



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2020/2021
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2021/2022
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	INGEGNERIA DEI SISTEMI EDILIZI
<b>INSEGNAMENTO</b>	CORROSIONE E PROTEZIONE DI MATERIALI METALLICI PER L'EDILIZIA
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	C
<b>AMBITO</b>	20915-Attività formative affini o integrative
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	18554
<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>	98
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	52
<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>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 e di fenomeni elettrici con particolare enfasi alle leggi di Ohm.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione          Lo studente al termine del corso avra' conoscenza sui meccanismi e tipi di corrosione di materiali metallici impiegati nell'edilizia al variare delle caratteristiche chimico-fisiche dell'ambiente. Avra' anche conoscenza sugli effetti sinergici che stati di sollecitazione hanno sui fenomeni di corrosione. Apprendera' le possibili tecniche di protezione, acquisendo la capacita' di comprendere gli aspetti critici che intervengono a causare i fenomeni di degrado.</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione          Le abilita' acquisite dallo studente durante il corso gli consentiranno di comprendere le cause dei fenomeni di degrado di materiali gia' messi in opera e/o di scegliere i materiali e le tecniche per prevenire e controllare i danni conseguenti alla corrosione. Sara' in grado di offrire ai committenti (pubblici e privati) soluzioni per il recupero di materiali metallici gia' messi in opera, proponendo prodotti e tecniche innovative esistenti sul mercato edilizio nazionale ed internazionale.</p> <p>Autonomia di giudizio          Sulla base delle competenze acquisite lo studente sapra' scegliere in fase di progetto i materiali da utilizzare per determinato ambiente, e sapra' in fase di monitoraggio stabilire come e quando intervenire per arrestare i fenomeni di degrado.</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 e manuali tecnici, che gli consentano di aggiornare le sue competenze e definire i suoi interventi.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>La valutazione dello studente prevede una prova orale in cui vengono proposte delle domande a risposta aperta concentrate su tre ambiti: aspetti termodinamici dei processi di corrosione, aspetti cinetici dei processi di corrosione e descrizione delle problematiche relative ad accoppiamenti metallo/ambiente tipici dell'edilizia. Le domande saranno in parte quantitative ed in parte qualitative, e lo studente potra' avvalersi di strumenti che lo aiutino a rispondere in maniera corretta (Atlante dei Diagrammi di Pourbaix, Normativa, etc.). Infine, lo studente discuterà un caso studio scelto fra una lista di tre proposte. Lo studente dovrà dimostrare capacita' di elaborare le conoscenze fondamentali acquisite nel corso utilizzandole per superare i problemi pratici che gli vengono posti (scelta del materiale per fissato ambiente, dell'eventuale sistema di protezione, etc.), e capacita' di esprimersi con un linguaggio tecnicamente corretto sui contenuti dell'insegnamento. Sara' richiesta particolare attenzione alle unita' di misura delle grandezze fisiche di interesse (ad esempio corrente, densita' di corrente, velocita' di corrosione, etc.).</p> <p>Il punteggio della prova d'esame e' attribuito mediante un voto espresso in trentesimi con eventuale lode. La verifica finale mira a valutare se lo studente abbia conoscenza e comprensione degli argomenti, abbia acquisito competenza interpretativa e autonomia di giudizio di casi concreti. Lo schema di valutazione a cui si fa riferimento e' quello riportato nella bacheca in fondo alla homepage del sito del Corso di Studi alla voce "Metodi di valutazione".</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	Il corso si propone di fornire i concetti di base della corrosione al fine di effettuare una corretta scelta dei materiali o delle tecniche per prevenire e controllare i danni conseguenti alla corrosione dei materiali metallici comunemente impiegati nell'edilizia.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Il corso prevede lezioni frontali ed esercitazioni numeriche e di laboratorio. Il corso sarà tenuto in lingua inglese.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	Pietro Pedeferrì, Corrosione e protezione dei materiali metallici. Vol. I e Vol. II, polipress, 2007, Milano Italia. Luca Bertolini, Materiali da Costruzione, Vol. II, seconda edizione, Citta' Studi Edizioni, 2012. Lectures notes and powerpoint presentations.

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Richiami di chimica inorganica ed elettrochimica.
3	Aspetti generali. Proprieta' dei materiali. Classificazione dei materiali. Caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche. Comportamento in esercizio. Danni diretti e indiretti.

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	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. Equazione di Nernst. Diagrammi di Pourbaix.
4	Aspetti cinetici: sovratensioni nei processi anodici e catodici, condizioni di passività. Diagrammi di Evans. Leggi di funzionamento dei sistemi di corrosione. Fattori di corrosione relativi al metallo e all'ambiente.
3	Forme di corrosione: generalizzata, contatto galvanico, pitting o vaiolatura, corrosione in fessura, corrosione da interferenza, attacco selettivo, corrosione intergranulare, corrosione per turbolenza, abrasione e sfregamento, sotto sforzo (stress corrosion cracking), corrosione-fatica, danneggiamento da idrogeno, corrosione microbiologica. Corrosione in presenza di CO <sub>2</sub> e di H <sub>2</sub> S.
3	Degrado del calcestruzzo e delle armature: corrosione delle armature per carbonatazione e cloruri, corrosione delle armature di precompressione. Corrosione delle costruzioni metalliche negli ambienti naturali (atmosfera, terreno, acque). Durabilità delle strutture in c.a. e c.a.p.: fattori legati al calcestruzzo; protezioni aggiuntive (armature resistenti a corrosione, trattamenti superficiali del calcestruzzo, prevenzione catodica); progetto della durabilità.
3	Protezione delle strutture e dei componenti metallici: pitture, rivestimenti metallici, inibitori, altre protezioni superficiali, protezione catodica, scelta del materiale.
3	Strutture in acciaio. Corrosione atmosferica degli acciai non legati. Protezione. Acciai patinabili. Strutture in acciaio interrate o immerse. Acciai Inox. Sensibilizzazione degli acciai. Corrosione intergranulare. Materiali metallici da costruzione non ferrosi.
3	Indagini sui materiali e sulle costruzioni: tecniche di ispezione sulle strutture e metodi non distruttivi; analisi sui materiali degradati; monitoraggio del degrado; analisi chimiche e microstrutturali.
1	Prove di corrosione (metodi di misura della velocità di corrosione in laboratorio e in campo, interpretazione e utilizzo dei risultati).
1	Progettazione e scelta dei materiali. Uso di banche dati, sistemi esperti, normativa. Valutazioni economiche e di affidabilità (Life Cycle Cost, Decision analysis)

ORE	Esercitazioni
3	Costruzione dei diagrammi di Pourbaix a partire da dati termodinamici e loro impiego
3	Attività di laboratorio e svolgimento di esercizi numerici su aspetti termodinamici delle catene galvaniche. Discussione interattiva.
3	Metodi sperimentali per misure di potenziale e di velocità di corrosione. Registrazione di curve di polarizzazione in diversi ambienti. Stima del potenziale di corrosione e della resistenza di polarizzazione con metodo dc e ac. Test di resistenza alla corrosione di film passivi su acciaio e su metalli non ferrosi per l'edilizia.
3	Metodi di prevenzione e protezione dalla corrosione: materiali nobili e passivi, rivestimenti, film anodici. Anodizing di leghe leggere dell'alluminio usate in edilizia.
3	Indagini sui materiali e sulle costruzioni. Tecniche di ispezione sulle strutture e metodi non distruttivi; analisi sui materiali degradati; monitoraggio del degrado.
3	Applicazioni della protezione catodica. Potenziale di protezione. Densità di corrente di protezione. Sistemi ad anodi galvanici. Sistemi a corrente impressa
3	Interventi tradizionali ed interventi con tecniche elettrochimiche per il monitoraggio ed il ripristino di strutture in cemento armato.
3	Identificazione dei prodotti di corrosione tramite diffrazione a raggi X e spettroscopia Raman. Analisi della morfologia dell'attacco corrosivo tramite microscopia elettronica a scansione.