



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2016/2017
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2018/2019
<b>CORSO DILAUREA</b>	INGEGNERIA BIOMEDICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	CORROSIONE IN AMBIENTE BIOLOGICO
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	D
<b>AMBITO</b>	10437-A scelta dello studente
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	18452
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-IND/23
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	SANTAMARIA MONICA Professore Ordinario Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	54
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	3
<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>SANTAMARIA MONICA</b> Lunedì 13:00 14:00 Studio personale Edificio 6 secondo piano previa conferma per e-mail Mercoledì 12:30 14:00 Studio personale Edificio 6 secondo piano previa conferma per e-mail Venerdì 12:30 14:00 Studio personale Edificio 6 secondo piano previa conferma per e-mail

DOCENTE: Prof.ssa MONICA SANTAMARIA

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenze di chimica di base ed inorganica, e di fenomeni elettrici con particolare enfasi alle leggi di Ohm.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Lo studente al termine del corso avra' conoscenza sui meccanismi e tipi di corrosione di materiali metallici al variare delle caratteristiche chimico-fisiche dell'ambiente con speciale riferimento ad ambiente biologico. Avra' anche conoscenza sugli effetti sinergici che stati di sollecitazione hanno sui fenomeni di corrosione dei biomateriali metallici. Apprendera' le possibili tecniche di protezione, acquisendo la capacita' di comprendere gli aspetti critici che intervengono a causare i fenomeni di degrado e gli effetti conseguenti sul corpo umano.</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione Lo studente al termine del corso avra' conoscenza sui meccanismi e tipi di corrosione di materiali metallici in diversi ambienti. Dette conoscenze gli consentiranno di comprendere le cause di fenomeni di degrado dei biomateriali metallici e di scegliere per ciascuno di essi le tecniche per prevenire e controllare i danni conseguenti alla corrosione.</p> <p>Autonomia di giudizio Sulla base delle competenze acquisite lo studente sapra' scegliere in fase di progetto i biomateriali metallici da utilizzare per determinato ambiente, sapra' stimare la durata del biomateriale in funzione delle condizioni di esercizio (ambiente e stato di sollecitazione).</p> <p>Abilita' comunicative Lo studente sara' in grado di dialogare costruttivamente con le altre figure professionali coinvolte nel progetto e/o nell'intervento.</p> <p>Capacita' d'apprendimento Dopo avere appreso le conoscenze fondamentali, lo studente sara' in grado di consultare norme, manuali tecnici e letteratura scientifica del settore che gli consentano di aggiornare le sue competenze e definire i suoi interventi.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	Prova orale e discussione di una tesina su un caso studio. La valutazione sara' sufficiente se lo studente mostra almeno conoscenza degli argomenti di base dell'insegnamento e del linguaggio tecnico. Valutazioni piu' elevate saranno modulate tenendo conto della capacita' di applicazione delle conoscenze alla soluzione dei problemi proposti, della capacita' analitica, e dell'autonomia dello studente.
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	Il corso si propone di fornire i concetti di base della corrosione in vari ambienti al fine di effettuare una corretta scelta dei biomateriali o delle tecniche per prevenire e controllare i danni conseguenti alla corrosione.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Il corso prevede lezioni frontali ed esercitazioni numeriche e di laboratorio.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	Pietro Pedeferrì, Corrosione e protezione dei materiali metallici. Vol. I e Vol. II, polipress, 2007, Milano Italia. Advances in Metallic Biomaterials, M. Niinomi, T. Narushima, M. Nakai Editors, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015 Lectures notes and powerpoint presentations.

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Aspetti generali. Proprieta' dei materiali. Classificazione dei materiali. Caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche. Materiali metallici biocompatibili. Comportamento in esercizio. Danni diretti e indiretti.
6	Aspetti generali della corrosione. Definizione di corrosione a secco e a umido. Meccanismo elettrochimico di corrosione. Reazioni di corrosione: processi anodici e catodici. Legge di Faraday. Aspetti termodinamici. Diagrammi di Pourbaix
6	Aspetti cinetici: sovratensioni nei processi anodici e catodici, condizioni di passivita. Diagrammi di Evans. Leggi di funzionamento dei sistemi di corrosione. Fattori di corrosione relativi al metallo e all'ambiente
5	Forme di corrosione: generalizzata, contatto galvanico, pitting o vaiolatura, corrosione in fessura, attacco selettivo, corrosione intergranulare, corrosione per turbolenza, abrasione e sfregamento, sotto sforzo (stress corrosion cracking), corrosione-fatica, danneggiamento da idrogeno, corrosione microbiologica.
6	Corrosione dei biomateriali metallici in colture cellulari. Effetto della composizione dell'ambiente fisiologico sulla corrosione di biomateriali metallici. Corrosione biomateriali degradabili e ibridi. Corrosione di impianti con materiali metallici nanostrutturati. Corrosione dei materiali metallici bio-assorbibili. Corrosione dei materiali da impianto nel corpo umano. Influenza delle condizioni meccaniche di lavoro degli impianti nel corpo umano.
3	Metodi di protezione dei biomateriali metallici dalla corrosione. Trattamenti superficiali: burattatura, electropolishing, passivazione e anodizing. Ossidi superficiali su materiali metallici in ambiente biologico.

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Misure elettrochimiche in colture cellulari. Misure di Spettroscopia ad Impedenza. Test standard per la valutazione dell'entità dei fenomeni di corrosione in fluidi del corpo umano.
5	Comportamento elettrochimico e resistenza alla corrosione di leghe biocompatibili: acciai inox, leghe a base di cobalto, leghe a base di Ti, leghe NiTi a memoria di forma, leghe di magnesio, Tantalio, leghe di zirconio.
1	Effetti del malfunzionamento di bio impianti indotto da corrosione (impianti cardio-vascolari, dentali, o ortopedici).
1	Pratiche di monitoraggio, prevenzione e controllo dei fenomeni di corrosione nei biomateriali.
2	Prove di corrosione (metodi di misura della velocità di corrosione, efficacia dei coating, interpretazione e utilizzo dei risultati, etc.).
1	Progettazione e Scelta dei Materiali. Uso di banche dati, sistemi esperti, normativa. Valutazioni economiche e di affidabilità.

ORE	Esercitazioni
2	Costruzione dei diagrammi di Pourbaix a partire da dati termodinamici e loro impiego
2	Stima dei parametri cinetici di una semireazione elettrochimica dalla curva di polarizzazione ed ottenimento dei diagrammi di Evans.
2	Esperimenti sulla reazione di ossido riduzione della coppia redox $K_4Fe(CN)_6 - K_3Fe(CN)_6$ . Sviluppo di $H_2$ su Pt e Pb. Riduzione di $O_2$ .
2	Metodi sperimentali per misure di potenziale e di velocità di corrosione (misure di resistenza di polarizzazione d.c. e a.c.)
2	Identificazione dei prodotti di corrosione tramite diffrazione a raggi X e spettroscopia Raman. Analisi della morfologia dell'attacco corrosivo tramite microscopia elettronica a scansione
2	Crescita e misure della resistenza alla corrosione di film anodici su leghe di Al e di Mg.
2	Passivazione e resistenza alla corrosione di Ti e leghe di Ti, e di acciai al carbonio ed inox.