



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIPARTIMENTO                                     | Ingegneria                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ANNO ACCADEMICO OFFERTA                          | 2022/2023                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE                       | 2023/2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| CORSO DILAUREA MAGISTRALE                        | MANAGEMENT ENGINEERING                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| INSEGNAMENTO                                     | MANUFACTURING PROCESSES FOR THE CIRCULAR ECONOMY                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| TIPO DI ATTIVITA'                                | B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| AMBITO                                           | 50368-Ingegneria gestionale                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| CODICE INSEGNAMENTO                              | 22346                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI                 | ING-IND/16                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| DOCENTE RESPONSABILE                             | INGARAO GIUSEPPE      Professore Associato      Univ. di PALERMO                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ALTRI DOCENTI                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| CFU                                              | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE    | 96                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA | 54                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| PROPEDEUTICITA'                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| MUTUAZIONI                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ANNO DI CORSO                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| PERIODO DELLE LEZIONI                            | 2° semestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| MODALITA' DI FREQUENZA                           | Facoltativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| TIPO DI VALUTAZIONE                              | Voto in trentesimi                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI             | <b>INGARAO GIUSEPPE</b><br>Lunedì      12:00    16:00    Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Palermo - Viale delle Scienze - 90128 PALERMO (ITALY)<br>Giovedì     14:00    18:00    Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Palermo - Viale delle Scienze - 90128 PALERMO (ITALY) |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PREREQUISITI</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoscenza dei principali processi manifatturieri .</li> <li>• Tecniche di Life Cycle Engineering</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b> | <p>Conoscenza e capacità di comprensione<br/>         Il corso mira a fornire competenze riguardo a processi, strumenti e metodi per recuperare valore funzioni e materiali sia da scarti di processo sia da Prodotti/componenti a fine vita. Gli studenti acquisiranno consapevolezza in merito alle catene di processi ed operazioni delle fasi di De-manufacturing e Remanufacturing/Repair/Recycling per diversi flussi di scarti e rifiuti. Gli studenti, a fine corso, saranno in grado di identificare le migliori strategie per estendere la vita di materiali, componenti e prodotti. Gli studenti aumenteranno la loro conoscenza in merito alle fasi di Disassembly, size reduction, sorting and separation, Inspection, cleaning in funzione delle successive operazioni di De-manufacturing e Remanufacturing/Repair/Recycling. Il corso fornisce competenze riguardo alla produzione circolare sia livello di componenti/prodotti sia a livello di processi manifatturieri e di sistemi produttivi. L'obiettivo è quello di rendere gli studenti capaci di progettare e implementare operazioni di "produzione circolare" in modo sostenibile e profittevole.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione.<br/>         Lo studente sarà in grado di applicare le competenze acquisite attraverso l'analisi di diversi casi di studio. In particolare questo verrà svolto sia durante le esercitazioni ma soprattutto durante lo svolgimento del project work da effettuare durante il corso. Inoltre durante l'esame orale verranno effettuate domande per stimolare il ragionamento indipendente e verificare la capacità di risolvere criticità caratterizzanti casi di studio reali.</p> <p>Autonomia di giudizio.<br/>         Lo studente alla fine del corso avrà acquisito consapevolezza in merito possibilità di estrarre valore e risorse da scarti di processo e da componenti a fine vita. Lo studente avrà costruito un framework di riferimento che gli permetterà di ingegnerizzare ed ottimizzare processi e linee di produzione caratterizzanti la produzione circolare. Gli studenti saranno in grado non solo di identificare le principali criticità di tali processi, ma anche di proporre strategie innovative per ottimizzare il recupero di risorse.</p> <p>Abilità comunicative.<br/>         Lo studente sarà in grado di comunicare con competenza e proprietà di linguaggio relativamente alle problematiche dei processi di De-manufacturing e Remanufacturing/Repair/Recycling. Le abilità comunicative saranno sviluppate anche attraverso la discussione in aula di casi di studio e del project work assegnato; lo studente sarà in grado di esporre le criticità e le soluzioni innovative da lui proposte</p> <p>Capacità d'apprendimento.<br/>         Lo studente autonomamente dovrà essere in grado di effettuare un'analisi economica/ambientale di un caso di studio propostogli e dovrà inoltre proporre delle soluzioni progettuali migliorative al fine di minimizzare l'impatto ambientale dei processi circolari.</p> |
| <b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>    | <p>La verifica delle conoscenze apprese dallo studente prevede due prove. In particolare, durante lo svolgimento del corso, agli studenti (possibilmente in gruppi di 2 o 3) verrà assegnato un progetto da svolgere. Gli allievi presenteranno a fine corso il loro progetto tramite una presentazione orale in PowerPoint. A valle della presentazione seguirà una discussione in cui il docente effettuerà delle domande per meglio verificare le competenze acquisite tramite l'attività progettuale. Saranno valutate l'autonomia di apprendimento e le capacità di approfondimento e di rielaborazione degli studenti. Inoltre, tramite la discussione degli elaborati, saranno valutate anche le capacità comunicative. A valle della presentazione del progetto, il docente formulerà una prima valutazione individuale in trentesimi.</p> <p>Oltre la presentazione dell'attività progettuale, la verifica prevede un colloquio orale. Durante il colloquio saranno effettuate almeno quattro domande per verificare le conoscenze e le competenze sui vari argomenti trattati nel corso. Successivamente verranno effettuate altre 2 domande, opportunamente pensate, per valutare le capacità di rielaborare e applicare i contenuti studiati. Queste 2 domande, quindi, avranno un carattere più aperto e meno nozionistico. Si chiederà, per esempio, di discutere casi di studio opportunamente pensati con l'obiettivo di valutare la capacità di applicare i contenuti del corso a situazioni riscontrabili in ambiente lavorativo. Il colloquio orale sarà valutato in trentesimi. Esso verrà valutato negativamente se lo studente non possiede una conoscenza accettabile degli argomenti trattati. In caso contrario, il voto migliorerà proporzionalmente al livello delle competenze acquisite ed alla capacità di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti.</p> <p>Il voto finale sarà la media aritmetica tra il voto ottenuto per la presentazione del</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | <p>progetto e la valutazione ottenuta a seguito del colloquio orale e sarà formulato secondo la griglia di valutazione di seguito riportata:</p> <p>30-30 e lode. Lo studente mostra un'ottima conoscenza degli argomenti studiati, ottima proprietà di linguaggio, ottima capacità di inquadrare casi di studio reali all'interno delle metodologie studiate. Lo studente riesce a collegare, con padronanza, gli argomenti tra loro e sviluppare un'analisi critica di diversi processi produttivi "circolari" identificando criticità e soluzioni dei vari casi di studio analizzati. Lo studente durante il corso ha sviluppato un'eccellente autonomia, capacità di lavorare in gruppo e dimostra ottime capacità di esposizione sia del progetto assegnatogli sia degli argomenti del corso.</p> <p>26-29. Lo studente mostra un'ottima conoscenza degli argomenti studiati, ottima proprietà di linguaggio, buona capacità di inquadrare casi di studio reali all'interno delle metodologie studiate. Lo studente riesce a collegare, con buona padronanza, gli argomenti tra loro e a sviluppare un'analisi critica di diversi processi produttivi "circolari" identificando criticità e soluzioni dei vari casi di studio analizzati. Lo studente durante il corso ha sviluppato buona autonomia, capacità di lavorare in gruppo e dimostra buone capacità di esposizione sia del progetto assegnatogli sia degli argomenti del corso.</p> <p>24-25. Lo studente mostra buona conoscenza degli argomenti studiati, buona proprietà di linguaggio, soddisfacente capacità di inquadrare casi di studio reali all'interno delle metodologie studiate. Lo studente riesce a collegare, con sufficiente padronanza, gli argomenti tra loro e a sviluppare un'analisi critica di diversi processi produttivi "circolari" identificando criticità e soluzioni dei vari casi di studio analizzati. Lo studente durante il corso ha migliorato la sua autonomia, capacità di lavorare in gruppo e dimostra soddisfacente capacità di esposizione sia del progetto assegnatogli sia degli argomenti del corso.</p> <p>21-23. Lo studente mostra soddisfacente conoscenza degli argomenti studiati, soddisfacente proprietà di linguaggio, sufficiente capacità di inquadrare casi di studio reali all'interno delle metodologie studiate. Lo studente non riesce a collegare gli argomenti tra loro e sviluppare un'analisi critica in merito a processi produttivi "circolari". Lo studente durante il corso non ha migliorato la sua autonomia, né la sua capacità di lavorare in gruppo; dimostra sufficienti capacità di esposizione sia del progetto assegnatogli sia degli argomenti del corso.</p> <p>18-20. Lo studente mostra sufficiente conoscenza degli argomenti studiati, sufficiente proprietà di linguaggio. Lo studente non evidenzia la capacità di inquadrare casi di studio reali all'interno delle metodologie studiate. Lo studente non riesce a collegare gli argomenti tra loro e sviluppare un'analisi critica in merito a processi produttivi "circolari". Lo studente durante il corso non ha migliorato la sua autonomia, né la sua capacità di lavorare in gruppo. Lo Studente dimostra appena sufficienti capacità di esposizione sia del progetto assegnatogli sia degli argomenti del corso.</p> <p>Insufficiente. - Lo studente evidenzia di non avere la minima conoscenza degli argomenti studiati nel corso e si esprime con proprietà di linguaggio insoddisfacente.</p> |
| <b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>            | <p>Il corso mira a fornire agli studenti competenze e strumenti per implementare strategie di Economia Circolare sia su scarti di processo sia su componenti a fine vita. In generale, il corso ambisce ad aumentare la consapevolezza degli studenti in merito al ruolo dei processi manifatturieri nell'estrarre valore, funzioni e materiali da scarti industriale e da prodotti a fine vita. La produzione circolare offre nuove sfide e difficoltà che vanno superate, gli studenti a fine corso sapranno riconoscere tali criticità e avranno gli strumenti per affrontarle. Il corso completa le conoscenze tipiche di un ingegnere della produzione fornendo competenze in merito alle fasi di De-Manufacturing e Remanufacturing/Repair/Recycling. Il corso è il miglior contesto per applicare l'approccio "Life Cycle Engineering" che gli studenti hanno appreso durante il corso di Sustainable Manufacturing e che verrà continuamente richiamato all'interno del presente corso.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b> | Lezioni frontali ed esercitazioni in aula                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>TESTI CONSIGLIATI</b>              | <p>Notes provided by the teacher.</p> <p>Scientific papers provided by the teacher.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## PROGRAMMA

| ORE | Lezioni                                                                                                                |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2   | Demanufacturing e Remanufacturing: Introduzione al corso e definizioni                                                 |
| 2   | Le principali Strategie dell'Economia Circolare: definizioni e concetti chiave                                         |
| 6   | Processi produttivi applicati alle fasi di: disassembly, size reduction, sorting and separation, Inspection, Cleaning. |

## PROGRAMMA

| ORE | Lezioni                                                                                                            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8   | Processi manifatturieri applicati alle strategie dell'economia Circolare: Remanufacturing, recycling and Repair.   |
| 6   | Strategie di economia Circolare applicate a scarti di produzione e a componenti a fine vita in leghe di alluminio. |
| 2   | Sistemi Manifatturieri per la produzione circolare                                                                 |
| 2   | Il paradigma dell'Industrial Symbiosis: definizioni e casi di studio                                               |
| ORE | Esercitazioni                                                                                                      |
| 6   | Analisi e discussione di diversi casi di studio (Automotive, RAEE, Tessile, etc.)                                  |
| 20  | Esercitazione mirata allo svolgimento dell'attività progettuale prevista all'interno del corso                     |