



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2016/2017
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2017/2018
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	INGEGNERIA AEROSPAZIALE
<b>INSEGNAMENTO</b>	MATERIALI AEROSPAZIALI
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50350-Ingegneria aerospaziale ed astronautica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	04913
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-IND/04
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	MILAZZO ALBERTO      Professore Ordinario      Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	144
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	81
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	2
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	1° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>MILAZZO ALBERTO</b> Martedì    12:00    14:00    Ufficio del docente Giovedì    12:00    14:00    Ufficio del docente

DOCENTE: Prof. ALBERTO MILAZZO

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenze proprie degli insegnamenti di Scienza delle Costruzioni e di Strutture Aerospaziali
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione: Conoscenza del comportamento a resistenza di materiali tradizionali e avanzati per le costruzioni aerospaziali; conoscenza dei metodi standard di analisi, calcolo e progettazione della meccanica della fatica e della frattura; capacita' di individuare e comprendere le problematiche connesse all'impiego dei materiali sulle strutture aerospaziali.</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione: Capacita' di applicare metodi standard e avanzati di analisi, calcolo e progettazione strutturale nell'ambito della fatica e della meccanica della frattura per le problematiche delle costruzioni aerospaziali</p> <p>Autonomia di giudizio: Essere in grado di riconoscere le problematiche proprie del cedimento dei materiali tradizionali e avanzati, di individuarne le cause operando la scelta e l'applicazione degli approcci di analisi e sintesi, determinando quindi i conseguenti interventi di soluzione</p> <p>Abilita' comunicative: Capacita' di comunicare per mezzo di relazioni tecniche i risultati delle analisi condotte e delle soluzioni adottate nelle costruzioni aerospaziali. Lo studente avra' inoltre abilita' comunicative sia a livello di interazione all'interno di un team sia a livello di interazione con tecnici specializzati.</p> <p>Capacita' d'apprendimento: Lo studente apprendera' i principi di base della fatica, della meccanica della frattura e quindi del cedimento dei materiali (tradizionali e avanzati) nelle strutture aerospaziali. Tali principi gli consentiranno l'approfondimento degli argomenti a livello superiore attraverso la maturata capacita' di accesso e comprensione di pubblicazioni specialistiche su metodologie avanzate di analisi e sintesi strutturale</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>Prova orale con presentazione di report scritti sulle esercitazioni svolte. L'esame ha come obiettivo la verifica della adeguata conoscenza degli aspetti metodologici-operativi insegnati durante il corso e la capacita' di interpretare e descrivere i problemi dell'impiego dei materiali tradizionali e compositi nelle strutture aerospaziali, con riferimento alla normativa di certificazione degli aeromobili. L'esame consiste in una prova orale comprendente due o tre domande poste al candidato, sviluppate attraverso una discussione e dura circa venti minuti. Il candidato deve presentare all'esame le relazioni scritte di tutte le esercitazioni svolte durante il corso e, di norma, una delle domande di esame e' finalizzata a discutere ed approfondire gli argomenti sviluppati nelle esercitazioni. La valutazione avviene in trentesimi. La sufficienza ritiene raggiunta se lo studente dimostra conoscenza e comprensione basilare degli argomenti ed e' in grado di presentarli con adeguato lessico disciplinare. La valutazione, fino al massimo dei voti con lode, e' modulata in relazione alla capacita' dello studente di dimostrare</p> <ul style="list-style-type: none"><li>•confidenza e padronanza delle tematiche oggetto dell'insegnamento</li><li>•capacita' di effettuare collegamenti tra gli argomenti e con le altre discipline</li><li>•capacita' applicative a problemi complessi</li><li>•articolazione della presentazione degli argomenti</li><li>• padronanza del linguaggio settoriale</li></ul>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	Obiettivo del modulo e' fornire allo studente le conoscenze e le abilita' che permettono l'analisi ai fini progettuali e manutentivi delle problematiche di resistenza strutturale connesse all'uso dei materiali tradizionali e avanzati nelle costruzioni aerospaziali. Vengono forniti gli strumenti teorici, numerici e sperimentali per l'analisi a fatica e nell'ambito della meccanica della frattura delle strutture aerospaziali, con riferimento al loro progetto ed alla manutenzione.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali ed esercitazioni in aula
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- R. M. Jones, "Mechanics of Composite Materials", Taylor &amp; Francis; 2nd edition , 1998.</li><li>- T. L. Anderson, "Fracture Mechanics – Fundamentals and Applications", CRC Press, 2nd edition, 1995</li><li>- Appunti e Dispense a cura del docente</li><li>Ulteriori riferimenti</li><li>- M.C.Y. Niu, "Composite Airframe Structures", Hong Kong Conmilit Press Ltd., 1992.</li><li>- D. Broek, "Elementary engineering fracture mechanics", Noordhoff International Publishing , 1974.</li></ul>

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	I materiali da costruzione: cenni storici, classificazione, evoluzione nelle applicazioni aerospaziali, requisiti e vincoli.

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	Compositi fibrorinforzati: meccanica del rinforzo, proprieta' di fibra e matrice, principali tipologie di fibra e matrice
2	Legami costitutivi: anisotropia, ortotropia e isotropia.
3	Micromeccanica: determinazione delle proprieta' fisico meccaniche dei materiali compositi, meccanica dei materiali, modelli avanzati.
4	Macromeccanica: proprieta' delle lamine di materiale composito fibrorinforzato, dipendenza dall'orientamento delle fibre, tailoring. Criteri di resistenza
5	Laminati in materiale composito: teoria classica della laminazione, tensioni interlaminari, effetti dell'environment sui compositi, modelli avanzati per il calcolo dei laminati in composito.
1	Giunti incollati: stato tensionale, delaminazione
5	Fatica: generalita' e definizioni, tipologie dei cicli di carico, caratteristiche del cedimento per fatica, curve S-N, diagrammi di Goodman e Haigh. Parametri che influenzano la fatica: parametri metallurgici, ambientali e geometrici, linee guida nella progettazione. Storie di carico: determinazione ed impiego per la progettazione e la gestione della struttura. Leggi del danno cumulativo.
1	Meccanica della Frattura: Cenni storici, obiettivi della Meccanica della Frattura, classificazione microscopica della frattura, fattori che influenzano il comportamento a frattura, esempi di cedimento per frattura.
8	Meccanica della frattura elastico lineare: concentrazione di tensione all'apice di una cricca, criterio energetico di Griffith, rateo di rilascio energetico (energy release rate), resistenza all'avanzamento della cricca, propagazione stabile e instabile, fattore di intensita' degli sforzi, fattore di intensita' degli sforzi critico, esempi di applicazione, relazione fra rateo di rilascio energetico e fattore di intensificazione degli sforzi, resistenza residua.
3	Meccanica della Frattura elastoplastica: correzione di Irwin, approccio di Dugdale, forma della zona plastica, stato piano di tensione e deformazione, limiti di applicabilita' della teoria elastico-lineare, esempi di applicazione, J-integral, Crack Tip Opening Displacement.
2	Propagazione a fatica della cricca: propagazione a fatica della cricca, relazioni empiriche per la crescita a fatica della cricca, vita residua, esempi di applicazione, fattori influenzanti la propagazione a fatica, carichi ciclici ad ampiezza variabile
1	Progettazione fail-safe: fail-safe design, tecniche di ispezione
2	Meccanica della Frattura dei pannelli irrigiditi: fattore di riduzione degli sforzi nel rivestimento e fattore di amplificazione degli sforzi negli stringers, calcolo dei carichi trasmessi dai rivetti, curve di resistenza a frattura dei pannelli irrigiditi, velocita' di propagazione della cricca in un pannello irrigidito, resistenza residua dei pannelli irrigiditi
1	Cenni di fatica e danneggiamento dei materiali compositi fibrorinforzati. Cenni di meccanica della frattura per materiali compositi: caratteristiche del danneggiamento dei materiali fibrorinforzati
ORE	Esercitazioni
3	Micromeccanica: determinazione delle proprieta' fisiche e meccaniche dei materiali compositi.
2	Proprieta' delle lamine di materiale composito fibrorinforzato, dipendenza dall'orientamento delle fibre
4	Criteri di resistenza per materiali compositi
6	Laminati in materiale composito
3	Esercizi e Applicazioni di calcolo a fatica
8	Esercizi e Applicazioni di Meccanica della Frattura: propagazione instabile
3	Esercizi e Applicazioni di Meccanica della Frattura: Correzione plastica
4	Esercizi e Applicazioni di Meccanica della Frattura: propagazione stabile sotto carichi ciclici
3	Applicazioni numeriche: uso di codici commerciali