



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### CHIMICA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

#### VALTER CASTELVETRO

Anno accademico	2021/22
CdS	CHIMICA INDUSTRIALE
Codice	161CC
CFU	9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
CHIMICA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE	CHIM/04	LEZIONI	72	VALTER CASTELVETRO

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Il corso raccoglie un modo unificante ed amplia gli argomenti ed i problemi, già in parte toccati in insegnamenti precedenti, riconducibili ai concetti di sostenibilità applicati alle produzioni chimiche, ai cicli di vita dei materiali, alle tecnologie innovative miranti ad una migliore sostenibilità dei processi produttivi e dei prodotti, all'impiego delle risorse ed alla gestione dei processi industriali con particolare riferimento alle problematiche legate alla produzione e gestione degli scarti, alle risorse rinnovabili, al riciclo, all'impatto di prodotti e processi sull'ambiente e sulla salute.

##### *Capacità*

Al completamento del corso lo studente dovrà essere in grado di analizzare e affrontare con strumenti appropriati, anche di tipo quantitativo, le problematiche relative alle diverse fasi del ciclo di vita di un materiale, dalla scelta delle materie prime (risorse) alle fasi di trasformazione (vie sintetiche e scale up di processo) nel materiale o prodotto d'uso al fine vita ed eventuale riciclo. Conoscerà e sarà in grado di valutare criticamente il significato e l'efficacia di strumenti metodologici come la valutazione del ciclo di vita (LCA), le metriche chimiche e gli indicatori di impatto. con una apertura verso approcci alternativi e/o innovativi che tengano conto degli aspetti energetici, di disponibilità delle risorse, di nuovi materiali e tecnologie di processo, di bilancio costo/beneficio in un'ottica di sostenibilità complessiva. Avrà acquisito le conoscenze di base ed una capacità di valutazione critica relativamente agli sviluppi più recenti dell'industria chimica, sempre più orientati all'impiego di biomasse ed alla loro valorizzazione sia energetica che come materia prima per una nuova chimica di base e per nuovi materiali.

##### *Indicazioni metodologiche*

Le lezioni si svolgono in forma di presentazioni del docente supportate da proiezioni PowerPoint.

##### *Programma (contenuti dell'insegnamento)*

Il corso si propone di fornire una panoramica approfondita sulle problematiche relative al consumo delle risorse ed alla contaminazione ambientale nel ciclo produttivo e di vita utile di prodotti chimici e materiali, e di presentare alcuni dei principali approcci per una chimica sostenibile, soprattutto a partire da risorse rinnovabili.

Il programma comprende una serie di argomenti raggruppabili in 5 macrotematiche:



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- 1) Chimica verde e metriche chimiche.
  - 2) Tecnologie innovative di prodotto e processo, finalizzate alla riduzione del consumo di risorse e della produzione di scarti, con un approccio alla intensificazione di processo
  - 3) Ciclo di vita dei materiali: metodologie di valutazione quantitativa della sostenibilità, gestione dei rifiuti, riciclo dei materiali (in particolare delle materie plastiche)
  - 4) Fonti energetiche e tecnologie per la conversione della energia
  - 5) Biomasse come fonti di energia rinnovabile e materie prime di bioraffineria per la produzione di carburanti e per una nuova chimica di base e degli intermedi.
- Verranno illustrati, anche con esempi specifici, i criteri per la riprogettazione o realizzazione ex-novo sia di processi chimici che di materiali basati su risorse rinnovabili e/o su tecnologie in grado di influire sul miglioramento di prestazioni, rese e impatti ambientali. L'approccio olistico alle problematiche industriali verrà associato ai concetti ed alle procedure LCA (Life Cycle Assessment). Le tecnologie, i materiali ed i dispositivi per la generazione, l'immagazzinamento e la conversione di energia da fonti rinnovabili saranno presentati e discussi alla luce delle più recenti innovazioni. Allo stesso modo gli sviluppi più recenti verso un nuovo sistema integrato di bioraffineria saranno presentati e discussi col supporto di casi di studio specifici.

### Bibliografia e materiale didattico

Slides presentate a lezione disponibili in formato pdf sul portale Moodle e/o nella cartella "documenti" della piattaforma TEAMS (*che potrà eventualmente comprendere le registrazioni delle lezioni, se effettuate in relazione alle modalità di erogazione mista in presenza e in remoto*).

### Testi di consultazione disponibili in biblioteca:

- 1) F. Cavani, G. Centi, S. Perathoner, F. Trifiro' (Ed.), Sustainable Industrial Chemistry, Wiley (2009).
  - 2) A. Lapkin, D. Constable (Editors), Green Chemistry Metrics: Measuring and Monitoring Sustainable Processes, Wiley-Blackwell (2008)
  - 3) M. Lancaster, Green Chemistry: An Introductory Text - 2nd Edition, The Royal Society of Chemistry, 2010
- Presso il docente (V. Castelvetro) sono inoltre disponibili per consultazione
- i) David Plackett (Ed): "Biopolymers: New Materials for Sustainable Films and Coatings"
  - ii) A. Azapagic, A. Emsley, I. Hamerton : "Polymers: The Environment and Sustainable Development" , Wiley (2003).
  - iii) F.M. Kerton "Alternative Solvents for Green Chemistry" (copia cartacea)
  - iv) P. Tundo, A. Perosa, F. Zecchini: "Methods and Reagents for Green Chemistry: An Introduction"

### Modalità d'esame

L'esame consiste in una presentazione (preferibilmente con supporto di powerpoint) riguardante un approfondimento, concordato con il docente, su un argomento o un caso di studio rientrante in uno dei macro-argomenti del corso (60 %), seguito da un esame orale su un macro-argomento del programma (diverso da quello nel quale sia riconducibile l'argomento dell'approfondimento (40 %).

L'argomento di approfondimento può anche essere affrontato da 3-4 studenti congiuntamente, ma in tal caso dovrà essere prodotto un testo nella forma di una mini-review in lingua inglese. Su specifica argomentata richiesta può essere svolto un esame in forma di colloquio orale di tipo convenzionale