering at Politecnico di Milano, as shown in table 2.33. The highest male scores (8, 7, and 6) correspond to aerospace, electrical, mechanical and computer engineering, which are the highest men percentage engineering at Politecnico di Milano, as shown in table 2.34.

As well as for Politecnico di Torino, this means that indeed there is a possibility that too many male-interest words in the presentation text of an engineering course will cause young female students not to choose that course of study. Instead, the presence of more female-interest words would support the choice.

Table 2.33: Zoom on female score results at Politecnico di Milano: highest two female scores.

female score	engineering	men percentage(%)
5	BIOMEDICAL	43,48
5	ENVIRONMENT	56,38

Table 2.34: Zoom on male score results at Politecnico di Milano: highest four male scores.

male score	engineering	men percentage(%)
8	AEROSPACE	81,92
7	COMPUTER	86,88
6	ELECTRONIC	88,53
6	MECHANICAL	89,31

Chapter 3

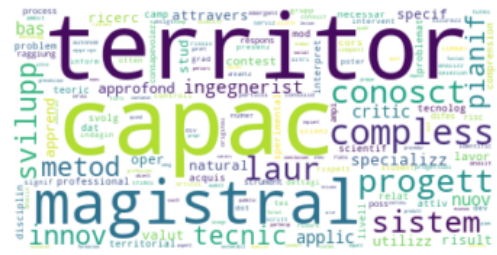
Validation of the model - Politecnico di Bari

This chapter shows the results obtained using only some the previous techniques on texts from Politecnico di Bari's website: descriptions of different engineering programs (master's degree). The taken texts are consistent with the form SUA-CDS. If before it was necessary to extract the 30 most recurrent words to label them and thus create a dictionary, this operation is not necessary here. In fact, at this stage, which is the validation stage, the used dictionary will be the union of the two previously derived dictionaries. Furthermore, here the search for words belonging to the new vocabulary was carried out on the entire engineering descriptions of Politecnico di Bari instead of on the 30 most common words. The aim of the analysis is to find a likeness between engineering courses containing a lot of male-interest words and an extremely low percentage of female enrolments, as well as between courses containing a lot of female-interest words and an adequate percentage of female enrolments.

By building word clouds for texts from Politecnico di Bari, figures [3.1](#), [3.2](#), [3.3](#), [3.4](#) and [3.5](#), many words can be found among those that make up the dictionaries of Politecnico di Torino and Milano.



(a) Biomedical engineering



(b) Environment engineering

Figure 3.1: Word clouds for biomedical and environment engineering at Politecnico di Bari.



(a) Civil engineering



(b) Electronic engineering

Figure 3.2: Word clouds for civil and electronic engineering at Politecnico di Bari.



(a) Automation engineering



(b) Construction engineering

Figure 3.3: Word clouds for automation and construction engineering at Politecnico di Bari.

3.0.1 Dictionary

In this case the dictionary used for the analysis was the union of the dictionary derived from Politecnico di Torino and the one from Politecnico di Milano, as shown in table 3.1.

Table 3.1: Dictionary for Politecnico di Bari (union of the dictionary obtained from Politecnico di Torino and the one from Politecnico di Milano).

Female words	Male words
biolog	industrial
medic	tecnic
sanitar	produzion
svilup	trasport
farmaceut	industr
stud	professional
societ	impiant
innov	macchin
ricerc	tecnolog
insegn	inform
serviz	component
capac	spazial
controll	aeronaut
organizz	aziendal
econom	autom
soluzion	industrial
pubblic	automot
problem	softw
conosct	hardw
impatt	lavor
territor	compett
natural	smart
monitoragg	profession
recuper	pianif
evolu	
insegn	
clinic	
logist	

(a) female words

(b) male words

3.0.2 Results

Using the dictionary obtained before, it was finally possible to count the male-interest words and female-interest words present in the whole text of each engineering, in order to look for a relationship between courses having the highest male scores and the highest men percentage and between courses having the highest female scores and the lowest men percentage. The obtained result is given in table 3.2.

Table 3.2: Number of different female and male words and men percentage for each engineering at Politecnico di Bari.

female score	male score	engineering	men percentage(%)
16	18	ELECTRONIC	82,64
21	13	ENVIRONMENT	50,50
16	18	AUTOMATION	81,97
21	13	BIOMEDICAL	24,50
18	16	CONSTRUCTION	51,02
17	12	CIVIL	70,42
13	13	TELECOMMUNIC.	76,34
15	19	MECHANICAL	84,74
12	18	COMPUTER	89,28
15	17	ELECTRICAL	80,00

After obtaining good results on Politecnico di Torino and Politecnico di Milano, the core of this thesis analysis focuses on Politecnico di Bari. Here the dictionary created from the other two universities was used and then applied on this one. This means that good results for Politecnico di Bari indicate that the dictionary used is complete enough to perform even on texts other than those from which it was derived. Analyzing tables 3.3 and 3.4 and figure 3.6 it is possible to notice that indeed the engineering areas with the

highest male scores are those with the highest percentage of male entrants, just as the areas with the highest female scores are those with the lowest percentage of male entrants. The result is exactly as hoped. They can in fact could explain, as said before, the relationship between the number of male and female words and man percentage in each engineering course. Although the result is consistent with the starting hypothesis, it is still important to point out that, looking at figure 3.6, the scores are quite balanced in each engineering, that is, each course present a considerable number of both male and female words. This can be for two reasons:

- the dictionary is not specific enough because it consists of too few words, so not adequate to say that the analysis really performs effectively;
- whoever wrote the texts of the descriptions of engineering courses in Politecnico di Bari used inclusive language regardless of the specific engineering course.

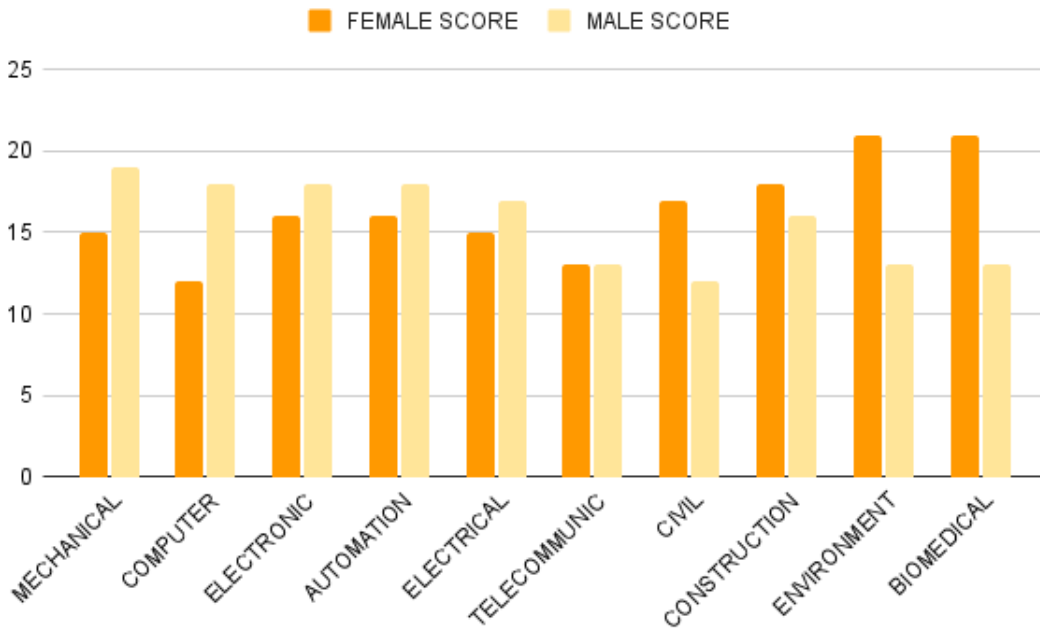


Figure 3.6: Ordered distribution of the obtained male and female scores at Politecnico di Bari.

Table 3.3: Zoom on female score results at Politecnico di Bari: highest three female scores.

female score	engineering	men percentage(%)
21	BIOMEDICAL	24,50
21	ENVIRONMENT	50,50
18	CONSTRUCTION	51,02

Table 3.4: Zoom on male score results at Politecnico di Bari: highest four male scores.

male score	engineering	men percentage(%)
19	MECHANICAL	84,74
18	COMPUTER	89,28
18	ELECTRICAL	82,64
18	AUTOMATION	81,97

Chapter 4

Conclusions and perspective

The study conducted in this thesis focused on texts from the descriptions of different engineering courses in Politecnico di Torino, Milano and Bari. The purpose of the study was to research the use of discriminatory language to explain the presence of so few female enrolments in some engineering courses among those universities.

The main Natural Language Process (NLP) techniques were used to carry out this type of investigation, which allowed the creation of a dictionary of potentially gender discriminating words. The results obtained showed that there is a relationship between the presence of "women's interest" words and a low percentage of female enrolments as well as vice versa. Basing on these results, this study offers itself as a cue to be able to continue investigating the way engineering courses are presented to prospective students and shows the importance of using language that is as inclusive as possible with the aim of going to reduce the gender gap within universities.

During the analysis performed, what made it possible to create a dictionary of male-interested and female-interested terms was to place labels on the words according to the concepts of care (actions oriented to one goal conditioned by people necessities) and provision (actions are oriented to one goal blind to people necessities). Care relative to the feminine concept and provision to the masculine. The fact that texts presenting an engineering course with a high number of male-interest words lead to a high number of male enrollments means that, a student who wants to choose an engineering pathway, if he is a male student might be inclined to choose an engineering course that has numerous male-interest

words and might induce female students instead not to undertake that type of choice. Clearly, texts describing engineering courses are very specific texts that deal with topics in a focused way. Thus, the purpose of this thesis is certainly not to modify the texts by changing their nature. However, one possible work to apply to the texts could be to expose the same content in a way that is both male-interested - as it already is - and female-interested, exposing the arguments according to the concept of care.

Using this study as a starting point, there could be many possible developments:

- to use the created dictionary from Politecnico di Torino and Milano and to apply it on texts of engineering course descriptions of different universities and not only on Politecnico di Bari, in order to confirm that the created dictionary works;
- to enlarge the dictionary, for example creating it starting from engineering descriptions of more universities (i.e Politecnico di Torino, Milano and Bari) and then testing the validity of the new dictionary on texts from other universities, even more than just one. In this way the dictionary would be larger and therefore more accurate;
- to conduct the same study in another country and then in another language to see whether or not the phenomenon is repeated;
- to conduct the same study for texts in the English language to give rise to a dictionary that could then also be used in Italian universities that teach courses in English.

Bibliography

- [1] *Gender Parity Accelerators*. en. URL: <https://www.weforum.org/projects/gender-parity-accelerators>.
- [2] *Gender gap*. it. URL: <https://www.insidemarketing.it/glossario/definizione/gender-gap/>.
- [3] «Global Wage Report 2018/19 – What lies behind gender pay gaps». en. In: 3 (2020). URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_650553.pdf.
- [4] «Tackling the gender pay gap in the European Union». en. In: 1 (2013). DOI: 10.2838/22962. URL: https://www.dag.mef.gov.it/dipartimento/comitato_commissioni/cug/documenti/CommEU_tackling-the-gender-pay-gap_dic2013.pdf.
- [5] Francesco Desiderio. *Donne e studi STEM: a che punto siamo?* it. URL: <https://www.dieffe.tech/blog/donne-e-studi-stem-a-che-punto-siamo/>.
- [6] *ustat - esplora dati*. it. 2020. URL: <http://ustat.miur.it/dati/didattica/italia/atenei>.
- [7] *Focus “Le carriere femminili in ambito accademico”*. it. Mar. 2022. URL: http://ustat.miur.it/media/1218/focus_carrierefemminili_universit%C3%A0_2022.pdf.
- [8] *Istat, le donne sono più istruite degli uomini tranne nelle materie Stem (dove le laureate sono la metà)*. it. Oct. 2021. URL: <https://www.corriere.it/economia/capitale-umano-industria-5-0/notizie/istat-donne-sono-piu-istruite-uomini-tranne-materie-stem-dove-laureate-sono-meta-9808e082-281d-11ec-8a6d-f17b9efd9487.shtml>.

- [9] *Bilancio di Genere PoliTO 2020*. it. 2020. URL: <https://www.life.polito.it/content/download/230/1397/file/Bilancio%20di%20Genere%20PoliT0%202020.pdf>.
- [10] *2020 bilancio genere*. it. 2020. URL: https://www.polimi.it/fileadmin/user_upload/il_Politecnico/Bilancio_genere/2020_bilancio_genere.pdf.
- [11] *bilancio di genere Bari*. it. 2020. URL: http://www.poliba.it/sites/default/files/ilbilancio_di_genere_def_10.pdf.
- [12] Maria Inmaculada Tazo et al. «The Gender Perspective of Professional Competencies in Industrial Engineering Studies». en. In: *Sustainability* 12.7 (Jan. 2020), p. 2945. ISSN: 2071-1050. DOI: [10.3390/su12072945](https://doi.org/10.3390/su12072945). URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/7/2945> (visited on 07/05/2022).

Appendix A

Appendix A contains Python codes written to conduct this study.

Analysis with data from Politecnico di Torino:

https://colab.research.google.com/drive/1jLFP_69ZhV5r4ukJEoXqEI21cH0RcDqr?usp=sharing.

Analysis with data from Politecnico di Milano:

<https://colab.research.google.com/drive/19XLzmkLUWlhbi4MLsDZkKZfKdc8GfKxP?usp=sharing>.

Analysis with data from Politecnico di Bari:

https://colab.research.google.com/drive/1wd0iyzmyVs3X61tXZToa0Qa3_3zG4EOL?usp=sharing.

Appendix B

In this appendix are collected all the texts used for the analysis. Texts are divided by University and by engineering.

Politecnico di Torino

Ambientale

Il corso di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio forma ingegneri e ingegnere ambientali con un profilo di marcata trasversalità e versatilità. La complessità dei temi ambientali richiede solide conoscenze di base, competenze multidisciplinari e propensione all'innovazione. Gli ingegneri e le ingegnere ambientali padroneggiano gli aspetti tecnico-scientifici relativi all'interazione dell'uomo con terra, acqua, atmosfera e biosfera e progettano processi e soluzioni per un rapporto sostenibile uomo-ambiente.

Obiettivi formativi

Il corso di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio è finalizzato alla formazione di una figura professionale di ingegnere con cultura multidisciplinare e con una specifica connotazione verso conoscenze e competenze inerenti opere, impianti e processi del settore dell'ambiente e del territorio. Partendo da una formazione di base interdisciplinare, ancorata ai contenuti concettuali e metodologici dell'ingegneria industriale e dell'ingegneria civile, il corso di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio fornisce una solida preparazione specifica che prepara gli allievi alla realizzazione e gestione di interventi:

- di scavo in superficie e nel sottosuolo in terreni e rocce,
- di ripristino a seguito di dissesti territoriali avvenuti per cause naturali o antropiche,
- di protezione dai rischi naturali (sismico, vulcanico e alluvionale),

di contenimento delle emissioni inquinanti al fine della mitigazione degli impatti ambientali,
di depurazione dei reflui liquidi e delle emissioni gassose.
di bonifica in situ dei suoli inquinati.
Sviluppa altresì gli aspetti relativi:
alle tecniche di analisi del sottosuolo mediante sondaggi e indagini geofisiche,
ai metodi di misura in laboratorio ed in situ delle caratteristiche del sottosuolo e dei fluidi,
alle analisi del rischio ambientale indotto da attività e da insediamenti antropici,
allo studio di impatto ambientale di opere e infrastrutture,
all'analisi del rischio di eventi incidentali di natura ambientale,
allo sviluppo di sistemi di gestione ambientale, di sicurezza e di monitoraggio dei principali parametri di misura degli impatti,
alla prevenzione e controllo del rischio idro-geologico,
al monitoraggio dell'evoluzione del territorio,
all'economia circolare e alla gestione ambientale dei processi.

Il percorso formativo è unico (senza indirizzi nè orientamenti) ed è progettato per creare una figura professionale capace di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche applicate all'area dell'ambiente e del territorio nel contesto sociale e fisico-ambientale, fornendo gli strumenti cognitivi necessari per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze, in modo da partecipare attivamente al processo di innovazione tecnologica. Il percorso formativo è organizzato in aree tematiche interconnesse: materie scientifiche di base (primo e secondo anno), materie ingegneristiche di base (secondo e terzo anno), materie scientifiche specifiche e ingegneristiche specifiche (secondo e terzo anno).

Le materie scientifiche di base e ingegneristiche di base permettono di fornire inizialmente le nozioni e gli strumenti per poter comprendere il mondo fisico e per simulare eventi, processi, azioni che in esso si instaurano. Le materie scientifiche specifiche e ingegneristiche specifiche coprono il vasto ambito disciplinare dell'ingegneria per l'ambiente e il territorio, in modo da poter avere una preparazione ad ampio spettro necessaria a poter entrare nel mondo del lavoro o proseguire negli studi con solide conoscenze di base e competenze ingegneristiche che consentono di affrontare temi specialistici in tutti gli ambiti delle problematiche ambientali e del territorio.

Lo studente ha inoltre la possibilità di selezionare, all'interno dell'offerta

formativa dell'area di formazione, ulteriori insegnamenti attraverso i crediti liberi, per completare ed approfondire la sua preparazione su tematiche emergenti proprie dell'ingegneria per l'ambiente e il territorio.

Sbocchi occupazionali e professionali

Gli sbocchi occupazionali e professionali dei laureati in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio sono in forte crescita e riguardano ruoli tecnici relativi alla gestione ambientale dei processi produttivi delle aziende, all'adeguamento dei processi alle normative e alle policy ambientali in continua evoluzione per le imprese e gli enti pubblici, alla governance del territorio. La figura dell'Ingegnere per l'Ambiente e il Territorio è fortemente multidisciplinare e trasversale, con una solida base formativa ingegneristica; tali caratteristiche consentono un'ampia visione e comprensione delle problematiche complesse legate ai temi ambientali e un'alta flessibilità nel mondo del lavoro, che si presenta in forte evoluzione. Gli sbocchi occupazionali sono relativi alle aziende manifatturiere e dei servizi, agli enti pubblici di governo e gestione del territorio, alle società di consulenza tecnica e di gestione.

Il laureato ha competenza professionale nel controllo delle attività produttive e della sicurezza ambientale e territoriale e nella realizzazione e gestione di interventi di recupero ambientale, nella gestione di attività di cantiere dei lavori di scavo, di sondaggio e di consolidamento di rocce e terreni, di difesa del suolo e di protezione del territorio, di realizzazione di impianti di trattamento e recupero dei rifiuti solidi o liquidi, di realizzazione di discariche di rifiuti solidi urbani o rifiuti industriali, nella progettazione di reti e sistemi di monitoraggio. Può inoltre avere ruoli tecnici nella gestione delle infrastrutture ambientali (discariche di rifiuti, impianti di trattamento e recupero dei rifiuti, sistemi per il controllo, monitoraggio e rilievo dell'ambiente e del territorio). Come libero professionista il laureato collabora alle fasi di progettazione delle opere e impianti del settore dell'ingegneria per l'ambiente e territorio, collabora alla direzione dei lavori per la realizzazione delle opere e degli impianti, realizza misure e rilievi per il controllo delle opere e degli impianti e per il monitoraggio dell'ambiente e del territorio.

Gli sbocchi occupazionali e professionali dei laureati in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio sono in forte crescita e riguardano ruoli tecnici relativi alla gestione ambientale dei processi produttivi delle aziende, all'adeguamento dei processi alle normative e alle policy ambientali in

continua evoluzione per le imprese e gli enti pubblici, alla governance del territorio. La figura dell'Ingegnere per l'Ambiente e il Territorio è fortemente multidisciplinare e trasversale, con una solida base formativa ingegneristica; tali caratteristiche consentono un'ampia visione e comprensione delle problematiche complesse legate ai temi ambientali e un'alta flessibilità nel mondo del lavoro, che si presenta in forte evoluzione. Gli sbocchi occupazionali sono relativi alle aziende manifatturiere e dei servizi, agli enti pubblici di governo e gestione del territorio, alle società di consulenza tecnica e di gestione.

Il laureato ha competenza professionale nel controllo delle attività produttive e della sicurezza ambientale e territoriale e nella realizzazione e gestione di interventi di recupero ambientale, nella gestione di attività di cantiere dei lavori di scavo, di sondaggio e di consolidamento di rocce e terreni, di difesa del suolo e di protezione del territorio, di realizzazione di impianti di trattamento e recupero dei rifiuti solidi o liquidi, di realizzazione di discariche di rifiuti solidi urbani o rifiuti industriali, nella progettazione di reti e sistemi di monitoraggio. Può inoltre avere ruoli tecnici nella gestione delle infrastrutture ambientali (discariche di rifiuti, impianti di trattamento e recupero dei rifiuti, sistemi per il controllo, monitoraggio e rilievo dell'ambiente e del territorio). Come libero professionista il laureato collabora alle fasi di progettazione delle opere e impianti del settore dell'ingegneria per l'ambiente e territorio, collabora alla direzione dei lavori per la realizzazione delle opere e degli impianti, realizza misure e rilievi per il controllo delle opere e degli impianti e per il monitoraggio dell'ambiente e del territorio.

Conoscenza e capacità di comprensione

Gli insegnamenti del corso di laurea sono stati suddivisi nelle seguenti categorie: discipline scientifiche di base, discipline ingegneristiche di base, discipline ingegneristiche specifiche del corso di laurea.

Discipline scientifiche di base:

Gli insegnamenti di questa area di apprendimento forniscono la conoscenza e la capacità di comprensione dei metodi matematici e dei fenomeni fisici e chimici essenziali per le discipline ingegneristiche. Essi costituiscono la cerniera tra l'insegnamento della scuola media superiore e l'insegnamento universitario. Discipline ingegneristiche di base:

Gli insegnamenti di questa area di apprendimento forniscono la conoscenza e la capacità di comprensione dei metodi e delle applicazioni delle scienze di base e delle tecnologie realizzative di carattere generale applicabili ai

sistemi e ai processi dell'ambiente e del territorio. Discipline ingegneristiche specifiche per l'ingegneria per l'ambiente e il territorio:

Le discipline scientifiche specifiche dell'area dell'Ingegneria per l'ambiente e il territorio permettono di comprendere il comportamento dei materiali e dei sistemi naturali, coprendo tutto l'ampio spettro delle conoscenze nel settore dell'ambiente e del territorio. Tali discipline analizzano nel dettaglio i processi e le tecniche impiegate per conseguire gli obiettivi ingegneristici del corso di laurea (realizzazione in sicurezza di scavi e opere sul territorio, di impianti di trattamento e recupero dei rifiuti, di bonifica dei suoli, dell'aria e delle acque dagli inquinanti; gestione di impianti e infrastrutture in modo eco-compatibile; sfruttamento sostenibile delle risorse naturali).

Modalità didattiche.

Le conoscenze e le capacità vengono acquisite dagli studenti attraverso lezioni frontali, esercitazioni in aula e in laboratori. In alcuni insegnamenti sono previste attività condotte in modo autonomo da ciascuno studente o da gruppi di studenti, secondo le modalità indicate dai docenti. Le attività autonome hanno specifici obiettivi e l'assistenza dei docenti. Modalità di accertamento.

L'accertamento delle conoscenze e della capacità di comprensione avviene tramite esami scritti e orali, che possono comprendere test a risposte chiuse, esercizi di tipo algebrico o numerico, quesiti relativi agli aspetti teorici, l'eventuale discussione dei risultati delle attività autonome singole o di gruppo. Si richiede, inoltre, la capacità di integrare le conoscenze acquisite in insegnamenti e contesti diversi, e la capacità di valutazione critica e di scelta di modelli e metodi di soluzione.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Discipline scientifiche di base:

Tali insegnamenti permettono di applicare la conoscenza e la comprensione all'analisi e alla modellazione di problemi ingegneristici, utilizzando consapevolmente metodi matematici e leggi che governano i fenomeni fisici e chimici. Discipline ingegneristiche di base:

Gli ingegneri per l'ambiente e il territorio saranno in grado di valutare la consistenza e il funzionamento di sistemi, macchine, strutture, materiali sia naturali che costruiti dall'uomo, in modo da poter operare scelte, definire i necessari interventi, gestire correttamente i processi, le macchine e gli impianti inerenti il settore ingegneristico dell'ambiente e del territorio. Discipline ingegneristiche specifiche per l'ingegneria per l'ambiente e il territorio:

Gli insegnamenti ingegneristici specifici preparano l'ingegnere per l'ambiente e il territorio ad utilizzare gli strumenti scientifici di base a diversi tipi di aspetti tecnici. I collegamenti tra i vari corsi e i diversi ambiti disciplinari aiutano l'ingegnere nella ricerca di soluzioni per i problemi che si possono incontrare durante l'attività lavorativa.

Modalità didattiche.

La capacità di applicare conoscenze e comprensione sono acquisite dallo studente tramite lo sviluppo di esercizi guidati e di semplici progetti, che richiedono l'uso dei modelli e delle metodologie descritte nelle lezioni. Le esercitazioni di laboratorio mirano anche a individuare criticità e limiti dei modelli matematici rispetto alle situazioni reali. Viene curata l'applicazione integrata di conoscenze acquisite in differenti insegnamenti o in modo autonomo.

Modalità di accertamento.

Le verifiche avvengono con esami scritti e orali, che prevedono quesiti relativi agli aspetti teorici, ad esercizi di calcolo, la stesura e il commento di brevi relazioni su specifici argomenti.

Biomedica

L'Ingegneria Biomedica è la disciplina che utilizza le metodologie e le tecnologie proprie dell'ingegneria al fine di comprendere, formalizzare e risolvere problematiche di interesse medico - biologico, mediante una stretta collaborazione fra specialisti dei vari settori, fisici, ingegneri, medici e biologi.

Il corso di studi in Ingegneria biomedica nasce nell'a.a. 2000/2001 con l'obiettivo di formare un ingegnere con competenze sui dispositivi medici, in grado di collaborare alla loro progettazione e produzione, di sovrintendere ai collaudi ed alla manutenzione di quelli impiegati all'interno delle strutture sanitarie pubbliche e/o private e di fornire assistenza post vendita agli utilizzatori (personale medico e infermieristico). Il corso di Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica erogato dal Politecnico di Torino fornisce al laureato le competenze per continuare gli studi e al tempo stesso le basi e l'interdisciplinarietà necessarie a inserirsi in un ambiente di lavoro molto innovativo e in costante crescita. L'ingegneria biomedica infatti è, negli Stati Uniti, la carriera con sviluppo più rapido e si suppone che questa tendenza continui per i prossimi dieci anni.

IL MONDO DEL LAVORO

L'Ingegnere Biomedico opera nel sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione industriale.

I laureati potranno trovare occupazione nelle aziende che commercializzano dispositivi medici fornendo assistenza post vendita ai clienti, nelle aziende sanitarie all'interno dei servizi di ingegneria clinica, nelle aziende di servizi che operano nel settore della gestione delle tecnologie sanitarie e nelle aziende che sviluppano e/o producono dispositivi medici come Ingegnere biomedico junior inserito in una azienda di progetto e/o produzione di dispositivi medici, Tecnico delle apparecchiature biomediche, Specialista di prodotto

PERCORSO FORMATIVO

Il corso di studi in Ingegneria Biomedica ha come obiettivo quello di formare un ingegnere con conoscenze fortemente interdisciplinari che applica le discipline ed i metodi propri dell'ingegneria alla soluzione di problemi di interesse medico e biologico.

Al fine di consentire lo svolgimento di tali attività il corso di laurea fornirà conoscenze relative ai sistemi fisiologici che compongono il corpo umano ed ai principali meccanismi cellulari, così da consentire al laureato di acquisire la capacità di interagire con il personale sanitario, e le competenze di base sia di ingegneria industriale (meccanica, scienza dei materiali, termodinamica) sia di ingegneria dell'informazione (elettronica ed analisi dei segnali).

La formazione viene completata attraverso gli insegnamenti relativi al settore dell'ingegneria biomedica: principi di funzionamento e normativa dei dispositivi medici maggiormente diffusi; caratteristiche dei biomateriali; le basi dell'ingegneria tissutale, ergonomia e biomeccanica; le principali attività svolte da un servizio di ingegneria clinica. Il percorso formativo è composto da un insieme di corsi di base (matematica, fisica, chimica e informatica) svolti nei primi tre semestri.

Durante il secondo anno sono previsti un corso di fondamenti di biologia, anatomia e fisiologia e corsi relativi alle materie ingegneristiche di base dei settori industriale e dell'informazione. Questi corsi forniranno:

- le basi di elettronica (teoriche e pratiche) necessarie per analizzare e progettare semplici circuiti elettronici;
- gli strumenti metodologici fondamentali per la descrizione, l'analisi e la modellizzazione dei segnali;
- le conoscenze di meccanica (teoriche e pratiche) necessarie per

caratterizzare sistemi ingegneristici semplici, costituiti da travi, sottoposti a carichi statici ed affaticanti, per risolvere problemi ingegneristici relativi alla meccanica dei sistemi di corpi rigidi, per descrivere le caratteristiche principali dei sistemi di trasmissione della potenza meccanica.

Il terzo anno completa la formazione nelle materie ingegneristiche di base attraverso corsi che trattano le scienze dei materiali e i principi della termodinamica. Sempre durante il terzo anno si svolgono i corsi caratterizzanti l'ingegneria biomedica che trattano:

- la normativa (comprensiva degli aspetti legati alla sicurezza) e i principi di funzionamento dei principali dispositivi medici (dispositivi per il prelievo di biopotenziali, strumentazione per l'acquisizione ed il trattamento delle immagini mediche, protesi ed ausili, strumentari chirurgici, strumentazione per sala operatoria);
- i principi base dell'ergonomia, le conoscenze dei principi chimico-fisici alla base dei sistemi biologici con particolare riferimento al disegno molecolare della vita, la traduzione e conservazione dell'energia, la sintesi delle molecole della vita e alle recenti applicazioni in analisi clinica e diagnostica;
- i metodi per la gestione e lo sviluppo di sistemi informativi sanitari, normativa e standard ad essi riferiti, le caratteristiche delle principali attività svolte da un servizio di ingegneria clinica.

I temi sono trattati attraverso varie modalità di apprendimento, corredati da laboratori o lavori di gruppo. Alla fine della carriera universitaria lo studente dovrà svolgere un tirocinio curricolare, quest'esperienza formativa consentirà allo studente di applicare le conoscenze acquisite nei corsi, in un ambiente che ricalca quello lavorativo. A seconda della disponibilità e delle capacità dello studente sono disponibili tirocini applicativi focalizzati sui macroargomenti studiati, sia in ambiente universitario sia presso strutture pubbliche o private che operano nel ramo bioingegneristico e biomedicale.

L'Ingegnere Biomedico opera nel sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione industriale. I laureati potranno trovare occupazione nelle aziende che commercializzano dispositivi medici fornendo assistenza post vendita ai clienti, nelle aziende sanitarie all'interno dei servizi di ingegneria clinica, nelle aziende di servizi che operano nel settore della gestione delle tecnologie sanitarie e nelle aziende che sviluppano e/o producono dispositivi medici come Ingegnere biomedico junior inserito in una azienda di progetto e/o produzione di dispositivi medici, Tecnico delle apparecchiature biomediche, Specialista di prodotto

Sbocchi professionali

Gestore in sede ospedaliera di dispositivi, sistemi e apparecchiature

Progettista o responsabile di produzione di dispositivi e sistemi medicali nell'industria

Specialista tecnico e/o commerciale di prodotti di aziende operanti in campo biomedico

Consulente in campo biomedico

Collaboratore alla ricerca in strutture ospedaliere, industrie, Università e Centri di Ricerca

Libero professionista

Chimica e materiali

Il corso di studi in Ingegneria Chimica e Alimentare ha la finalità di formare una figura professionale capace di inserirsi in molti ambiti del mondo produttivo ed è caratterizzato da una formazione di base interdisciplinare, ancorata ai contenuti concettuali e metodologici dell'ingegneria industriale. L'ingegneria chimica è soprattutto ingegneria di processo, e considera con particolare attenzione le tecnologie di trasformazione dell'industria manifatturiera; il corso di laurea approfondisce in particolare sia i processi chimici tradizionali, sia quelli dell'industria alimentare, che si caratterizzano e si distinguono per la tipicità di alcune operazioni e apparecchiature. Il percorso formativo si propone di permettere al laureato di inserirsi con competenza nel settore dell'ingegneria chimica e di dialogare con proprietà di linguaggio tecnico e conoscenza dei concetti di base con altri settori dell'ingegneria industriale e dell'informazione. Complessivamente l'articolazione delle diverse tipologie di crediti risulta adeguata a garantire sia la formazione di base necessaria alla prosecuzione degli studi, senza debiti formativi, verso la laurea magistrale, sia una preparazione professionalizzante idonea all'immediato inserimento nel mondo del lavoro. Le competenze acquisite dall'ingegnere chimico gli consentono di trovare agevolmente una collocazione nell'industria chimica in senso lato, in quella farmaceutica, nonché in quella petrolchimica e petrolifera, e, più in generale, anche in quella di processo e di trasformazione, e specialmente in quella alimentare. Il laureato in ingegneria chimica è inoltre tradizionalmente in grado di operare in modo competente e versatile in svariati settori di attività dell'ingegneria industriale all'interno di società, aziende, entità private e amministrazioni pubbliche, occupandosi spesso anche di problematiche energetiche e ambientali, ma mantenendo nel

contempo la sua individualità ed esclusiva competenza in merito ai temi caratteristici del settore chimico. Altre possibilità di lavoro sono offerte da laboratori industriali, strutture tecniche della pubblica amministrazione preposte alla sicurezza industriale ed alla tutela ambientale, società di consulenza e progettazione. Gli studenti hanno la possibilità di scegliere, fra gli insegnamenti a scelta libera, alcuni che gli permetteranno di approfondire le conoscenze relative ai processi dell'industria alimentare, o alle problematiche ambientali e a quelle del riciclo e riuso delle materie prime, o alla gestione della qualità nei processi industriali. Rispetto al laureato in chimica, nell'ingegnere chimico si coniugano una cultura chimica di base, necessaria per comprendere la natura dei processi e delle sostanze trattate, e un approccio ingegneristico alla soluzione dei problemi, che ha come obiettivo primario la realizzazione in scala industriale. L'ingegnere chimico deve considerare, oltre ai fenomeni chimici, i molteplici aspetti di un processo: dal trasferimento di materia ed energia ai fattori gestionali ed economici, dalle problematiche di sicurezza a quelle di carattere ambientale.

Ingegneria dei Materiali: una disciplina che non conosce confini applicativi e che é in grado di offrire soluzioni concrete per ogni settore: trasporti, produzione di energia, design, tessile, biomedicale, alimentare, lusso e sport. I materiali sono il cuore di molteplici attività industriali e costituiscono la piattaforma indispensabile su cui basare lo sviluppo di nuove tecnologie.

Grazie a un'impostazione scientifica marcatamente interdisciplinare, il corso di Laurea fornisce gli strumenti per comprendere la relazione fra le proprietà dei materiali e le prestazioni in esercizio. Le competenze sviluppate trovano applicazione nel campo dei materiali e delle tecnologie di produzione e trasformazione sia dei materiali strutturali (metallici, ceramici, polimerici e compositi), sia di quelli funzionali (materiali avanzati per l'industria micromeccanica, elettronica e biomedica). Le opportunità di impiego sono numerose: dalle industrie meccaniche a quelle dei trasporti terrestri e aerei, dalle aziende che sviluppano materie plastiche a quelle che si occupano di produzione di energia.

Il corso di Laurea forma un ingegnere dei materiali con i seguenti profili professionali:

Ingegnere dei materiali operante nell'ambito industriale: un esperto che collabora alla gestione degli impianti industriali per la produzione dei materiali, alla selezione dei materiali e alla definizione del ciclo produttivo ottimale per la loro trasformazione in prodotti finiti.

Gli obiettivi formativi del Corso di Studi sono:

- la costruzione di una solida conoscenza sulle discipline di base, quali a titolo di esempio la matematica, la fisica e la chimica;
- la costruzione di una solida conoscenza sulle discipline dell'ingegneria industriale, quali ad esempio l'ingegneria meccanica, il disegno meccanico e l'elettrotecnica;
- lo sviluppo di conoscenze specifiche sui materiali (metallici, ceramici e polimerici) e sui loro processi produttivi e di trasformazione;
- la costruzione delle competenze necessarie a comprendere le relazioni che intercorrono tra la struttura atomica e la microstruttura dei materiali e loro proprietà (meccaniche, termiche, elettriche, ecc.);
- la comprensione del funzionamento degli strumenti scientifici per la caratterizzazione di base dei materiali (microscopia ottica ed elettronica, test meccanici, ecc.) delle varie classi e delle relative metodologie di svolgimento delle prove.

Il Corso di Studi per il conseguimento della Laurea in Ingegneria dei Materiali richiede l'acquisizione di 180 crediti formativi universitari e prevede una durata di tre anni. Il 1° anno comprende insegnamenti scientifici di base (scienze chimiche, fisiche e matematiche), l'acquisizione di competenze informatiche e linguistiche e un primo insegnamento relativo allo studio dei materiali (Scienza e Tecnologia dei Materiali I).

Il 2° anno prevede il perfezionamento delle conoscenze scientifiche (tramite insegnamenti di Chimica Organica, Fisica e Matematica) e insegnamenti ingegneristici che costituiscono il bagaglio culturale comune a tutti gli Ingegneri Industriali (Termodinamica per l'ingegneria e Scienza e tecnologia dei materiali, Meccanica delle Macchine, Elettrotecnica/Motori Elettrici).

Il 3° anno prevede il completamento delle competenze ingegneristiche di base (Scienza delle Costruzioni e Fondamenti di Macchine), nonché lo studio delle caratteristiche fisiche dei materiali (Struttura della Materia) e delle principali famiglie di materiali (Materiali Metallici, Polimerici e Ceramici) e delle loro tecnologie di produzione e trasformazione.

In questo modo gli studenti, pur mantenendo conoscenze trasversali su diversi settori dell'ingegneria industriale, si specializzano progressivamente sulle diverse classi di materiali. Nel programma degli insegnamenti del terzo anno sono anche inseriti laboratori didattici grazie ai quali gli studenti possono imparare a utilizzare, mediante un approccio 'learning by doing', le principali tecniche di caratterizzazione dei materiali, nonché sviluppare la capacità di lavorare in team e le abilità comunicative (soft skills).

All'interno del percorso formativo esiste poi la possibilità di acquisire crediti

sostenendo un'attività di tirocinio presso le numerose imprese che si sono proposte per accogliere gli studenti del Corso di Studi. Le tematiche in questi casi riguardano problematiche aziendali e mettono gli studenti, ancor prima della laurea, a contatto con il mondo del lavoro e con le dinamiche pratiche di lavoro di gruppo, risoluzione di problemi concreti, analisi progettuale e considerazioni economiche. Ingegnere dei materiali operante come libero professionista: grazie alla trasversalità delle sue competenze, può ricoprire molteplici incarichi nell'ambito del controllo/certificazione di qualità, della protezione ambientale in sinergia con altre figure professionali. I laureati in Ingegneria dei Materiali possono iscriversi all'Albo degli Ingegneri, nella sezione junior, per intraprendere la libera professione; l'abilitazione all'esercizio della professione è conseguita superando un esame di Stato di fronte ad una commissione di cui fanno parte sia Ingegneri iscritti all'Ordine sia Docenti del Politecnico. L'esame di Stato costituisce quindi un ulteriore momento di confronto tra il mondo accademico e quello delle professioni.

Il Corso di Laurea in Ingegneria dei Materiali, attraverso una impostazione scientifica marcatamente interdisciplinare, forma un professionista che si avvale di conoscenze approfondite nel campo dei materiali e delle loro tecnologie di produzione e trasformazione.

Nello svolgere tali attività l'ingegnere dei materiali si avvale delle conoscenze acquisite sulle tre principali classi di materiali (metallici, ceramici e polimerici). Le competenze specifiche, nell'ambito di ogni classe di materiali, sono basate sulla comprensione delle relazioni che intercorrono tra microstruttura dei materiali e loro proprietà (meccaniche, termiche, elettriche, magnetiche e ottiche), competenze che si innestano sulla formazione di base comune agli ingegneri industriali. L'ingegnere dei materiali dispone, inoltre, degli strumenti necessari per la caratterizzazione dei materiali. L'Ingegnere dei Materiali è un tecnico capace di collaborare alla gestione degli impianti industriali di produzione di materiali per la trasformazione in prodotti finiti nonché alla progettazione di prodotti industriali e dei relativi cicli produttivi, fornendo un contributo specifico in termini di selezione dei materiali, delle tecnologie e dei parametri di processo più idonei all'applicazione finale.

Le funzioni prevalenti saranno rivolte a:

- collaborare alla gestione del processo produttivo in impianti di produzione di materiali, impianti di trattamento termico, semilavorati e manufatti;
- collaborare alla gestione di laboratori che effettuano caratterizzazioni delle proprietà fisiche, meccaniche e strutturali dei materiali;

- collaborare alla selezione di materiali nel contesto di attività di progettazione ed innovazione di prodotto;
- collaborare allo sviluppo di tecnologie industriali innovative di trasformazione dei materiali.
- collaborare all'assistenza tecnico commerciale nel contesto della fornitura di strumentazioni scientifiche di caratterizzazione dei materiali.

COMPETENZE ASSOCIATE ALLA FUNZIONE:

Il laureato in Ingegneria dei Materiali:

- possiede competenze di base di ingegneria industriale
- possiede competenze nell'ambito della Scienza e Tecnologia dei Materiali ed in particolare relativamente alle principali classi di materiali tradizionali (metallici, polimerici e ceramici) e dei loro processi produttivi;
- possiede competenze nell'ambito della caratterizzazione delle proprietà fisiche, meccaniche e strutturali dei materiali;
- possiede competenze che permettano di effettuare una consapevole selezione di materiali e tecnologie per ogni specifico progetto ed applicazione.

SBOCCHI PROFESSIONALI:

Questa figura professionale trova occupazione prevalentemente nel settore industriale pubblico e privato (manifatturiero, dell'energia ecc.) per la produzione e la trasformazione di materiali metallici, polimerici, ceramici, vetrosi e compositi, in laboratori industriali e in centri di ricerca e sviluppo di aziende ed enti pubblici e privati.

I laureati in Ingegneria dei Materiali, previo superamento dell'Esame di Stato, potranno conseguire l'abilitazione a Ingegnere-Sezione B e iscriversi all'albo professionale quali Ingegneri Industriali Junior. La preparazione acquisita con la laurea in Ingegneria dei Materiali consente ai laureati di proseguire la formazione nei corsi di laurea magistrale di secondo livello.

Civile

Il corso di laurea in Ingegneria Civile mira a formare Ingegneri e Ingegnere che sappiano progettare, realizzare, rilevare controllare e mantenere le costruzioni in senso ampio: dagli edifici civili e industriali alle grandi infrastrutture come dighe, ponti, acquedotti e autostrade. In altre parole, tutte le costruzioni che rendono la nostra una società...civile!

I laureati e le laureate in Ingegneria Civile diventano esperti/e di discipline affascinanti come la scienza delle costruzioni, la scienza dei materiali, l'idrodinamica, la meccanica del suolo, la geologia e la geomatica. Il percorso di studi fornisce altresì un'ottima preparazione in scienze di base (fisica, chimica e matematica) ed informatica. Alla fine del loro percorso di studi, gli ingegneri e le ingegnere civili acquisiscono grandi abilità trasversali e di problem solving. Queste importanti competenze permettono loro di collocarsi agevolmente in un mercato del lavoro dinamico ed in continua evoluzione come quello attuale.

TRASPORTI COSTRUZIONI MANUTENZIONE LOGISTICA
INFRASTRUTTURE SICUREZZA CANTIERI GEOTECNICA
MECCANICA APPLICATA GRANDI OPERE MATERIALI STIME
MECCANICA SUOLO IDRAULICA IMPIANTI RILEVAMENTO.

Obiettivi formativi

Il Corso di Laurea in Ingegneria Civile è finalizzato alla formazione di una figura professionale avente specifiche conoscenze e competenze riferibili alla progettazione, realizzazione, gestione, rilevamento, controllo e manutenzione delle costruzioni (edifici civili ed industriali), delle grandi opere (ponti, dighe, gallerie) e delle infrastrutture (vie e trasporti, sistemi di raccolta, distribuzione e smaltimento delle acque).

Il percorso formativo è unico ed è strutturato in tre anni. Il primo anno prepara gli allievi sul linguaggio di base dell'ingegneria mediante insegnamenti appartenenti all'area delle scienze di base (matematica, chimica, fisica e informatica); il secondo anno integra la preparazione degli allievi sulle scienze di base e fornisce loro gli elementi più significativi e tipici dell'ingegneria di base (settore delle costruzioni); il terzo anno completa la formazione sull'ingegneria di base e prepara gli allievi sulle applicazioni all'ingegneria civile, in particolare negli ambiti della progettazione, della realizzazione e dei controlli.

Gli insegnamenti relativi al linguaggio di base dell'ingegneria sono organizzati in quattro gruppi: quello della matematica e della statistica; quello della fisica; quello della chimica; quello dell'informatica. Tali insegnamenti sono distribuiti nel primo e nel secondo anno. Gli insegnamenti relativi all'ingegneria di base e delle costruzioni sono organizzati in tre gruppi: quello della rappresentazione e del rilievo; quello della fisica tecnica e dell'elettrotecnica, quello della scienza e tecnologia dei materiali; quello dell'ingegneria strutturale e dell'idraulica. Gli insegnamenti relativi alle applicazioni all'ingegneria civile sono organizzati in tre gruppi: quello della geologia e della geotecnica; quello delle strutture,

quello delle infrastrutture viarie e idrauliche.

Malgrado l'Ingegnere Civile abbia competenze trasversali ad un gran numero di tematiche inerenti le costruzioni, grandi opere ed infrastrutture, le sue funzioni e competenze possono essere ricondotte, in ragione dell'unicità del percorso formativo proposto, ad un'unica figura professionale le cui competenze sono spendibili in molteplici ambiti lavorativi. Si desidera formare un tecnico capace di collaborare alla progettazione, realizzazione, gestione, rilevamento, controllo e manutenzione delle opere civili.

Sbocchi occupazionali e professionali

Il Corso di Laurea in Ingegneria Civile prepara un professionista avente specifiche conoscenze e competenze riferibili alla progettazione, realizzazione, gestione, rilevamento, controllo e manutenzione delle costruzioni (edifici civili ed industriali), delle grandi opere (ponti, dighe, gallerie) e delle infrastrutture (vie e trasporti, sistemi di raccolta, distribuzione e smaltimento delle acque).

Il percorso formativo triennale è strutturato in modo da fornire agli allievi gli strumenti metodologici ed operativi necessari sia per un diretto inserimento nel mondo del lavoro, con funzioni di supporto alle attività su indicate, sia per una efficace prosecuzione nel Corso di Laurea Magistrale, ove vengono acquisite le competenze necessarie per svolgere una attività professionale autonoma.

Partendo da una formazione nel settore delle scienze di base, agli allievi vengono proposti insegnamenti che progressivamente definiscono una preparazione ingegneristica di base, fondata sui capisaldi culturali del settore delle costruzioni, e quindi una specifica preparazione nell'area dell'Ingegneria Civile. Per quest'ultima sono previsti insegnamenti di carattere teorico ed applicativo che costituiscono un punto di riferimento sia per l'attività professionale, sia per i successivi approfondimenti sviluppati nell'ambito del Corso di Laurea Magistrale.

L'impostazione complessiva del Corso di Laurea in Ingegneria Civile è fortemente legata alla tradizione al fine di mantenere quell'identità della figura dell'ingegnere civile che costituisce un punto di forza per l'inserimento nel mondo del lavoro. Al contempo, l'articolazione di dettaglio del percorso formativo, i contenuti specifici degli insegnamenti e le innovazioni introdotte rendono il Corso di Laurea assolutamente attuale, proiettato nel futuro e predisposto a futuri aggiornamenti ed evoluzioni. I laureati in Ingegneria Civile possono svolgere attività di tipo professionale,

comportanti responsabilità nei confronti di terzi, a seguito del superamento dell'esame di Stato ed alla conseguente iscrizione all'Ordine degli Ingegneri (sezione B, ingegnere junior). Tali attività sono di supporto alla progettazione, realizzazione, gestione, rilevamento, controllo e manutenzione delle costruzioni, delle grandi opere e delle infrastrutture. Il laureato in Ingegneria Civile può trovare adeguata collocazione presso uffici tecnici pubblici e privati, imprese di costruzione e società di ingegneria.

Il Corso di Laurea in Ingegneria Civile prepara un professionista avente specifiche conoscenze e competenze riferibili alla progettazione, realizzazione, gestione, rilevamento, controllo e manutenzione delle costruzioni (edifici civili ed industriali), delle grandi opere (ponti, dighe, gallerie) e delle infrastrutture (vie e trasporti, sistemi di raccolta, distribuzione e smaltimento delle acque).

Il percorso formativo triennale è strutturato in modo da fornire agli allievi gli strumenti metodologici ed operativi necessari sia per un diretto inserimento nel mondo del lavoro, con funzioni di supporto alle attività su indicate, sia per una efficace prosecuzione nel Corso di Laurea Magistrale, ove vengono acquisite le competenze necessarie per svolgere una attività professionale autonoma.

Partendo da una formazione nel settore delle scienze di base, agli allievi vengono proposti insegnamenti che progressivamente definiscono una preparazione ingegneristica di base, fondata sui capisaldi culturali del settore delle costruzioni, e quindi una specifica preparazione nell'area dell'Ingegneria Civile. Per quest'ultima sono previsti insegnamenti di carattere teorico ed applicativo che costituiscono un punto di riferimento sia per l'attività professionale, sia per i successivi approfondimenti sviluppati nell'ambito del Corso di Laurea Magistrale.

L'impostazione complessiva del Corso di Laurea in Ingegneria Civile è fortemente legata alla tradizione al fine di mantenere quell'identità della figura dell'ingegnere civile che costituisce un punto di forza per l'inserimento nel mondo del lavoro. Al contempo, l'articolazione di dettaglio del percorso formativo, i contenuti specifici degli insegnamenti e le innovazioni introdotte rendono il Corso di Laurea assolutamente attuale, proiettato nel futuro e predisposto a futuri aggiornamenti ed evoluzioni. L'Ingegnere Civile ha competenze trasversali ad un gran numero di tematiche inerenti le costruzioni e le infrastrutture. Le sue funzioni e competenze possono essere ricondotte a due figure professionali che possono trovare impiego in molteplici ambiti lavorativi: l'ingegnere civile qualificato in progettazione e l'ingegnere civile qualificato in esecuzione e gestione delle opere.

L'Ingegnere Civile, qualificato in progettazione è un tecnico capace di collaborare alla progettazione di un organismo edilizio o di una infrastruttura dalla prima ipotesi progettuale alla redazione dei progetti esecutivi e/o costruttivi. Tale figura professionale trova ambito occupazionale prioritariamente in attività di ausilio alla progettazione presso gli uffici tecnici di enti pubblici, studi professionali privati e società di ingegneria.

COMPETENZE ASSOCIATE ALLA FUNZIONE:

- progettare e dirigere lavori di ingegneria civile, nei limiti previsti dalla legge;
- effettuare calcoli statici di per opere in cemento armato, con l'uso di metodologie standardizzate;
- per infrastrutture ed opere idrauliche;
- per opere geotecniche ordinarie;
- per infrastrutture viarie;

L'Ingegnere Civile ha competenze trasversali ad un gran numero di tematiche inerenti le costruzioni e le infrastrutture. Le sue funzioni e competenze possono essere ricondotte a due figure professionali che possono trovare impiego in molteplici ambiti lavorativi: l'ingegnere civile qualificato in progettazione e l'ingegnere civile qualificato in esecuzione e gestione delle opere.

L'Ingegnere Civile, qualificato in esecuzione e gestione delle opere è un tecnico capace di collaborare alla costruzione e al mantenimento di un organismo edilizio o di una infrastruttura durante il completo ciclo di vita dell'opera fino allo smantellamento e al riutilizzo. Tale figura professionale trova ambito occupazionale prioritariamente in attività di controllo dell'esecuzione presso gli uffici tecnici di enti pubblici e nelle società di ingegneria operanti nel campo del processo edilizio.

- progettare e coordinare la sicurezza in cantiere;
- redigere e presentare documenti tecnici
- eseguire collaudi e verificare gli standard, le funzionalità e la sicurezza di strutture ed infrastrutture
- predisporre perizie
- gestire attività di manutenzione ordinaria o straordinaria
- predisporre i capitolati delle gare;
- coordinare e gestire laboratori per prove su materiali e strutture
- coordinare il rilevamento di strutture ed infrastrutture
- curare i rapporti con il committente, le maestranze, i colleghi, le istituzioni

Conoscenza e capacità di comprensione

I contenuti scientifico disciplinari sono suddivisi nelle tre aree di apprendimento descritte nel seguito in termini di conoscenza e comprensione:

- Scienze di base. Gli insegnamenti forniscono la conoscenza e la capacità di comprensione dei metodi matematici e dei fenomeni fisici e chimici essenziali per le discipline ingegneristiche. Consentono altresì di conoscere e comprendere i sistemi di elaborazione e di programmazione, funzionali per le applicazioni in ambito prettamente ingegneristico.
- Ingegneria di base e delle costruzioni. Gli insegnamenti forniscono la conoscenza e la capacità di comprensione dei metodi e delle applicazioni delle scienze di base e delle tecnologie costruttive di carattere generale applicabili alle costruzioni.
- Ingegneria Civile. Gli insegnamenti forniscono la conoscenza e la capacità di comprensione di metodi e applicazioni delle scienze per le analisi e la progettazione di opere di ingegneria civile, anche con riferimento alle problematiche riguardanti il loro inserimento nel territorio.

L'acquisizione di conoscenza e capacità di comprensione della lingua inglese avviene nelle quattro abilità comunicative principali (produzione verbale e scritta, ascolto, lettura).

Modalità didattiche

Le conoscenze e le capacità vengono acquisite dagli studenti attraverso lezioni frontali, esercitazioni in aula e in laboratori informatici. Ogni insegnamento indica quanti crediti sono riservati a ciascuna modalità didattica.

Modalità di accertamento.

L'accertamento delle conoscenze e della capacità di comprensione avviene tramite esami scritti e orali, che possono comprendere test a risposte chiuse, esercizi di tipo algebrico o numerico, quesiti relativi agli aspetti teorici. Le tipologie di esame dei vari insegnamenti sono definite in modo da esporre ogni studente a diverse modalità di accertamento

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Per le tre aree di apprendimento, la capacità di applicare conoscenza e comprensione è descritta nel seguito: - Scienze di base. Gli insegnamenti permettono di applicare la conoscenza e la capacità di comprensione all'analisi e alla modellazione di problemi ingegneristici, utilizzando

consapevolmente metodi matematici e leggi che governano i fenomeni fisici e chimici.

- Ingegneria di base e delle costruzioni. Nell'area della rappresentazione e del rilievo si ottiene la capacità critica di selezionare le più opportune tecniche e di utilizzarle nelle prassi professionali dell'ingegneria delle costruzioni civili. Nell'area della fisica tecnica, dell'elettrotecnica e della scienza e tecnologia dei materiali si raggiungono le capacità, sia critiche che selettive e sintetiche, per la risoluzione di semplici temi progettuali, con particolare riferimento al progetto tecnologico e con la consapevolezza della sostenibilità ambientale. Nell'area della conoscenza dell'ingegneria strutturale e dell'idraulica si ottengono le capacità legate alla determinazione quantitativa delle condizioni di sollecitazione, deformazione e flusso.

- Ingegneria Civile. Nell'area della geologia e della geotecnica si ottengono capacità che possono essere utilizzate tanto per l'inquadramento delle opere civili nel territorio, quanto per la progettazione di dettaglio di strutture e infrastrutture che determinano una significativa interazione con terreni e rocce. Nell'area dell'ingegneria delle strutture e delle infrastrutture (viarie e idrauliche) vengono acquisite le capacità per potere effettuare, nel rispetto delle più aggiornate norme tecniche, le verifiche progettuali delle opere anche tenendo conto di aspetti legati alla loro durabilità e funzionalità.

Modalità didattiche

La capacità di applicare conoscenze e comprensione è acquisita dallo studente tramite lo sviluppo di esercizi guidati e di semplici progetti, che richiedono l'uso dei modelli e delle metodologie descritte nelle lezioni. Le esercitazioni di laboratorio mirano anche a individuare criticità e limiti dei modelli matematici rispetto alle situazioni reali. In alcuni insegnamenti sono previste attività progettuali condotte in modo autonomo da ciascuno studente o da gruppi di lavoro, secondo modalità indicate dai docenti.

Modalità di accertamento.

Le verifiche avvengono con esami scritti e orali, comprensivi di esercizi di progetto e/o della stesura di elaborati riguardanti argomenti monografici e/o applicazioni progettuali. Un accertamento complessivo avviene con la prova finale, che richiede l'integrazione di conoscenze acquisite in diversi insegnamenti e può essere correlata all'attività facoltativa di tirocinio svolta presso aziende e/o enti esterni.

Edile

Il corso di laurea in Ingegneria Edile prepara un professionista che opera prevalentemente nel campo della progettazione edilizia ed in quello della sua realizzazione in cantieri tradizionali e industrializzati, per interventi di nuova edificazione o di recupero dell'esistente; nell'ambito della gestione ed organizzazione delle operazioni immobiliari; nel settore della gestione ed organizzazione del processo edilizio, relativamente ai materiali, ai prodotti ed ai componenti ed infine nel settore del rilievo e della valutazione del patrimonio edilizio.

L'ingegnere edile ha la consapevolezza della complessità del sistema edilizio, in rapporto sia con i suoi sottosistemi sia con il sovrasisistema ambientale, e possiede la competenza per la sua gestione.

Le figure professionali trovano occupazione prioritariamente in attività di ausilio alla progettazione edilizia ed in attività gestionali, organizzative e costruttive presso uffici tecnici pubblici e privati, imprese edili e società di ingegneria.

Obiettivi formativi

Il Corso di Laurea in Ingegneria Edile prepara un professionista che opera prevalentemente nel campo della progettazione edilizia ed in quello della sua realizzazione in cantieri tradizionali e industrializzati, per interventi di nuova edificazione o di recupero dell'esistente; nell'ambito della gestione ed organizzazione delle operazioni immobiliari; nel settore della gestione ed organizzazione del processo edilizio, relativamente ai materiali, ai prodotti ed ai componenti ed infine nel settore del rilievo e della valutazione del patrimonio edilizio. L'ingegnere edile ha la consapevolezza della complessità del sistema edilizio, in rapporto sia con i suoi sottosistemi sia con il sovrasisistema ambientale, e possiede la competenza per la sua gestione.

Il percorso formativo è strutturato in tre anni. Il primo anno prepara l'allievo sul linguaggio di base dell'ingegneria, comprendente soprattutto insegnamenti nelle aree della matematica, della chimica e della fisica, ai quali si aggiunge un insegnamento caratterizzante il percorso degli studi. Il secondo anno prepara l'allievo sui linguaggi e sulle tecniche costruttive (storiche e innovative) tipici dell'ingegneria delle costruzioni.

Il terzo anno prepara l'allievo sulle applicazioni all'ingegneria edile, in particolare negli ambiti della progettazione, della realizzazione e dei controlli, anche con una applicazione progettuale trasversale ai diversi insegnamenti.

La formazione può essere perfezionata anche con attività organizzata di team studenteschi, con obiettivi mirati e sotto la guida di docenti. Tali attività sono sostenute da contributi destinati al finanziamento della progettualità studentesca e delle attività culturali degli studenti del Politecnico di Torino.

Gli insegnamenti relativi al linguaggio di base dell'ingegneria sono organizzati in tre gruppi: quello della analisi matematica; quello della fisica; quello della chimica, distribuiti nel primo anno e nella prima parte del secondo. Gli insegnamenti relativi ai linguaggi tipici dell'ingegneria delle costruzioni sono organizzati in tre gruppi: quello della rappresentazione e del rilevamento; quello dell'architettura tecnica, della tecnologia dei materiali, della fisica tecnica e degli impianti; quello della scienza e della tecnica delle costruzioni, e della geotecnica. Gli insegnamenti relativi alle applicazioni all'ingegneria edile sono organizzati in tre gruppi: quello della modellazione digitale; quello della progettazione e documentazione architettonica e della produzione edilizia; quello della valutazione economica.

Sbocchi occupazionali e professionali

Il corso di laurea in Ingegneria Edile prepara un professionista che opera prevalentemente nel campo della progettazione edilizia ed in quello della sua realizzazione in cantieri tradizionali e industrializzati, per interventi di nuova edificazione o di recupero dell'esistente; nell'ambito della gestione ed organizzazione delle operazioni immobiliari; nel settore della gestione ed organizzazione del processo edilizio, relativamente ai materiali, ai prodotti ed ai componenti ed infine nel settore del rilievo e della valutazione del patrimonio edilizio. L'ingegnere edile ha la consapevolezza della complessità del sistema edilizio, in rapporto sia con i suoi sottosistemi sia con il sovrasisistema ambientale, e possiede la competenza per la sua gestione.

L'ingegnere edile, in possesso di laurea di primo livello, collabora alla progettazione di opere anche complesse e progetta autonomamente opere semplici, secondo quanto stabilito dalla legge.

Le attività di tipo professionale, comportanti quindi responsabilità nei confronti di terzi, avvengono con l'iscrizione all'Ordine degli ingegneri, nella sezione B (ingegnere junior), dopo il superamento dell'esame di Stato. Tali figure professionali trovano occupazione prioritariamente in attività di ausilio alla progettazione edilizia ed in attività gestionali, organizzative e costruttive presso uffici tecnici pubblici e privati, imprese edili e società di ingegneria. Il laureato in Ingegneria Edile che supera l'apposito esame di

Stato e si iscrive all'Albo degli Ingegneri nella sezione B svolge attività professionale all'interno di società, aziende, enti privati ed amministrazioni pubbliche o per proprio conto. L'iscrizione all'Albo professionale permette di firmare i documenti progettuali o di verifica e di assumere la responsabilità sul loro contenuto.

Le caratteristiche della professione di ingegnere sono indicate nel DPR 5 giugno 2001 n. 328, "Modifiche ed integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di Stato e delle relative prove per l'esercizio di talune professioni, nonché della disciplina dei relativi ordinamenti", pubblicato nel Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 190 del 17 agosto 2001 - Serie generale, prevalentemente per il settore "ingegneria civile e ambientale". In particolare, il laureato in ingegneria edile in questo profilo è un tecnico capace di collaborare alla progettazione integrale di un organismo edilizio ed architettonico dalla prima ipotesi progettuale alla realizzazione compiuta e al suo mantenimento trovando ambito occupazionale prioritariamente in attività di ausilio alla progettazione edilizia presso gli uffici tecnici di enti pubblici e di imprese private e nelle società di ingegneria operanti nel campo del processo edilizio.

COMPETENZE ASSOCIATE ALLA FUNZIONE:

Le competenze sono indicate all'art. 46 comma 3 del DPR 5 giugno 2001 n. 328 per il settore "Civile e Ambientale" e comprendono:

- progettare e dirigere i lavori dei cantieri edili o di ingegneria civile, nei limiti previsti dalla legge
- progettare e coordinare la sicurezza in cantiere ottenendo l'abilitazione ad operare in ambito di sicurezza secondo il DLgs 81/2008 e s.m.i. mediante l'inserimento dell'insegnamento facoltativo di "Sicurezza dei cantieri";
- eseguire collaudi e verificare gli standard, le funzionalità e la sicurezza delle strutture
- effettuare calcoli statici per semplici opere in cemento armato, con l'uso di metodologie standardizzate
- predisporre i capitolati delle gare
- gestire attività di manutenzione ordinaria o straordinaria
- curare i rapporti con il committente, le maestranze, i colleghi, le istituzioni

SBOCCHI PROFESSIONALI:

L'ingegnere edile, in possesso di laurea di primo livello, collabora alla progettazione di opere anche complesse e progetta autonomamente opere semplici, secondo quanto stabilito dalla legge. Le attività di tipo

professionale, comportanti quindi responsabilità nei confronti di terzi, avvengono con l'iscrizione all'Ordine degli ingegneri, nella sezione B (ingegnere junior), dopo il superamento dell'esame di Stato.

Tali figure professionali trovano occupazione prioritariamente in attività di ausilio alla progettazione edilizia ed in attività gestionali, organizzative e costruttive presso uffici tecnici pubblici e privati, imprese edili e società di ingegneria. Il laureato in Ingegneria Edile che supera l'apposito esame di Stato e si iscrive all'Albo degli Ingegneri nella sezione B svolge attività professionale all'interno di società, aziende, enti privati ed amministrazioni pubbliche o per proprio conto. L'iscrizione all'Albo professionale permette di firmare i documenti progettuali o di verifica e di assumere la responsabilità sul loro contenuto.

Le caratteristiche della professione di ingegnere sono indicate nel DPR 5 giugno 2001 n. 328, "Modifiche ed integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di Stato e delle relative prove per l'esercizio di talune professioni, nonché della disciplina dei relativi ordinamenti", pubblicato nel Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 190 del 17 agosto 2001 - Serie generale, prevalentemente per il settore "ingegneria civile e ambientale".

In particolare, il laureato in ingegneria edile in questo profilo è un tecnico in grado di gestire in piena autonomia gli aspetti legati al rilievo e alla modellazione degli organismi edilizi ed architettonici, alla valutazione immobiliare e all'economia edilizia, in grado di collaborare alla progettazione degli interventi di recupero e restauro del costruito, e di valutare le relazioni con il contesto conseguenti all'inserimento di nuovi organismi. L'ambito lavorativo di riferimento si identifica nelle imprese edili, nelle società immobiliari e di consulenza, negli uffici pubblici. Tale attività può essere svolta sia come professione autonoma sia come tecnico inserito in uffici di progettazione pubblici e privati

COMPETENZE ASSOCIATE ALLA FUNZIONE:

Le competenze sono indicate all'art. 46 comma 3 del DPR 5 giugno 2001 n. 328 per il settore "Civile e Ambientale" e comprendono:

- effettuare rilievi, calcoli o misurazioni
- redigere e presentare documenti tecnici e contabili
- progettare e coordinare la sicurezza in cantiere
- predisporre perizie
- gestire attività di manutenzione ordinaria o straordinaria
- effettuare stime di costo e preventivazioni

- effettuare valutazioni di beni immobiliari
- curare i rapporti con il committente, le maestranze, i colleghi, le istituzioni

SBOCCHI PROFESSIONALI:

L'ingegnere edile, in possesso di laurea di primo livello, collabora alla progettazione di opere anche complesse e progetta autonomamente opere semplici, secondo quanto stabilito dalla legge.

Le attività di tipo professionale, comportanti quindi responsabilità nei confronti di terzi, avvengono con l'iscrizione all'Ordine degli ingegneri, nella sezione B (ingegnere junior), dopo il superamento dell'esame di Stato.

Tali figure professionali trovano occupazione prioritariamente in attività di ausilio alla progettazione edilizia ed in attività gestionali, organizzative e costruttive presso uffici tecnici pubblici e privati, imprese edili e società di ingegneria. I laureati in Ingegneria Edile devono:

- conoscere la storia dell'edilizia e delle tecniche costruttive, i metodi e gli strumenti della rappresentazione e gli aspetti metodologico - operativi della matematica e delle altre scienze di base, ed essere capaci di utilizzare tali conoscenze per interpretare e descrivere problemi dell'architettura e dell'edilizia;
- conoscere gli aspetti metodologico - operativi relativi agli ambiti disciplinari dell'architettura, dell'edilizia, dell'urbanistica e dell'ambiente, ed essere in grado sia di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati, nel campo della progettazione degli organismi edilizi, sia di ideare e sostenere argomentazioni in tali ambiti disciplinari;
- conoscere gli aspetti riguardanti la eco-sostenibilità, la fattibilità tecnica ed economica, il calcolo dei costi e il processo di produzione e di costruzione, nel campo della realizzazione degli organismi edilizi;
- conoscere la complessità della progettazione edilizia e gli strumenti per gestirla;
- essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in almeno una lingua dell'Unione Europea (inglese), oltre l'Italiano.

Conoscenza e capacità di comprensione

I contenuti scientifico-disciplinari suddivisi per area di apprendimento e definiti tramite i "descrittori di Dublino" sono riportati nel quadro A4b - Risultati di apprendimento attesi.

Il corso di laurea è presentato secondo quattro aree di apprendimento. La prima è relativa alla formazione scientifica di base matematica, chimica e

fisica; la seconda riguarda la formazione ingegneristica generale nel settore delle costruzioni; la terza riguarda la formazione ingegneristica caratterizzante l'ingegneria edile; la quarta, infine, perfeziona la formazione relazionale e di contesto.

Per l'area di apprendimento delle scienze di base, gli insegnamenti forniscono la conoscenza e la capacità di comprensione dei metodi matematici e dei fenomeni fisici e chimici essenziali per le discipline ingegneristiche. Essi costituiscono la cerniera tra l'insegnamento della scuola media superiore e l'insegnamento universitario.

Per l'area di apprendimento dell'Ingegneria generale (settore delle costruzioni), gli insegnamenti forniscono la conoscenza e la capacità di comprensione dei metodi e delle applicazioni delle scienze di base e delle tecnologie costruttive di carattere generale applicabili ai sistemi e ai processi edilizi.

Per l'area di apprendimento dell'Ingegneria Edile, gli insegnamenti forniscono la conoscenza e la capacità di comprensione di metodi e applicazioni delle scienze per le analisi e la progettazione; delle regole e norme che riguardano il settore dell'edilizia negli ambiti dei sistemi, dei processi e dei controlli; della fattibilità tecnica ed economica e del calcolo dei costi.

L'acquisizione di conoscenza e capacità di comprensione della lingua inglese avviene nelle quattro abilità comunicative principali (produzione verbale e scritta, ascolto, lettura).

Modalità didattiche.

Le conoscenze e le capacità vengono acquisite dagli studenti attraverso lezioni frontali, esercitazioni in aula e in laboratori informatici. In alcuni insegnamenti sono previste attività condotte in modo autonomo da ciascuno studente o da gruppi di lavoro, secondo modalità indicate dai docenti. Ogni insegnamento indica quanti crediti sono riservati a ciascuna modalità didattica.

Modalità di accertamento.

L'accertamento delle conoscenze e della capacità di comprensione avviene tramite esami scritti e orali, che possono comprendere test a risposte chiuse, esercizi di tipo algebrico o numerico, quesiti relativi agli aspetti teorici. Le tipologie di esame dei vari insegnamenti sono definite in modo da esporre ogni studente a diverse modalità di accertamento.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Per l'area di apprendimento delle scienze di base, gli insegnamenti

permettono di applicare la conoscenza e la capacità di comprensione all'analisi e alla modellazione di problemi ingegneristici, utilizzando consapevolmente metodi matematici e leggi che governano i fenomeni fisici e chimici.

Per le aree di apprendimento dell'Ingegneria generale (settore delle costruzioni) e dell'Ingegneria Edile in particolare, con la conoscenza dell'edificio come sistema complesso si raggiungono le capacità, sia critiche che selettive e sintetiche, per la risoluzione di semplici temi progettuali, con particolare riferimento al progetto tecnologico e con la consapevolezza della eco-sostenibilità. Tali capacità riguardano anche la scelta dei materiali secondo la funzione specifica, l'ottimizzazione del sistema sotto il profilo energetico e ambientale e l'interazione con i tecnici del settore idraulico. Si ottiene capacità critica di selezionare le più opportune tecniche di rilievo e rappresentazione e di utilizzarle nelle prassi professionali dell'ingegneria delle costruzioni, con strumenti e programmi informatici tra loro interoperabili. Si raggiungono le capacità di integrare istanze funzionali, distributive, costruttive, impiantistiche ed estetico-compositive, con particolare attenzione ai legami con il contesto. La capacità di operare nell'ambito della costruzione deriva inoltre da conoscenze di cantieristica, di sistemi di gestione della qualità e della sicurezza; con le conoscenze negli ambiti economici e giuridici si acquisiscono capacità di valutare beni privati e di esaminare la contabilità dei lavori. In merito alla applicazione della conoscenza del sistema strutturale portante si ottiene la capacità di determinare le reazioni vincolari, le sollecitazioni e le deformazioni in qualsiasi sistema piano di travi isostatiche ed iperstatiche, di calcolare le tensioni nelle travi, di analizzare gli stati tensionali e deformativi nel continuo, di descrivere lo stato di sforzo geostatico, nonché di eseguire le verifiche di sicurezza delle strutture in acciaio ed in calcestruzzo armato, in conformità ai criteri di resistenza. A questo si aggiunge, a partire dalla conoscenza della meccanica delle terre, una abilità nel calcolo della capacità portante delle fondazioni superficiali e delle verifiche geotecniche.

La capacità di applicare conoscenza e comprensione della lingua inglese è finalizzata al raggiungimento del livello B2 come definito dal Quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue (QCER), nelle quattro abilità comunicative principali (produzione verbale e scritta, ascolto, lettura), sia in contesto personale che professionale.

Modalità didattiche.

La capacità di applicare conoscenze e comprensione sono acquisite dallo studente tramite lo sviluppo di esercizi guidati e di semplici progetti, che

richiedono l'uso dei modelli e delle metodologie descritte nelle lezioni. Le esercitazioni di laboratorio mirano anche a individuare criticità e limiti dei modelli matematici rispetto alle situazioni reali. Ogni insegnamento indica quanti crediti sono riservati a ciascuna modalità didattica.

Modalità di accertamento.

Le verifiche avvengono con esami scritti e orali, comprensivi di esercizi di progetto (tipo "problem solving", che richiedono scelte aggiuntive rispetto alle specifiche), la stesura di relazioni riguardanti argomenti monografici e piccoli progetti. Un accertamento complessivo avviene con la prova finale, che richiede l'integrazione di conoscenze acquisite in diversi insegnamenti e può essere correlata ad una attività di tirocinio svolta presso aziende. Vedere anche Quadro A5

Elettrica

L'ingegneria elettrica è in prima linea nelle sfide più importanti che la nostra società si trova a fronteggiare: la sostenibilità energetica, l'efficienza dei processi industriali e le smart city sono solo alcuni dei settori dove l'utilizzo dell'energia elettrica sta cambiando le regole del gioco. Da una società basata sull'utilizzo dei combustibili fossili ci stiamo muovendo verso un maggiore impiego delle fonti rinnovabili, verso una mobilità elettrica e in generale verso una economia "low-carbon".

Il percorso di studi di Ingegneria Elettrica prevede di fornire allo studente le conoscenze di base nei settori della matematica, della fisica e della chimica proprie dell'ingegneria industriale insieme alle indispensabili nozioni e capacità applicative relative alla descrizione geometrica delle macchine, ai materiali coinvolti nella loro costruzione, alla meccanica ed al comportamento strutturale, nonché alla termodinamica applicata, ritenuta necessaria per la comprensione multi-fisica di molti fenomeni elettrici.

Le materie specificatamente di carattere elettrico sono: l'elettrotecnica, le misure elettriche, le macchine elettriche e l'elettronica industriale, i sistemi elettrici e la loro sicurezza.

Obiettivi formativi

Il Corso di Studi in Ingegneria Elettrica è finalizzato alla formazione di una figura professionale riferita in generale all'ingegneria industriale, con una specifica connotazione verso conoscenze e competenze riguardanti componenti e impianti del settore elettrico. Partendo da una formazione di base interdisciplinare, il Corso di Laurea in Ingegneria Elettrica fornisce

una solida preparazione specifica riguardante i fondamenti dell'elettrotecnica, le macchine elettriche, le applicazioni elettromeccaniche, gli azionamenti elettrici, l'elettronica di potenza, le misure elettriche, la sicurezza elettrica e gli impianti elettrici. Il percorso formativo evidenzia gli aspetti metodologici-operativi che permettono al laureato di inserirsi, con competenza, nel settore dell'ingegneria elettrica e di dialogare, con proprietà di linguaggio tecnico e conoscenza dei concetti di base, con altri tecnici dei settori dell'ingegneria industriale e dell'informazione. Le competenze culturali e metodologiche acquisite dal laureato sono tali da garantirgli sia un rapido inserimento nel mondo del lavoro, sia la prosecuzione degli studi con un'adeguata preparazione.

Il percorso formativo è unico ed è progettato per creare una figura professionale capace di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche applicate all'area elettrica nel contesto attuale, fornendo gli strumenti cognitivi necessari per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze, in modo da partecipare attivamente al processo di innovazione tecnologica. Il percorso formativo è organizzato in aree tematiche interconnesse:

- La base scientifica, contenente i fondamenti scientifici e gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle scienze di base (fisica e chimica) riferite all'Ingegneria. I relativi insegnamenti sono collocati nella prima metà del percorso formativo (primo anno e primo semestre del secondo anno). Vengono inoltre aggiunti al secondo anno i contenuti dell'analisi complessa, indispensabili per la successiva trattazione di molti contenuti delle materie elettriche.
- La base ingegneristica, con riferimento ai contenuti tipici dell'ingegneria industriale che permettono di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati. Vengono fornite conoscenze e competenze riguardanti il disegno tecnico industriale, la scienza e la tecnologia dei materiali, la meccanica strutturale, la meccanica delle macchine. I relativi insegnamenti sono collocati al secondo anno.
- Un insieme di insegnamenti caratterizzanti l'ingegneria elettrica e affini. L'elettrotecnica di base viene trattata in modo più ampio rispetto ai contenuti offerti agli altri corsi di studio dell'ingegneria industriale. Gli insegnamenti caratterizzanti riguardano argomenti riferiti a problemi specifici dell'ingegneria elettrica (componenti, impianti e sistemi). Gli insegnamenti affini trattano concetti di statistica e argomenti del settore dell'informazione (elettronica e automatica) e del settore termico (termodinamica applicata e trasmissione del calore) che trovano applicazione nell'ambito dell'ingegneria elettrica. I relativi insegnamenti

sono collocati al secondo e terzo anno.

- Ulteriori attività formative previste riguardano la preparazione informatica di base. Lo studente ha inoltre la possibilità di selezionare, all'interno dell'offerta formativa dell'ateneo, ulteriori insegnamenti per completare ed approfondire la sua preparazione, sia su argomenti economici, delle scienze umane, sia su tematiche emergenti proprie dell'ingegneria elettrica o di altri settori ingegneristici. Per l'ottenimento del titolo è anche richiesta la certificazione della conoscenza della lingua Inglese finalizzata al raggiungimento del livello B2, come definito dal Quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue (QCER). La conclusione del percorso formativo prevede il superamento di una prova finale riferita ad un lavoro svolto autonomamente dallo studente, con preparazione del relativo elaborato finale.

Il laureato in Ingegneria Elettrica che supera l'apposito esame di Stato e si iscrive all'Albo degli Ingegneri nella sezione B svolge attività professionale all'interno di società, aziende, enti privati ed amministrazioni pubbliche o per proprio conto. L'iscrizione all'Albo professionale permette di firmare i documenti progettuali o di verifica e di assumere la responsabilità sul loro contenuto.

Le caratteristiche della professione di ingegnere sono indicate nel DPR 5 giugno 2001 n. 328, "Modifiche ed integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di Stato e delle relative prove per l'esercizio di talune professioni, nonché della disciplina dei relativi ordinamenti", pubblicato nel Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 190 del 17 agosto 2001 - Serie generale. In particolare, il laureato in ingegneria elettrica trova collocazione preferibilmente nel settore dell'"ingegneria industriale".

Le competenze sono indicate all'art. 46 comma 3 del DPR 5 giugno 2001 n. 328 e comprendono:

- le attività basate sull'applicazione delle scienze, volte al concorso e alla collaborazione alle attività di progettazione, direzione lavori, stima e collaudo di macchine e impianti, comprese le opere pubbliche;
- i rilievi diretti e strumentali di parametri tecnici afferenti macchine e impianti;
- le attività che implicano l'uso di metodologie standardizzate, quali la progettazione, direzione lavori e collaudo di singoli organi o di singoli componenti di macchine, di impianti e di sistemi, nonché di sistemi e processi di tipologia semplice e ripetitiva.

Le competenze prevalenti si riferiscono all'applicazione dei principi di

sicurezza e della progettazione con riferimento ai costi, alla conoscenza delle caratteristiche di componenti e impianti, alla capacità di redigere documenti tecnici, computi metrici e preventivi, alla capacità di effettuare rilievi, calcoli e misurazioni, alla capacità di predisporre perizie, comunicare con i committenti, con operatori tecnici e con le istituzioni. Le opportunità professionali dell'ingegnere elettrico sono numerose e molto diversificate. Nell'ambito dell'attività professionale che coinvolge aziende ed enti, privati o pubblici, l'ingegnere elettrico può svolgere diversi tipi di attività nei settori dell'impiantistica elettrica e dell'automazione industriale.

Gestisce soluzioni impiantistiche che prevedono l'impiego dell'energia elettrica.

Verifica il rispetto della sicurezza nei processi. Esegue prove per la verifica della funzionalità di componenti e impianti.

Interpreta e verifica il rispetto delle prescrizioni normative.

Redige relazioni tecniche puntuali e sintetiche.

Gestisce le interazioni tra i componenti elettrici e le altre componenti tecnologico-impiantistiche.

Predisporre la documentazione tecnico-economica.

Esegue verifiche su macchinari e impianti come richiesto dalla legislazione e dalla normativa.

Esegue prove e misure su componenti e impianti.

Redige o coordina la redazione di relazioni tecniche e certificazioni di collaudi.

Definisce soluzioni per l'uso razionale dell'energia e coordina la loro applicazione.

Individua provvedimenti per migliorare il risparmio energetico. Interagisce con varie figure istituzionali e professionali, con i fornitori di energia e servizi e con gli operatori del settore. Produce documentazione progettuale per semplici progetti. Interpreta documentazione legislativa, normativa e cataloghi tecnici.

Fornisce assistenza alla progettazione, all'esecuzione di prove sui prodotti, alla definizione dei piani di lavoro e di sicurezza. Verifica il rispetto dei principi della sicurezza elettrica.

Effettua rilievi, calcoli e misurazioni.

Effettua misure su macchine e impianti, e verifiche di collaudo.

Interagisce in un gruppo di lavoro discutendo le soluzioni tecniche.

Definisce i piani di manutenzione.

Assiste la predisposizione dei budget riferiti ai progetti, computi metrici e preventivi.

Illustra le caratteristiche delle soluzioni tecnico-impiantistiche anche a persone esterne al settore elettrico.

Interagisce con il responsabile delle attività, con i fornitori di prodotti o servizi, e ove previsto con i committenti.

Il laureato in Ingegneria Elettrica opera in una delle seguenti funzioni:

- Area commerciale e marketing: esperto di prodotti e servizi tecnico-commerciali, funzionario di vendita.

- Area servizi agli utenti: supporto tecnico ai clienti nella fase di scelta dei prodotti e delle soluzioni applicative, consulenza industriale per realizzazioni impiantistiche.

Commercializza macchine e componenti elettrici, spiegandone le caratteristiche e le modalità di impiego.

Illustra ai clienti le caratteristiche di prodotti o soluzioni tecnico-impiantistiche tradizionali anche di elevato contenuto tecnologico.

Assiste i clienti nell'identificazione delle soluzioni tecniche da adottare.

Redige la documentazione tecnica contenente le specifiche e le modalità di impiego, e la documentazione riguardante la qualità del prodotto o del sistema di produzione.

Assiste i clienti nelle fasi di acquisto, installazione, impiego e manutenzione dei prodotti e dei relativi sistemi che ne garantiscono la sicurezza e la funzionalità.

Interagisce con gli operatori commerciali e con le entità preposte a conferire autorizzazioni ed effettuare collaudi, controlli e verifiche.

Conoscenza e capacità di comprensione

Il Corso di Laurea in Ingegneria Elettrica si propone di formare una figura professionale collocata all'interno dell'ingegneria industriale che, grazie alle conoscenze e le capacità applicative apprese, sia in grado di affrontare le problematiche delle applicazioni elettriche il cui principale scopo è la gestione di potenza ed energia. A tal fine il percorso si propone di fornire al laureato le conoscenze di base nei settori della matematica, della fisica e della chimica proprie dell'ingegneria industriale. Nonostante il carattere trasversale di questi contributi, già nella formazione di base le peculiarità del percorso si esprimono con un'attenzione all'analisi complessa, strumento necessario nello studio di numerose applicazioni elettriche. Sempre all'interno dell'ingegneria industriale vanno collocate le materie che formano la base di conoscenze ingegneristiche e che forniscono al laureato le indispensabili nozioni e capacità applicative relative alla descrizione geometrica delle macchine, ai materiali coinvolti nella loro costruzione, alla

meccanica ed al comportamento strutturale delle stesse. Le attività citate costituiscono, per la maggior parte, il primo anno e il primo periodo didattico del secondo.

La seconda parte del percorso formativo è invece dedicata quasi totalmente alla didattica delle materie caratterizzanti ed affini al percorso. Unica eccezione è la termodinamica applicata ritenuta necessaria per la comprensione multi-fisica di molti fenomeni elettrici.

Le discipline specificatamente di carattere elettrico sono:

- elettrotecnica, intesa come studio dei circuiti e dei campi elettromagnetici;
- misure elettriche, ovvero impiego della strumentazione di misura di grandezze elettriche;
- macchine elettriche ed elettronica industriale, che forniscono i fondamenti per la comprensione della conversione elettromeccanica dell'energia elettrica e degli azionamenti industriali;
- sistemi elettrici, intesi come struttura e funzionamento degli impianti elettrici nelle loro diverse configurazioni per la gestione dell'energia elettrica e la loro sicurezza.

Completano il percorso le altre attività relative al settore informatico ed alla lingua inglese e la prova finale. Il conseguimento delle conoscenze e delle capacità di comprensione viene verificato mediante esami scritti e orali. In entrambe le modalità sono somministrati esercizi progettuali che richiedono l'approccio "problem solving" ovvero l'applicazione dei metodi appresi in maniera non automatica e ripetitiva. Un accertamento complessivo avviene con la prova finale, che richiede l'integrazione di conoscenze acquisite in diversi insegnamenti e può essere correlata ad una attività di tirocinio svolta presso aziende.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al fine di preparare una figura professionale pronta ad affrontare il mondo del lavoro, il Corso di Laurea in Ingegneria Elettrica considera prioritaria la capacità di applicare le conoscenze apprese. Questo obiettivo è perseguito mediante l'utilizzo delle esercitazioni in aula ed in laboratorio, dove lo studente deve applicare le metodologie apprese durante le lezioni a casi studio di rilevanza applicativa. Questo momento didattico è inoltre utilizzato per sviluppare la capacità critica dello studente nell'analisi dei risultati ottenuti. Gli esami di profitto sono un'ulteriore sede di applicazione delle conoscenze e di misura del livello di comprensione raggiunto laddove lo studente deve saper risolvere esercizi di tipo numerico. La prova finale è infine il momento in cui le conoscenze apprese e le

capacità applicative vengono messe in pratica con un progetto individuale.

Elettronica e fisica

Durante il primo anno acquisirai le competenze di base comuni a tutte le ingegnerie e propedeutiche all'Elettronica. Durante il secondo anno inizierai con i corsi fondamentali dell'Elettronica studiando i dispositivi, i componenti e i circuiti di base di tutte le strutture e i sistemi usati nell'Elettronica. Durante il terzo anno entrerai nel vivo delle discipline dell'Elettronica digitale e analogica, dei campi elettromagnetici, delle misure elettroniche e della programmazione di circuiti integrati. Sistemi fotonici, laser, fibre ottiche per comunicazione veloce e a bassissimo consumo energetico. Circuiti e programmi ottimizzati dei "sistemi embedded" come tablet e smartphone per comunicare ed elaborare. Circuiti e sistemi usati per la "domotica", in una casa intelligente ed energeticamente sostenibile. Nanotechnologie del futuro usate per costruire i sistemi di elaborazione superveloci delle prossime generazioni. Microprocessori e architetture integrate usati nei super computer e nei sistemi avanzati di elaborazione dati. Sistemi elettronici per la trasmissione e la ricezione di dati per sistemi di comunicazioni. Nanobiotechnologie, dispositivi e sensori per sistemi a biomedicali e strutture a basso impatto ambientale. Sistemi elettronici usati nei robot per l'automazione industriale, per la domotica, per l'automotive e lo spazio. Sistemi di misura e calibrazione usati sia nella strumentazione industriale che nelle applicazioni biomedicali. Avrai basi solide e generali che ti consentiranno di crescere, specializzarti e spaziare in tutti i campi dell'Elettronica senza rischiare di essere spazzato via dal progresso; imparerai non solo a porre problemi, ma a risolverli, e a ottimizzarne le soluzioni; avrai competenze multidisciplinari che ti apriranno verso altri settori dell'Ingegneria. Nella maggior parte dei corsi del secondo anno e in tutti i corsi del terzo: accederai ai laboratori; esperimenterai quello che si studia a lezione; lavorerai su progetti tangibili per capire e fare esperienza con il mondo reale. I laboratori a disposizione sono numerosi, sono specializzati e aggiornati alle discipline del corso di laurea. Perché Ingegneria Fisica? A chi è rivolta? L'evoluzione tecnologica richiede una figura professionale che unisca le caratteristiche dell'ingegnere e quelle del fisico, in grado di muoversi con rapidità e competenza nei settori più avanzati della fisica applicata (fisica quantistica, ottica e fotonica, fisica dei solidi, fisica del nucleo e delle radiazioni, fisica e tecnologia delle nanostrutture, fisica dei sistemi complessi, ...). Nel mondo

produttivo a tecnologia avanzata questa figura professionale partecipa attivamente al processo di sviluppo tecnologico caratterizzato dalla sempre maggiore riduzione del tempo intercorrente tra una scoperta scientifica e le sue applicazioni, e da un sempre più elevato livello di innovazione. Ingegneria Fisica al Politecnico di Torino mette lo studente nelle migliori condizioni per affrontare, nel naturale proseguimento degli studi in Laurea Magistrale, alcune fra le più interessanti ed impegnative problematiche della Fisica e Tecnologia moderne. Questo corso è rivolto a giovani che amano la Fisica per la bellezza e la profondità delle sue leggi, per il suo linguaggio unificante, per la varietà dei fenomeni fisici; e che sono al tempo stesso intenzionati ad applicare direttamente le conoscenze acquisite in realizzazioni (dispositivi, tecniche sperimentali, metodologie di indagine teorica) rivolte al miglioramento della qualità della vita della nostra Società. Attualmente questo corso di laurea è proposto, in Italia, dai soli Politecnici di Torino e di Milano. Aspetti caratterizzanti del corso

Equilibrio e sinergia tra una preparazione scientifica approfondita per comprendere ed utilizzare i più interessanti fenomeni della Fisica avanzata e le competenze basilari della moderna Ingegneria dell'Informazione Una solida formazione matematico-fisica Presenza di corsi tematici del secondo e del terzo anno per entrare in contatto con alcune fra le più interessanti problematiche della Fisica contemporanea Possibilità di stage e tirocini di ricerca facoltativi presso Industrie e/o Enti di ricerca Tre diversi percorsi di Laurea Magistrale come naturale prosecuzione degli studi In questo corso di 1° livello uno studente apprende e sviluppa: il metodo della matematica e delle scienze di base riferite all'Ingegneria. Gli insegnamenti sono collocati nel primo anno e nella prima metà del secondo anno; competenze ingegneristiche di base nell'ambito dell'ingegneria dell'informazione (elettrotecnica, elettronica, campi elettromagnetici e misure). Questi insegnamenti sono collocati tra secondo e terzo anno; competenze di fisica avanzata ed applicata (meccanica quantistica e statistica, fisica dei sistemi complessi, fisica dello stato solido, fisica nucleare) e conoscenza di alcune loro applicazioni ai materiali innovativi ed ai nanosistemi. Gli insegnamenti sono collocati prevalentemente al terzo anno per utilizzare compiutamente contenuti e strumenti operativi forniti dagli insegnamenti della base scientifica e della base ingegneristica. Tutti i corsi del I anno sono condivisi con gli altri studenti del Politecnico; i corsi di argomento ingegneristico sono condivisi con altri studenti di Ingegneria dell'Informazione; tutti i corsi tematici di argomento fisico sono destinati ai soli studenti di Ingegneria Fisica. Gli insegnamenti possono anche essere seguiti - per i

primi due anni - in lingua Inglese, consentendo di trarre beneficio dall'ambiente multi-etnico costituito dagli studenti stranieri che da numerosi Paesi di tutto il mondo si iscrivono al Politecnico.

Obiettivi formativi

Il corso di laurea in Ingegneria Elettronica presenta un unico percorso di studi che fornisce nozioni ingegneristiche di base e un'approfondita conoscenza delle principali caratteristiche dei componenti, dispositivi e sistemi elettronici e delle loro applicazioni. Il percorso inizia con argomenti comuni a tutte le ingegnerie, passa successivamente a contenuti più specifici del settore dell'Informazione, e si conclude con argomenti focalizzati su diversi aspetti dell'Elettronica. Numerosi corsi prevedono come parte integrante laboratori di misura e di progettazione, per rafforzare l'interazione tra modelli matematici e realtà sperimentale, fondamentale in questa branca dell'ingegneria. Nella laurea triennale il primo anno, comune a tutte le lauree in Ingegneria, è dedicato alle discipline ingegneristiche di base nell'ambito matematico, fisico, chimico e informatico e della lingua inglese. Il secondo anno approfondisce argomenti di Matematica e Fisica legati alle Tecnologie dell'Informazione, e comprende corsi dedicati agli argomenti fondamentali per chi opera in questo settore: Elettrotecnica, Informatica, Elettronica generale e Misure. Il terzo anno si concentra sui contenuti specifici dell'Ingegneria Elettronica, integrati con argomenti di Telecomunicazioni e Automazione. Si dà rilievo agli aspetti applicativi, progettuali e di approfondimento, in modo da consentire sia una attività lavorativa direttamente con la laurea di primo livello, sia la prosecuzione nella laurea specialistica. Durante il 3° anno l'allievo può seguire un tirocinio in azienda. La prova finale ha un valore di 3 crediti e riguarda approfondimenti, analisi, sviluppi o applicazioni di quanto appreso negli insegnamenti del corso di laurea, o di altri argomenti coerenti con gli obiettivi formativi del corso di studi. Per favorire l'inserimento dei laureati in contesti lavorativi internazionali, il primo anno comprende un insegnamento di lingua inglese, mentre negli anni successivi è possibile per lo studente scegliere alcuni insegnamenti impartiti in lingua inglese. Per esempio, nel secondo anno, Circuiti elettronici può essere sostituito con Electronic Circuits. Nel terzo anno, è possibile sostituire con gli equivalenti insegnamenti in inglese Elettronica applicata, Misure, Campi elettromagnetici e Elettronica dei sistemi digitali.

E' anche possibile frequentare parte dei corsi all'estero e conseguire doppi titoli di laurea, nel contesto di accordi con sedi universitarie di altri paesi.

Dalla Laurea in Elettronica è possibile proseguire direttamente verso tutte le Lauree Magistrali dell'area ICT. L'ingegnere elettronico è un tecnico di elevata preparazione, qualificato per affrontare i problemi tecnici nell'immediato e con formazione sufficientemente estesa e valida per recepire e utilizzare l'innovazione.

La formazione dell'ingegnere elettronico privilegia gli aspetti più applicativi delle diverse discipline. In questo contesto, si evita un'eccessiva specializzazione per puntare a una solida preparazione tecnica e di base, nei diversi ambiti culturali propri dell'Ingegneria elettronica. Ciò consente un rapido adattamento alle più diverse esigenze professionali, evitando il rischio di una rapida obsolescenza, permettendo al laureato di indirizzarsi verso i diversi possibili profili caratterizzanti la figura professionale dell'ingegnere elettronico.

La professione dell'ingegnere elettronico richiede la conoscenza e l'apprendimento di un ampio spettro di materie scientifiche di base (matematica, fisica e chimica), necessarie per sviluppare un'approfondita e dettagliata conoscenza nel settore dell'ingegneria dell'informazione (elettronica, informatica, telecomunicazioni ed automazione). L'ingegnere elettronico, per svolgere adeguatamente la sua professione, deve integrare le conoscenze tecnico-scientifiche con una adeguata conoscenza delle materie economiche e gestionali e avere dimestichezza con le lingue straniere utilizzate nel settore.

Al laureato vengono forniti metodologie e nozioni che gli consentono di operare nei settori della progettazione, ingegnerizzazione, produzione, esercizio e manutenzione dei sistemi elettronici, nella direzione e gestione di laboratori e di linee di produzione, anche al di fuori del settore produttivo elettronico. Il laureato conosce le principali caratteristiche di componenti, apparati e sistemi. Le competenze acquisite al termine del percorso formativo consentono di operare, oltre che nella progettazione e sviluppo, anche nelle attività di promozione, vendita, assistenza tecnica.

Funzione in un contesto di lavoro:

L'ingegnere elettronico progettista ha acquisito conoscenze e capacità ampie e differenziate nei settori applicativi ICT. È quindi in grado di svolgere attività professionali in diversi ambiti, come la progettazione, la produzione, la gestione ed organizzazione, l'assistenza delle strutture tecnico-commerciali, l'analisi del rischio, la gestione della sicurezza in fase di prevenzione ed emergenza, sia nella libera professione che nelle imprese manifatturiere o di servizi e nelle amministrazioni pubbliche.

Competenze associate alla funzione:

Dispositivi e componenti di base di circuiti e sistemi elettronici, metodologie di progetto (uso di strumenti CAD), tecnologie elettroniche e applicazioni nell'ambito dell'informatica, delle telecomunicazioni, dell'automazione e negli ambiti correlati, tecnologia dei sensori e degli attuatori, metodologie e strumenti per le misure elettroniche, produzione e installazione di un sistema elettronico. Trattandosi di una laurea triennale, il livello competenze conseguito sarà di soglia. Aziende di produzione di beni o servizi sia nei settori ICT che in settori economici diversi, come per esempio quello meccanico. Studi di progettazione. Organizzazioni pubbliche e private. Funzione in un contesto di lavoro:

Nell'industria elettronica l'ingegnere di produzione coordina le fasi di lavorazione successive alla progettazione. Si occupa della realizzazione di prototipi e della verifica della rispondenza alle specifiche. Suggerisce eventuali varianti di progetto da realizzarsi nel prodotto finale. Gestisce l'automazione delle fasi produttive, verifica che le tempistiche di lavorazione siano rispettate. e cura il collaudo del prodotto finale. Redige la documentazione tecnica che descrive il funzionamento del prodotto.

Competenze associate alla funzione:

L'ingegnere elettronico impegnato nello sviluppo di prodotto ha le competenze di base nell'ambito delle tecnologie di fabbricazione delle schede elettroniche, in quello delle misure elettroniche, nei controlli per l'automazione industriale e nelle tecniche di collaudo. Conosce adeguatamente le caratteristiche elettriche dei diversi componenti elettronici assemblati nelle schede. È in grado di utilizzare efficacemente gli strumenti CAD impiegati nelle diverse fasi, dalla progettazione della scheda, alla simulazione, al collaudo. Ha inoltre competenze riguardanti la preparazione di documentazione e il controllo di qualità di processo e di prodotto e il controllo di qualità di processo e di prodotto. Trattandosi di una laurea triennale, il livello competenze conseguito sarà di soglia.

Aziende di produzione di beni sia nei settori ICT che in settori economici diversi, come per esempio quello meccanico. Organizzazioni pubbliche e private.

L'ingegnere elettronico che svolge mansioni tecnico-commerciali assiste il cliente in tutte le fasi, dalla definizione delle specifiche alla vendita e servizi post-vendita, relativamente a prodotti elettronici ad alto contenuto tecnologico o che impiegano sistemi elettronici. E' in grado di organizzare

ed effettuare presentazioni e dimostrazioni di sistemi e apparati elettronici, nel contesto di fiere specialistiche o direttamente presso i clienti.

La relazione con il cliente, privato, azienda o istituzione, che acquista apparati elettronici, specie se di elevato valore aggiunto, richiede competenze tecniche specifiche oltre che attitudini alla comunicazione e alla gestione del processo di vendita. L'ingegnere elettronico che si occupa della commercializzazione possiede le conoscenze di base sulle tecnologie dei componenti e sistemi elettronici (in particolare schede e apparati complessi), oltre che sugli aspetti di affidabilità, manutenzione, prestazioni, consumi energetici. Inoltre, possiede competenze nell'uso del software per la configurazione di dispositivi e apparati elettronici programmabili.

Sebbene tutti gli insegnamenti del corso di laurea contribuiscano alla formazione del profilo in esame, tra quelli di particolare rilevanza vi sono:

- Campi elettromagnetici;
- Elettronica dei sistemi digitali.

Aziende di produzione, commercializzazione e distribuzione di prodotti e apparati elettronici, informatici, bio-medicali. L'ingegnere elettronico impiegato in un ambito tecnico di manutenzione e assistenza al cliente utilizza strumentazione elettronica e software e applica tecniche per l'individuazione di guasti e per il collaudo di apparati elettronici o di sistemi che comprendano anche parti elettroniche.

Le competenze necessarie per svolgere mansioni di assistenza e manutenzione di apparati elettronici riguardano la tecnologia di fabbricazione delle schede elettroniche, le caratteristiche dei componenti (interfacciabilità, alimentazione, tempistiche, dinamiche di segnale), la strumentazione per le misure elettroniche e il software di gestione di tali strumenti, il software/firmware di configurazione dei sistemi elettronici programmabili. Trattandosi di una laurea triennale, il livello competenze conseguito sarà di soglia.

Il laureato in ingegneria elettronica impiegato in laboratori elettronici di sviluppo o collegati alla produzione sovrintende alla gestione e organizzazione degli stessi secondo criteri di efficienza. Si occupa della ripartizione del lavoro all'interno del team di personale tecnico, seleziona e provvede all'acquisto dei componenti, gestisce l'archivio dei progetti, cura la manutenzione della strumentazione.

Competenze associate alla funzione:

Le competenze del gestore di un laboratorio elettronico sono relative a tutte le fasi di progettazione, prototipazione e produzione in piccole quantità di

un sistema o apparato elettronico. In particolare l'ingegnere elettronico impiegato in questo ruolo conosce le tecnologie di progetto e di produzione delle schede elettroniche; è in grado di selezionare i componenti elettronici di base e i sottosistemi da utilizzare in base al miglior compromesso costo-prestazioni; sa utilizzare con perizia la strumentazione di laboratorio e il software di progettazione; ha competenze di controlli automatici per approntare e gestire le attrezzature di produzione. Trattandosi di una laurea triennale, il livello competenze conseguito sarà di soglia. L'ingegnere elettronico triennale libero professionista partecipa allo sviluppo di soluzioni per il miglioramento e l'avvio di nuove produttive che richiedano l'impiego di apparati elettronici sia come sistemi di produzione sia come prodotti finali. Suggerisce soluzioni circuitali o di sistema appropriate per una data applicazione nell'ambito dell'information technology o in ambiti correlati.

Competenze associate alla funzione:

Le competenze del libero professionista comprendono le fasi principali di progettazione, prototipazione e produzione di un sistema o apparato elettronico. Egli è in grado analizzare i compromessi costo-prestazioni e selezionare i componenti elettronici di base da utilizzare in un dato progetto. Sa utilizzare in autonomia il software di progettazione. Ha inoltre competenze di controlli automatici per suggerire l'acquisto e se del caso progettare nuove attrezzature di produzione. Deve possedere le conoscenze di base dell'ingegneria elettronica. Deve essere in grado di approfondire gli aspetti teorici e metodologici delle discipline dell'ingegneria elettronica. Deve avere la capacità di affrontare aspetti innovativi e ad elevato contenuto metodologico e di svolgere attività di progettazione anche di elevata complessità. Deve essere capace di analizzare e applicare le metodologie caratterizzanti l'ingegneria elettronica. Deve avere attitudine a seguire i processi innovativi. Deve avere la capacità di incrementare le proprie competenze professionali attraverso una formazione continua. Deve avere l'abilità di analizzare un ampio spettro di situazioni e problemi applicando le conoscenze generali del campo ICT. Deve essere in grado di identificare le informazioni mancanti per risolvere problemi specifici e conoscere i metodi per acquisire tali informazioni. Deve essere in grado di lavorare autonomamente e di gestire progetti. Deve essere in grado di comunicare, direttamente o tramite i documenti e i mezzi più appropriati, informazioni di tipo tecnico anche a persone al di fuori del settore ICT. Deve conoscere i concetti di proprietà intellettuale e qualità, e deve avere una conoscenza generale di economia.

Energetica

Profilo della professione

L'ingegnere energetico si occupa dell'uso razionale dell'energia nei settori industriale e civile, delle tecnologie, della ricerca e dell'innovazione riguardanti le fonti energetiche fossili (petrolio, carbone, gas), le energie rinnovabili e l'energia nucleare.

La sua attività si svolge sia nell'applicazione di tecnologie mature che nello sviluppo di tecnologie innovative (ad esempio celle a combustibile, fusione nucleare). Particolare attenzione è rivolta alla pianificazione e gestione degli usi finali, alla ricerca e alle prospettive di sviluppo di nuovi sistemi e vettori energetici (idrogeno) e alle problematiche di impatto ambientale.

Aspetti qualificanti

Il problema energetico ha un ruolo cruciale nello sviluppo globale, soprattutto in relazione alla sostenibilità ambientale e alla compatibilità con lo sfruttamento delle risorse naturali. L'ingegnere energetico si trova quindi a operare come tecnico in un settore che ha grande importanza strategica, in accordo con gli obiettivi delineati dai programmi nazionali e europei. Grazie alla sua formazione, l'ingegnere energetico può occuparsi di ricerca avanzata di tipo applicato e industriale, lavorando negli ambiti dell'innovazione tecnologica e della ricerca scientifica, ambiti di notevole rilievo nel settore energetico.

Obiettivi formativi Il Corso di Laurea in Ingegneria Energetica si colloca nell'ambito dell'ingegneria industriale, ed è caratterizzato da forte interdisciplinarietà con gli altri settori dell'ingegneria industriale. L'obiettivo è dunque quello di fornire innanzitutto una solida preparazione di base in termodinamica, impianti e macchine elettriche, tecnologia dei materiali, meccanica delle strutture e delle macchine, trasmissione del calore e fluidodinamica. Su questa preparazione si innesta una preparazione specifica sull'energetica, e in particolare sulle principali tipologie di impianti energetici industriali e civili, sulle fonti rinnovabili di energia, sul calcolo computazionale per lo scambio termico, sulla fisica dell'edificio e la climatizzazione, e alcune conoscenze di base delle tecnologie nucleari.

Sbocchi occupazionali e professionali

Il corso di laurea in Ingegneria Energetica si colloca nell'ambito dell'ingegneria industriale. L'obiettivo è quello di fornire al laureato le competenze e gli strumenti conoscitivi per la generazione e l'utilizzazione razionale dell'energia nei settori industriale, civile e dei trasporti. Il Corso di Laurea in Ingegneria Energetica è caratterizzato da forte interdisciplinarietà con gli altri settori dell'ingegneria industriale, con una solida preparazione di base in termodinamica applicata, trasmissione del calore e termofluidodinamica. La preparazione specifica è finalizzata a fornire le competenze necessarie per razionalizzare gli usi finali dell'energia, per conoscere le principali tipologie di impianti energetici industriali e civili, per fornire le conoscenze di base delle tecnologie nucleari e l'impatto ambientale delle conversioni energetiche.

La preparazione tecnica dell'ingegnere energetico gli permette di operare la scelta, il dimensionamento di massima e la gestione di tecnologie energetiche consolidate.

L'ingegnere energetico svolge le seguenti funzioni:

- promozione e sviluppo di iniziative per la valorizzazione delle risorse energetiche in ambito territoriale;
- consulenza per l'uso razionale dell'energia nelle applicazioni industriali e civili;
- collaboratore tecnico nel campo della progettazione e dell'installazione di impianti termotecnici alimentati da fonti tradizionali e da fonti rinnovabili
- gestione di impianti di conversione energetica
- responsabile per l'energia nelle utenze industriali e del settore civile che prevedono tale figura per legge
- valutazione dell'impatto, della sostenibilità ambientale e della sicurezza degli impianti energetici

COMPETENZE ASSOCIATE ALLA FUNZIONE: L'ingegnere energetico:

- applica gli aspetti metodologico-operativi dell'energetica e delle scienze di base e interpreta e descrive i problemi connessi all'ingegneria energetica;
- utilizza tecniche e strumenti standard per la progettazione di componenti, sistemi e processi in ambito energetico e termotecnico;
- effettua misure di base relative alle principali grandezze energetiche e ne analizza ed interpreta i risultati alla luce del bilancio energetico e di massa del sistema analizzato;
- individua le tecnologie e soluzioni ingegneristiche in campo energetico più idonee nei contesti civile, industriale e dei trasporti valutando anche i

relativi impatti ambientali;

- comunica in forma orale e scritta con piena padronanza dei termini tecnici dell'Ingegneria energetica
- è in grado di adeguarsi alla rapida innovazione tecnologica in atto nel settore dell'energia.

SBOCCHI PROFESSIONALI:

- Enti pubblici e privati operanti nel settore dell'approvvigionamento dell'energia;
- aziende che producono macchine e impianti energetici;
- studi di progettazione, installazione e collaudo degli impianti termotecnici e per la certificazione energetica degli edifici;
- enti ed aziende pubblici e privati in cui è necessaria la presenza di tecnici responsabili per la conservazione e l'uso razionale dell'energia (energy manager).

Conoscenze teoriche approfondite di matematica, fisica, meccanica, Termodinamica. Conoscenza dei contenuti di base riguardanti le macchine termiche ed elettriche, gli impianti alimentati da fonti fossili, combustibile nucleare e fonti rinnovabili per la produzione di calore ed energia meccanica/elettrica. Adeguate capacità linguistiche e abilità a formulare i problemi in termini matematici. Capacità di analisi e sintesi, abilità comunicative, capacità di trasmettere la conoscenza, atteggiamento critico.

Conoscenza e capacità di comprensione

Le attività formative sono state raggruppate in tre grandi aree di apprendimento:

- Fondamenti scientifici e metodologici
- Ingegneria industriale generale
- Ingegneria energetica

In quest'ultima area risiedono le conoscenze specifiche proprie del bagaglio culturale dell'Ingegnere Energetico. Si approfondisce l'analisi delle trasformazioni energetiche che avvengono nelle varie fasi che vanno dalla generazione dell'energia nelle sue varie forme, al vettoriamento, all'utilizzo negli ambiti civili e industriali. Si analizzano le principali macchine, impianti di produzione di potenza e i sistemi energetici, e si studiano i problemi ingegneristici e tecnologici che nascono dal loro utilizzo. Si forniscono i principi fondamentali su cui si basa l'utilizzazione delle fonti convenzionali (ivi inclusa la fonte nucleare) e rinnovabili. Vengono fornite le basi per l'analisi computazionale dello scambio termico. Nei corsi a scelta

vengono effettuati specifici approfondimenti di carattere metodologico o relativi a specifiche tecnologie. Queste conoscenze e capacità vengono acquisite dagli studenti attraverso lezioni frontali, esercitazioni in aula, in laboratori, sperimentali e informatici, e attraverso visite guidate. In alcuni insegnamenti sono previste attività condotte in modo autonomo da ciascuno studente o da gruppi di lavoro, secondo modalità indicate dai docenti. L'accertamento della effettiva comprensione dei concetti studiati avviene tramite esami scritti e orali, che possono comprendere test a risposte chiuse, esercizi numerici e quesiti relativi agli aspetti teorici. L'obiettivo di questa area formativa è di fornire la capacità di comprendere articoli tecnici e manuali, anche in lingua inglese, di individuare gli elementi fondamentali di un problema tecnico nel settore dell'ingegneria energetica, di elaborare quantitativamente problemi di ingegneria energetica e di effettuare progetti di componenti energetici semplici.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Le capacità di applicare conoscenze e comprensione sono acquisite dallo studente tramite lo sviluppo di esercizi guidati e di semplici progetti, che richiedono l'uso dei modelli e delle metodologie descritte nelle lezioni, e di software scientifico o applicativo. Le esercitazioni di laboratorio mirano anche a mettere lo studente in condizione di individuare criticità e limiti dei modelli teorici rispetto alla realtà. Le verifiche avvengono con esami scritti e /o orali che possono comprendere aspetti teorici, esercizi di tipo algebrico o numerico, l'esecuzione di semplici progetti, la stesura di relazioni riguardanti argomenti monografici, le esperienze condotte dagli stessi studenti in laboratorio.

Gestionale

Presentazione

La scelta di Ingegneria gestionale è perché non volevo che lo studio fosse solamente fine a se stesso ma perché fosse anche applicato nella vita quotidiana problemi di gestione operativa dell'impresa con un profilo fortemente multidisciplinare che Coniuga gli strumenti tipici dell'ingegneria con le conoscenze proprie dell'Economia e della gestione aziendale si tratta di un corso multidisciplinare e quindi ovviamente per arrivare allo stesso livello di chi ha studiato materie profondità e occorre nelle materie ingegneristiche studiare approfonditamente è uno studio che Coniuga delle competenze tecnologiche e manageriali allo studio della lingua inglese il

quale molto importante ai giorni nostri la preparazione che il corso di ingegneria gestionale del Politecnico di Torino mi ha fornito di integrarmi con serenità in un ambiente. Davanti questa sera crea l'opportunità di costruirsi su misura il proprio futuro e di sviluppare quelle capacità autorizzative per costruirsi un percorso di vita. Il percorso di vita e gestionale devi aspettarti di far leva sulle proprie competenze analitiche sviluppate nel corso degli studi e quindi farà analisi quantitative modelli simulazioni almeno all'inizio integrando quanto più possibile competenze di produzione economia business poter affrontare problemi di gestione operativa è strategica dei processi di produzione delle catene logistiche che collegano impresa con clienti e fornitori o gli aspetti dell'organizzazione di impresa e in particolare maturerà conoscenze e competenze di come informatica internet e le tecnologie di comunicazione possono contribuire alle diverse funzioni aziendali del Politecnico di Torino è stata vicino incubatore di imprese innovative questo mi ha permesso di vivere e respirare l'aria innovazione tecnologia questo studio Trianon solo studenti di successo ma anche studenti di valore in grado di dare un contributo alla società odierna studiano per divenire un giorno Manager

Obiettivi formativi

Il Corso di Laurea interclasse in Ingegneria Gestionale ha come obiettivo la formazione di una tipologia ambivalente di ingegnere, sia focalizzata sulle tecnologie di gestione ed organizzazione di sistemi complessi, sia orientata alla gestione e conduzione di sistemi logistici e di produzione. Esso è pertanto caratterizzato da una base di insegnamenti tipici dell'ingegneria e da un complemento di insegnamenti specifici per i due ambiti.

Ne consegue che, oltre alle discipline di base comuni a tutti i corsi di laurea in ingegneria, durante il Corso di Laurea, il futuro ingegnere gestionale sviluppa competenze specifiche multidisciplinari per affrontare le principali problematiche di pianificazione e controllo delle attività produttive di beni e servizi e delle relative implicazioni organizzative. In aggiunta, nella definizione del proprio piano formativo, lo studente in ingegneria gestionale sceglierà, in alternativa, di abbinare una preparazione nei due seguenti domini:

- la gestione delle ICT (Information Communication Technology), e dei sistemi informativi in particolare, per il supporto delle principali attività aziendali (amministrazione e contabilità, vendite, pianificazione e controllo della produzione e dei flussi logistici)
- la gestione dei flussi logistici, la progettazione degli impianti industriali e

delle principali tecnologie di produzione.

Il Corso di Laurea prepara inoltre alla laurea magistrale in Ingegneria Gestionale, che è risultata essere in questi anni il principale sbocco per gli Ingegneri Gestionali di primo livello che hanno deciso di completare il percorso di studi universitari.

Sbocchi occupazionali e professionali

Gli sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati riguardano: per la Classe L-9, gli ambiti dell'ingegneria di processo, della gestione dei flussi logistici interni ed esterni (distribuzione e approvvigionamento); per la Classe L-8, gli ambiti dei processi di innovazione tecnologica, l'analisi e la gestione dei sistemi informativi in un'organizzazione, sia essa un'impresa privata o un ente pubblico.

Considerati gli aspetti di novità che caratterizzano alcune figure professionali che questo Corso di Laurea mira a formare, non è possibile individuare nella classificazione delle Unità Professionali NUP proposta dall'ISTAT, attività che identifichino in modo univoco ed esaustivo gli sbocchi occupazionali tipici dell'Ingegnere Gestionale. Considerati tali limiti, il Consiglio di Ingegneria Gestionale fa anche riferimento alla classificazione prevista da EUCIP (European Certification of Information Professionals) per i profili professionali attinenti alla progettazione e alla gestione delle ICT (Information Communication Technology) e dei sistemi informativi in azienda. Nella tabella che segue sono elencati i profili professionali che il CdS intende formare con le relative funzioni principali e competenze.

Tale figura abbina la capacità di analizzare i processi chiave dell'organizzazione all'attitudine a individuare possibili miglioramenti tecnologici (procedure informatizzate nuove o da migliorare, introduzione di nuove tecnologie,...) e a valutarne la realizzabilità tecnico-economica e l'impatto organizzativo. In organizzazioni complesse e/o di dimensioni medio-grandi, questa figura assiste figure professionali caratterizzate da una maggiore esperienza professionale nel ruolo.

Le principali competenze associate a questa funzione sono legate all'applicazione di:

- modelli e tecniche organizzative;
- modelli e metodi di aiuto alla decisione, valutazione e ottimizzazione;
- modelli di gestione e controllo della produzione;
- metodologie negli ambiti del software, delle architetture dei sistemi di elaborazione e delle reti di calcolatori;

- metodologie di gestione di reti telematiche;
- tecniche di analisi, gestione e mantenimento di banche dati.

Questa figura opera, in un'azienda o in un ente pubblico, con l'obiettivo di valutare criticamente funzionalità ed economicità dei sistemi informativi, con una particolare attenzione alla natura dei processi aziendali, alle problematiche connesse alla sicurezza, alla qualità prestazionale e alla conformità agli standard consolidati. La sua preparazione consente di analizzare, valutare e proporre soluzioni informatiche che garantiscano un corretto bilanciamento tra benefici attesi, costi e rischi. Per le revisioni condotte su sistemi informativi complessi impiegati da organizzazioni mediograndi, questa figura coadiuva figure che detengono la responsabilità complessiva sull'opera di revisione.

Le principali competenze associate a questa funzione sono legate all'applicazione di:

- tecniche di contabilità industriale e di analisi dei costi;
- tecniche di economia aziendale;
- modelli e metodi di aiuto alla decisione e valutazione multicriteri;
- metodologie negli ambiti del software, delle architetture dei sistemi di elaborazione e delle reti di calcolatori;
- metodologie di gestione di reti telematiche.

Si occupa di pianificare, gestire e controllare le attività relative ai processi di approvvigionamento, gestione delle scorte e distribuzione dei prodotti finiti. Contestualmente a tali obiettivi, concepisce e valuta costi e benefici di innovazioni in ambito della logistica di approvvigionamento e di distribuzione e della gestione del magazzino. Sa individuare sistemi informativi e tecnologie informatiche a supporto di tali attività. Tipicamente opera in affiancamento a figure professionali con analoga specializzazione e con esperienza professionale nel ruolo almeno triennale.

Le principali competenze associate a questa funzione sono legate all'applicazione di:

- metodologie per la gestione dei flussi e degli stock;
- tecniche di economia aziendale;
- metodologie tecnologico-impiantistiche;
- metodologie di gestione e controllo della produzione;
- modelli e metodi di ottimizzazione.

Tale figura opera tipicamente all'interno di aziende manifatturiere (solitamente di dimensione medio-grande) e si occupa dell'analisi dei processi produttivi, della progettazione dei piani d'intervento indirizzati ad un miglioramento dell'organizzazione produttiva. Ha il compito di

ottimizzare i fattori ed i processi che concorrono alla produzione in un'ottica di "produzione snella" introducendo metodologie produttive e organizzative per il conseguimento di obiettivi di miglioramento dell'efficienza e della produttività. Tipicamente opera in affiancamento a figure professionali con analoga specializzazione e con maggiore esperienza professionale nel ruolo. Le principali competenze associate a questa funzione sono legate all'applicazione di:

- metodologie di gestione e controllo della produzione;
- tecniche di progettazione e pianificazione della produzione;
- metodologie tecnologico-impiantistiche;
- tecniche di contabilità industriale e di analisi dei costi;
- tecniche di economia aziendale;
- metodologie di statistica applicate al controllo dei processi produttivi;
- modelli e metodi di ottimizzazione

Le conoscenze acquisite dal laureato in Ingegneria Gestionale costituiscono il più idoneo prerequisito per accedere al corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale e per frequentarlo proficuamente.

Nel biennio magistrale la sua preparazione informatica e la conoscenza dei processi produttivi e logistici, quest'ultima mai disgiunta dalla tematica della gestione dell'innovazione, saranno ulteriormente arricchite.

Nel contempo verranno approfondite le problematiche economico-finanziarie e quelle giuridiche proprie delle imprese. In particolare, queste ultime saranno meglio esaminate entro il più ampio contesto del sistema economico e dei mercati imperfetti.

Conoscenza e capacità di comprensione

I contenuti del percorso formativo assicurano una robusta base matematica-statistica chiamata a fornire parte dei metodi per risolvere i problemi tipici dell'ingegneria. A tale base si aggiunge un corpo di insegnamenti organizzato su due filoni, necessari per conferire alle figure professionali la multidisciplinarietà che le contraddistingue (vedi infra il quadro capacità di applicare conoscenza).

Il primo filone è costituito da materie mirate all'analisi e al trattamento dei problemi tipici dell'ingegneria di produzione e della logistica. Il secondo filone, mediante insegnamenti tipici dell'ingegneria dell'informazione, fornisce le competenze necessarie per sfruttare il potenziale delle tecnologie ICT per il miglioramento dei processi.

Gli strumenti didattici impiegati variano a seconda delle caratteristiche e degli obiettivi attesi nei diversi ambiti e spaziano dalla lezione frontale, alle

dimostrazioni e esercitazioni in aula e/o in laboratorio, dai lavori di gruppo (project works) ai casi di studio. La valutazione delle conoscenze avviene generalmente tramite esami orali e/o scritti.

Il percorso si completa con una prova finale e un possibile tirocinio.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Nell'ambito della chimica e della fisica ci si prefigge di fornire gli strumenti per comprendere e interpretare i principali fenomeni chimici e fisici essenziali per le discipline ingegneristiche e le conoscenze di base riguardanti la struttura della materia, la classificazione degli elementi, l'elettrochimica e gli elementi di chimica organica ed inorganica, la cinematica, meccanica, termodinamica, ottica ed elettromagnetismo, nonché le principali metodologie di misura delle grandezze fisiche.

Nell'ambito matematico e statistico, le conoscenze da acquisire comprendono gli strumenti del calcolo differenziale, del calcolo integrale, dell'algebra lineare, le nozioni e gli strumenti di base della geometria analitica nel piano e nello spazio e del calcolo vettoriale, gli elementi di statistica descrittiva e inferenziale, i problemi di calcolo delle probabilità e le distribuzioni statistiche univariate e i principali modelli e metodi di ottimizzazione e valutazione multicriteri.

Nell'ambito della gestione dell'impresa, le conoscenze da acquisire riguardano l'analisi delle informazioni di bilancio, i report di contabilità industriale, nonché i principali indicatori macroeconomici, le politiche di gestione della produzione e gli strumenti per la pianificazione, nonché le nozioni di base sui processi di produzione per la trasformazione di materie prime e semilavorati metallici.

Nell'ambito dell'informatica, i risultati attesi riguardano la conoscenza della logica booleana, l'architettura degli elaboratori elettronici, le proprietà fondamentali dei linguaggi di programmazione, le principali metodologie di progettazione di basi di dati e le proprietà dell'algebra relazionale, le problematiche della produzione e dell'ingegneria del software relativamente al ciclo di vita e agli attributi di qualità dei sistemi informativi e il loro ruolo strategico nelle organizzazioni.

Nell'ambito dell'ingegneria elettrica, ci si prefigge di acquisire i fondamenti del calcolo dei circuiti elettrici e gli aspetti essenziali delle applicazioni elettriche in ambito industriale e la conoscenza degli aspetti economici e tariffari dell'energia elettrica.

Nell'ambito della cultura giuridica e socio-politica, si intendono fornire le conoscenze dei principi generali dell'ordinamento giuridico con particolare

riferimento ai settori del diritto privato più strettamente legati alle attività economiche e imprenditoriali.

Nell'ambito dei sistemi ICT, le conoscenze attese comprendono le principali tecniche di trasporto delle informazioni su reti telematiche, il funzionamento e l'architettura della rete Internet e delle reti radiomobili, approfondendo il tema dei protocolli di comunicazione, i fondamenti della programmazione ad oggetti e in Java, nonché la comprensione del ruolo strategico dei sistemi informativi nelle organizzazioni.

Nell'ambito dell'ingegneria meccanica, ci si prefigge di fornire agli studenti la conoscenza dei principi fisici ed i procedimenti matematici che consentono di determinare lo stato di sollecitazione e di deformazione dei solidi elastici in generale, con particolare applicazione alla risoluzione dei sistemi di travi isostatici e iperstatici, dei principali problemi attinenti agli impianti industriali e dei criteri di progettazione e gestione degli stessi.

Nell'ambito dell'ingegneria energetica, i risultati attesi riguardano la conoscenza delle basi, strumenti e metodologie per affrontare le problematiche energetiche e ambientali di un'azienda e la comprensione dei concetti fondamentali della termodinamica e delle principali tecnologie di conversione dell'energia.

Nell'ambito della logistica, le conoscenze da acquisire riguardano i principi di modellazione e gestione delle reti logistiche, le tecniche principali di previsione della domanda e le metodologie di gestione delle scorte.

Informatica e cinema

Il corso di laurea presenta un unico percorso di studi che fornisce agli studenti nozioni ingegneristiche di base ed un'approfondita conoscenza delle principali caratteristiche dei sistemi di elaborazioni delle informazioni, sia nelle componenti hardware sia nelle componenti software. In particolare, le conoscenze informatiche coprono i principi fondamentali dell'architettura dei calcolatori e dei sistemi di elaborazione, le problematiche relative al progetto e all'integrazione di sistemi hardware e software, con conoscenze approfondite dei sistemi operativi, dei linguaggi di programmazione, delle tecniche e dei metodi dell'ingegneria del software, dei principi e delle tecnologie per la modellazione, progettazione e gestione delle basi di dati.

Data la consistente presenza di allievi provenienti da altre nazioni, gli insegnamenti sono tenuti in italiano e in inglese. Oltre ad un percorso completo in una delle due lingue è anche possibile effettuare alcune scelte che permettono di inserire singoli insegnamenti in lingua inglese.

La competenza dell'ingegnere non si limita al sapere, ma include il saper applicare la conoscenza acquisita. Molti insegnamenti prevedono attività di laboratorio in cui hanno luogo attività sperimentali con uso di apparecchiature di tipo informatico (calcolatori) o elettronico (oscilloscopi, generatori di segnali, ecc.). Ai laboratori di informatica di base si affiancano laboratori avanzati incentrati sulla conoscenza e sulla gestione dei principali sistemi operativi (sia proprietari sia open-source) e di software applicativi largamente diffusi.

Obiettivi formativi

Analizzare, progettare e mantenere in esercizio sistemi informatici richiede una cultura scientifica ad ampio spettro sui principali settori dell'ingegneria dell'informazione (informatica, elettronica, automazione, telecomunicazioni) accompagnata da approfondite competenze metodologiche e tecnologiche dei principali settori specifici dell'informatica. Inoltre, la figura dell'ingegnere informatico necessita di una solida preparazione nelle scienze di base (matematica, fisica, chimica) per acquisire gli strumenti e le metodologie scientifiche che garantiscano la capacità di affrontare i problemi ingegneristici in modo rigoroso.

Il corso di laurea presenta un unico percorso di studi che fornisce agli studenti nozioni ingegneristiche di base ed un'approfondita conoscenza delle principali caratteristiche dei sistemi di elaborazione delle informazioni, sia nelle componenti hardware sia nelle componenti software. In particolare, le conoscenze informatiche coprono i principi fondamentali dell'architettura dei calcolatori e dei sistemi di elaborazione, le problematiche relative al progetto e all'integrazione di sistemi hardware e software, con conoscenze approfondite dei sistemi operativi, dei linguaggi di programmazione, delle tecniche e dei metodi dell'ingegneria del software, dei principi e delle tecnologie per la modellazione, progettazione e gestione delle basi di dati.

Il 1° anno, in comune tra tutti i corsi di ingegneria, è caratterizzato dalle discipline di base nell'ambito matematico, fisico, chimico e informatico ed è completato dalla lingua inglese. Il 2° anno prevede una base comune di conoscenze nel settore dell'Ingegneria dell'Informazione riguardanti l'elettrotecnica, l'elettronica, l'architettura dei sistemi di elaborazione, la programmazione avanzata, la progettazione e la gestione delle basi di dati, la programmazione ad oggetti, con il completamento della formazione di base nell'ambito della matematica e della fisica. Il 3° anno si concentra sui contenuti specialistici dell'Ingegneria Informatica, integrati con argomenti di elettronica, telecomunicazioni ed automazione. Vengono evidenziati gli

aspetti applicativi e di approfondimento propri dei sistemi di elaborazione delle informazioni prevedendo argomenti riguardanti aspetti teorici e pratici dei sistemi operativi e della progettazione delle reti di calcolatori. Durante il 3° anno lo studente può scegliere di seguire un tirocinio in azienda.

Data la consistente presenza di allievi provenienti da altre nazioni, gli insegnamenti sono tenuti in italiano e in inglese. Oltre ad un percorso completo in una delle due lingue è anche possibile effettuare alcune scelte che permettono di inserire singoli insegnamenti in lingua inglese.

La competenza dell'ingegnere non si limita al sapere, ma include il saper applicare la conoscenza acquisita. Molti insegnamenti prevedono attività di laboratorio in cui hanno luogo attività sperimentali con uso di apparecchiature di tipo informatico (calcolatori, sistemi embedded, sistemi di sviluppo hardware) o elettronico (oscilloscopi, generatori di segnali, ecc.). Ai laboratori di informatica di base si affiancano laboratori avanzati incentrati sulla conoscenza e sulla gestione dei principali sistemi operativi (sia proprietari sia open-source) e di software applicativi largamente diffusi. Sono previsti inoltre seminari e giornate di presentazione delle aziende del settore e visite ad alcune aziende. Conseguita la laurea di 1° livello l'ingegnere potrà inserirsi nel mondo del lavoro oppure proseguire gli studi con una Laurea magistrale. Il naturale proseguimento della laurea in Ingegneria Informatica è costituito dalla Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica (disponibile con percorsi in italiano e in inglese ed articolata su 7 orientamenti tematici) che permette di approfondire tematiche più avanzate.

Sbocchi occupazionali e professionali

L'Ingegneria Informatica è un settore dinamico in continuo movimento: venti anni fa social media come Facebook e Twitter, o dispositivi come smartphone e tablet erano semplicemente impensabili, mentre oggi sono parte integrante della nostra vita. L'era del Cloud Computing, della realtà virtuale e delle reti di sensori biometrici è appena iniziata. Guardando al futuro, a dieci anni da oggi, quali saranno le tecnologie che pervaderanno la nostra vita e quali saranno le idee che rivoluzioneranno l'uso di tali tecnologie a supporto del cittadino e della società?

In questo scenario in continua evoluzione, il corso di laurea in Ingegneria Informatica fornisce agli ingegneri delle nuove generazioni quelle basi e competenze per continuare a innovare il mondo dell'informazione rendendo le tecnologie sempre più pervasive e al servizio degli utenti.

Il corso di Ingegneria Informatica mira a formare ingegneri in grado di

interagire efficacemente con altre figure professionali sia nel campo dell'ingegneria che nel campo di altre discipline, al fine di formare sinergie che generino innovazione. A questo fine, corsi di natura teorica necessari per la formazione di solide basi ingegneristiche sono affiancati a corsi con attività pratiche di laboratorio che portano i futuri ingegneri a sperimentare sul campo la realizzazione di prototipi, progetti, video, strumenti e simulazioni. Considerata la natura eterogenea delle tecnologie informatiche nella nostra società la figura dell'Ingegnere Informatico si inserisce facilmente in un'ampia gamma di realtà industriali e aziendali.

Industrie di ogni settore (da quelle manifatturiere alle aziende operanti nel settore hi-tech), pubbliche amministrazioni, gestori di servizi, banche, società finanziarie e aziende commerciali, non possono oggi prescindere dalle competenze tecniche e organizzative di Ingegneri Informatici altamente specializzati.

Inoltre, la dinamicità delle tecnologie dell'informazione non pone limiti alle idee e al lancio di start-up e imprese innovative.

Il corso di laurea presenta un unico percorso formativo con l'obiettivo di preparare complessivamente l'ingegnere informatico ai diversi profili professionali

Il corso di laurea in Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di Comunicazione, unico nel panorama italiano ed europeo, mette insieme le competenze tecnologico-applicative, tipiche dell'Ingegneria, con aspetti legati al mondo della comunicazione e delle industrie culturali. L'obiettivo è la formazione di un professionista che sappia operare nell'area dei media rispondendo alle sfide di innovazione che caratterizzano le imprese e i nuovi contesti di produzione digitale.

La preparazione dei laureati è di tipo multidisciplinare: conoscenze derivate dal mondo delle scienze sociali, dei media, del cinema e del marketing trovano diretta applicazione e possibilità di sperimentazione grazie all'apprendimento degli strumenti tipici dell'ingegneria dell'informazione: linguaggi di programmazione, computer graphic, modellazione 3D, sound design. L'offerta didattica affronta il tema della comunicazione nei suoi diversi aspetti: dai linguaggi al contesto socioeconomico, dalle problematiche d'impresa alle infrastrutture tecnologiche, ai format in campo mediale e cinematografico, alle tecniche di analisi degli utenti.

Il laureato in Ingegneria del cinema e dei mezzi di comunicazione è in grado di:

pianificare le fasi di realizzazione di un prodotto multimediale e redigere un progetto di comunicazione (ad esempio per un sito web, un'applicazione per

mobile, per un format televisivo e cinematografico, per prodotti crossmediali, etc.); definire un piano di marketing, con particolare attenzione alle imprese del settore dei media e identificare le strategie di promozione per un prodotto audiovisivo (sia esso cinematografico o televisivo);

utilizzare i sistemi per la realizzazione di applicazioni di grafica 2D e 3D e di interfaccia utente, interagendo con i clienti per la definizione delle specifiche di realizzazione e per coordinare l'implementazione delle applicazioni di grafica 2D e 3D.

Il profilo formativo consente di lavorare nei settori della progettazione, ingegnerizzazione e produzione dei contenuti mediali in diversi comparti economici: cinema, televisione, web e multimedia. Attraverso la ormai consolidata prassi dei tirocini curriculari, inoltre, gli studenti hanno la possibilità di affacciarsi fin dai primi anni al mondo delle imprese, interfacciandosi con le oltre 80 aziende mediali e informatiche che collaborano con il Corso di Laurea.

Un rilievo particolare assumono alcune realtà imprenditoriali di primaria importanza che operano a livello nazionale e internazionale e con le quali il corso di laurea ha rapporti privilegiati per stages e progetti educational.

Il percorso formativo prevede materie di base comuni nei vari percorsi del settore dell'informazione ed è fortemente orientato alla multimedialità ed alla multidisciplinarietà, integrando nel programma insegnamenti dell'area tecnologica-scientifica-ingegneristica con le discipline della comunicazione, delle scienze economiche, letterarie, artistiche e sociali".

Analizzare, progettare e mantenere in esercizio sistemi informatici richiede una cultura scientifica ad ampio spettro sui principali settori dell'ingegneria dell'informazione (informatica, elettronica, automazione, telecomunicazioni) accompagnata da approfondite competenze metodologiche e tecnologiche dei principali settori specifici dell'informatica. Inoltre, la figura dell'ingegnere informatico necessita di una solida preparazione nelle scienze di base (matematica, fisica, chimica) per acquisire gli strumenti e le metodologie scientifiche che garantiscano la capacità di affrontare i problemi ingegneristici in modo rigoroso.

Il corso di laurea presenta un unico percorso di studi che fornisce agli studenti nozioni ingegneristiche di base ed un'approfondita conoscenza delle principali caratteristiche dei sistemi di elaborazione delle informazioni, sia nelle componenti hardware sia nelle componenti software. In particolare, le conoscenze informatiche coprono i principi fondamentali dell'architettura dei calcolatori e dei sistemi di elaborazione, le problematiche relative al

progetto e all'integrazione di sistemi hardware e software, con conoscenze approfondite dei sistemi operativi, dei linguaggi di programmazione, delle tecniche e dei metodi dell'ingegneria del software, dei principi e delle tecnologie per la modellazione, progettazione e gestione delle basi di dati.

Il 1° anno, in comune tra tutti i corsi di ingegneria, è caratterizzato dalle discipline di base nell'ambito matematico, fisico, chimico e informatico ed è completato dalla lingua inglese. Il 2° anno prevede una base comune di conoscenze nel settore dell'Ingegneria dell'Informazione riguardanti l'elettrotecnica, l'elettronica, l'architettura dei sistemi di elaborazione, la programmazione avanzata, la progettazione e la gestione delle basi di dati, la programmazione ad oggetti, con il completamento della formazione di base nell'ambito della matematica e della fisica. Il 3° anno si concentra sui contenuti specialistici dell'Ingegneria Informatica, integrati con argomenti di elettronica, telecomunicazioni ed automazione. Vengono evidenziati gli aspetti applicativi e di approfondimento propri dei sistemi di elaborazione delle informazioni prevedendo argomenti riguardanti aspetti teorici e pratici dei sistemi operativi e della progettazione delle reti di calcolatori. Durante il 3° anno lo studente può scegliere di seguire un tirocinio in azienda. Data la consistente presenza di allievi provenienti da altre nazioni, gli insegnamenti sono tenuti in italiano e in inglese. Oltre ad un percorso completo in una delle due lingue è anche possibile effettuare alcune scelte che permettono di inserire singoli insegnamenti in lingua inglese.

La competenza dell'ingegnere non si limita al sapere, ma include il saper applicare la conoscenza acquisita. Molti insegnamenti prevedono attività di laboratorio in cui hanno luogo attività sperimentali con uso di apparecchiature di tipo informatico (calcolatori, sistemi embedded, sistemi di sviluppo hardware) o elettronico (oscilloscopi, generatori di segnali, ecc.). Ai laboratori di informatica di base si affiancano laboratori avanzati incentrati sulla conoscenza e sulla gestione dei principali sistemi operativi (sia proprietari sia open-source) e di software applicativi largamente diffusi. Sono previsti inoltre seminari e giornate di presentazione delle aziende del settore e visite ad alcune aziende. Conseguita la laurea di 1° livello l'ingegnere potrà inserirsi nel mondo del lavoro oppure proseguire gli studi con una Laurea magistrale. Il naturale proseguimento della laurea in Ingegneria Informatica è costituito dalla Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica (disponibile con percorsi in italiano e in inglese ed articolata su 7 orientamenti tematici) che permette di approfondire tematiche più avanzate.

L'Ingegneria Informatica è un settore dinamico in continuo movimento:

venti anni fa social media come Facebook e Twitter, o dispositivi come smartphone e tablet erano semplicemente impensabili, mentre oggi sono parte integrante della nostra vita. L'era del Cloud Computing, della realtà virtuale e delle reti di sensori biometrici è appena iniziata. Guardando al futuro, a dieci anni da oggi, quali saranno le tecnologie che pervaderanno la nostra vita e quali saranno le idee che rivoluzioneranno l'uso di tali tecnologie a supporto del cittadino e della società? In questo scenario in continua evoluzione, il corso di laurea in Ingegneria Informatica fornisce agli ingegneri delle nuove generazioni quelle basi e competenze per continuare a innovare il mondo dell'informazione rendendo le tecnologie sempre più pervasive e al servizio degli utenti. Il corso di Ingegneria Informatica mira a formare ingegneri in grado di interagire efficacemente con altre figure professionali sia nel campo dell'ingegneria che nel campo di altre discipline, al fine di formare sinergie che generino innovazione. A questo fine, corsi di natura teorica necessari per la formazione di solide basi ingegneristiche sono affiancati a corsi con attività pratiche di laboratorio che portano i futuri ingegneri a sperimentare sul campo la realizzazione di prototipi, progetti, video, strumenti e simulazioni. Considerata la natura eterogenea delle tecnologie informatiche nella nostra società la figura dell'Ingegnere Informatico si inserisce facilmente in un'ampia gamma di realtà industriali e aziendali.

Industrie di ogni settore (da quelle manifatturiere alle aziende operanti nel settore hi-tech), pubbliche amministrazioni, gestori di servizi, banche, società finanziarie e aziende commerciali, non possono oggi prescindere dalle competenze tecniche e organizzative di Ingegneri Informatici altamente specializzati. Inoltre, la dinamicità delle tecnologie dell'informazione non pone limiti alle idee e al lancio di start-up e imprese innovative. Il corso di laurea presenta un unico percorso formativo con l'obiettivo di preparare complessivamente l'ingegnere informatico ai diversi profili professionali descritti nella tabella seguente. Si occupa principalmente dei sistemi e componenti hardware (quali ad esempio sistemi embedded, calcolatori elettronici, apparati di sistemi informativi).

Le principali funzioni svolte da un ingegnere informatico che si occupa di sistemi hardware sono:

- valutazione delle alternative nei processi di acquisizione di beni e servizi informatici,
- definizione di inventari dei sistemi informatici,
- progettazione di unità di elaborazione,
- gestione delle attività di sviluppo di componenti di sistema.

L'ingegnere informatico coniuga le conoscenze dei vari settori dell'ingegneria informatica. In particolare, mette in relazione ed integra le conoscenze di sistemi e componenti hardware, l'architettura dei calcolatori, la programmazione dei sistemi a microprocessori, i linguaggi di descrizione dell'hardware e le proprietà dei sistemi operativi. Questo al fine di:

- confrontare offerte di fornitori diversi, valutandole dal punto di vista tecnico,
- sovrintendere alla manutenzione di un sistema informatico,
- sovrintendere alla programmazione del firmware di sistema e dei driver dei componenti,
- progettare delle semplici unità di elaborazione per sistemi embedded.

Ingegnere che si occupa delle applicazioni software (ad esempio basi di dati, applicazioni gestionali, applicazioni web, ecc.).

Le principali funzioni svolte da un ingegnere informatico che si occupa di software applicativi e di sistema sono:

- produzione di documentazione di sistema,
- definizione delle specifiche dei requisiti,
- messa in produzione dei sistemi informatici,
- coordinamento delle attività di sviluppo.

L'ingegnere informatico applica le proprie conoscenze dei paradigmi di programmazione e le metodologie di programmazione ad oggetti, gli algoritmi e le strutture dati avanzate, la progettazione delle basi di dati ed i linguaggi di interrogazione e l'architettura dei sistemi operativi al fine di:

- acquisire competenza specifica su un programma applicativo,
- scrivere un manuale utente,
- interagire con i possibili clienti al fine di definire le specifiche di progetto del programma applicativo software e di sistema
- interagire con i responsabili della progettazione al fine verificare l'adeguatezza del prodotto applicativo rispetto alle specifiche di progetto ed eventualmente suggerire modifiche tali da migliorarlo,
- sovrintendere all'installazione e manutenzione di un programma applicativo
- coordinare i tecnici programmatori nello sviluppo di un programma applicativo software e di sistema.

Ingegnere che si occupa delle reti di calcolatori.

Le sue principali funzioni sono:

- analista / progettista di reti informatiche ed applicazioni di rete,
- sovrintendente alla realizzazione e manutenzione di reti informatiche.

L'ingegnere informatico che svolge la funzione di sistemista di reti di

calcolatori mette in pratica le conoscenze di base dei vari settori dell'ingegneria informatica in particolare quelle specifiche sulle tecnologie di rete (architetture, protocolli, linguaggi, hardware e software), al fine di:

- analizzare e progettare reti informatiche aziendali
- analizzare, sviluppare e progettare sistemi software che operano su reti internet (o intranet)
- interagire con i possibili clienti al fine di illustrare le caratteristiche tecniche della rete di calcolatori
- interagire con i responsabili della progettazione al fine verificare l'adeguatezza della rete di calcolatori rispetto alle specifiche di progetto ed eventualmente suggerire modifiche tali da migliorarla
- sovrintendere all'installazione e manutenzione di una rete di calcolatori.

Deve possedere le conoscenze di base dell'ingegneria informatica. Deve essere in grado di approfondire gli aspetti teorici e metodologici delle discipline dell'ingegneria informatica. Deve avere la capacità di affrontare aspetti innovativi e ad elevato contenuto metodologico e di svolgere attività di progettazione. Deve avere l'abilità di analizzare un ampio spettro di situazioni e problemi applicando le conoscenze generali del campo ICT.

Deve essere in grado di identificare le informazioni mancanti per risolvere problemi specifici e conoscere i metodi per acquisire tali informazioni. Deve essere in grado di lavorare autonomamente e di gestire progetti. Deve essere in grado di comunicare, direttamente o tramite i documenti e i mezzi più appropriati, informazioni di tipo tecnico anche a persone al di fuori del settore ICT.

Matematica

PRESENTAZIONE

Si tratta di un corso di studi innovativo perché supera la divisione tra il settore delle scienze matematiche di base e quello delle scienze ingegneristiche. Il percorso formativo è unico e fortemente interdisciplinare.

Il corso è su tre aree di apprendimento:

fondamenti scientifici e metodologico-operativi della matematica di base;
metodi matematici ed informatici (calcolo scientifico, modelli matematici, trattamento statistico dei dati);
base ingegneristica.

Il corso di Laurea in Matematica per l'Ingegneria si pone come obiettivi formativi un'adeguata conoscenza del metodo scientifico, la capacità di costruire dimostrazioni rigorose e la capacità di formulare in termini

matematici e risolvere problemi di natura ingegneristica. Durante la formazione, lo studente acquisisce consapevolezza dei fattori tecnici, scientifici, economici e sociali delle scelte tecnologiche. L'autonomia di giudizio viene consolidata promuovendo l'attitudine al "problem solving".

Il laureato in Matematica per l'Ingegneria è un professionista in grado identificare il modello matematico più adeguato al trattamento di processi industriali e fenomeni naturali, gestendo, organizzando e analizzando dati, elaborando esperimenti e/o applicando metodologie matematico/informatiche per comprendere e risolvere il problema.

La prosecuzione naturale di questo percorso di studi è rappresentata dal corso di Laurea Magistrale di Ingegneria Matematica.

Gli sbocchi occupazionali sono società di produzione di beni industriali, banche ed assicurazioni, aziende informatiche e società di ingegneria specializzate nella simulazione.

Obiettivi formativi

Il percorso formativo è unico (senza indirizzi nè orientamenti) pur permettendo qualche scelta sulle materie ingegneristiche cui applicare le conoscenze matematiche acquisite negli altri corsi.

Questa connotazione interdisciplinare è messa in evidenza dalla forte interconnessione tra le seguenti tre aree tematiche:

- La base scientifica, contenente i fondamenti scientifici e gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle scienze di base (fisica, chimica ed informatica). I relativi insegnamenti sono collocati nella prima metà del percorso formativo (primo anno e primo semestre del secondo anno) e sono in comune agli altri corsi di laurea di Ingegneria.
- I metodi matematici ed informatici, sempre con un'attenzione particolare alle loro applicazioni ai problemi dell'Ingegneria. Verranno introdotte le problematiche del calcolo scientifico e della formulazione di modelli matematici, del loro studio analitico, del determinismo e della stocasticità e del trattamento statistico dei dati e dei risultati.
- La base ingegneristica che rappresenta l'humus su cui seminare le conoscenze matematiche acquisite.

I relativi insegnamenti permetteranno di acquisire il know-how indispensabile per comprendere il problema ingegneristico e poterlo tradurre in termini matematici e numerici. In questo modo sarà possibile dedurre il modello matematico relativo allo specifico problema applicativo, identificare il metodo numerico e/o statistico opportuno per la simulazione e/o l'analisi dei dati e dare una rappresentazione del risultato che sia

intellegibile anche a persone non esperte delle tecniche matematiche soggiacenti. L'attenzione posta ad aspetti di ottimizzazione e ricerca operativa consentono di applicare metodi matematici per ottenere soluzioni ottimizzate di problemi ingegneristici e decisionali.

Fanno parte degli obiettivi formativi un'adeguata conoscenza del metodo scientifico e la padronanza delle metodologie fisiche e informatiche, la capacità di costruire dimostrazioni rigorose sulla falsa riga di dimostrazioni note, la capacità di tradurre in termini matematici problemi formulati in linguaggio comune e trarne vantaggio per proporre adeguate soluzioni.

Sbocchi occupazionali e professionali

Il matematico applicato è un professionista in grado di dare adeguato trattamento matematico ai problemi dell'Ingegneria, utilizzando metodologie offerte, in generale, dai vari settori della matematica e, in particolare, dal trattamento modellistico, analitico e numerico delle equazioni differenziali.

Le principali funzioni svolte da un matematico applicato sono:

- identificazione del modello matematico più opportuno per il fenomeno fisico o il processo tecnologico di interesse sulla base dell'analisi e della comprensione del problema specifico;
- analisi del modello matematico per la risoluzione del problema applicativo di interesse.
- simulazione e ottimizzazione del modello matematico attraverso metodologie numeriche e uso di software scientifico opportuno.

Il matematico applicato coniuga le conoscenze di base matematiche, scientifiche, informatiche ed ingegneristiche. In particolare, mette in relazione ed integra le conoscenze di analisi matematica, geometria, algebra lineare, calcolo numerico e scientifico, fisica matematica, informatica, probabilità e statistica. Questo al fine di:

- analizzare e confrontare modelli matematici diversi per il problema di interesse, valutandone accuratezza, capacità predittiva e complessità;
- utilizzare o sviluppare software scientifico per la simulazione numerica dei modelli matematici;
- proporre e implementare

Lo statistico è un ricercatore che può affiancare uno studioso sostantivo (ingegnere, medico, biologo, economista) nella conduzione e nella analisi di esperimenti in laboratorio, di ricerche di tipo osservazionale e di analisi di insiemi di dati. E' un valido assistente per il governo di una impresa industriale, commerciale o di ricerca.

Le principali funzioni svolte da uno statistico sono:

- Gestione e organizzazione di insiemi di dati
- Analisi di insiemi di dati per trarne conclusioni descrittive o inferenziali utili per l'impresa.
- Costruzione di basi di dati necessarie tramite esperimenti pianificati, sondaggi, ricerche di mercato o navigazione del cyberspazio.

Lo statistico coniuga le conoscenze di base matematiche, statistiche, informatiche ed ingegneristiche. In particolare, mette in relazione ed integra le conoscenze di probabilità, statistica, analisi matematica, geometria, algebra lineare, calcolo numerico e scientifico, informatica. Questo al fine di:

- analizzare e confrontare modelli matematico-statistico diversi per l'insieme di dati di interesse, valutandone accuratezza, capacità predittiva e complessità;
- utilizzare o sviluppare software scientifico per l'analisi, l'inferenza statistica, l'apprendimento e la visualizzazione di set di dati;
- acquisire e organizzare basi di dati utili alla risoluzione del problema specifico.

Attitudine agli studi avanzati. Conoscenze approfondite delle principali metodologie di matematica applicata, analisi complessa e funzionale, metodi numerici, probabilità, statistica e linguaggi di programmazione. Conoscenza dei fondamenti di alcune discipline ingegneristiche di base tra cui almeno una tra Basi di Dati, Fondamenti di Meccanica Strutturale o di Fisica dei Sistemi Complessi.

Possibilità di inserire, tra i crediti a scelta del terzo anno, a seconda degli interessi, un corso contenente nozioni di Termodinamica Applicata o Sperimentazione di Tecnologie Energetiche o Economia e Organizzazione Aziendale o Imprenditorialità e Innovazione o Programmazione a Oggetti. Abilità a formulare i problemi in termini matematici. Eccellenti capacità linguistiche. Capacità di analisi e sintesi, abilità comunicative. Apertura di vedute e agilità mentale, capacità di trasmettere la conoscenza, atteggiamento critico.

Conoscenza e capacità di comprensione

Il corso di laurea è strutturato secondo tre aree di apprendimento. La prima è relativa alla formazione scientifica di base matematica, chimica e fisica, la seconda riguarda la formazione matematica ed informatica, la terza riguarda la formazione di base ingegneristica.

Per quanto riguarda l'area di apprendimento delle scienze di base, gli insegnamenti forniscono la conoscenza e la capacità di comprensione dei

metodi matematici e dei fenomeni fisici e chimici essenziali per le discipline ingegneristiche. Essi costituiscono la cerniera tra l'insegnamento della scuola media superiore e l'insegnamento universitario.

Per quanto riguarda l'area di apprendimento delle metodologie matematiche e informatiche, gli insegnamenti forniscono la conoscenza e la capacità di comprensione dei metodi matematici più idonei a trovare applicazione nel mondo dell'Ingegneria. In particolare, si introducono le metodologie base del calcolo scientifico, della formulazione di modelli matematici e del trattamento statistico dei dati.

Per quanto riguarda l'area di apprendimento delle discipline dell'Ingegneria, gli insegnamenti forniscono i fondamenti di alcune discipline ingegneristiche in modo che lo studente sia capace di comprendere i problemi ingegneristici e abbia le conoscenze fondamentali per descrivere i fenomeni in termini matematici e numerici. In questo modo lo studente avrà tutte le conoscenze per identificare, relativamente allo specifico problema applicativo, il modello matematico e il metodo numerico e/o statistico opportuno per la simulazione e/o l'analisi dei dati.

L'acquisizione di conoscenza e capacità di comprensione della lingua inglese avviene nelle quattro abilità comunicative principali (produzione verbale e scritta, ascolto, lettura) finalizzate al raggiungimento del livello B2, come definito dal Quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue (QCER).

Modalità didattiche

Le conoscenze e le capacità vengono acquisite dagli studenti attraverso lezioni frontali, esercitazioni in aula e in laboratori informatici. In alcuni insegnamenti sono previste attività condotte in modo autonomo da ciascuno studente o da gruppi di lavoro, secondo modalità indicate dai docenti. Ogni insegnamento indica quanti crediti sono riservati a ciascuna modalità didattica.

Modalità di accertamento

L'accertamento delle conoscenze e della capacità di comprensione avviene tramite esami scritti e orali, che possono comprendere test a risposte chiuse, esercizi di tipo algebrico o numerico, quesiti relativi agli aspetti teorici e esercizi di modellizzazione o programmazione.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Ci si attende che un laureato triennale in Matematica per l'Ingegneria abbia acquisito le capacità di:

- comprendere e utilizzare descrizioni e modelli matematici di situazioni

concrete di interesse scientifico o economico;

- lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.

Gli strumenti didattici per fornire tali capacità applicative sono prevalentemente basati su esercitazioni in aula o in laboratorio, prevalentemente informatico, individuali o in piccoli gruppi, con impiego di software dedicato e con successiva rielaborazione autonoma da parte dello studente.

La verifica delle capacità applicative avviene durante esami scritti e orali e attraverso la valutazione di documentazione riferita all'attività di laboratorio.

Meccanica, aerospaziale e autoveicolo

Presentazione

Storicamente il corso di studi in Ingegneria Meccanica ha sempre fornito una solida preparazione tecnico-scientifica che ha permesso ai laureati di contribuire fattivamente allo sviluppo industriale e tecnologico del paese con una notevole capacità di adattamento a vari contesti del mondo del lavoro, divenendo anche il trampolino di lancio per futuri quadri dirigenti con ampie professionalità tecnico-organizzative.

Obiettivi formativi

Il Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica forma un professionista con una solida preparazione tecnica di base negli ambiti culturali propri dell'ingegneria industriale e dotato delle competenze specifiche nell'ambito meccanico, privilegiando le conoscenze di base e gli aspetti metodologici.

Nel dettaglio gli obiettivi formativi specifici sono:

conoscenza delle basi fisiche e chimiche e degli strumenti matematici ed informatici utili per le applicazioni ingegneristiche;

conoscenza delle basi tecniche e delle metodologie utilizzate nell'ambito dell'ingegneria industriale;

conoscenze, e capacità di buon livello, nei settori specifici dell'ingegneria meccanica: materiali, metodologie di progettazione, termo fluidodinamica, macchine a fluido e termiche, tecnologie di produzione, impianti industriali e relativi servizi tecnici;

capacità di operare in autonomia e di lavorare in modo efficace in gruppi di lavoro, anche interdisciplinari;

capacità di interfacciarsi, con proprietà di linguaggio tecnico e conoscenza

dei concetti di base, con specialisti di altri settori dell'ingegneria; capacità di confrontarsi col cambiamento supportato da una forte propensione all'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze e in grado di adattarsi alle varie situazioni industriali.

Il raggiungimento di questi obiettivi permetterà al laureato sia la prosecuzione degli studi, con una adeguata preparazione, sia un rapido inserimento nel mondo del lavoro grazie alle capacità di aggiornamento e di adattamento e alle svariate esigenze professionali derivante dalle competenze culturali e metodologiche acquisite.

I laureati in Ingegneria Meccanica hanno una vasta gamma di opportunità occupazionali, con diverse funzioni, principalmente nelle:

industrie che progettano e producono componenti e sistemi meccanici ed elettromeccanici;

industrie di trasformazione e manifatturiere che si avvalgono di sistemi di produzione meccanici, metallurgici ed elettromeccanici;

aziende ed enti per la conversione dell'energia;

imprese impiantistiche;

società di servizio e di consulenza industriale;

enti pubblici in funzioni di tipo tecnico.

Spirito di avventura, esplorazione e scoperta unito ai risultati dell'ingegneria classica nella sua accezione più elevata: la creazione di macchine straordinarie e il controllo di sistemi di incredibile complessità. Sono questi gli ingredienti che conferiscono un fascino tutto particolare agli studi in Ingegneria Aerospaziale. Certo non tutti gli ingegneri aerospaziali arrivano a progettare un velivolo innovativo o a partecipare all'impresa entusiasmante della discesa di una sonda interplanetaria su un pianeta lontano. Ma è indubbio che questa laurea apre la strada verso ambienti ingegneristici "di frontiera", dove si pongono le basi più avanzate delle nuove tecnologie. Per fare solo qualche esempio, nell'ambito dell'ingegneria aeronautica e spaziale si applicano e perfezionano le filosofie della progettazione multidisciplinare, ci si confronta con i temi della sicurezza e dell'affidabilità, si studia e si sperimenta la gestione dei sistemi più complessi. Il Politecnico di Torino, in particolare, ti propone una formazione fortemente ispirata a modelli internazionali, per prepararti ad affrontare la realtà europea e mondiale, dove moltissimi ingegneri aerospaziali laureati a Torino hanno trovato il loro impiego.

Dall'inizio del ventesimo secolo ad oggi il settore aerospaziale ha sempre richiesto una forza lavoro di elevata qualificazione e fortemente incline

all'innovazione. Ciò è vero oggi più che mai: le sfide poste dalla competizione sul mercato globale e la crescente complessità richiesta a sistemi e strutture al fine di soddisfare le esigenze della clientela internazionale (le grandi compagnie di trasporto aereo, le agenzie spaziali ...) impongono livelli di integrazione di sistema sempre più alti. Implicazioni ambientali, nonché quelle legate agli emergenti concetti dello sviluppo sostenibile, rafforzano ulteriormente questo processo. Nei decenni trascorsi l'aerospazio si è caratterizzato come il settore industriale dei paesi sviluppati caratterizzato dalla maggiore intensità di ricerca. In certe imprese il livello degli investimenti a ciò finalizzati arriva al 30% dei ricavi globali, una percentuale assai più alta che in altri settori high-tech. Per l'industria aerospaziale europea da ciò discende la necessità di reperire continuamente giovani ingegneri motivati e dotati di talento, da arruolare non solo su scala nazionale, bensì europea e mondiale, e spesso contesi tra le varie compagnie dopo pochissimi anni di esperienza lavorativa. Tale competizione per i migliori ingegneri si estende anche a settori industriali contigui, come quelli automobilistico, meccanico, energetico e perfino elettronico - informatico. Molti studenti che scelgono gli studi aerospaziali, infatti, trovano poi impiego in questi altri settori grazie alle particolari conoscenze scientifiche e capacità tecniche acquisite che, per quanto finalizzate all'aerospazio, sono sempre più ricercate anche al di fuori di esso. Nell'ultimo decennio l'industria aerospaziale europea ha occupato mediamente oltre 350.000 impiegati, con un buon 10% occupato in Italia. Se da un lato questi numeri evidenziano un'apprezzabile posizione europea per l'Italia, essi indicano anche che lo scenario di riferimento per un futuro impiego non può essere soltanto quello nazionale. Ciò anche perché le imprese a cui tali livelli di occupazione si riferiscono sono nella maggior parte dei casi le stesse nei diversi paesi o in quanto effettivamente trans-nazionali (come EADS ed Airbus), o in quanto joint-ventures (come Thales Alenia Space e Alcatel, Agusta e Westland, KLM e Air France...) o, infine, grazie a collaborazioni su specifici progetti (Alenia Aermacchi - Boeing e molti altri).

Il consolidamento dell'industria aerospaziale e il relativo incremento di produttività per impiegato hanno prodotto un aumento del turnover che, per quanto riguarda la sola ricerca e sviluppo (RD), ha raggiunto negli anni scorsi un valore medio del 14,5%. Si tratta di una percentuale alta, che dimostra l'eccellenza del settore nel campo delle tecnologie avanzate. In pratica, col 19% di tutti gli impiegati che lavorano in RD ed il 29% in possesso di un diploma universitario od equivalente, il mondo aerospaziale è

senz'altro in prima linea nell'impiego dei giovani laureati. A ciò occorre aggiungere che, accanto ai cosiddetti key players (le grandi imprese, agenzie e compagnie di trasporto) il settore aerospaziale comprende un imponente indotto composto da fornitori, consulenti..., per cui i numeri di addetti sopra citati possono agevolmente raddoppiarsi. Né vanno trascurati i centri di ricerca europei sia nazionali che internazionali e, più in generale, l'intera comunità scientifica che, interagendo frequentemente con il modo aerospaziale, dipendono pure essi dalla disponibilità di personale altamente qualificato in questo settore. In conclusione, immaginando un periodo medio di attività di 30 anni per ogni impiegato, un semplice calcolo conduce ad un'esigenza di sostituzione annuale pari ad oltre 2600 esperti in RS nelle sole imprese aerospaziali più importanti, la maggior parte dei quali ingegneri. È vero che non tutti costoro sono ingegneri aerospaziali (il settore necessita anche di altre specializzazioni), ma ciò è più che compensato dalla richiesta di questi negli altri settori. Sull'entità di tale richiesta basta considerare che importanti istituzioni universitarie europee, con formazioni specificatamente indirizzate all'industria aerospaziale e collocate in regioni assolutamente strategiche per quest'ultima (e quindi particolarmente agevolate nel piazzare i loro laureati entro di essa), vedono regolarmente attrarre oltre la metà dei loro ingegneri da settori esterni a quello di riferimento. Alcuni tra gli studenti più intraprendenti iscritti al primo ciclo del corso di studio in Ingegneria dell'Autoveicolo avevano deciso di partecipare alla competizione tra università organizzata dalla SAE (Society of Automotive Engineers). Scopo del gioco: progettare e produrre un'auto da corsa che deve superare diverse prove, dal design all'efficienza ingegneristica. Da allora le nostre 46 sono già sette e gareggiano annualmente in tre dei principali autodromi mondiali in cui la Formula SAE ha luogo: Silverstone (UK), Hockenheim (Germany), Varano (Italy), ottenendo sempre ottimi risultati. Le vetture progettate con i software più evoluti Catia, Autocad, Hypermesh e Matlab tra i principali, e prodotte con materiali innovativi e prestazionali, dal telaio in traliccio di acciaio al cromo-molibdeno agli scarichi in titanio sinterizzato con trattamento ceramico superficiale, ai rivestimenti in carbonio e carbon kevlar rendono la nostra vettura altamente competitiva anche grazie alla notevole riduzione di peso che l'utilizzo di questi componenti consente.

Gli studi sui trend del settore automotive evidenziano come l'inasprimento delle normative sui consumi e sulle emissioni dei veicoli ha indotto le aziende del settore a un profondo ripensamento del veicolo. Durante gli ultimi anni si osserva una netta tendenza all'elettrificazione tanto che i

veicoli dei prossimi anni saranno per la maggior parte ibridi o elettrici. Un'altra recente tendenza è legata alla componente elettronico-informatica. La disponibilità di una connettività veloce permessa dalle reti 5G, di sistemi di sensori di bordo e di capacità di elaborazione sempre più potenti, renderà il veicolo del prossimo futuro connesso e autonomo. Inoltre i temi della manifattura additiva e dell'industria 4.0 stanno d'altro canto portando ad un radicale ripensamento dei processi produttivi. Negli ultimi anni, quindi, l'industria dell'auto si sta muovendo dando forti priorità a queste tematiche chiedendo all'Università ingegneri di prodotto e di processo capaci di confrontarsi con sistemi caratterizzati da tutte queste tematiche fortemente interdisciplinari. L'offerta formativa della laurea in Automotive Engineering risulta quindi in linea con queste richieste. Gli insegnamenti previsti nel piano di studi sono focalizzati a fornire conoscenze di base interdisciplinari sulla meccanica, i motori termici, i motori elettrici, l'elettronica di potenza e di controllo, le tecnologie di produzione.

Inoltre, risultano essere molto positive le ricadute formative che nascono dal coinvolgimento degli studenti della Laurea nei team studenteschi. La possibilità di applicare le conoscenze acquisite a casi reali crea una forte motivazione negli studenti.

Gli obiettivi formativi specifici che si intendono fornire sono:

- competenza a livello di sistema del veicolo, dei suoi sottosistemi principali e della sua produzione, ovvero: conoscenze di base su
- sistemi elettrici per l'autoveicolo
- prestazioni del veicolo e suoi componenti principali.
- processi produttivi e di assemblaggio
- controlli e loro applicazione
- macchine elettriche.
- capacità di applicare le conoscenze acquisite nell'ambito della progettazione di parti di componenti automotive.
- capacità di lavorare in team interdisciplinari.

Il percorso formativo prevede il primo anno comune a tutti i corsi dell'ingegneria. La prima metà del secondo anno è caratterizzata da corsi di base dell'ingegneria (disegno, fisica ed analisi matematica avanzati), successivamente vengono erogati i corsi di base delle materie specifiche del settore (meccanica applicata, scienza dei materiali, elettrotecnica ed elettronica). Al terzo anno, gli insegnamenti proposti risultano maggiormente specifici e riguardano la costruzione di macchine, le tecnologie di produzione, le macchine termiche ed elettriche ed i controlli automatici.

Il corso di laurea in Ingegneria dell'Autoveicolo/Automotive engineering è impostato con l'obiettivo di fornire le competenze sulle materie di base e dare i fondamenti per la comprensione di sistemi autoveicolistici integrati. Queste conoscenze di base costituiscono il presupposto per proseguire gli studi nell'ambito della Laurea Magistrale in Automotive Engineering. Benché non sia espressamente concepito per dare uno sbocco occupazionale diretto, il laureato in ingegneria dell'autoveicolo può trovare sbocchi professionali come progettista di sottosistemi e componenti o come ingegnere di processo. Questo tipo di sbocco riguarda soprattutto piccole e medie imprese.

Progettista di parti di componenti dei seguenti sistemi (per veicoli con propulsione convenzionale, ibrida, elettrica):

- Motopropulsione
- Sospensione, sterzo, sistema di frenatura
- Carrozzeria

o parti di componenti degli interni di un veicolo

COMPETENZE ASSOCIATE ALLA FUNZIONE:

Modellistica e comportamento strutturale di componenti di meccanica e di carrozzeria.

Progettazione di parti di componenti facenti parte di:

- trasmissioni (convenzionali, ibride ed elettriche) e dei loro sottosistemi
- carrozzeria.

SBOCCHI PROFESSIONALI:

Componentisti automotive e aziende fornitrici.

Industria metalmeccanica.

Definizione del processo produttivo di parti di componenti dei principali sottosistemi del veicolo.

Verifica dei processi produttivi sotto il profilo funzionale ed economico.

Definizione delle attrezzature di produzione.

Controllo di qualità della produzione.

Ricerca di soluzioni per l'ottimizzazione del processo produttivo (riduzione dei consumi di energia, delle emissioni inquinanti) Interfaccia con le aziende fornitrici di macchine utensili e di prodotti semilavorati per l'approvvigionamento e la valutazione delle possibilità offerte per l'ottimizzazione dei processi produttivi.

Logistica di supporto alla produzione.

COMPETENZE ASSOCIATE ALLA FUNZIONE:

Tecnologie di lavorazione.

Analisi qualità del prodotto e del processo.

Gestione dei sistemi di movimentazione e dei magazzini

Analisi dei costi e del valore dei prodotti

Analisi della logistica di impianto

SBOCCHI PROFESSIONALI:

Componentisti automotive e aziende fornitrici.

Industria metalmeccanica.

Costruttori di macchine e di impianti di lavorazione per l'industria automotive.

Deve possedere le conoscenze di base riguardanti la matematica, la fisica, la meccanica, le macchine, i materiali e il loro comportamento meccanico, l'elettrotecnica, l'elettronica, le macchine elettriche, i controlli automatici, le tecnologie di fabbricazione, la costruzione e il disegno di macchine, il comportamento di veicoli e dei suoi componenti base.

Deve essere in grado di identificare le informazioni mancanti per risolvere problemi specifici e conoscere i metodi per acquisire tali informazioni.

Deve essere in grado di lavorare autonomamente e di gestire progetti.

Deve essere in grado di comunicare, direttamente o tramite i documenti e i mezzi più appropriati

Il percorso formativo prevede una adeguata preparazione di base, impostata su discipline appartenenti agli ambiti della matematica, della fisica, della chimica, dell'informatica e del disegno, e una grande attenzione alle discipline fondamentali dell'ingegneria industriale che riguardano la meccanica, le macchine, i materiali e il loro comportamento meccanico, l'elettrotecnica, l'elettronica, le tecnologie di fabbricazione, la costruzione e disegno di macchine. In questo modo, anche grazie a visite a impianti e laboratori, gli studenti possono percepire fin da subito la complessità degli studi che dovranno affrontare e la complessità del sistema in cui si troveranno a operare una volta inseriti nel mondo del lavoro.

I risultati di apprendimento in termini di conoscenze sono in primo luogo quelli qualificanti della classe di laurea che, per il corso di studio in Ingegneria dell'Autoveicolo, è quella dell'Ingegneria Industriale. Essi sono stati definiti tenendo conto delle esigenze formative individuate e del livello di preparazione degli allievi all'atto dell'immatricolazione. Sono stati inoltre puntualmente definiti sia gli obiettivi di ciascun modulo sia, nell'ambito di ogni modulo, quelli delle lezioni, delle esercitazioni e dei laboratori.

I risultati di apprendimento attesi consistono nell'acquisizione di:

- una conoscenza adeguata degli aspetti metodologico-operativi delle discipline di base: matematica, informatica, fisica e chimica;
- una conoscenza adeguata degli aspetti metodologico-operativi negli ambiti disciplinari caratterizzanti l'ingegneria industriale e in particolare le ingegnerie meccanica, energetica, gestionale, dei materiali e quindi una solida preparazione tecnico scientifica generale, estesa a tutto lo spettro di conoscenze utili per collaborare all'impostazione di progetti tecnici e alla ricerca applicata in campo autoveicolistico. Queste conoscenze concernono il disegno assistito, la meccanica, la scienza e la tecnologia dei materiali, gli elementi di base di elettrotecnica e di elettronica, le tecnologie e i sistemi di fabbricazione, le macchine e la costruzione di macchine.
- una moderna formazione tecnologica e organizzativa orientata allo sviluppo dei prodotti e alla gestione di processi industriali e commerciali, comprensiva di conoscenze sulle norme e sulla legislazione.
- ulteriori conoscenze affini o integrative su argomenti concernenti l'autoveicolo, al fine di poter sia utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi, sia condurre esperimenti e analizzarne e interpretarne i dati;
- conoscenze finalizzate all'inserimento dei laureati nel mondo del lavoro, in primo luogo la conoscenza, a livello elevato, della lingua inglese e poi la conoscenza dei contesti aziendali e della cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi e la conoscenza degli strumenti informatici.

Politecnico di Milano

Aerospaziale

Presentazione generale del Corso di Studio

La mobilità del futuro

La mobilità e i servizi ad essa connessi rappresentano un elemento centrale dell'attuale contesto socio-economico. La mobilità infatti è alla base delle relazioni umane e delle connessioni sociali e facilita l'accesso a beni e servizi, tra cui il commercio, il lavoro, la salute, la cultura e l'educazione. In un quadro post-pandemico, le previsioni mostrano che le richieste in termini di mobilità via terra, aria e mare cresceranno rispetto al passato e riguarderanno in particolare aspetti legati all'efficienza, alla velocità, alla

connettività e all'accessibilità dei mezzi di trasporto. L'innovazione tecnologica è essenziale nel definire come e quale sarà la mobilità del futuro. Le nuove frontiere della tecnologia (si pensi, a titolo d'esempio, ai dispositivi autonomi, all'intelligenza artificiale o ai materiali ultraleggeri) possono costituire delle importanti opportunità di trasformazione del sistema mobilità nel suo complesso, creando nuovi modelli di business e nuovi servizi.

Il settore del trasporto aereo, nella sua accezione più generale, è da sempre un settore ad altissimo contenuto tecnologico, spesso di frontiera, capace nello stesso tempo di confrontarsi con le problematiche della affidabilità e della sicurezza gestite attraverso processi di certificazione consolidati. L'industria aeronautica può quindi occupare una posizione ideale e privilegiata nel supportare l'innovazione e i suoi potenziali impatti sulla mobilità dei prossimi decenni. Tale ruolo pone delle sfide importanti, in particolare per quanto riguarda modelli di crescita che siano responsabili e quindi sostenibili. La crescita del settore potrà essere positivamente sostenuta da approcci specifici e mirate soluzioni tecnologiche e richiederà un notevole incremento di figure professionali specializzate di elevata qualificazione.

La Space Economy

Le tecnologie spaziali e i dati/servizi basati su di esse sono diventati ormai parte integrante e irrinunciabile dell'economia moderna e della società globale. Gli esempi più significativi riguardano le trasmissioni televisive, la navigazione in auto, le previsioni meteorologiche, la gestione dell'attività agricola e la fornitura di tempistica accurata per le transazioni elettroniche. Grazie alla loro capacità di fornire una copertura globale, i servizi satellitari svolgono un ruolo chiave nel monitoraggio del clima globale, nella gestione delle catastrofi naturali e nelle attività di sicurezza e di difesa.

In Europa, gli enti istituzionali e governativi rimangono tuttora i principali attori del settore. Essi svolgono il ruolo sia di promotori che di fruitori dell'innovazione tecnologica in campo spaziale e i centri di ricerca spaziale delle nazioni fanno da ponte dalla ricerca fondamentale verso la maturazione delle tecnologie. Tradizionalmente, lo sviluppo del settore è sempre stato sostenuto con finanziamenti e iniziative di tipo pubblico.

Negli ultimi anni si sta tuttavia verificando un cambiamento di paradigma grazie alle nuove tecnologie e ai nuovi processi (robotizzazione, intelligenza artificiale, miniaturizzazione, ...), ai nuovi attori commerciali che modificano i cicli classici degli operatori storici, e agli usi innovativi di

collegamenti satellitari e dati staccati dal settore spaziale tradizionale. Recentemente, sia negli Stati Uniti che in Europa, nuove aziende private hanno fatto il loro ingresso nel settore spaziale, portando una nuova fonte di innovazione basata su nuovi modelli di business e tecnologie dirompenti, e la promozione e l'adozione di metodi di produzione di massa e di tecnologie e componenti tipiche di industrie non del campo spaziale. Si tratta del fenomeno noto come "New Space Economy". Questo cambiamento di paradigma è ulteriormente rafforzato dall'ingresso nel settore spaziale di attori commerciali della internet economy, che promuovono fortemente l'utilizzo di software e tecniche di intelligenza artificiale. Di conseguenza, il tasso e il rateo di innovazione nel settore sono notevolmente aumentati e i costi standard in molte aree sono stati significativamente ridotti. L'approccio conduce ad una transizione dallo sviluppo e produzione di un pezzo unico o di bassi volumi – prassi standard nel settore spaziale – verso lo sfruttamento dei vantaggi delle attuali tecnologie di produzione di massa, con il conseguente sveltimento dei tempi di sviluppo e consistente abbassamento dei costi di produzione. In tale contesto, la capacità di mantenere adeguati livelli di sicurezza e affidabilità costituirà uno dei fattori determinanti per la futura competitività.

L'evoluzione dell'offerta formativa

L'importante presenza di industrie aeronautiche in Lombardia ha determinato, traendone poi impulso e forza, la diffusione di una mentalità e di una cultura aeronautica che hanno costituito l'humus naturale per l'insediamento presso il Politecnico di Milano di una scuola di ingegneria aeronautica. Dopo l'introduzione di un primo corso a carattere aviatorio nel 1909 ed una presenza minore ma qualificata sino al secondo dopoguerra, i primi laureati della sezione aeronautica del Corso di Studi di Ingegneria Meccanica sono del 1952. Di poco posteriore è la nascita ufficiale del Corso di Laurea in Ingegneria Aeronautica, poi divenuto Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale a seguito dell'inserimento nel percorso formativo di specifiche conoscenze e competenze nell'area spaziale, in risposta alle esigenze emergenti del settore. La modifica dell'ordinamento degli studi universitari ha infine costretto a riprogettare l'offerta didattica, differenziando il percorso in una Laurea di primo livello in Ingegneria Aerospaziale della durata di tre anni e due Lauree Magistrali distinte della durata di due anni, una in Ingegneria Aeronautica e una in Ingegneria Spaziale. L'attuale offerta formativa in ambito aerospaziale del Politecnico di Milano rappresenta quindi l'evoluzione di un percorso storico, che

prevede anche un terzo ciclo di formazione costituito dal Dottorato di Ricerca in Ingegneria Aerospaziale. I diversi corsi di studio rappresentano ormai una realtà ben consolidata nel panorama nazionale ed europeo dell'offerta formativa nel campo aerospaziale.

L'esperienza maturata dai docenti nei vari ambiti della ricerca, da quelli prettamente aerospaziali a quelli rappresentativi delle discipline ingegneristiche formative della figura del laureato, si riflette sulla qualità della didattica erogata. Le continue e numerose collaborazioni con l'industria e gli enti di ricerca, nazionali e internazionali, alimentano le attività di ricerca di base e applicata, garantendo il continuo aggiornamento dei contenuti degli insegnamenti e delle modalità didattiche. Storicamente gli ingegneri aerospaziali del Politecnico di Milano sono ricercati dalle aziende che operano nel settore aeronautico e spaziale per il possesso delle conoscenze e competenze tecniche legate alle applicazioni specifiche. Sono tuttavia molto ricercati anche in tutti quegli ambiti industriali in cui risultano importanti l'aerodinamica, le strutture leggere, i materiali innovativi e la progettazione di sistemi complessi. Ulteriori e nuove specializzazioni si stanno rapidamente facendo strada. Il settore è infatti caratterizzato da significative trasformazioni e da una rapida evoluzione, che comporta il continuo aggiornamento dell'offerta formativa per far fronte alla contaminazione di discipline diverse e alla necessità di integrazione di differenti capacità e competenze. In tal senso, il percorso è rivolto alla formazione di ingegneri aerospaziali in possesso di competenze e conoscenze specifiche per risolvere problemi tecnici avanzati connessi al continuous improvement nell'ambito delle tecnologie aerospaziali tradizionali, ma dotati anche di capacità di interazione e integrazione tra le diverse tecnologie aerospaziali e tra le discipline aerospaziali e quelle di altri settori dell'ingegneria, in particolare nell'ambito dell'ICT.

L'obiettivo del Corso di Studio L'obiettivo del Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale consiste nella formazione di ingegneri di primo livello capaci di affrontare con successo contesti lavorativi dinamici, caratterizzati da un elevato livello di innovazione tecnologica e fortemente internazionalizzati, abbinando a solide basi scientifiche e ingegneristiche le conoscenze e competenze fondamentali dell'ingegneria aerospaziale. Il laureato, in relazione al livello di formazione, è in grado di analizzare, comprendere e gestire le problematiche tipiche del settore aerospaziale, nonché di aree scientifico-tecnologiche affini.

Obiettivi formativi

Il settore aerospaziale richiede figure di ingegneri di elevato livello professionale, capaci di operare con successo in ambiti caratterizzati da forte interdisciplinarietà, alto livello tecnologico, stringenti requisiti di efficienza e di sicurezza, in un mercato del lavoro internazionale e in continua evoluzione. L'articolazione dei sistemi di trasporto aeronautico e spaziale e la complessità dei singoli componenti richiedono all'ingegnere la capacità di coordinare, integrare e bilanciare competenze e capacità proprie di un elevato numero di discipline ai fini di un progetto di successo, sia che si tratti del veicolo aerospaziale che del proficuo esercizio dello stesso.

Obiettivo formativo del Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale è quello di fornire le competenze fondamentali dei settori aeronautico e spaziale, fondate su solide basi di matematica, fisica, chimica, meccanica dei solidi e dei fluidi, dinamica e controllo. Il laureato in Ingegneria Aerospaziale acquisisce la mentalità ingegneristica propria della classe dell'ingegneria industriale utilizzando il contesto e le applicazioni aerospaziali come ambiente di studio e formazione.

Le conoscenze impartite nei vari insegnamenti sono proposte in un contesto formativo che, oltre alla loro acquisizione, mira a sviluppare nell'allievo capacità di integrazione interdisciplinare e attitudine ad affrontare problemi nuovi e complessi in modo scientificamente e tecnicamente rigoroso. In particolare il Corso di Studi, in tutti i suoi livelli, si propone di mantenere e rafforzare la capacità di tradurre il proprio sapere in comportamento coerente nel mondo del lavoro, perseguendo i seguenti risultati di apprendimento:

Conoscenza e capacità di comprensione. Il percorso formativo del Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale è orientato a fornire a tutti gli studenti una conoscenza e una comprensione dei principi matematici e fisici alla base del settore dell'ingegneria industriale, solide conoscenze in campo ingegneristico, nonché capacità di comprensione e modellazione di alcune problematiche tipiche dell'ingegneria aerospaziale. Tali elementi sono ritenuti essenziali sia per poter soddisfare gli obiettivi di apprendimento di una successiva laurea magistrale che per consentire l'inserimento nel mondo del lavoro al termine del ciclo triennale, garantendo l'acquisizione di quegli strumenti che, col supporto di testi avanzati, consentiranno lo studio di nuove tematiche, il continuo aggiornamento della propria professionalità e il suo adeguamento alle condizioni operative via via incontrate.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione. I laureati dovranno essere in grado di analizzare e risolvere problemi di ingegneria adatti al proprio livello di conoscenza, elaborando autonomamente le proprie competenze, lavorando in collaborazione con diverse figure professionali, utilizzando metodologie consolidate, dalla modellazione numerica alla sperimentazione, conoscendone limiti e potenzialità.

Autonomia di giudizio. I laureati dovranno acquisire le capacità necessarie a condurre articolati studi su argomenti tecnici, adeguati al proprio livello di conoscenza, utilizzando vari e appropriati strumenti, dalla ricerca bibliografica e consultazione della normativa, alla conduzione di indagini numeriche e/o sperimentali. Tali competenze devono trovare sbocco nella capacità di formulare giudizi, sempre nella consapevolezza della complessità delle problematiche tipiche dell'ingegneria aerospaziale e della necessità di eventuali approfondimenti che richiedono conoscenze di livello superiore.

Abilità comunicative. Il laureato in ingegneria aerospaziale dovrà acquisire i fondamenti di una efficace comunicazione in ambito nazionale e internazionale, sia in forma orale che in forma scritta, potendo redigere relazioni tecniche e realizzare presentazioni orali utilizzando gli strumenti disponibili allo stato dell'arte.

Capacità di apprendimento. Il progetto formativo, basato su un adeguato bilanciamento della formazione in termini di discipline scientifiche e ingegneristiche di base nonché caratterizzanti l'ambito aerospaziale, e sullo stimolo della capacità di analisi e valutazione critica dei problemi, metterà il laureato in grado di gestire un continuo e indispensabile apprendimento, con un elevato livello di autonomia, al fine di seguire la rapida evoluzione tecnico-scientifica in campo aerospaziale.

Gli obiettivi sopraelencati vengono perseguiti mediante lezioni e specifiche attività didattiche di esercitazione e di laboratorio, svolte singolarmente o a gruppi, all'interno di singoli insegnamenti o coordinate, anche utilizzando modalità di verifica che prevedano una diretta interazione docente/studente finalizzata a stimolare e sviluppare l'autonomia nella gestione delle problematiche affrontate.

Funzione in un contesto di lavoro

Il laureato in Ingegneria Aerospaziale è un tecnico con preparazione universitaria formato ai fini dell'acquisizione di competenze specifiche nei settori aeronautico e spaziale fondate su solide basi di matematica, fisica, chimica, meccanica dei solidi e dei fluidi, dinamica e controllo.

Il laureato in Ingegneria Aerospaziale acquisisce la mentalità ingegneristica propria della classe dell'ingegneria industriale utilizzando il contesto e le applicazioni aerospaziali come ambiente di studio e formazione. Le conoscenze impartite nei vari insegnamenti sono proposte in un contesto formativo che, oltre alla loro acquisizione, mira a sviluppare nell'allievo capacità di integrazione interdisciplinare e attitudine ad affrontare problemi nuovi e complessi in modo scientificamente e tecnicamente rigoroso.

Il Dottore in Ingegneria Aerospaziale riceve un riconoscimento legale, sulla base del suo titolo accademico, in aziende ed enti pubblici e privati; riceve inoltre un riconoscimento legale a praticare la libera professione di Ingegnere industriale junior dopo aver superato gli esami di abilitazione alla libera professione ed essersi iscritto all'albo dell'ordine professionale degli ingegneri industriali nella sezione B (junior).

Competenze associate alla funzione

Il Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale fornisce competenze specifiche nei settori aeronautico e spaziale fondate su solide basi di matematica, fisica, chimica, meccanica dei solidi e dei fluidi, dinamica e controllo. Il laureato in Ingegneria Aerospaziale acquisisce la mentalità ingegneristica propria della classe dell'ingegneria industriale utilizzando il contesto e le applicazioni aerospaziali come ambiente di studio e formazione. Le conoscenze impartite nei vari insegnamenti sono proposte in un contesto formativo che, oltre alla loro acquisizione, mira a sviluppare nell'allievo capacità di integrazione interdisciplinare e attitudine ad affrontare problemi nuovi e complessi in modo scientificamente rigoroso. In particolare il Corso di Studi, in tutti i suoi livelli, si propone di mantenere e rafforzare la capacità di tradurre il proprio sapere in comportamento coerente nel mondo del lavoro.

Competenze specifiche per:

comprendere l'applicazione dei principi matematici e fisici alla base del settore dell'ingegneria industriale;

utilizzare le tecniche di modellazione di alcune problematiche tipiche dell'ingegneria aerospaziale;

analizzare e risolvere problemi di ingegneria adatti al proprio livello di conoscenza, elaborando autonomamente le proprie competenze, lavorando

in gruppi multidisciplinari, utilizzando metodologie consolidate, dalla modellazione numerica alla sperimentazione, conoscendone limiti e potenzialità;

applicare la formazione professionale acquisita nell'ambito della gestione aeroportuale e della gestione e manutenzione di flotta aerea, con compiti che spaziano dall'aggiornamento dei manuali di manutenzione, alla pianificazione della manutenzione per i grandi velivoli di linea, nel rispetto della sicurezza del volo e delle norme internazionali;

applicare la formazione professionale acquisita nell'ambito della progettazione in campo aeronautico e spaziale, con compiti di supporto all'analisi e alla verifica di strutture e componenti.

Sbocchi occupazionali

I possibili sbocchi professionali del laureato in Ingegneria Aerospaziale sono tipicamente nelle industrie costruttrici di velivoli e di propulsori, di veicoli spaziali e di loro componenti, in particolare nei settori tecnologico e produttivo, in aziende o società che operano nell'indotto aerospaziale, in aziende preposte alla gestione e manutenzione di flotte aeree, nelle società aeroportuali o di servizi per il trasporto aereo, ed in genere in tutti quegli ambiti lavorativi dove risultano rilevanti metodologie progettuali/produttive e competenze tipiche della formazione di un laureato nel settore aerospaziale.

Ambientale

Presentazione generale del Corso di Studio

Ambiente e Territorio sono due termini che racchiudono il complesso delle problematiche dell'interazione tra Uomo e Natura, e che traggono la loro origine dalle pressioni della società che organizza il proprio sviluppo sfruttando le risorse naturali. Gli ambiti disciplinari dell'Ambiente e del Territorio riguardano dunque, in primo luogo, il contesto conoscitivo e descrittivo degli spazi in cui viviamo, delle risorse che utilizziamo (acqua, aria, suolo, flora, fauna,...) e dei processi che ne governano le alterazioni e le caratteristiche qualitative, in modo da poterne prevedere l'evoluzione, l'eventuale degrado ed i potenziali rischi che possono derivarne per la società umana che entro tali spazi e con tali risorse conduce la propria vita. I problemi relativi all'organizzazione e alla difesa del territorio, alla gestione delle risorse naturali, alla protezione e al ripristino della qualità dell'ambiente (acqua, aria, suolo) richiedono pertanto, per essere risolti,

tecnici con una preparazione specifica ed orientata ad operare in questo settore strategico e di crescente attualità. Il Politecnico di Milano ha risposto a questa esigenza istituendo, già nel 1983, un corso di laurea specificamente dedicato a queste tematiche che dal 1990 ha assunto la denominazione di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (IAT), mantenuta anche nell'attuale Ordinamento degli Studi. Il corso forma ingegneri con una preparazione interdisciplinare orientata tanto all'analisi ed alla descrizione dell'ambiente, del territorio e della fenomenologia delle loro alterazioni, che alla progettazione e valutazione degli interventi tecnici per mantenere gli effetti dovuti all'interazione dell'uomo con l'ambiente entro il contesto ed i limiti imposti dalle esigenze di sostenibilità dello sviluppo.

Obiettivi formativi

Il Corso di Studi in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio si propone di formare ingegneri dotati di una preparazione interdisciplinare, con adeguate capacità di analisi dei fenomeni ambientali e territoriali e di progettazione delle opere e degli interventi necessari a controllare le problematiche connesse all'interazione tra l'uomo e l'ambiente che lo circonda. Il corso si articola su 2 livelli che portano rispettivamente a conseguire la Laurea e la Laurea Magistrale. La Laurea fornisce una preparazione adeguata all'analisi e soluzione di problematiche che richiedono l'applicazione di strumenti standard e consolidati, sufficienti ad affrontare le tematiche che con maggior frequenza interessano la pratica professionale del settore; il percorso formativo è così orientato all'acquisizione degli strumenti di base comuni ai diversi ambiti di azione dell'ingegnere ambientale, presentando alcuni esempi di applicazioni relative a figure professionali complementari (difesa del suolo e prevenzione dai rischi naturali, pianificazione e gestione, tecnologie di risanamento ambientale).

In un contesto generale così definito, il percorso complessivo degli studi prevede i seguenti obiettivi formativi:

- sviluppare capacità applicative con attività di laboratorio e di stages;
- sviluppare le capacità di autonomia nel giudizio proponendo lo svolgimento di elaborati nei quali diverse soluzioni sono messe a confronto e valutate criticamente;
- fornire una conoscenza adeguata dei più recenti sviluppi tecnologici;
- dare una visione completa delle principali problematiche connesse alla salvaguardia dell'ambiente;
- utilizzare gli strumenti della simulazione e ottimizzazione per operare scelte efficienti.

mentre quelli più specifici sono così costituiti:

fornire una solida preparazione di base nelle discipline matematiche, fisiche e chimiche;

dare le conoscenze basilari dei processi per l'identificazione e la predisposizione degli interventi di difesa del territorio;

fornire gli elementi per la descrizione e la comprensione dei fenomeni di inquinamento dell'acqua, dell'aria e del suolo;

fornire le conoscenze di base per utilizzare strumenti cartografici e sviluppare semplici sistemi informativi ambientali;

dare le conoscenze di base utili alla pianificazione e alla gestione del territorio;

dare gli strumenti per elaborare semplici strategie per la gestione razionale delle risorse naturali e degli ecosistemi;

dare gli elementi di valutazione dell'impatto sull'ambiente di grandi opere, di piani regolatori e di nuove normative;

fornire gli strumenti necessari a progettare opere ingegneristiche di limitata complessità e a gestire gli interventi necessari alla difesa del territorio (rischi di natura idrologica e sismica);

dare un'adeguata panoramica delle tecnologie idonee al recupero della qualità dell'acqua, dell'aria e del suolo.

Sbocchi professionali e mercato del lavoro

Status professionale conferito dal titolo

Il laureato in ingegneria per l'ambiente e il territorio consegue il titolo di dottore in ingegneria per l'ambiente e il territorio. Per l'esercizio della professione come libero professionista è necessario peraltro superare un esame di stato ed iscriversi all'Ordine degli Ingegneri del Settore Civile (comune per ingegneri civili, ambientali ed edili). Il superamento dell'esame di stato di primo livello abilita all'esercizio della professione di ingegnere junior, il che implica limitazioni sulla dimensione e sul livello di complessità delle opere che possono essere progettate.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

Ingegnere per l'ambiente e il territorio

La Laurea triennale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio fornisce una preparazione adeguata all'analisi e soluzione di problematiche che richiedono l'applicazione di strumenti standard e consolidati, sufficienti ad affrontare le tematiche che con maggior frequenza interessano la pratica professionale del settore; il percorso formativo è così orientato all'acquisizione degli strumenti di base comuni ai diversi ambiti di azione dell'ingegnere ambientale, presentando alcuni esempi di applicazioni relative

a figure professionali complementari (difesa del suolo e prevenzione dai rischi naturali, pianificazione e gestione, tecnologie di risanamento ambientale). Nel successivo paragrafo sono illustrati in dettaglio il profilo professionale e gli sbocchi occupazionali.

Profilo del laureato

Si tratta di una figura professionale flessibile e con una buona visione tecnico-scientifico impiegabile nella complessa realtà della salvaguardia dell'ambiente, del suo recupero per l'uso della società civile e della mitigazione dei rischi naturali. L'Ingegnere ambientale junior può subito operare in tutti quei problemi di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, Edile o Civile in cui sono coinvolte le principali matrici ambientali (acqua, suolo, aria, ecosistemi), la pianificazione e gestione delle risorse naturali e il loro monitoraggio. Può assumere un ruolo gestionale oltre che progettuale e può affrontare lo studio di particolari problemi propri dell'Ingegneria industriale, con particolare riferimento ai settori dell'energia e dell'informazione. Può inoltre operare come libero professionista, ma in questo caso deve prioritariamente superare un esame di stato e iscriversi all'Ordine degli Ingegneri del Settore Civile (comune per Ingegneri Civili, Ambiente e Territorio ed Edili). Il superamento dell'esame di stato di primo livello abilita all'esercizio della professione di ingegnere junior, il che implica limitazioni sulla dimensione e sul livello di complessità delle opere che possono essere progettate.

Competenze associate alla funzione

L'Ingegnere Ambiente e Territorio Junior è in grado di individuare azioni e collaborare fattivamente alla progettazione di strategie atte a:

- pianificare interventi in difesa del territorio,
- gestire le risorse, garantendone uno sfruttamento responsabile e un uso sostenibile per il territorio,
- valutare i rischi naturali, strutturali e derivati dai processi produttivi e disegnare soluzioni di contenimento,
- effettuare analisi di verifica del rispetto della normativa sulla tutela ambientale e sui sistemi di sicurezza,
- eseguire campagne di monitoraggio dei fenomeni ambientali e territoriali,
- programmare e utilizzare strumenti standard e consolidati di simulazione e calcolo;
- eseguire collaudi e verificare gli standard, le funzionalità e la sicurezza di strutture e infrastrutture;
- progettare opere strutturali a servizio dell'ambiente e del territorio (costruzione, esercizio, controllo e dismissione di opere civili).

Sbocchi occupazionali

Gli sbocchi occupazionali per l'Ingegnere ambientale junior sono:

- laurea magistrale di continuità,
- società di servizi per lo studio di fattibilità dell'impatto urbano e territoriale delle infrastrutture,
- uffici pubblici di progettazione, pianificazione, gestione e controllo di sistemi urbani e territoriali,
- imprese, studi professionali, aziende e società di servizi, uffici pubblici, enti, consorzi e agenzie di gestione per il rilevamento e controllo,
- aziende, enti, consorzi e agenzie di gestione e controllo dei sistemi di opere e servizi negli ambiti dell'ambiente e del territorio,
- studi professionali e società di progettazione di opere, impianti e infrastrutture,
- imprese di costruzione e manutenzione di opere civili, impianti e infrastrutture civili a servizio dell'ambiente e del territorio

Biomedica

Sviluppo delle Scienze della Vita e il contributo dell'Ingegneria Biomedica (Bioingegneria)

Attualmente, molte delle aree più significative dello sviluppo scientifico e tecnologico ricadono nei settori delle scienze mediche e biologiche, con particolare riferimento alla salute, alla nutrizione, all'ambiente, alla terapia genica e alle biotecnologie. Tutti questi temi richiedono didattica di elevata qualità e innovazione, ricerca e supporto alle aziende. L'Ingegneria Biomedica utilizza le metodologie e le tecnologie dell'ingegneria per descrivere, comprendere e risolvere problemi di interesse medico-biologico tramite una stretta cooperazione interdisciplinare tra ingegneri, medici e biologi.

Il contributo dell'Ingegneria Biomedica al progresso scientifico e tecnologico di questi settori è sempre più rilevante. Lo studio dei sistemi viventi, l'interazione con l'ambiente biologico, la sintesi di nuovi farmaci, l'ingegnerizzazione di nuovi materiali, protesi e organi artificiali, le apparecchiature e la strumentazione biomedica, il trattamento delle immagini e dei segnali biomedici, le applicazioni ICT rappresentano un contributo essenziale a questo progresso stimolando importanti investimenti e creando opportunità di lavoro.

Gli Ingegneri Biomedici sono gli attori principali nel processo di innovazione di metodi e di prodotti per promuovere:

Incremento di conoscenza sul funzionamento dei sistemi biologici in condizioni normali e patologiche.

Sviluppo di nuove apparecchiature, sistemi e procedure per la prevenzione, la diagnosi, la terapia e la riabilitazione.

Ideazione e progettazione di nuove protesi, organi artificiali, sistemi di supporto alla vita, ausili e protesi per i disabili.

Studio e ricerca di materiali avanzati innovativi e del comportamento cellulare per la ricostruzione e il rimodellamento di tessuti e organi biologici.

Individuazione di sviluppi innovativi nel campo delle bio- e nano-tecnologie.

Identificazione delle strutture e dei metodi per la gestione dei sistemi sanitari, principalmente dal punto di vista tecnologico e organizzativo.

Definizione di metodologie per l'uso corretto e sicuro delle tecnologie nel settore della salute.

Riduzione dei costi tramite l'utilizzo corretto delle risorse.

Obiettivi formativi

Obiettivo formativo principale della Laurea è fornire allo studente una solida formazione nelle metodologie e nelle tecnologie dell'ingegneria, applicate alle problematiche medico-biologiche. In particolare si vuole:

fornire una solida preparazione matematica e scientifica di carattere generale;

dare adeguato spazio alla preparazione di base a carattere medico-biologico;

fornire una preparazione ingegneristica di base compatibile sia con la classe dell'Ingegneria dell'Informazione, sia con quella dell'Ingegneria Industriale;

fornire i fondamenti della Bioingegneria nei settori Chimico, Elettronico, Informazione e Meccanico, delineando una preparazione unitaria e ad ampio spettro;

sviluppare la capacità di descrivere analiticamente, simulare, analizzare e risolvere problemi di interesse medico-biologico;

offrire la possibilità di approfondire temi applicativi in uno specifico settore della Bioingegneria, nel 3° anno del corso di Laurea.

Sbocchi professionali e mercato del lavoro

Status professionale conferito dal titolo

L'ingegnere biomedico coniuga una preparazione ingegneristica e conoscenze applicative nelle aree medico-biologiche. Può operare nei seguenti settori: gestione di dispositivi e sistemi in sede ospedaliera; progetto e produzione di dispositivi e sistemi medicali nell'industria; assistenza tecnica e commerciale di prodotti di aziende operanti in campo

biomedico; consulenza tecnica in campo biomedico.

Il Laureato in Ingegneria Biomedica possiede una solida formazione di base nelle discipline ingegneristiche, integrata da una preparazione di base nel settore medico-biologico con conoscenza delle specifiche applicazioni, degli strumenti e del linguaggio del mondo professionale.

La Laurea di Primo Livello in Ingegneria Biomedica (Ordinamento 270/04) è un corso abbinato alle tabelle ministeriali vigenti sia per la Classe L8 (Ingegneria dell'Informazione) sia per la Classe L9 (Ingegneria Industriale), e il titolo di Ingegnere Biomedico è, in ogni caso, unico. A norma di legge, tuttavia, il certificato di Laurea rilasciato dall'Ateneo sarà relativo ad una sola delle due Classi sopra indicate. La scelta della Classe di Laurea viene richiesta, fin dal I anno, ogni qualvolta si compila il piano di studi. La scelta effettuata al I e al II anno di corso non è però vincolante e può essere cambiata. E' invece importante la scelta che verrà effettuata al momento dell'iscrizione al III anno di corso perché tale scelta vincolerà la classe di Laurea per la quale verrà rilasciato il titolo e per la quale si intenderà sostenere l'Esame di Stato Sezione B (Ingegnere Junior) per l'abilitazione all'esercizio della professione.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

I laureati in Ingegneria Biomedica possono operare nei settori pubblici o privati. In particolare trovano impiego come:

- ingegnere di prodotto in ambito biomedicale;
- ingegnere in aziende di produzione di dispositivi biomedicali;
- ingegnere nell'ambito dei sistemi informativi sanitari;
- ingegnere addetto a servizi di qualità, sicurezza, organizzazione in ambito sanitario;
- ingegnere addetto alla gestione del parco di strumentazione in ambito farmaceutico e delle biotecnologie;
- ingegnere in diversi ambiti nei settori dell'Ingegneria Industriale e dell'Informazione.

Si riporta, a titolo di esempio, un elenco degli ambiti occupazionali previsti per i laureati da ATECO (rif. ATECO 2007, ISTAT):

società e industrie di progettazione, produzione e commercializzazione di biomateriali, di dispositivi, di apparecchiature e sistemi medicali (26.6 Fabbricazione di strumenti per irradiazione, apparecchiature elettromedicali

ed elettroterapeutiche, 32.5 Fabbricazione di strumenti e forniture mediche e dentistiche);

gestione di dispositivi, apparecchi, sistemi e impianti in sede ospedaliera ed in ambito farmaceutico (mansioni tecnico/gestionali per il gruppo di attività 86 Assistenza sanitaria, 21 Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici);

gestione di servizi tecnici ed informatici in aziende ospedaliere e sanitarie (84.12.1 Regolamentazione delle attività degli organismi preposti alla sanità);

valutazione dell'impatto biologico di prodotti industriali ed ergonomia della attività di produzione (71.2 Collaudi ed analisi tecniche);

laboratori di ricerca industriali, ospedalieri, universitari e di altri enti (72.1 Ricerca e sviluppo sperimentale nel campo delle scienze naturali e dell'ingegneria).

Profilo del laureato

Il Laureato in Ingegneria Biomedica possiede una solida formazione di base nelle discipline ingegneristiche, integrata da una preparazione di base nel settore medico-biologico con conoscenza delle specifiche applicazioni, degli strumenti e del linguaggio del mondo professionale. Questa figura può quindi operare come gestore di dispositivi e sistemi medicali in sede ospedaliera, come specialista tecnico o di prodotto per la produzione o la commercializzazione di dispositivi e sistemi medicali in sede industriale, e come tecnico esperto di strumentazione di laboratorio in campo biomedico/farmaceutico.

Il titolo di Laurea in Ingegneria Biomedica, si consegue in una delle classi di Laurea previste dalla normativa ministeriale (L8 - Ingegneria dell'Informazione o L9 - Ingegneria Industriale). La scelta definitiva della classe di Laurea viene effettuata al momento dell'iscrizione al 3° anno di corso, e consente di sostenere l'Esame di Stato Junior, per l'abilitazione all'esercizio della professione, nella classe di laurea prescelta.

Competenze associate alla funzione:

Competenze specifiche per:

- applicare alle problematiche medico-biologiche la solida formazione nelle metodologie e nelle tecnologie dell'ingegneria;
- applicare i fondamenti della Bioingegneria nei settori dell'elettronica, dell'informazione, della meccanica e della chimica;
- descrivere analiticamente, simulare, analizzare e risolvere problemi di interesse medico-biologico;

- fornire competenze tecniche specifiche per garantire una progettazione di dispositivi medici adeguati alle esigenze cliniche e del mercato, con specifico riferimento alla sicurezza e competitività.

Sbocchi occupazionali:

I laureati in Ingegneria Biomedica possono operare nei settori pubblici o privati. In particolare, trovano impiego come:

- ingegnere responsabile di prodotto in ambito biomedicale;
- ingegnere nella progettazione e produzione di dispositivi biomedicali;
- ingegnere di sistemi informativi sanitari;
- ingegnere addetto ai servizi di qualità, sicurezza, organizzazione in ambito sanitario;
- ingegnere addetto al parco di strumentazione in ambito farmaceutico e delle biotecnologie;
- ingegnere in diversi ambiti nei settori dell'Ingegneria Industriale e dell'Informazione;
- laurea di continuità.

Chimica e materiali

Presentazione generale del Corso di Studio

La nostra società deve affrontare sfide molto impegnative: abbiamo bisogno di tecnologie efficienti e pulite per la trasformazione dell'energia, di materiali tecnologicamente avanzati, di farmaci più efficaci, di tecnologie più efficienti per la produzione agricola, di un ambiente più pulito, di un miglior utilizzo delle risorse naturali. Tutte queste sfide, apparentemente diversificate, hanno un elemento comune: si basano su trasformazioni e processi chimici. La società moderna ha quindi bisogno dell'Ingegneria della Chimica, i cui principi sono alla base di tutti i processi di trasformazione della materia e dell'energia.

L'ingegnere chimico è in grado di fornire soluzioni all'avanguardia in grado di soddisfare i bisogni della società. Utilizzando le proprie conoscenze chimiche, fisiche, matematiche e ingegneristiche in senso lato, l'ingegnere chimico è in grado di descrivere le trasformazioni chimico-fisiche e di progettare i processi dal livello molecolare sino alla scala industriale. In questo senso il Corso di Studio in Ingegneria Chimica è connotato da una forte trasversalità e non ha come unico ambito le attività volte all'ottenimento dei prodotti chimici o l'industria chimica in senso stretto.

Infatti, l'Ingegneria Chimica interviene, in senso più ampio, in tutte le tecnologie di trasformazione dell'industria manifatturiera e nelle attività di protezione dell'ambiente. L'Ingegneria Chimica si differenzia dagli altri Corsi di Studio in Ingegneria in quanto specificamente Ingegneria di Processo, cioè incentrata sulle metodologie di trasformazione chimico - fisica della materia con finalità di produzione di beni materiali, di erogazione di servizi e di prevenzione, mitigazione o rimozione di azioni inquinanti.

In termini pratici, quali esempi di applicazioni dell'Ingegneria Chimica, è possibile citare:

- la produzione di un determinato prodotto chimico a partire da una serie di reagenti;
- la produzione di un manufatto in materiale plastico (da reagenti chimici al polimero e poi al manufatto finale);
- la produzione di un dispositivo elettronico (dai reagenti alimentati al reattore, alla deposizione di film sottili di materiale semiconduttore);
- il trattamento di un effluente per ridurne il contenuto di specie inquinanti;
- la progettazione di un processo eco-sostenibile o a impatto zero;
- la progettazione e dimensionamento di apparecchiature.

L'ingegnere chimico non opera, quindi, solo su processi tipici, ad esempio, della chimica di base e della petrolchimica, ma anche in tutte quelle realtà in cui sono coinvolti processi di trasformazione, come ad esempio nel settore alimentare, cosmetico, farmaceutico, ambientale o energetico. L'ingegnere chimico si occupa inoltre delle problematiche relative alla compatibilità ambientale e sostenibilità delle produzioni, comprese le tecnologie di trattamento degli effluenti per ridurne il contenuto di composti inquinanti.

Obiettivi formativi

Il corso di Studio in Ingegneria Chimica si propone di formare una figura professionale che sappia affrontare le sfide tecnologiche della società moderna attraverso il suo particolare metodo di lavoro. In particolare, l'ingegnere chimico sarà in grado di schematizzare ogni sistema complesso tramite una sequenza di operazioni più semplici per le quali è possibile trovare una soluzione indipendente. L'ingegnere chimico deve apprendere come condurre una fase di studio preliminare del processo nella quale vengono determinate le caratteristiche che il prodotto deve possedere, vengono definite tutte le materie prime necessarie per la sua produzione, vengono determinate le sequenze di processo necessarie e le condizioni operative di ciascuno degli stadi nei quali il processo produttivo è stato suddiviso. In pratica, viene stabilito quello che tecnicamente è indicato

come “diagramma di flusso” del processo. A questo punto, l'ingegnere chimico dovrà sapersi occupare della fase di progettazione di tutte le apparecchiature coinvolte nel processo precedentemente determinato. Una volta progettato il processo produttivo e l'impianto, l'ingegnere chimico passerà ad analizzare e progettare tutte le attività inerenti il controllo di gestione dello stesso, fasi necessarie per controllarne le prestazioni in sicurezza durante il suo esercizio.

La formazione dell'ingegnere chimico si realizza attraverso una solida preparazione nelle materie di base (matematica, fisica, chimica), nello studio di discipline tipiche dell'ingegneria (elettrotecnica, scienza delle costruzioni, meccanica, macchine) e, ovviamente, nell'approfondimento delle materie proprie dell'ingegneria chimica (principi di ingegneria chimica, impianti chimici, chimica industriale, termodinamica chimica, ecc.). Si delinea, quindi, una figura professionale estremamente flessibile e trasversale connotata da una forte preparazione scientifica di base e tecnico-applicativa. Il Corso di Laurea in Ingegneria Chimica adotta metodi didattici che soddisfano i descrittori di Dublino adottati in sede europea. Le capacità di comprensione e l'autonomia di giudizio sono verificate attraverso prove di esame scritte e orali, e la stesura di elaborati personali o di gruppo. La capacità di applicare conoscenza e comprensione è verificata attraverso la stesura di rapporti a seguito della partecipazione a laboratori sperimentali e alle attività di progetto inserite nel percorso formativo. Sono anche previste presentazioni periodiche delle attività svolte per la verifica delle abilità comunicative. La capacità di apprendere viene verificata durante le attività individuali previste per la preparazione della prova finale.

Al termine del percorso di studi il laureato dovrà saper disporre di strumenti metodologici e tecnici per affrontare problemi che riguardano la gestione di processi di trasformazione, la definizione dei quantitativi di processo e la progettazione delle apparecchiature, la scelta dei materiali e la gestione dei componenti in condizioni di lavoro normali od aggressive, la vita residua dei prodotti. Dovrà essere in grado di operare la scelta del migliore materiale per un particolare componente e di decidere come meglio produrlo, tenendo conto dei modi in cui le trasformazioni e le lavorazioni influenzano la struttura e di conseguenza le proprietà del prodotto finale.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

Grazie alla sua formazione trasversale, l'ingegnere chimico può trovare impiego in numerosissimi comparti industriali:

- industrie chimiche, farmaceutiche, alimentari, di produzione e gestione

dell'energia, di trasformazione e processo (tessili, cosmetiche, dei detergenti, delle materie plastiche e dei materiali in genere, ecc.)

- società di ingegneria che progettano, sviluppano e realizzano processi e impianti
- centri di ricerca e laboratori industriali
- strutture tecniche della pubblica amministrazione e studi di consulenza per l'ambiente e la sicurezza.

In tali ambiti l'ingegnere chimico potrà svolgere diverse funzioni, che spaziano dallo sviluppo di processo e/o di prodotto, alla progettazione di impianti e apparecchiature dell'industria di processo; dalla gestione di impianti di produzione e di servizio di stabilimento, alla gestione dei servizi tecnologici e di manutenzione di stabilimento; dal controllo e ottimizzazione degli impianti e dei processi, alla gestione tecnica delle funzioni di sicurezza e protezione ambientale; grazie alle sue qualità trova anche impiego nell'ambito della Ricerca e Sviluppo, anche se tale posizione è prevalentemente ricoperta da laureati magistrali in Ingegneria Chimica.

La quasi totalità degli ingegneri chimici che si laureano al Politecnico di Milano prosegue gli studi nella Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica dello stesso Ateneo. Gli sbocchi per gli ingegneri chimici con Laurea Magistrale sono pressoché equamente divisi tra le aziende del comparto chimico, le società d'ingegneria, e il comparto dell'industria di processo in genere (industria elettronica, biomedicale, energetica, automobilistica, ecc.). La domanda del mercato per gli ingegneri chimici è elevata, come testimoniato anche dal fatto che molte aziende internazionali organizzano giornate di presentazione e incontri conoscitivi con i laureandi del Corso di Studio in Ingegneria Chimica per selezionare candidati sin da prima del conseguimento del titolo. Per esempio, periodicamente vengono programmati incontri con numerose aziende interessate a laureati in Ingegneria Chimica quali DSM, Eni, Topsoe, Wood Group, Solvay Solexis, Novartis, 3V Sigma, Unilever, , Sol, ed altre ancora.

Funzione in un contesto di lavoro

Figura professionale in grado di affrontare le sfide tecnologiche della società moderna attraverso il suo particolare metodo di lavoro, estremamente flessibile e trasversale connotata da una forte preparazione scientifica di base e tecnico- applicativa. Dispone di strumenti metodologici e tecnici per affrontare problemi che riguardano: la gestione di processi di trasformazione; la definizione dei quantitativi di processo e la progettazione delle apparecchiature; la scelta dei materiali e la gestione dei componenti in

condizioni di lavoro normali od aggressive; la vita residua dei prodotti.

Il laureato in Ingegneria Chimica consegue il titolo di studio di laureato di primo livello (ingegnere junior) nella classe dell'Ingegneria Industriale. Egli può esercitare la libera professione, previo esame di Stato e iscrizione alla Sezione B dell'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di residenza. Le figure del Laureato in Ingegneria Chimica sono studiate particolarmente per soddisfare le necessità dei comparti industriali di riferimento, quali il settore chimico, energetico e le società di ingegneria, con i quali sono in corso continui monitoraggi sia sulla qualità della formazione impartita che sui contenuti delle discipline insegnate.

Competenze associate alla funzione

L'ing. Chimico al termine della laurea triennale ha competenze specifiche per:

- schematizzare ogni sistema complesso (processo di trasformazione o impianto chimico composto da moltissime unità variamente interconnesse tra di loro) tramite una sequenza di operazioni più semplici per le quali è possibile trovare una soluzione indipendente;
- determinare le caratteristiche che il prodotto deve possedere;
- stabilire tutte le materie prime necessarie per la sua produzione e le sequenze di processo necessarie e le condizioni operative di ciascuno degli stadi nei quali il processo produttivo è suddiviso (diagramma di flusso);
- collaborare alla progettazione di tutte le apparecchiature coinvolte nel processo;
- controllare e gestire il processo, anche per quanto riguarda le prestazioni in sicurezza durante l'esercizio;
- operare la scelta del migliore materiale per un particolare componente e di decidere come meglio produrlo, tenendo conto dei modi in cui le trasformazioni e le lavorazioni influenzano la struttura e di conseguenza le proprietà del prodotto finale.

Sbocchi occupazionali

Grazie alla sua formazione trasversale, l'ingegnere chimico può trovare impiego in numerosissimi comparti industriali:

- Industrie chimiche, farmaceutiche, alimentari, di produzione e gestione dell'energia, trasformazione e processo (tessili, cosmetiche, dei detersivi, delle materie plastiche e dei materiali in genere ecc.)
- Società di ingegneria che progettano, sviluppano e realizzano processi e impianti
- Centri di ricerca e laboratori industriali
- Strutture tecniche della pubblica amministrazione e studi di consulenza

per l'ambiente e la sicurezza

- Laurea Magistrale di Continuità.

In tali ambiti l'ingegnere chimico è in grado di svolgere diverse funzioni con diversi livelli di responsabilità, che spaziano nello sviluppo di processo e/o di prodotto, nella progettazione di impianti e apparecchiature dell'industria di processo, nel controllo e ottimizzazione degli impianti e dei processi, nella gestione tecnica delle funzioni di sicurezza e protezione ambientale; può anche trovare impiego nell'ambito della Ricerca e Sviluppo.

Presentazione generale del Corso di Studio

Lo sviluppo dei materiali si affianca da sempre all'evoluzione tecnologica della nostra società: fin dall'antichità l'uomo ha imparato dapprima ad utilizzare i materiali forniti dalla natura per le proprie esigenze di sopravvivenza e poi è riuscito a trasformarli in prodotti nuovi, come ad esempio i tessuti fatti di fibre intrecciate, superfici flessibili e resistenti create per soddisfare il bisogno di protezione. Gli antichi egizi aggiungevano paglia all'impasto di argilla per fabbricare mattoni da costruzione, mostrando di sapere impiegare materiali diversi in sinergia tra loro per realizzare quello che oggi si chiamerebbe un materiale composito. Ciò che caratterizza i materiali moderni, tuttavia, è la capacità di ottenere prodotti con struttura e proprietà controllate alla scala micrometrica e, in tempi molto più recenti, anche alla scala nanometrica utilizzando le cosiddette nanotecnologie. Le aziende più competitive investono notevoli risorse umane ed economiche sui materiali e sui processi produttivi per trovare nuove soluzioni progettuali con cui far fronte alle sempre nuove esigenze del mercato. I criteri con cui vengono sviluppate tali soluzioni dipendono dalla conoscenza approfondita dei materiali e del loro comportamento, e questo saper fare è proprio dell'ingegnere dei materiali. La laurea in Ingegneria dei Materiali al Politecnico di Milano ha una tradizione risalente alla metà degli anni '80: nell'ultimo decennio, in particolare, essa si è trasformata profondamente per adeguarsi alle esigenze di una moderna scuola di Ingegneria. In occasione della più recente riforma degli studi universitari (anno accademico 2008-2009) il corso di studi è stato modificato per offrire, accanto alle discipline classiche dell'Ingegneria dei Materiali, anche nuovi insegnamenti nell'area dei nanomateriali e delle nanotecnologie. Il corso di studi offre ora, a livello del terzo anno, dei percorsi formativi che preparano allo svolgimento di un lavoro progettuale (laboratorio) sotto la guida di docenti esperti del settore. Questa attività di laboratorio consente di preparare l'elaborato la cui discussione contribuisce al voto di laurea. Il

corso di laurea di secondo livello (laurea magistrale) è una delle pochissime proposte presenti nel Nord Italia; esso costituisce perciò un punto di riferimento per tutti i laureati di discipline scientifiche e tecniche orientati ad una specializzazione nel campo dei materiali. Il regolamento didattico della laurea di secondo livello è stato articolato per aree tematiche che vanno dalle tecnologie produttive alle applicazioni strutturali e funzionali dei materiali e all'analisi della sostenibilità delle soluzioni proposte, in modo da incoraggiare l'allievo a costruire autonomamente il suo percorso formativo per assecondare le proprie inclinazioni e aspirazioni professionali. Questa flessibilità permette anche ai laureati provenienti da altre lauree scientifiche di recuperare eventuali lacune formative rapidamente e senza eccessivo aggravio in termini di crediti aggiuntivi da acquisire. Per coloro che desiderino completare la loro formazione nella prospettiva di un'attività di ricerca accademica o industriale è infine a disposizione presso il Politecnico di Milano anche un Dottorato di Ricerca in Ingegneria dei Materiali, della durata di tre anni.

A partire dall'anno accademico 2008-2009 il corso di laurea, come già detto, ha assunto la nuova denominazione di Ingegneria dei Materiali e delle Nanotecnologie. Questo rilevante ampliamento dell'offerta formativa offre agli allievi l'opportunità di entrare in contatto fin da subito con i più recenti progressi nel campo dell'ingegneria dei materiali, che trovano applicazione non solo nella ricerca ma anche in numerosi prodotti industriali. Al laureato si offrono così maggiori opportunità di carriera in tempi rapidi e in settori molto numerosi e diversificati. Nei primi due anni l'allievo apprende i fondamenti delle discipline scientifiche e dell'ingegneria dei materiali con un percorso unico, mentre a partire dal terzo anno lo studente avrà a disposizione dei pacchetti di esami a scelta che consentiranno l'approfondimento delle conoscenze nei campi dell'ingegneria del trattamento delle superfici, delle nanotecnologie, dell'ingegneria dei materiali polimerici, delle tecnologie e della progettazione. Esistono anche pacchetti di esami a scelta che preparano lo studente verso lo studio della bioingegneria e biomateriali, e dell'ingegneria nucleare.

Qualunque sia la sua scelta, l'allievo avrà comunque acquisito al termine del percorso di studi di primo livello solide basi di tecnologia dei materiali che gli permetteranno di affrontare con competenza le tematiche legate alla gestione dei processi produttivi e della trasformazione dei materiali, con un profilo professionale da "tecnologo di produzione" dei materiali e/o dei manufatti. La centralità degli aspetti tecnologici e di prodotto che caratterizza la preparazione nella laurea di primo livello in Ingegneria dei

Materiali e delle Nanotecnologie si concretizza nello svolgimento di un lavoro progettuale all'interno del laboratorio finale, nel quale le tematiche legate alle tecnologie, alle applicazioni e al progetto sono affrontate dal punto di vista anche pratico allo scopo di sviluppare attraverso la pratica una mentalità più vicina a quella del mondo del lavoro. Alle modalità di apprendimento tradizionale (lezioni ed esercitazioni) si affiancano così attività di laboratorio, di progetto e di stage, svolte individualmente o in gruppo e spesso in collaborazione con importanti industrie di settore. I temi affrontati sono fortemente applicativi, mettono gli allievi in contatto con realtà aziendali e sono mirate anche al rafforzamento delle capacità trasversali (soft skill di tipo relazionale e cognitivo) fondamentali per l'inserimento nel mondo del lavoro.

Il numero degli allievi immatricolati, attestatosi negli ultimi anni intorno ai 200 all'anno, è adatto allo svolgimento di una didattica focalizzata alle specifiche richieste di gruppi di studenti. Il modello formativo flessibile, che si evolve per tenere conto sia dei progressi del sapere che delle aspirazioni e delle richieste degli studenti, riduce gli abbandoni e favorisce un maggior interesse e impegno nell'apprendimento nelle diverse materie offerte nei tre livelli del curriculum universitario.

Obiettivi formativi

Il Corso di Laurea si propone di formare esperti dei materiali e delle nanotecnologie con un ampio spettro di conoscenze nei diversi settori della preparazione, della trasformazione e delle applicazioni dei materiali, con particolare riguardo ai settori innovativi in cui le nanotecnologie sono uno dei più significativi. Il laureato in Ingegneria dei Materiali e delle Nanotecnologie possiede una solida preparazione scientifica di base e tecnico-applicativa che consente un agevole aggiornamento delle conoscenze che si rivelassero in futuro necessarie per lo svolgimento dell'attività professionale. Le competenze caratterizzanti dell'ingegnere dei materiali e delle nanotecnologie sono quelle legate alla comprensione delle correlazioni tra la struttura l'organizzazione dei materiali e le loro proprietà (scienza dei materiali, metallurgia, struttura e proprietà dei polimeri, tecniche di caratterizzazione dei materiali), ai processi di fabbricazione (termodinamica fisica e chimica, meccanica dei fluidi, e tecnologie di trasformazione alla scala nanometrica) e alla selezione ed impiego dei materiali in applicazioni strutturali (meccanica dei solidi e meccanica applicata) e funzionali. A tale scopo, nel primo anno vengono erogati insegnamenti principalmente mirati alla formazione nell'area delle "scienze e ingegneria di base" (matematica,

fisica e chimica). Nel secondo e terzo anno vengono erogati insegnamenti più mirati alla formazione nell'area di apprendimento "materiali" (meccanica dei solidi, materiali polimerici, metallici e ceramici) e "nanotecnologie". Infine, il laboratorio tecnologico-progettuale del terzo anno rappresenta un importante momento di sintesi e di sviluppo delle capacità di apprendimento trasversali. Il Corso di Laurea adotta metodi di erogazione della didattica in accordo con i descrittori di Dublino adottati in sede europea. Le capacità di comprensione e l'autonomia di giudizio sono verificate attraverso prove di esame scritte e orali e la stesura di elaborati individuali o di gruppo. La capacità di applicare conoscenza e comprensione è verificata attraverso la stesura di rapporti a seguito alla partecipazione a laboratori sperimentali e alle attività di progetto inserite nel percorso formativo. Sono previste presentazioni periodiche delle attività svolte per la verifica delle abilità comunicative. La capacità di apprendere è infine verificata durante le attività individuali previste per la preparazione della prova finale. Al termine del percorso di studi il laureato sarà in grado di operare la scelta del materiale e del processo produttivo per un particolare componente, tenendo conto dell'influenza che la trasformazione e le successive lavorazioni possono avere sulla struttura e sulle proprietà del materiale stesso. Egli disporrà di strumenti metodologici e tecnici per affrontare problemi che riguardano: lo sviluppo di materiali tradizionali ed innovativi, i processi di produzione e di trasformazione dei materiali, la progettazione con i materiali e la gestione dei componenti in condizioni di lavoro normali od aggressive, la vita residua dei prodotti.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

L'Ingegnere dei Materiali e delle Nanotecnologie trova impiego nell'industria per la produzione, la trasformazione ed il riciclo dei materiali nei campi meccanico, chimico, elettrico, elettronico, delle telecomunicazioni, dell'energia, dell'edilizia, dei trasporti, biomedico, ambientale e dei beni culturali. L'ingegnere dei materiali e delle nanotecnologie troverà in particolare impiego nell'industria del trattamento delle superfici, dove la richiesta di tecnici capaci di sviluppare progetti integrati diventa sempre più pressante o nell'industria dei materiali polimerici e metallici, in cui è elevata la richiesta di tecnici esperti nello sviluppo e produzione di materie prime, nella produzione di macchine per la trasformazione nonché nella progettazione e produzione di manufatti in materiale polimerico o metallico.

La grande maggioranza degli ingegneri dei materiali e delle nanotecnologie

che si laureano al Politecnico di Milano prosegue gli studi nella Laurea Magistrale in Materials Engineering and Nanotechnology dello stesso Ateneo. Il laureato in Ingegneria dei Materiali e delle Nanotecnologie in possesso della laurea magistrale trova impiego presso aziende medio - grandi e centri di ricerca industriale negli stessi settori sopra elencati. La sua preparazione interdisciplinare gli consente di affrontare, da solo o in team, la gestione di progetti anche complessi che riguardano l'innovazione di processo e di prodotto. La domanda per laureati magistrali in Ingegneria dei Materiali e delle Nanotecnologie è molto elevata, testimoniata dai dati occupazionali e anche dal fatto che molte aziende (come Eni, Whirlpool, STMicroelectronics, Saes Getters, Solvay ed altre) partecipano ai lavori del corso di laurea attraverso il Comitato di Riferimento.

Funzione in un contesto di lavoro:

Esperto dei materiali e delle nanotecnologie con un ampio spettro di competenze nei diversi settori della preparazione, della trasformazione e delle applicazioni dei materiali, con particolare riguardo ai settori innovativi di cui le nanotecnologie sono uno dei più significativi. Il laureato in Ingegneria dei Materiali e delle Nanotecnologie consegue il titolo di studio di laureato di primo livello (ingegnere junior) nella classe dell'Ingegneria Industriale. Egli può esercitare la libera professione, previo esame di Stato e iscrizione alla Sezione B dell'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di residenza.

Competenze associate alla funzione:

Competenze specifiche per:

- comprendere le correlazioni tra la struttura e l'organizzazione dei materiali e le loro proprietà (scienza dei materiali, metallurgia, struttura e proprietà dei polimeri, tecniche di caratterizzazione dei materiali);
- analizzare i processi di fabbricazione (termodinamica fisica e chimica, meccanica dei fluidi, e tecnologie di trasformazione anche alla scala nanometrica);
- selezionare ed impiegare i materiali in applicazioni strutturali (meccanica dei solidi e meccanica applicata) e funzionali;
- operare la scelta del materiale e del processo produttivo per un particolare componente, tenendo conto dell'influenza che la trasformazione e le successive lavorazioni possono avere sulla struttura e sulle proprietà del materiale stesso;
- utilizzare strumenti metodologici e tecnici per affrontare problemi che

riguardano: lo sviluppo di materiali tradizionali ed innovativi, i processi di produzione e di trasformazione dei materiali, la progettazione con i materiali e la gestione dei componenti in condizioni di lavoro normali od aggressive, la vita residua dei prodotti.

Sbocchi occupazionali

L'Ingegnere dei Materiali e delle Nanotecnologie trova impiego nell'industria per la produzione, la trasformazione ed il riciclo dei materiali nei campi meccanico, chimico, elettrico, elettronico, delle telecomunicazioni, dell'energia, dell'edilizia, dei trasporti, biomedico, ambientale e dei beni culturali. L'ingegnere dei materiali e delle nanotecnologie troverà in particolare impiego nell'industria del trattamento delle superfici, dove la richiesta di tecnici capaci di sviluppare progetti integrati diventa sempre più pressante o nell'industria dei materiali polimerici e metallici, in cui è elevata la richiesta di tecnici esperti nello sviluppo e produzione di materie prime, nella produzione di macchine per la trasformazione nonché nella progettazione e produzione di manufatti in materiale polimerico o metallico.

Civile

Presentazione generale del Corso di Studio Nell'attuale società industriale le costruzioni, le opere idrauliche e le reti infrastrutturali sono tra i beni durevoli più importanti, sia per il loro valore intrinseco sia per il ruolo funzionale che esse rivestono nello sviluppo economico e sociale di un paese.

L'Ingegneria Civile riguarda la concezione, la progettazione, la verifica, la costruzione, l'esercizio, la manutenzione e la riabilitazione di edifici, strutture e impianti industriali e di produzione dell'energia, gallerie, ponti, aeroporti, porti, dighe e sistemi di gestione delle acque, infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie.

La realizzazione di queste opere richiede il soddisfacimento di livelli di sicurezza e funzionalità sempre più elevati; comporta inoltre l'utilizzo di risorse naturali ed il consumo di energie che condizionano in modo rilevante e perdurante l'economia e l'ambiente ed i cui effetti si proiettano nel tempo, coinvolgendo più generazioni. Tra le responsabilità dell'Ingegnere Civile vi è pertanto anche quella di favorire lo sviluppo di comunità resilienti e operare in modo che ogni processo di crescita si attui secondo canoni sostenibili.

Nella sua moderna impostazione, la formazione dell'Ingegnere Civile iniziò in Milano nel 1862 con la nascita dell'Istituto Tecnico Superiore di Milano, per diventare nel 1923 Regia Scuola di Ingegneria di Milano (Regio Politecnico). In quel contesto, la struttura del corso di studio si adeguava all'impostazione europea che prevedeva un biennio formativo, dedicato all'insegnamento della matematica e delle scienze, e un triennio dedicato alle discipline specifiche dell'Ingegneria. Si mirava in tal modo a una formazione progressiva, intesa ad educare al rigore e alla capacità di astrazione e a formare figure professionali capaci di tradurre i concetti in opere materiali, con senso di responsabilità e spirito di innovazione.

I profondi mutamenti della società e dell'impostazione del lavoro verificatisi negli ultimi decenni hanno indotto quasi tutti i paesi ad un riordino dell'assetto degli studi. Fu introdotto un livello di formazione intermedio, che desse la possibilità di iniziare a lavorare dopo una Laurea ottenuta con tre anni di studio, e un completamento della formazione con una Laurea Magistrale biennale.

In coerenza con questa impostazione è stato variato anche l'ordinamento della Professione di Ingegnere, con la definizione degli ambiti di responsabilità nei quali i due livelli di Laureati, junior e magistrale, possono svolgere la loro attività.

L'impianto originale del Corso di Studi in Ingegneria Civile, che attribuisce grande rilievo alla formazione di base a forte contenuto matematico e scientifico, è rimasto immutato e recepito integralmente nel percorso di laurea triennale per la formazione del laureato junior. L'esperienza passata ha infatti dimostrato che, proprio grazie a questo tipo di formazione culturale, l'Ingegnere Civile del Politecnico ha potuto facilmente inserirsi nel mondo del lavoro nazionale e internazionale, operando, con generale apprezzamento a livello professionale, industriale e accademico. Il percorso della laurea triennale si completa con gli insegnamenti caratterizzanti necessari alla formazione del laureato junior, ovvero gli elementi fondanti della geotecnica, della tecnica delle costruzioni, delle costruzioni idrauliche e delle infrastrutture di trasporto.

L'impostazione complessiva del Corso di Laurea è fortemente legata alla tradizione, al fine di mantenere quell'identità della figura dell'Ingegnere

Civile che costituisce un punto di forza per l'inserimento nel mondo del lavoro. Al contempo, l'articolazione di dettaglio del percorso formativo, i contenuti specifici degli insegnamenti e le innovazioni introdotte rendono il Corso di Laurea fortemente attuale, proiettato nel futuro e predisposto a continui aggiornamenti ed evoluzioni. Dall'anno accademico 2020/2021 il Corso di Laurea in Ingegneria Civile affianca al percorso formativo in lingua italiana un percorso "Internazionale" con insegnamenti in lingua inglese. La realizzazione di grandi strutture e infrastrutture civili, quali edifici alti, gallerie, ponti, aeroporti, dighe, sistemi di gestione delle acque, reti di trasporto per la mobilità (stradali e ferroviarie), strutture e impianti industriali e di produzione dell'energia, è in rapida espansione e fortissima crescita, in particolare, nelle aree del pianeta rimaste arretrate fino a pochi decenni fa; di conseguenza, il Politecnico di Milano ha ritenuto strategico aggiornare l'offerta formativa della Laurea in Ingegneria Civile in italiano e affiancare un percorso in lingua inglese.

A questa visione strategica si aggiungono anche le seguenti motivazioni:

a) la necessità di garantire agli studenti internazionali una formazione di base solida paritetica a quella degli studenti italiani consentendo loro di fruire più proficuamente e con meno difficoltà il Corso di Laurea Magistrale di continuità;

b) la possibilità di offrire una formazione in lingua inglese consentirà agli studenti italiani di operare più efficacemente in un contesto internazionale.

Quanto indicato si inquadra pienamente nel contesto di internazionalizzazione del Politecnico di Milano, che vuole e può contribuire alla formazione di ingegneri civili capaci e con solida preparazione, sia stranieri, sia italiani, che possano più facilmente valorizzare e mettere a disposizione la loro preparazione in ambito internazionale grazie a un percorso di studi triennale in lingua inglese.

L'impianto del percorso formativo in lingua inglese, che mantiene l'impostazione di base del percorso formativo attuale, è caratterizzato sia da alcuni nuovi insegnamenti, in particolare nei campi del project management, delle prove non distruttive e del monitoraggio strutturale, sia dal potenziamento di insegnamenti esistenti finalizzato a un maggiore approfondimento dei metodi di probabilità e statistica per il trattamento

delle incertezze. Questa impostazione mira a dare al percorso in inglese una caratterizzazione rivolta al tema estremamente attuale della gestione, diagnostica, monitoraggio e manutenzione di strutture e infrastrutture esistenti.

Per entrambi i percorsi, tra gli insegnamenti a scelta è possibile selezionare insegnamenti sia in italiano sia in inglese. In questo modo, in ciascuno dei due percorsi didattici gli allievi avranno la possibilità di fare una esperienza formativa in una lingua diversa rispetto a quella principale del percorso scelto. Questa opportunità garantisce la piena coerenza delle attività formative programmate con i risultati di apprendimento attesi anche per il percorso in inglese.

Non ci sono inoltre variazioni nella figura professionale del laureato, che mantiene lo stesso profilo formativo arricchito da una maggiore capacità di operare in un contesto internazionale. L'affiancamento di un percorso in lingua italiana e di uno in lingua inglese si propone infine di contribuire al raggiungimento degli obiettivi dell'Ateneo, principalmente attraverso l'apertura dell'offerta formativa agli studenti internazionali in ingresso alla laurea triennale, con una selezione più efficace a fronte di un bacino più ampio nell'ambito del numero programmato di iscrizioni e con un conseguente miglioramento atteso sia della qualità degli studenti, sia verso un ulteriore potenziamento del processo di internazionalizzazione.

Obiettivi formativi

Con la Laurea in Ingegneria Civile lo studente matura le conoscenze matematiche e scientifiche necessarie per affrontare le discipline specifiche ai vari settori dell'Ingegneria ed acquisisce le competenze tecniche che gli consentono di operare come Ingegnere Junior.

La Laurea in Ingegneria Civile gli consente inoltre di continuare il proprio percorso formativo o con l'accesso alla Laurea Magistrale o con la frequenza a Master o a Corsi di specializzazione, finalizzati a quel costante aggiornamento scientifico e tecnico richiesto dagli Ordini Professionali, dalla Pubblica Amministrazione e dall'Industria.

Status professionale conferito dal titolo

L'Ingegnere Civile cura la progettazione, la costruzione e l'esercizio di costruzioni e infrastrutture semplici e ne esegue il rilevamento e controllo.

Le competenze dell'Ingegnere Civile permettono inoltre di affrontare lo studio di particolari problemi propri dell'Ingegneria Industriale. Il titolo di primo livello conferisce all'ingegnere Civile le competenze necessarie per operare efficacemente all'interno di una struttura e una preparazione generale sufficiente ad acquisire, anche autonomamente, ulteriori competenze specifiche.

Il Laureato in Ingegneria Civile consegue il titolo di Dottore in Ingegneria Civile. In questa veste egli può operare, come libero professionista, come funzionario della Pubblica Amministrazione o come dipendente di società private, confrontandosi con tutti quei problemi di Ingegneria che riguardano terreni e rocce, strutture, trasporti, idraulica, rilevamento, difesa del territorio e protezione civile. La sua attività può essere di tipo progettuale o gestionale.

Il superamento dell'Esame di Stato abilita l'Ingegnere Civile all'esercizio della libera professione nell'ambito delle competenze attribuite alla categoria junior. Per l'effettivo esercizio della libera professione è richiesta l'iscrizione all'Ordine degli Ingegneri del Settore Civile (comune per Ingegneri Civili, Ambientali ed Edili). La Laurea triennale in Ingegneria Civile consente l'accesso anche ad altri tipi di Laurea Magistrale. A tal fine sono poste alcune condizioni, dipendenti dal Corso che si intende frequentare.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

L'Ingegnere Civile si occupa della progettazione, realizzazione, esercizio, rilevamento e controllo delle costruzioni (ad esempio edifici, ponti, gallerie, dighe) e delle infrastrutture (ad esempio vie e trasporti, sistemi di raccolta, distribuzione e smaltimento delle acque e opere finalizzate alla conservazione del territorio e dell'ambiente). Gli sbocchi occupazionali comprendono studi professionali, società di progettazione pubbliche e private, imprese di costruzione, aziende, enti, consorzi e agenzie di gestione e controllo delle opere strutturali e infrastrutturali dell'ingegneria civile. Nei prossimi anni si può prevedere un aumento degli sbocchi occupazionali degli ingegneri civili per la progettazione, realizzazione, manutenzione e gestione delle opere previste dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Profilo del laureato

Funzione in un contesto di lavoro:

I laureati in Ingegneria Civile operano nel campo delle costruzioni e delle

infrastrutture. Le costruzioni comprendono gli edifici, la parte civile delle costruzioni industriali e grandi opere quali, ad esempio, ponti, gallerie, dighe. Le infrastrutture comprendono: sistemi di trasporto di rete e puntuali; sistemi di raccolta, distribuzione e smaltimento delle acque; opere per garantire la protezione e la conservazione del territorio e dell'ambiente. L'Ingegnere Civile cura la progettazione, la costruzione e l'esercizio la manutenzione, la riabilitazione, il rilevamento e il monitoraggio di queste opere. Le competenze dell'Ingegnere Civile permettono inoltre di affrontare lo studio di particolari aspetti propri dell'Ingegneria Industriale, quali ad esempio analisi e progettazione di componenti e strutture industriali.

Il percorso formativo triennale è strutturato in modo da fornire agli allievi gli strumenti metodologici e operativi necessari sia per un diretto inserimento nel mondo del lavoro, con funzioni di supporto alle attività su indicate, sia per una efficace prosecuzione nel Corso di Laurea Magistrale, ove vengono acquisite le competenze necessarie per svolgere una attività professionale autonoma. Il laureato in Ingegneria Civile junior potrà collaborare come tecnico alla soluzione di problemi di ingegneria che riguardano terreni e rocce, strutture, trasporti, idraulica, rilevamento, difesa del territorio e protezione civile. In particolare potrà collaborare alla progettazione di strutture e opere civili di media complessità (edifici, coperture, ecc.) riconducibili a schemi ricorrenti, collaborando alle attività di preparazione documentale, lavorando in team nelle fasi esecutive di organizzazione del cantiere, e collaborando ad attività di gestione, monitoraggio e manutenzione ordinaria o straordinaria di strutture e infrastrutture

. Competenze associate alla funzione:

Il Corso di Laurea triennale in Ingegneria Civile fornisce le competenze associate alla funzione, per le quali sono richieste conoscenze, capacità e abilità di base nell'ambito del rilevamento, della meccanica dei fluidi, dei solidi, delle strutture e dei materiali naturali e artificiali, delle infrastrutture idrauliche e di trasporto.

In particolare, l'Ingegnere Civile junior conoscere e comprendere:
i principi della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni e della Geotecnica e li sa applicare a casi semplici e ricorrenti di strutture in acciaio e in calcestruzzo armato;
il comportamento meccanico dei principali materiali da costruzione;
la codifica normativa dei criteri che regolano l'attività di progettazione e

verifica delle strutture;
i principi alla base della progettazione di infrastrutture di trasporto a rete e puntuali;
le modalità di calcolo delle condotte in pressione e dei canali a pelo libero;
gli obiettivi fondamentali da raggiungere nella progettazione, costruzione, gestione e manutenzione delle infrastrutture di trasporto;
il linguaggio tecnico che gli permette di dialogare con specialisti e identificare gli aspetti e le problematiche da approfondire.

Sbocchi occupazionali e professionali

I titolari di Laurea in Ingegneria Civile triennale trovano sbocco occupazionale:

- principalmente completando la formazione nella laurea magistrale di continuità, o in lauree magistrali di ingegneria non di continuità, anche attraverso programmi di doppia laurea interni al Politecnico;
- negli studi professionali e nelle società di progettazione di opere, impianti e infrastrutture;
- nelle imprese di costruzione e manutenzione di opere, impianti e infrastrutture civili;
- nei pubblici uffici di progettazione, pianificazione, gestione e controllo di sistemi urbani e territoriali;
- nelle aziende, enti, consorzi e agenzie di gestione e controllo dei sistemi di opere e servizi in ambito civile;
- nelle società di servizi per lo studio di fattibilità dell'impatto urbano e territoriale delle infrastrutture;
- nelle imprese, aziende e società di servizi, uffici pubblici, enti, consorzi e agenzie per la gestione, il rilevamento e controllo del territorio.

Edile

Presentazione generale del Corso di Studio

Il settore delle costruzioni oggi, all'interno di percorsi progettuali e costruttivi innovativi, pone sfide impegnative: edifici a basso fabbisogno energetico che garantiscano elevati livelli di comfort e salute, edifici a basso impatto ambientale e ad alto contenuto tecnologico (climate-neutral building, clean construction, smart building, smart environment), edifici a basso costo nel ciclo di vita, edifici resilienti e sicuri (resistenza ai carichi statici e dinamici quali sisma, incendio, vento). Per affrontare tali sfide sono necessari ingegneri con una solida preparazione scientifica, conoscenze

tecniche specialistiche e competenze trasversali necessarie per la risoluzione di problemi complessi. Si tratta di giovani ingegneri dinamici, capaci di seguire e, ancor più, di orientare le trasformazioni nel settore delle costruzioni.

Il Corso di Studio in **Ingegneria Edile e delle Costruzioni (CdS IEC)** ha l'ambizione di formare ingegneri in grado di gestire la complessità che caratterizza gli edifici (sistemi e componenti edilizi, impiantistici, strutture e l'insieme delle prestazioni ambientali) e di governare i processi di progettazione, costruzione, collaudo, gestione, manutenzione, trasformazione o dismissione al termine del ciclo di vita utile. L'ingegnere edile si pone come figura di riferimento nel settore delle costruzioni che sempre più si trasforma secondo i paradigmi di Industria 4.0. Il corso IEC è propedeutico ai corsi di Laurea Magistrale in continuità erogati dalla Scuola di Architettura Urbanistica e Ingegneria delle Costruzioni: Ingegneria dei Sistemi Edilizi (in lingua italiana), Building and Architectural Engineering e Management of Built Environment (in lingua inglese).

Il primo anno e il secondo anno del corso di studi sono incentrati sulle materie ingegneristiche di base e delle scienze edilizie. Il terzo anno il corso di laurea si arricchisce di insegnamenti propri dell'ingegneria edile, dell'ingegneria delle costruzioni e di insegnamenti di tipo tecnico-applicativo. Questa offerta formativa ha lo scopo di orientare lo studente alla scelta del percorso di Laurea Magistrale e/o di consolidare le prime competenze dell'ingegnere edile per un immediato inserimento nel mondo del lavoro come tecnico della produzione edilizia a supporto della progettazione, costruzione e gestione dei manufatti edilizi. Il percorso di studi IEC propone, per alcuni insegnamenti un approccio innovativo alla didattica attraverso forme di active learning e di co-tutela con il mondo dell'impresa, delle società di ingegneria, di enti di ricerca e/o istituzioni. Al terzo anno sono previsti momenti orientati all'acquisizione anche delle competenze trasversali e per la valorizzazione delle attitudini dello studente; si tratta di corsi MOOCs (Massive Online Open Courses presenti nel portale Polimi Open Knowledge - PoK), di seminari/workshop extracurricolari e curriculari (con eventuale riconoscimento come tirocinio). L'avviamento al tirocinio con prove di assessment e il tirocinio (esterno o in gruppi di ricerca), completano l'offerta formativa.

Obiettivi formativi

I laureati nei corsi di laurea della classe L 23 (scienza e tecniche dell'edilizia) alla quale Ingegneria Edile e delle Costruzioni (IEC) appartiene, devono:

- governare gli aspetti analitici e conoscitivi, conoscere gli aspetti metodologico-operativi ed essere in grado di utilizzare specifici metodi, tecniche e strumenti;
- conoscere e comprendere gli organismi edilizi nei loro caratteri morfologici, tipologico-funzionali, strutturali e geotecnici, impiantistici, materici e tecnologici, in rapporto al contesto fisico-ambientale, socio-economico e produttivo e in funzione delle dinamiche evolutive del settore delle costruzioni;
- formulare e risolvere i problemi attinenti agli organismi edilizi, ai sistemi e componenti strutturali, edilizi e impiantistici, e all'ambiente costruito in generale (complex problem solving), con l'utilizzo di strumenti e tecniche appropriati e innovativi;
- utilizzare le conoscenze sia teoriche sia applicative nei diversi campi in cui si esplica l'attività edilizia garantendo sul piano professionale una reale flessibilità di risposta alle esigenze del mondo del lavoro.

In particolare l'obiettivo principale del corso di studi è quello di formare figure professionali in linea con quelle oramai ben consolidate in ambiti internazionali sotto il nome di Building Engineer (o, in alcuni contesti, Architectural Engineer). La necessità di questa figura nasce dalla complessità dei problemi progettuali, operativi, organizzativi, gestionali che caratterizzano il settore delle costruzioni e che richiedono operatori dotati di un nuovo bagaglio di conoscenze culturali, scientifiche e tecniche. Il corso di studi in Ingegneria Edile e delle Costruzioni si prefigge, in dettaglio, di garantire ai propri studenti una solida preparazione per:

- l'ingegnerizzazione del progetto, per quanto attiene agli aspetti tecnologici (involucro, strutture, impianti meccanici, impianti elettrici, ecc.), prestazionali (contenimento dei consumi energetici, comfort, salute, sicurezza, durabilità, ecc.), operativi e cantieristici;
- l'ingegnerizzazione del processo edilizio che, a partire dal progetto, si sviluppa attraverso l'appalto, la costruzione, il collaudo, la gestione, la manutenzione, la dismissione;
- l'ingegnerizzazione della sicurezza in fase di progettazione e costruzione;
- la validazione del progetto, la direzione lavori e il controllo dei processi tecnico-amministrativi;
- la gestione dei flussi informativi digitali nel processo edilizio (BIM based);
- la progettazione di materiali e di componenti edilizi innovativi e il relativo controllo del processo produttivo secondo i principi dell'industria 4.0;
- l'attività di supporto alla progettazione architettonica.

I laureati IEC saranno in possesso di competenze idonee a svolgere attività

professionali in diversi campi, concorrendo alle attività di programmazione, progettazione, costruzione e controllo delle opere, gestione degli interventi di nuova costruzione e di trasformazione dell'ambiente costruito alle varie scale di riferimento. Le abilità e le competenze conseguite permetteranno all'ingegnere Edile di potersi adeguare a scenari di evoluzione di metodi, tecniche, strumenti e tecnologie propri del settore delle costruzioni e non solo.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

Il Laureato in Ingegneria Edile e delle Costruzioni trova differenziate occasioni di inserimento professionale come:

- Ingegnere junior progettista-tecnologo (building engineer);
- Ingegnere junior delle strutture per edifici (structural engineer);
- Ingegnere gestore di progetti (project manager, quantity surveyor);
- Ingegnere gestore di processi di costruzione (construction manager e work supervisor);
- Ingegnere della sicurezza (safety and site engineer);
- Ingegnere gestore di processi di manutenzione (maintenance manager);
- Ingegnere gestore di servizi (facility manager);
- Ingegnere gestore dei processi digitalizzati per le costruzioni, coordinatore dei flussi informazioni di commessa, modellatore (BIM Manager/Coordinator/Specialist); e in molte altre occasioni professionali che scaturiscono dal forte avanzamento dell'innovazione che oggi caratterizza il mondo delle costruzioni.

Profilo del laureato

Il laureato in Ingegneria Edile e delle Costruzioni sarà dotato di un bagaglio tecnico-scientifico e di competenze adeguate per gestire in autonomia progetti e processi di costruzione di media complessità oppure per essere integrato in team multidisciplinari di progettazione, di gestione dei processi e di gestione del costruito.

In dettaglio, l'Ingegnere Edile sarà preparato per:

- la progettazione tecnologica e prestazionale dell'organismo edilizio e delle sue parti (sviluppo e messa a punto di soluzioni tecniche fino al dettaglio costruttivo, modellazione delle prestazioni) e ottimizzazione delle soluzioni tecniche;
- il progetto e la gestione dei processi produttivi di sistemi e componenti edilizi;
- la progettazione di strutture e impianti di edifici di media complessità;

- la valutazione delle prestazioni energetico-ambientali degli edifici;
- la verifica del progetto finalizzata alla validazione e al controllo tecnico in fase di esecuzione;
- la progettazione e la gestione della sicurezza delle lavorazioni in cantiere;
- il collaudo di edifici di media complessità;
- il monitoraggio e la valutazione delle prestazioni residue degli elementi edilizi e strutturali (analisi stato di degrado, prove non distruttive);
- la gestione della manutenzione e dei suoi processi e la gestione dei servizi;
- la gestione economica della commessa;
- la gestione del flusso delle informazioni nelle fasi di progettazione, costruzione e nel ciclo di vita dell'edificio e delle sue parti e la gestione del processo di digitalizzazione avanzata;
- la valutazione tecnico-economica degli edifici e delle loro trasformazioni.

L'Ingegnere Edile e delle Costruzioni sarà in grado di utilizzare i più moderni strumenti che l'innovazione nel settore ICT mette a disposizione per il mondo delle costruzioni, dai software di progettazione a controllo parametrico ai software per la gestione dei processi digitali.

Competenze associate alla funzione

Il laureato in Ingegneria Edile e delle Costruzioni è un ingegnere junior con una preparazione di base per il progetto dell'edificio e delle sue parti (sistemi e componenti edilizi, strutture, impianti), la costruzione, la gestione, la manutenzione, il recupero e la dismissione al termine del ciclo di vita. L'ingegnere edile potrà utilizzare le competenze acquisite attinenti a:

- materiali per le costruzioni, sistemi e componenti edilizi e impiantistici, strutture e relativo comportamento al variare del contesto, delle sollecitazioni e delle condizioni d'uso;
- metodi, strumenti e tecniche per la modellazione e/o la validazione delle prestazioni ambientali, tecnologiche e strutturali (in fase di progetto e in opera);
- strumenti e tecniche per il rilievo, la rappresentazione grafica e la costruzione di modelli digitali;
- tecniche di programmazione e software parametrici (computational design per l'architettura);
- metodi, strumenti e tecniche per la gestione delle informazioni, la gestione e la programmazione del cantiere e il controllo in fase di esecuzione;
- metodi, strumenti e tecniche per il monitoraggio, la diagnostica, il recupero e la riqualificazione degli edifici, la manutenzione e il facility management.

Sbocchi occupazionali

Gli sbocchi professionali dell'ingegnere Edile e delle Costruzioni sono molteplici:

- Società di ingegneria;
- Società di progettazione e studi di ingegneria e/o architettura;
- Studi di consulenza nel settore della tecnologia, della sicurezza, della termotecnica, del controllo di qualità;
- Imprese di costruzione e di manutenzione;
- Industrie di produzione di materiali e componenti edilizi;
- Pubbliche amministrazioni;
- Uffici tecnici di committenze private;
- Settore della libera professione e della ricerca;
- Società di Real Estate;
- Compagnie di assicurazioni.

A questi si associano i nuovi contesti occupazionali legati alle nuove professionalità:

- ambito ricerca e sviluppo per soluzioni ad alta efficienza energetica e/o LCCA;
- ambito ricerca e sviluppo per applicazioni finalizzate allo smart living (IoT nel settore delle costruzioni con particolare attenzione all'involucro edilizio).

Elettrica

Presentazione generale del Corso di Studio

L'Ingegneria Elettrica è quel ramo dell'Ingegneria che si occupa delle applicazioni dei fenomeni elettrici attraverso lo studio dell'elettromagnetismo e della teoria dei circuiti. Sono di interesse per questo settore i sistemi elettrici per l'energia, le macchine elettriche e il loro controllo, i convertitori elettronici di potenza, i sistemi elettrici per il trasporto, le misure elettriche ed elettroniche, la compatibilità elettromagnetica.

Questo Corso di Studio organizza e fornisce gli insegnamenti necessari per la formazione di laureati di primo e di secondo livello in Ingegneria Elettrica.

Lo sviluppo della società moderna è basato sulla disponibilità di energia in forme atte a essere facilmente trasformate in luce, calore, forza motrice, onde elettromagnetiche per la trasmissione e l'elaborazione di informazioni, azioni chimiche. L'energia elettrica costituisce il più efficiente veicolo di conversione da altre forme primarie di energia e di trasmissione a grande

distanza. Queste caratteristiche rendono l'energia elettrica insostituibile in molteplici applicazioni in ogni attività quotidiana, sia essa domestica, industriale o di servizio. L'energia elettrica è una forma di energia pulita, facilmente regolabile e rispettosa dell'ambiente. A livello nazionale più di un terzo dell'energia viene attualmente trasformato in energia elettrica prima dell'uso finale. L'energia elettrica è un bene prezioso, non va sprecato e vanno ottimizzate tutte le trasformazioni che la vedono coinvolta, dalla produzione all'utilizzazione finale. In questi anni, il settore elettrico sta conoscendo profonde trasformazioni che renderanno ancor più importante il ruolo nella società dell'ingegnere elettrico come figura di rilievo nella gestione dell'energia e per la salvaguardia dell'ambiente. E' impossibile elencare tutte le applicazioni dell'Ingegneria Elettrica. Le sue tematiche spaziano dalle macchine elettriche ai convertitori elettronici di potenza, ai trasformatori, alle grandi reti elettriche di trasmissione e di distribuzione, agli impianti elettrici per usi civili e industriali, agli azionamenti impiegati nell'automazione dei processi industriali, alla trazione elettrica, alle applicazioni dell'industria metallurgica pesante, alla compatibilità elettromagnetica fra apparati e sistemi complessi.

La produzione, la trasmissione, la distribuzione e l'impiego razionale ed economico dell'energia elettrica richiedono laureati di primo e secondo livello in Ingegneria Elettrica con adeguate capacità di progettazione, gestione, elaborazione e analisi. Per esempio, l'esigenza di utilizzare fonti energetiche rinnovabili, quali ad esempio quella solare ed eolica, mediante impianti di produzione distribuiti sul territorio, in aggiunta alle più tradizionali centrali di grande potenza (idroelettriche e termoelettriche), comporta un nuovo modo di progettare e gestire le reti elettriche di distribuzione. In quest'ambito notevoli sviluppi sono attesi dall'applicazione delle tecnologie per l'informazione e telecomunicazioni nello sviluppo di reti intelligenti (Smart Grid). Inoltre, la sempre maggior diffusione di apparecchiature dotate di controlli complessi e sofisticati richiede livelli molto più elevati di qualità della fornitura elettrica (si pensi, ad esempio, ai centri di elaborazione dati), che implicano lo studio e lo sviluppo di nuovi apparati al fine di rendere le utenze elettriche immuni dai disturbi e le reti elettriche di distribuzione più affidabili. Lo sviluppo della tecnologia delle celle a combustibile e di sistemi di accumulo avanzati sta consentendo la diffusione di veicoli di trasporto di nuova generazione e sta contribuendo in maniera significativa alla riduzione dell'inquinamento ambientale nonché al miglior utilizzo delle fonti energetiche tradizionali e/o innovative. Il passaggio da un regime di monopolio alla liberalizzazione del mercato

dell'energia elettrica comporta indubbiamente nuove opportunità per l'utenza, ma anche problemi tecnici, rispetto ai quali risulterà decisiva la figura dell'Ingegnere Elettrico. Tutti questi temi sono centrali nel Corso di Studio in Ingegneria Elettrica. In particolare, le competenze maturate in questo Corso di Studio sono essenziali in tutte le fasi del processo di conversione, generazione, trasmissione, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica, per usi in ambito civile e industriale, per realizzare gli obiettivi desiderati con la massima economia, con il minor spreco di risorse e il maggior rispetto possibile per l'ambiente.

L'Ingegneria Elettrica, fondata su una lunga storia e tradizione (al Politecnico di Milano è presente fin dal 1886) contribuisce tuttora allo sviluppo di nuove tecnologie che sono fondamentali nello sviluppo industriale della moderna società.

Obiettivi formativi

I laureati in Ingegneria Elettrica sono caratterizzati da un bagaglio di conoscenze ad ampio spettro, necessarie ad affrontare le sfide sempre più impegnative del mondo del lavoro e della ricerca, non solo nell'ambito della produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, ma anche nella molteplice e variegata realtà delle applicazioni elettriche/elettroniche in ambito industriale, civile e dei servizi, nei settori dell'automazione industriale e dei trasporti.

Un'ampia e approfondita conoscenza delle discipline matematiche, della fisica e della chimica costituisce la base essenziale della preparazione del laureato in Ingegneria Elettrica. Approfondite devono anche essere le conoscenze di informatica, di automatica e di elettronica e del loro ruolo negli specifici settori di interesse.

Il Corso di Studio prevede, nel primo livello, il Corso di Laurea in Ingegneria Elettrica di durata triennale (180 crediti). Il Corso di Laurea ha l'obiettivo di assicurare allo studente un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali nell'Ingegneria Elettrica e di formare figure professionali in grado di affrontare i problemi tipici della progettazione di base. Dopo il Corso di Laurea (di primo livello) è previsto un ulteriore livello formativo di durata biennale (120 crediti), denominato Corso di Laurea Magistrale (secondo livello), che ha l'obiettivo di fornire allo studente una formazione avanzata per l'esercizio di attività di elevata qualificazione nell'ambito scientifico e tecnico dell'Ingegneria Elettrica, per svolgere e gestire attività di progettazione anche complesse e per promuovere e sviluppare l'innovazione tecnologica. Ciò comporta la

necessità di una solida formazione di base che approfondisca oltre agli aspetti metodologico-operativi, anche quelli teorico-scientifici

. Infine, per completare l'offerta formativa, a valle del Corso di Laurea Magistrale è previsto un Corso di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Elettrica (terzo livello) che offre un livello formativo di elevata qualificazione scientifica, teso a sviluppare figure professionali in grado di esercitare attività di ricerca di alto profilo nel mondo dell'industria, nei centri di ricerca e nelle Università.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

Gli sbocchi occupazionali dei laureati in Ingegneria Elettrica (primo livello) riguardano principalmente i seguenti ambiti:

Industrie per la produzione di apparecchiature, macchinari elettrici e sistemi elettronici di potenza;

Industrie per l'automazione industriale e la robotica;

Imprese ed enti per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica (pianificazione ed esercizio);

Imprese ed enti per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio dei sistemi elettrici di trasporto;

Imprese per la produzione e gestione di beni e servizi automatizzati;

Società e consorzi per la compravendita dell'energia elettrica nella Borsa dell'energia elettrica;

Libera professione.

La richiesta di laureati in Ingegneria Elettrica continua ad essere particolarmente elevata. Dai dati forniti dal Career Service si nota che il tasso di occupazione è del 100% e la percentuale di assunzioni entro i 6 mesi dalla laurea è pari all'83%.

Funzione in un contesto di lavoro:

L'Ingegnere Elettrico è in grado di affrontare i problemi tipici della progettazione di base. La figura è caratterizzata da un bagaglio di conoscenze ad ampio spettro, necessarie ad affrontare le sfide sempre più impegnative del mondo del lavoro e della ricerca, non solo nell'ambito della produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, ma anche nella molteplice e variegata realtà delle applicazioni elettriche industriali, domestiche, ospedaliere e nel settore dei trasporti e della compatibilità elettromagnetica.

La Laurea di I livello in Ingegneria Elettrica del Politecnico di Milano

privilegia una preparazione ad ampio spettro, mirata a fornire conoscenze nelle materie dell'ingegneria di base e specialistica, e tesa a privilegiare gli aspetti metodologici rispetto a quelli applicativi. Il laureato in Ingegneria Elettrica consegue il titolo di studio di laureato di primo livello (Ingegnere) nella classe dell'Ingegneria Industriale. Il laureato in Ingegneria Elettrica può esercitare la libera professione, previo Esame di Stato e iscrizione alla Sezione B dell'Albo Professionale dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di residenza.

Competenze associate alla funzione:

Competenze specifiche per:

- applicare i principi di sicurezza e fornire supporto alla progettazione anche con riferimento ai costi e alle caratteristiche di componenti e impianti;
- redigere documenti tecnici, computi metrici e preventivi, ed effettuare rilievi, calcoli e misurazioni;
- interpretare e verificare la documentazione legislativa, normativa e cataloghi tecnici;
- comunicare con diverse figure istituzionali e professionali;
- effettuare collaudi e prove per la verifica della funzionalità di componenti;
- definire le specifiche tecniche dei componenti adatti a vari tipi di applicazioni in relazione ai costi, per migliorare il risparmio energetico;
- interagire in un gruppo di lavoro discutendo le soluzioni tecniche basate sulle proprie conoscenze specifiche in un contesto interdisciplinare;
- comunicare in modo completo e sintetico le caratteristiche delle soluzioni tecnico-impiantistiche anche a persone esterne al settore elettrico.

Sbocchi occupazionali

Il Laureato potrà quindi accedere alla Laurea Magistrale di continuità o intraprendere l'attività lavorativa in uno (o più) dei seguenti ambiti:

Industrie per la produzione di apparecchiature, macchinari elettrici e sistemi elettronici di potenza;

Industrie per l'automazione industriale e la robotica;

Imprese ed enti per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica (pianificazione ed esercizio);

Imprese ed enti per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio dei sistemi elettrici di trasporto;

Imprese per la produzione e gestione di beni e servizi automatizzati;

Società e consorzi per la compravendita dell'energia elettrica nella Borsa dell'energia elettrica;

Libera professione.

Elettronica

Presentazione generale del Corso di Studio

Il Corso di Studi in Ingegneria Elettronica (ELN) prepara lo studente a progettare, utilizzare e innovare dispositivi, circuiti e sistemi elettronici e a integrarli in ambiti applicativi multidisciplinari. Il Corso di Studi in Ingegneria Elettronica si articola in una Laurea (L) triennale di primo livello e in una successiva Laurea Magistrale (LM) biennale di secondo livello, con contenuti e competenze di complessità progressivamente crescenti.

L'obiettivo della L ELN e della LM ELN è di formare professionisti dotati di una ricca e solida preparazione scientifica, tecnologica e ingegneristica, che coniughino gli aspetti fisico-chimico-matematici propri delle scienze più avanzate, con le esigenze tecnologiche proprie delle discipline elettroniche e con le capacità quantitative ingegneristiche, per ideare prodotti e sistemi elettronici innovativi, integrarli nei più svariati ambiti applicativi, sviluppare applicazioni, aprendo nuovi mercati, inventando nuovi settori di utilizzo e migliorando la qualità di vita. L'ingegneria elettronica educa nuove menti in uno dei campi più avanzati ed eccitanti dell'ingegneria, per abilitare le altre ingegnerie e preparare i professionisti che cambieranno il modo in cui vivremo e lavoreremo nel futuro a venire. Grazie alle conoscenze ingegneristiche ed elettroniche acquisite e alle competenze maturate nell'analisi e nel progetto di dispositivi, circuiti e sistemi, l'ingegnere Elettronico guiderà l'evoluzione dell'Elettronica negli anni a venire e applicherà l'Elettronica nei più diversificati settori tecnologici e mercati commerciali, con competenza e professionalità. Le solide basi ingegneristiche acquisite sia nella L ELN che nella LM ELN permetteranno all'ingegnere Elettronico di estendere e promuovere la diffusione di sistemi intelligenti ed autonomi anche in campi dell'attività umana tuttora inesplorati, permettendo nuovi vantaggi prestazionali, competitivi, innovativi.

L'ingegneria Elettronica è la base insostituibile e abilitante di tutte le attuali e future tecnologie dell'era dell'Informazione, nei vari aspetti della vita, del lavoro, della conoscenza nella società moderna. Come noto, la ricerca scientifica e lo sviluppo delle tecnologie elettroniche sono continue, incessanti, e sempre più stimolate dalle più disparate ed esigenti applicazioni. Ad esempio, microprocessori sempre più veloci e al contempo

di minor consumo energetico e memorie sempre più dense, prive di difetti e di lunga durata sono i costituenti elettronici imprescindibili di qualunque sistema informatico e di elaborazione; senza simili circuiti elettronici i robot intelligenti, i droni e i veicoli autonomi rimarrebbero solo fantascienza. I sensori a semiconduttore, ultrasensibili e miniaturizzati, che dialogano continuamente tra di loro, per l'Internet-of-Things e verso il Cloud, nei sistemi intelligenti più raffinati e nelle reti distribuite ubiquie ed estese, sono fondamentali per acquisire il mondo reale, controllarlo, comprenderlo, gestirlo e attuare azioni; senza simili dispositivi elettronici le macchine non sarebbero autonome e l'interazione con esse rimarrebbe solo virtuale.

I prodotti elettronici, dai più semplici apparati consumer ai sistemi elettronici avanzati per il controllo e l'automazione, le comunicazioni, i sistemi informativi, l'intelligenza artificiale, la strumentazione biomedicale, gli apparati per la generazione e la conservazione dell'energia, i sistemi avionici, meccatronici e satellitari, sono diventati basilari a tal punto da darne per scontata l'esistenza e le prestazioni. Invece, senza tali sistemi elettronici non vi sarebbe il mondo moderno. È solo grazie all'eccellenza e competenza di studenti, laureandi e neo ingegneri Elettronici che la progettazione e l'innovazione di dispositivi, circuiti, apparati e sistemi elettronici continuano a fornire i mattoni fondamentali per tutti gli ambiti della vita moderna, in tutte le declinazioni "smart-" (smart cyber-physical-systems, smart industries, smart manufacturing, smart living, smart mobility, smart lighting, smart cities, smart communities, smart aging, ecc.) e "autonomous-" (autonomous vehicles, autonomous driving, autonomous fleet, autonomous manufacturing, ecc.) dell'innovazione.

L'ingegnere Elettronico è colui che inventa questi sistemi, li progetta, li realizza, li valida sperimentalmente, li installa nelle applicazioni finali, spesso modellizzando prima la realtà fisica in cui tali sistemi dovranno operare, per comprendere, descrivere, prevedere, verificare le interazioni con gli altri apparati meccanici, elettrici, energetici, informativi, biologici, clinici, fisici, chimici, nucleari, ecc.. È una figura professionale raffinata e poliedrica, trasversale e orientata a una continua interazione con gli utenti finali e a una propulsiva spinta all'innovazione, rivolta al miglioramento delle prestazioni non solo di ciò che è elettronico (il dispositivo, il circuito, l'apparato, il sistema, la strumentazione, l'elaborazione, l'automazione, ecc.) ma di tutto il macro ecosistema del contesto applicativo. Le capacità di innovazione tecnologica dell'Elettronica, unite a solide conoscenze fisiche/chimiche/biologiche, permettono all'ingegnere Elettronico di

sviluppare strumentazione scientifica, innovativi sensori micro- e nano-elettronici, apparati biomedicali, e sistemi di controllo in grado di sostenere l'evoluzione verso una società sostenibile incentrata sull'uomo e sulla sua qualità di vita.

Maggiori informazioni si possono trovare nel sito specifico del Corso di Studi in Ingegneria Elettronica: <https://www.elettronica.polimi.it/>.

Obiettivi Formativi

La natura fortemente interdisciplinare dell'Elettronica impone una preparazione scientifica e tecnica ad ampio spettro fin dalla Laurea (L) triennale di primo livello, tale da permettere sia un efficace inserimento nel mondo del lavoro subito dopo la L, che un approfondito percorso specialistico degli studi nei successivi livelli di istruzione universitaria, ossia la Laurea Magistrale (LM) biennale ed eventualmente il Dottorato di Ricerca (Ph.D., dall'inglese *Philosophiae Doctor*). Il Corso di Studi in Ingegneria Elettronica offre quindi un ciclo triennale di formazione di base (la L ELN) e uno successivo biennale in cui si affrontano temi specialistici (la LM ELN). È inoltre offerto un percorso finale facoltativo di Dottorato di Ricerca triennale, incentrato su una solida attività di ricerca scientifica e di sviluppo (RD, *research and development*) di livello avanzato e internazionale.

Nei semestri iniziali della L ELN vengono concentrati gli insegnamenti “di base” (matematica, geometria, fisica, chimica, programmazione) in cui lo studente acquisisce gli elementi essenziali delle discipline scientifiche che costituiscono la base indispensabile degli studi di ingegneria. Nei semestri successivi si raccordano progressivamente discipline “caratterizzanti” più specificamente elettroniche e progettuali (elettronica analogica, sistemi elettronici digitali, dispositivi microelettronici, elettronica dello stato solido, optoelettronica, sensori e strumentazione elettronica, microcontrollori). Negli stessi semestri della L ELN, la preparazione elettronica è accompagnata e completata dallo studio dei fondamenti delle altre discipline “affini” all'Elettronica, soprattutto nell'Ingegneria dell'Informazione, quali Automatica, Telecomunicazioni e Informatica. Nell'ultimo semestre, gli studenti che non intendono proseguire gli studi nella LM ELN possono optare per un tirocinio formativo (detto anche stage o internship) presso una delle numerosissime aziende del settore elettronico, per acquisire competenze professionali specifiche in vista della transizione verso il mondo del lavoro.

La lunga esperienza maturata nei decenni di erogazione del Corso di Studi

in Ingegneria Elettronica al POLIMI ha permesso di affinare e ottimizzare i metodi di erogazione degli insegnamenti e di verifica dell'apprendimento e della preparazione acquisita dagli studenti. Tali metodologie contribuiscono a fornire una formazione non limitata alla sole conoscenze scientifiche e tecniche, ovviamente fondamentali e irrinunciabili, bensì anche volta a consolidare nello studente le capacità cognitive più generali. Tra queste, la comprensione durante la didattica frontale, il potenziamento dell'efficacia dello studio autonomo e del lavoro di gruppo tramite attività laboratoriali, la capacità di risolvere problemi complessi mediante la loro scomposizione, semplificazione e modellizzazione. Sia nella L ELN che nella LM ELN, lo studente migliorerà le capacità di esposizione e di comunicazione scritta e orale, volte non solo all'interno dei propri gruppi di lavoro ma anche verso l'esterno.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

Il Corso di Studi in Ingegneria Elettronica prepara a un efficace inserimento nel mondo del lavoro e fornisce una robusta base per il proseguimento in studi più specialistici sia in ambito specificatamente Elettronico che in molteplici altri settori ad alto contenuto tecnologico, dall'Information and Communication Technology (ICT) agli ambiti biomedicale, industriale, mecatronico, nucleare, energetico, elettrico, ecc..

Il laureato in Ingegneria Elettronica (L ELN), grazie alla sua preparazione articolata e approfondita, può ricoprire ruoli sia tecnico-scientifici che tecnico-organizzativi in vari contesti occupazionali, con particolare competenza per gli ambienti high-tech e per le industrie più innovative.

Gli sbocchi occupazionali dei laureati in Ingegneria Elettronica sono estremamente ampi e variegati, comprendendo impieghi nei seguenti settori: industrie di applicazioni elettroniche consumer (audio, video, telefonia, informatica, ecc.);

industrie di semiconduttori, di circuiti integrati e in generale di componentistica elettronica;

industrie elettromeccaniche ad alto contenuto tecnologico quali mecatronica, aeronautica, trasporti, aerospaziale, energia, ecc. industrie di apparati elettronici e optoelettronici per sistemi di comunicazione cablata, wireless e in fibra ottica;

industrie di strumentazione per applicazioni analitiche e biomedicali e per laboratori di ricerca e sviluppo in biologia, genetica, proteomica e farmacologia;

industrie di automazione industriale, robotica e guida autonoma; società di

consulenza per la progettazione elettronica e sviluppo di impianti;
attività di libero professionista per progettazione e realizzazione di sistemi elettronici dedicati;
enti di ricerca scientifica e tecnologica nazionali e internazionali, pubblici o privati.

In aggiunta a tutto questo, si noti come le figure professionali nell'area dell'Ingegneria Elettronica compaiono comunque anche in innumerevoli altri settori essenziali per grandi industrie e medie e piccole imprese di vari ambiti, come il meccanico, l'avionico, il clinico, i trasporti, ecc. In tutti questi, l'ingegnere Elettronico è chiamato a sviluppare tecnologie avanzate in cui gli apparati elettronici acquistano sempre maggiore importanza non solo nei processi produttivi e manifatturieri ma anche nel conferire valore aggiunto in termini di intelligenza ("smartness") e programmabilità al prodotto finale. A tal riguardo, si veda ad esempio il "Rapporto sugli Ingegneri in Italia", Centro Studi CNI, reperibile su www.centrostudicni.it. In virtù della solida formazione acquisita, della rinomata fama del POLIMI e della sua particolare collocazione geografica, i laureati in Ingegneria Elettronica al POLIMI trovano prontamente impiego nel mondo del lavoro, nei settori, con le mansioni e il salario desiderati. Non vi è rischio di non trovare lavoro o di trovarlo in ambiti non desiderati e di ripiego. In ambito italiano, l'area lombarda non ha confronti per concentrazione, numero, qualità e importanza delle aziende del settore Elettronico e dell'high-tech. La qualità della preparazione acquisita al POLIMI permette peraltro ai laureati in Ingegneria Elettronica di far valere le loro doti anche in ambito internazionale, dove la fama dei laureati in Elettronica del POLIMI è ormai ampiamente riconosciuta e consolidata.

Profilo del laureato

"Ingegnere Elettronico" di primo livello (L ELN)

Funzione in un contesto di lavoro:

La figura professionale dell'Ingegnere Elettronico di primo livello è caratterizzata da una solida preparazione ingegneristica di base e da specifiche competenze su dispositivi, circuiti e sistemi elettronici per l'acquisizione, il filtraggio e il processamento di segnali, per la decisione, il controllo, la trasduzione e l'attuazione, per la comunicazione e la condivisione tramite i sistemi informativi. Queste competenze sono tali da consentire l'immissione del laureato nel mondo del lavoro con un'adequata conoscenza metodologica, analitica e progettuale per operare con

competenza e professionalità nei molti ambiti di utilizzo di apparati ibridi e sistemi elettronici anche complessi.

La Laurea di primo livello in Ingegneria Elettronica consente l'accesso - previo il superamento di un esame di Stato - alla Sezione B dell'Albo degli Ingegneri - settore dell'informazione, con il titolo di "Ingegnere dell'Informazione iunior".

Competenze associate alla funzione:

La Laurea di primo livello in Ingegneria Elettronica (L ELN) fornisce molteplici competenze specifiche, tra cui le seguenti:

conoscere e utilizzare i dispositivi e i componenti elettronici di base così come i circuiti e i sistemi elettronici;

saper scegliere le metodologie di simulazione e di progetto e le tecnologie elettroniche da impiegare;

ideare nuove applicazioni nell'ambito dell'informatica, delle comunicazioni, dell'automazione, della sensoristica e negli ambiti correlati;

utilizzare sensori e attuatori elettronici per i Cyber-Physical-Systems (CBS);

selezionare componenti e sottosistemi elettronici, in base al miglior compromesso costo-prestazioni;

utilizzare con perizia la strumentazione di laboratorio e i sistemi di collaudo;

definire la funzionalità di un sistema, definendo prestazioni e costi globali, attraverso modellizzazione a blocchi e simulazioni di sistema;

verificare e collaudare la strumentazione per le misure elettroniche;

gestire la produzione e l'installazione di un sistema elettronico;

implementare e sorvegliare il controllo di qualità di processo e di prodotto di componenti e sistemi elettronici;

valutare affidabilità, manutenzione, prestazioni, consumi energetici legati alle diverse tecnologie dei componenti e sistemi elettronici disponibili;

configurare dispositivi elettronici programmabili, quali microcontrollori, microprocessori, FPGA, DSP, programmandoli, emulandoli e validandone la rispondenza alle specifiche; implementare tecniche di Machine Learning e di Intelligenza Artificiale nei prodotti elettronici;

integrare dispositivi e apparati elettronici in sistemi di Quantum Communication e Quantum Computing;

effettuare assistenza e manutenzione di apparati elettronici e sistemi elettronici in merito alla tecnologia di fabbricazione, alle caratteristiche dei componenti, alla strumentazione di misure e al software di configurazione e di gestione di tali strumenti; collaborare alla progettazione, prototipazione e

produzione di sistemi e impianti industriali a tecnologie miste.

Sbocchi occupazionali:

Numerose statistiche e sondaggi confermano quanto la figura professionale dell'ingegnere Elettronico sia appetibile in moltissimi ambiti, anche nelle industrie di altri settori tecnologici (meccanico, aeronautico, biomedicale, impiantista, ecc.). Il motivo è la robusta e aggiornata preparazione fornita durante la Laurea di primo livello e la consolidata e riconosciuta qualità della didattica al POLIMI.

I laureati in Ingegneria Elettronica di primo livello al POLIMI non hanno dunque difficoltà a trovare impieghi gratificanti, grazie alla qualità della loro formazione, alla fama del POLIMI e alla fortunata collocazione geografica del Politecnico. L'area milanese, infatti, non ha confronti con l'intera Italia per la concentrazione, il numero e la qualità delle aziende del settore. La qualità della preparazione è peraltro dimostrata anche dal successo che molti neolaureati hanno conseguito con le loro doti e la loro preparazione anche in ambito internazionale, in aziende e centri di ricerca di prestigio mondiale.

Energetica

Presentazione generale del Corso di Studio

L'Ingegneria Energetica è il settore dell'ingegneria che si occupa della progettazione e della gestione degli impianti energetici e dei loro componenti, in modo da garantire il migliore impiego delle risorse disponibili con il minimo impatto sull'ambiente. Impianti energetici sono tutti quegli impianti, nei quali si converta o si utilizzi dell'energia. Sono, ad esempio, impianti energetici la grande centrale termoelettrica, l'impianto di climatizzazione per residenze e uffici, il motore di un'automobile, il propulsore di un aereo, un collettore solare e così via.

I temi della produzione e dell'utilizzo razionale dell'energia e del conseguente impatto ambientale sono oggi al centro dell'attenzione nelle società sviluppate, ma sono essenziali anche per le economie dei paesi emergenti e quelli del terzo mondo. Si assiste ad una continua evoluzione tecnologica e a mutamenti di scenari. È per queste ragioni che le tematiche energetiche vivono un momento di grande sviluppo scientifico, tecnico ed economico, certamente destinato ad una continua crescita. Nel contesto internazionale, la posizione dell'Italia è particolarmente delicata, data la sua forte dipendenza dall'estero per l'approvvigionamento energetico. Ciò

richiede la disponibilità di "tecnici dell'energia" con una preparazione approfondita tale da consentire l'utilizzo ottimale degli strumenti messi a disposizione dalla continua evoluzione scientifica e tecnologica, contribuendo all'avanzamento delle conoscenze nel settore, in modo da poter sviluppare consapevolmente politiche energetiche e industriali per un crescente benessere dell'umanità nel rispetto dell'ambiente.

Obiettivi formativi

L'ingegnere energetico, la cui figura professionale si colloca nell'ambito dell'ingegneria industriale, deve ben conoscere le modalità di conversione termodinamica delle varie forme di energia, gli effetti ambientali connessi alla produzione energetica, le problematiche tecnologiche e di esercizio delle macchine impiegate, le tecniche di analisi economica con cui verificare gli investimenti. Tale figura professionale sarà in grado di identificare, formulare e risolvere i problemi ingegneristici dell'area energetica utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati. La base della preparazione prevede una buona conoscenza delle discipline matematiche, fisiche, chimiche, informatiche e di economia applicata all'ingegneria. Su questa base vengono costruite le competenze proprie dell'ingegneria energetica, incentrate sulla termodinamica applicata, la trasmissione del calore, le macchine termiche e i processi energetici, che sono strettamente collegate alle altre discipline classiche dell'ingegneria industriale (la meccanica dei solidi e dei fluidi, la meccanica applicata, le tecnologie meccaniche, l'elettrotecnica, i materiali).

E' quindi obiettivo del corso di studi la formazione di un tecnico che abbia le competenze per agire nell'ambito multi-disciplinare che caratterizza le moderne applicazioni energetiche, con conoscenze mirate nei vari rami dell'ingegneria meccanica, chimica ed elettrica assieme ad un approfondimento delle tematiche più specifiche richieste dall'industria energetica. I risultati di apprendimento attesi sono espressi tramite i Descrittori Europei del titolo di studio:

Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding). Il laureato in Ingegneria Energetica ha una buona conoscenza dei principi matematici e scientifici di base e ne ha compreso le implicazioni. Il laureato sarà quindi in grado di interpretare, analizzare, modellizzare e risolvere problemi relativi alla progettazione, alla gestione e alle applicazioni di macchine, impianti e processi energetici. Avrà anche le conoscenze sufficienti a comprendere le innovazioni e gli avanzamenti tecnologici del settore energetico.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding). Il laureato è in grado di applicare le conoscenze acquisite all'analisi dei processi di produzione e di gestione dell'energia nelle sue varie forme, per valutarne le prestazioni in termini di efficienza energetica e di impatto ambientale, senza trascurare gli aspetti economici.

Autonomia di giudizio (making judgements). Il laureato è in grado di scegliere autonomamente (e quindi applicare) appropriati metodi analitici e di modellazione, al fine di realizzare progetti che soddisfino requisiti specifici.

Abilità comunicative (communication skills). Il laureato è in grado di interpretare e di redigere relazioni tecniche relative ai progetti effettuati, di consultare ed eventualmente formulare norme e manuali tecnici, sviluppando le abilità necessarie per inserirsi proficuamente in un team di progettazione.

Capacità di apprendimento (learning skills). Il corso di laurea fornisce gli strumenti per affrontare studi di livello superiore, a partire dalla Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica. In ogni caso, il laureato è in grado di aggiornarsi in modo continuo nel suo settore applicativo.

Status professionale conferito dal titolo

Il laureato in Ingegneria energetica è un tecnico con preparazione universitaria in grado di effettuare la progettazione esecutiva, il collaudo, l'esercizio e la manutenzione di impianti per la produzione, distribuzione e utilizzo dell'energia, di impianti di riscaldamento e condizionamento, dei loro componenti e dei sistemi termotecnici civili e industriali. E' inoltre in grado di svolgere il ruolo di responsabile dell'energia nelle aziende ed enti in cui è richiesto tale ruolo. Il percorso propedeutico alla laurea magistrale è orientato a completare la preparazione di base degli allievi che desiderano proseguire gli studi, per essere preparati a carriere negli stessi settori, ma con maggiori responsabilità e con maggiore propensione alle tematiche più complesse e innovative.

Il corso prepara alle professioni di ingegnere industriale nel settore dell'energia. I laureati di 1° livello in Ingegneria Energetica potranno sostenere l'Esame di Stato per l'abilitazione professionale alla Sezione B dell'Albo (Ingegneri Junior) nel settore dell'Ingegneria Industriale. I laureati di 2° livello potranno sostenere l'Esame di Stato per l'abilitazione alla Sezione A dell'Albo (Ingegneri), sempre nel settore dell'Ingegneria Industriale.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

Agli Ingegneri Energetici il mercato del lavoro offre un gran numero di opportunità: la produzione, la distribuzione e l'utilizzo corretto dell'energia sono realtà irrinunciabili, seppure intensamente problematiche, della nostra epoca. L'industria energetica sta peraltro vivendo grandi trasformazioni (la liberalizzazione dei mercati, l'incremento della competitività, la decentralizzazione, la maggiore attenzione ai problemi di impatto ambientale, la riduzione delle emissioni di gas serra), che richiedono sempre più tecnici preparati e con le necessarie competenze. D'altra parte, la concentrazione di industrie operanti nel settore dell'energia è elevatissima nell'area lombarda e milanese (dai grandi enti che si occupano di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia alle numerosissime imprese, anche medio-piccole, che operano nei settori dell'impiantistica industriale e civile, degli impianti di climatizzazione, dei componenti degli impianti).

Laurea. I possibili sbocchi professionali per l'Ingegnere con Laurea di 1° livello sono:

nel settore della gestione dell'energia, nell'industria e in aziende ed enti pubblici territoriali fornitori del servizio energia; si osservi in proposito che la Legislazione italiana (legge 10/91) ha previsto l'obbligo della figura del "tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia" (Energy Manager) per le aziende con consumi energetici significativi; nell'attività di progettazione, collaudo, esercizio e manutenzione di impianti energetici come, per esempio, impianti di riscaldamento e di climatizzazione, impianti per la conservazione degli alimenti, piccoli e medi impianti per la produzione, la distribuzione e l'utilizzo dell'energia; nella progettazione termotecnica degli edifici; nelle industrie che producono e commercializzano macchine e componenti come caldaie, climatizzatori, frigoriferi, motori, scambiatori di calore, compressori e turbine a gas o a vapore; nelle industrie energetiche operanti nei settori termoelettrico, idroelettrico, motoristico, petrolifero e del gas naturale, a livello di produzione, di spacciamento o di distribuzione.

Laurea Magistrale. Per quanto riguarda l'Ingegnere con Laurea Magistrale (LM), gli sbocchi saranno i medesimi, ma con accesso alle posizioni di responsabilità superiore sia nella progettazione di impianti e componenti sia nella loro gestione. Ai laureati magistrali saranno riservate

le attività di ricerca e sviluppo, nonché quelle relative alle fasi di studio e di progetto delle applicazioni più specialistiche e di maggior impegno (grandi impianti, processi innovativi, sviluppo di macchine e componenti tecnologicamente avanzati). La preparazione più ampia e flessibile fornita dal corso di LM, inoltre, farà sì che si aprano possibilità di lavoro in ambiti intersettoriali che coinvolgono il settore energetico.

Profilo del laureato

Funzione in un contesto di lavoro.

L'ingegnere energetico è un tecnico che ha le competenze per agire nell'ambito multi-disciplinare che caratterizza le moderne applicazioni energetiche, con conoscenze mirate nei vari rami dell'ingegneria meccanica, chimica ed elettrica assieme ad un approfondimento delle tematiche più specifiche richieste dall'industria energetica. Tale figura professionale è in grado di identificare, formulare e risolvere i problemi ingegneristici relativi alla produzione e all'impiego di energia utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati. Il corso di laurea in Ingegneria Energetica prepara alle professioni di ingegnere industriale nel settore dell'energia. I laureati di 1° livello in Ingegneria Energetica potranno sostenere l'Esame di Stato per l'abilitazione professionale alla Sezione B dell'Albo (Ingegneri Junior) nel settore dell'Ingegneria Industriale.

Competenze associate alla funzione.

Competenze specifiche per:

effettuare la progettazione esecutiva, il collaudo, l'esercizio e la manutenzione di impianti per la produzione, distribuzione e utilizzo dell'energia, di impianti di riscaldamento e condizionamento, dei loro componenti e di sistemi termotecnici civili e industriali;

gestire le tecnologie esistenti nei contesti di cui sopra, suggerendone gli opportuni miglioramenti a fronte dell'innovazione tecnologica del settore;

collaborare ai fini di una corretta pianificazione energetica in ambiti delimitati;

valutare l'impatto, la sostenibilità ambientale e la sicurezza degli impianti energetici.

Sbocchi occupazionali.

Agli Ingegneri Energetici il mercato del lavoro offre un gran numero di opportunità: la produzione, la distribuzione e l'utilizzo corretto dell'energia sono realtà irrinunciabili, seppure intensamente problematiche, della nostra

epoca. L'industria energetica deve peraltro continuamente adeguarsi a richieste sempre più pressanti in termini di competizione sui mercati liberalizzati, decentralizzazione della produzione, maggiore attenzione ai problemi di impatto ambientale e riduzione delle emissioni di gas serra, esigenze convergenti nel richiedere tecnici dotati delle necessarie competenze.

I possibili sbocchi professionali per l'Ingegnere con Laurea sono pertanto: nelle attività di progettazione, collaudo ed esercizio di impianti termici, termoelettrici, di climatizzazione e di refrigerazione, sia nel comparto industriale che in quello civile-terziario;

nell'ambito della produzione e commercializzazione di macchine e componenti per il settore energetico quali caldaie, climatizzatori, frigoriferi, motori, scambiatori di calore, compressori e turbine a gas o a vapore;

nell'industria della generazione di energia da fonte rinnovabile o fossile, nel settore petrolifero e del gas naturale, a livello di produzione, di dispacciamento o di distribuzione;

attività di gestione dell'energia in aziende o in enti, con finalità produttive anche ben diverse da quelle energetiche. Si osservi in proposito che la Legislazione italiana (legge 10/91) prevede l'obbligo della figura del "tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia" (Energy Manager) per le aziende con consumi energetici significativi;

laurea magistrale di continuità.

Fisica

Presentazione generale del Corso di Studio

Il corso di studio in Ingegneria Fisica, istituito dal 2001, ha come obiettivo la formazione di laureati in possesso di una solida cultura ingegneristica di base, con una approfondita preparazione in aree applicative della Fisica moderna. La trasformazione delle conoscenze scientifiche in nuova tecnologia e il trasferimento dell'innovazione nel sistema produttivo rappresentano per molte aziende un passo obbligato, dettato anche da un mercato sempre più globale. Per rispondere a quest'esigenza è necessaria una figura professionale che coniughi i metodi dell'ingegneria ad una solida preparazione nei fondamenti della cultura scientifica. In particolare, per molti settori avanzati nell'industria e nella ricerca sono richieste conoscenze approfondite di fisica della materia, ottica, fotonica, tecnologie e strumentazioni fisiche. Pertanto, il corso di studio in Ingegneria Fisica ha

l'obiettivo di preparare lo studente verso una figura professionale che si propone come un "Ingegnere dell'innovazione", in grado di progettare e gestire prodotti e processi ad elevato contenuto tecnologico ed innovativo, in svariati settori industriali. La presenza nei vari insegnamenti di laboratori sperimentali permette inoltre allo studente di confrontarsi con problematiche concrete durante tutto il percorso formativo. Il corso di studio è strutturato per offrire un titolo di Laurea dopo tre anni ed un titolo di Laurea Magistrale dopo un successivo biennio. Per i laureati magistrali con specifica vocazione per la ricerca scientifica e tecnologica è infine disponibile il corso di Dottorato di Ricerca in Fisica.

Obiettivi formativi

Acquisire cognizioni approfondite in ambito scientifico e tecnologico, accompagnate da una solida preparazione nelle materie d'ingegneria di base, che consentano di trasferire le competenze nelle tecnologie fisiche e fotoniche verso l'innovazione tecnologica, la ricerca e lo sviluppo.

Schema del Corso di Studio e Titoli conseguiti

Il Corso di Laurea triennale in Ingegneria Fisica è un corso interclasse che, ai fini dell'accesso all'esame di stato, ottempera ai requisiti ministeriali sia per la Classe dell'Ingegneria dell'Informazione (L-8) che per la Classe dell'Ingegneria Industriale (L-9). Il corso, seguendo integralmente i Piani di Studio Preventivamente Autorizzati (PSPA), fornisce un approfondimento delle tematiche rivolte alle applicazioni di interesse del settore dell'Informazione (in particolare, i processi legati all'interazione radiazione-materia e il settore della fotonica), e delle tematiche proprie del settore Industriale, con particolare riferimento alla fisica della materia. Lo studente dovrà scegliere la classe di appartenenza entro l'inizio del terzo anno.

Il corso nel suo complesso prevede una valida formazione di base, con ampia presenza di insegnamenti quali fisica, matematica, chimica, informatica, affiancata da una preparazione ingegneristica in elettronica, meccanica, automatica, ed elettrotecnica. Indipendentemente dalla classe scelta, il corso degli studi si può concludere sia con un tirocinio presso aziende, per uno sbocco professionale immediato, sia con un laboratorio progettuale per il proseguimento verso la Laurea Magistrale.

Status professionale conferito dal titolo

Il laureato in Ingegneria Fisica è una figura professionale con ampie

conoscenze di base e preparazione in settori importanti dell'innovazione tecnologica, quali fisica della materia, fotonica e tecnologie ottiche e fisiche. Questa formazione, unita ad una solida preparazione nelle discipline ingegneristiche, lo propongono come tecnico dell'innovazione in grado di gestire e progettare prodotti e processi ad elevato contenuto tecnologico e innovativo in svariati settori industriali e in particolare nel settore dell'ingegneria dell'informazione.

Il regolamento didattico per la Laurea di Primo Livello (ord. 270/04) è compatibile con le tabelle ministeriali vigenti sia per la classe L-8 (Ingegneria dell'Informazione) sia per la classe L-9 (Ingegneria Industriale), e il titolo di Ingegnere Fisico è in ogni caso unico.

A norma di legge, tuttavia, il certificato di Laurea rilasciato dall'Ateneo sarà relativo ad una sola delle due Classi sopra indicate. La scelta della Classe deve essere effettuata all'inizio del terzo anno e il titolo di Ingegnere Fisico verrà rilasciato per la Classe scelta.

Qualora fosse di interesse, i laureati di primo livello in Ingegneria Fisica potranno sostenere l'Esame di Stato per l'abilitazione professionale alla Sezione B dell'Albo (Ingegneri Junior) solo nel Settore corrispondente alla Classe cui appartiene il titolo di Laurea conseguito (rispettivamente "Ingegneria dell'Informazione" oppure "Ingegneria Industriale").

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

Gli sbocchi professionali dell'Ingegnere Fisico sono estremamente ampi e variegati. In particolare il laureato si può rivolgere a tutti i settori dove vengono sviluppate tecnologie avanzate, o dove queste sono elementi determinanti di prodotti o sistemi. A puro titolo di esempio, senza pretesa di completezza, sono ambiti privilegiati per l'Ingegnere Fisico quelli nei quali sono importanti: la fotonica, i laser e le loro applicazioni, le tecnologie dei materiali e le applicazioni del vuoto, le tecnologie biomediche e le scienze diagnostiche in generale. L'Ingegnere Fisico può pertanto trovare collocazione presso:

grandi imprese italiane e estere nel campo dell'ingegneria dei materiali e delle tecnologie fotoniche;

piccole e medie imprese che utilizzano sistemi e tecnologie innovative;

società nazionali e internazionali che operano nella consulenza strategica e industriale

centri di ricerca privati e pubblici;

filiali di rappresentanza di aziende estere nel mercato delle tecnologie fisiche

e fotoniche e della diagnostica.

L'orizzonte dei possibili impieghi si estende sia al contesto nazionale che a quello europeo e internazionale in genere, nel quale la rilevanza di elementi tecnologici e innovativi è ancora più accentuata di quanto avvenga nel panorama italiano.

L'evoluzione del mercato del lavoro mostra che il corso di studi intercetta un'esigenza crescente di professionalità in grado di coniugare le competenze teoriche nelle discipline fondamentali (matematica, fisica, scienza dei materiali) con il metodo ingegneristico. L'analisi delle opportunità di occupazione conferma la validità del progetto culturale del corso di studi. Le statistiche di impiego, prevalentemente riferite ai laureati magistrali, ma estendibili anche ai laureati triennali mostrano piena occupazione ad un anno dalla laurea con netta prevalenza di posizioni qualificate e a tempo indeterminato.

Il colloquio continuo con manager industriali e con colleghi di università straniere conferma l'interesse per il progetto formativo del corso di studi in Ingegneria Fisica.

Profilo del laureato

Funzione in un contesto di lavoro:

Figura professionale che si propone come un "Ingegnere dell'innovazione", in grado di progettare e gestire prodotti e processi ad elevato contenuto tecnologico ed innovativo, in svariati settori industriali.

E' dotato di cognizioni approfondite in ambito scientifico e tecnologico, accompagnate da una solida preparazione nelle materie d'ingegneria di base, che consentono di trasferire le competenze nelle tecnologie fisiche e fotoniche verso l'innovazione tecnologica, la ricerca e lo sviluppo.

Il regolamento didattico per la Laurea di Primo Livello (ord. 270/04) è compatibile con le tabelle ministeriali vigenti sia per la classe L-8 (Ingegneria dell'Informazione) sia per la classe L-9 (Ingegneria Industriale), e il titolo di Ingegnere Fisico è in ogni caso unico.

A norma di legge, tuttavia, il certificato di Laurea rilasciato dall'Ateneo sarà relativo ad una sola delle due Classi sopra indicate. La scelta della Classe deve essere effettuata all'inizio del terzo anno e il titolo di Ingegnere Fisico verrà rilasciato per la Classe scelta.

Qualora fosse di interesse, i laureati di primo livello in Ingegneria Fisica potranno sostenere l'Esame di Stato per l'abilitazione professionale alla

Sezione B dell'Albo (Ingegneri Junior) solo nel Settore (rispettivamente Ingegneria dell'Informazione oppure Ingegneria Industriale) corrispondente alla Classe cui appartiene il titolo di Laurea conseguito.

Competenze associate alla funzione di Ingegneri Fisico

Capacità di

- applicare i principi della fisica della materia che intervengono nei materiali innovativi;
- scegliere i tipi di materiali applicabili ai moderni dispositivi per le ICT, e utilizzare gli strumenti necessari per la loro preparazione e caratterizzazione;
- effettuare ed analizzare misure in laboratorio, che includono il controllo di parametri di processo, la caratterizzazione di materiali, la calibrazione e la manutenzione degli strumenti;
- utilizzare le conoscenze possedute in merito a processi, materiali o tecnologie per le necessità dell'azienda committente;
- suggerire soluzioni alternative a tecnologie esistenti.

Sbocchi occupazionali specifici

Il laureato si può rivolgere a tutti i settori dove vengono sviluppate e/o utilizzate tecnologie avanzate. L'Ingegnere Fisico può pertanto trovare collocazione presso:

- grandi imprese italiane e estere nel campo dell'ingegneria dei materiali e delle tecnologie ottiche;
- piccole e medie imprese che utilizzano sistemi e tecnologie innovative;
- filiali di rappresentanza di aziende estere nel mercato delle tecnologie fisiche e ottiche e della diagnostica;
- laurea magistrale in Engineering Physics o in altre tematiche affini.

Gestionale

Presentazione generale del Corso di Studio

Sin dalla sua concezione nel 1982, l'ingegnere gestionale è stato 'pensato' come un ingegnere del cambiamento e dell'innovazione, simile in questo all'ingegnere classico a vocazione tecnologica e, come l'ingegnere classico, destinato ad applicare in modo creativo principi e metodi scientifici alla progettazione e allo sviluppo di sistemi complessi. L'ingegnere gestionale opera in contesti la cui complessità deriva dalla stretta interazione tra variabili tecnologiche, economiche, finanziarie, umane, ed organizzative. Per questo motivo, il profilo delle competenze è stato 'pensato' mutuando dalla

realtà una figura professionale sviluppatasi naturalmente e già all'epoca estremamente diffusa - quella del cosiddetto ingegnere-manager - e traducendola in un curriculum universitario che è stato periodicamente innovato e arricchito in base alle mutevoli esigenze di aziende, organizzazioni e istituzioni che operano sia in Italia sia all'estero.

Gli ingegneri gestionali finora laureatisi al Politecnico di Milano sono ormai ovunque, a testimonianza dell'accoglienza estremamente favorevole che il mercato ha riservato e continua a riservare a questa figura professionale. Essi sono fortemente presenti nelle imprese industriali, nelle imprese di servizi (telecomunicazioni, trasporti ecc.), nelle società di consulenza, nelle istituzioni finanziarie, nelle banche e nelle assicurazioni, nelle authority, nella pubblica amministrazione e nel non-profit. I nostri laureati operano in un ventaglio estremamente ampio di attività, fra cui, ad esempio: la gestione della tecnologia e dei mezzi di produzione, la pianificazione e la gestione dei sistemi produttivo-logistici e delle filiere produttive, la pianificazione strategica e il marketing, il controllo di gestione e l'organizzazione, la regolamentazione della concorrenza e dei settori dei servizi a rete, i rapporti con le authority, la finanza dei mercati e la finanza aziendale, la gestione dei grandi progetti (impianti manifatturieri e di processo, infrastrutture, RD), le applicazioni Internet e, in generale, delle tecnologie dell'informazione.

Obiettivi Formativi

Il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale del Politecnico di Milano ha l'obiettivo complessivo di formare professionisti in grado di contribuire allo sviluppo economico ed industriale del nostro Paese grazie ad un approccio strutturato ed analitico. Al fine di perseguire questo scopo, anche in seguito al confronto con il mondo del lavoro, sono stati definiti quattro obiettivi formativi fondamentali per l'ingegnere gestionale. In particolare, un ingegnere gestionale triennale laureato al Politecnico di Milano deve essere in grado di:

- comprendere i principi scientifici ed ingegneristici fondamentali e la loro declinazione nelle diverse tecnologie adottate in impresa;
- conoscere le variabili di contesto, le funzioni ed i processi fondamentali in ambito aziendale ed industriale;
- progettare soluzioni applicando l'approccio scientifico ed ingegneristico (apprendimento, ragionamento e modellizzazione basati su una solida preparazione multidisciplinare) nell'affrontare in modo responsabile

problemi ed opportunità in ambito aziendale ed industriale;
interagire in modo professionale, efficace e costruttivo con i colleghi in ambito lavorativo.

Il raggiungimento di tali obiettivi presuppone conoscenze e metodi sia nel campo dell'Ingegneria dell'Informazione, sia nel campo dell'Ingegneria Industriale.

Nel seguito si dettagliano gli obiettivi formativi qualificanti le classi L-8 e L-9.

Obiettivi formativi qualificanti della classe: L-8 Ingegneria dell'Informazione I laureati nei corsi di laurea della classe devono:

conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria;

conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli di una specifica area dell'ingegneria dell'informazione nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati;

essere capaci di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi;

essere capaci di condurre esperimenti e di analizzarne e interpretarne i dati;

essere capaci di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale;

conoscere le proprie responsabilità professionali ed etiche;

conoscere i contesti aziendali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi;

conoscere i contesti contemporanei;

avere capacità relazionali e decisionali;

essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano;

possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

Obiettivi formativi qualificanti della classe: L-9 Ingegneria Industriale

I laureati nei corsi di laurea della classe devono:

conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria;

conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli di una specifica area dell'ingegneria industriale, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati;
essere capaci di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi;
essere capaci di condurre esperimenti e di analizzarne ed interpretarne i dati;
essere capaci di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale;
conoscere le proprie responsabilità professionali ed etiche;
conoscere i contesti aziendali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi;
conoscere i contesti contemporanei;
avere capacità relazionali e decisionali;
essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano; possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

Status professionale conferito dal titolo

L'ingegnere gestionale e' una figura professionale con una solida preparazione scientifica e ingegneristica di base unita ad ampie conoscenze di economia e gestione di impresa. Questa formazione lo mette in grado di operare in un ventaglio estremamente ampio di attività', fra cui ad esempio: la pianificazione dei mezzi di produzione e dei sistemi produttivo-logistici, la pianificazione strategica, il marketing, il controllo di gestione, l'organizzazione, la finanza, il project Management e la pianificazione e gestione delle nuove tecnologie.

La Laurea di Primo Livello in Ingegneria Gestionale (Ordinamento 270/04) è un corso interclasse, abbinato alle Tabelle ministeriali vigenti sia per la Classe L/8 (Ingegneria dell'Informazione) sia per la Classe L/9 (Ingegneria Industriale), e il titolo di Ingegnere gestionale è in ogni caso unico.

A norma di legge, tuttavia, il certificato di Laurea rilasciato dall'Ateneo sarà relativo ad una sola delle due Classi sopra indicate. Gli studenti immatricolatisi al corso di Laurea in Ingegneria Gestionale a partire da settembre 2018 potranno esprimere l'opzione di afferenza a una delle due

Classi.

Qualora fosse di interesse, i laureati di primo livello in Ingegneria Gestionale potranno sostenere l'Esame di Stato per l'abilitazione professionale alla Sezione B dell'Albo (Ingegneri Junior) solo nel Settore (rispettivamente 'Ingegneria dell'Informazione' oppure 'Ingegneria Industriale') corrispondente alla Classe cui appartiene il titolo di Laurea conseguito.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

Gli sbocchi degli ingegneri gestionali finora laureatisi al Politecnico di Milano – a livello triennale o proseguendo poi alla Laurea Magistrale – sono stati estremamente ampi e variegati a riprova del favore con cui il mercato del lavoro ha accolto questa figura professionale, utilizzandola anche in attività non previste inizialmente in sede di concezione e progettazione dei curricula (ad esempio, in ambito finanziario).

Il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale si caratterizza per una relazione molto stretta con le imprese e il mondo produttivo.

Profilo del laureato

Funzione in un contesto di lavoro

L'ingegnere gestionale di primo livello è una figura professionale a carattere fortemente unitario che lo studente può in parte caratterizzare dando una maggiore enfasi su talune tematiche ingegneristiche piuttosto che su altre a seconda degli insegnamenti scelti all'inizio del terzo anno di studi. La solida base scientifica ed ingegneristica che ha da sempre caratterizzato la forma mentis e la versatilità dell'ingegnere gestionale, è affiancata da una visione dell'impresa come sistema all'interno di un contesto economico complesso, dall'organizzazione e gestione delle attività, dall'analisi dei dati a supporto delle decisioni, e dagli strumenti di valutazione (bilanci, analisi dei costi, valutazione degli investimenti, valutazione delle prestazioni, analisi competitiva). Questa preparazione gli permette di affrontare e strutturare problemi complessi in diversi ambiti.

I laureati in ingegneria gestionale svolgono molteplici funzioni, molte delle quali nell'ambito del controllo di gestione, della progettazione organizzativa, della pianificazione degli approvvigionamenti e della produzione, dell'analisi dei processi, dei sistemi informativi, e della consulenza operativa.

La figura professionale è destinata a operare a supporto dei ruoli gestionali e strategici di alto livello. La Laurea di Primo Livello in Ingegneria Gestionale (Ordinamento 270/04) è un corso interclasse, abbinato alle Tabelle ministeriali vigenti sia per la Classe L/8 (Ingegneria

dell'Informazione) sia per la Classe L/9 (Ingegneria Industriale), e il titolo di ingegnere gestionale è in ogni caso unico. I Laureati di Primo Livello in Ingegneria Gestionale potranno sostenere l'Esame di Stato per l'abilitazione professionale alla Sezione B dell'Albo (Ingegneri Junior) solo nel Settore (rispettivamente 'Ingegneria dell'Informazione' oppure 'Ingegneria Industriale') corrispondente alla Classe cui appartiene il titolo di Laurea conseguito.

Competenze associate alla funzione

Competenze specifiche per:

- applicare i modelli e le tecniche di analisi dei dati, i modelli organizzativi, l'economia aziendale e le tecniche di contabilità industriale e di analisi dei costi, per supportare le decisioni d'impresa;
- proporre soluzioni con un corretto bilanciamento tra benefici attesi, costi e rischi;
- analizzare i processi aziendali chiave per la competitività aziendale e per questi individuare possibili miglioramenti organizzativi, valutando anche le soluzioni informatiche più adeguate;
- tradurre le richieste direzionali e le esigenze dell'utenza in specifiche tecniche costituenti la base per la realizzazione e lo sviluppo dei sistemi informativi in collaborazione con gli specialisti informatici;
- identificare e implementare soluzioni informatiche e tecnologie digitali per la gestione aziendale;
- ottimizzare i fattori ed i processi che concorrono alla produzione in un'ottica di "produzione snella" introducendo metodologie produttive e organizzative per il conseguimento di obiettivi di miglioramento dell'efficienza e della produttività;
- pianificare, gestire e controllare le attività relative ai processi di produzione e approvvigionamento, gestione delle scorte e distribuzione dei prodotti finiti;
- collaborare all'analisi dei processi produttivi, alla progettazione dei piani d'intervento indirizzati ad un miglioramento dell'organizzazione produttiva;
- svolgere un'attività di natura consulenziale mirata alla valutazione critica ed indipendente delle funzionalità e dell'economicità dei sistemi d'impresa, avendo attenzione alle problematiche connesse alla sicurezza, alla qualità prestazionale e alla conformità agli standard consolidati.

Sbocchi occupazionali

Quali esempi di sbocchi occupazionali degli ingegneri gestionali laureatisi al Politecnico di Milano si ricordano le imprese industriali, le imprese di servizio, le utilities (comunicazioni, energia, trasporti, ecc.), media company, le imprese high tech e provider di soluzioni e servizi ICT, le

società di consulenza (sia strategica che applicativa), le istituzioni finanziarie, le authority, la pubblica amministrazione e il settore no profit. Il laureato può dedicarsi anche alla libera professione.

Informatica

Presentazione generale del Corso di Studio

Gli sviluppi dell'informatica, e in generale delle tecnologie dell'informazione, hanno avuto uno straordinario impatto sulla realtà produttiva, sociale ed economica degli ultimi anni. Queste discipline sono infatti divenute fattori determinanti della cultura e dell'organizzazione delle moderne imprese e di molte attività sociali, stimolandone la trasformazione e l'innovazione. In questo scenario, in continua e velocissima evoluzione per la nascita di nuove tecnologie e l'emergere di nuove esigenze, si colloca il corso di studi in Ingegneria Informatica che si propone di formare ingegneri dotati di un'ampia e solida preparazione scientifica e tecnologica, capaci di sviluppare e utilizzare i metodi e gli strumenti dell'informatica con sensibilità ingegneristica, per affrontare problematiche comuni a un amplissimo spettro di applicazioni. I profili professionali che il corso di studi in Ingegneria Informatica consente di costruire sono fra i più richiesti sul mercato del lavoro.

Obiettivi formativi

La natura fortemente interdisciplinare dell'Informatica e delle sue innumerevoli applicazioni richiede agli ingegneri informatici una cultura ad ampio spettro fin dalla Laurea triennale, sia per permettere un efficace inserimento nel mondo del lavoro, sia per formare una solida base per l'approfondimento degli studi nei livelli superiori del percorso formativo. Diconseguenza il percorso formativo è fortemente orientato a una preparazione di base, in cui lo studente acquisisce gli elementi essenziali delle discipline scientifiche che costituiscono le fondamenta indispensabili degli studi di ingegneria (fisica e matematiche, ossia analisi, geometria, algebra, logica matematica, statistica e calcolo delle probabilità). Queste conoscenze di base vengono sviluppate soprattutto nel corso dei primi tre semestri. La preparazione informatica è concreta, ma di tipo fondazionale, ed è accompagnata dai fondamenti delle altre discipline dell'ingegneria dell'Informazione, quali l'Automatica, le Telecomunicazioni e l'Elettronica. La preparazione ingegneristica è completata tramite diverse scelte formative. Lo studente può decidere, specialmente se intende proseguire gli

studi nei livelli superiori del percorso formativo, di completare la propria formazione di base in materie di tipo ingegneristico anche in settori esterni all'Ingegneria dell'Informazione (come per esempio la Chimica, la Fisica Tecnica, la Meccanica), oppure, se non intende proseguire gli studi, può scegliere materie ingegneristiche all'interno del settore dell'Informazione e attività progettuali specifiche di Ingegneria Informatica.

Agli studenti che non intendono proseguire gli studi è offerta l'opportunità di compiere un periodo di tirocinio formativo presso una fra le numerose aziende del territorio, in modo da acquisire competenze professionali specifiche.

Status professionale conferito dal titolo Il Corso di Laurea in Ingegneria Informatica conferisce al laureato lo status di Ingegnere Informatico. L'ingegnere informatico è un esperto in grado di effettuare il progetto e la realizzazione di sistemi informativi aziendali, l'automazione dei servizi in enti pubblici e privati mediante le moderne tecnologie basate su Internet e sul Web, lo sviluppo di sistemi multimediali, il controllo di processi produttivi e di sistemi complessi, la modellazione dell'ambiente, l'automazione degli impianti industriali, la robotica, lo sviluppo di sistemi basati sull'intelligenza artificiale, la progettazione di architetture e di sistemi informatici in rete, lo sviluppo di sistemi integrati per la supervisione e il controllo, e la messa a punto di nuove tecnologie per la strumentazione di impianti. Dopo la laurea e' possibile sostenere l'esame di Stato per iscriversi alla Sezione B dell'Albo degli Ingegneri e svolgere - col titolo di Ingegnere Junior - una professione per la quale tale iscrizione sia richiesta.

L'Albo è suddiviso in Settori, cui corrispondono differenti attività professionali, ai quali si può accedere in dipendenza della Classe di afferenza del Corso di Laurea per il quale si è conseguito il titolo di studio. Gli ingegneri informatici afferiscono alla Classe 9 (Ingegneria dell'Informazione). Indicazioni specifiche sulle attività professionali consentite nei Settori indicati della Sezione B dell'Albo sono contenute nel Decreto del Presidente della Repubblica 5 giugno 2001, n. 328 "Modifiche ed integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di Stato e delle relative prove per l'esercizio di talune professioni, nonché della disciplina dei relativi ordinamenti", pubblicato sul Supplemento ordinario N. 212/L alla G.U. n. 190 del 17 agosto 2001 - Serie generale. Si osserva tuttavia che il suddetto Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della

professione di Ingegnere dell'Informazione e l'iscrizione al relativo Albo non sono allo stato attuale in alcun modo necessari per l'esercizio delle professioni legate all'informatica, né in ambito privato né in ambito pubblico.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

Le applicazioni dell'informatica sono in costante crescita e diversificazione; esse presentano una componente significativa dedicata alla ricerca e allo sviluppo. L'esperto di Ingegneria Informatica è pertanto un Ingegnere dall'ampio profilo culturale, caratterizzato dalla capacità di risolvere problemi nuovi, ma anche di affrontare applicazioni più tradizionali tramite tecnologie consolidate.

Le figure professionali nell'area dell'ingegneria informatica compaiono in numerose statistiche come molto richieste e ben retribuite dalle industrie. Secondo dati ufficiali Istat, gli ingegneri informatici costituiscono la categoria di laureati che in assoluto ha bisogno del minor tempo per l'inserimento stabile nel mondo del lavoro (soli 6 mesi dalla laurea come media nazionale, e meno di due mesi per i laureati del Politecnico di Milano). Questa tendenza vale a livello mondiale. Il Politecnico di Milano ha l'ambizione di preparare ingegneri capaci di far valere le loro doti in ambito globale, come dimostrato dalla presenza di nostri laureati in posizioni elevate in paesi stranieri, ma anche limitandosi al solo territorio lombardo o milanese la quantità di industrie che necessitano di competenze informatiche è estremamente elevata. Tra le attività professionali dell'ingegnere informatico sono incluse: il progetto e la realizzazione di sistemi informativi aziendali, l'automazione dei servizi in enti pubblici e privati mediante le moderne tecnologie, anche basate su Internet, lo sviluppo di sistemi multimediali e ipermediali, la modellazione ed il controllo di processi produttivi e di sistemi industriali complessi, lo sviluppo di sistemi informatici basati su tecniche di progetto congiunto Hw/Sw, la robotica, lo sviluppo di sistemi basati sull'intelligenza artificiale, la progettazione di architetture e di sistemi informatici in rete.

La presenza nel manifesto degli studi di insegnamenti in ambito telecomunicazioni consente all'ingegnere informatico sbocchi professionali anche in ambiti legati al progetto, all'ottimizzazione e al dimensionamento di dispositivi e sistemi di trasmissione dell'informazione e di reti di telecomunicazioni, nonché alla ricerca e sviluppo di sistemi per l'elaborazione di segnali multimediali.

Profilo del laureato

funzione in un contesto di lavoro:

L'esperto di Ingegneria Informatica è un Ingegnere dall'ampio profilo culturale, caratterizzato dalla capacità di sviluppare applicazioni software tramite tecnologie consolidate. I laureati di Ingegneria Informatica sono particolarmente apprezzati per le loro capacità di risolvere i problemi informatici con un approccio interdisciplinare e ingegneristico più ampio rispetto a quello strettamente informatico. Il corso di laurea forma una figura professionale in possesso di un esteso bagaglio di competenze, atto a coprire i diversi ambiti del settore della Information and Communication Technology (ICT) con un bilanciamento sia della componente relativa alle tecnologie dell'informazione sia di quelle delle comunicazioni. Dopo la laurea e' possibile sostenere l'esame di Stato per iscriversi alla Sezione B dell'Albo degli Ingegneri e svolgere - col titolo di Ingegnere Junior - una professione per la quale tale iscrizione sia richiesta. Si osserva tuttavia che il suddetto Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere dell'Informazione e l'iscrizione al relativo Albo non sono, allo stato attuale, in alcun modo necessari per l'esercizio delle professioni legate all'informatica, né in ambito privato né in ambito pubblico.

competenze associate alla funzione:

L'ingegnere informatico formato dal corso di laurea ha competenze che gli permettono di progettare, realizzare e gestire complessi sistemi per la gestione dell'informazione e la comunicazione in rete. Questi includono sistemi informativi aziendali, sistemi per l'automazione dei servizi in enti pubblici e privati mediante le moderne tecnologie basate su Internet e sul Web, sistemi per la codifica e gestione di segnali multimediali, sistemi per il controllo di processi produttivi, infrastrutture per la rete, sistemi di comunicazione, sistemi di sensori e di telerilevamento, strumenti per la modellazione dell'ambiente, infrastrutture per l'automazione industriale, sistemi robotici, sistemi basati sull'intelligenza artificiale, sistemi integrati per la supervisione e il controllo, tecnologie per la strumentazione di impianti.

sbocchi occupazionali:

Le applicazioni delle tecnologia dell'informazione e della comunicazione sono in costante crescita e diversificazione; esse presentano una componente significativa dedicata alla ricerca e allo sviluppo. Le figure professionali nell'area dell'ingegneria informatica compaiono in numerose statistiche come molto richieste e ben retribuite dalle industrie. Secondo dati ufficiali ISTAT, gli ingegneri informatici costituiscono la categoria di laureati che in

assoluto ha bisogno del minor tempo per l'inserimento stabile nel mondo del lavoro (soli 6 mesi dalla laurea come media nazionale, e meno di due mesi per i laureati del Politecnico di Milano). Questa tendenza vale a livello mondiale. Il Politecnico di Milano ha l'ambizione di preparare ingegneri capaci di far valere le loro doti in ambito globale, come dimostrato dalla presenza di nostri laureati in posizioni elevate in paesi stranieri, ma anche limitandosi al solo territorio lombardo o milanese la quantità di industrie che necessitano di competenze informatiche è estremamente elevata.

Matematica

Presentazione generale del Corso di Studio

Il Corso di Studio in Ingegneria Matematica mira a fornire ai propri laureati la conoscenza di adeguati strumenti matematici e metodologici e la capacità di usarli in modo efficace nel contesto delle applicazioni di natura tecnologica o gestionale. Questo corrisponde ad una figura professionale avente conoscenze ingegneristiche di base abbinate ad un'ampia competenza sulle moderne metodologie matematiche, numeriche e statistiche per la modellazione, l'analisi e la soluzione di problemi ingegneristici di varia natura.

Tale figura è trasversale rispetto ad altri corsi di ingegneria esistenti, e nello stesso tempo diversa da quella formata nei corsi di studio in Matematica o in Matematica Applicata, in quanto arricchita degli insegnamenti di Fisica, Chimica, Economia, Informatica e di molte altre materie tecnologiche tipiche dell'ingegneria che conferiscono allo studente la sensibilità nella risoluzione di problemi concreti e la forma mentis propria dell'ingegnere. Nel contesto internazionale numerose sono le università straniere che da molti anni formano studenti con competenze simili. La figura dell'ingegnere matematico gode anche di un grande apprezzamento da parte del mondo del lavoro.

L'offerta didattica in Ingegneria Matematica al Politecnico di Milano è attualmente articolata in tre livelli:

Laurea di Primo Livello, della durata di 3 anni.

Laurea Magistrale, della durata di 2 anni.

Dottorato di Ricerca (Modelli e Metodi Matematici per l'Ingegneria, Data Analytics and Decision Sciences), della durata di 3 anni.

Obiettivi formativi

Il corso di Laurea ha l'obiettivo finale di formare laureati in grado di

affrontare l'analisi di sistemi complessi per i quali sia necessario coniugare le conoscenze scientifiche di base con la padronanza di metodologie e tecniche matematiche avanzate. A tal fine gli obiettivi formativi per l'ingegnere matematico laureato sono principalmente tre:

(1) **Conoscere e comprendere** i principi scientifici e ingegneristici fondamentali.

(2) **Identificare** soluzioni applicando l'approccio scientifico ed ingegneristico (apprendimento, ragionamento e modellazione basati su una solida preparazione multidisciplinare).

(3) **Interagire** in modo professionale ed efficace con persone di preparazioni culturali o aree disciplinari differenti.

Con il raggiungimento dell'obiettivo (1) il laureato acquisisce competenze trasversali alle diverse discipline e possiede un adeguato grado di approfondimento nelle materie ingegneristiche fondamentali, abbinato alla conoscenza di moderne metodologie matematiche, numeriche e statistiche. In particolare, il laureato in Ingegneria Matematica acquisisce, oltre ad una formazione scientifica di base, padronanza delle moderne tecniche di programmazione scientifica e di alcuni dei codici di calcolo a larga diffusione industriale; conoscenza adeguata per comprendere ampie classi di modelli matematici; conoscenza della modellistica matematica per l'analisi di fenomeni casuali o caratterizzati da variabilità e incertezza; conoscenza della modellistica statistica per l'esplorazione e l'analisi dei dati.

La continua sinergia tra l'insegnamento della matematica (soprattutto nei suoi risvolti applicativi) e quello di discipline propriamente ingegneristiche è propedeutica ed essenziale per la successiva fase di modellazione, analisi e soluzione di problemi concreti di progettazione e di gestione, obiettivo (2). Infatti, una buona conoscenza delle materie ingegneristiche fornisce all'ingegnere matematico ambiti in cui applicare le proprie conoscenze metodologiche e gli permette di inserirsi, obiettivo (3), nei contesti lavorativi sia dell'ingegneria tradizionale sia di altri ambiti (economia, scienze della vita, ecc.), apportando specifiche competenze professionali.

Il raggiungimento di tali obiettivi presuppone conoscenze e metodi sia nel campo dell'Ingegneria dell'Informazione (classe L-8) sia in quello dell'Ingegneria Industriale (classe L-9). Nel seguito si dettagliano gli obiettivi formativi qualificanti delle due classi.

Obiettivi formativi qualificanti della classe: L-8 Ingegneria dell'informazione
I laureati nei corsi di laurea della classe devono:

conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria;
conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli di una specifica area dell'ingegneria dell'informazione nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati;
essere capaci di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi;
essere capaci di condurre esperimenti e di analizzarne e interpretarne i dati;
essere capaci di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale;
conoscere le proprie responsabilità professionali ed etiche;
conoscere i contesti aziendali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi;
conoscere i contesti contemporanei;
avere capacità relazionali e decisionali;
essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano;
possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

Obiettivi formativi qualificanti della classe: L-9 Ingegneria industriale

I laureati nei corsi di laurea della classe devono:

conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria;
conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli di una specifica area dell'ingegneria industriale, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati;
essere capaci di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi;
essere capaci di condurre esperimenti e di analizzarne ed interpretarne i dati;
essere capaci di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale;

conoscere le proprie responsabilità professionali ed etiche;
conoscere i contesti aziendali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi;
conoscere i contesti contemporanei;
avere capacità relazionali e decisionali;
essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano;
possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

Status professionale conferito dal titolo

Il laureato in Ingegneria Matematica possiede una solida formazione ingegneristica abbinata con la conoscenza di moderne metodologie di matematica applicata, di analisi numerica e di statistica, che sono fondamentali per la modellazione, l'analisi e la soluzione di problemi concreti di progettazione e di gestione.

Il Regolamento Didattico per la Laurea di primo livello (ord. 270/04) comprende curricula compatibili con le Tabelle ministeriali sia per la Classe L-8 (Ingegneria dell'Informazione) sia per la Classe L-9 (Ingegneria Industriale), e il titolo di Ingegnere Matematico è in ogni caso unico. A norma di legge, tuttavia, il certificato di Laurea rilasciato dall'Ateneo sarà relativo ad una sola delle due Classi sopra indicate. Il laureato apparterrà ad una o all'altra classe di laurea in funzione della scelta di uno specifico insegnamento del terzo anno di corso: precisamente, se sceglierà l'insegnamento di "Elettronica" il suo titolo di studio apparterrà alla classe L-8; se invece sceglierà "Termodinamica e processi energetici" il suo titolo di studio apparterrà alla classe L-9 (vedi Paragrafo 7.3 seguente). All'atto della presentazione del piano di studi viene richiesto allo studente di esprimere la scelta tra le due classi, che deve essere fatta coerentemente con la scelta di tali insegnamenti, ma può essere poi modificata (ad esempio durante i primi due anni quando gli esami non sono ancora inseriti nel piano di studio). La scelta tra la classe L-8 e L-9 ha conseguenza solo ai fini di un eventuale sostenimento dell'Esame di Stato per Ingegnere Iunior. I laureati in Ingegneria Matematica possono sostenere l'esame di stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere nella Sezione B dell'Albo (Ingegnere Iunior). L'accesso è consentito nel settore (L-8 Ingegneria dell'Informazione, oppure L-9 Ingegneria Industriale) corrispondente alla Classe a cui appartiene il titolo di Laurea conseguito.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio La maggior parte dei laureati in Ingegneria Matematica prosegue i propri studi nell'ambito di un Corso di Laurea Magistrale. Il percorso più naturale e frequentato è la Laurea Magistrale in Ingegneria Matematica del Politecnico di Milano, ma una certa percentuale di studenti prosegue conseguendo un Master in altri percorsi di studio del Politecnico di Milano, o di altre università italiane o straniere.

Gli studenti che entrano nel mondo del lavoro dopo la laurea di primo livello possono trovare occupazione nelle divisioni di Ricerca e Sviluppo di grandi società, nei centri di studio delle aziende e nelle società di servizi e di consulenza industriale, nelle società di ingegneria e nei laboratori di calcolo, nelle istituzioni bancarie, finanziarie e assicurative, negli enti e laboratori pubblici e privati con finalità di ricerca scientifica e tecnologica.

Profilo del laureato

Funzione in un contesto di lavoro

L'ingegnere matematico di primo livello possiede un adeguato spettro di conoscenze di base e la mentalità propria dell'ingegnere, e corrisponde ad una figura professionale transdisciplinare e assai flessibile, capace di integrarsi in molteplici contesti lavorativi. Grazie ad un'ampia conoscenza di alcune fra le moderne metodologie matematico/numeriche contribuisce efficacemente alla modellazione, all'analisi e alla risoluzione di problemi concreti di progettazione, previsione, controllo e gestione.

Il Regolamento Didattico per la Laurea di primo livello (ordinamento 270/04) comprende piani di studio compatibili con le Tabelle ministeriali sia per la Classe L-8 (Ingegneria dell'Informazione) sia per la Classe L-9 (Ingegneria Industriale), e il titolo di Ingegnere Matematico è in ogni caso unico. A norma di legge, tuttavia, il certificato di Laurea rilasciato dall'Ateneo sarà relativo ad una sola delle due Classi sopra indicate. Il laureato apparirà ad una o all'altra classe di laurea in funzione delle scelte degli insegnamenti effettuate durante il percorso formativo.

I laureati di primo livello in Ingegneria Matematica potranno sostenere l'Esame di Stato per l'abilitazione professionale e l'iscrizione alla Sezione B dell'Albo (Ingegneri Junior) corrispondente alla Classe cui appartiene il titolo di Laurea conseguito.

Competenze associate alla funzione

L'ingegnere matematico di primo livello possiede competenze specifiche per:

- affrontare l'analisi di sistemi complessi nei quali confluiscono competenze

provenienti da differenti discipline;

- armonizzare conoscenze scientifiche di base con la padronanza di alcune metodologie e tecnologie più avanzate;
- affrontare problemi relativamente semplici provenienti da vari settori scientifici, riguardanti sia sistemi artificiali, costruiti o costruibili dall'uomo, sia sistemi naturali, dove l'intervento umano risulti assente o trascurabile;
- utilizzare alcuni programmi di larga diffusione per la manipolazione di oggetti e strutture matematiche (ad esempio: Matlab® per l'algebra lineare numerica e lo sviluppo di algoritmi; R per l'analisi ed il trattamento statistico dei dati, ...);
- applicare alcune moderne tecniche di programmazione scientifica (ad esempio, la programmazione ad oggetti);
- comprendere i modelli differenziali o discreti o, in dipendenza dell'orientamento professionale scelto, utilizzare le informazioni ottenute dai dati sperimentali sia in termini inferenziali per la stima, la verifica e l'adattamento di modelli matematici, sia per la costruzione euristica di questi modelli;
- utilizzare tecniche di simulazione per lo studio di modello nonché per raggiungere una sua calibrazione ottimale.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti

La flessibilità e la capacità di studiare problemi di tipo diverso può favorire l'ingresso dell'ingegnere matematico di primo livello presso aziende o industrie che non richiedano competenze specialistiche esclusivamente settoriali.

D'altro canto esistono ambiti specialistici che costituiscono valide collocazioni occupazionali; a titolo di esempio:

- società di produzione di beni industriali per i quali sono necessari studi basati sull'uso di procedure matematiche avanzate;
- società di servizi, banche, assicurazioni, finanziarie e di consulenza;
- aziende o società di ingegneria impegnate nella realizzazione di codici di calcolo;
- enti e laboratori di ricerca pubblici e privati;
- laurea magistrale di continuità.

Meccanica

Presentazione generale del Corso di Studio

Il corso di Studio in Ingegneria Meccanica ha come obiettivo la formazione

di ingegneri in grado di svolgere mansioni notevolmente diversificate nel mondo del lavoro, mediante un'offerta didattica atta a garantire una solida preparazione di base, scientifica, tecnico applicativa ed economica, tale anche da consentire un agevole approfondimento successivo di conoscenze che si rivelassero necessarie per lo svolgimento dell'attività professionale. L'ingegnere meccanico, dovendo occuparsi del progetto, del processo di fabbricazione, dei prodotti e del loro utilizzo, sia isolatamente sia in un impianto, dovrà possedere un'approfondita preparazione tecnica nella costruzione delle macchine, in relazione al loro funzionamento e alla resistenza dei componenti, nella trasformazione di energia nelle macchine stesse, nei materiali da impiegare nelle costruzioni, nella meccanica dei fluidi, nelle lavorazioni necessarie, nel disegno, quale elemento indispensabile alla progettazione, nei mezzi e servizi relativi al funzionamento, nel controllo delle dimensioni e delle prestazioni, nelle basi dell'automazione industriale.

Obiettivi formativi

La considerevole varietà di competenze che vengono richieste al laureato in ingegneria meccanica impone, come principale obiettivo formativo del corso di studi, il conseguimento di una solida preparazione di base con buona impostazione scientifica e con ampi contenuti tecnico-applicativi, che ne favoriscano l'inserimento professionale nel mondo del lavoro. In particolare, si mira a costituire e sviluppare la capacità di progettare, costruire, integrare ed ottimizzare l'impiego di macchine ed impianti, dei mezzi per azionarli e dei relativi servizi. A tal fine, viene dedicata grande attenzione alla preparazione tecnica in tutti gli ambiti della meccanica che, per esperienza consolidata, consentono un rapido adattamento alle più diverse esigenze professionali. In uscita dal percorso formativo in Ingegneria Meccanica sono previste tre figure fondamentali, che condividono una impostazione generale atta a rafforzare il metodo di studio ed a favorire la capacità di riconfigurarsi adattandosi ai mutamenti della realtà professionale in cui si andrà ad operare. Le tre figure professionali si distinguono per la diversa capacità di innovare e di applicare modelli complessi per descrivere la realtà da modificare/progettare:

il **Laureato Triennale**: un tecnico, con preparazione universitaria, capace di sviluppare progetti e di gestire processi nell'ambito dell'ingegneria industriale, con metodi e tecnologie consolidate;

il **Laureato Magistrale**: una figura capace di sviluppare autonomamente progetti di innovazione di prodotto, di processo e di sistema produttivo, sia

nel comparto industriale che in quello del terziario avanzato;
il **Dottore di Ricerca**: una figura che, oltre alle caratteristiche del laureato specialista, ha la capacità di condurre autonomamente progetti di ricerca applicata e di organizzarne l'attività operativa.

Status professionale conferito dal titolo

Il Laureato in Ingegneria Meccanica è un tecnico con preparazione universitaria, in grado di condurre la progettazione esecutiva di prodotto e di processo, lo sviluppo di prodotti, l'installazione e il collaudo di macchine e di sistemi complessi, la manutenzione e la gestione di reparti produttivi, nonché lo svolgimento di attività di controllo, verifica ed assistenza tecnica. Il laureato acquisisce le competenze che gli permettono di svolgere queste tipiche mansioni principalmente nell'ambito delle industrie meccaniche, ma spesso anche nel settore più vasto dell'ingegneria industriale, delle società di servizi e degli enti pubblici.

Ruoli e sbocchi occupazionali in dettaglio

L'ingegnere meccanico possiede ampie possibilità di esercitare la propria attività professionale in ambito industriale. In particolare, egli è preparato a sviluppare il progetto di sistemi meccanici dal punto di vista funzionale, costruttivo ed energetico, il progetto disposizione del lay-out, la gestione e l'utilizzo ottimale dei macchinari all'interno di un impianto. Tipici ambiti applicativi, nelle industrie manifatturiere e negli impianti di produzione, riguardano la progettazione, la produzione, lo sviluppo di nuove tecnologie, le tecniche di misura e la scelta dei materiali più appropriati. Oltre che nell'attività produttiva e di servizio, il laureato può trovare collocazione presso pubbliche amministrazioni o enti di ricerca, all'interno delle quali mettere a frutto le conoscenze acquisite. In particolare, a ciascuno dei tre diversi livelli formativi indicati in precedenza (laurea, laurea magistrale, dottorato di ricerca), corrisponde una figura professionale direttamente spendibile nel mondo del lavoro.

Profilo del laureato

funzione in un contesto di lavoro:

Il Laureato in Ingegneria Meccanica è un tecnico con preparazione universitaria, in grado di condurre la progettazione esecutiva di prodotto e di processo, lo sviluppo di prodotti, l'integrazione ed il collaudo di macchine e di sistemi complessi, la manutenzione e la gestione di reparti produttivi, nonché lo svolgimento di attività di controllo, verifica ed

assistenza tecnica. Il laureato acquisisce le competenze che gli permettono di operare principalmente nell'ambito delle industrie meccaniche, ma spesso anche nel settore più vasto dell'ingegneria industriale, delle società di servizi e degli enti pubblici. La preparazione di base, scientifica e tecnico applicativa, consentono inoltre all'ingegnere meccanico un agevole approfondimento delle conoscenze che si rivelassero necessarie per lo svolgimento e l'evoluzione della propria attività professionale.

competenze associate alla funzione:

Il laureato in ingegneria meccanica possiede le competenze specifiche per:

- sviluppare il progetto di sistemi meccanici dal punto di vista funzionale, costruttivo ed energetico;
- tradurre in disegno le idee e i requisiti;
- analizzare le macchine, in relazione al loro funzionamento e alla resistenza dei loro componenti;
- scegliere i materiali e i procedimenti tecnologici da impiegare nelle realizzazioni di componenti e prodotti;
- definire e analizzare i problemi e collaborare alla loro risoluzione anche in gruppi di formazione eterogenea;
- gestire ed utilizzare in modo ottimale i macchinari all'interno di un impianto.

sbocchi occupazionali:

L'ingegnere meccanico può vantare una buona impostazione scientifica cui si affiancano ampi contenuti tecnico/applicativi, che ne favoriscano l'immediato inserimento professionale e pertanto possiede ampie possibilità di esercitare la propria attività professionale in ambito industriale. Tipici ambiti applicativi nelle industrie manifatturiere, negli impianti di produzione e di servizio e nelle reti di servizio, riguardano la progettazione, la produzione, la manutenzione di macchine, sistemi ed impianti, l'utilizzo di nuove tecnologie. Oltre che nell'attività produttiva e di servizio alla produzione, il laureato può trovare collocazione presso pubbliche amministrazioni o enti di ricerca, all'interno delle quali mettere a frutto le conoscenze acquisite. Uno degli sbocchi occupazionali resta la laurea magistrale di continuità

Politecnico di Bari

Ambientale

funzione in un contesto di lavoro:

il laureato magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio svolge ruoli altamente qualificati sia in studi di ingegneria sia in ambienti industriali e istituzionali i seguenti ruoli professionali:

- progettista di opere di difesa ambientale per prevenire situazioni di degrado e di rischio;progettista di opere di risanamento di siti contaminati con valutazione della qualità ambientale nelle sue varie articolazioni;
- responsabile di gruppi di ricerca e di trasferimento tecnologico;gestore di sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi nell'ambito di realtà territoriali;
- responsabile della pianificazione, dell'esercizio e del controllo di sistemi complessi e/o innovativi;
- responsabile della pianificazione, dell'esercizio e del controllo di impianti complessi e/o innovativi per la produzione e gestione di beni e servizi urbani e territoriali;
- responsabile per la pianificazione, programmazione e progettazione urbanistica e territoriale alle diverse scale, nonché per le procedure autorizzative e per le valutazioni di piani, progetti e impianti tecnologici
- responsabile per le attività complesse e/o innovative relative al risparmio energetico
- responsabile di laboratori per esperimenti di elevata complessità;

competenze associate alla funzione:

In relazione alle funzioni elencate i laureati magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio attraverso il percorso formativo acquisiscono competenze avanzate relativamente

- allo sviluppo di analisi complesse a carattere specialistico o interdisciplinare di problemi emergenti e ricorrenti nel campo dell'Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio;
- allo sviluppo di metodi, procedure e tecnologie innovative in ambiti specifici caratterizzanti il campo dell'Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio quali la Scienza e la Tecnica delle Costruzioni, la Georingegneria e la Geotecnica, l'Idraulica Marittima ed Ambientale e le Costruzioni Idrauliche, l'Ingegneria Sanitaria, l'Ingegneria dei Sistemi di Trasporto, l'analisi e pianificazione territoriale;

- a metodi e tecniche di progettazione di interventi anche a carattere sperimentale volti alla tutela del territorio, alla bonifica e alla difesa del suolo, alla prevenzione dai rischi naturali e al monitoraggio ambientale.
- alle attività di coordinamento e gestione delle procedure di valutazione di piani e progetti e di autorizzazione ambientale;
- alle attività di coordinamento e gestione di gruppi di lavoro (in contesti ampi sia nazionali che internazionali) finalizzate ad operare efficacemente come leader di un progetto con capacità di comunicare e dialogare anche con soggetti non esperti.

sbocchi occupazionali:

I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea magistrale della classe sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione, sia nelle imprese manifatturiere o di servizi che nelle amministrazioni pubbliche. I laureati magistrali potranno trovare occupazione presso imprese, enti pubblici e privati e studi professionali per la progettazione, pianificazione, realizzazione e gestione di opere e sistemi di controllo e monitoraggio dell'ambiente e del territorio, di difesa del suolo, di gestione dei rifiuti, delle materie prime e delle risorse ambientali, geologiche ed energetiche e per la valutazione degli impatti e della compatibilità ambientale di piani e opere. Il percorso formativo garantisce il raggiungimento dei requisiti e del titolo di Laurea Magistrale necessari per l'ammissione all'Esame di Stato, abilitante all'iscrizione all'Ordine professionale degli Ingegneri Albo sez. A Civile-Ambientale. Il laureato magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio può partecipare al concorso di ammissione al dottorato di ricerca, che costituisce il terzo livello della formazione universitaria. Se ammesso egli svolge attività di ricerca di alto livello. Il dottorato costituisce infatti il grado più alto di specializzazione offerto dall'Università, sia per chi intende dedicarsi alla ricerca, sia per chi desidera entrare nel mondo produttivo dotato di credenziali scientifiche di particolare peso.

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, ha quale obiettivo la formazione di figure professionali, con approfondite conoscenze tecnico scientifiche, capaci di valutare l'inserimento e la sostenibilità ambientale degli interventi ingegneristici nell'ambiente naturale

e antropizzato. L'obiettivo è formare una figura di ingegnere dotato di specifiche conoscenze professionali e scientifiche sulle interrelazioni tra i diversi processi fisici che intervengono in sistemi ambientali complessi. Tali conoscenze devono permettere di progettare in modo compiuto ed articolato le opere di infrastrutture, di difesa ambientale, di prevenire le situazioni di degrado e di rischio, di risanare gli ambienti contaminati ed, infine, di valutare e controllare la qualità ambientale nelle sue varie articolazioni, anche sviluppando strategie di ricerca e/o di trasferimento tecnologico. I laureati magistrali saranno in grado di operare in modo coerente nella gestione delle risorse naturali con l'aiuto di adeguate tecnologie e strumenti pianificatori, garantendo, al tempo stesso, la tutela degli ecosistemi naturali, la sostenibilità dei sistemi ambientali e la loro conservazione anche per le generazioni future. Nella sostanza si intende coniugare l'esigenza della tutela ambientale con quella di una coerente e conseguente pianificazione del territorio e del suo sviluppo. Il percorso formativo dell'Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio ha forte carattere intersettoriale, con corsi propri delle tradizionali discipline ingegneristiche di ambito civile ed ambientale e con approfondimenti specifici sia per quanto riguarda le discipline di base sia per quanto riguarda quelle affini ed integrative. In tale configurazione l'Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio ha confini in continua evoluzione, il che la rende più stimolante da un punto di vista sia culturale sia professionale. Le tematiche che sono specificamente trattate sono le seguenti:

- fenomenologia e dinamica dell'inquinamento dell'acqua e del suolo;
- difesa dai rischi territoriali e dagli eventi straordinari (naturali e non);
- pianificazione ambientale del territorio;
- trattamento delle acque; - gestione e smaltimento dei rifiuti solidi;
- sistemi di monitoraggio territoriale ed ambientale;
- modellistica dei sistemi ambientali;
- chimica e tecnologia ambientale per la difesa del territorio;
- ingegneria sanitaria-ambientale;
- pianificazione e gestione dei sistemi di trasporto.

In particolare la Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio si pone l'obiettivo di fornire competenze avanzate sempre più articolate e specifiche che metteranno il laureato magistrale nella condizione di sviluppare innovazione tecnologica, di studiare e progettare interventi ingegneristici di grande difficoltà, di studiare, pianificare e gestire sistemi complessi, sia nella libera professione sia nelle amministrazioni pubbliche e nelle società produttive o di servizio. Il corso fornisce allo studente un

background teorico e applicativo.

Conoscenza e capacità di comprensione

I laureati magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio avranno acquisito una conoscenza ed una comprensione approfondita degli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base essendo capaci di utilizzare gli strumenti tecnici e matematici per interpretare e descrivere i problemi complessi dell'Ingegneria ambientale. Nel dettaglio, i laureati magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il territorio devono dimostrare: la conoscenza e la comprensione approfondite della matematica e delle scienze di base alla base della loro specializzazione in ingegneria, al livello necessario per poter raggiungere gli altri risultati di apprendimento; la conoscenza e la comprensione approfondite delle discipline ingegneristiche alla base della loro specializzazione, al livello necessario per poter raggiungere gli altri risultati di apprendimento; la consapevolezza critica degli ultimi sviluppi della loro specializzazione; la consapevolezza critica del più ampio contesto multidisciplinare dell'ingegneria e di problematiche relative alla conoscenza all'interfaccia tra campi diversi. Questa consapevolezza si potrà ottenere sia attraverso la puntuale presenza alle lezioni teoriche e pratiche che avverranno con l'utilizzo esteso ed approfondito di strumenti software ed apparecchiature di laboratorio, sia attraverso la redazione di un significativo lavoro di tesi finale che dovrà rappresentare una sintesi degli studi svolti con spunti e sviluppi originali. Gli insegnamenti del corso di laurea magistrale sono suddivisi in tre macro aree: quella scientifica e ingegneristica di riferimento, quella ingegneristica di specializzazione e quella ingegneristica di orientamento. La prima fornisce le competenze per la comprensione e la modellazione dei fenomeni fisici, chimici e biologici che si riscontrano nell'ambiente e nel territorio, nonché le informazioni necessarie per operare il corretto dimensionamento degli impianti delle opere. Nel contempo le discipline ingegneristiche di specializzazione consentono di apprendere metodi, strumenti, conoscenze nel vasto ambito culturale dell'ingegneria per l'ambiente e il territorio, mentre l'area ingegneristica di orientamento completa la preparazione ingegneristica, fornendo allo studente quei dettagli tecnico-ingegneristici necessari a raggiungere una maggiore specializzazione nei settori della tutela dell'ambiente o della protezione del territorio. I risultati di apprendimento attesi vengono verificati con prove d'esame scritte e/o orali oltre che con elaborati progettuali. I laureati magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il territorio avranno acquisito la

capacità di impostare progettazioni anche di elevata complessità, definite in modo incompleto o che possono presentare specifiche contrastanti, sapendo analizzare e risolvere problematiche ed esigenze in aree nuove ed emergenti dell'ingegneria ambientale, quali ad esempio le progettazioni con materiali innovativi ed ecologici, le problematiche della pianificazione degli interventi sul territorio, la prevenzione dei rischi naturali ed antropici, l'utilizzo ed il rispetto delle risorse naturali. In particolare, i laureati magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il territorio avranno: - la capacità di analizzare complessi e nuovi processi e sistemi dell'ingegneria in contesti ampi o multidisciplinari, di selezionare e applicare i metodi più appropriati tra quelli - analitici, numerici e sperimentali consolidati o metodi nuovi e innovativi, di interpretare correttamente i risultati delle analisi;

- la capacità di concettualizzare prodotti, processi e sistemi dell'ingegneria ambientale;

- la capacità di identificare, formulare e risolvere problemi dell'ingegneria complessi e non familiari che possono comportare considerazioni al di fuori del loro campo di studio e la presenza di vincoli non tecnici - sociali, relativi alla salute e alla sicurezza, ambientali, economici e industriali, e di selezionare e applicare i metodi più appropriati tra quelli - analitici, numerici e sperimentali consolidati o nuovi e innovativi metodi di problem solving; Inoltre essi devono dimostrare:

- la capacità di identificare, localizzare e ottenere i dati richiesti; - la capacità di svolgere ricerche bibliografiche, di consultare e utilizzare criticamente basi di dati e altre fonti di informazione, di effettuare simulazioni per svolgere indagini e ricerche dettagliate su questioni tecniche complesse;

- la capacità di consultare e applicare norme tecniche e di sicurezza;

- capacità avanzate di condurre indagini sperimentali, interpretare criticamente i dati e trarre conclusioni. Le conoscenze e le capacità vengono acquisite dagli studenti attraverso lezioni frontali, esercitazioni in aula e in laboratori. In alcuni insegnamenti sono previste attività condotte in modo autonomo da ciascuno studente o da gruppi di studenti, secondo le modalità indicate dai docenti. L'accertamento delle conoscenze e della capacità di comprensione avviene tramite esami scritti e orali, che possono comprendere esercizi numerici e/o quesiti relativi ad aspetti teorici. Si richiede la capacità di integrare le conoscenze acquisite in insegnamenti e contesti diversi, e la capacità di valutazione critica e di scelta di modelli e metodi di soluzione. I risultati di apprendimento attesi vengono verificati attraverso prove d'esame scritte e/o orali, la valutazione degli esiti delle

esperienze applicative oltre che attraverso il lavoro di tesi.

Area generica

Conoscenza e comprensione

I laureati magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio avranno acquisito una conoscenza ed una comprensione approfondita degli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base essendo capaci di utilizzare gli strumenti tecnici e matematici per interpretare e descrivere i problemi complessi dell'Ingegneria ambientale. Nel dettaglio, i laureati magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il territorio devono dimostrare: la conoscenza e la comprensione approfondite della matematica e delle scienze di base alla base della loro specializzazione in ingegneria, al livello necessario per poter raggiungere gli altri risultati di apprendimento; la conoscenza e la comprensione approfondite delle discipline ingegneristiche alla base della loro specializzazione, al livello necessario per poter raggiungere gli altri risultati di apprendimento; la consapevolezza critica degli ultimi sviluppi della loro specializzazione; la consapevolezza critica del più ampio contesto multidisciplinare dell'ingegneria e di problematiche relative alla conoscenza all'interfaccia tra campi diversi. Questa consapevolezza si potrà ottenere sia attraverso la puntuale presenza alle lezioni teoriche e pratiche che avverranno con l'utilizzo esteso ed approfondito di strumenti software ed apparecchiature di laboratorio, sia attraverso la redazione di un significativo lavoro di tesi finale che dovrà rappresentare una sintesi degli studi svolti con spunti e sviluppi originali.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

I laureati magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il territorio avranno acquisito la capacità di impostare progettazioni anche di elevata complessità, definite in modo incompleto o che possono presentare specifiche contrastanti, sapendo analizzare e risolvere problematiche ed esigenze in aree nuove ed emergenti dell'ingegneria ambientale, quali ad esempio le progettazioni con materiali innovativi ed ecologici, le problematiche della pianificazione degli interventi sul territorio, la prevenzione dei rischi naturali ed antropici, l'utilizzo ed il rispetto delle risorse naturali. In particolare, i laureati magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il territorio avranno: la capacità di analizzare complessi e nuovi processi e sistemi dell'ingegneria in contesti ampi o multidisciplinari, di selezionare e applicare i metodi più appropriati tra quelli - analitici, numerici e sperimentali consolidati o metodi nuovi e innovativi, di interpretare

correttamente i risultati delle analisi; la capacità di concettualizzare prodotti, processi e sistemi dell'ingegneria ambientale; la capacità di identificare, formulare e risolvere problemi dell'ingegneria complessi e non familiari che possono comportare considerazioni al di fuori del loro campo di studio e la presenza di vincoli non tecnici - sociali, relativi alla salute e alla sicurezza, ambientali, economici e industriali, e di selezionare e applicare i metodi più appropriati tra quelli - analitici, numerici e sperimentali consolidati o nuovi e innovativi metodi di problem solving; Inoltre essi devono dimostrare: la capacità di identificare, localizzare e ottenere i dati richiesti; la capacità di svolgere ricerche bibliografiche, di consultare e utilizzare criticamente basi di dati e altre fonti di informazione, di effettuare simulazioni per svolgere indagini e ricerche dettagliate su questioni tecniche complesse; la capacità di consultare e applicare norme tecniche e di sicurezza; capacità avanzate di condurre indagini sperimentali, interpretare criticamente i dati e trarre conclusioni.

Autonomia di giudizio

I laureati magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio avranno acquisito la capacità di progettare e condurre indagini specifiche attraverso l'uso di modelli, anche a seguito di sperimentazioni complesse, valutando criticamente i dati ottenuti per trarne conclusioni utilizzabili e socialmente significative. Saranno quindi:

- dotati di conoscenze di contesto e capacità trasversali anche nella risoluzione di problemi poco noti, in presenza di incertezze scientifiche e/o di informazioni incomplete;
- dotati di capacità interpretativa e critica al fine di sviluppare idee e metodi nuovi ed originali;
- dotati di conoscenze nel campo dell'etica professionale. L'impostazione didattica degli studi completa la formazione teorica con applicazioni, esempi, lavori individuali e di gruppo, e verifiche e controlli in corso d'anno in grado di imporre una partecipazione molto attiva, stimolare un'attitudine propositiva e far sorgere una specifica capacità di elaborazione autonoma.

Abilità comunicative

I laureati magistrali in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio potranno ricoprire il ruolo di leader di una progettazione eseguita da un gruppo composto da persone competenti in diverse discipline a differenti livelli, specie per tipologie di progettazione a largo impatto ambientale. Avranno

quindi:

- ampia capacità di comunicazione sia rispetto ai singoli sia rispetto alle comunità in modo da stimolare la compartecipazione e la condivisione di scelte progettuali complesse che possono avere un significativo impatto sul territorio e sulla popolazione;
- capacità lessicali e relazionali atte a garantire efficaci relazioni con la comunità degli ingegneri e più in generale con la società;
- piena capacità di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'UE oltre all'italiano con riferimento anche ai lessici disciplinari. La didattica prevede l'esecuzione di attività progettuali connesse alle singole discipline ed al lavoro di tesi. Le applicazioni e le verifiche da eseguirsi solleciteranno la partecipazione attiva stimolando l'attitudine alla proposizione e la comunicazione dei risultati del lavoro svolto.

Capacità di apprendimento

Il laureato magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio sarà in grado di sviluppare una capacità di apprendimento che gli consentirà di affrontare le continuamente mutevoli problematiche progettuali in ottica ambientale e territoriale, tenendo lo sguardo puntato sulle possibilità offerte dal sistema economico produttivo e dai suoi sviluppi in una prospettiva di sostenibilità. Saranno quindi in grado di: - aggiornare continuamente la propria preparazione culturale e professionale in modo da poter rispondere adeguatamente alle mutevoli esigenze della società; - indagare l'applicazione di tecnologie nuove ed emergenti nonché eco-sostenibili nel proprio settore. Ruolo fondamentale al fine di sviluppare queste capacità di apprendimento ha lo svolgimento della tesi di Laurea, che prevede l'acquisizione di informazioni nuove ed aggiornate, rispetto a quelle impartite nei corsi, ed elaborazioni con livelli significativi di originalità.

Automazione

funzione in un contesto di lavoro:

Le funzioni del laureato magistrale in Ingegneria dell'Automazione sono quelle tipiche dell'ingegnere (progettazione, esercizio di impianti e sistemi, gestione di risorse umane e strumentali) con particolare riferimento al controllo di processi e apparati di automazione, prevalentemente in ambito industriale e dei servizi.

competenze associate alla funzione:

La figura professionale dell'ingegnere dell'automazione si inquadra nell'ambito dell'Ingegneria dell'Informazione, dato che fondamentalmente i suoi compiti riguardano l'acquisizione e l'elaborazione di informazione nonché l'uso di modelli matematici e degli strumenti concettuali della teoria dei sistemi e del controllo. Rispetto alle altre figure del settore dell'Informazione, l'ingegnere dell'automazione si caratterizza per una maggiore conoscenza delle problematiche dell'ingegneria industriale, ovviamente non finalizzate a progettare l'impianto in cui si svolge il processo (che rimane compito degli ingegneri del settore industriale) ma orientate ad analizzare e realizzare sia l'architettura del sistema di automazione e le sue componenti, sia le leggi per il controllo del processo.

sbocchi occupazionali:

Le attività formative sono organizzate in modo da consentire al laureato Magistrale in Ingegneria dell'Automazione di ricoprire i seguenti ruoli professionali:

- gestore di sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi nell'ambito di realtà industriali, di grandi infrastrutture, e di imprese di servizi;
- responsabile della pianificazione, dell'esercizio e del controllo di impianti complessi e/o innovativi per la produzione e gestione di beni e servizi automatizzati;
- progettista di apparecchiature, macchinari elettrici, azionamenti elettrici e sistemi elettronici di potenza complessi e/o innovativi, per l'automazione industriale e la robotica;
- responsabile di laboratori per esperimenti di elevata complessità;

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'automazione si propone di formare un professionista di alto livello, capace di modellizzare, identificare, progettare e gestire apparati e sistemi per l'automazione, con conoscenze approfondite sulle problematiche dell'ingegneria industriale e dell'informazione, con una solida conoscenza delle caratteristiche dei vari processi tecnologici per i quali dovrà progettare le leggi di controllo, l'architettura del sistema di automazione e le parti componenti di tale sistema. Gli obiettivi formativi di tale corso si distinguono per uno spiccato carattere scientifico, legato all'applicazione di conoscenze metodologiche estese e approfondite nel settore fisico-matematico, nelle aree

dell'informazione e particolarmente in quella dell'automazione. Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Automazione completa la formazione di base conseguita con la Laurea di primo livello e persegue i seguenti obiettivi formativi specifici:

- formare una notevole sensibilità ai problemi di analisi della struttura dei modelli fisici, evidenziandone le caratteristiche rilevanti per l'implementazione di schemi per la regolazione ed il controllo;
- sviluppare le capacità di applicare le conoscenze acquisite negli ambiti di base alla comprensione e allo studio dei problemi dell'ingegneria complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- approfondire gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale, sia soprattutto di quelli connessi ai settori caratterizzanti dell'ingegneria dell'Automazione. In tale ambito il laureato sarà capace di formulare e risolvere in modo innovativo problemi di modellistica, analisi, identificazione, controllo e gestione di dispositivi, sistemi e processi, sia in ambito industriale, sia nel settore dei servizi in genere;
- impartire un'approfondita conoscenza delle moderne tecniche di analisi dei dati e di elaborazione dei segnali, con particolare riferimento alle applicazioni dell'automazione; Il laureato magistrale in Ingegneria dell'automazione sarà in grado di
- adeguarsi alla rapida innovazione tecnologica nelle diverse aree dell'Ingegneria dell'Informazione assimilando prontamente nuovi metodi e strumenti di progettazione e di gestione che incontrerà nel corso della vita professionale;
- interagire con altri settori dell'Ingegneria (ad esempio, quelli dell'Ingegneria Elettrica, Meccanica e di Processo);
- ideare, pianificare e gestire processi e servizi complessi e/o innovativi;
- utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, un'altra lingua dell'Unione Europea;
- lavoro nell'industria informatica.

DESCRIZIONE PERCORSO FORMATIVO

Il percorso formativo prevede il completamento della preparazione nell'ambito delle discipline caratterizzanti e lo sviluppo di conoscenze delle tecniche di automazione applicate a diversi settori industriali attraverso lezioni frontali ed esercitazioni inquadrare nell'ambito dei corsi statuari del corso di laurea in oggetto che si svolgono anche presso laboratori pubblico/privati e tenute direttamente da personale delle aziende operanti nei laboratori, a scopo di approfondimento tecnico/scientifico e spesso

anche di orientamento in uscita. Inoltre, particolare importanza viene data ad attività di laboratorio, previste verso il termine del percorso formativo e volte all' applicazione delle metodologie di progetto, sviluppando attività autonome o di gruppo. I laboratori presso i quali si svolge attività didattica inerente il corso hanno dotazioni strumentali di pregio e utilizzate per attività didattica, di trasferimento tecnologico e di ricerca a carattere internazionale. Il percorso formativo prevede nel primo semestre del primo anno l'erogazione di una selezione di argomenti fondamentali per la laurea sia nei settori caratterizzanti sia in quelli affini. L'attività del primo anno prevede inoltre le discipline a scelta libera, equamente ripartite tra i semestri. Nel secondo semestre del primo anno si prosegue l'approfondimento di materie caratterizzanti al contempo estendendo la preparazione ad argomenti trattati in discipline affini ed a carattere prevalentemente metodologico. Il primo semestre del secondo anno è focalizzato su materie caratterizzanti a carattere fortemente applicativo, mentre il secondo semestre è dedicato quasi esclusivamente al tirocinio ed alla tesi, in modo tale da agevolare lo svolgimento di tali attività presso industrie e aziende informatiche o enti del territorio, nonché presso i laboratori pubblico privati fondati recentemente su temi di attuale interesse per le aziende finanziatrici.

Conoscenza e capacità di comprensione

Il laureato Magistrale in Ingegneria dell'Automazione ha conoscenze all'avanguardia nell'analisi di sistemi e processi dinamici di varia natura, finalizzata alla realizzazione di sistemi di automazione del loro funzionamento, volti a migliorare l'efficienza, la produttività, la sicurezza e gli altri indici di prestazione specifici. Il processo di apprendimento si fonda su lezioni, esercitazioni e seminari e si avvale di numerosi strumenti software per la simulazione dei sistemi dinamici, per la progettazione dei sistemi di controllo multivariabile e per lo sviluppo di prototipi virtuali. La simulazione di casi di studio, anche complessi, e la duttilità degli strumenti SW consente non solo di affinare le conoscenze, ma anche di acquisire la padronanza di strumenti di simulazione/progettazione professionali. Per quanto riguarda i contenuti più applicativi il processo di apprendimento affianca agli strumenti didattici già descritti attività ed esercitazioni sperimentali svolte nei laboratori attrezzati di Controlli Automatici, Controllo Digitale, di Automazione e Robotica, di Macchine Elettriche ed Azionamenti Elettrici, di Elettronica di Potenza. Infine, lo sviluppo dei temi/progetti d'anno (che concludono l'insegnamento di molte discipline) e

la redazione di una tesi di laurea, svolta in autonomia anche se sotto la guida di un docente, contribuiscono ad aumentare il bagaglio ed il livello di conoscenze del laureato magistrale. La verifica viene effettuata tramite le prove scritte e/o orali previste per gli esami di profitto e per le altre attività formative, in particolare tramite la prova finale che prevede la discussione della tesi di laurea.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Grazie al bagaglio delle conoscenze ed alle capacità acquisite nel percorso formativo, il laureato Magistrale in Ingegneria dell'Automazione è pronto a fronteggiare con versatile ed approfondita professionalità la varietà di problemi emergenti nei settori dell'automazione dei processi industriali di produzione (sia continua sia manifatturiera), delle macchine operatrici, dei dispositivi robotici e mecatronici, dei sistemi e delle reti di trasporto, dei sistemi per la produzione e distribuzione dell'energia, dei sistemi avionici, delle reti informatiche e di comunicazione, dei sistemi di natura ambientale, biologica e biomedicale. Le conoscenze e le capacità di comprensione del laureato gli consentiranno di astrarre l'analisi dal dominio applicativo particolare, e di unificare le metodiche di progetto per conferire forme di intelligenza ai sistemi artificiali che assicurino, senza l'intervento dell'uomo o al servizio dell'uomo, comportamenti programmati, adattabilità a mutate condizioni ambientali, autodiagnosi dei guasti e ripristino di condizioni di normale funzionamento. Queste capacità verranno sviluppate affiancando alle lezioni teoriche attività pratiche, svolte anche in laboratorio, di progettazione, sviluppo e realizzazione, con costante riferimento ad applicazioni suggerite dai molteplici rapporti che le aziende di riferimento del settore, soprattutto con i laboratori pubblico privati attivi. La capacità di lavoro autonomo e il potenziale d'innovazione dello studente saranno essenziali durante l'importante attività di progettazione propedeutica alla preparazione della tesi di laurea e verificati in tale sede. Il raggiungimento degli obiettivi indicati in termini di capacità applicative sarà verificato attraverso la valutazione dell'attività di tirocinio e tesi, nonché della preparazione complessiva dei candidati durante lo svolgimento di tali attività, da parte dei tutor interni (qualora il lavoro sia svolto all'interno di un laboratorio dell'Ateneo) ed esterni (qualora il lavoro sia svolto presso la sede di un ente o azienda esterna). Le indicazioni fornite dai tutor saranno poi considerate in fase di riesame periodico del corso di studi, elaborando eventuali azioni correttive ove se ne evidenzia l'opportunità.

Conoscenza e comprensione

I tre settori caratterizzanti della LM in Ingegneria dell'Automazione delineano un impianto formativo dai connotati fortemente multi-disciplinari. Nell'organizzazione degli studi prevista, la conoscenza dei metodi di analisi, della modellistica, della stima, del controllo e dell'ottimizzazione dei sistemi dinamici, fa da ponte tra la preparazione fisico-matematica già conseguita nella Laurea triennale e quella necessaria a studiare problemi applicativi. Ci si aspetta, quindi, che gli insegnamenti di Automatica di natura prevalentemente metodologica forniscano ai laureati magistrali un nucleo di metodologie utili ad affrontare, in una visione unitaria e coerente, problemi di Automazione in ambiti anche complessi e, comunque, in presenza di tecnologie, sia nuove (ICT) sia di più antica tradizione (meccaniche, elettriche e di processo). In particolare, a partire dall'anno accademico 2018/2019 sono istituiti due curricula denominati " Cyber-Physical Systems" e "Robotics" e rispettivamente dedicati all'approfondimento della conoscenza nell'ambito dello stato dell'arte delle tecnologie ICT nel settore dell'automazione e delle nuove frontiere della meccanica applicata e della mecatronica nell'ambito dei moderni sistemi automatici. In entrambi i casi i percorsi formativi sono strutturati al fine di far conseguire al laureato una preparazione ad ampio spettro di tipo interdisciplinare, non solo a livello metodologico ma anche sul piano delle applicazioni e delle tecnologie. Per quanto riguarda le applicazioni, l'iter formativo poggia, in misura prevalente ma non esclusiva, sulla robotica e sulla mecatronica, due settori che negli ultimi anni hanno subito una profonda evoluzione, anche grazie al contributo delle tecnologie dell'informatica e delle comunicazioni. Questa scelta è giustificata sia dalla recente costituzione nella Regione Puglia di un distretto per la Meccatronica, con un consorzio tra le Università e le aziende pugliesi, sia dalla presenza di una classe di ricercatori e docenti del Politecnico di Bari, attiva da molti anni in questo settore, a livelli di ampia e riconosciuta qualificazione. Ci si aspetta, quindi, che il laureato magistrale abbia conoscenze delle tecnologie e dei problemi tipici di questi settori applicativi, con specializzazione nelle tematiche ICT nel caso di curriculum Cyber-Physical Systems e nelle tematiche relative alla progettazione hardware di sistemi automatici nel curriculum Robotics. Per quanto riguarda i contenuti di tipo metodologico, il processo di apprendimento si fonda su lezioni, esercitazioni e seminari e si avvale di numerosi strumenti software per la simulazione dei sistemi dinamici, per la progettazione dei sistemi di controllo multivariabile e per lo sviluppo di prototipi virtuali. La simulazione di casi di studio, anche complessi, e la

duttilità degli strumenti SW consente non solo di affinare le conoscenze, ma anche di acquisire la padronanza di strumenti di simulazione/progettazione professionali. Per quanto riguarda i contenuti più applicativi il processo di apprendimento affianca agli strumenti didattici già descritti attività ed esercitazioni sperimentali svolte nei laboratori attrezzati di Controlli Automatici, Controllo Digitale, di Automazione e Robotica, di Macchine Elettriche ed Azionamenti Elettrici, di Elettronica di Potenza e del Control of Computer and Communication Lab. Infine, lo sviluppo dei temi/progetti d'anno (che concludono l'insegnamento di molte discipline) e la redazione di una tesi di laurea, svolta in autonomia anche se sotto la guida di un docente, contribuiscono ad aumentare il bagaglio ed il livello di conoscenze del laureato magistrale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

La professionalità del laureato magistrale in Ingegneria dell'Automazione è largamente influenzata dalla sua capacità di applicare con sistematicità i metodi tipici dell'Automatica alla soluzione di problemi complessi. Pertanto, nel processo formativo della LM in Automazione, la soluzione di problemi nuovi con tecnologie innovative è stimolata e sviluppata. L'apporto di un gruppo omogeneo di docenti impegnati insieme in attività di ricerca collegati a i temi applicativi è sicuramente determinante. Nel Politecnico di Bari, i temi dell'Automazione si sono sviluppati, nel corso di 40 anni, in indirizzi di Corsi di Laurea di Elettrotecnica ed Elettronica, prima, e nella Laurea Specialistica in Ingegneria dell'Automazione, poi. In anni recenti, il gruppo di docenti e ricercatori afferente al SSD Automatica ha consolidato le proprie esperienze, coordinandosi con i gruppi di Meccanica Applicata alle Macchine e di Convertitori, Macchine ed Azionamenti Elettrici per svolgere progetti comuni di ricerca, finanziati con fondi regionali o nazionali. Queste sinergie, già da tempo coltivate, garantiscono la capacità di sostenere un percorso formativo che proponga casi di studio, esaminati anche da diversi punti di vista, magari in insegnamenti differenti, percorrendo tutto l'iter che va dalla formulazione del problema alla formalizzazione ed alla modellizzazione, per finire alla soluzione ed alle scelte tecnologiche. Casi reali di studio e simulazione di processi automatizzati studiati nella loro complessità stimolano quella capacità di integrare risorse umane e tecnologie che è l'elemento distintivo e pregiato della professionalità dell'Ingegnere Magistrale dell'Automazione. Va anche detto che, poiché la capacità del laureato di integrare processi e tecnologie presuppone quella di coordinarsi con altri soggetti per

raggiungere un obiettivo comune, anche le metodologie di formazione che stimolano la collaborazione sono utili a valorizzare ed amplificare la conoscenza. Il ricorso ad esercitazioni di laboratorio, a temi d'anno ed a tesine, svolte in piccoli gruppi di studenti, è un metodo ormai collaudato per formare l'abitudine a collaborare ed a ripartirsi i compiti e costituisce anche un terreno di sperimentazione per assimilare concetti utili nella conduzione di progetti aziendali orizzontali. Va infine sottolineato che la formazione del laureato magistrale in Ingegneria dell'Automazione poggia su una base culturale e professionale ampia che evita i pericoli di una esasperata parcellizzazione del sapere e di una rapida obsolescenza della preparazione. La capacità di integrare conoscenze maturate in altri settori conferisce a questo laureato grande flessibilità nel comprendere applicabilità e limitazioni delle diverse tecniche. Grazie al bagaglio delle conoscenze ed alle capacità acquisite nel percorso formativo, il laureato Magistrale in Ingegneria dell'Automazione è pronto a fronteggiare la varietà di problemi emergenti nel settore della Robotica e della Meccatronica. La frequenza dei laboratori e l'utilizzo di software professionale contribuisce ad accorciare le distanze tra la formazione universitaria e la realtà del mondo del lavoro.

Autonomia di giudizio

L'Automazione affonda le sue radici nell'Ingegneria dei Sistemi, una scienza che si interessa delle relazioni reciproche fra elementi costituenti e che è finalizzata alla messa a punto di una metodologia operativa utile a formulare giudizi e decisioni. In particolare, essa tratta la progettazione degli artefatti per fasi successive, consistenti nella definizione degli obiettivi, nella scelta dei criteri di progetto e nella loro utilizzazione e, finalmente, nella verifica delle conseguenze. L'Automazione utilizza a pieno questa 'griglia concettuale' che fornisce una chiave per valutare correttamente le diverse possibilità ed alternative a disposizione. Quasi tutte le discipline della LM in Ingegneria dell'Automazione sono ispirate a questo concetto e l'intero iter formativo ne è permeato. In altri termini, le stesse metodologie disciplinari finiscono, allo stesso tempo, per stimolare l'autonomia di giudizio. In particolare, la prova finale è soprattutto una verifica del grado di autonomia acquisito che si articola nella definizione degli obiettivi, nella scelta del materiale e della documentazione esistente, nella focalizzazione degli aspetti rilevanti, nello sviluppo delle argomentazioni e nella discussione critica finale.

Abilità comunicative

Il laureato dovrà essere in grado di comunicare in forma scritta ed orale, anche con l'ausilio di supporti informatici, con tecniche di simulazione e con altri strumenti, ogni fase di un intervento per realizzare un sistema di automazione. Tale abilità dovrà essere efficace sia nei confronti di operatori esperti del settore, sia nei confronti di interlocutori non specialisti. Le stesse prove di verifica di profitto, che saranno svolte in forma scritta e/o in forma orale, e la prova finale dovranno educare lo studente ad esprimersi con forme di comunicazione sintetiche e appropriate nel linguaggio, efficaci nella presentazione di idee, problemi ed interventi risolutivi.

Capacità di apprendimento

I laureati magistrali in Ingegneria dell'Automazione dovranno avere capacità di apprendimento autonomo, sia da fonti di letteratura tecnica internazionale, sia da incontri tecnici con colleghi o esperti, in italiano o in una lingua dell'Unione Europea. Come richiesto dal carattere fortemente interdisciplinare dell'Ingegneria dell'Automazione, il curriculum di studi dovrà consentire al laureato magistrale di apprendere ed aggiornarsi post-lauream in diversi campi, fra cui l'automatica, la meccanica, gli azionamenti elettrici, le telecomunicazioni, l'informatica, le misure e la strumentazione.

Biomedica

funzione in un contesto di lavoro:

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Medicali ha l'obiettivo di formare una figura di ingegnere con una formazione, metodologica e tecnologica, che gli consenta di guidare la progettazione di apparecchiature medicali all'interno di aziende produttive e certificarne la qualità e la rispondenza alle norme di riferimento. Inoltre consente all'ingegnere medicale di guidare e orientare i processi organizzativi e gestionali all'interno delle organizzazioni ospedaliere. Oltre ad una formazione ingegneristica orientata all'innovazione di prodotto e di processo, l'ingegnere dei sistemi medicali deve essere in grado di: - elaborare dati e segnali relativi a protocolli diagnostico-terapeutici acquisiti tramite strumentazione di diagnostica per immagini, radioterapia e neuroradiologia; - applicare i paradigmi della medicina di precisione per creare nuovi sistemi di medicina personalizzata; - progettare e integrare sistemi remoti di diagnosi, sfruttando anche tecnologie indossabili (telemedicina); - gestire strutture ospedaliere complesse, con particolare

riguardo alla sicurezza, alle pratiche cliniche, alla gestione e manutenzione delle apparecchiature, ai fini di garantire una adeguata qualità del servizio.

competenze associate alla funzione:

L'offerta formativa del corso di laurea magistrale è progettata per fornire allo studente una conoscenza approfondita degli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria biomedica in modo da renderlo in grado di affrontare, anche attraverso la formulazione di soluzioni innovative, le problematiche complesse relative al settore dell'ingegneria dei sistemi medicali. Il Corso di Studio si articola in una pluralità di attività formative nei settori tipici della bioingegneria e, più in generale, dell'ingegneria industriale e dell'informazione (Area 09), nell'area delle scienze mediche (Area 06) e nel campo della matematica applicata e della fisica matematica (Area 01). Tali attività consentono al Laureato di maturare competenze per:

- i. interagire proficuamente con i professionisti sanitari, nell'ambito delle rispettive competenze;
- ii. ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi, anche complessi e/o innovativi, di interesse bioingegneristico;
- iii. approfondire le normative, le tecnologie, la strumentazione, i metodi organizzativi, gli impianti, le infrastrutture, i sistemi informativi delle Aziende Sanitarie ed Ospedaliere pubbliche e private;
- iv. comprendere l'organizzazione aziendale maturando una moderna cultura d'impresa

sbocchi occupazionali:

I laureati magistrali in Ingegneria dei Sistemi Medicali possono trovare sbocchi occupazionali presso grandi, medie e piccole aziende operanti nella produzione di sistemi e tecnologie per la salute, occupandosi della progettazione, realizzazione, collaudo e certificazione di prodotti contenenti sia hardware sia software. Può inoltre essere impegnato nella gestione di strutture ospedaliere, laboratori di ricerca pubblici e privati, oltre che nella libera professione. Il corso di laurea magistrale in Ingegneria dei Sistemi Medicali prepara alle seguenti professioni di riferimento: Ingegneri Biomedici e Bioingegneri. Per esercitare la professione è necessario superare l'esame di Stato ed iscriversi all'Ordine degli ingegneri nella sezione A dell'albo professionale. Il dottore magistrale in Ingegneria dei Sistemi Medicali può partecipare al concorso di ammissione al dottorato di ricerca che rappresenta il più alto livello di specializzazione offerto all'università, sia per chi intende dedicarsi alla ricerca, sia per chi desidera entrare nel

mondo produttivo con credenziali scientifiche di particolare peso.

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

Il percorso di studio offre una formazione comune a tutti gli studenti in macro-tematiche proprie dei settori scientifico-disciplinari caratterizzanti, ING-IND/34 e ING-INF/06, quali, ad esempio, la strumentazione, i dispositivi e gli impianti medicali, l'applicazione di sistemi biomedici, robot e protesi, la descrizione dei fenomeni elettrici e/o magnetici e le apparecchiature per misurarli e modificarli, l'elaborazione di dati e segnali biomedici, le bioimmagini, la rappresentazione della conoscenza medico-biologica. La formazione comune sarà integrata con insegnamenti in ambiti tematici, comunque di interesse biomedico, propri dei settori dell'area delle scienze mediche e dell'area dell'ingegneria meccanica e dell'informazione. Il percorso formativo potrà focalizzarsi su aspetti metodologici e tecnologici che fanno riferimento all'applicazione bioingegneristica di diversi ambiti disciplinari, tra cui la modellistica, identificazione e controllo dei sistemi fisiologici, i sistemi di elaborazione delle informazioni in ambito medicale, i sistemi di tele-assistenza e tele-diagnostica, l'esercizio di impianti sanitari, le metodologie di collaudo, certificazione, sicurezza e compatibilità elettromagnetica di apparecchiature medicali, i modelli organizzativi gestionali-sanitari e il trasferimento/trattamento dei dati sensibili secondo standard di sicurezza e privacy. Il percorso formativo si attuerà attraverso lezioni frontali, esercitazioni in aula e nei laboratori del Politecnico e della Scuola di Medicina. Le attività pratiche proposte nell'ambito degli insegnamenti statutori del corso di laurea potranno essere svolte anche presso laboratori e strutture sanitarie pubblico/private con lo scopo non solo di favorire l'approfondimento tecnico/scientifico ma anche l'orientamento in uscita. Il tirocinio e la tesi di laurea concludono il percorso formativo. I laboratori del Politecnico di Bari e dell'Università di Bari presso i quali si svolgerà l'attività didattica inerente il corso hanno dotazioni strumentali di pregio e utilizzate per attività didattica, di trasferimento tecnologico e di ricerca a carattere internazionale. Il percorso formativo prevede nel primo e secondo semestre del primo anno l'erogazione di una selezione di argomenti fondamentali nei settori scientifico disciplinari caratterizzanti il corso di studio e nelle aree di specializzazione. Nei due semestri del primo anno è prevista l'erogazione di argomenti trattati in discipline affini, con carattere prevalentemente metodologico, che contribuiscono a delineare le

competenze professionali. Il primo semestre del secondo anno è focalizzato su materie caratterizzanti e discipline affini che definiscono la figura professionale a carattere fortemente applicativo. Il secondo semestre del secondo anno è dedicato allo studio di discipline con contenuti avanzati, al tirocinio e alla tesi, in modo tale da agevolare la sperimentazione delle conoscenze apprese presso aziende, cliniche, ospedali, enti del territorio e laboratori pubblico privati.

Conoscenza e capacità di comprensione

Il laureato Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Medicali ha conoscenze all'avanguardia nell'analisi di processi e sistemi per la diagnosi, la riabilitazione e la terapia assistita; nei sistemi di acquisizione, caratterizzazione, trattamento di segnali biomedicali; nelle piattaforme per l'analisi di dati bioinformatici e biomedicali; nelle piattaforme di simulazione e navigazione attraverso sistemi robotici; nella medicina di precisione; nella modellazione matematica di sistemi biologici. Ha inoltre conoscenze nell'ambito della gestione impiantistica e organizzativa di strutture sanitarie. Il processo di apprendimento si fonda su lezioni, esercitazioni numeriche e di laboratorio, seminari, svolgimento di progetti individuali o di gruppo, studio personale indipendente e utilizza numerosi strumenti software e hardware per la progettazione di sistemi medicali e per lo sviluppo di prototipi virtuali. L'acquisizione di nozioni teoriche, la simulazione di casi di studio, lo sviluppo di elaborati personali, la realizzazione di pre-prototipi di dispositivi o sistemi elementari consentono non solo di accrescere le competenze dello studente incentivando la sua capacità di ideare soluzioni innovative ma anche di far maturare la padronanza di strumenti di simulazione/progettazione utili per le attività professionali. Per quanto riguarda i contenuti più applicativi, il processo di apprendimento basato sugli strumenti didattici precedentemente descritti, sfrutterà i laboratori del DEI. Lo sviluppo dei temi/progetti d'anno e la redazione di una tesi di laurea, svolta in autonomia anche se sotto la guida di un docente ed eventualmente con il supporto di un tutor aziendale, contribuiscono ad aumentare il bagaglio ed il livello di conoscenze del laureato magistrale. La verifica viene effettuata tramite le prove scritte e/o orali previste per gli esami di profitto e per le altre attività formative come l'esecuzione di progetti individuali o di gruppo. Ulteriore significativa verifica è anche la prova finale che prevede la discussione della tesi di laurea.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Sulla base delle conoscenze e delle capacità acquisite nel percorso formativo, il laureato Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Medicali sa identificare, formulare e risolvere la varietà di problemi emergenti nei settori dei sistemi per la diagnosi, la riabilitazione e la terapia assistita, nello sviluppo di piattaforme per l'analisi di dati bioinformatici; nella simulazione e navigazione attraverso sistemi robotici; della robotica chirurgica; di sensori e trasduttori per applicazioni medicali; medicina di precisione; modellazione matematica di sistemi biologici. Conoscenza e comprensione, e Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Dettaglio QUADRO A4.b.2 Sa partecipare ad attività di sperimentazione nei laboratori di ricerca e ad attività di ricerca e sviluppo in ambito industriale. Sa proporre, con versatile ed approfondita professionalità, metodologie alternative e innovative rispetto a quelle comunemente utilizzate in ambiti sanitari o in aziende operanti in settori biomedicali. Le conoscenze e le capacità di comprensione del laureato gli consentiranno di interagire sia con gli specialisti nei settori dell'ingegneria e dell'area economico-gestionale, sia con gli specialisti del settore medicale. Queste capacità verranno sviluppate affiancando alle lezioni teoriche attività pratiche, svolte anche in laboratorio, di progettazione, sviluppo e realizzazione di processi e prodotti, con costante riferimento ad applicazioni suggerite dall'ambito medico, parte fondamentale di questo corso di laurea. La capacità di lavoro autonomo, l'attitudine al problem solving, la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva all'innovazione, la capacità di elaborazione autonoma e di comunicazione dello studente saranno essenziali durante l'importante attività di progettazione propedeutica alla preparazione del lavoro di tesi e verificati in tale sede. Il raggiungimento degli obiettivi indicati in termini di capacità applicative sarà verificato attraverso la valutazione dell'attività di tirocinio e tesi, nonché della preparazione complessiva dei candidati durante lo svolgimento di tali attività, da parte dei tutor interni (qualora il lavoro sia svolto all'interno di un laboratorio dell'Ateneo) ed esterni (qualora il lavoro sia svolto presso la sede di un ente o azienda esterna). Le indicazioni fornite dai tutor saranno poi considerate in fase di riesame periodico del corso di studi, elaborando eventuali azioni correttive ove se ne evidenzia l'opportunità. Al termine del proprio percorso curriculare, il laureato Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Medicali avrà acquisito gli strumenti cognitivi avanzati per un aggiornamento continuo delle proprie conoscenze e avrà la capacità di svolgere attività progettuale e realizzativa originale finalizzata alla soluzione di problemi tecnici connessi al campo medico. Sarà in grado di gestire strutture sanitarie complesse sia dal punto di vista

gestionale che impiantistico. Sarà in grado di valutare l'impatto delle soluzioni proposte in un contesto economico e sociale.

Area ingegneristica

Conoscenza e comprensione

Il profilo di Ingegnere dei Sistemi Medicali che si intende formare, attraverso un intervento particolarmente attento verso tutti gli sviluppi applicativi nei settori multidisciplinari più innovativi della Ingegneria Biomedica e della Medicina di Precisione, consentirà di avere una figura professionale con importante caratterizzazione per il settore della bioingegneria in quanto esperto di strumentazione, di dispositivi e impianti medicali, di sistemi biomedici e robotizzati, di fenomeni elettrici e/o magnetici e delle apparecchiature per misurarli e modificarli, di elaborazione di dati e segnali biomedici, di bioimmagini e dei principali aspetti semeiotici e fisiopatologici della medicina di precisione. Il laureato in Ingegneria dei Sistemi Medicali dovrà conseguire conoscenze e capacità di comprensione negli ambiti della Ingegneria Biomedica, quindi della Bioingegneria Elettronica, Informatica (SSD ING-INF/06) e Industriale (ING-IND/34), dell'Automazione (SSD ING-INF/04), dei Sistemi di Elaborazione delle Informazioni (SSD ING-INF/05), dell'Elettronica (SSD ING-INF/01), delle Telecomunicazioni (SSD ING-INF/03) e dei Campi Elettromagnetici (SSD ING-INF/02), delle Misure (SSD ING-INF/07) e una buona comprensione dei principi di base dell'ingegneria meccanica (SSD ING-IND/13), della Fluidodinamica (ING-IND/06), degli impianti e della loro sicurezza (SSD ING-IND/33) e delle metodologie dell'ingegneria economico-gestionale (SSD ING-IND/35). Di particolare importanza per la formazione trasversale alla area ingegneristica per connotarsi come ingegnere biomedico saranno le seguenti conoscenze e abilità

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Il laureato in Ingegneria dei Sistemi Medicali dovrà essere capace di aggiornarsi, nel corso della sua vita lavorativa e professionale, sugli sviluppi delle metodologie e delle tecnologie nel campo dell'Ingegneria dell'Informazione. L'impostazione didattica degli insegnamenti prevede che la formazione teorica sia accompagnata da esempi, applicazioni, lavori individuali e di gruppo che stimolino la partecipazione attiva, la capacità di elaborazione autonoma e di comunicazione dei risultati del lavoro svolto. L'approfondimento e l'elaborazione delle conoscenze sono anche perseguiti tramite lo studio individuale. I laureati magistrali in Ingegneria dei Sistemi

Medicali sapranno applicare le proprie conoscenze, capacità di comprensione e abilità nel risolvere problemi a tematiche nuove o non familiari, inserite in contesti più ampi, o interdisciplinari, connessi al proprio settore di studio. Le capacità applicative saranno assunte dal laureato sia attraverso i corsi di insegnamento caratterizzanti, soprattutto quelli di natura formale e metodologica, sia mediante un importante coinvolgimento diretto nelle attività di esercitazione e laboratorio, nonché lo sviluppo di progetti con crescente grado di autonomia. Infine, ulteriori capacità di comprensione applicata verranno acquisite attraverso le opportunità scaturite da visite presso le imprese, lo sviluppo di progetti di ricerca nazionali ed internazionali in collaborazione con i dottorandi di ricerca, lo svolgimento di tirocini ed esperienze internazionali collegate ai progetti di scambio e mobilità studentesca. Il laureato in Ingegneria dei Sistemi Medicali dovrà essere capace di comprendere appieno le problematiche biomediche cui dare risposta attraverso la progettazione di adeguati sistemi medicali, comprendere e valutare l'impatto e le conseguenze dell'interazione di strutture o dispositivi abiotici con l'organismo umano, interloquire con adeguata capacità di comprensione con specialisti di ambito biomedico. Dovrà infine essere in grado di utilizzare le conoscenze acquisite per comprendere gli sviluppi della conoscenza biomedica e della diagnostica strumentale in continua evoluzione.

Autonomia di giudizio

I laureati della laurea magistrale devono avere la capacità di comprendere e analizzare i problemi connessi alla progettazione e all'esercizio di impianti medicali complessi e a proporre soluzioni innovative che includono una riflessione su temi sociali, scientifici o etici ad essi connessi. E' ad esempio enfatizzata la conoscenza delle responsabilità professionali, etiche e del contesto socio-ambientale. Le specifiche attività formative che favoriscono l'autonomia di giudizio sono:

le esercitazioni individuali e di gruppo perché finalizzate a sviluppare la capacità di selezionare le informazioni rilevanti, la definizione collegiale delle strategie, la giustificazione, anche dialettica, delle scelte effettuate, la presa di coscienza delle implicazioni etiche e sociali delle azioni intraprese; la discussione guidata di gruppo nonché gli elaborati personali e le testimonianze dal mondo dell'impresa e delle professioni che offrono allo studente occasioni per sviluppare in modo autonomo le proprie capacità decisionali e di giudizio. In particolare, i laureati in Ingegneria dei Sistemi Medicali del Politecnico di Bari saranno in grado di:

comunicare, lavorare in gruppo e decidere in autonomia;
redigere documentazione tecnica e presentare i risultati di un progetto;
condurre ricerche bibliografiche e utilizzare basi di dati ed altre fonti di informazione;
individuare e interpretare le normative;
predisporre e condurre esperimenti appropriati, raccogliere i dati, interpretare i dati e la loro incertezza, e trarne conclusioni;
operare in un laboratorio, anche in un contesto di gruppo.

Abilità comunicative

I laureati magistrali devono comunicare in maniera efficace le proprie idee e interagire su argomenti e tematiche sia strettamente disciplinari sia interdisciplinari, ad alto livello. Essi saranno capaci quindi di comunicare le proprie conoscenze, e le soluzioni da essi progettate, a interlocutori esperti e non esperti, usando forme di comunicazione sia scritta sia orale, eventualmente supportate dall'uso di strumenti multimediali. La verifica delle capacità comunicative acquisite dagli studenti avviene principalmente nel corso degli esami di profitto. Questi sono di tipo sia orale che scritto, consentendo in tal modo agli allievi di sviluppare entrambe le principali forme di espressione e di comprendere le peculiarità che le distinguono. Nel corso di alcuni degli insegnamenti maggiormente caratterizzanti il corso di laurea magistrale in Ingegneria dei Sistemi Medicali, potrebbero essere previste delle attività seminariali rivolte a gruppi di studenti su argomenti specifici di ciascun insegnamento; queste attività possono essere seguite da una discussione guidata di gruppo. La prova finale offre allo studente un'ulteriore opportunità di approfondimento e di verifica delle capacità di analisi, elaborazione e comunicazione del lavoro svolto. Essa prevede infatti la discussione, innanzi ad una commissione, di un lavoro di tesi prodotto dallo studente su un'area tematica affrontata nel suo percorso di studi. In particolare, i laureati saranno in grado di:

descrivere adeguatamente un problema tecnico, anche di tipo multidisciplinare;
esporre adeguatamente la soluzione di un problema tecnico nell'ambito della bioingegneria e dei sistemi medicali con una particolare capacità d'interazione professionale con i medici;
inserirsi nei team di progettazione di sistemi medicali avanzati;
operare efficacemente in modo individuale o all'interno di un team di progetto.

Capacità di apprendimento

Il laureato magistrale svilupperà, nel suo percorso formativo che contemplerà lo studio di testi avanzati di livello universitario, le capacità di apprendimento che gli consentiranno di affrontare in QUADRO A5.b Modalità di svolgimento della prova finale QUADRO A5.a Caratteristiche della prova finale modo efficace e originale le mutevoli problematiche lavorative connesse con l'innovazione nell'ambito delle tecnologie per la salute. Nel percorso formativo sarà evidenziato sempre lo stato dell'arte delle diverse discipline trattate nel corso di studi e le sfide aperte. In tal modo si pone in luce il continuo divenire della tecnologia e la necessità dello stare al passo con i suoi progressi. Per favorire questi obiettivi il corso di studi potrà organizzare seminari specifici su argomenti di particolare interesse e incontri con il mondo del lavoro e tirocini in azienda, sia su argomenti tecnici sia su quelli legati più propriamente al reclutamento (Career day). La suddivisione delle ore di lavoro complessive previste per lo studente fornisce un forte rilievo alle ore di lavoro personale per offrire allo studente la possibilità di verificare e migliorare la propria capacità di apprendimento. Analogo obiettivo persegue l'impostazione di rigore metodologico degli insegnamenti che deve portare lo studente a sviluppare un ragionamento logico che, a seguito di precise ipotesi, porti alla conseguente dimostrazione di una tesi. Un altro strumento utile al conseguimento di questa abilità è la prova finale che prevede che lo studente si misuri con la stesura di un lavoro originale nel quale per la prima deve dimostrare di poter elaborare nuova conoscenza.

Civile

Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

Funzione in un contesto di lavoro: Formano oggetto delle attività professionali dell'Ingegnere Civile e Ambientale in particolare anche: la pianificazione, la progettazione, lo sviluppo, la direzione lavori, la stima, il collaudo, la gestione, la valutazione di impatto ambientale di opere edili e strutture, infrastrutture, territoriali e di trasporto, di opere per la difesa del suolo e per il disinquinamento e la depurazione, di opere geotecniche, di sistemi ed impianti e per l'ambiente ed il territorio. Ferme restando le riserve e le attribuzioni già stabilite dalla vigente normativa, formano in particolare oggetto dell'attività professionale le attività che implicano l'uso di metodologie avanzate, innovative o sperimentali nella progettazione,

direzione lavori, stima e collaudo di strutture, sistemi e processi complessi o innovativi.

Il laureato magistrale in Ingegneria Civile può partecipare al concorso di ammissione al dottorato di ricerca, che costituisce il terzo livello della formazione universitaria. Se ammesso egli svolge attività di ricerca di alto livello. Il dottorato costituisce infatti il grado più alto di specializzazione offerto dall'Università, sia per chi intende dedicarsi alla ricerca, sia per chi desidera entrare nel mondo produttivo dotato di credenziali scientifiche di particolare peso.

Competenze associate alla funzione:

Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT) Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile forma una figura di professionista in grado di trovare occasioni e campi di lavoro, con ampio riferimento ad ambiti occupazionali ben diversificati. Gli ambiti professionali tipici per i laureati magistrali in Ingegneria Civile sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi e/o innovativi, sia nella libera professione, sia nelle imprese di costruzione, sia nelle amministrazioni pubbliche.

Sbocchi occupazionali:

I laureati magistrali in Ingegneria Civile potranno pertanto trovare occupazione presso:

- imprese di costruzione e manutenzione di opere civili, impianti e infrastrutture civili;
- studi professionali e società di progettazione di opere, impianti e infrastrutture;
- uffici pubblici di progettazione, pianificazione, gestione e controllo di sistemi urbani e territoriali;
- aziende, enti, consorzi e agenzie di gestione e controllo di sistemi di opere e servizi;
- società di servizi per lo studio di fattibilità dell'impatto urbano e territoriale delle infrastrutture di ingegneria civile;
- società di servizi per la gestione di impianti ed infrastrutture civili
- università ed enti di ricerca.

In tali ambiti i laureati magistrali in Ingegneria Civile, oltre all'attività di libera professione, potranno assumere funzioni dirigenziali e di elevata responsabilità, avendo acquisito gli strumenti conoscitivi utili ad identificare e comprendere i problemi specifici dell'Ingegneria Civile, definirne con chiarezza gli aspetti fondamentali, esaminare in modo critico i

possibili metodi consolidati per affrontarli e risolverli, individuando quello più appropriato al contesto specifico e definendo i criteri per la sua attuazione. Ingegnere Magistrale Civile sarà in grado di selezionare e impiegare adeguatamente i metodi analitici e gli strumenti più idonei e saprà individuare ed enucleare con chiarezza gli aspetti di un problema che fanno riferimento anche a discipline diverse da quelle proprie dell'Ingegneria Civile, individuando le competenze esterne necessarie per affrontarli. I laureati magistrali dovranno avere inoltre la capacità di integrare le conoscenze provenienti da diversi settori e possedere una profonda comprensione delle tecniche applicabili e delle loro limitazioni.

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile erogato dal Politecnico di Bari ha quale obiettivo un'offerta formativa avanzata nel campo della progettazione, della realizzazione e della gestione delle costruzioni civili, con specifico riferimento sia alle problematiche connesse alla realizzazione di nuove costruzioni ed opere civili sia alla riabilitazione e al recupero di quelle esistenti. Il percorso formativo è rivolto a laureati di primo livello in possesso di una solida preparazione nelle scienze di base della fisica e della matematica e un'ampia ed articolata conoscenza nel campo dell'Ingegneria Civile. Il primo anno di formazione, per un ammontare complessivo di 60 CFU, è finalizzato a realizzare un corpus di conoscenze e di metodologie coerente nell'ambito delle grandi aree della moderna tecnica dell'Ingegneria Civile (geotecnica, idraulica, infrastrutture viarie, trasporti e strutture, la tecnica urbanistica).

Nel secondo anno lo studente è indotto ad un approfondimento dei temi propri delle grandi aree di riferimento (geotecnica, idraulica, strutture e trasporti ed infrastrutture viarie) in previsione del completamento del percorso formativo con un significativo lavoro personale di tesi.

Per il completamento del piano di studi sono indicati gli insegnamenti affini e integrativi utili a fornire la conoscenza del contesto tecnico costruttivo.

Al laureato magistrale in Ingegneria Civile sarà garantita una notevole formazione tecnico-scientifica con l'impiego di conoscenze e tecniche specifiche atte all'integrazione con i diversi settori produttivi che operano nel campo dell'edilizia, delle infrastrutture civili e nella gestione dei sistemi isolati o a rete. Inoltre il laureato magistrale sarà in grado di recepire e assimilare le innovazioni tecnologiche e gestire il processo costruttivo. I laureati nel Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile acquisiranno

un'ampia padronanza dei metodi scientifici per l'osservazione, l'analisi e la comprensione dei fenomeni inerenti l'Ingegneria Civile.

L'articolazione degli studi rende possibile l'approfondimento degli aspetti tradizionali specialistici delle opere sul Territorio, consentendo al laureato magistrale di progettare opere non convenzionali anche con approcci multidisciplinari.

Conoscenza e comprensione

I laureati magistrali in Ingegneria Civile avranno sviluppato una conoscenza ed una comprensione approfondita degli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzarli opportunamente per interpretare e descrivere i problemi complessi dell'Ingegneria Civile. I laureati magistrali giungeranno inoltre a possedere una consapevolezza critica degli ultimi sviluppi della tecnica nell'ambito disciplinare di riferimento per quanto riguarda sia la progettazione sia la gestione delle opere civili al fine di riuscire a risolvere, anche in modo innovativo, problematiche che richiedono approcci di tipo multidisciplinare.

In particolare dovranno saper analizzare e comprendere sulla base di una preparazione ad alta valenza metodologica e con l'utilizzo di metodologie di approccio scientifiche, un qualunque problema ingegneristico, anche non riconducibile a problematiche usuali e note.

Ciò si potrà ottenere sia attraverso la puntuale presenza alle lezioni teoriche e pratiche, che avverranno con l'utilizzo esteso ed approfondito di strumenti software ed apparecchiature di laboratorio, sia attraverso la redazione di un significativo lavoro di tesi finale che dovrà rappresentare una sintesi degli studi svolti con spunti e sviluppi originali. Le attività formative dell'intero percorso formativo sono suddivise in un'area di attività comuni ed in quattro aree di attività curriculari (idraulica, strutturale, vie e trasporti e geotecnica).

Gli insegnamenti dell'area delle attività comuni di apprendimento riprendono ed estendono le conoscenze e la capacità di comprensione già acquisite nell'ambito del Corso di Laurea in Ingegneria Civile, rafforzando le conoscenze specifiche riguardanti metodi e applicazioni finalizzate principalmente all'analisi e alla progettazione di opere di ingegneria civile, anche con riferimento alle problematiche riguardanti il loro inserimento nel territorio.

Tali conoscenze e capacità riguardano (i) l'area dell'idrologia, per la quale si sviluppano tematiche relative ai fenomeni meteo-climatici e idrologici, con particolare attenzione alla valutazione dei rischi e della tutela delle risorse idriche; (ii) l'area dell'ingegneria strutturale, con particolare riferimento agli

effetti prodotti sulle strutture dalle azioni sismiche; (iii) l'area dell'ingegneria dei trasporti, relativamente alla quale vengono analizzate le problematiche necessarie alla progettazione funzionale dell'offerta di trasporto, e quelle connesse alle modalità di gestione dei cantieri di infrastrutture viarie; (iv) l'area dell'ingegneria geotecnica, nel cui ambito vengono affrontate le tematiche inerenti la progettazione delle fondazioni superficiali e profonde.

Modalità didattiche.

Queste conoscenze e capacità, come quelle delle singole aree di attività curriculari, vengono acquisite dagli studenti attraverso lezioni frontali, esercitazioni in aula e in laboratori. Negli insegnamenti possono essere presenti anche altre attività, condotte in modo autonomo dal singolo o da gruppi di lavoro, ad esempio mediante l'approfondimento di argomenti monografici e progetti di tipo settoriale. Per ogni insegnamento è individuato il numero di crediti riservati a ciascuna modalità didattica.

Modalità di accertamento.

L'accertamento delle conoscenze e della capacità di comprensione si concretizza mediante esami orali e scritti che comprendono quesiti relativi agli aspetti teorici ed applicativi e la discussione dei risultati delle attività autonome. Le modalità di accertamento consisteranno anche nel valutare le capacità dallo studente di integrare le conoscenze acquisite anche in insegnamenti diversi, e la capacità di individuare in maniera autonoma e critica metodi e modelli di soluzione.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

I laureati magistrali in Ingegneria Civile avranno sviluppato la capacità di impostare progettazioni anche di elevata complessità, definiti in modo incompleto o che possono presentare specifiche contrastanti, sapendo analizzare e risolvere problematiche ed esigenze in aree nuove ed emergenti dell'ingegneria civile quali ad esempio le progettazioni con materiali innovativi ed ecologici, le problematiche dei trasporti e della pianificazione, la caratterizzazione e modellazione dei terreni e delle rocce, l'utilizzo ed il rispetto delle risorse naturali.

In particolare saranno in grado di:

- ideare, pianificare, progettare e gestire opere e servizi complessi e/o innovativi;
- formulare e risolvere problemi in aree nuove ed emergenti della propria

specializzazione;

- utilizzare le proprie conoscenze per modellare sistemi e processi dell'ingegneria civile;
- identificare, formulare e risolvere in modo innovativo problemi complessi che richiedono un approccio interdisciplinare;
- raccogliere e trattare dati sperimentali ai fini della definizione degli interventi più opportuni.

Per quanto attiene nello specifico le attività dell'area comune, nel settore dell'idrologia, avranno maturato capacità legate alla modellazione dei fenomeni meteo-climatici e idrologici, anche in relazione alla valutazione dei rischi e della tutela delle risorse idriche; nell'area dell'ingegneria strutturale saranno in grado di concepire, progettare, analizzare e ottimizzare il comportamento delle strutture nei riguardi delle azioni sismiche; nell'area dell'ingegneria delle infrastrutture conseguiranno le capacità di comprendere e progettare le domande di trasporto e quelle necessarie per gestire e coordinare i cantieri di infrastrutture viarie; nell'area dell'ingegneria geotecnica acquisiranno la capacità di progettare strutture di fondazione per opere civili di diversa complessità, anche in funzione delle condizioni di interazione che si realizzano tra terreni e strutture.

Modalità didattiche.

La capacità di applicare conoscenze e comprensione sia in relazione a questa area di attività comuni che alle singole aree curriculari, sono acquisite dallo studente tramite lo sviluppo di esercizi guidati che richiedono l'uso dei modelli e delle metodologie trattate nelle lezioni ed esercitazioni in aula e che sono correlate alle attività progettuali ed alle attività di laboratorio. Ogni insegnamento indica quanti crediti sono riservati a ciascuna modalità didattica. Modalità di accertamento. L'accertamento delle capacità di applicare conoscenza e comprensione si concretizza mediante esami orali e scritti, che può comprendere anche relazioni riguardanti argomenti monografici e le esperienze condotte dagli studenti in laboratorio.

Area dell'Ingegneria Idraulica

Conoscenza e comprensione

Gli insegnamenti di questa area di apprendimento estendono e rafforzano le conoscenze e la capacità di comprensione nell'ambito della idraulica, della idrologia e delle costruzioni idrauliche, con particolare riferimento alla valutazione del rischio di piena e di magra, nell'utilizzo di software per la previsione e per la gestione delle opere idrauliche anche complesse, per la

progettazione e gestione dei manufatti idraulici a servizio di dighe e traverse, nonché alla valutazione degli effetti connessi alla gestione e difesa del territorio. Accanto all'acquisizione delle conoscenze di base per la modellazione idraulica e idrologica, verranno fornite agli allievi (i) conoscenza delle principali tematiche relative alla gestione delle risorse idriche; (ii) conoscenza teorica e tecnica del comportamento idraulico degli acquedotti e modellizzazione avanzata delle reti idriche; (iii) conoscenza delle nozioni di idraulica agraria necessarie al dimensionamento di una rete di irrigazione; (iv) analisi qualitativa e quantitativa di problemi idraulici legati ai moti permanenti e vari (turbolenti e laminari) in condotte, reti di condotte e canali; (v) realizzazione e corretta comprensione dei risultati dei modelli fisici idraulici.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Nell'area dell'ingegneria idraulica verranno sviluppate capacità che possono essere utilizzate tanto per la progettazione di opere, manufatti e reti idrauliche, quanto per la loro gestione nei riguardi delle prestazioni richieste. Gli allievi possiederanno adeguati livelli di comprensione e padronanza nell'uso delle conoscenze, saranno in grado di rielaborare autonomamente tutte le informazioni conoscitive e l'uso delle tecniche operative necessarie alla definizione delle soluzioni progettuali nel campo dell'ingegneria delle acque.

Area dell'Ingegneria Strutturale

Conoscenza e comprensione

Gli insegnamenti di questa area di apprendimento estendono e rafforzano le conoscenze e la capacità di comprensione nell'ambito della progettazione strutturale, con particolare riferimento a quella delle strutture, anche complesse, in cemento armato, cemento armato precompresso, acciaio e miste, nonché alla valutazione degli effetti su di esse derivanti dalle azioni sismiche. Accanto all'acquisizione delle conoscenze di base per la progettazione, verranno fornite agli allievi (i) conoscenze sulla modellazione avanzata del comportamento meccanico di materiali e strutture anche attraverso i metodi dell'analisi numerica; (ii) conoscenze dei criteri guida di orientamento verso opportune e razionali scelte progettuali che garantiscano sicurezza e contenimento del danno anche nei confronti di eventi estremi; (iii) conoscenze specifiche nell'ambito degli aspetti tecnologici, costruttivi, di dimensionamento e di calcolo; (iv) conoscenze specifiche sulla valutazione della vulnerabilità e del grado di sicurezza di opere esistenti, propedeutiche

alla progettazione di interventi di adeguamento e mitigazione del rischio.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Nell'area dell'ingegneria strutturale verranno sviluppate capacità che possono essere utilizzate tanto per la progettazione esecutiva di strutture complesse, quanto per la loro ottimizzazione nei riguardi delle prestazioni strutturali richieste. Gli allievi saranno in possesso di adeguati livelli di comprensione e padronanza nell'uso delle conoscenze, saranno in grado di rielaborare autonomamente tutte le informazioni conoscitive e l'uso delle tecniche operative necessarie alla definizione delle soluzioni progettuali nello specifico campo delle strutture.

Area dell'Ingegneria dei Trasporti

Conoscenza e comprensione

Gli insegnamenti di questa area di apprendimento estendono e rafforzano le conoscenze e la capacità di comprensione nell'ambito dell'ingegneria dei trasporti, con particolare riferimento a quella dei sistemi di trasporto e delle infrastrutture viarie secondo un approccio integrato ai problemi della mobilità di persone e merci e delle problematiche relative alla costruzione delle infrastrutture ed alla loro sicurezza. Accanto all'acquisizione delle conoscenze di base per la progettazione e gestione dei sistemi ed infrastrutture di trasporto, vengono fornite agli allievi ingegneri (i) conoscenze di dettaglio sulle prestazioni delle varie modalità di trasporto; (ii) conoscenze sulla modellazione avanzata per la simulazione del traffico e del comportamento degli utenti, anche attraverso i metodi euristici e meta-euristici; (iii) conoscenze dei criteri e metodologie per la progettazione esecutiva delle infrastrutture stradali e della relative opere di protezione e mitigazione del rischio; (iv) conoscenze specifiche nell'ambito degli aspetti tecnologici, costruttivi, di dimensionamento e di calcolo; (v) conoscenze specifiche sulla valutazione della sicurezza stradale e dei cantieri.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Nell'area dell'ingegneria dei trasporti verranno sviluppate capacità che possono essere utilizzate tanto per la progettazione, ottimizzazione e gestione di servizi ed infrastrutture di trasporto complesse sia in riferimento alla domanda di trasporto che alle prestazioni richieste nonché alle norme tecniche. Gli allievi possiederanno adeguati livelli di comprensione e padronanza nell'uso delle conoscenze, saranno in grado di rielaborare autonomamente tutte le informazioni conoscitive e l'uso delle tecniche

operative necessarie alla definizione delle soluzioni progettuali nello specifico campo dell'ingegneria dei trasporti.

Area dell'Ingegneria Geotecnica

Conoscenza e comprensione

Gli insegnamenti di questa area di apprendimento rafforzano le conoscenze di base, sia teoriche che sperimentali, del comportamento idro-meccanico dei terreni e delle rocce e di progettazione delle opere geotecniche in campo statico, estendendo la capacità di comprensione al comportamento dei terreni coesivi e granulari in campo ciclico/dinamico, nonché alla valutazione dei processi di propagazione delle onde sismiche nei depositi di terreno e dei loro effetti sulla stabilità di scavi profondi, fondazioni e pendii. Verranno fornite agli allievi (i) nozioni di base della teoria della plasticità e della teoria della Meccanica dello Stato Critico; (ii) conoscenze sulla modellazione costitutiva avanzata del Autonomia di giudizio Abilità comunicative Capacità di apprendimento QUADRO A4.c comportamento meccanico dei terreni e delle rocce; (iii) conoscenze relative alle strategie numeriche di analisi di problemi geotecnici e di interazione terreno-struttura in condizioni statiche e dinamiche; (iv) conoscenze sulla valutazione del grado di sicurezza delle opere geotecniche esistenti e sulla progettazione degli interventi di contenimento del danno anche nei confronti di eventi naturali estremi.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Nell'area dell'ingegneria geotecnica verranno sviluppate (i) capacità di interpretazione di prove sperimentali in-situ e di laboratorio per la caratterizzazione dei geomateriali e modellazione del loro comportamento meccanico attraverso ipotesi costitutive semplici e/o complesse; (ii) capacità nell'uso di strategie numeriche per la progettazione delle opere geotecniche secondo un approccio di tipo prestazionale. La padronanza di tali conoscenze permetterà agli allievi di sviluppare un'autonomia di giudizio ingegneristico circa il comportamento dei sistemi geotecnici in condizioni statiche e dinamiche, la significatività dei fattori di sicurezza e dell'errore nella stima degli spostamenti, alla luce delle procedure sperimentali e teoriche adottate.

Autonomia di giudizio

I laureati magistrali in Ingegneria Civile avranno sviluppato la capacità di progettare e condurre indagini specifiche attraverso l'uso di modelli, anche a

seguito di sperimentazioni complesse, valutando criticamente i dati ottenuti per trarne conclusioni utilizzabili e socialmente significative. Saranno quindi:

- dotati di conoscenze di contesto e capacità trasversali anche nella risoluzione di problemi poco noti, in presenza di incertezze scientifiche e/o di informazioni incomplete;
- dotati di capacità interpretativa e critica al fine di sviluppare idee e metodi nuovi ed originali;
- dotati di conoscenze nel campo dell'etica professionale.

L'impostazione didattica è finalizzata a completare la formazione teorica con applicazioni, esempi, lavori individuali e di gruppo. Verifiche e controlli in corso d'anno imporranno una partecipazione molto attiva alle fasi di apprendimento, stimolando un'attitudine propositiva al fine di far sorgere una specifica capacità di elaborazione autonoma.

Abilità comunicative

I laureati magistrali in Ingegneria Civile saranno in grado di soddisfare tutti i requisiti previsti nelle capacità trasversali di un laureato di I ciclo ai livelli più elevati del II ciclo. In particolare saranno in grado di ricoprire il ruolo di leader di una progettazione eseguita da un gruppo composto anche da persone competenti in diverse discipline ed aventi differenti livelli di preparazione. Saranno quindi in grado di possedere:

- ampia capacità di comunicazione sia rispetto ai singoli sia rispetto alle comunità in modo da stimolare la partecipazione e la condivisione di scelte progettuali complesse che possono avere un significativo impatto sul territorio e sulla popolazione;
- capacità lessicali e relazionali atte a garantire efficaci relazioni con la comunità ingegneristica e più in generale con la società;
- piena capacità di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'UE oltre all'italiano con riferimento anche ai lessici disciplinari.

La didattica prevede l'esecuzione di attività progettuali connesse alle singole discipline ed al lavoro di tesi. Le applicazioni e le verifiche da eseguirsi sono in grado di sollecitare la partecipazione attiva, stimolando l'attitudine alla proposizione e la comunicazione dei risultati del lavoro svolto.

Capacità di apprendimento

Abilità comunicative Capacità di apprendimento I laureati magistrali in Ingegneria Civile avranno sviluppato una capacità di apprendimento tale da

consentire loro di affrontare le continuamente mutevoli problematiche progettuali connesse con la crescente attenzione all'ambiente e la sempre più spinta sensibilità al territorio, tenendo lo sguardo sulle possibilità offerte dal sistema produttivo e dai suoi sviluppi. Essi saranno quindi in grado di:

- aggiornare continuamente la propria preparazione culturale e professionale in modo da poter rispondere adeguatamente alle mutevoli esigenze della società e del mercato;

- indagare l'applicazione di tecnologie nuove ed emergenti nel proprio settore.

Ruolo fondamentale al fine di sviluppare queste capacità di apprendimento è devoluto allo svolgimento della tesi di laurea magistrale che prevede l'acquisizione di informazioni nuove ed aggiornate rispetto a quelle dei corsi impartiti ed elaborazioni con livelli spesso elevati di originalità.

Sistemi edilizi

Profilo generico

funzione in un contesto di lavoro:

Il laureato magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi è un professionista con solida preparazione scientifica e tecnica, in grado di operare nella progettazione, produzione, realizzazione e gestione del bene edilizio (con specifico riferimento agli aspetti tecnologici e strutturali non disgiunti dagli esiti formali), nella progettazione edilizia ed urbanistica, nella programmazione e gestione dei processi di costruzione alle diverse scale, nella progettazione e gestione degli interventi sull'esistente e dei processi di trasformazione dell'ambiente costruito. I potenziali contesti di lavoro dei Laureati Magistrali in Ingegneria dei Sistemi Edilizi sono individuabili in:

- società di ingegneria e studi professionali, società di consulenza di direzione aziendale;

- società di progettazione, produzione, realizzazione e gestione del bene edilizio;

- Pubbliche amministrazioni ed Enti Territoriali;

- Imprese di costruzione e industrie di produzione di materiali e prodotti per l'edilizia;

- attività di progettazione edilizia ed urbanistica, di rilievo, recupero e restauro architettonico;

- attività di programmazione dei processi di costruzione e gestione degli interventi sull'esistente;

- società immobiliari e di consulenza immobiliare e imprese caratterizzate da

patrimonio immobiliare;

società specializzate nei servizi legati alla gestione del costruito e di supporto all'operatività dell'edificio;

società finanziarie, banche d'investimento, società specializzate nella consulenza sulla finanza di progetto.

competenze associate alla funzione:

La formazione offerta dal Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi assicura al laureato l'acquisizione delle competenze necessarie allo svolgimento delle funzioni specifiche riferite alle diverse figure professionali e ai contesti di lavoro. Nello specifico:

- In qualità di libero professionista membro di studi professionali e/o società di ingegneria, avrà competenze riferite alla progettazione di edifici ed infrastrutture e alla gestione della realizzazione in tutte le fasi operative, tecniche e procedurali; alla organizzazione e gestione della produzione edilizia, nei cantieri e nelle industrie del settore, nel rispetto delle norme relative alla prevenzione e gestione della sicurezza; alla gestione e coordinamento delle fasi di ingegnerizzazione del progetto e delle procedure tecnico-amministrative complesse; alla progettazione della trasformazione urbana e della realizzazione di progetti urbani complessi, con responsabilità non solo degli aspetti tecnici, ma anche di quelli di fattibilità economica e di compatibilità ambientale.

- In qualità di dipendente presso amministrazioni ed enti pubblici, avrà competenze riferite alla direzione di uffici e settori dell'amministrazione, con particolare riferimento all'elaborazione e valutazione della fattibilità di piani e programmi; alla programmazione e coordinamento di attività nei settori della progettazione edilizia, della pianificazione urbanistica, della manutenzione di edifici, della gestione di patrimoni; alla responsabilità relative a progetti, a realizzazioni, a procedimenti amministrativi riguardanti l'edilizia, il territorio, l'ambiente; alla progettazione di edifici ed infrastrutture e alla gestione della realizzazione in tutte le fasi operative, tecniche e procedurali - In qualità di dipendente di impresa di costruzioni edili, avrà competenze nella direzione di aziende di costruzioni edili o loro reparti; nella elaborazione di progetti, nella loro attuazione, nella direzione di cantieri.

- In qualità di dipendente presso imprese del settore immobiliare e delle costruzioni, avrà competenze riferite alla direzione di aziende del settore, o loro reparti, assumendo responsabilità di ideazione e coordinamento di progetti complessi, in tutte le fasi, dalla programmazione all'attuazione alla

gestione; alla programmazione e coordinamento di attività nei settori del Project Management, del Project Financing del Real Estate, del Global Service e del City Management.

- In qualità di dipendente di impresa di produzione di componenti e materiali edili, avrà competenze nella direzione di aziende o loro reparti; nella progettazione e sperimentazione di prodotti; nella organizzazione di processi produttivi e della commercializzazione, anche con responsabilità degli aspetti relativi alla qualità, alla sicurezza, all'impatto ambientale delle attività aziendali.

sbocchi occupazionali:

La formazione offerta dal Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi consente al laureato un immediato ingresso nel mondo del lavoro nelle forme previste dall'attuale ordinamento nazionale, con la qualifica di Ingegnere Senior ed opportunità di iscriversi nell'apposito Albo professionale tenuto, a livello provinciale, dall'Ordine degli Ingegneri. Il corso di laurea consente l'accesso all'esame di Stato (sezione A - civile e ambientale) per l'esercizio della professione di Ingegnere. Gli sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati magistrali in Ingegneria dei Sistemi Edilizi, risultano identificati in particolare dai codici ISTAT le cui denominazioni sono di seguito riportate: ingegnere consulente (consulting engineer), ingegnere progettista edile (building design engineer), ingegnere progettista strutturale (structural engineer), ingegnere progettista del recupero edilizio (refurbishment design engineer), ingegnere gestore di progetti (project manager), ingegnere gestore di processi di costruzione (construction manager), ingegnere gestore di servizi (facility manager). Più nello specifico, le principali figure professionali di riferimento sono individuate in:

- Ingegnere libero professionista membro di studi professionali e/o società di ingegneria;
- Ingegnere dipendente presso amministrazioni ed enti pubblici;
- Ingegnere dipendente di impresa di costruzioni edili;
- Ingegnere dipendente presso imprese del settore immobiliare e delle costruzioni;

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi si propone di formare una figura professionale di alto livello che affronti la complessità dei

problemi progettuali, operativi, organizzativi e gestionali che caratterizzano il settore delle costruzioni e che, attraverso la sua preparazione interdisciplinare e l'acquisizione di una metodica ingegneristica, sia in grado di identificare i problemi e di ricercare appropriate soluzioni progettuali relazionate all'ottimizzazione degli aspetti dei materiali, della tecnica, delle prestazioni, dei processi e dell'economia, prestando attenzione ai principi della sostenibilità. Il percorso formativo è caratterizzato dall'alternanza di corsi disciplinari e di laboratori applicativi, con lo scopo di integrare l'acquisizione di conoscenze teoriche in diversi campi e di alimentarne l'approfondimento facendo cogliere le esigenze che emergono dalla loro applicazione. L'attività di tirocinio, prevalentemente esterno, costituisce una esperienza di apprendimento in cui sperimentare l'applicazione delle conoscenze acquisite nel percorso formativo finalizzandole su casi e situazioni concreti, e per creare eventuali opportunità professionali future. La prova finale è una esperienza a carattere progettuale o teorico sperimentale, sintetica delle conoscenze acquisite e esemplare rispetto all'integrazione delle competenze acquisite nel Corso di Studio. Il percorso formativo è organizzato in tre macro-ambiti, ai quali fanno capo gli insegnamenti erogati: 1. Area della storia dell'architettura, dell'Urbanistica, della Conservazione e della tutela del patrimonio architettonico, storico, paesaggistico e ambientale 3. Area della Tecnologia dell'architettura, della Produzione edilizia e delle scienze economico-giuridiche applicate all'organizzazione dei processi edilizi 4. Area della progettazione e delle tecnologie delle strutture. A questi si aggiungono gli insegnamenti a scelta e le attività finalizzate alla preparazione della tesi di laurea. I contenuti didattici caratterizzanti sono centrati sulle problematiche inerenti la progettazione edilizia, la produzione edilizia ed il controllo della qualità, il recupero edilizio e la rigenerazione urbana, attraverso la stretta integrazione di discipline nell'area della progettazione architettonica, della progettazione urbana, della rappresentazione, della scienza e tecnica delle costruzioni, della tecnologia dei materiali, delle tecniche del controllo ambientale e delle tecnologie impiantistiche per l'edilizia. In particolare, il corso di studio forma una figura di professionista in grado di operare autonomamente nella progettazione di sistemi edilizi complessi, per gli aspetti tecnologici, strutturali, di qualità ambientale, con particolare attenzione alle condizioni di benessere, alla vita di servizio e alle problematiche energetiche e di impatto ambientale; nel recupero, riqualificazione, manutenzione e gestione del patrimonio edilizio esistente; nella rigenerazione urbana; nello sviluppo del processo edilizio, per gli

aspetti operativi, economici e gestionali; nella gestione dei processi tecnologici e produttivi relativi al comparto edile, con particolare attenzione ai problemi della sicurezza; nell'innovazione tecnologica e nella sperimentazione e nel controllo di qualità dei prodotti e delle opere. Gli obiettivi formativi specifici del corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi sono riferibili all'integrazione di saperi e conoscenze relativi a diverse aree culturali e professionali fondamentali, quali quella della progettazione edilizia (incentrata sugli aspetti peculiari del progetto in edilizia, quali l'ingegnerizzazione del progetto, la progettazione strutturale e la progettazione e l'integrazione degli impianti), quella del recupero e rigenerazione urbana (fondata sui temi del recupero fisico-ambientale del costruito e dei processi di trasformazione urbana, con l'intento di fornire gli strumenti utili a operare scelte tecnico-progettuali, organizzative e valutative, riferiti specificatamente alle tematiche della conoscenza e qualificazione degli organismi edilizi, delle tecniche e tecnologie di intervento sul patrimonio edilizio esistente, della gestione dei processi di trasformazione e rigenerazione della città), e quella della sostenibilità e impianti, (indirizzata al perfezionamento della preparazione nell'ambito dei sistemi edilizi e impiantistici e delle loro implicazioni in termini di sostenibilità complessiva e della valutazione energetica; essa implica la conoscenza di problematiche specialistiche legate ad esigenze particolari, alle prestazioni ed alle tecnologie, e dei paradigmi di progettazione, calcolo e dimensionamento, costantemente verificati anche in termini di utilizzazione di fonti rinnovabili di energia e di compatibilità di processo e di sistema, rispetto al più ampio quadro delle tematiche ambientali).

Conoscenza e capacità di comprensione

Al termine del corso il laureato avrà acquisito conoscenza sia della letteratura tecnica prodotta nell'ambito della progettazione tecnologica e strutturale, ambientale, impiantistica e gestionale, sia dei metodi di analisi, modellazione e comprensione dei fenomeni e dei processi edilizi, applicati sia alle nuove costruzioni sia all'esistente. Tali conoscenze e capacità sono relative al metodo di progettazione integrale, che coordina aspetti funzionali, distributivi, spaziali, compositivi, strutturali, energetici, impiantistici, realizzativi, economici, con visione sistemica. Il metodo è poi applicato nei settori della costruzione, della gestione di organismi edilizi ed architettonici e del settore della trasformazione dell'ambiente di contesto. Si fornisce padronanza nei temi del recupero e della conservazione degli edifici, in quelli di stabilità delle strutture, nel progetto strutturale, nella

fattibilità e valutazione economica dei progetti, nelle tecniche per la riabilitazione strutturale di edifici esistenti, nelle tecniche di controllo ambientale, nelle opere geotecniche non convenzionali, negli impianti interni per gli edifici. Inoltre, vengono approfondite le metodologie di gestione degli interventi edili complessi, con espliciti richiami alle fasi ed alle procedure tipicamente necessarie per gestire l'intero sviluppo dell'intervento edile, ma con particolare approfondimento della gestione della programmazione e realizzazione. A tale scopo, i programmi degli insegnamenti più avanzati del percorso di studi prevedono di trattare argomenti e problematiche legati agli sviluppi e alle esigenze più recenti del mercato e della ricerca internazionali. Le conoscenze e le capacità proprie di un ingegnere magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi sono acquisite dagli studenti sia attraverso la frequenza dei corsi teorici e le lezioni frontali, lo studio del materiale didattico indicato e/o fornito dai docenti, il confronto e il dialogo con i docenti stessi, sia attraverso esercitazioni condotte in modo autonomo da ciascuno studente o da gruppi di lavoro, secondo le modalità indicate dai docenti. Le verifiche dell'effettiva comprensione delle materie e della capacità di risoluzione di problemi specifici sarà effettuata attraverso prove di esame, differenziate in modo da poter valutare tutti gli aspetti che concorrono alla preparazione.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Il laureato magistrale sarà in grado di ampliare ed aggiornare autonomamente le conoscenze e le competenze tecniche che ha maturato, con particolare riferimento agli aspetti innovativi. Nello specifico il laureato magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi potrà:

- identificare gli elementi di pregio e/o di criticità presenti in un manufatto edilizio, valutandone la consistenza e la rilevanza, in modo da valorizzarne la funzione ovvero di limitarne l'impatto, anche alla luce dei vincoli normativi;
- sviluppare autonomamente l'analisi di un edificio storico, documentando le relazioni fra esiti formali e figurativi, materiali e soluzioni costruttive, condizioni tecniche e organizzative in cui l'opera è stata prodotta.

Tale capacità è conseguita sia attraverso l'attività progettuale dei laboratori, nei quali lo studente deve provvedere in modo autonomo ad aggiornare la sua preparazione sulla specificità del tema indagato, sia nell'erogazione didattica dei diversi insegnamenti, che si focalizzano più sul metodo dell'acquisizione della conoscenza, che sui soli contenuti disciplinari. Il raggiungimento delle capacità di applicare conoscenza e comprensione

sopraelencate avviene attraverso la partecipazione a seminari ed esercitazioni, lo svolgimento di progetti individuali o di gruppo, lo studio personale. Tutti i risultati di apprendimento attesi, vengono sistematicamente verificati durante il corso di studi, attraverso:

- compiti in itinere ed esami finali per gli insegnamenti curriculari,
- valutazione e correzione di progetti elaborati dagli studenti
- elaborazione e valutazione della tesi di laurea.

Area Generica

Conoscenza e comprensione

Alla fine del ciclo di studi in Ingegneria dei Sistemi Edilizi, lo studente deve dimostrare conoscenze e capacità di comprensione che estendono e/o rafforzano quelle già acquisite con il primo ciclo di studi in Ingegneria Edile e consentono di elaborare e/o applicare idee originali, anche in un contesto di ricerca. Pertanto lo studente deve conoscere e comprendere:

- le problematiche di tipo economico e sociale, nonché i vincoli giuridici che concorrono a definire il contesto di riferimento in cui si svolge l'esercizio professionale, l'attuazione e la gestione nel campo dell'edilizia;
- i principi fondamentali della progettazione stessa come processo di sintesi tra forma, funzione e costruzione: i criteri di configurazione, conformazione e distribuzione degli spazi come coerente risposta alle esigenze dell'uomo; i caratteri tipologici, morfologici e linguistici dell'organismo edilizio; le correlazioni tra l'edificio e il contesto di appartenenza, inteso nel senso più ampio del termine; la fattibilità costruttiva dell'opera e il ruolo della tecnica nella sintesi progettuale, attraverso lo studio degli elementi costruttivi e di fabbrica, nonché dei procedimenti di realizzazione; i criteri per la formulazione integrata del progetto;
- i metodi e gli strumenti per operare con piena competenza tecnica nel campo del recupero del patrimonio edilizio esistente;
- le problematiche specifiche e interdisciplinari che riguardano il progetto della città e l'acquisizione dei metodi e degli strumenti per la redazione dei piani alle varie scale; - gli aspetti tecnologici propri dell'edilizia, anche in un'ottica di sostenibilità e di qualificazione energetica e con riguardo ai temi dell'innovazione;
- il comportamento dei materiali artificiali e dei sistemi strutturali volti a garantire la stabilità delle opere edilizie.

L'integrazione tra lezioni teoriche, esercitazioni applicative e progettuali e gli eventuali elaborati personali richiesti nell'ambito delle verifiche di profitto, forniscono allo studente la possibilità e i mezzi per ampliare le

proprie conoscenze ed affinare la capacità di comprensione della complessità della progettazione edilizia e urbanistica alle diverse scale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Alla fine del ciclo di studi in Ingegneria dei Sistemi Edilizi, il laureato magistrale deve essere capace di applicare le sue conoscenze, mostrando capacità di comprensione e abilità nel risolvere problemi e tematiche nuove o non familiari, inserite in contesti più ampi connessi al settore dell'edilizia. Deve essere in grado di operare autonomamente nella progettazione di sistemi edilizi complessi, per gli aspetti tecnologici, strutturali, di qualità ambientale, con particolare attenzione alle condizioni di benessere, alla vita di servizio e alle problematiche energetiche e di impatto ambientale; nel recupero, riqualificazione, manutenzione e gestione del patrimonio edilizio esistente; nello sviluppo del processo edilizio, per gli aspetti operativi, economici e gestionali; nella gestione dei processi tecnologici e produttivi relativi al comparto edile, con particolare attenzione ai problemi della sicurezza; nell'innovazione tecnologica e nella sperimentazione e nel controllo di qualità dei prodotti e delle opere. In particolare, lo studente deve dimostrare di essere in grado di applicare:

- il metodo scientifico e sperimentale come logica di pensiero e come principio di rigore nella prassi operativa;
- i metodi e le tecniche di ricerca a livello analitico dell'organismo edilizio, considerato nella sua realtà e nei suoi significati, in relazione alle cause, ai programmi, all'uso, agli aspetti costruttivi ed esaminato nel suo contesto anche ai fini dell'intervento sull'edilizia preesistente e sull'ambiente urbano. Inoltre lo studente deve dimostrare: - capacità operativa pienamente adeguata alla complessità dei contenuti propria del progetto edile;
- piena padronanza del processo progettuale in ogni sua fase, da quella di ideazione e impostazione generale, a quella di sviluppo esecutivo e di definizione del dettaglio;
- piena padronanza della tecnologia dei componenti edilizi, studiati sotto i profili della loro progettazione, produzione con metodi industriali o artigianali, evidenziandone le caratteristiche in termini di prestazioni, di qualità e di attitudine a integrarsi in sistemi costruttivi complessi;
- capacità applicativa dei metodi di progettazione e dimensionamento delle strutture di nuova costruzione secondo le specifiche caratteristiche dei materiali impiegati (murature, cemento armato, acciaio, legno); dei metodi di consolidamento e di ristrutturazione statica dei fabbricati.

Area dell'edilizia sostenibile

Conoscenza e comprensione

Gli insegnamenti di questa area di apprendimento estendono e rafforzano le conoscenze e la capacità di comprensione nell'ambito della implementazione dei principi di sostenibilità ambientale nel settore edilizio alla scala di edificio, con riferimento specifico agli aspetti della progettazione architettonica e della forma urbana, della tecnologia degli involucri degli organismi, della valutazione di sostenibilità di materiali e tecnologie e degli strumenti di gestione innovativa della complessità del processo costruttivo e del ciclo di vita declinati con l'approccio alla modellazione informativa (B.I.M.). Accanto alle conoscenze di base in tali ambiti, lo studente acquisirà dunque:

- Conoscenza della teoria e delle tecniche della composizione dell'architettura e del progetto urbano;
- Conoscenza della fattibilità costruttiva del sistema involucrale dell'organismo edilizio e del ruolo della tecnica nella sintesi progettuale;
- Conoscenza degli aspetti tecnologici della progettazione di involucri edilizi in ottica di sostenibilità e di qualificazione energetica.
- Capacità di comprensione del ruolo del ciclo di vita e del processo edilizio, nonché degli elementi significativi per il processo edilizio circolare;
- Conoscenza dei parametri e degli indicatori per valutare la sostenibilità ambientale e delle caratteristiche di eco-compatibilità dei materiali e loro relazione con la durata dei componenti edilizi.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Nell'area dell'edilizia sostenibile verranno sviluppate capacità progettuali, gestionali e di ottimizzazione specifiche nell'ambito di organismi edilizi innovativi e complessi. Il laureato magistrale, al termine degli studi, deve essere in grado, in particolare, di operare autonomamente nel risolvere problemi e tematiche di impatto ambientale del settore delle costruzioni, applicando:

- le regole formali, costruttive, distributive e funzionali dei principali tipi abitativi;
- le grammatiche compositive e tipologiche;
- i metodi e le tecniche di ricerca a livello analitico nella progettazione prestazionale dei componenti e sistemi di involucro edilizio, con particolare riguardo all'innovazione tecnologica
- le valutazioni di sostenibilità ambientale degli organismi edilizi mediante il calcolo integrato di numerosi criteri e l'utilizzazione di metodi e protocolli

nazionali e internazionali.

Area del recupero e della rigenerazione urbana

Conoscenza e comprensione

Gli insegnamenti di questa area di apprendimento estendono e rafforzano le conoscenze e la capacità di comprensione nell'ambito delle tematiche del recupero e della rigenerazione alla scala urbana, con specifico riferimento alle connessioni con il contesto e le trasformazioni territoriali, agli aspetti funzionali, formali e socio-economici del recupero urbano, alle conseguenti implicazioni con la scala di edificio nella scelta di materiali e tecnologie, agli strumenti di gestione innovativa della multidimensionalità di dati ed informazioni che caratterizzano la progettualità urbana. Accanto alle conoscenze di base in tali ambiti, lo studente acquisirà dunque:

- Conoscenza e capacità di comprensione dei sistemi urbani e territoriali nella loro complessità socio-ambientale, storica, economica e fisica;
- Conoscenza dei principi e dei metodi di valutazione delle trasformazioni territoriali;
- Conoscenza di piani, strumenti e metodi per la rigenerazione urbana e territoriale a varie scale secondo approcci integrati;
- Conoscenza della cartografia tecnica e delle procedure, di uso più comune negli ambienti GIS, per la visualizzazione e l'analisi degli elaborati cartografici 2D e 3D, nonché delle principali tecniche di Image Processing di dati 2D/3D da sensori remoti e di prossimità;
- Conoscenza dei profili di vulnerabilità ambientale delle aree urbane e del territorio, con particolare riguardo al rischio idraulico.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Nell'area del recupero e della rigenerazione urbana verranno sviluppate capacità progettuali di piani urbani sotto il profilo formale, funzionale e socioeconomico, dotandoli dei relativi riferimenti normativi, e di interventi specifici di recupero a scala urbana, compresa la valutazione dei problemi attuativi o di impatto ambientale. Il laureato magistrale, al termine degli studi, deve essere in grado di operare autonomamente nel risolvere tematiche di azione/rigenerazione di sistemi urbani, applicando:

- Capacità di analizzare i sistemi urbani e territoriali nella loro complessità socio-ambientale, storica, economica e fisica;
- Capacità di applicare principi e metodi di valutazione a supporto delle scelte di trasformazione territoriale;
- Capacità di strutturare piani e programmi integrati di rigenerazione

urbana e territoriale coniugando riqualificazione dell'ambiente costruito, miglioramento della qualità ecologica e contrasto all'esclusione sociale in una prospettiva di sostenibilità;

- Capacità di decodifica delle caratteristiche di vulnerabilità ambientale delle aree urbane e del territorio;
- Capacità di utilizzo delle principali funzionalità di software GIS, delle principali piattaforme (satellitari, aeree, droni), dei sensori (passivi/ottici e attivi/Radar e Lidar) e delle principali tecniche di trattamento di dati provenienti da sensori remoti e di prossimità, a supporto della progettazione e trasformazione urbana.

Autonomia di giudizio

Lo studente deve acquisire la capacità di integrare le conoscenze e gestire la complessità, nonché di formulare giudizi sulla base di informazioni limitate o incomplete, includendo la riflessione sulle responsabilità collegate all'applicazione delle sue elaborazioni e dei suoi giudizi. Le esercitazioni individuali e di gruppo previste nei programmi delle diverse discipline consentono allo studente di applicare, in un contesto simulato, le conoscenze acquisite e di sviluppare una autonoma capacità progettuale in campo edilizio e urbanistico alle diverse scale, dagli studi preliminari fino a quelli esecutivi e di gestione dell'opera.

Abilità comunicative

Lo studente deve saper comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità i risultati del suo operare QUADRO A5.b Modalità di svolgimento della prova finale QUADRO A5.a Caratteristiche della prova finale in campo edilizio e urbanistico, nonché le conoscenze e la ratio ad esse sottese. In particolare, deve essere in grado di redigere gli elaborati di progetto, scritti e grafici, richiesti dalle normative vigenti e relazionati alle diverse scale di intervento, nonché tutti gli elaborati connessi con le attività di progettazione di sistemi edilizi complessi, di qualità e di impatto ambientale, del recupero, riqualificazione, manutenzione e gestione del patrimonio edilizio esistente; della rigenerazione urbana; della gestione dei processi tecnologici e produttivi, con particolare attenzione ai problemi della sicurezza; dell'innovazione tecnologica e della sperimentazione e nel controllo di qualità dei prodotti e delle opere, anche mediante l'utilizzo di tecniche di simulazione informatizzata. In tal senso la prova finale costituisce il momento di approfondimento e di verifica delle capacità di analisi, elaborazione e comunicazione del lavoro svolto

. Capacità di apprendimento

Lo studente deve sviluppare capacità di apprendimento che gli consentano di continuare a studiare in modo auto-diretto o autonomo. Alla fine del ciclo di studi, dunque, lo studente deve essere in grado di sviluppare autonomamente le ricerche e le analisi conseguenti alla redazione del progetto, riconoscere le problematiche aperte che richiedono approfondimenti e/o approcci interdisciplinari, riconoscere la necessità dell'apprendimento autonomo durante l'arco di vita professionale, maturando la capacità di impegnarsi a seguire l'edilizia e l'urbanistica.

Elettrica

funzione in un contesto di lavoro:

Le attività formative sono organizzate in modo da consentire al dottore magistrale in Ingegneria Elettrica di ricoprire i seguenti ruoli professionali:

- progettista di impianti elettrici complessi e/o innovativi sia di tipo civile sia di tipo industriale;
- gestore di sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi nell'ambito di realtà industriali e di grandi strutture civili;
- responsabile della pianificazione, dell'esercizio e del controllo di sistemi elettrici complessi e/o innovativi per la produzione dell'energia elettrica;
- responsabile della pianificazione, dell'esercizio e del controllo di impianti complessi e/o innovativi per i sistemi elettrici di trasporto;
- responsabile della pianificazione, dell'esercizio e del controllo di impianti complessi e/o innovativi per la produzione e gestione di beni e servizi automatizzati;
- responsabile per le attività complesse e/o innovative di conservazione dell'energia e di risparmio energetico (energy manager);
- progettista di apparecchiature, macchinari elettrici, azionamenti elettrici e sistemi elettronici di potenza complessi e/o innovativi, per l'automazione industriale e la robotica;
- responsabile di laboratori per esperimenti di elevata complessità;
- progettista e/o responsabile del sistema di qualità di prodotto e di processo.

competenze associate alla funzione:

Il corso di laurea magistrale in Ingegneria Elettrica prepara alle seguenti professioni di riferimento: Ingegneri elettrotecnici (di secondo livello) Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale (di secondo livello) Ferme restando le riserve e le attribuzioni già stabilite dalla vigente normativa formano in particolare oggetto dell'attività professionale le

attività che implicano l'uso di metodologie avanzate, innovative o sperimentali nella progettazione, direzione lavori, stima e collaudo di strutture, sistemi e processi complessi o innovativi.

sbocchi occupazionali:

Per esercitare la professione è necessario superare l'esame di Stato ed iscriversi all'Ordine degli ingegneri nella sezione A dell'albo professionale, settore industriale. Agli iscritti nella sezione A settore industriale spetta il titolo di ingegnere industriale. Formano oggetto delle attività professionali dell'ingegnere industriale: la pianificazione, la progettazione, lo sviluppo, la direzione lavori, la stima, il collaudo, la gestione, la valutazione di macchine, impianti industriali, di impianti per la produzione, trasformazione e la distribuzione dell'energia, di sistemi e processi industriali e tecnologici, di apparati e di strumentazioni per la diagnostica e per la terapia medico-chirurgica. Il dottore magistrale in Ingegneria Elettrica può partecipare al concorso di ammissione al dottorato di ricerca che costituisce il terzo livello della formazione universitaria. Se ammesso egli svolge attività di ricerca di alto livello. Il dottorato costituisce infatti il grado più alto di specializzazione offerto dall'università, sia per chi intende dedicarsi alla ricerca, sia per chi desidera entrare nel mondo produttivo dotato di credenziali scientifiche di particolare peso.

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

Le attività formative sono organizzate in modo da consentire al laureato magistrale in Ingegneria Elettrica di ricoprire i seguenti ruoli professionali:

- progettista di impianti elettrici complessi e/o innovativi sia di tipo civile sia di tipo industriale;
- gestore di sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi nell'ambito di realtà industriali e di grandi strutture civili;
- responsabile della pianificazione, dell'esercizio e del controllo di sistemi elettrici complessi e/o innovativi per la produzione dell'energia elettrica, anche da fonti rinnovabili;
- responsabile della pianificazione, dell'esercizio e del controllo di impianti complessi e/o innovativi per i sistemi elettrici di trasporto;
- responsabile della pianificazione, dell'esercizio e del controllo di impianti complessi e/o innovativi per la produzione e gestione di beni e servizi automatizzati
- responsabile per le attività complesse e/o innovative di conservazione dell'energia e di risparmio energetico (energy manager);

progettista di apparecchiature, macchinari elettrici, azionamenti elettrici e sistemi elettronici di potenza complessi e/o innovativi, per l'automazione industriale e la robotica;

responsabile di laboratori per esperimenti di elevata complessità; progettista e/o responsabile del sistema di qualità di prodotto e di processo. Per formare le figure professionali atte a ricoprire i ruoli precedentemente elencati, il corso di laurea magistrale in Ingegneria elettrica presso il Politecnico di Bari è articolato in un percorso inizialmente comune a tutti i curricula che prevede attività formative nell'ambito disciplinare caratterizzante la classe (Ingegneria elettrica) per un totale di CFU compreso tra 51 ed 57 ed attività formative in settori disciplinari appartenenti ad ambiti disciplinari affini o integrativi per un totale compreso tra 6 e 12 CFU. Questa scelta permette di caratterizzare in modo importante la preparazione degli studenti nel settore dell'ingegneria elettrica e di fornire solide basi comuni utili ad affrontare le discipline che distinguono i curricula. Dopo il percorso comune sono previsti i curricula che mirano a fornire specifiche competenze negli ambiti dei sistemi elettrici, della generazione anche da fonti rinnovabili e dell'automazione industriale. Anche i curricula prevedono una presenza importante di discipline caratterizzanti l'ingegneria elettrica (18-24 CFU) con l'integrazione di discipline affini utili a completare il profilo professionale (6-12 CFU) per un totale di circa 30 CFU. Il percorso si completa con le attività formative autonomamente scelte dallo studente, per un totale di almeno 8 CFU, le attività formative volte ad acquisire ulteriori conoscenze linguistiche per almeno altri 3 CFU e la prova finale, che con almeno 12 CFU fornisce allo studente un'ulteriore opportunità di approfondimento e di verifica delle capacità di analisi, elaborazione e comunicazione del lavoro svolto. La prova finale prevede la discussione, innanzi ad una commissione, di un elaborato originale, prodotto dallo studente su un'area tematica attraversata nel suo percorso di studi.

Area Generica

Conoscenza e comprensione

Il corso di laurea magistrale in Ingegneria Elettrica, come prosecuzione della laurea in Ingegneria Elettrica nelle aree culturali specifiche dell'energia elettrica, offre un ampio spettro di conoscenze multidisciplinari, che comprendono non solo capacità tecniche specifiche ma consenta anche di sviluppare la visione strategica necessaria ad affrontare con successo le sfide tecnologiche e socio-economiche del futuro. Questo si sostanzia nella

varietà degli insegnamenti offerti riportati nel manifesto degli studi/regolamento didattico per un ammontare complessivo di quasi 170 CFU (24 dei quali erogati in lingua inglese). Il percorso prevede una parte comune in cui sarà possibile la formazione con contenuti di interesse trasversale, quali le basi teoriche ed applicative per la formulazione di modelli per l'analisi di reti elettriche, l'automazione nella gestione dei sistemi elettrici, le misure elettriche e la conversione dell'energia elettrica, ma anche relativi a discipline e tematiche non strettamente elettriche ma di respiro multidisciplinare quali gli aspetti relativi al mercato dell'energia elettrica, le tecnologie per l'accumulo elettrochimico, la cogenerazione, ecc.. Il percorso si articola poi in 2 curricula che caratterizzano le competenze dell'ingegnere elettrico: Energia in cui si acquisiscono le conoscenze e competenze specifiche relative alla generazione, conversione e trasmissione dell'energia elettrica e dei materiali utilizzati in tali ambiti, all'utilizzazione ed alle varie applicazioni dell'energia elettrica, sia nei contesti tradizionali che in quelli più innovativi. Automazione in cui si acquisiscono le conoscenze e competenze relative all'automazione nella gestione dei sistemi elettrici per la trasmissione e in ambito industriale e delle misure elettriche.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Per migliorare la padronanza e la capacità di applicazione dei contenuti acquisiti, accanto alle lezioni teoriche, in cui i docenti si impegneranno comunque a stimolare il coinvolgimento degli studenti presentando le nozioni il più possibile in chiave pratico/applicativa, saranno per quanto possibile incentivate esercitazioni in aula con l'ausilio di mezzi informatici e/o in laboratorio. I laureati magistrali devono avere la capacità di risolvere problemi dell'Ingegneria Elettrica anche di elevata complessità, definiti in modo incompleto o che possono presentare specifiche contrastanti. Un momento particolarmente importante a livello formativo è costituito dall'elaborazione della tesi finale, in cui l'applicazione e l'analisi critica delle informazioni e nozioni acquisite, l'iniziativa personale e la capacità di affrontare e risolvere i problemi vengono fin almente messe alla prova. In tale fase saranno quindi incoraggiate attività di particolare interesse applicativo e/o sperimentale, anche presso aziende, studi professionali ed enti esterni (nazionali o stranieri). Le capacità di applicazione delle conoscenze specifiche relative ad ogni area disciplinare, in termini dei descrittori di Dublino, sono riportate dettagliatamente nelle schede di ogni singolo insegnamento

PERCORSO COMUNE

Conoscenza e comprensione

- Comprendere i principi di funzionamento di un sistema elettrico di potenza in regime permanente e perturbato e le relative metodologie di gestione e controllo.
- Conoscere i criteri alla base della progettazione dei sistemi di test e collaudo di componenti e sistemi elettrici;
- Conoscenza, su base teorica e numerica, dei metodi di analisi di reti elettriche lineari/non lineari in regime stazionario e alternativo sinusoidale e di sintesi di reti lineari tempo-invarianti delle forme canoniche fondamentali; Capacità di comprensione delle soluzioni qualitative/quantitative ottenibili in termini di stabilità delle reti elettriche lineari/non lineari;
- Conoscere i principi alla base del comportamento dinamico e le prestazioni delle macchine e degli azionamenti elettrici;
- Comprendere le basi per la progettazione degli impianti elettrici utilizzatori connessi alle reti elettriche di Media e bassa tensione, conoscere gli aspetti di pericolosità dell'energia elettrica comprendendo quali provvedimenti progettuali portano alla riduzione o l'annullamento del rischio elettrico, conoscere gli effetti della corrente elettrica sul corpo umano porteranno a comprendere l'interrelazione esistente tra la sicurezza e i vincoli di progettazione ed esercizio degli impianti elettrici.
- Conoscenza e capacità di rappresentazione di segnali e sistemi tempo-discreti, delle tecniche di modellazione dei sistemi di controllo digitale, tecniche di analisi delle prestazioni e sintesi dei sistemi di controllo digitale.
- Conoscenze di base dei principali impianti idraulici e termici per la produzione di energia elettrica e una dettagliata conoscenza dell'architettura, delle prestazioni e della regolazione delle più comuni macchine a fluido.
- tecniche di modellazione dei sistemi dinamici temporizzati tempocontinui e tempodiscreti, delle tecniche di analisi delle prestazioni dei sistemi dinamici temporizzati tempocontinui e tempodiscreti, delle tecniche di simulazione delle prestazioni dei sistemi dinamici temporizzati tempocontinui e tempodiscreti.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

- Scegliere autonomamente strumentazione, metodo di misura e metodo di calcolo adatti all'esecuzione di una prova di laboratorio assegnata.

- Progettare e realizzare autonomamente sistemi di misura in modo corretto.
- Capacità di analizzare il funzionamento di una rete elettrica lineare/non lineare data con determinazione di equivalenti circuitali e di risoluzione di reti lineari/non lineari, effettuando valutazioni di variabili elettriche, di sintetizzare una rete elettrica con immittenza assegnata secondo le tipologie canoniche fondamentali con strumenti di simulazione circuitale e numerica per l'impostazione di una analisi computerizzata; -
 - Analizzare il comportamento dinamico delle macchine elettriche con l'ausilio di programmi di simulazione su PC, azionamenti di motori elettrici con controllo vettoriale; utilizzare azionamenti con motori ad induzione e brushless sinusoidali; effettuare la prototipizzazione rapida dei sistemi di controllo;
 - Capacità di modellare autonomamente sistemi tempo-discreti, di applicare autonomamente metodologie di analisi delle prestazioni e/o progettazione di sistemi di controllo digitale
 - Capacità di applicare le conoscenze di termodinamica acquisite nei corsi di Fisica e di Fisica Tecnica per effettuare un dimensionamento di massima delle principali tipologie di macchine a fluido e di procedere alla selezione delle opportune macchine disponibili sul mercato, nell'ottica di un accoppiamento con gli opportuni motori o generati elettrici.
 - Analizzare il comportamento di un sistema elettrico in regime permanente o perturbato ed i principali criteri con i quali si supervisiona e si controlla un grande sistema elettrico.
 - Eseguire autonomamente: la progettazione dell'impianto elettrico utilizzatore connesso alle reti di bassa e media tensione, individuare le verifiche finalizzate ai controlli di sicurezza elettrica, gestire e dirigere lavori di manutenzione degli impianti elettrici utilizzatori con riferimento all'esposizione al rischio.
 - Modellare autonomamente sistemi dinamici temporizzati tempocontinui e tempodiscreti, di applicare autonomamente metodologie di analisi delle prestazioni e/o progettazione di sistemi dinamici temporizzati tempocontinui e tempodiscreti, di progettare ed eseguire autonomamente test al calcolatore per la simulazione e valutazione delle prestazioni di sistemi dinamici temporizzati tempocontinui e tempodiscreti.

CURRICULM ENERGIA

Conoscenza e comprensione

- Avere conoscenze delle principali tecniche di gestione, organizzazione degli impianti tecnologici asserviti alle strutture tecnico-commerciali, a imprese

manifatturiere o di servizi e alle amministrazioni pubbliche;

- Conoscere le tecnologie di produzione di energia da generazione distribuita e da fonte rinnovabile e gli aspetti legati all'integrazione diretta di queste fonti nelle reti di distribuzione o tramite microreti;
- Avere conoscenze sulle principali topologie e tecniche di controllo dei convertitori PWM;
- Conoscere i criteri alla base della progettazione dei sistemi elettrici di bordo e asserviti al trasporto;
- Avere conoscenza dei principali materiali utilizzati nell'ingegneria elettrica, delle loro proprietà salienti e degli ambiti applicativi con particolare attenzione ai materiali innovativi.
- Comprendere il quadro legislativo e normativo, nazionale e non, relativo alla sicurezza degli impianti elettrici utilizzatori, conoscere le caratteristiche degli impianti elettrici in presenza di ulteriori rischi (incendio, esplosioni, ecc), conoscere l'interazione tra gli aspetti procedurali della gestione del rischio e quelli tecnologici che consentano la riduzione o l'annullamento del rischio.
- Conoscere i criteri alla base della progettazione dei sistemi elettrici di bordo e asserviti al trasporto.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

- Impostare progetti di impianti ricorrenti nell'uso civile con caratteristiche e proprietà proprie della Building Automation;
- Integrare generazione, accumulo e carico in micro/smart- grid sulla base delle loro caratteristiche e prestazioni;
- Individuare per tipologia e proprietà i materiali più alle applicazioni dell'energia elettrica;
- Saper individuare il convertitore più adeguato alle specifiche imposte dall'applicazione (impiantistica o azionamentistica); saper implementare le tecniche di controllo di convertitori elettronici;
- Progettare impianti elettrici asserviti alla mobilità e il trasporto;
- Comprendere la classificazione dei luoghi di lavori, e non, in riferimento ad altri rischi per applicare correttamente le tecniche di progettazione degli impianti elettrici utilizzatori in tali condizioni; applicare correttamente provvedimenti legislativi (Nazionali ed Europei) e normativi (Nazionali ed Internazionali) al fine di fissare procedure di lavoro elettrico in sicurezza e vincoli progettuali degli impianti elettrici, applicare le conoscenze acquisite nello svolgimento ai attività peritali seguenti ad incidenti di ipotetica origine elettrica.

CURRICULM AUTOMAZIONE

Conoscenza e comprensione

- Avere conoscenza e comprensione di tutti i segmenti che compongono la catena di misura, comunicazione, computazione, controllo e attuazione, necessaria per l'automazione dei sistemi elettrici, della base teorica per lo sviluppo di applicazioni di monitoraggio e controllo per i sistemi di trasmissione SCADA/EMS e i sistemi di distribuzione SCADA/DMS.
- Conoscere i criteri alla base della progettazione dei sistemi elettrici di bordo e asserviti al trasporto;
- Comprendere le esigenze per una giusta illuminazione, definire o interpretare le specifiche e selezionare le soluzioni più opportune;
- Comprendere le esigenze di misura in ambito industriale, definire o interpretare le specifiche e selezionare le soluzioni più opportune. Autonomia di giudizio Abilità comunicative Capacità di apprendimento QUADRO A4.c
- Conoscenze e comprensione delle architetture di sistema per l'automazione dei processi produttivi e dei sistemi elettrici in contesti industriali, degli strumenti necessari per dimensionare/progettare sistemi di protezione, misura, controllo e supervisione di processi produttivi e dei sistemi elettrici in contesti industriali; di tecniche di programmazione di PLC;

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

- Analizzare un processo industriale, validare i dati acquisiti, definire la soluzione tecnica economica ottimale nel rispetto della normativa applicabile, progettare un sistema elettrico nel campo dell'automazione industriale mediante l'uso dei cataloghi e data sheet delle aziende produttrici di componenti, programmare un PLC
- Sviluppare degli algoritmi di monitoraggio e di controllo delle reti elettriche, partendo dal set di misure necessarie per rappresentare il sistema, e arrivando ad applicazioni per la verifica e il controllo della sicurezza statica delle reti; di sviluppare in autonomia dei codici software di ottimizzazione e di utilizzare alcuni più comuni software di simulazione del comportamento delle reti.
- Progettare autonomamente impianti di illuminazione. Pianificare e realizzare verifiche illuminotecniche in modo corretto e coerente alla normativa tecnica e di legge vigente. Scegliere autonomamente apparecchi per la progettazione e strumenti per le verifiche.
- Saper scegliere e utilizzare sensori, strumentazione di misura, schede di

acquisizione e sistemi a microcontrollore. Realizzare sistemi di misura automatici e valutarne prestazioni e incertezza. Gestione e manutenzione di componenti e sistemi per misure in impianti industriali;

- Progettare impianti elettrici asserviti alla mobilità e il trasporto

Autonomia di giudizio

I laureati magistrali devono avere la capacità di progettare e condurre indagini analitiche, attraverso l'uso di modelli e sperimentazioni anche complesse, sapendo valutare criticamente i dati ottenuti e trarre conclusioni. I laureati magistrali devono inoltre avere la capacità di indagare l'applicazione di nuove tecnologie nel settore dell'ingegneria elettrica. L'impostazione didattica prevede che la formazione teorica sia accompagnata da esempi, applicazioni, lavori individuali e di gruppo e verifiche che sollecitano la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva e la capacità di elaborazione autonoma.

Abilità comunicative

I laureati magistrali devono essere in grado di soddisfare tutti i requisiti previsti nelle capacità trasversali di un laureato di primo ciclo ai livelli più elevati del secondo ciclo. In particolare devono saper operare efficacemente come leader di un progetto e di un gruppo che può essere composto da persone competenti in diverse discipline e di differenti livelli. Inoltre il laureato magistrale deve saper lavorare e comunicare efficacemente in contesti più ampi sia nazionali che internazionali. L'impostazione didattica prevede in alcuni corsi caratterizzanti che coinvolgono attività progettuali 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.

Capacità di apprendimento

Il laureato magistrale deve possedere una capacità di apprendimento che gli consenta di affrontare in modo efficace le mutevoli problematiche lavorative connesse con l'innovazione tecnologica (in particolare nel campo dell'energia e dell'automazione) e con i mutamenti del sistema economico e produttivo. Inoltre deve avere consapevolezza, nella gestione dei progetti e delle pratiche commerciali, delle problematiche quali la gestione del rischio e del cambiamento. Infine deve saper riconoscere la necessità dell'apprendimento autonomo durante tutto l'arco della vita e avere la capacità di impegnarsi. 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 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 e comprenda informazioni nuove e l'eventuale tirocinio svolto in laboratorio o in un contesto produttivo industriale.

Elettronica

Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

Obiettivo del corso è quello di arricchire il curriculum formativo del laureato con una solida preparazione teorico-scientifica, al fine di sviluppare, in un settore in continua evoluzione, conoscenze e capacità di progetto e innovazione ad un livello professionale elevato. Gli ambiti professionali tipici per i laureati magistrali in Ingegneria Elettronica sono quelli della ricerca di base e applicata, dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della pianificazione, della progettazione e della gestione di complessi sistemi dell'Elettronica. Le attività formative sono organizzate in modo da consentire al laureato magistrale in Ingegneria Elettronica di ricoprire i seguenti ruoli professionali: a) progettista e responsabile della produzione di dispositivi, apparati e sistemi elettronici complessi e/o innovativi, anche in riferimento al controllo e al monitoraggio della salute dell'uomo e alle problematiche ambientali; b) progettista e responsabile della produzione di dispositivi, di apparati e di sistemi tecnici optoelettronici complessi e/o innovativi, anche in riferimento al controllo e al monitoraggio della salute dell'uomo ed ai temi della sicurezza ambientale.

funzione in un contesto di lavoro:

Le funzioni del laureato magistrale in Ingegneria Elettronica sono quelle tipiche dell'ingegnere (progettazione, esercizio di impianti e sistemi, gestione di risorse umane e strumentali) con specifico riferimento all'innovazione e allo sviluppo della produzione, alla progettazione avanzata, alla pianificazione e alla programmazione, alla gestione di dispositivi e sistemi elettronici ed optoelettronici complessi, sia nella libera professione, sia nelle imprese manifatturiere o di servizi, sia nelle amministrazioni pubbliche o in enti di ricerca e accademici.

competenze tecniche associate alla funzione:

Come specificato, il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica presso il Politecnico di Bari è articolato in due curricula: il curriculum Sistemi Elettronici (SIE) ed il curriculum Sistemi Elettronici per le Biotecnologie (SEB), entrambi attivati nella sede di Bari. Ciascun percorso formativo consente agli studenti di acquisire e approfondire aspetti culturali coerenti fra loro e con contenuti di carattere progettuale in riferimento a specifici profili professionali, ed è fortemente focalizzato sulle tematiche di progettazione hardware e software dei sistemi elettronici. Un certo numero di discipline costituiscono un gruppo di insegnamenti comuni ai percorsi e garantiscono la presenza di tematiche fondamentali per la preparazione di un laureato magistrale in Ingegneria Elettronica. Il percorso formativo Sistemi Elettronici (SIE) macchine elettriche ha il fine di formare un laureato specializzato nella progettazione e fabbricazione di moderni sistemi elettronici integrati, sia analogici che digitali, con specifiche competenze nella progettazione di dispositivi elettronici e optoelettronici avanzati, nella sintesi e fabbricazione di sistemi elettronici integrati di media-alta complessità a bassa e alta frequenza, nella gestione e uso dei relativi apparati di misura e test, nelle relative problematiche di compatibilità elettromagnetica. In questo percorso è allora posto particolare rilievo alle discipline avanzate dell'Elettronica Analogica e Digitale, dei Sistemi Micro e Nanoelettronici e relative tecnologie, dell'Optoelettronica, della Progettazione di Sistemi Elettronici Integrati, dell'Elettronica a Microonde ed ad Alta Frequenza, della Strumentazione elettronica, della Compatibilità elettromagnetica e dell'Elaborazione Numerica dei Segnali. Le tecnologie abilitanti di livello europeo trattate nel curriculum SIE riguardano principalmente la Micro e Nanoelettronica. Il curriculum prevede attività formative nell'ambito disciplinare caratterizzante la classe Ingegneria Elettronica per un totale di 72 CFU ed attività formative in settori disciplinari affini o integrativi per un totale di 18 CFU. Sono inoltre previsti 12 CFU a scelta libera e 15 CFU per la prova finale. 3 CFU sono dedicati al tirocinio formativo presso aziende o laboratori, anche esterni. Nel percorso formativo Sistemi Elettronici per le Biotecnologie (SEB) è privilegiata una formazione rivolta alla progettazione e utilizzo di sistemi sensoristici elettronici, optoelettronici e fotonici per le applicazioni ambientali e industriali riguardanti in particolare le tecnologie biomedicali, attualmente molto richieste nell'industria della salute. Il percorso mira a creare competenze nella sensoristica elettronica ed optoelettronica, anche integrata, con specifiche capacità nella progettazione di sensori elettronici e

optoelettronici per l'industria e l'ambiente, nelle problematiche di biocompatibilità elettromagnetica e delle interazioni dei sistemi elettronici moderni con la salute umana, e nei sistemi informatici di gestione della salute. Il curriculum comprende tematiche di Biocompatibilità elettromagnetica, Strumentazione Biomedicale, Informatica medica e Sensoristica Fotonica. Sono peraltro presenti, come nell'altro percorso, le discipline caratterizzanti fondamentali per un laureato magistrale di Elettronica, quali quelle dell'Elettronica Digitale e Analogica, dell'Optoelettronica, dei Sistemi Micro e Nanoelettronici, dell'Elaborazione Numerica dei Segnali smart. Il curriculum SEB comprende quindi tecnologie abilitanti a livello europeo, quali le Nanotecnologie, le Biotecnologie e la Fotonica, e prevede attività formative nell'ambito disciplinare caratterizzante la classe Ingegneria Elettronica per un totale di 72 CFU ed attività formative in settori disciplinari affini o integrativi per un totale di 18 CFU. Sono inoltre previsti 12 CFU a scelta libera e 15 CFU per la prova finale. 3 CFU sono di nuovo dedicati al tirocinio formativo presso aziende o laboratori, anche esterni. La scelta dei due curricula e della loro organizzazione permette di caratterizzare in modo importante la preparazione degli studenti nell'ambito disciplinare dell'Ingegneria Elettronica. Infine il Corso di Studi organizza, nell'ambito di numerosi insegnamenti ed in accordo con enti pubblici e privati, stages e tirocini formativi.

sbocchi occupazionali:

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica del Politecnico di Bari prevede due anni di formazione di alto profilo successivi al conseguimento della Laurea triennale. Obiettivo del corso è quello di arricchire il curriculum formativo del laureato con una solida preparazione teorico-scientifica, al fine di sviluppare, in un settore in continua evoluzione, conoscenze e capacità di progetto e innovazione tecnica ad un livello elevato. Gli ambiti professionali tipici per i laureati magistrali in Ingegneria Elettronica sono quelli della ricerca di base e applicata, dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della pianificazione, della progettazione e della gestione di complessi sistemi dell'Elettronica. I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi elettronici complessi, sia nella libera professione sia nelle imprese manifatturiere o di servizi, sia nelle amministrazioni

pubbliche. I laureati magistrali trovano occupazione presso imprese di progettazione e produzione di componenti, apparati e sistemi elettronici ed optoelettronici; industrie manifatturiere, settori delle amministrazioni pubbliche e imprese di servizi, che applicano tecnologie e infrastrutture elettroniche ed optoelettroniche per il trattamento, la trasmissione e l'impegno di segnali in ambito civile, industriale e dell'informazione, sia in ambito nazionale che internazionale. La solida preparazione dei laureati magistrali in Ingegneria Elettronica consente il loro inserimento anche in contesti lavorativi nazionali e internazionali di grande competenza e forte concorrenza (multinazionali, centri di ricerca, università). In particolare, la figura professionale prevista dal curriculum Sistemi Elettronici (SIE) è tuttora molto richiesta in numerose realtà aziendali in campo nazionale ed internazionale (soprattutto europeo). macchine elettriche Storie specifiche di successo includono sia QUADRO A3.a Conoscenze richieste per l'accesso QUADRO A2.b Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT) multinazionali del settore quali ST Microelectronics, Infineon, Intel, Siemens, TetraPak, Sondrel, Accenture, Telecom, ecc., in Italia e all'estero, sia molte aziende PMI di Elettronica, anche a livello locale (Mermec, Masmec, ecc.), in particolare appartenenti al Distretto Meccatronico Regionale della Puglia e al Distretto Aerospaziale Pugliese. La figura professionale formata nel curriculum Sistemi Elettronici per le Biotecnologie (SEB) riflette l'interesse ed importanza delle tecnologie elettroniche, optoelettroniche e fotoniche per l'elaborazione dei segnali nella sensoristica, ed in particolare nelle Biotecnologie, che sta crescendo molto rapidamente nell'industria della sensoristica on-chip ad elevata sensibilità. Esempi importanti includono in Italia numerose realtà produttive di grandi dimensioni (p.e., Cisco Photonics, FIAT, Finmeccanica, Avanex, Marconi, Pirelli Labs, Alcatel-Lucent), o PMI (p.e., Beghelli, Solari, Artemide, Olsa, Magneti Marelli, Datalogic, ecc.) che progettano, fabbricano e/o utilizzano dispositivi e sistemi elettronici, optoelettronici e fotonici, anche in sede locale (Osram, Telecom Italia). Anche per questo curriculum è forte l'interesse delle PMI dei Distretti tecnologici pugliesi, sia per l'industria che per il monitoraggio

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

Il corso di Laurea Magistrale (art.3, comma 6 del DM, 22 ottobre 2004, n.270) ha l'obiettivo di assicurare allo studente una formazione di livello avanzato per l'esercizio di attività di elevata qualificazione in ambiti

specifici. Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica del Politecnico di Bari prevede due anni di formazione di alto profilo successivi al conseguimento della Laurea. Obiettivo del corso è quello di arricchire il curriculum formativo del laureato con una solida preparazione teorico-scientifica, al fine di sviluppare, in un settore in continua evoluzione, conoscenze e capacità di progetto e innovazione ad un livello elevato. Gli ambiti professionali tipici per i laureati magistrali in Ingegneria Elettronica sono quelli della ricerca di base e applicata, dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della pianificazione, della progettazione e della gestione di complessi sistemi dell'Elettronica. Le attività formative devono essere organizzate in modo da consentire al laureato magistrale in Ingegneria Elettronica di ricoprire i seguenti ruoli professionali:

- a) progettista e responsabile della produzione di dispositivi, di apparati e di sistemi elettronici complessi e/o innovativi, anche in riferimento al controllo e al monitoraggio della salute dell'uomo;
- b) progettista e responsabile della produzione di dispositivi, di apparati e di sistemi optoelettronici e fotonici complessi e/o innovativi, anche in riferimento al controllo e al monitoraggio della salute dell'uomo.

Area generica

Conoscenza e comprensione

L'offerta formativa del CdS LM29, inizialmente erogata su due diversi curricula, è attualmente strutturata in un percorso didattico unico, all'interno del quale sono ospitate tutte le materie caratterizzanti, con un'enfasi particolare sulle tematiche connesse alla sensoristica, alla microelettronica, alla optoelettronica e fotonica. Il percorso è centrato in generale su sette principali aree di apprendimento, coerenti con le competenze e capacità di analisi e sintesi richieste dal profilo professionale che si intende formare:

- 1) sistemi numerici di trattamento dei segnali (insegnamento: Elaborazione numerica dei Segnali, Strumentazione Programmabile e Sensori)
- 2) sistemi elettronici, sia analogici che digitali (insegnamenti: Complementi di Elettronica Analogica, Dispositivi Elettronici Avanzati, Elettronica per Sensori e Trasduttori, Laboratorio di Sistemi Elettronici Digitali, Progettazione di Sistemi Elettronici ad Alta Frequenza, Progettazione di Sistemi Elettronici Integrati, Sistemi Elettronici Digitali, Sistemi Micro e Nanoelettronici e Optoelettronici);
- 3) dispositivi elettronici e optoelettronici avanzati (insegnamenti: Dispositivi Elettronici Avanzati, Dispositivi e Sensori Fotonici, Sistemi

Micro e Nanoelettronici e Optoelettronici);

4) sistemi elettronici integrati anche in alta frequenza (insegnamenti: Progettazione di Sistemi Elettronici Integrati, Progettazione di Sistemi Elettronici ad Alta Frequenza);

5) sistemi elettronici basati su dispositivi programmabili (insegnamento: Laboratorio di Sistemi Elettronici Digitali, Sistemi Elettronici Digitali);

6) apparati di misura e test per sistemi elettronici e problematiche di compatibilità elettromagnetica (insegnamenti: Strumentazione Programmabile e Sensori, Sistemi Radianti e Compatibilità Elettromagnetica);

7) sensoristica avanzata elettronica, optoelettronica e fotonica (insegnamenti: Elettronica per Sensori e Trasduttori, Dispositivi e Sensori Fotonici, Sistemi Micro e Nanoelettronici e Optoelettronici, Strumentazione Programmabile e Sensori). I laureati nel corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica (LM-29) del Politecnico di Bari devono avere in generale una solida preparazione nelle discipline fisiche e matematiche e nelle altre scienze di base, devono conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'Ingegneria Elettronica e dei settori affini. In particolare, alla fine del corso di studio, devono:

- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici delle matematiche e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi complessi dell'Ingegneria o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- saper comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità a interlocutori specialisti e non specialisti le loro conclusioni, nonché le conoscenze e la ratio ad esse sottese;
- aver sviluppato quelle capacità di apprendimento che consentano loro di continuare a studiare in modo auto-diretto o autonomo;
- essere in grado di utilizzare l'inglese, in forma scritta e orale, con particolare riferimento alla terminologia scientifica delle discipline dell'area dell'Ingegneria Elettronica.

Tali obiettivi saranno conseguiti attraverso i corsi di insegnamento caratterizzanti e affini/integrativi, soprattutto quelli di natura formale e metodologica, e saranno verificati attraverso i relativi esami.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

I laureati nel corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica del Politecnico di Bari devono essere capaci di utilizzare le conoscenze acquisite per identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi

complessi di Ingegneria Elettronica con approcci usualmente interdisciplinari. In particolare, alla fine del corso di studio devono:

- conoscere le problematiche e le soluzioni, in relazione alle tematiche dell'Ingegneria Elettronica, con capacità di identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- dimostrare di conoscere ed avere capacità di comprensione che consentano di elaborare e/o applicare idee originali, anche nell'ambito della ricerca sia di base sia applicata;
- essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi;
- avere la capacità di integrare le conoscenze e gestire la complessità, nonché di formulare giudizi sulla base di informazioni limitate o incomplete, includendo la riflessione sulle responsabilità sociali ed etiche collegate all'applicazione delle loro conoscenze e giudizi;
- essere capaci di progettare e gestire esperimenti di media complessità;

Tali obiettivi saranno raggiunti attraverso i corsi di insegnamento che stimolano un contributo creativo e progettuale negli allievi ingegneri magistrali, richiedendo anche la stesura di relazioni tecniche attraverso i corsi di carattere più sperimentale e le attività di laboratorio. Il raggiungimento di tali obiettivi sarà verificato attraverso gli esami di profitto e l'esame finale di Laurea. La valutazione negli esami sarà fornita in trentesimi e il voto finale di Laurea in 110esimi.

Conoscenza e comprensione

1. Conoscenza delle tecniche di base della elaborazione numerica dei segnali.
2. Capacità di individuare le proprietà fondamentali dei segnali e le relazioni esistenti tra più segnali.
3. Capacità di analisi di un problema di acquisizione e elaborazione e di individuazione delle tecniche più idonee per ottenere i risultati.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Capacità di progettare le parti e di definire le specifiche di ciascuna di esse (frequenza di campionamento da utilizzare, numero di bit della quantizzazione e figure di merito quali ENOB, SFDR, THD, SNR, ecc., bande e caratteristiche dei filtri da progettare, numero di campioni da utilizzare nello sviluppo del sistema, definizione delle tecniche di elaborazione idonee e individuazione di vantaggi e limiti della soluzione proposta) per l'implementazione di un sistema più o meno complesso di

acquisizione e elaborazione dei segnali per l'ottenimento di un dato risultato entro specifiche preassegnate.

Autonomia di giudizio

I laureati magistrali in Ingegneria Elettronica devono aver sviluppato nel corso dei due anni di studio capacità di autonomia di giudizio con riferimento alle scelte progettuali. A tal fine devono essere previste in itinere prove che consentano agli studenti di operare criticamente le scelte più appropriate, affrontando le problematiche della progettazione e della sintesi di sistemi, componenti e apparati elettronici. Tali prove devono essere effettuate sia in classe, con esercitazioni e test tecnici, sia in laboratorio, con lavori di gruppo, e devono indurre a scelte e decisioni autonome sulla base di consultazioni di testi e manuali specializzati su strumenti e circuiti di misura. Durante l'attività di tesi lo studente deve sviluppare, in autonomia, idee e produrre risultati innovativi ed originali. Tali attività devono consentire la formazione di professionalità in grado di operare le scelte più valide tra una vasta gamma di soluzioni.

Abilità comunicative

Gli studenti del corso di laurea magistrale in Ingegneria Elettronica devono affrontare la maggior parte degli esami sperimentando tecniche innovative di comunicazione ed acquisire gli strumenti cognitivi, necessari per l'apprendimento deduttivo, adoperando anche supporti informatici. Gli esami devono consentire di sviluppare l'attitudine alla comunicazione tecnica, anche di tipo interdisciplinare, sia nella scrittura sia nell'esposizione orale. Particolare attenzione deve essere posta alla preparazione dell'elaborato di tesi finale, che deve avere caratteristiche divulgative e di sintesi. In questo modo i laureati magistrali in Ingegneria Elettronica saranno in grado di sviluppare capacità di comunicazione tecnica e scientifica di elevata qualità anche in contesti internazionali di grande rilevanza scientifica.

Capacità di apprendimento

I laureati magistrali in Ingegneria Elettronica devono dimostrare di essere in grado di elaborare e/o applicare idee originali. I contenuti delle discipline devono consentire agli studenti dei corsi di laurea magistrali di acquisire competenze largamente interdisciplinari per affrontare anche lo studio di problematiche legate a discipline di base e ingegneristiche non contemplate nel loro curriculum. I laureati magistrali devono essere in grado di

aggiornare continuamente le proprie conoscenze in dipendenza dell'evoluzione delle tecnologie, anche in un contesto di ricerca. I laureati magistrali devono essere in grado di inserirsi efficacemente in contesti lavorativi innovativi e di intraprendere studi successivi di specializzazione (master, dottorato) sia in Italia sia all'estero.

Informatica

funzione in un contesto di lavoro:

Gli ambiti professionali tipici per i laureati magistrali sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione sia nelle imprese manifatturiere o di servizi che nelle amministrazioni pubbliche.

competenze associate alla funzione:

In particolare le attività dell'Ingegnere Informatico Magistrale consistono in:

- la progettazione e realizzazione di sistemi informativi complessi per le imprese manifatturiere, commerciali e dei servizi;
- l'automazione di servizi innovativi ai cittadini e alle imprese negli enti pubblici centrali e della pubblica amministrazione locale;
- la modellazione dell'ambiente e l'automazione di processi e di impianti complessi che integrino componenti informatici nelle imprese elettroniche, elettromeccaniche, spaziali, chimiche ed aeronautiche;
- la modellazione e lo sviluppo di robot e di sistemi basati sull'intelligenza artificiale;
- la progettazione di architetture e sistemi info-telematici complessi.

sbocchi occupazionali:

I laureati magistrali potranno trovare sbocchi occupazionali presso industrie informatiche operanti negli ambiti della produzione hardware e software; industrie per l'automazione e la robotica; imprese operanti nell'area dei sistemi informativi e delle reti di calcolatori; imprese di servizi e servizi informatici per la pubblica amministrazione, oltre che in laboratori di ricerca pubblici o privati. Il corso di laurea magistrale in Ingegneria Informatica prepara alle seguenti professioni di riferimento: Ingegneri dell'Informazione (di secondo livello) Per esercitare la professione è necessario superare l'esame di Stato, che è articolato in due prove scritte,

una prova pratica e una orale ed iscriversi all'Ordine degli ingegneri nella sezione A dell'albo professionale, settore dell'informazione. Agli iscritti nella sezione A settore dell'informazione spetta il titolo di ingegnere dell'informazione. Il dottore magistrale in Ingegneria Informatica può partecipare al concorso di ammissione al dottorato di ricerca che costituisce il terzo livello della formazione universitaria. Se ammesso, egli svolge attività di ricerca di alto livello. Il dottorato costituisce infatti il grado più alto di specializzazione offerto dall'università, sia per chi intende dedicarsi alla ricerca, sia per chi desidera entrare nel mondo produttivo con credenziali scientifiche di particolare peso.

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

Il corso di studi si propone di formare ingegneri capaci non solo di fronteggiare problematiche e applicazioni tradizionali con metodi e strumenti consolidati, ma di sviluppare e utilizzare metodi e strumenti innovativi per affrontare problematiche emergenti, ideando, progettando, realizzando e gestendo sistemi complessi (attraverso la convergenza di metodi e tecnologie dell'informatica, delle telecomunicazioni e dell'automazione) e servizi basati su Internet e sul Web. Tale capacità richiede una notevole attitudine alla ricerca e all'innovazione. L'Ingegnere Informatico Magistrale dovrà pertanto essere dotato di una approfondita preparazione e di una vasta cultura scientifica, dovrà possedere un notevole bagaglio di conoscenze interdisciplinari per poter interagire con gli specialisti di tutti i settori dell'ingegneria e dell'area economico-gestionale e dovrà avere la capacità di fronteggiare problemi vecchi e nuovi adottando soluzioni tecnologiche nuove. Per la formazione di un ingegnere laureato magistrale in Ingegneria Informatica, sono pertanto necessarie una solida e ampia cultura di base e delle discipline dell'ingegneria, specifiche conoscenze informatiche, e un'adeguata attività progettuale. La Laurea Magistrale si propone l'obiettivo di approfondire le conoscenze già acquisite, aggiungendo, inoltre, significative competenze in alcune specifiche tecnologie informatiche, telematiche e automatiche. Tenendo conto da una parte della natura strettamente interdisciplinare dell'informatica e dall'altra della necessità di realizzare una cultura approfondita su alcune specifiche tematiche, gli studi prevedono corsi orientati alla progettazione e alla realizzazione di sistemi informativi complessi, all'automazione di servizi innovativi, alla progettazione di architetture e sistemi telematici complessi, alla modellazione e all'automazione di processi e di impianti complessi e

alla modellazione e allo sviluppo di sistemi basati sull'intelligenza artificiale. Il percorso degli studi prevede di portare il laureato magistrale ad acquisire, oltre alle competenze fondamentali per la figura professionale di riferimento, una competenza specifica in uno dei settori di punta nel campo dell'Ingegneria Informatica.

Conoscenza e capacità di comprensione

I laureati magistrali avranno:

- a) conoscenze e capacità di comprensione superiori a quelle già acquisite con la Laurea di primo livello;
- b) competenze ad ampio spettro nell'area dell'Ingegneria Informatica. Viene inoltre favorita l'acquisizione di competenze avanzate anche nelle aree dell'Automazione, delle Telecomunicazioni ed Elettronica;
- c) conoscenze di contesto in altri settori dell'ingegneria dell'informazione e nelle scienze matematiche, fisiche ed economiche. Tali obiettivi saranno conseguiti attraverso i corsi di insegnamento di base e caratterizzanti, soprattutto quelli di natura formale e metodologica, e saranno verificati attraverso i relativi esami.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

L'ingegnere informatico declina le proprie competenze in primo luogo come ingegnere e quindi come progettista di applicazioni e sistemi complessi. La approfondita delle tecniche e tecnologie informatiche gli permettono inoltre di affrontare con Dettaglio QUADRO A4.b.2 ulteriore cognizione di causa la progettazione di applicazioni e sistemi informatici complessi. Il corso di studi sviluppa l'attitudine a realizzare sistemi hardware e software, che trovano applicazioni nell'industria e nel settore dei servizi pubblici e privati. I laureati magistrali saranno in grado di applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di problemi di complessità anche elevata in contesti dell'Ingegneria delle tecnologie dell'informazione. Saranno anche in grado di applicare ed integrare le loro conoscenze in ambiti interdisciplinari e condurre in maniera autonoma attività di analisi, progettazione, realizzazione, test e gestione di sistemi anche di elevata complessità. Tali obiettivi saranno perseguiti attraverso i corsi di insegnamento che stimolano un contributo ideativo e progettuale negli allievi ingegneri, richiedendo anche la stesura di relazioni tecniche, e attraverso i corsi di carattere più sperimentale. Il raggiungimento di tali obiettivi sarà verificato attraverso gli esami di profitto e l'esame finale di laurea.

Area generica

Conoscenza e comprensione

I laureati magistrali avranno:

a) conoscenze e capacità di comprensione che consolidano ed estendono quelle già acquisite con la Laurea di primo livello;

b) competenze ad ampio spettro nell'area dell'Ingegneria Informatica, nonché gli aspetti generali dei settori affini. In particolare, in alcune aree d'avanguardia relative a tali settori, si potranno acquisire competenze avanzate; Tali obiettivi vengono conseguiti attraverso i corsi di insegnamento caratterizzanti e integrativi, soprattutto quelli di natura formale e metodologica, e sono verificati attraverso i relativi esami. Il processo di apprendimento avviene attraverso la frequenza di lezioni teoriche, esercitazioni, seminari e con la partecipazione alle attività di laboratori specialistici nei quali è richiesta l'interazione con apparecchiature scientifiche e sistemi hardware/software complessi. Oltre alla frequenza dei corsi istituzionali, un momento importante per acquisire una consapevolezza critica degli ultimi sviluppi nell'ambito dell'Ingegneria Informatica è costituito dalla elaborazione della tesi finale, nel corso della quale è richiesto lo sviluppo di un elaborato originale di natura teorica, sperimentale o progettuale attinente alla materia trattata. Le competenze acquisite nei settori caratterizzanti e nei settori affini, permetteranno ai laureati magistrali in Ingegneria Informatica di essere leader di gruppi interdisciplinari con compiti di sviluppare innovativi sistemi e servizi di natura informatica.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

L'Ingegnere Informatico è in primo luogo un progettista di applicazioni e sistemi. Il corso di studi sviluppa l'attitudine a realizzare sistemi software complessi avendo piena consapevolezza delle problematiche hardware ad essi connesse. I laureati magistrali saranno in grado di applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di problemi di complessità anche elevata in contesti dell'Ingegneria delle tecnologie dell'informazione. Saranno anche in grado di applicare ed integrare le loro conoscenze in ambiti interdisciplinari e condurre in maniera autonoma attività di analisi, progettazione, realizzazione, test e gestione di sistemi anche di elevata complessità. Tali obiettivi saranno perseguiti attraverso i corsi di insegnamento che stimolano un contributo ideativo e progettuale negli allievi ingegneri, richiedendo anche la stesura di relazioni tecniche, e attraverso i corsi di carattere più sperimentale. I laureati magistrali dovranno avere infine la capacità di

integrare le conoscenze provenienti da diversi settori e possedere una profonda comprensione delle tecniche applicabili e delle loro limitazioni.

Autonomia di giudizio

I laureati della laurea magistrale devono avere la capacità di progettare e condurre indagini analitiche, attraverso l'uso di modelli e sperimentazioni anche complesse, sapendo valutare criticamente i dati ottenuti e trarre conclusioni. I laureati magistrali devono inoltre avere la capacità di indagare l'applicazione di nuove tecnologie nel settore dell'ingegneria dell'informazione con particolare riferimento alle problematiche informatiche. L'impostazione didattica prevede che la formazione teorica sia accompagnata da esempi, applicazioni, lavori individuali e di gruppo e verifiche che sollecitano la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva e la capacità di elaborazione autonoma. In particolare, alcuni insegnamenti avanzati prevedono attività di laboratorio in cui lo studente può sviluppare la capacità di lavorare in gruppo e di analizzare in maniera critica i risultati ottenuti in collaborazione. Nell'ambito delle proprie competenze i laureati saranno in grado di assumere decisioni autonome in progetti anche di grandi dimensioni, nonché di partecipare attivamente alle responsabilità di decisione in contesti multidisciplinari. Tale obiettivo sarà perseguito tramite i corsi di insegnamento ad orientamento progettuale e la tesi di laurea magistrale e sarà verificato con gli esami di profitto e l'esame di laurea magistrale.

Abilità comunicative

I laureati magistrali devono comunicare in maniera efficace le proprie idee e interagire su argomenti e tematiche sia strettamente disciplinari sia interdisciplinari, anche ad alto livello. Essi saranno capaci quindi di comunicare le proprie conoscenze, e le soluzioni da essi progettate, a interlocutori esperti e non esperti, usando sia forme di comunicazione scritta che orale, eventualmente supportate dall'uso di strumenti multimediali. L'acquisizione di tale abilità sarà perseguito principalmente sia nell'ambito delle verifiche legate a materie che prevedono la discussione di prove progettuali, sia nell'ambito della preparazione della prova finale e sarà verificato con gli esami di profitto e l'esame di laurea magistrale.

Capacità di apprendimento

Il laureato magistrale deve possedere una capacità di apprendimento che gli consenta di affrontare in modo efficace le mutevoli problematiche lavorative

connesse con l'innovazione tecnologica, in particolare nel settore dell'ingegneria dell'informazione, e con i mutamenti del QUADRO A5.b Modalità di svolgimento della prova finale QUADRO A5.a Caratteristiche della prova finale sistema economico e produttivo. Inoltre deve avere consapevolezza, nella gestione dei progetti e delle pratiche commerciali, delle problematiche quali la gestione del rischio e del cambiamento. Infine deve saper riconoscere la necessità dell'apprendimento autonomo durante tutto l'arco della vita professionale. 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 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 e comprenda informazioni nuove, sia che l'attività relativa sia svolta in laboratori di ricerca sia in contesti industriali nazionali e/o internazionali.

Meccanica

funzione in un contesto di lavoro:

I laureati Magistrali Meccanici dovranno avere la funzione di risolvere i problemi dell'Ingegneria Meccanica anche di elevata complessità, definiti in modo incompleto o che possono presentare specifiche contrastanti. Sapranno analizzare e risolvere problemi in aree nuove ed emergenti della loro specializzazione quali ad esempio le nuove fonti energetiche, le tecnologie aeronautiche innovative, le nuove tecnologie e processi di produzione, i nuovi materiali, le nuove tecniche di analisi e progettazione meccanica, le nuove tecniche di indagine sperimentale. Saranno in grado di applicare metodi innovativi nella soluzione dei problemi, quali ad esempio l'analisi agli elementi finiti e la simulazione dinamica di sistemi meccanici complessi ovvero utilizzare strumentazione e metodi sperimentali acquisiti nei diversi laboratori. Saranno in grado di risolvere problemi di ingegneria meccanica che possono comportare approcci e metodi al di fuori del proprio campo di specializzazione, usando una varietà di metodi numerici, analitici, di modellazione computazionale e di sperimentazione, riconoscendo anche l'importanza di vincoli e implicazioni non tecniche [economiche, di sicurezza, ambientali]. I laureati del secondo ciclo dovranno avere infine la funzione di integrare le conoscenze provenienti da diversi settori grazie ad una profonda comprensione delle tecniche applicabili e delle loro

limitazioni. Tutte le attività formative previste, tesi e tirocini compresi, consentiranno all'Ingegnere Magistrale di:

- saper compiere progettazione meccanica avanzata, dimensionamento e verifica degli organi di macchine, attraverso la conoscenza delle metodologie di calcolo strutturale avanzato sia di tipo analitico che numerico, della resistenza dei materiali nelle diverse condizioni di esercizio, delle metodologie di analisi sperimentale, dei software di disegno e di modellazione solida;
- saper compiere progettazione termo-fluidodinamica nel campo delle macchine a fluido e dei sistemi energetici, attraverso la conoscenza dei metodi di calcolo numerici ed analitici;
- saper progettare e gestire impianti di produzione di energia sia tradizionali sia avanzati;
- saper affrontare e risolvere le problematiche connesse con i criteri di base ed avanzati di progettazione, di controllo e gestione degli apparati produttivi; saper progettare l'ingegnerizzazione dei prodotti, la messa a punto del ciclo produttivo attraverso la conoscenza delle tecnologie di produzione tradizionali e innovative, delle modalità e degli strumenti di controllo e gestione degli impianti industriali, dei software di simulazione.

competenze associate alla funzione:

I laureati Magistrali Ingegneri Meccanici dovranno acquisire approfondite dei principi del settore dell'ingegneria meccanica. In particolare dovranno:

1. conoscere l'articolazione e l'interazione dei diversi componenti dei sistemi meccanici, e dei processi operativi ad essi collegati, come la progettazione, la produzione di impianti e sistemi meccanici complessi;
2. conoscere tutti gli aspetti relativi all'analisi e alla misura delle grandezze termiche e meccaniche, con particolare riferimento alle applicazioni nelle macchine e negli impianti.

sbocchi occupazionali:

I laureati magistrali in Ingegneria Meccanica potranno trovare occupazione presso industrie meccaniche ed elettromeccaniche, aziende ed enti per la produzione e la conversione dell'energia, imprese impiantistiche, industrie per l'automazione e la robotica, imprese aeronautiche, imprese manifatturiere in generale per la produzione, l'installazione e il collaudo, la manutenzione e la gestione di macchine, di linee e reparti di produzione, di sistemi complessi.

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

Il corso si propone di creare una figura professionale in possesso di approfondite conoscenze sia nell'ambito delle scienze di base, acquisite durante gli studi precedenti ed in conformità con i criteri di accesso di seguito stabiliti, sia nell'ambito delle scienze proprie dell'Ingegneria Meccanica. Il laureato magistrale sarà in grado di interpretare, descrivere e risolvere in maniera autonoma ed innovativa problemi complessi di ingegneria meccanica che potrebbero anche richiedere un approccio interdisciplinare. Egli sarà pertanto in grado di operare ai più alti livelli sia nella libera professione sia nelle aziende e nella pubblica amministrazione, anche in ambito europeo, unendo sinergicamente capacità e conoscenze tecnico-ingegneristiche a capacità organizzative e di coordinamento. In particolare, il laureato potrà essere ben impiegato nei vari reparti aziendali che intervengono nel ciclo di vita di un prodotto, dall'idea alla dismissione, nell'area della meccanica (ad esempio nel campo aeronautico o automobilistico), dell'elettromeccanica, dell'impiantistica industriale, dell'utilizzo delle fonti energetiche. Il corso di studi è strutturato in insegnamenti obbligatori, insegnamenti compresi in curriculum ed insegnamenti a scelta dello studente. Le materie obbligatorie approfondiscono i temi classici della meccanica (tecnologie di produzione, meccanica applicata alle macchine, sistemi energetici e macchine a fluido, impianti meccanici, progettazione meccanica e costruzione di macchine) oltre a quelle della rappresentazione tecnica avanzata, della modellazione. Lo studente approfondirà ulteriormente alcune di queste tematiche attraverso la scelta autonoma (per circa 30 CFU) di materie comprese in curriculum che gli permetteranno una preparazione specifica, ad esempio nel campo aeronautico, dell'energia, della produzione e dei veicoli. Tutte le attività formative consentiranno allo studente di:

- saper compiere progettazione meccanica avanzata, dimensionamento e verifica degli organi di macchine, attraverso la conoscenza delle metodologie di calcolo strutturale avanzato sia di tipo analitico che numerico, della resistenza dei materiali nelle diverse condizioni di esercizio, delle relative metodologie di analisi sperimentale, dei software di disegno e di modellazione solida;
- saper compiere progettazione termo-fluidodinamica nel campo delle macchine a fluido e dei sistemi energetici, attraverso la conoscenza dei metodi di calcolo numerici ed analitici;
- saper progettare e gestire impianti di produzione di energia sia

tradizionali sia avanzati;

- saper affrontare le problematiche connesse con i criteri di base ed avanzati di progettazione, controllo e gestione degli apparati produttivi; saper progettare l'ingegnerizzazione di pezzi da produrre e la messa a punto del ciclo produttivo, attraverso la conoscenza delle tecnologie di produzione tradizionali e innovative, delle modalità e degli strumenti di controllo e gestione degli impianti industriali, dei software di simulazione;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

Conoscenza e capacità di comprensione

I laureati magistrali ingegneri meccanici dovranno acquisire approfondite dei principi del settore dell'ingegneria meccanica. In particolare dovranno:

- conoscere l'articolazione e l'interazione dei diversi componenti dei sistemi meccanici, e dei processi operativi ad essi collegati, ossia la progettazione e la produzione di impianti e sistemi meccanici complessi;
- conoscere tutti gli aspetti relativi all'analisi e alla misura delle grandezze termiche e meccaniche, con particolare riferimento alle applicazioni alle macchine ed agli impianti. Il processo di apprendimento avverrà attraverso la frequenza di lezioni teoriche, esercitazioni, seminari e laboratori specialistici, nei quali sarà richiesta l'interazione attiva con apparecchiature scientifiche e simulatori di sistema. Oltre alla frequenza dei corsi istituzionali, un momento importante per acquisire una consapevolezza critica degli ultimi sviluppi nel settore è costituito dall'elaborazione della tesi finale, nel corso della quale è richiesto di sviluppare un elaborato originale, di natura teorica, sperimentale o progettuale, attinente alla materia trattata. I tirocini costituiscono un'altra occasione per verificare la capacità di comprensione dello studente.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

I laureati magistrali meccanici devono avere la capacità di risolvere problemi dell'Ingegneria Meccanica anche di elevata complessità, definiti in modo incompleto o che possono presentare specifiche contrastanti. Sapranno analizzare e risolvere problemi in aree nuove ed emergenti della loro specializzazione, quali ad esempio le nuove fonti energetiche, le nuove tecnologie di produzione, i nuovi materiali, le nuove tecniche di analisi e progettazione meccanica e quelle di indagine sperimentale. Saranno in grado di applicare metodi innovativi nella soluzione dei problemi, quali ad

esempio l'analisi agli elementi finiti e la simulazione dinamica di sistemi meccanici complessi, e di utilizzare strumentazione e metodi sperimentali acquisiti nei diversi laboratori e previsti nei curricula del corso di studi. Saranno in grado di risolvere problemi di ingegneria meccanica che possono comportare approcci e metodi al di fuori del proprio campo di specializzazione, usando una varietà di metodi numerici, analitici, di modellazione computazionale e di sperimentazione, riconoscendo anche l'importanza di vincoli e implicazioni non tecniche (economiche, di sicurezza e ambientali). I laureati del secondo ciclo dovranno avere infine la capacità di integrare le conoscenze provenienti da diversi settori e possedere una profonda comprensione delle tecniche applicabili e delle loro limitazioni.

Sintesi

Conoscenza e comprensione

I laureati magistrali ingegneri meccanici dovranno acquisire approfondite dei principi del settore dell'ingegneria meccanica. In particolare dovranno:

- conoscere l'articolazione e l'interazione dei diversi componenti dei sistemi meccanici, e dei processi operativi ad essi collegati, ossia la progettazione e la produzione di impianti e sistemi meccanici complessi;
- conoscere tutti gli aspetti relativi all'analisi e alla misura delle grandezze termiche e meccaniche, con particolare riferimento alle applicazioni alle macchine ed agli impianti. Il processo di apprendimento avverrà attraverso la frequenza di lezioni teoriche, esercitazioni, seminari e laboratori specialistici, nei quali sarà richiesta l'interazione attiva con apparecchiature scientifiche e simulatori di sistema. Oltre alla frequenza dei corsi istituzionali, un momento importante per acquisire una consapevolezza critica degli ultimi sviluppi nel settore è costituito dall'elaborazione della tesi finale, nel corso della quale è richiesto di sviluppare un elaborato originale, di natura teorica, sperimentale o progettuale, attinente alla materia trattata. I tirocini costituiscono un'altra occasione per verificare la capacità di comprensione dello studente.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

I laureati magistrali meccanici devono avere la capacità di risolvere problemi dell'Ingegneria Meccanica anche di elevata complessità, definiti in modo incompleto o che possono presentare specifiche contrastanti. Sapranno analizzare e risolvere problemi in aree nuove ed emergenti della loro specializzazione, quali ad esempio le nuove fonti energetiche, le nuove tecnologie di produzione, i nuovi materiali, le nuove tecniche di analisi e

progettazione meccanica e quelle di indagine sperimentale. Saranno in grado di applicare metodi innovativi nella soluzione dei problemi, quali ad esempio l'analisi agli elementi finiti e la simulazione dinamica di sistemi meccanici complessi, e di utilizzare strumentazione e metodi sperimentali acquisiti nei diversi laboratori e previsti nei curricula del corso di studi. Saranno in grado di risolvere problemi di ingegneria meccanica che possono comportare approcci e metodi al di fuori del proprio campo di specializzazione, usando una varietà di metodi numerici, analitici, di modellazione computazionale e di sperimentazione, riconoscendo anche l'importanza di vincoli e implicazioni non tecniche (economiche, di sicurezza e ambientali). I laureati del secondo ciclo dovranno avere infine la capacità di integrare le conoscenze provenienti da diversi settori e possedere una profonda comprensione delle tecniche applicabili e delle loro limitazioni.

Aree di apprendimento comuni a tutti i curricula

Conoscenza e comprensione

Conoscenze di base e procedure generali per la progettazione delle turbomacchine e dei sistemi di conversione dell'energia delle problematiche relative all'accoppiamento delle macchine in base alle loro caratteristiche di funzionamento

Conoscenze di base su lavorabilità e tecnologie di fabbricazione di materiali ingegneristici, con particolare riferimento a leghe speciali, materiali polimerici, ceramici e compositi

Comprensione di quelle tecnologie di lavorazione che possono essere considerate non tradizionali per il tipo di utensile e/o l'energia utilizzata

Conoscenze riguardanti le metodologie di progettazione di strutture meccaniche

Conoscenza delle tecniche di progettazione basate sui metodi agli elementi finiti di sistemi impiantistici reali

Conoscenza di modelli per il calcolo di impianti meccanici

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Capacità di effettuare la progettazione di impianti e macchine quali turbocompressori e turbine utilizzati negli impianti di produzione di energia. Capacità di applicare le conoscenze di macchine a fluido all'analisi di un impianto anche in condizioni fuori progetto. Capacità di individuare per i diversi materiali le appropriate tecnologie di fabbricazione, anche innovative. Nell'ambito delle lavorazioni non convenzionali, le conoscenze acquisite sul principio fisico di base, sulle caratteristiche dell'utensile e dei

materiali lavorati, sui parametri di processo, sulle prestazioni (tassi di asportazione, finitura, tolleranze dimensionali e di forma), consentiranno allo studente la progettazione del processo di lavorazione

Area di apprendimento ENERGIA (relativa al curriculum omonimo)

Il laureato magistrale:

- possiede conoscenze approfondite riguardanti le fonti rinnovabili ed i relativi sistemi di conversione dell'energia, con particolare riferimento all'energia eolica, solare e alle biomasse
- possiede conoscenze approfondite riguardanti i sistemi di generazione distribuita dell'energia, all'efficientamento energetico e all'ottimizzazione economica;
- possiede conoscenze approfondite nel campo dell'impatto ambientale dei sistemi di combustione e delle tecnologie per l'abbattimento delle emissioni inquinanti. Nell'ambito del curriculum il laureato magistrale acquisisce conoscenze intersettoriali nel campo delle macchine elettriche e dei sistemi di controllo, degli azionamenti pneumatici e oleodinamici. Il laureato inoltre acquisisce conoscenze nell'ambito dello sviluppo di modelli di calcolo per lo studio di sistemi complessi anche di tipo dinamico. Il laureato magistrale sarà quindi in grado di interpretare, analizzare, modellizzare e risolvere problemi complessi, relativi alla progettazione e al funzionamento di macchine, impianti e processi energetici. Possiede inoltre le conoscenze per poter offrire contributi significativi e originali allo sviluppo delle nuove tecnologie, operando anche nell'ambito della ricerca scientifica e tecnologica. I risultati di apprendimento attesi qui descritti sono conseguiti attraverso differenti modalità didattiche quali le lezioni frontali, progetti o temi d'anno, prove scritte, colloquio orale.

Il laureato magistrale:

- è in grado di effettuare la progettazione di un impianto energetico, individuando i dati necessari e procedendo ad una ottimizzazione economica;
- è in grado di procedere al dimensionamento dei componenti, scegliendo i materiali e le tecnologie costruttive più idonee;
- è in grado di progettare sistemi di azionamento a fluido e semplici sistemi di controllo
- è in grado di utilizzare e sviluppare codici di calcolo in grado di simulare il funzionamento dei sistemi energetici, anche al fine della progettazione dei sistemi di controllo;

- è in grado di applicare le conoscenze all'analisi energetica degli impianti ed eventualmente proporre soluzioni migliorative. Il raggiungimento delle capacità sopraelencate avviene nell'ambito delle attività caratterizzanti tramite attività in aula e studio individuale, lo svolgimento di esercitazioni in aula, lo svolgimento di progetti individuali e/o di gruppo e la preparazione della prova finale. Le verifiche del sufficiente raggiungimento di tali capacità (tramite esami scritti e/o orali, relazioni, esercitazioni) prevedono lo svolgimento di specifici compiti in cui lo studente dimostra la padronanza di strumenti, metodologie e autonomia critica.

Area di apprendimento TECNOLOGIA MECCANICA (relativa al curriculum Tecnologico)

Il laureato magistrale possiede conoscenze approfondite riguardanti le tecnologie speciali di fabbricazione industriale, la qualità della produzione e la sicurezza degli impianti meccanici e industriali. In particolare:

- possiede conoscenze specifiche relativamente agli studi di fabbricazione, alle macchine utensili a Controllo Numerico Computerizzato, al CAD/CAM
- possiede conoscenze avanzate nel campo delle lavorazioni per deformazione plastica e le lavorazioni con fascio Laser;
- possiede conoscenze avanzate nel campo della qualità delle lavorazioni;
- possiede le conoscenze necessarie per l'analisi, la valutazione e la gestione del rischio negli ambienti di lavoro. Nell'ambito del curriculum il laureato magistrale acquisisce conoscenze intersettoriali nel campo delle macchine elettriche. Il laureato inoltre acquisisce conoscenze riguardanti metodi teorici e competenze pratiche per la virtualizzazione di prodotto mediante strumenti CAD di ultima generazione, l'interoperabilità dei dati CAD, le metodologie e strategie di modellazione e simulazione 3D. Il laureato magistrale sarà in possesso delle conoscenze per poter offrire contributi significativi e originali allo sviluppo delle nuove tecnologie, operando anche nell'ambito della ricerca scientifica e tecnologica. I risultati di apprendimento attesi qui descritti sono conseguiti attraverso differenti modalità didattiche quali le lezioni frontali, progetti o temi d'anno, prove scritte, colloquio orale.

Il laureato magistrale:

- è in grado di applicare le tecniche di fabbricazione nel contesto appropriato e di progettare le lavorazioni con sistemi CAD-CAM;
- è in grado di progettare processi di lavorazione speciali per deformazione tradizionali ed innovativi, nonché lavorazioni con fascio laser per il trattamento superficiale, la saldatura, il taglio e la foratura.

- ha acquisito la capacità di acquisire i dati necessari alla gestione della qualità ed è in grado di progettare il controllo statistico del processo manifatturiero;
- è in grado di applicare metodi di misura per analisi prestazionali e sistemi diagnostici avanzati;
- è in grado di affrontare problematiche di sicurezza industriale nei suoi aspetti ingegneristici;
- sviluppare analisi tecniche del rischio e definire di misure tecniche e gestionali di sicurezza; Il raggiungimento delle capacità sopraelencate avviene nell'ambito delle attività caratterizzanti tramite attività in aula e studio individuale, lo svolgimento di esercitazioni in aula, lo svolgimento di progetti individuali e/o di gruppo e la preparazione della prova finale. Le verifiche del sufficiente raggiungimento di tali capacità (tramite esami scritti e/o orali, relazioni, esercitazioni) prevedono lo svolgimento di specifici compiti in cui lo studente dimostra la padronanza di strumenti, metodologie e autonomia critica.

**Area di apprendimento: COSTRUZIONI MECCANICHE
(relativa al curriculum COSTRUTTIVO)**

Il laureato magistrale:

- possiede conoscenze approfondite riguardanti la progettazione di strutture meccaniche avvalendosi delle tecniche basate sul metodo agli elementi finiti e sull'ausilio dei moderni calcolatori, fornendo anche i rudimenti fondamentali per l'utilizzo di software commerciali
- possiede conoscenze approfondite riguardanti le tecniche di meccanica sperimentale e diagnostica strutturale;
- possiede conoscenze nell'ambito delle moderne tecnologie per lo studio del contatto e la riduzione degli attriti. Nell'ambito del curriculum il laureato magistrale acquisisce conoscenze intersettoriali nel campo delle macchine elettriche e della regolazione. Il laureato inoltre acquisisce conoscenze riguardanti metodi teorici e competenze pratiche per la virtualizzazione di prodotto mediante strumenti CAD di ultima generazione, l'interoperabilità dei dati CAD, le metodologie e strategie di modellazione e simulazione 3D. Il laureato magistrale sarà quindi in grado di interpretare, analizzare, modellizzare e risolvere problemi complessi, relativi alla progettazione meccanica. Possiede inoltre le conoscenze per poter offrire contributi significativi e originali allo sviluppo delle nuove tecnologie delle costruzioni meccaniche, operando anche nell'ambito della ricerca scientifica e tecnologica. I risultati di apprendimento attesi qui descritti sono conseguiti

attraverso differenti modalità didattiche quali le lezioni frontali, progetti o temi d'anno, prove scritte, colloquio orale.

Il laureato magistrale:

- è in grado di applicare le conoscenze acquisite per risolvere problemi complessi di natura strutturale che possano richiedere anche un approccio interdisciplinare.
- Lo studente sarà in grado di sviluppare sia in autonomia sia con l'ausilio di software commerciali algoritmi numerici per la risoluzione di problemi di progettazione e verifica termo-strutturale.
- è in grado di applicare metodi di misura meccanica di tipo avanzato e sistemi diagnostici avanzati;
- è in grado di applicare tecniche di modellazione solida 3D parametrica e associativa di parti e assiemi meccanici, la loro simulazione virtuale, la messa su tavola cartacea, la realizzazione di documentazione e presentazioni multimediali ad alto impatto tecnico e grafico. Il raggiungimento delle capacità sopraelencate avviene nell'ambito delle attività caratterizzanti tramite attività in aula e studio individuale, lo svolgimento di esercitazioni in aula, lo svolgimento di progetti individuali e/o di gruppo e la preparazione della prova finale. Le verifiche del sufficiente raggiungimento di tali capacità (tramite esami scritti e/o orali, relazioni, esercitazioni) prevedono lo svolgimento di specifici compiti in cui lo studente dimostra la padronanza di strumenti, metodologie e autonomia critica.

Area di apprendimento: Industria Sostenibile (relativa al curriculum omonimo)

Il laureato magistrale possiede conoscenze avanzate nei settori di interesse delle moderne industrie che improntano i propri processi produttivi e gestionali ai principi della sostenibilità ambientale, che si intende perseguire attraverso adeguate tecnologie energetiche, della digitalizzazione dei processi produttivi industriali, la sicurezza, la progettazione meccanica funzionale, la gestione innovativa delle imprese finalizzata alla sostenibilità. In particolare possiede conoscenze approfondite:

- nel campo dei sistemi di produzione di energia a basse emissioni di CO₂, delle fonti rinnovabili e delle relative macchine;
- nel campo della progettazione e sperimentazione meccanica;
- nel campo dei processi industriali e della sicurezza; - nel campo della gestione dei sistemi di protezione dell'ambiente e gestione dei rifiuti;
- nel campo dei componenti e sistemi meccanici;

- nel campo dei sistemi oleodinamici e pneumatici;
- possiede conoscenze approfondite di gestione aziendale, per gli aspetti connessi alla produzione di beni e servizi, all'analisi dei costi di produzione, all'analisi degli investimenti, alla programmazione e controllo dei progetti e alla gestione delle scorte e dei magazzini. Il laureato inoltre acquisisce conoscenze riguardanti metodi teorici e competenze pratiche per la virtualizzazione di prodotto mediante strumenti CAD di ultima generazione e le metodologie e strategie di modellazione e simulazione 3D. Il laureato magistrale sarà quindi in grado di interpretare, analizzare, modellizzare e risolvere problemi complessi, relativi alla progettazione meccanica. Possiede inoltre le conoscenze per poter offrire contributi significativi e originali allo sviluppo delle nuove tecnologie delle costruzioni meccaniche, operando anche nell'ambito della ricerca scientifica e tecnologica. I risultati di apprendimento attesi qui descritti sono conseguiti attraverso differenti modalità didattiche quali le lezioni frontali, progetti o temi d'anno, prove scritte, colloquio orale.

Il laureato magistrale è in grado di applicare le conoscenze acquisite per risolvere problemi complessi riguardanti la progettazione di componenti di interesse industriale e la gestione aziendale:

- è grado di progettare sistemi impianti di produzione di energia efficienti, anche da fonti rinnovabili, azionamenti e trasmissioni meccaniche, progettazione meccanica anche con l'ausilio di codici di calcolo
- è in grado prendere decisioni di gestione aziendale in merito alla scelta della tipologia produttiva, alla scelta dei modelli organizzativi e alla loro pianificazione e programmazione, all'approvvigionamento e la gestione delle scorte;
- è in grado di valutare la convenienza economica degli investimenti industriali . Il raggiungimento delle capacità sopraelencate avviene nell'ambito delle attività caratterizzanti e affini tramite attività in aula e studio individuale, lo svolgimento di esercitazioni in aula, lo svolgimento di progetti individuali e/o di gruppo e la preparazione della prova finale. Le verifiche del sufficiente raggiungimento di tali capacità (tramite esami scritti e/o orali, relazioni, esercitazioni) prevedono lo svolgimento di specifici compiti in cui lo studente dimostra la padronanza di strumenti, metodologie e autonomia critica.

**Area di apprendimento: INGEGNERIA VEICOLI TERRESTRI
(relativa al curriculum AUTOMOBILISTICO)**

Il laureato magistrale:

- è in grado di applicare le conoscenze acquisite per risolvere problemi complessi riguardanti la progettazione dei componenti del veicolo con un approccio interdisciplinare;
- è in grado di utilizzare software commerciali per l'analisi di problemi di progettazione e verifica strutturale;
- è in grado di applicare metodi di misura per analisi prestazionali e sistemi diagnostici avanzati;
- è in grado di comprendere ed applicare sistemi di controllo che sovrintendono al funzionamento del sistema di propulsione. Il raggiungimento delle capacità sopraelencate avviene nell'ambito delle attività caratterizzanti tramite attività in aula e studio individuale, lo svolgimento di esercitazioni in aula, lo svolgimento di progetti individuali e/o di gruppo e la preparazione della prova finale. Le verifiche del sufficiente raggiungimento di tali capacità (tramite esami scritti e/o orali, relazioni, esercitazioni) prevedono lo svolgimento di specifici compiti in cui lo studente dimostra la padronanza di strumenti, metodologie e autonomia critica.

Il laureato magistrale:

- è in grado di applicare le conoscenze acquisite per risolvere problemi complessi riguardanti la progettazione dei componenti del veicolo con un approccio interdisciplinare;
- è in grado di utilizzare software commerciali per l'analisi di problemi di progettazione e verifica strutturale;
- è in grado di applicare metodi di misura per analisi prestazionali e sistemi diagnostici avanzati;
- è in grado di comprendere ed applicare sistemi di controllo che sovrintendono al funzionamento del sistema di propulsione. Il raggiungimento delle capacità sopraelencate avviene nell'ambito delle attività caratterizzanti tramite attività in aula e studio individuale, lo svolgimento di esercitazioni in aula, lo svolgimento di progetti individuali e/o di gruppo e la preparazione della prova finale. Le verifiche del sufficiente raggiungimento di tali capacità (tramite esami scritti e/o orali, relazioni, esercitazioni) prevedono lo svolgimento di specifici compiti in cui lo studente dimostra la padronanza di strumenti, metodologie e autonomia critica.

Area di apprendimento: AERONAUTICA (relativa al curriculum AERONAUTICO)

Il laureato magistrale: è in grado di applicare le conoscenze acquisite per

risolvere problemi complessi ed in particolare:

- è in grado di effettuare la progettazione di componenti con materiali e strutture non convenzionali ed eseguire test per determinarne le caratteristiche meccaniche;
- è in grado di scegliere le tecniche di lavorazione dei materiali aeronautici
- è in grado di sviluppare in modo autonomo e applicare codici di calcolo per la simulazione fluidodinamica di componenti aeronautici e flussi turbolenti di interesse industriale. Il raggiungimento delle capacità sopraelencate avviene nell'ambito delle attività caratterizzanti e affini tramite attività in aula e studio individuale, lo svolgimento di esercitazioni in aula, lo svolgimento di progetti individuali e/o di gruppo e la preparazione della prova finale. Le verifiche del sufficiente raggiungimento di tali capacità (tramite esami scritti e/o orali, relazioni, esercitazioni) prevedono lo svolgimento di specifici compiti in cui lo studente dimostra la padronanza di strumenti, metodologie e autonomia critica.

Il laureato magistrale: è in grado di applicare le conoscenze acquisite per risolvere problemi complessi ed in particolare:

- è in grado di effettuare la progettazione di componenti con materiali e strutture non convenzionali ed eseguire test per determinarne le caratteristiche meccaniche;
- è in grado di scegliere le tecniche di lavorazione dei materiali aeronautici
- è in grado di sviluppare in modo autonomo e applicare codici di calcolo per la simulazione fluidodinamica di componenti aeronautici e flussi turbolenti di interesse industriale. Il raggiungimento delle capacità sopraelencate avviene nell'ambito delle attività caratterizzanti e affini tramite attività in aula e studio individuale, lo svolgimento di esercitazioni in aula, lo svolgimento di progetti individuali e/o di gruppo e la preparazione della prova finale. Le verifiche del sufficiente raggiungimento di tali capacità (tramite esami scritti e/o orali, relazioni, esercitazioni) prevedono lo svolgimento di specifici compiti in cui lo studente dimostra la padronanza di strumenti, metodologie e autonomia critica.

Area di apprendimento: MECCATRONICA E ROBOTICA (relativa al curriculum omonimo)

Il laureato magistrale possiede conoscenze avanzate nel campo della robotica e della mecatronica con particolare riferimento alle applicazioni industriali. Una parte degli insegnamenti sono erogati in double degree presso la New York University, Tandon school of Engineering. In particolare, il laureato magistrale:

- possiede conoscenze avanzate nel campo della mecatronica e della robotica;
- possiede conoscenze nel campo della sensoristica adeguate alle applicazioni richieste;
- possiede conoscenze nel campo della fabbricazione, modellizzazione, analisi e progetto di "smart materials" e "smart structures". Nell'ambito del curriculum il laureato magistrale acquisisce conoscenze intersettoriali riguardanti metodi teorici e competenze pratiche per la virtualizzazione di prodotto mediante strumenti CAD di ultima generazione, l'interoperabilità dei dati CAD, le metodologie e strategie di modellazione e simulazione 3D. Il laureato magistrale sarà quindi in grado di interpretare, analizzare, modellizzare e risolvere problemi complessi, relativi alla progettazione. Possiede inoltre le conoscenze per poter offrire contributi significativi e originali allo sviluppo delle nuove tecnologie aeronautiche, operando anche nell'ambito della ricerca scientifica e tecnologica. I risultati di apprendimento attesi qui descritti sono conseguiti attraverso differenti modalità didattiche quali le lezioni frontali, progetti o temi d'anno, prove scritte, colloquio orale.

Il laureato magistrale:

- è in grado di utilizzare progettare sistemi mecatronici;
- è in grado di applicare le tecnologie sulla sensoristica;
- è in grado di applicare le conoscenze acquisite per simulare e progettare "smart materials" e "smart structures". Il raggiungimento delle capacità sopraelencate avviene nell'ambito delle attività caratterizzanti tramite attività in aula e studio individuale, lo svolgimento di esercitazioni in aula, lo svolgimento di progetti individuali e/o di gruppo e la preparazione della prova finale. Le verifiche del sufficiente raggiungimento di tali capacità (tramite esami scritti e/o orali, relazioni, esercitazioni) prevedono lo svolgimento di specifici compiti in cui lo studente dimostra la padronanza di strumenti, metodologie e autonomia critica.

Autonomia di giudizio

I laureati magistrali meccanici devono avere la capacità di progettare e condurre indagini analitiche, attraverso l'uso di modelli e sperimentazioni anche complesse, sapendo valutare criticamente i dati ottenuti e trarre conclusioni. I laureati magistrali devono inoltre avere la capacità di indagare l'applicazione di nuove tecnologie nel settore dell'ingegneria meccanica. L'impostazione didattica prevede che la formazione teorica sia accompagnata da esempi, applicazioni, lavori individuali e di gruppo e

verifiche che sollecitino la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva e la capacità di elaborazione autonoma.

Abilità comunicative

I laureati magistrali devono saper operare efficacemente come leader di un progetto e di un gruppo che può essere composto da persone competenti in diverse discipline e di differenti livelli. Inoltre il laureato magistrale deve saper lavorare e comunicare efficacemente in una varietà di contesti sia nazionali sia internazionali. L'impostazione didattica prevede, nelle attività progettuali connesse alla singola materia e nel lavoro di tesi, applicazioni e verifiche che sollecitino la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva e la capacità di comunicazione dei risultati del lavoro svolto.

Capacità di apprendimento

Il laureato magistrale deve possedere una capacità di apprendimento che gli consenta di affrontare in modo efficace le mutevoli problematiche lavorative connesse sia con l'innovazione tecnologica (in particolare nel campo della produzione industriale e della progettazione meccanica) sia con i mutamenti del sistema economico e produttivo. Inoltre deve avere consapevolezza, nella gestione dei progetti e delle pratiche commerciali, delle problematiche del rischio e del cambiamento. Infine il laureato magistrale deve essere consapevole della necessità dell'apprendimento autonomo durante tutto l'arco della vita ed avere la capacità di impegnarsi. 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 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 e comprenda informazioni nuove e l'eventuale tirocinio svolto in laboratorio o in un contesto produttivo industriale.

Telecomunicazioni

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni del Politecnico di Bari prevede due anni di formazione di alto profilo successivi al conseguimento della Laurea. Obiettivo del corso è quello di arricchire il

curriculum formativo del laureato con una solida preparazione teorico-scientifica, al fine di sviluppare conoscenze e capacità di progetto e innovazione, ad alto livello, in un settore in continua evoluzione. Gli ambiti professionali tipici per i laureati magistrali in Ingegneria delle Telecomunicazioni sono quelli della ricerca di base e applicata, dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della pianificazione, progettazione e gestione di complessi sistemi di Telecomunicazioni. Nello specifico, il laureato magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni è un ingegnere sistemista, con compiti di ideazione, pianificazione, progettazione, realizzazione e gestione di sistemi o servizi di Telecomunicazioni. A tal fine la laurea magistrale garantisce le competenze sistemiche indispensabili a una figura professionale che abbia le capacità tecniche ed organizzative per risolvere in modo economicamente conveniente i problemi di pertinenza e contribuire all'evoluzione scientifico-tecnologica nel campo delle Telecomunicazioni. Per una approfondita formazione generale nell'Ingegneria delle Telecomunicazioni, il corso di studi prevede un numero minimo di insegnamenti obbligatori comuni a largo spettro dei settori scientifici caratterizzanti e affini alle Telecomunicazioni, in modo da permettere al laureato magistrale di inserirsi proficuamente negli ambiti più significativi delle Telecomunicazioni. A valle degli insegnamenti obbligatori sono previsti dei percorsi formativi che individuano le scelte più congruenti per la formazione di specifiche professionalità nel settore delle telecomunicazioni. Tipici percorsi formativi sono: Reti di Telecomunicazioni e Telematica, Analisi ed Elaborazione di Segnali, Sistemi di Telecomunicazione. Rimane comunque ferma la piena possibilità per gli studenti di organizzare un percorso formativo personalizzato. Nello specifico, la struttura del corso ha la flessibilità necessaria a permettere agli studenti motivati e interessati di perseguire obiettivi culturali specifici che lo possano collocare come Ingegnere delle Telecomunicazioni con approfondimenti specifici mutuati da settori culturalmente affini con competenze ben presenti nel Politecnico. A titolo di esempio, l'Ingegnere delle Telecomunicazioni potrebbe essere interessato ad approfondire le problematiche di progettazione hardware/software di apparati di telecomunicazione o ad approfondire le problematiche connesse con servizi informatici basati su reti di telecomunicazioni o ad approfondire le problematiche di modellistica e controllo applicate ai sistemi di telecomunicazioni.

Conoscenza e capacità di comprensione

I laureati nel corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni del Politecnico di Bari devono conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria delle Telecomunicazioni e gli aspetti generali dei settori affini previsti dal corso di studio. Le competenze acquisite nei settori caratterizzanti e nei settori affini permetteranno ai laureati magistrali in Ingegneria delle telecomunicazioni di essere leader di gruppi interdisciplinari con compiti di sviluppare innovativi sistemi e servizi di Telecomunicazioni. Gli strumenti didattici che permettono l'acquisizione delle conoscenze e la comprensione degli argomenti sono la frequenza alle lezioni teoriche e pratiche relative ad ogni disciplina, la partecipazione alle attività di laboratorio, l'uso di testi di livello avanzato. La conoscenza e dei diversi argomenti è verificata attraverso l'elaborazione di progetti, esercitazioni, prove di laboratorio, prove in itinere e prove finali

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

I laureati magistrali in Ingegneria delle Telecomunicazioni sono caratterizzati da un ampio curriculum e sono in grado di utilizzare tali conoscenze per identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi di ingegneria delle Telecomunicazioni con approcci usualmente interdisciplinari. Per questo motivo il corso di studio mira a sollecitare la partecipazione attiva degli studenti e la loro capacità di elaborazione autonoma. Per consentire l'acquisizione di queste capacità ci si avvale soprattutto delle esercitazioni, delle attività di laboratorio. Il confronto con i docenti favorisce poi l'affinamento della capacità di applicare i concetti appresi, di tener conto anche di elementi non puramente tecnici, quali quelli imposti da vincoli di tipo legislativo o economico. Infine il lavoro finale di tesi è il momento fondamentale in cui viene dimostrata la capacità acquisita di applicare le proprie conoscenze. La verifica delle capacità acquisite avviene: nelle prove in itinere, nelle esercitazioni, durante gli esami di profitto, nella preparazione e discussione della tesi di laurea.

Area generica

Conoscenza e comprensione

I laureati nel corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni del Politecnico di Bari devono conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria delle Telecomunicazioni e gli aspetti generali dei settori affini previsti dal corso di studio. A tale scopo, il percorso di studi prevede lo studio di discipline che

sviluppano argomenti e problematiche legate agli sviluppi e alle esigenze più recenti del mercato e della ricerca internazionali. Le competenze acquisite nei settori caratterizzanti e nei settori affini permetteranno ai laureati magistrali in Ingegneria delle telecomunicazioni di essere leader di gruppi interdisciplinari con compiti di sviluppare innovativi sistemi e servizi di Telecomunicazioni. Gli strumenti didattici che permettono l'acquisizione delle conoscenze e la comprensione degli argomenti sono la frequenza alle lezioni teoriche e pratiche relative ad ogni disciplina, la partecipazione alle attività di laboratorio (in alcune discipline queste sono fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi formativi), l'uso di testi di livello avanzato, oltre a seminari didattici a carattere di approfondimento organizzati da docenti degli insegnamenti e da esperti aziendali. dei diversi argomenti è verificata attraverso l'elaborazione di progetti, attraverso le esercitazioni, con le prove di laboratorio, le prove in itinere e le prove finali di profitto scritte e orali previste per ogni disciplina. Tutte le verifiche di apprendimento sono volte a provare anche la capacità di rielaborare le conoscenze in forme e modalità nuove e originali.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

I laureati magistrali in Ingegneria delle Telecomunicazioni sono in grado di utilizzare le conoscenze acquisite per identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi di ingegneria delle Telecomunicazioni con approcci usualmente interdisciplinari. Nello specifico, i laureati magistrali in Ingegneria delle Telecomunicazioni sono in grado di inserirsi efficacemente nei campi di attività tipici delle Telecomunicazioni:

- trasferimento di segnali via cavo (rame o fibra), via radio (terrestre o satellitare) o altri mezzi di propagazione, con l'impiego di tecnologie elettroniche, ottiche e per comunicazioni mobili;
- trattamento di segnali mono/multidimensionali a scopo di filtraggio, riduzione di ridondanza, sintesi ed analisi dei dati, estrazione di elementi informativi;
- interconnessione in rete per l'informazione e per l'utilizzazione di servizi interattivi/distributivi, nel quadro di applicazioni quali quelle telematiche o quelle di automazione industriale o dell'Internet of Things;
- telerilevamento per la localizzazione/identificazione di oggetti fissi/in movimento nel controllo del traffico aereo/marittimo/terrestre.

Per questo motivo il corso di studio è mira a sollecitare la partecipazione attiva degli studenti e la loro capacità di elaborazione autonoma. Per

consentite l'acquisizione di queste capacità ci si avvale soprattutto delle esercitazioni, nelle quali gli allievi sono posti di fronte a esempi progettuali concreti, anche attraverso l'impiego di software di simulazione. Ulteriori opportunità in questo senso sono offerte dalle attività di laboratorio nelle quali vengono stimulate le capacità di interagire in gruppo con gli altri studenti e si insegna l'applicazione delle conoscenze acquisite in ambito industriale attraverso l'uso di software e hardware utilizzato commercialmente. Il confronto con i docenti favorisce poi l'affinamento della capacità di applicare i concetti appresi, di tener conto anche di elementi non puramente tecnici, quali quelli imposti da vincoli di tipo legislativo o economico. Infine il lavoro finale di tesi è il momento fondamentale in cui la capacità acquisita di applicare le proprie conoscenze viene dimostrata affrontando un tema complesso in cui poter dare il proprio contributo originale con spunti di innovazione e ricerca. La verifica delle capacità acquisite avviene: nelle prove in itinere, nelle esercitazioni, comprese quelle di laboratorio, durante gli esami di profitto (attraverso le prove scritte ed orali e le discussioni progettuali), nella preparazione e discussione della tesi di laurea, eventualmente svolta insieme ad un'attività di stage esterno.

Autonomia di giudizio

I laureati magistrali in Ingegneria delle Telecomunicazioni hanno la capacità di condurre indagini sperimentali complete, con la piena capacità di autonoma valutazione dei risultati ottenuti, interpretandoli non solo per gli aspetti tecnici e scientifici, ma anche per le implicazioni etiche e per i relativi riflessi socio-economici. Il corso di studio promuove e verifica l'autonomia degli studenti durante tutto il percorso formativo, prevedendo che nei corsi specialistici avanzati, la formazione teorica sia integrata con lo sviluppo di temi individuali e di piccoli gruppi in modo da sollecitare la capacità di autonomia di giudizio. Nella tesi di laurea magistrale lo studente, in uno specifico contesto dell'Ingegneria delle Telecomunicazioni, sviluppa in autonomia il lavoro assegnatoli con contenuti originali e innovativi.

Abilità comunicative

I laureati magistrali in Ingegneria delle Telecomunicazioni affinano durante tutto il percorso formativo, specificatamente nel corso degli esami (orali, scritti) e nel contesto della preparazione e successiva presentazione del lavoro finale, la capacità di organizzare e presentare i risultati del proprio lavoro in forma efficace dal punto di vista comunicativo, con particolare

riguardo alla capacità di scrittura tecnico-scientifica e di esposizione orale, sfruttando le moderne tecnologie. Le suddette capacità permettono ai laureati magistrali in Ingegneria delle Telecomunicazioni di inserirsi efficacemente in contesti lavorativi nazionali e internazionali operando in ambienti scientificamente avanzati e interdisciplinari.

Capacità di apprendimento

I laureati magistrali in Ingegneria delle Telecomunicazioni seguono un corso di studio tecnico-scientifico acquisendo competenze largamente interdisciplinari che consentono di impostare in modo autonomo sia gli approfondimenti di discipline affrontate nel corso di studio, sia lo studio di discipline ingegneristiche e di base non contemplate nel proprio curriculum. Le suddette peculiarità permettono ai laureati magistrali di approfondire le problematiche di interesse rinnovando ed adattando continuamente le proprie conoscenze in funzione dell'evoluzione delle tecnologie e delle diverse esigenze applicative, consentendo loro di potersi inserire efficacemente in contesti lavorativi innovativi e di essere in grado di intraprendere studi successivi di specializzazione (master, dottorato) sia in Italia sia all'estero.