

# CORSO DI LAUREA TRIENNALE L-2 D.M. 270 BIOTECNOLOGIE

## **Finalità**

Come definito dall'European Federation of Biotechnology, Biotecnologia è qualsiasi applicazione che impieghi sistemi biologici, organismi viventi o loro derivati per creare o modificare prodotti o processi per usi specifici.

Le Biotecnologie esistono fin dai tempi antichi in cui l'uomo ha imparato ad utilizzare la fermentazione per fare il pane, il formaggio e il vino o a selezionare piante ed animali con migliori caratteristiche dal punto di vista alimentare o di resistenza ai parassiti. Queste Biotecnologie "antiche", tuttavia, erano basate principalmente su tentativi empirici e richiedevano lunghi tempi per selezionare un prodotto soddisfacente. Le Biotecnologie moderne si avvalgono delle attuali conoscenze nell'ambito delle Scienze della Vita (ad esempio della Genetica, Biologia Molecolare, Biochimica, Microbiologia, Fisiologia Vegetale) per rendere più veloce e più efficiente il processo di creazione e modificazione di prodotti e si rivolgono ad ampi settori che spaziano dalla produzione industriale alla produzione agricola e dalle problematiche ambientali al mondo della salute.

Ad esempio, tra i compiti delle Biotecnologie si annovera la ricerca di farmaci nuovi e migliori sia dal punto di vista dell'efficacia terapeutica, sia dal punto di vista dell'efficienza di produzione ("Biotecnologie rosse"). L'insulina umana prodotta mediante ingegneria genetica è stata il primo farmaco biotecnologico ad essere immesso sul mercato, ma oggi la ricerca in questo settore utilizza moltissimo le Biotecnologie e ormai sono centinaia i farmaci biotech già sul mercato o in fase di sperimentazione, tra cui vaccini e ormoni.

L'applicazione delle tecniche biotecnologiche in campo medico sta ottenendo notevoli risultati con l'utilizzo della terapia genica per il trattamento di diverse malattie genetiche umane. L'introduzione della copia corretta di un gene difettoso nelle cellule somatiche di un paziente è infatti una tecnica sempre più promettente per curare malattie ereditarie come l'emofilia, la talassemia e la fibrosi cistica; inoltre, l'uso della terapia genica per la cura del cancro, con l'introduzione di geni specifici che determinano la morte selettiva delle cellule cancerose, è considerato l'approccio potenzialmente più efficace al trattamento di molti tipi di tumore.

Altrettanto numerose sono le applicazioni elaborate dalle Biotecnologie per la soluzione di problemi quali il controllo dell'inquinamento e l'eliminazione dei rifiuti tossici; queste applicazioni fanno uso di microrganismi modificati allo scopo di essere utilmente impiegati come biodegradatori in quel campo della protezione dell'ambiente che viene definito biorisanamento.

Le Biotecnologie hanno anche consentito, e sempre di più consentiranno nel futuro, di creare anche numerose varietà vegetali le cui caratteristiche fisiologiche sono state modificate tramite tecniche di ingegneria genetica e che quindi presentano migliori qualità nutrizionali (ad esempio riso arricchito di vitamine), resistenza a fattori nocivi e produttività anche in terreni "difficili", oppure sono state modificate per trasformarle in biomassa da convertire in carburante "ecologico" ("Biotecnologie verdi").

Infine, ma non ultimo, grande interesse hanno le cosiddette "Biotecnologie bianche". Le

principali applicazioni in questo settore prevedono la manipolazione e l'utilizzo di enzimi, cioè di proteine deputate ad accelerare una data reazione chimica, nell'ottimizzazione di processi di interesse industriale in settori diversi come la produzione e il miglioramento degli alimenti o, ad esempio, la produzione della carta.

L'enorme rilevanza delle Biotecnologie è dimostrata dal fatto che oggi tutti i paesi del mondo, non solo i più ricchi ma anche altri meno sviluppati, stanno investendo moltissimo in questo campo.

L'importanza economica e la crescita del settore si riflettono nel numero di brevetti per invenzioni Biotecnologiche presentate all'Ufficio Brevetti Europeo (EPO), che si colloca costantemente nei primi dieci fra i diversi settori tecnici. La Comunità Europea si è anche occupata di regolamentare lo sviluppo e lo sfruttamento di prodotti Biotecnologici nel rispetto delle norme di Bioetica.

Benché il settore delle Biotecnologie In Italia sia partito con un grave ritardo rispetto ad altri paesi europei, il numero di vere e proprie imprese nel campo delle Biotecnologie e di "spin-off", cioè di iniziative imprenditoriali che nascono per gemmazione da strutture più grandi e consolidate come le Università, è in costante aumento e negli ultimi anni sono anche aumentati gli investimenti. Questo sviluppo si traduce in posti di lavoro e occasioni di ricerca d'avanguardia.

Il corso di laurea in Biotecnologie di Tor Vergata punta a formare Biotecnologi che conoscano bene le basi di questa disciplina e le loro applicazioni, che sappiano controllare i prodotti derivanti dalle biotecnologie e siano in grado di valutarne l'impatto sull'ambiente e sul sistema economico. La laurea triennale in Biotecnologie permette l'iscrizione all'Ordine nazionale dei Biologi o quello degli Agrotecnici e Agrotecnici laureati.

Un Biotecnologo ha anche la possibilità di proseguire nel campo della specializzazione e della ricerca. Grazie alla formazione nel corso di laurea triennale può accedere infatti alla laurea magistrali ed eventualmente ai dottorati di ricerca.

Lo studio si svolge nel campus di Tor Vergata, ma sono previsti periodi di formazione presso laboratori pubblici e privati che operano in ambito biotecnologico. Il rapporto tra studenti e docenti è piuttosto basso (cioè ci sono molti docenti a disposizione di classi di studenti abbastanza piccole) e questo certamente contribuisce alla qualità della didattica, che è anche continuamente monitorata attraverso il controllo dei curriculum di studio ad opera di tutor scelti fra i docenti del corso.

## Ordinamento degli Studi- laurea Triennale

**I SEMESTRE: 7 ottobre 2013 – 20 dicembre 2013**

**II SEMESTRE: 3 marzo 2014 - 30 maggio 2014**

### 1°Anno

| I SEMESTRE  | Crediti formativi | Crediti laboratorio |
|---|-------------------|---------------------|
| Chimica Generale  | 5                 | 2                   |
| <i>Corso Integrato</i> Biologia Cellulare e dello Sviluppo ( <i>Citologia e Istologia</i> ) | 5                 | 2                   |
| Genetica di Base e Tecnologie Genetiche   | 7                 |                     |
| Matematica  | 5                 | 3                   |
| Attività a scelta   | 1                 |                     |
| <i>Totale Crediti</i>   | <i>23</i>         | <i>7</i>            |

| II SEMESTRE   | Crediti formativi | Crediti laboratorio |
|---|-------------------|---------------------|
| Corso Integrato di Biologia Cellulare e dello Sviluppo ( <i>Biologia dello Sviluppo</i> ) | 3                 | 2                   |
| Chimica Organica  | 5                 | 2                   |
| Fisica  | 5                 | 2                   |
| Botanica  | 5                 | 2                   |
| Inglese   | 4                 |                     |
| <i>Totale Crediti</i>   | 22                | 8                   |
| <b>Totale Crediti 1°ANNO</b>  | <b>60</b>         |                     |

## 2°Anno

| I SEMESTRE  | Crediti formativi | Crediti laboratorio |
|---|-------------------|---------------------|
| Biochimica Generale e Metodologie Biochimiche                 | 5                 |                     |
| Fisica Applicata  | 5                 | 1                   |
| Corso Integrato di Statistica ed Economia ( <i>Economia</i> ) | 6                 |                     |
| Biologia Molecolare e Bioinformatica                          | 8                 | 1                   |
| Attività a scelta   | 3                 |                     |
| <i>Totale Crediti</i>   | 27                | 2                   |

| II SEMESTRE   | Crediti formativi | Crediti laboratorio |
|---|-------------------|---------------------|
| Biochimica Generale e Metodologie Biochimiche                   | 3                 | 2                   |
| Corso Integrato di Statistica ed Economia ( <i>Statistica</i> ) | 6                 |                     |
| Ecologia ed Ecotossicologia                                     | 5                 | 1                   |
| Fisiologia Generale   | 6                 |                     |
| Genetica Molecolare Applicata                                   | 7                 | 1                   |
| <i>Totale Crediti</i>   | 27                | 4                   |
| <b>Totale Crediti 2°ANNO</b>                                    | <b>60</b>         |                     |

## 3°Anno

| I SEMESTRE  | Crediti formativi | Crediti laboratorio |
|---|-------------------|---------------------|
| Fisiologia e Biotecnologie Vegetali ( <i>Fisiologia Vegetale</i> )                      | 6                 |                     |
| Aspetti Giuridici ed Etici  | 6                 |                     |
| Corso Integrato di Microbiologia Generale e Virologia ( <i>Microbiologia Generale</i> ) | 6                 | 2                   |
| Applicaz. di Biochimica Clinica ed Industriale  | 6                 |                     |
| Immunologia e Patologia   | 6                 |                     |
| <i>Totale Crediti</i>   | 30                | 2                   |

| II SEMESTRE   | Crediti formativi | Crediti laboratorio |
|---|-------------------|---------------------|
| Fisiologia e Biotecnologie Vegetali<br>( <i>Biotecnologie Vegetali</i> )      | 4                 |                     |
| Corso Integrato di Microbiologia Generale e<br>Virologia ( <i>Virologia</i> ) | 5                 | 1                   |
| Attività a scelta   | 8                 |                     |
| Tirocinio   | 6                 |                     |
| Prova Finale  | 4                 |                     |
| <i>Totale Crediti</i>   | 27                | 1                   |
| <b>Totale Crediti 3°ANNO</b>  | <b>60</b>         |                     |

## PROGRAMMI DEI CORSI

### APPLICAZIONI DI BIOCHIMICA CLINICA E INDUSTRIALE: 6 CFU

Prof. Mario Lo Bello

#### *Programma*

Propedeuticità: Biochimica generale e Fisiologia generale

Introduzione alla Biochimica clinica. Equilibrio elettrolitico; funzione renale ed equilibrio acido-base; funzione respiratoria e trasporto dell'ossigeno; enzimi, infarto del miocardio, funzionalità epatica, metabolismo del glucosio e diabete, regolazione di calcio, fosfato e magnesio. Endocrinologia. Marcatori tumorali. Metabolismo dei lipidi e lipoproteine del plasma. Disordini del ferro e metabolismo delle porfirine. Rame e zinco. Disordine metabolico delle purine. Applicazioni della biologia molecolare alla biochimica clinica: malattie genetiche mono e poligeniche. Applicazioni cliniche dello studio del proteoma. Meccanismi biochimici di farmaci e sostanze tossiche: Struttura e funzione degli enzimi che metabolizzano farmaci e xenobiotici (citocromo P450, glucuronosil trasferasi, solfotrasferasi, epossido idrolasi, glutazione trasferasi), farmacogenetica e meccanismi di induzione. Meccanismi di tossicità e di protezione cellulare.

#### *Testi consigliati :*

1. Gaw, R.A. Cowan, D.S.J. O'Reilly, M.J. Stewart, J. Shepherd, *Biochimica Clinica*, Terza edizione (Edizione italiana a cura di Mario Lo Bello e Luisa Rossi ) Elsevier Masson (2004)
2. A.F. Smith, G.J. Beckett, S.W. Walzer, P.W.H. Rae, *Clinical Biochemistry*, Blackwell Science, sixth edition (1998)
3. Giorgio Federici (a cura di) *Medicina di laboratorio* Terza edizione Mc Graw-Hill (2008)
4. Dispense del docente

### ASPETTI GIURIDICI ED ETICI: 6 CFU

Dott.ssa Fabiola Massa

#### *Programma*

Il corso si articola, in una prima parte in cui saranno approfonditi i temi delle fonti del diritto, dell'interpretazione delle norme e del contratto, ed in una parte in cui sarà affrontato il tema della tutela giuridica dei trovati biotecnologici, con particolare riguardo sia agli aspetti teorici, che a quelli applicativi. Alcune lezioni saranno dedicate al confronto tra la normativa europea e quella statunitense

dei brevetti, così da consentire ai frequentanti una prospettiva aperta al contesto internazionale. Nella parte finale del corso saranno, inoltre, illustrate le tecniche di consultazione delle principali banche dati brevettuali.

Al fine del superamento dell'esame, chi ha partecipato alle lezioni può basare la propria preparazione sugli appunti e sul materiale bibliografico distribuito nel corso delle lezioni; chi non ha avuto la possibilità di frequentare il corso può curare la preparazione utilizzando, per i temi trattati nella prima parte, un manuale universitario aggiornato di Istituzioni di diritto privato a propria scelta, mentre per i temi della seconda parte i seguenti testi:

*Testi consigliati:*

1. Vanzetti A., Di Cataldo V., *Manuale di diritto industriale*, VI ediz., Giuffrè, Milano, 2009, per le nozioni generali della tutela giuridica della proprietà industriale;
2. Ghidini G.-Cavani G. (a cura di), *Brevetti e biotecnologie*, Luiss University Press, Roma, 2007 od alternativamente AA.VV., *La protezione giuridica delle invenzioni biotecnologiche*, DI CATALDO, V. (a cura di), in *Nuove leggi civ. comm.*, 2008, 353 ss., per la disciplina speciale dei trovati biotecnologici.

## **BIOCHIMICA GENERALE E METODOLOGIE BIOCHIMICHE: 10 CFU**

Prof.ssa Maria Teresa Carri

### **Programma**

*Gli aminoacidi.* Proprietà generali e funzioni degli aminoacidi, classificazione, proprietà acido-basiche, punto isoelettrico.

*Struttura e funzione delle proteine.* Il legame peptidico. Livelli di organizzazione strutturale delle proteine. L $\alpha$ -elica. I foglietti  $\beta$ . Proteine fibrose, collagene. Ripiegamento e stabilità delle proteine. Mioglobina ed emoglobina. Cenni sulla struttura delle immunoglobuline e sulle basi biochimiche della contrazione muscolare.

*Enzimi.* Proprietà generali. Classificazione. Sito attivo. Specificità di substrato. Cofattori e coenzimi. Energia di attivazione. Stato di transizione ed effetti dell'enzima sul substrato. Cenni sui meccanismi di catalisi. Aspetti termodinamici della catalisi. Equazione di Michaelis-Menten. Km, Vmax e Kcat. Inibizione enzimatica. Regolazione dell'attività enzimatica.

*Carboidrati.* Monosaccaridi e polisaccaridi. Polisaccaridi di riserva e strutturali. Glicoproteine. Proteoglicani.

*Lipidi.* Acidi grassi. Triacilgliceroli. Fosfoglicerolipidi e sfingolipidi. Colesterolo. Doppie strati lipidici. Membrane biologiche. Modello del mosaico fluido. Endocitosi. Trasporto attraverso le membrane.

*Metodologie Biochimiche.* Cenni di metodi statistici. Spettrofotometria uv/vis; Tecniche di dosaggio delle proteine; Elettroforesi di proteine e DNA; Tecniche di determinazione della sequenza aminoacilica delle proteine; Cromatografia e applicazioni allo studio delle proteine; Tecniche di centrifugazione, ultrafiltrazione, dialisi; Produzione di anticorpi e metodi che utilizzano anticorpi (Western blot, ELISA, RIA, immunocitochimica); tecniche di genomica e proteomica; produzione e caratterizzazione di proteine ricombinanti.

*Il metabolismo.* Generalità; cenni di energetica e di meccanismi di regolazione delle vie metaboliche; intermedi che conservano energia; reazioni ossido-riduttive; cofattori enzimatici.

*Metabolismo degli esosi.* Glicolisi e sua regolazione; fermentazione omolattica e fermentazione alcolica; via del pentosio fosfato; gluconeogenesi e sua regolazione; sintesi del glicogeno e sua regolazione; degradazione del glicogeno e sua regolazione. Energetica del metabolismo degli esosi.

*Metabolismo dell'AcetilCoA.* Il ciclo dell'acido citrico e sua regolazione; la via del glicossilato. Energetica della utilizzazione dell'AcetilCoA.

*Metabolismo energetico mitocondriale.* I sistemi shuttle; la catena di trasporto degli elettroni; i citocromi; fosforilazione ossidativa; teoria chemiosmotica; energetica della respirazione.

*La fotosintesi.* Utilizzazione dell'energia luminosa; pigmenti fotosintetici e fotosistemi; complessi che sviluppano ossigeno; fotofosforilazione; il Ciclo di Calvin; energetica della fotosintesi.

*Metabolismo dei lipidi.* Digestione e assorbimento. Catabolismo degli acidi grassi. Biosintesi degli acidi grassi, biosintesi e trasporto del colesterolo.

*Metabolismo degli aminoacidi.* Metabolismo del gruppo amminico. Fissazione dell'azoto. Degradazione delle proteine, transaminazione, deaminazione e ciclo dell'urea. Generalità sulle vie di degradazione degli aminoacidi.

*Testi consigliati:*

1. D. Voet, J.G. Voet, C.W Pratt, *Fondamenti di Biochimica*, Zanichelli
2. D.L. Nelson, M.M. Cox, *I Principi di Biochimica di Lehninger*, Zanichelli
3. Bonaccorsi di Patti, Contestabile, Di Salvo (a cura di) *Metodologie Biochimiche*, Ambrosiana

## **BIOLOGIA CELLULARE E DELLO SVILUPPO - CORSO INTEGRATO: 12 CFU**

### **modulo CITOLOGIA ED ISTOLOGIA 5+2 CFU**

Dott. Carlo Rodolfo

#### **Programma**

La teoria cellulare. Osservazione delle cellule e dei tessuti. Microscopia ottica ed elettronica. Cenni sulla composizione chimica della cellula. Le membrane biologiche ed il sistema di endomembrane. I mitocondri, il citoscheletro, il nucleo, il ciclo cellulare, la mitosi e la meiosi. Tessuti epiteliali di rivestimento e ghiandolari. Le ghiandole esocrine ed endocrine. Tessuti connettivo, muscolare e nervoso. Sistema circolatorio, il sangue ed il sistema Immunitario. Apparato respiratorio. Sistema nervoso centrale e periferico. Organi di senso.

*Testi consigliati:*

1. Lewin, *Cellule*, Zanichelli
2. Becker, *Il mondo della Cellula*, EdiSES
3. Wheater, *Istologia ed Anatomia microscopica*, Elsevier
4. Gartner-Hiatt, *Istologia*, EdiSES

### **modulo BIOLOGIA DELLO SVILUPPO 3+2 CFU**

Prof. Mauro Piacentini

#### **Programma**

Introduzione all'embriologia. Storia della Biologia dello Sviluppo. Sviluppo dei gameti. Linea germinale. La fecondazione. Modelli di sviluppo in embriologia. Morfogenesi. Segmentazione. Gastrulazione. Derivati ectodermici, mesodermici ed entodermici. Annessi embrionali. Determinazione Interazioni cellulari e fenomeni di induzione. La determinazione degli assi corporei. Le basi cellulari dello Sviluppo e Differenziamento. Proliferazione. Morte cellulare programmata. Molecole di adesione. Applicazioni dell'Embriologia in Biotecnologie. Ingegnerizzazione di cellule eucariotiche ai fini industriali. Sviluppo di modelli animali per lo studio di geni eucariotici e per l'analisi delle principali malattie genetiche: animali "transgenici" e "knockout".

*Testi consigliati:*

1. Scott F. Gilbert, *Biologia dello Sviluppo*, Zanichelli
2. C. Houillon, *Embriologia dei Vertebrati*, Casa Editrice Ambrosiana

## **BIOLOGIA MOLECOLARE E BIOINFORMATICA: 9 CFU**

### **modulo BIOLOGIA MOLECOLARE 5+1 CFU**

Prof. Fabrizio Loreni

#### **Programma**

Propedeuticità: Genetica

Il DNA come materiale genetico. Struttura chimica, struttura fisica e superstrutture del DNA e dell'RNA. Replicazione del DNA e suo controllo. Trascrizione e sua regolazione: promotori, RNA polimerasi, fattori di trascrizione. Maturazione splicing ed editing dei trascritti. Sintesi proteica: struttura mRNA, tRNA e ribosomi, fattori di traduzione; inizio, allungamento e terminazione della traduzione; controlli traduzionali. Organizzazione geni e famiglie geniche. Sequenze semplici e DNA satelliti. Struttura dei cromosomi: centromeri, telomeri, impacchettamento del DNA, cromatina e nucleosomi. Trasposoni e retroposoni, virus a DNA e a RNA.

*Testi consigliati:*

Lewin, *Il gene* Edizione compatta, Zanichelli

### **modulo BIOINFORMATICA 3 cfu**

Prof. Mattia Falconi

#### **Programma**

Propedeuticità: Genetica, Matematica, Biologia Molecolare

Il ruolo della Bioinformatica nell'era postgenomica; struttura dell'elaboratore elettronico e delle reti di elaboratori; programmi per accedere alla rete; il sistema operativo UNIX; elementi di struttura del DNA e delle proteine; banche dati biologiche primarie e secondarie; metodi di allineamento delle sequenze di acidi nucleici e di proteine; predizione della struttura secondaria di proteine e di RNA; modelli per omologia; reti neurali e Hidden Markov Models; analisi strutturale delle proteine; metodi di riconoscimento di fold, calcoli energetici: minimizzazione dell'energia e dinamica molecolare, procedure di docking.

*Testi consigliati :*

1. *Introduzione alla Bioinformatica*, Ed. Zanichelli
2. *Bioinformatica*, Ed. Zanichelli

### **BOTANICA: 7 CFU**

Prof.ssa Cinzia Forni

#### **Programma**

Cellula vegetale: le membrane e il sistema di endomembrane, i mitocondri, i perossisomi, i ribosomi. La parete. Il citoscheletro. Il vacuolo. I plastidi

I Tessuti vegetali: caratteristiche fondamentali dei tessuti vegetali. I tessuti embrionali o meristemati. Tessuti adulti: tessuti parenchimatici, tessuti tegumentali, tessuti meccanici, tessuti conduttori, tessuti secretori.

Gli organi delle piante: Fusto, foglia, radice.

La Riproduzione nelle piante: riproduzione vegetativa e sessuale. I cicli biologici. La riproduzione nelle angiosperme: propagazione vegetativa e riproduzione sessuale. Transizione dalla fase vegetativa alla fase riproduttiva. Il fiore, il seme, il frutto.

La diversità vegetale : Classificazione, nomenclatura e studio della variabilità.

I principali gruppi di organismi. I Cianobatteri : caratteristiche, importanza evolutiva ed ecologica. Le alghe. Il passaggio dalla vita acquatica a quella terrestre: i problemi da risolvere. Le Briofite: caratteristiche generali e loro importanza. Pteridofite: caratteristiche generali e loro importanza. Gimnosperme: caratteri generali e riproduzione. Angiosperme: caratteri generali delle eu-dicotiledoni e delle monocotiledoni. Piante di interesse economico. I funghi : caratteri generali e riproduzione. Importanza ecologica dei funghi.

*Testi consigliati:*

G. Pasqua, G. Abbate, C. Forni, *Botanica generale e diversità dei vegetali*. Ed. Piccin

### **CHIMICA GENERALE: 7 CFU**

Prof. P. Tagliatesta (A-L)

Dr. R. Polini (M-Z)

#### **Programma**

Atomi ed elementi. Peso atomico. Numero atomico. La struttura atomica e molecolare. Il legame chimico. Regola dell'ottetto. Orbitali molecolari. Teoria VSEPR. Orbitali ibridi. La mole. Il numero di Avogadro. Reazioni chimiche. Reazioni di ossidoriduzione, idrossidi e acidi. Gli orbitali atomici forme e differenze. L' elettronegatività. La struttura elettronica molecolare. Il legame chimico omeopolare, covalente e ionico. La struttura elettronica, legami chimici e la geometria delle molecole. L'ibridazione. I composti di coordinazione. Le reazioni chimiche di equilibrio. Gli equilibri omogenei ed eterogenei. Relazione tra  $K_p$  e  $K_c$ . Le soluzioni. Gli equilibri in soluzione. Acidi, basi, forti e deboli. L'idrolisi, le titolazioni di acidi e basi. I tamponi. La teoria acido-base coniugati. Il numero di ossidazione. Le reazioni di ossidoriduzione e la procedura per il loro bilanciamento. Le pile. La misura elettrochimica del pH. Elettrodo a idrogeno. Cenni di termodinamica. Proprietà colligative.

### **CHIMICA ORGANICA: 7 CFU**

Prof. Massimo Bietti

#### **Programma**

Propedeuticità: Chimica Generale ed Inorganica

Legami chimici e struttura delle molecole. Acidi e basi. Regole di nomenclatura IUPAC. La stereochimica. Struttura, proprietà fisiche e reattività delle principali classi di composti organici: alcani, alcheni, alchini, alogenuri alchilici, alcoli, tioli, eteri, composti aromatici, ammine, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici e derivati. Le biomolecole: carboidrati, lipidi, amminoacidi, peptidi, proteine (struttura primaria), nucleosidi, nucleotidi e acidi nucleici (struttura primaria).

#### **Testi consigliati:**

1. W.H. Brown, Introduzione alla Chimica Organica, II ed. it., EdiSES, 2001
2. D.R. Benson, B. Iverson, S. Iverson Guida alla soluzione dei problemi tratti da Introduzione alla Chimica Organica, II ed., EdiSES, 2001

### **ECOLOGIA ED ECOTOSSICOLOGIA: 6 CFU**

Prof.ssa Luciana Migliore

#### **Programma**

ECOLOGIA GENERALE.

Concetti e definizioni dei livelli di organizzazione della materia vivente. Fattori abiotici negli ecosistemi naturali: luce, temperatura, ossigeno, pH, ecc.; fattori biotici negli ecosistemi naturali: relazioni intra e interspecifiche (competizione, predazione, parassitismo, mutualismo).

Livelli di organizzazione della materia vivente. Popolazioni: definizione, caratteristiche statistiche (natalità, mortalità, curve di sopravvivenza, curve di accrescimento, distribuzione nello spazio, ecc.). Comunità: definizione, struttura e composizione, variazioni sui gradienti ambientali. Biomi. Ecosistema: definizione, struttura trofica, circuiti energetici e flussi di energia, diversità nello spazio e nel tempo, cicli bio-geochimici.

ECOLOGIA APPLICATA

Ecologia e teorie economiche, sostenibilità, biodiversità.



Contaminazione ambientale: acqua, suolo, aria, inclusi gli agroecosistemi. Il global warming, gli OGM, l'inquinamento da farmaci. Le biotecnologie per la risoluzione di problemi ambientali.

#### ECOTOSSICOLOGIA

Concetti e definizioni. Quantificazione e misure degli effetti ecotossicologici. I test di tossicità. L'elaborazione dei dati. Ecotossicità negli ambienti acquatici. Test su *Daphnia*, su *Artemia* e su *Vibrio*. Bioindicatori.

#### **FISICA: 7 CFU**

Prof.ssa Carla Andreani

##### *Programma*

Introduzione al metodo scientifico; Cinematica del punto materiale; Le leggi della dinamica del punto; Energia; Cenni di dinamica dei sistemi; Cenni di meccanica dei fluidi.

La pressione; Termodinamica; Elettrostatica.

Conduttori e isolanti; Cenni di Elettromagnetismo e di Ottica geometrica

##### *Testi consigliati:*

1. Halliday Resnick: *Fondamenti di Fisica*, Casa Editrice Ambrosiana
2. P. Tipler: *Invito alla Fisica*, Ed. Zanichelli
3. C. Andreani, G. Festa, A. Lapi, R. Senes (2010). *Quesiti e soluzioni di fisica generale* ROMA: Exòrma Edizioni, ISBN: 978-88-95688-51-0

#### **FISICA APPLICATA: 6 CFU**

Prof. Livio Narici

##### *Programma*

###### *Prima parte*

Il legge di Newton. Le forze di attrito. Moti in un mezzo resistivo. La sedimentazione. VES. Centrifughe. Coefficiente di Sedimentazione. Elettroforesi.

Onde meccaniche. Onde trasversali e longitudinali. Descrizione di un'onda che si propaga in un mezzo. Lunghezza d'onda, numero d'onda angolare, numero d'onda, periodo, pulsazione e frequenza. La velocità di propagazione dell'onda. Energia e potenza in un onda in moto. Potenza trasferita. Il principio di sovrapposizione. Interferenza. Onde stazionarie. Onde acustiche. Velocità del suono. Onda di pressione. Interferenza sonora. Intensità e livello sonoro. La scala dei decibel. Effetto Doppler. Ultrasuoni. Flussimetria Doppler. Ecografia.

Riflessione e Rifrazione della luce. Riflessione totale. Endoscopio. Dispersione cromatica. Spettrofotometria. Interferenza. Diffrazione. Esperienza di Young. Intensità dell'interferenza da una doppia fenditura. Interferenza su pellicole sottili. Diffrazione da una singola fenditura. Diffrazione attraverso un foro circolare. Potere risolutivo. Il vantaggio del microscopio elettronico. Diffrazione da una doppia fenditura. Reticolo di diffrazione. Dispersione e potere risolvente per un reticolo. Diffrazione dei raggi X.

###### *Seconda parte*

Introduzione alla misura. Errori. Propagazione degli errori - Uso dei grafici - Analisi statistica degli errori. La distribuzione normale. Deviazione standard. Deviazione standard della media. Confronto di valori medi dal punto di vista statistico. Media pesata. Metodo dei minimi quadrati. Covarianza, correlazione. Regressione lineare. Il significato quantitativo del coefficiente di correlazione lineare. Il test chi-quadro, la distribuzione del t-Student (cenni).

##### *Testi consigliati:*

Molti argomenti si trovano sui testi di Fisica usati nel primo anno (esempio: Halliday – Resnik – Walker). Gli argomenti integrativi si trovano sulle note presenti nel sito web di Ateneo.

Consigliato : J.R. Taylor - *Introduzione all'analisi degli errori* – Zanichelli

### **FISIOLOGIA GENERALE: 6 CFU**

Prof. A. Spinedi

#### **Programma**

Propedeuticità: Biochimica Generale

Trasporti di membrana, canali ionici, recettori. Proprietà elettriche delle membrane. Potenziali d'azione.

Elementi eccitabili: cellule muscolari e neuroni. Apparato cardiovascolare. Apparato respiratorio.

Funzione renale. Ormoni. Asse ipotalamo-ipofisario.

#### **Testi consigliati:**

1. D.U. Silverthorn, *Fisiologia. Un approccio integrato*, Casa Editrice Ambrosiana
2. Berne & Levy, *Principi di Fisiologia*, Casa Editrice Ambrosiana
3. W.J. Germann e C.L. Stanfield, *Fisiologia umana*, EdiSES
4. R. Rhoades e R. Pflanzer, *Fisiologia generale e umana*, Piccin

### **FISIOLOGIA E BIOTECNOLOGIE VEGETALI: 10 CFU**

Dott.ssa Sabina Visconti

#### **Programma**

Funzioni della cellula, dei tessuti e degli organi vegetali. Flusso dell'energia nei sistemi vegetali. Termodinamica e modalità di trasporto nelle cellule vegetali. Potenziale elettrochimico. Trasporto dell'acqua e traspirazione. Metabolismo delle piante: fotosintesi, fotorespirazione, piante C4 e CAM. Traslocazione dei fotoassimilati. Crescita e sviluppo della pianta. Fattori di regolazione, ormoni, luce rossa, luce blu. Interazione pianta-ambiente, risposte della pianta a condizioni di stress abiotico e biotico.

Nozioni di biologia molecolare delle piante: *Arabidopsis* pianta modello, utilizzo dei mutanti per lo studio della funzione dei geni. Colture di cellule e tessuti, micropropagazione.

Miglioramento genetico tradizionale. Metodologie di trasformazione genetica delle piante: *Agrobacterium* e sistema biolistico; progettazione di un costrutto transgenico; sovraespressione e silenziamento. Applicazioni delle biotecnologie vegetali in campo agroalimentare, industriale e farmaceutico.

#### **1. Testi consigliati:**

1. L. Taiz, L. Zeiger, *Fisiologia Vegetale*, terza edizione, Ed. Piccin, Padova
2. Slater, N.W. Scott, *Plant Biotechnology*, Oxford University Press
3. Materiale fornito dal docente

### **GENETICA DI BASE E TECNOLOGIE GENETICHE: 7 CFU**

Prof.ssa. Luisa Castagnoli

#### **Programma**

La genetica e l'organismo. Gli organismi modello. Gli esperimenti di Mendel. Teoria cromosomica dell'eredità.

Mitosi e Meiosi. Segregazioni anomale dei fenotipi. Associazione. Ricombinazione. Mappatura dei geni. Mutazioni Geniche. Alterazioni

della struttura e del numero dei cromosomi. Struttura e funzione dei geni. Genetica batterica. Ricombinazione del DNA in vitro. Cenni sul controllo dell'espressione genica nei procarioti. Tecniche di analisi genetica applicate alla ricerca sul cancro.

*Testi consigliati:*

Griffiths, Wessler, Lewontin, Gelbart, Suzuki e Miller., *Genetica: Principi di analisi formale*, Ed. Zanichelli

## **GENETICA MOLECOLARE APPLICATA: 8 CFU**

Prof.ssa Patrizia Malaspina

### **Programma**

*Mappatura genetica del genoma:* eredità mendeliana ed analisi della variabilità genetica umana. Equilibrio di Hardy-Weinberg.

Definizione di marcatore genetico ed analisi della segregazione alla meiosi; studio dell'associazione nell'uomo e costruzione di mappe; tipi di marcatori del DNA (RFLP, minisatelliti, microsatelliti, SNP), loro caratteristiche e relativi metodi per l'identificazione.

Ibridazione molecolare: principi e tecniche di marcatura degli acidi nucleici.

La reazione a catena della polimerasi: principi ed applicazioni.

*Mappatura fisica del genoma:* costruzioni di genoteche e loro rappresentatività; vettori di clonaggio in procarioti ed eucarioti.

Metodi di identificazione dei cloni ricombinanti e loro assemblaggio in contigui.

*Post-genomica:* studio dell'espressione e della funzione dei geni; produzione di proteine da geni clonati; metodi di identificazione delle interazioni proteiche.

*Terapia genica:* principi, strategie, utilizzazione e problematiche.

*Testi consigliati:*

Griffiths A.J.F et al.: *Genetica: principi di analisi formale*. Ed. Zanichelli (capitoli selezionati).

Brown T.A.: *Biotecnologie Molecolari: principi e tecniche*. Ed. Zanichelli

## **IMMUNOLOGIA E PATOLOGIA: 6 CFU**

Dott. Maurizio Fraziano

### **Programma**

Introduzione al sistema immunitario: Immunità innata ed adattativa; caratteristiche generali, componenti cellulari e molecolari.

Immunità innata: Componenti cellulari e molecolari; Recettori coinvolti nel riconoscimento molecolare dei microrganismi e nella fagocitosi.

Captazione dell'antigene e presentazione ai linfociti T: Cellule presentanti l'antigene; Molecole MHC di classe I e di classe II; Processazione di antigeni esogeni e di antigeni endogeni.

Riconoscimento antigenico e meccanismi di attivazione dei linfociti T: Segnali costimolatori e ruolo delle cellule dendritiche; Linfociti Th1, Th2, Th17; Meccanismi di citotossicità dei linfociti T CD8+.

Risposta immunitaria cellulo-mediata: Meccanismi di eliminazione dei microrganismi intracellulare.

Citochine: Ruolo nella risposta immunitaria; Citochine proinfiammatorie ed antiinfiammatorie.

Risposta immunitarie anticorpali: Riconoscimento antigenico degli anticorpi; Struttura molecolare degli anticorpi; Meccanismi di ricombinazione somatica alla base della diversità degli anticorpi; Basi genetiche dello "switch" isotipico; Anticorpi monoclonali; Meccanismi di eliminazione dei microrganismi extracellulari e delle tossine.

Tolleranza centrale e periferica: Selezione positiva e negativa; Anergia; Linfociti T regolatori.

Ambito della patologia generale: Definizione di malattia.

Patologia Cellulare: Patologia da accumuli intracellulari (steatosi); Patologia da accumuli extracellulari (amiloidosi); Danno e morte cellulare; Meccanismi del danno da radicali liberi; Necrosi ed apoptosi.

Infiammazione: Mediatori chimici dell'infiammazione; Cellule coinvolte nel processo infiammatorio; Infiammazione acuta; Infiammazione cronica; Infiammazione granulomatosa; Fibrosi.

Immunopatologia: Le reazioni di ipersensibilità; Autoimmunità; Rigetto dei trapianti; Immunodeficienze

Tumori: Alterazioni molecolari della cellula neoplastica; Le metastasi; Le difese antineoplastiche: gli

oncosoppressori e loro meccanismo d'azione; Le difese aspecifiche e specifiche.

**INGLESE: 4 CFU**

Docente da definire

**Programma**

MAIN OBJECTIVES. The course aims at the consolidation and improvement of the four language skills (reading, writing, listening, and speaking) through a wide range of activities in the field of science.

COURSE CONTENT. The lessons will be organized around various thematic units based on the course textbook and articles taken from authentic sources such as newspapers, the internet, specialized journals and hand-outs distributed in class. Each unit will focus on enhancing general language structures, vocabulary and functions on the basis of the readings and in-class discussions. Particular attention will be given to improving reading comprehension and summarizing skills.

**MATEMATICA: 8 CFU**

Prof. L. Triolo (A-L)

Prof. D. Guido (M-Z)

**Programma**

Richiami di equazioni e disequazioni e di elementi di teoria degli insiemi. Proprietà dei numeri reali. Successioni, limiti di successioni; sommatorie, serie numeriche, criteri di convergenza per serie a termini positivi. Geometria analitica nel piano. Sistemi di equazioni lineari. Funzioni, funzione composta e funzione inversa; esempi di funzioni; limiti di funzioni, continuità; derivata, applicazioni al grafico di funzioni; integrale di funzioni continue, teorema fondamentale del calcolo integrale, metodi di integrazione.

**MICROBIOLOGIA GENERALE E VIROLOGIA: 14 CFU**

**modulo MICROBIOLOGIA GENERALE 6+2 CFU**

Prof.ssa Maria Cristina Thaller

**Programma**

*I primi passi della Microbiologia:* la storia, l'evoluzione del pensiero e delle tecniche. Metodi di studio: coltivazione, identificazione, principi di classificazione. *Struttura della cellula batterica:* Organizzazione cellulare e molecolare di microrganismi procarioti e eucarioti. La parete cellulare. La membrana citoplasmatica e i sistemi di trasporto. Le strutture citoplasmatiche ed extra-citoplasmatiche. L'organizzazione e la struttura del genoma. *Metabolismo batterico:* Anabolismo e catabolismo; tipi nutrizionali e fonti di energia. Respirazione aerobia e anaerobia, fermentazioni, fotosintesi ossigenica e anossigenica. Il ruolo del metabolismo batterico sull'ambiente: cenni sui cicli di carbonio e azoto. *Nutrizione e crescita:* le richieste nutrizionali, la ricerca del cibo: trasporto dei nutrienti e mobilità. Crescita cellulare e della popolazione: curve di crescita, influenza dei fattori abiotici (temperatura, pH, pressione, osmolarità, concentrazione dei nutrienti), tassie; crescita sessile. *La divisione cellulare:* replicazione del nucleotide, formazione del setto; esempi di cicli cellulari particolari. *Elementi di virologia:* i Batteriofagi. *Microrganismi eucarioti:* cenni su lieviti, funghi microscopici e protozoi. *Genetica e regolazione dell'espressione genica:* struttura, organizzazione, distribuzione dei geni e isole genomiche, operoni e regoloni. Le mutazioni e il loro uso come mezzo di indagine.

*Plasticità del genoma:* Importanza del trasferimento genico orizzontale; DNA mobile. Plasmidi: proprietà, replicazione, controllo del numero delle copie, partizione; altri elementi mobili: IS, trasposoni, integroni. coniugazione, trasformazione, trasduzione.

*Microrganismi e altri esseri viventi:* interazioni tra microrganismi, cenni sulle interazioni microrganismi-eucarioti (vegetali-animali). Interazioni parassita/ospite. Meccanismi di virulenza. Lotta antimicrobica.

Cenni di immunologia: Antigeni e apteni. Immunità umorale e cellulo-mediata. Immunità acquisita attiva e passiva. *L'evoluzione dei microrganismi*: analisi molecolare e studio della filogenesi microbica

**modulo VIROLOGIA 5+1 CFU**

Prof.ssa Carla Amici

**Programma**

Introduzione allo studio della virologia. Caratteri generali dei virus.

Metodi di individuazione virale.

Coltivazione e titolazione dei virus animali.

Struttura e composizione chimica della particella virale. Agenti subvirali.

Classificazione dei virus animali.

Rapporti virus-cellula: ciclo di replicazione virale, danno e trasformazione cellulare. Interferenza virale ed Interferoni

Organizzazione genomica e regolazione dell'espressione genica di virus a DNA e a RNA.

Genetica dei virus animali.

Rapporti virus-organismo ospite: le infezioni virali e i meccanismi patogenetici dei virus.

Prevenzione e terapia delle infezioni virali.

Applicazioni biotecnologiche dei virus.

**Virus ad RNA**

Rhabdoviridae: virus della rabbia

Paramyxoviridae: v. della parotite, v. parainfluenzali, v. del morbillo, v. respiratorio sinciziale

Orthomyxoviridae: v. dell'influenza

Reoviridae: Rotavirus

Picornaviridae: Poliovirus, Enterovirus, Rhinovirus

Coronaviridae: v. della SARS

Togaviridae: v. della rosolia

Flaviviridae: virus dell'epatite C, v. Dengue

Retroviridae: HIV e HTLV

**Virus a DNA:**

Poxviridae: v. dei Vaiolo

Herpesviridae: HSV-1 e HSV-2, v. della varicella-zoster, citomegalovirus, v. di Epstein-Barr, v. del sarcoma di Kaposi

Hepadnaviridae: v. dell'epatite B.

Altri virus a DNA: Papillomaviridae, Adenoviridae, Parvoviridae

*Testi consigliati:*

G. Antonelli, M. Clementi, *Principi di virologia medica*,

A.J. Cann, *Elementi di virologia molecolare*

N.H. Acheson, *Fundamentals of Molecular Virology*

**STATISTICA ED ECONOMIA: 12 CFU**

**modulo ECONOMIA 6 CFU**

Dott.ssa Barbara Martini

**Programma**

L'obiettivo del corso è familiarizzare gli studenti con le caratteristiche strutturali dell'industria biotecnologica, i suoi rapporti con il mondo della ricerca scientifica, gli aspetti economici della protezione industriale dei risultati della ricerca, nonché quelli relativi alla natura pubblica e di quella privata della stessa. Il programma prevede, inoltre, almeno due seminari con la partecipazione di imprenditori del settore, nonché di operatori nel campo della loro promozione e finanziamento: La

ricerca e l'innovazione tecnologica; I rapporti tra industria e ricerca; Il valore economico delle risorse genetiche e le Banche del germoplasma; La protezione della proprietà intellettuale, la brevettazione e i diritti degli ibridatori; La promozione dell'attività imprenditoriale nel settore biotecnologico.

### **modulo STATISTICA 6 CFU**

Prof. Claudio Macci

#### **Programma**

Statistica descrittiva:

Distribuzione di frequenze, istogrammi. Indici di posizione e di dispersione. Regressione lineare.

Calcolo delle probabilità:

Introduzione alla probabilità. Probabilità; condizionate e indipendenza. Variabili aleatorie. Variabili "famose": Binomiale, Poisson, Gaussiana. Approssimazione normale.

Statistica inferenziale:

Stima puntuale della media e della varianza.

Intervalli di confidenza per la media e per la differenza di medie. Test d'ipotesi per la media e per la differenza di medie. Test del chi quadro.

## **ATTIVITA' A SCELTA**

### **BIOLOGIA MARINA: 4 CFU**

Dott.ssa Flavia Gravina

#### **Programma**

La presente Attività a scelta consiste nella stesura di una tesina su argomenti relativi alle tematiche inerenti l'ecologia del mare.

Tale attività didattica si propone di presentare le principali componenti biotiche dell'ambiente marino. Per questa ragione, prevede una panoramica dei principali organismi che popolano il Mediterraneo, con particolare riferimento agli adattamenti e ai rapporti con le altre componenti biotiche e abiotiche dell'ecosistema. E' richiesto, inoltre, un approfondimento su un tema relativo all'ecologia applicata al mare, a scelta dello studente e concordato con il docente.

La tesina dovrà essere di circa 20 pagine.

Il testo deve essere organizzato come segue:

-dati anagrafici dello studente,

-breve introduzione all'ambiente marino con le principali suddivisioni.

parte centrale, compilativa, articolata in due parti. (a) Nella prima parte vanno trattati sinteticamente i seguenti punti: principali proprietà fisiche e chimiche (luce, temperatura, salinità, densità, gas disciolti); movimenti delle masse d'acqua (onde, correnti, maree). Gli organismi marini che popolano la massa d'acqua: Plancton e Necton. Gli organismi che popolano i fondali: Benthos. Di tutte e tre le componenti va esposto un breve *escursus* delle principali suddivisioni e adattamenti. (b) Nella seconda parte va sviluppato un argomento relativo all'ecologia applicata al mare a scelta dello studente tra i seguenti: vari tipi di inquinamento, misure di protezione e legislazione, gestione delle risorse.

-considerazioni conclusive comprendenti il commento personale;

-bibliografia.

Il titolo e l'argomento specifico della tesina va concordato con il docente. Ogni altro argomento riguardante l'ecologia applicata al mare, di particolare interesse da parte dello studente e di attualità, può essere concordato con il docente e diventare oggetto della seconda parte della tesina.

Le fonti per le informazioni sono da ricercare sul materiale bibliografico consigliato e concordato con il docente, oltre che sui vari siti internet al riguardo.

La tesina va consegnata in forma scritta e successivamente discussa con il docente.

## **COMPLEMENTI DI ECOLOGIA APPLICATA: 2CFU**

Dott.ssa Flavia Gravina

### **Programma**

La presente Attività a scelta consiste nella stesura di una tesina su un argomento relativo alle tematiche dell'Ecologia Applicata.

La tesina dovrà essere di circa 10 pagine. Il testo deve essere organizzato come segue:

- dati anagrafici dello studente,
- breve introduzione relativa alla tematica scelta.
- parte centrale, compilativa, sviluppata sulla base delle informazioni scelte;
- considerazioni conclusive comprendenti il commento e il giudizio personale;
- bibliografia.

L'argomento della tesina può essere scelto tra i seguenti temi:

- Le fonti energetiche tradizionali e rinnovabili, con particolare riferimento alle problematiche dell'inquinamento e della valutazione del rapporto costi-benefici.
- I possibili destini dei rifiuti urbani, rifiuti tossici e pericolosi, con particolare riferimento alle problematiche dell'inquinamento e della salute ambientale.

Cibo e Agricoltura, con particolare riferimento alle problematiche legate alla produzione di piante alimentari e a quelle relative alla sicurezza alimentare, soprattutto per quel che riguarda gli additivi chimici nei cibi.

Il titolo specifico della tesina va concordato con il docente. Ogni altro argomento riguardante l'Ecologia Applicata, di particolare interesse da parte dello studente e di attualità, può essere concordato con il docente e diventare oggetto della tesina.

Le fonti per le informazioni sono da ricercare tra i vari siti internet e su materiale bibliografico concordato con il docente.

## **FONDAMENTI DI CHIMICA-FISICA PER BIOTECNOLOGIE: 2 CFU**

Prof. M. Venanzi

## **FONDAMENTI DI SCIENZA DEGLI ANIMALI DA LABORATORIO: 2 CFU**

Prof. M. Mattei

## **MECCANISMI BIOCHIMICI DELLA NEURODEGENERAZIONE: 2 CFU**

Prof.ssa Maria Teresa Carri

### **Programma**

Generalità sul sistema nervoso centrale e periferico

Meccanismi generali di neurodegenerazione : stress ossidativo, danno mitocondriale, aggregazione e degradazione proteica, trasporto assonale, eccitotossicità.

Meccanismi biochimici della neurodegenerazione nella malattia di Alzheimer, nel morbo di Parkinson, nella sclerosi laterale amiotrofica e nelle malattie da espansione di triplette.

## **PROTEINE DI INTERESSE INDUSTRIALE: 2 CFU**

Prof. Andrea Battistoni

### **Programma**

Utilizzo delle proteine in diversi settori industriali (farmaceutico, alimentare, tessile, produzione di detersivi) e metodi di selezione, produzione e di isolamento su larga scala di tali proteine. Esempi selezionati di modificazione di proteine di interesse industriale finalizzati a migliorarne specifiche proprietà.

**PROTEOMA: APPLICAZIONI DI TIPO CLINICO: 2 CFU**

Prof. Mario Lo Bello

**SICUREZZA IN LABORATORIO: 2 CFU**

Dott. Luigi Ferrucci

***Programma***

La disciplina Comunitaria e il Decreto 626/94; La Prevenzione degli infortuni e la tutela della salute: informazione e formazione; La valutazione dei rischi: valutazione qualitativa e quantitativa, gli indici numerici di valutazione; L'informazione in pratica: Segnaletica di sicurezza, Etichettatura, Schede di Sicurezza, Frasi di Rischio e Consigli di Prudenza; Il Rischio nei laboratori di ricerca: rischio chimico, cancerogeno, biologico – la buona norma di laboratorio; I Dispositivi di Protezione Individuale e Collettiva La Direttiva Macchine ed i Controlli di qualità.