

Attività didattica programmata/prevista

Insegnamenti previsti (distinti da quelli impartiti in insegnamenti relativi ai corsi di studio di primo e secondo livello)

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
1.	<i>Data Scientist with R</i>	18	<i>primo anno</i>	<i>Data science is the practice of transforming data into knowledge, and R is one of the most popular programming language used by scientists. The course aims to provide students with: i) the skills necessary to use the R programming language, ii) the principles of statistics to analyze and transform data, and iii) the functions to create and interpret descriptive and multivariate statistics, graphic representations, and statistical models.</i>		SI	SI	<i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa ma anche su piattaforma on line per permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno potuto partecipare di persona. La verifica sarà analoga per tutti.</i>
2.	<i>Novel Technologies for Catalysis part 1</i>	18	<i>primo anno</i>	<i>Modern chemical production relies on the development of innovative technologies that could allow the preparation of the desired chemicals at the highest chemical and</i>		SI	SI	<i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa ma anche su piattaforma on line per</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>economic efficiency.</i></p> <p><i>In the first part chemistry in continuous-flow will be presented</i></p> <p><i>Flow technologies have proved to be powerful synthetic tools for accessing complex molecular entities in a faster and user friendly manner. The use of flow reactors has also proven to be very effective for the definition of protocols featuring easier purification of the pure products leading to a minimal waste production and consequently a lower cost of the synthetic process. In this course, the student will be introduced to the fundamental aspects of flow chemistry and some examples of application of this technology to relevant</i></p>				<p><i>permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno potuto partecipare di persona. La verifica sarà analoga per tutti.</i></p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>target will be also presented.</i>				
3.	<i>Novel Technologies for Catalysis part 2</i>	18	<i>secondo anno</i>	<p><i>Modern chemical production relies on the development of innovative technologies that could allow the preparation of the desired chemicals at the highest chemical and economic efficiency.</i></p> <p><i>In the second part of this course will be presented the use of electrochemistry, thermal induction, microwave irradiation, ultrasounds to optimize and promote the catalytic efficiency of a process and the minimization of waste when applied to the production of a target material.</i></p> <p><i>Combination of these technologies with flow chemistry will be also discussed.</i></p>		<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa ma anche su piattaforma on line per permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno potuto partecipare di persona. La verifica sarà analoga per tutti.</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
4.	<i>Enabling Technologies for Organic Synthesis</i>	18	<i>primo anno</i>	<i>The course will focus on: -Electrocatalysis; -Flow Chemistry; -Mechanochemistry; -Photochemistry; -Sonochemistry; applied to organic synthesis.</i>		SI	SI	<i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa ma anche su piattaforma on line per permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno potuto partecipare di persona. La verifica sarà analoga per tutti.</i>
5.	<i>Catalisi Sostenibile per la Sintesi Stereoselettiva di Intermedi e Composti Eterociclici</i>	8	<i>secondo anno</i>	<i>The teaching lessons are about the catalytic systems useful to obtain important functionalizations of common starting organic reagents to optically active intermediates/building blocks and one-pot reactions leading to more complex heterocyclic</i>		SI	SI	<i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa ma anche su piattaforma on line per permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>compounds of biological interest. Organic-, metallic and photocatalytic systems will be illustrated in concert, to show their synergy in asymmetric synthesis. The reactions involved in the teaching lessons are prevalently those studied during the previous courses of organic chemistry offered in the bachelor and master degrees. Sustainable features, step-atom-, pot-economies as well as the mechanistic issues involved in the processes will be highlighted.</i></p>				<p><i>potuto partecipare di persona. La verifica sarà analoga per tutti.</i></p>
6.	<p><i>Supramolecolare: Dal Riconoscimento Molecolare alla Catalisi Supramolecolare</i></p>	8	secondo anno	<p><i>Overview of weak supramolecular interactions involved in catalytic processes such as hydrogen and halogen bonding, electrostatic</i></p>		SI	SI	<p><i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa ma anche su piattaforma on</i></p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>interactions, CH-pi and pi-pi interactions (1h). Supramolecular host structures as nano-reactors: the confinement effects in supramolecular catalysis (2h). Supramolecular catalysis in water exploiting the hydrophobic effect (2h) . Interplay of photocatalysis and supramolecular chemistry (2h)</i></p>				<p><i>line per permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno potuto partecipare di persona. La verifica sarà analoga per tutti.</i></p>
7.	<p><i>Metal-, organo- and photocatalysis: Recent Developments and Synthetic Applications</i></p>	24	<p><i>primo anno</i></p>	<p><i>The course will focus on the most recent developments of catalysis spanning from stereoselective metal- and organocatalysis to photosynthetic catalysis. Particular attentions will be paid to the different activation modes and reaction mechanisms involved in the diverse catalytic transformations. A green chemistry perspective will be also</i></p>		SI	SI	<p><i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa ma anche su piattaforma on line per permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno potuto partecipare di persona. La verifica sarà</i></p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>presented, with a special attention to the conversion of renewable feedstocks. The potential future developments of the different fields will be discussed.</i>				<i>analoga per tutti.</i>
8.	<i>Asymmetric organocatalysis</i>	6	<i>secondo anno</i>	<i>Introduction to asymmetric organocatalysis from the beginnings to the challenges for the development of various types of activation. The main types will be covered of activation (eg: aminocatalysis, acids e Bronsted bases, Lewis acids and bases) and the their impact on sustainable chemistry. The challenge of a research field that has seen a "Gold Rush" will also be useful for discuss how to carry out the research, with potential success, in a field highly competitive for PhD students and ESRs.</i>		<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa ma anche su piattaforma on line per permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno potuto partecipare di persona. La verifica sarà analoga per tutti.</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
9.	<i>Sustainable development of industrial processes in pharma</i>	6	<i>secondo anno</i>	<i>A selection of industrial processes for Active Pharmaceutical Ingredients (API) will come treated starting from the development in research laboratory to arrive at a productive process. It will be initially introduced intellectual property and the drug discovery process, for then analyze processes. We will see how initially in a medchem laboratory here is little attention to sustainability and large-scale synthesis and is only when a molecule is potentially interesting that the research focuses on all those aspects which make it possible to carry a process on an industrial scale.</i>		SI	SI	<i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa ma anche su piattaforma on line per permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno potuto partecipare di persona. La verifica sarà analoga per tutti.</i>
10.	<i>Organometallic chemistry and catalysis</i>	18	<i>primo anno</i>	<i>Ligands substitution on metal complexes, oxidative addition and reductive elimination, sigma-ligands</i>		SI	SI	<i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>metathesis, 1,1- and 1,2-migratory insertion, beta alkyl elimination, beta hydride elimination and cyclometallation, nucleophilic displacement. Basic concepts of catalysis. Olefins hydrogenation, asymmetric hydrogenation with the use of chiral or prochiral phosphines, hydrogen transfer on unsaturated substrates such as carbonyl compounds, hydrocyanation, hydroformilation, methanol carbonylation, alkenes oxidation, asymmetric epoxidation, homogeneous polymerization, alkenes metathesis. Transition-metal catalysts in C-C bond formation. Organocopper reagents and cross-coupling reaction palladium catalyzed. Lewis acid catalyst in</i></p>				<p><i>ma anche su piattaforma on line per permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno potuto partecipare di persona. La verifica sarà analoga per tutti.</i></p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>stereoselective organic synthesis. Hybrid catalysis, tethered catalysts, biphasic catalysis, hydrophilic ligands, ionic liquids, fluorinated solvents.</i>				
11.	<i>Basic principles of environmental catalytic processes</i>	6	<i>primo anno</i>	<i>The course will introduce the PhD student to the fundamentals of environmental catalytic processes, with special attention to the basic principles of heterogeneous catalysis and their application to emissions abatement and sustainable energy production. The basics of environmental catalysis will be presented, and focus will be given to material properties and their characterization using the most applied techniques, as well as to basic reactions and applications, including mechanisms of catalysts deactivation. At the end</i>		<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa ma anche su piattaforma on line per permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno potuto partecipare di persona. La verifica sarà analoga per tutti.</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>of the course, the student will acquire the knowledge to recognize selectively the main parameters affecting a catalytic process and the capability to distinguish critically their relative importance. The course will provide the basic tools to discuss and deal with the main environmental catalytic processes.</i></p>				
12.	MOdern catalytic approaches	18	primo anno	<p>Module 1 (6 ore) <i>"Catalysts for the electrification of the chemical industry"</i> Catalytic routes to decarbonize the chemical industry will be explained. The challenges in the development of catalysts for power-to-heat processes will be studied (e.g. composition and shaping). Module 2 (6 ore) <i>"Toolbox approach for</i></p>		SI	SI	<p><i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa ma anche su piattaforma on line per permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno potuto partecipare di persona. La verifica sarà</i></p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>the optimisation of supported nanoparticle catalysts and catalytic applications"</i> <i>Different strategies will be introduced for the design of size and shape supported nanoparticles for a number of sustainable chemical processes. Examples of how to use specific characterisation techniques for elucidating structure-activity relationships will be presented."</i> Module 3 (6 ore) <i>"Methodologies for modelling (photo)chemical processes" .</i> <i>During these lectures, the theoretical framework related to the simulation of thermal and photoinduced reactions in molecular systems will be illustrated. This will span concepts such as potential energy</i></p>				<p><i>analoga per tutti.</i></p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>surfaces of electronic states, minima and transition states, reaction paths and reaction coordinates, deactivation events in photoexcited molecules and reaction branching in photochemical processes, environment effects. The arsenal of computational tools to track the reaction coordinate of (photo)chemical processes and perform experiments on-silico will be also shown.</i></p>				
13.	<p><i>Enabling technologies in green chemical synthesis and processing</i></p>	12	<p><i>terzo anno</i></p>	<p><i>The demand for process intensification in the chemical industry has found several innovative solutions by means of enabling technologies to improve heat and mass transfer. A number of non-conventional energy sources such as acoustic and hydrodynamic cavitation (sonochemistry), dielectric (microwaves)</i></p>		SI	SI	<p><i>Il corso sarà erogato in presenza presso la sede amministrativa ma anche su piattaforma on line per permettere la partecipazione agli studenti di altre sedi che non hanno potuto</i></p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>and ohmic heating, ball mills and reactive extruders (mechanochemistry), micro- and mesochannel reactors (flow chemistry), atmospheric plasma, pulsed electric fields, photochemistry, infrared, and others. Even more effective are some hybrid technologies, where the combination of different techniques generates synergistic effects. In addition to synthetic and selective extraction processes, downstream applications and purification processes are reported with case studies.</i></p>				<p><i>partecipare di persona. La verifica sarà analoga per tutti.</i></p>

Riepilogo automatico insegnamenti previsti nell'iter formativo

Totale ore medie annue: 59.33 (valore ottenuto dalla somma del Numero di ore totali sull'intero ciclo di tutti gli insegnamenti diviso la durata del corso)

Numero insegnamenti: 14

Di cui è prevista verifica finale: 14