



# LAUREE MAGISTRALI IN BIOINGEGNERIA & INGEGNERIA CLINICA

15 maggio 2014

# BIOINGEGNERIA

*L'Ingegneria Biomedica o Bioingegneria è una disciplina che, mediante l'integrazione delle scienze ingegneristiche (elettronica, informatica, meccanica, chimica) con quelle biomediche, consente di migliorare le conoscenze in ingegneria, biologia e medicina, ed inoltre di migliorare la cura della salute umana*

# INGEGNERIA CLINICA

*L'Ingegneria Clinica è l'area dell'Ingegneria Biomedica che comprende le applicazioni di concetti e tecnologie proprie dell'Ingegneria per migliorare la qualità del servizio sanitario, soprattutto per quanto riguarda la sua organizzazione, l'appropriata acquisizione e gestione di apparecchiature nonché per adattare sistemi informativi ospedalieri e reti di telemedicina*



- Cosa fa l'Ingegnere Biomedico
- Manifesti
- Laboratori didattici

Dott. Andrea Facchinetti

Dott. Emanuele Carniel

Dott.ssa Zimi Sawacha

- Trend tecnologici, aziende e mercato occupazionale

Prof. Alfredo Ruggeri

Dott.ssa Francesca Bernava (St. Jude Medical, Milano)

- Esperienze di inserimento nel mondo del lavoro

Dott.ssa Arianna Cocchiglia (Consorzio Arsenal, Treviso)

Dott. Alberto Bovo (A-Thon, Treviso)

Dott. Fabio Lissa (St. Jude Medical, Milano)

Dott. Andrea Tiso (Inventis Srl, Padova)

Dott. Christopher Tomelleri (REHA Technologies, Olten CH)



# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

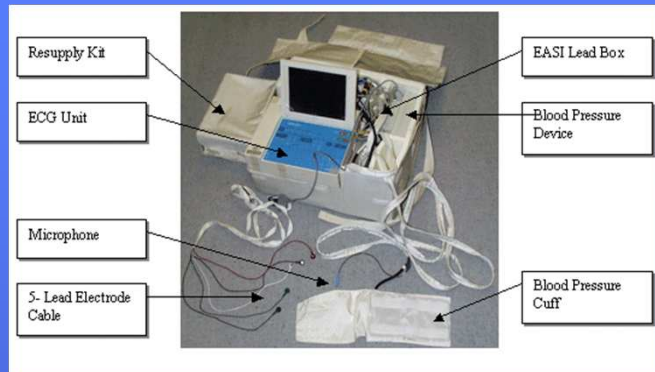
*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*



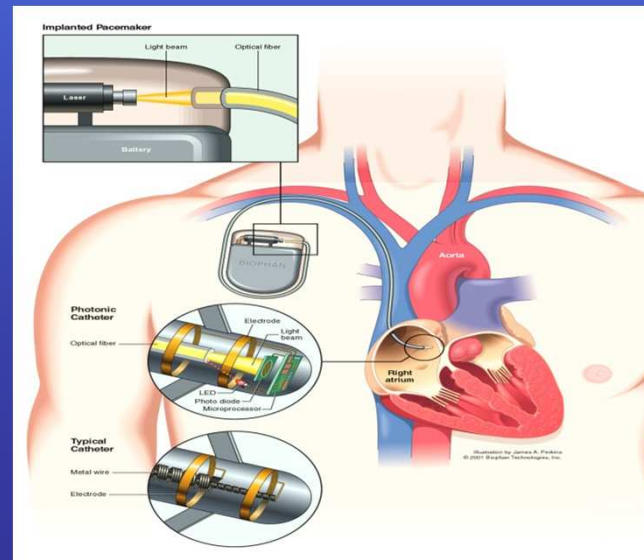
## ESEMPIO 1

**SVILUPPARE STRUMENTAZIONE E DISPOSITIVI  
DIAGNOSTICI E TERAPEUTICI A TECNOLOGIA AVANZATA**

## ESEMPIO 1a: strumentazione di misura per elettrocardiografia

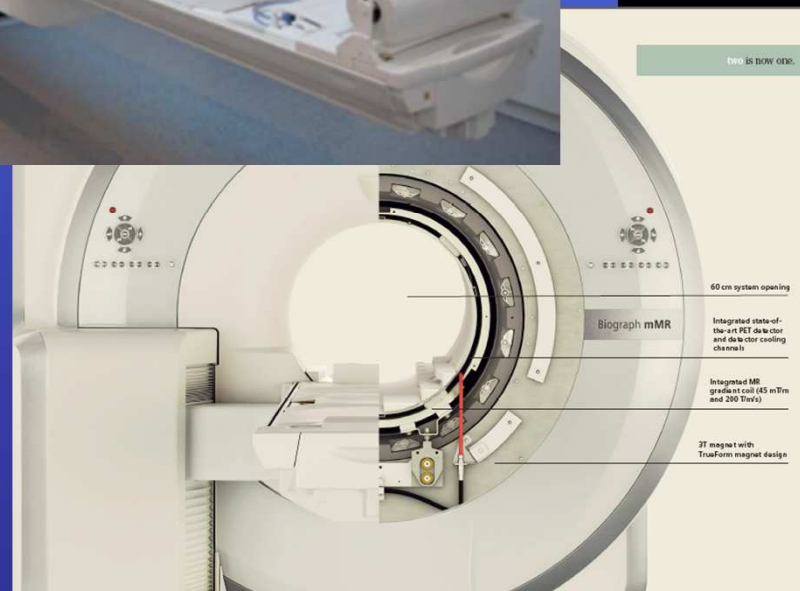
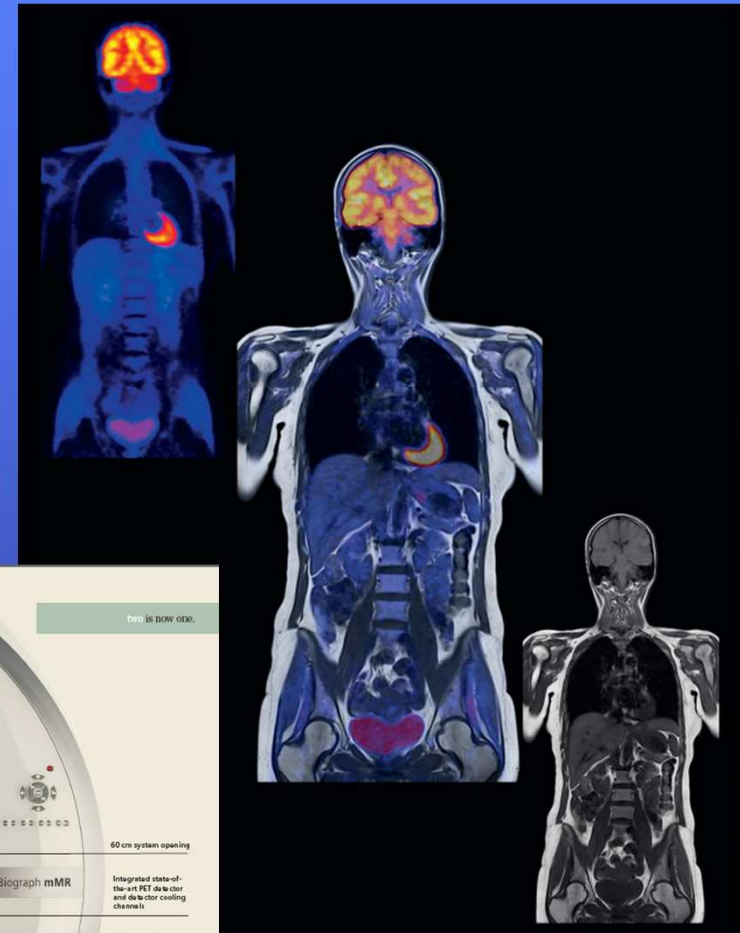


## ESEMPIO 1b: pacemaker per il controllo della pulsatilità cardiaca



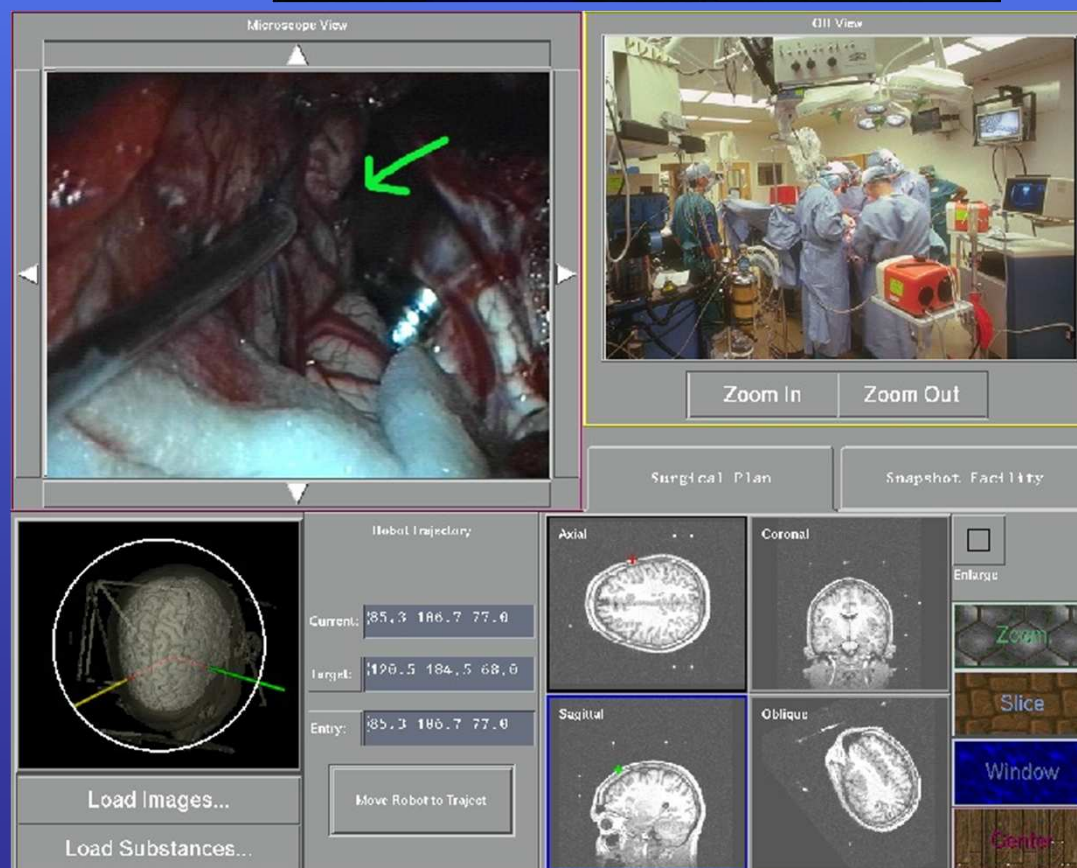
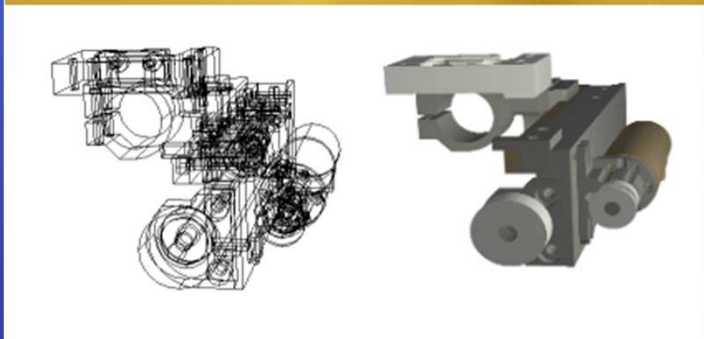
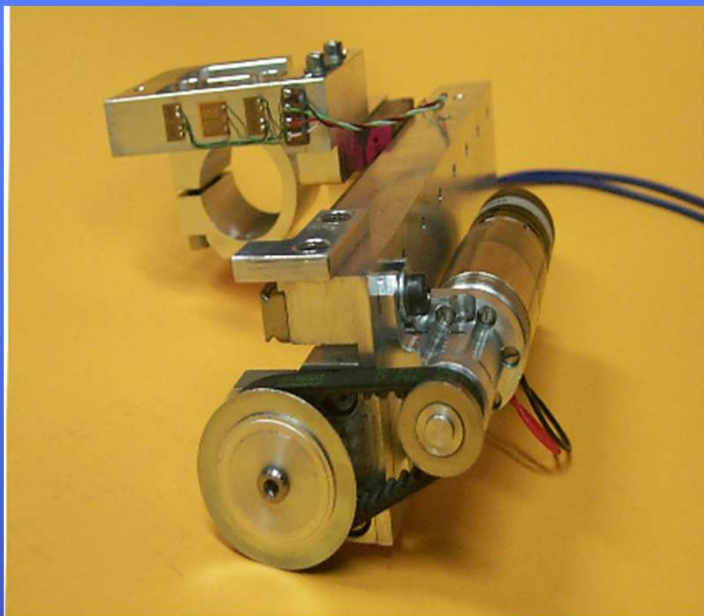
# ESEMPIO 1c: Strumentazione per Bioimmagini PET

## MR/PET SIEMENS Biograph mMR





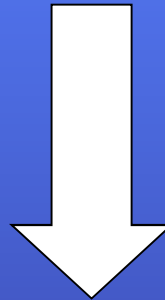
## ESEMPIO 1d: dispositivi meccanici robotizzati per interventi chirurgici e riabilitazione





# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*

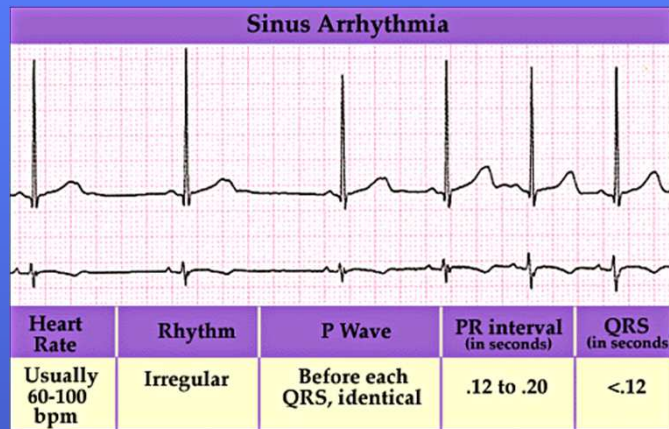
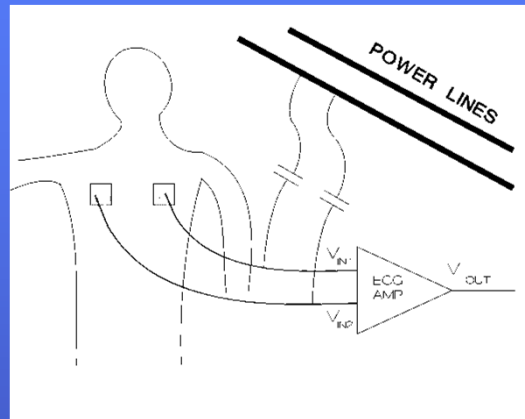


## ESEMPIO 2

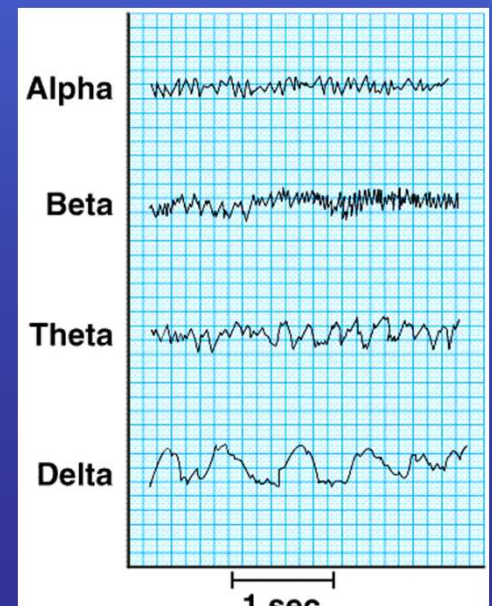
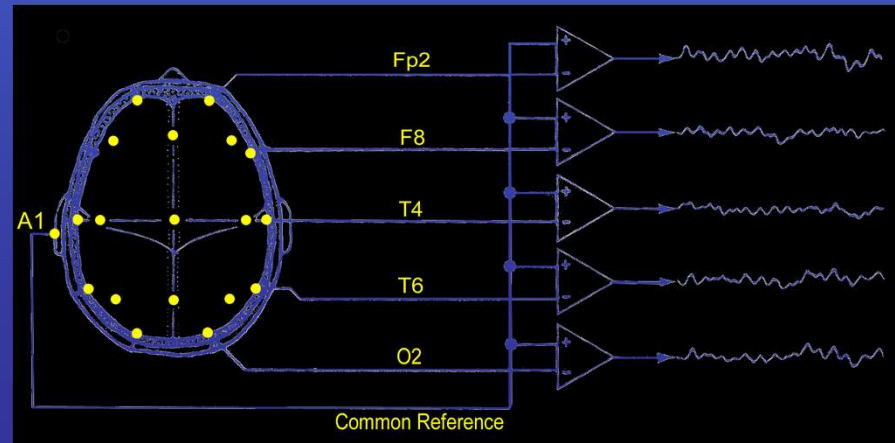
**SVILUPPARE METODI DI ELABORAZIONE E TRATTAMENTO  
DI DATI, SEGNALI E IMMAGINI BIOLOGICHE E MEDICHE**

## ESEMPIO 2a: Elaborazione di segnali

### Elettrocardiogramma (es. diagnosi aritmie)

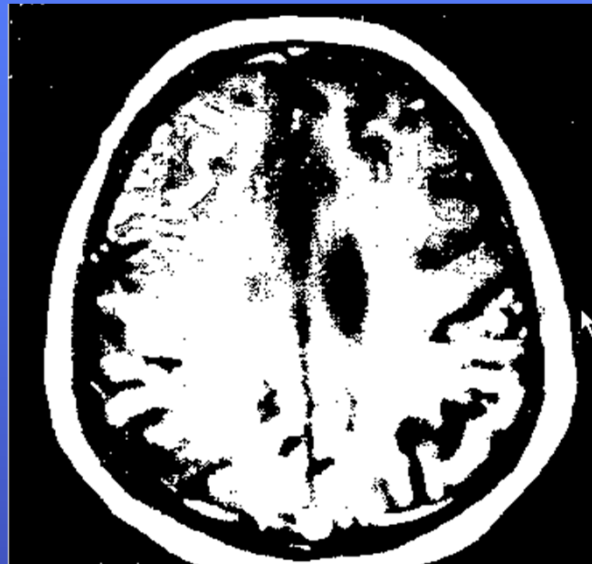
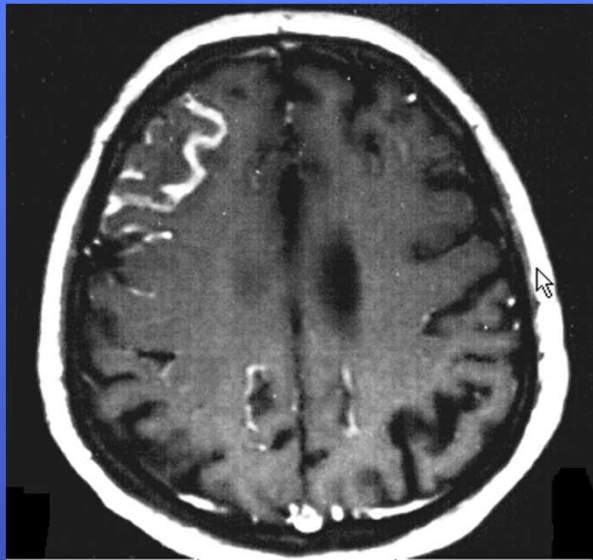


### Elettroencefalogramma (es. diagnosi epilessia)



## ESEMPIO 2b: Elaborazione di immagine

TAC: estrazione dei ventricoli cerebrali

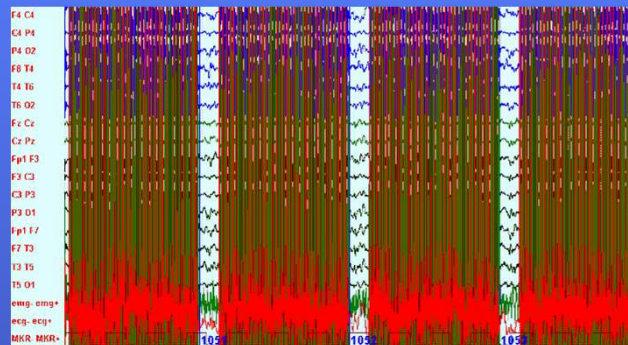




## ESEMPIO 2c: Integrazione segnali/immagini

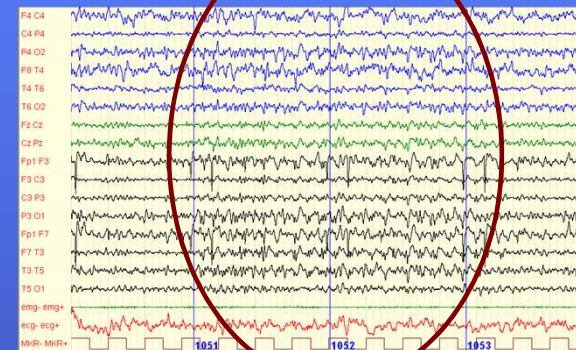
EEG (ottima risoluzione temporale) / fMRI (ottima risoluzione spaziale)

EEG durante fMRI

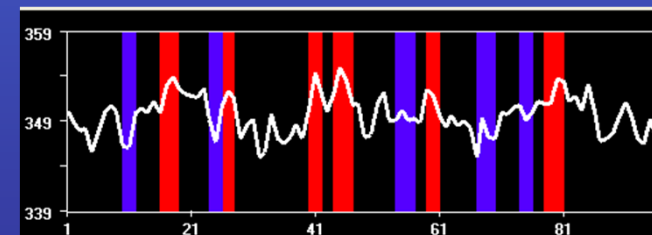


Sottrazione  
artefatto

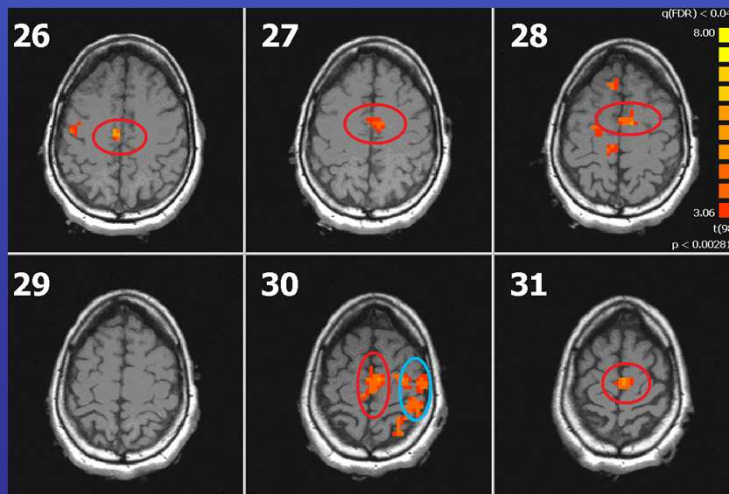
EEG filtrato



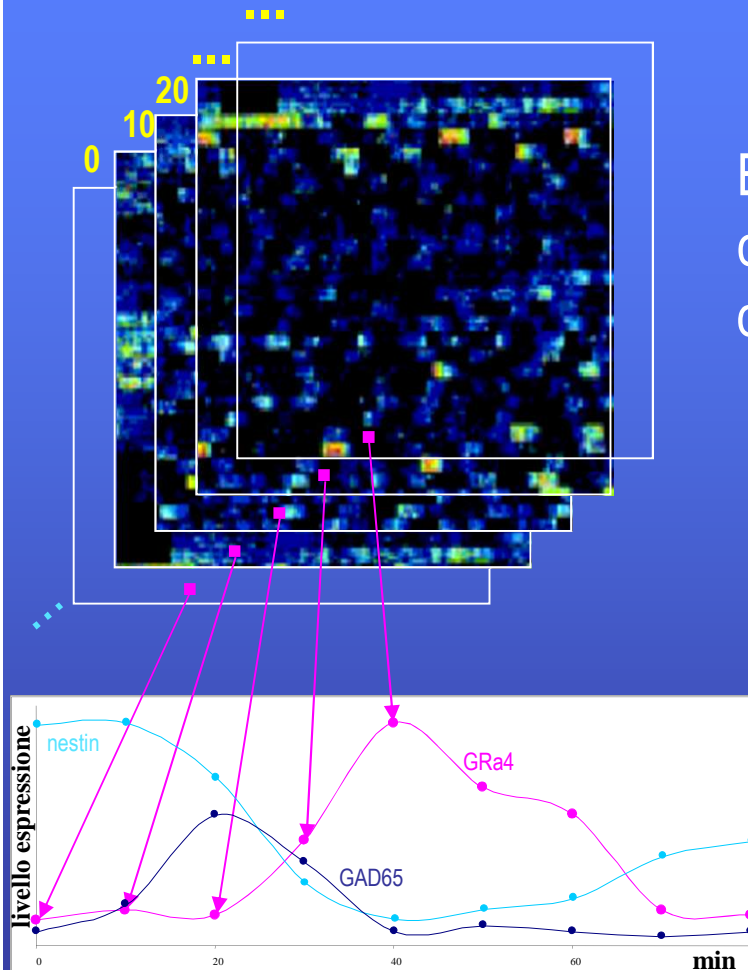
Protocollo



Attivazione fMRI

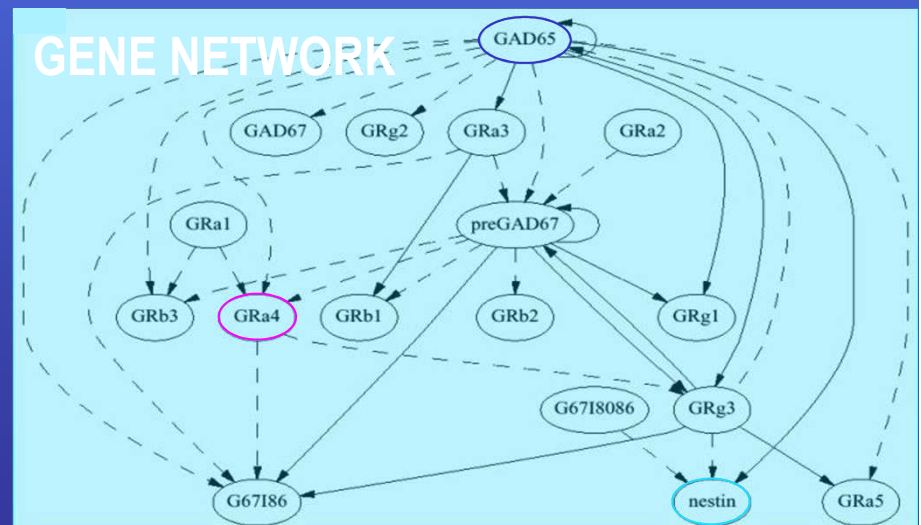


## ESEMPIO 2d: Elaborazione di segnali high-throughput



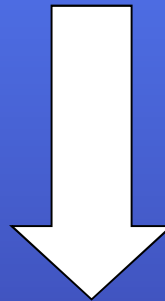
Esperimenti in vitro/ misure  
con Microarray a livello  
dell'intero genoma

## Rete di regolazione genica



# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*

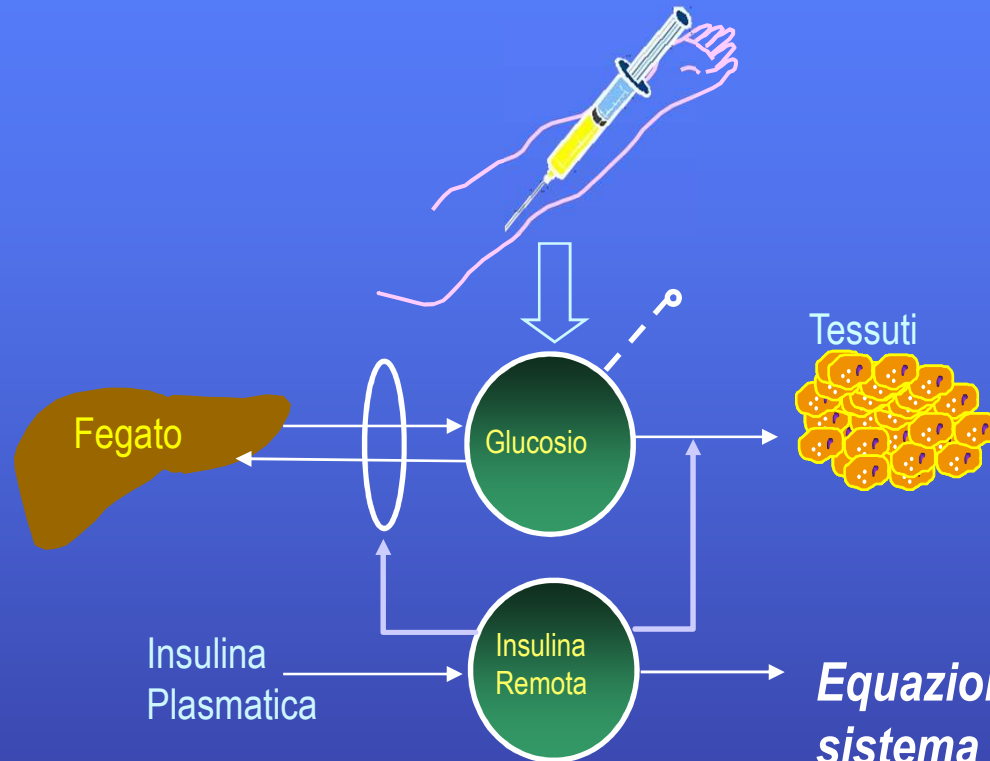


## ESEMPIO 3

**STUDIARE SISTEMI BIOLOGICI MEDIANTE L'USO  
DI METODI E MODELLI FISICO-MATEMATICI**



## ESEMPIO 3a: Modello per stimare quanto bene l'insulina regola il glucosio (malattia del diabete)



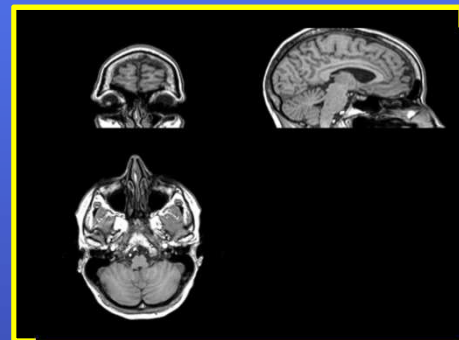
*Equazioni differenziali che descrivono il sistema glucosio-insulina*

$$dG(t)/dt = -[S_G + X(t)] G(t) + S_G G_b \quad G(0) = G_b$$

$$dX(t)/dt = -p_2 [X(t) - S_I (I(t) - I_b)] \quad X(0) = 0$$

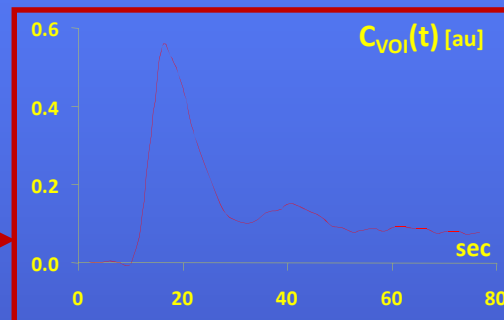
# ESEMPIO 3b: Imaging con Risonanza Magnetica dell'emodinamica cerebrale per stimare flusso e volume del sangue nel cervello

## ACQUISIZIONE

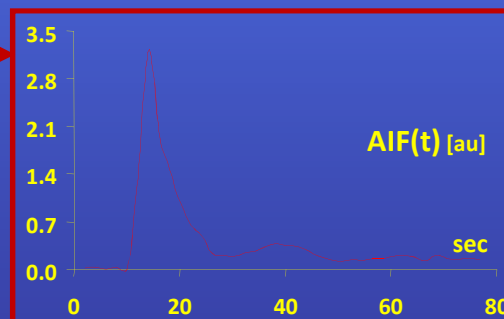


## POST-PROCESSING

*Tissue Concentration*



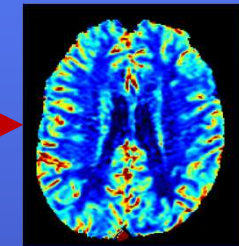
*Arterial Concentration*



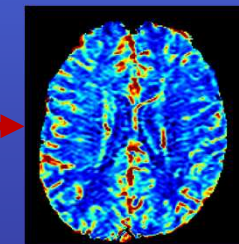
livello di voxel

MODELLI  
MATEMATICI

Mappa  
flusso ematico

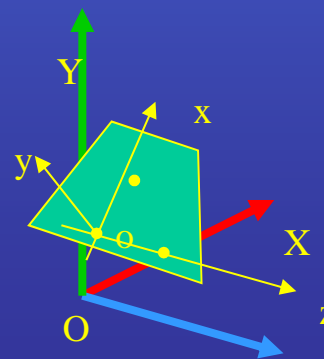
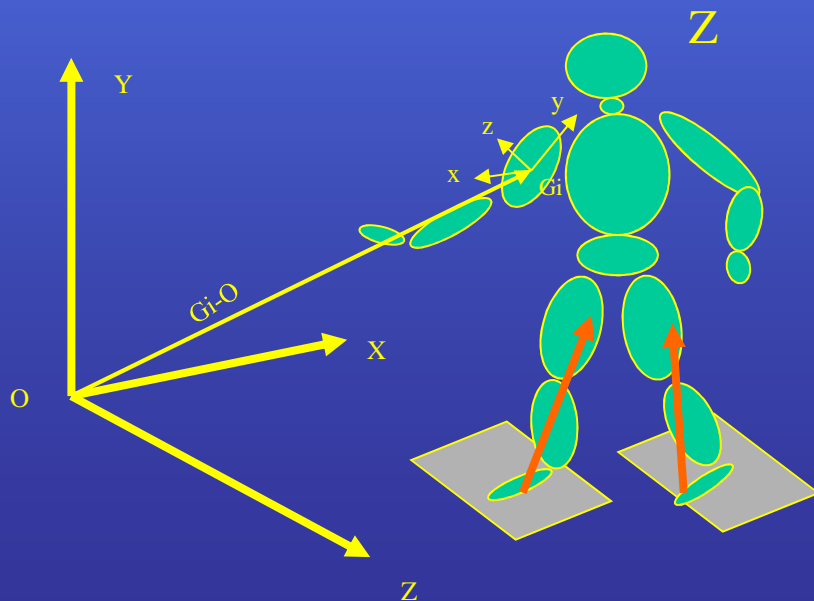
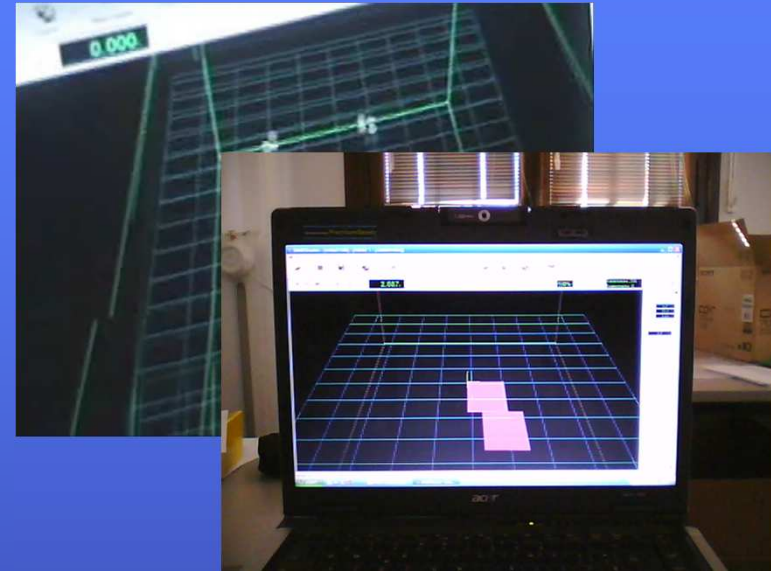
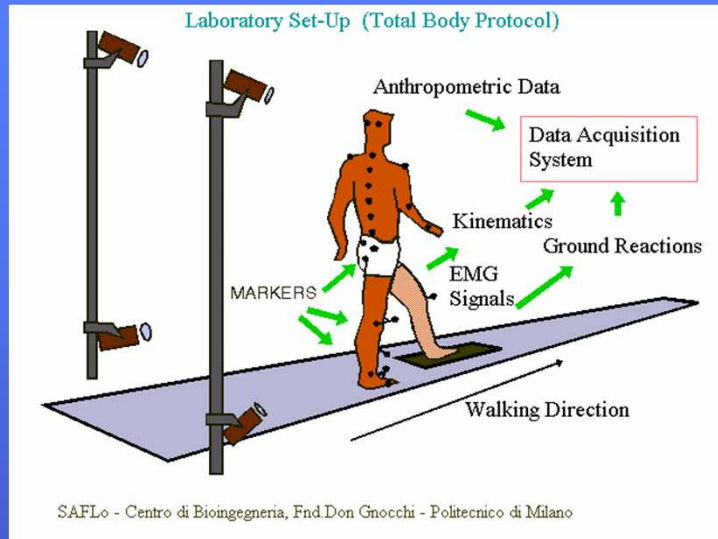


Mappa  
volume ematico



Ad es: uso nello studio delle  
malattie neurodegenerative  
(Alzheimer, Parkinson, ...)

## ESEMPIO 3c: Modelli biomeccanici per lo studio del movimento umano



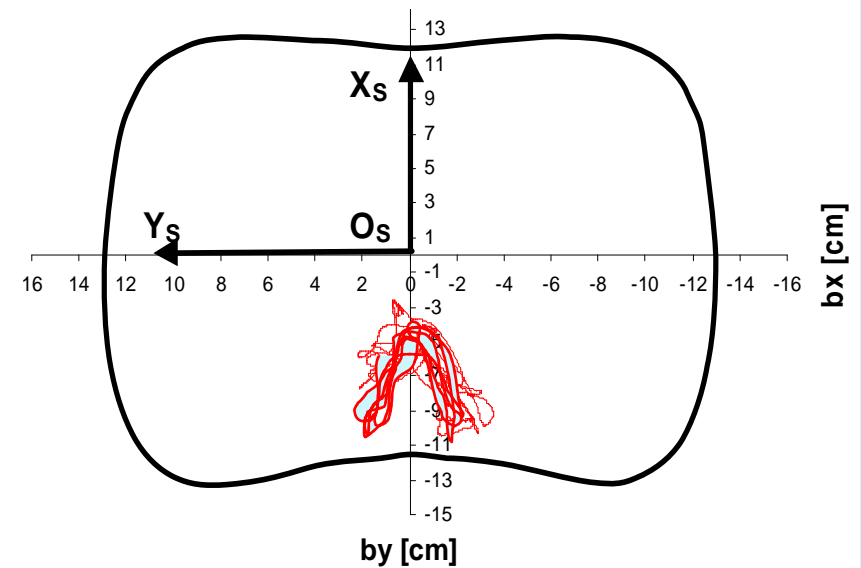
$$\begin{cases} x(\cos\alpha_x, \cos\alpha_y, \cos\alpha_z) \\ y(\cos\beta_x, \cos\beta_y, \cos\beta_z) \\ z(\cos\gamma_x, \cos\gamma_y, \cos\gamma_z) \\ o(o_x, o_y, o_z) \end{cases}$$



## ESEMPIO 3d: Applicazione di modelli biomeccanici all'ottimizzazione del gesto sportivo

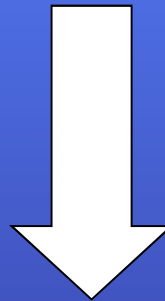


**Variazione del Centro di Pressione al Sedile durante 10 pagaiate**



# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

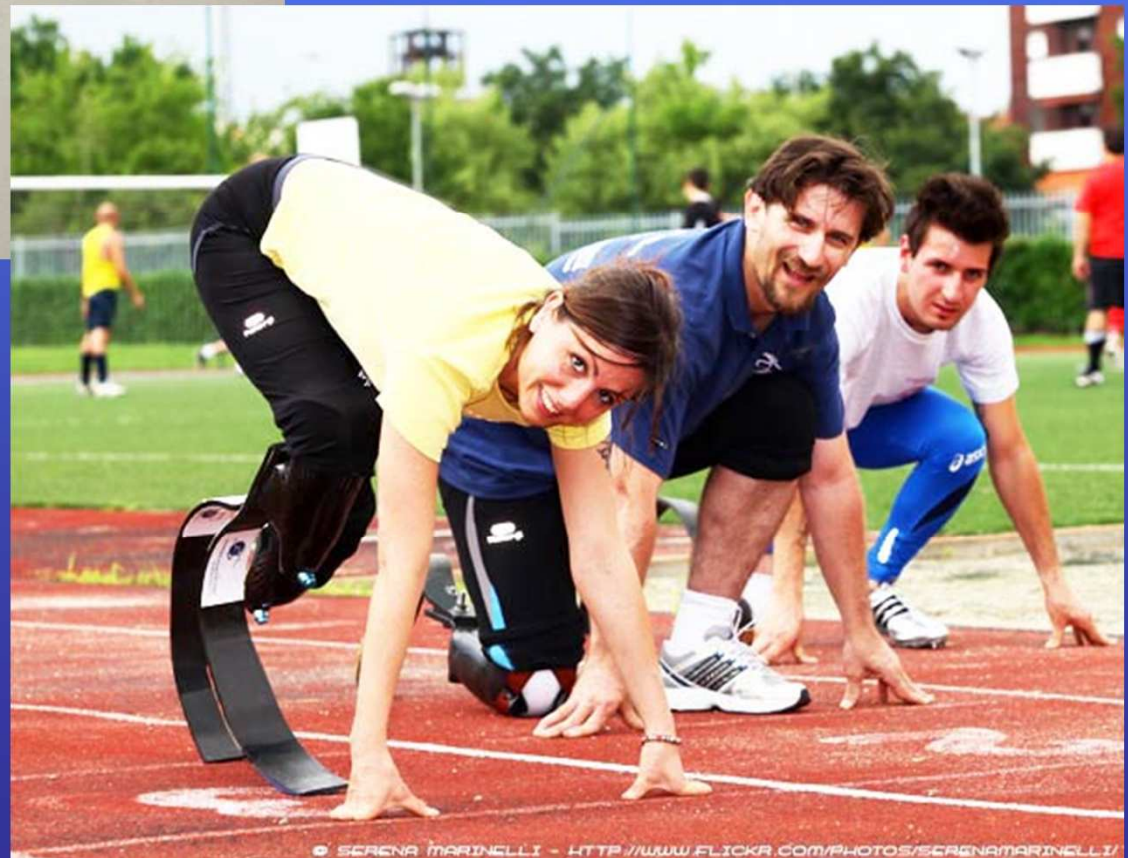
*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*



## ESEMPIO 4

**SVILUPPARE TECNOLOGIE PER LA DISABILITA', PROTESI E ORGANI ARTIFICIALI**

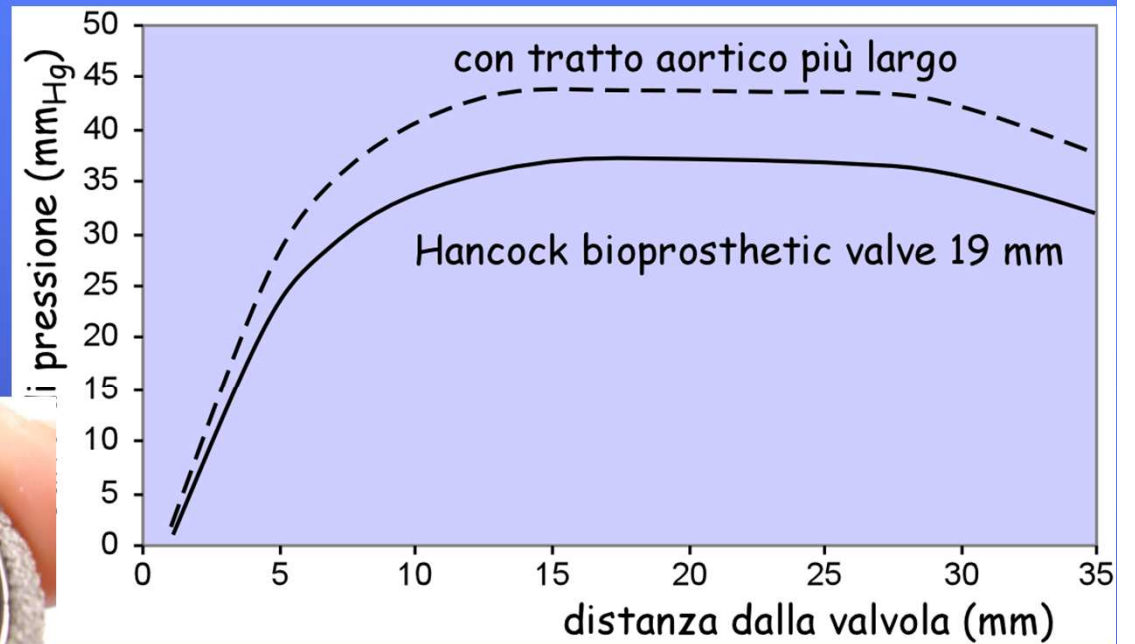
## ESEMPIO 4a: Protesi arti



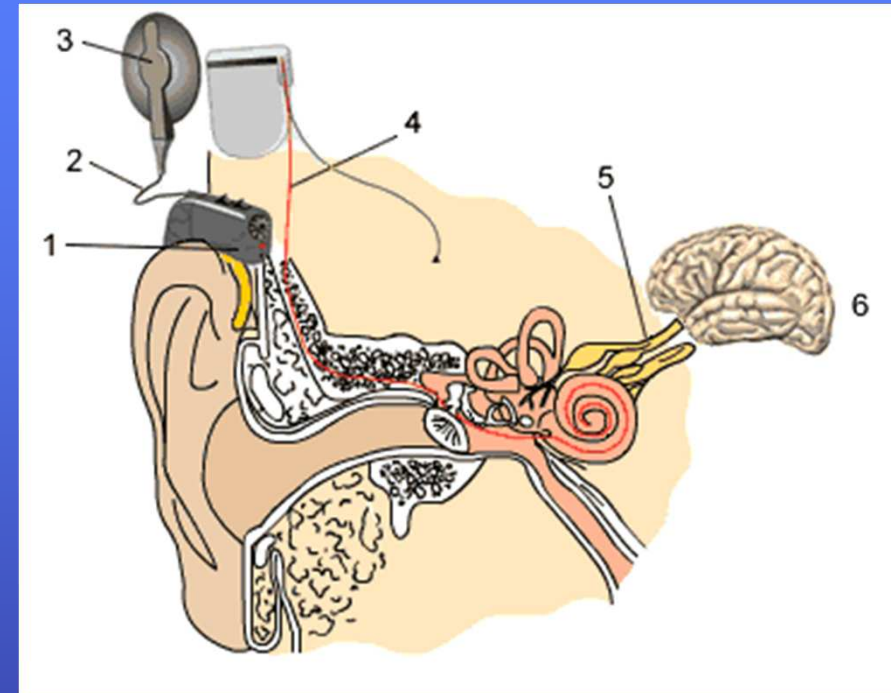
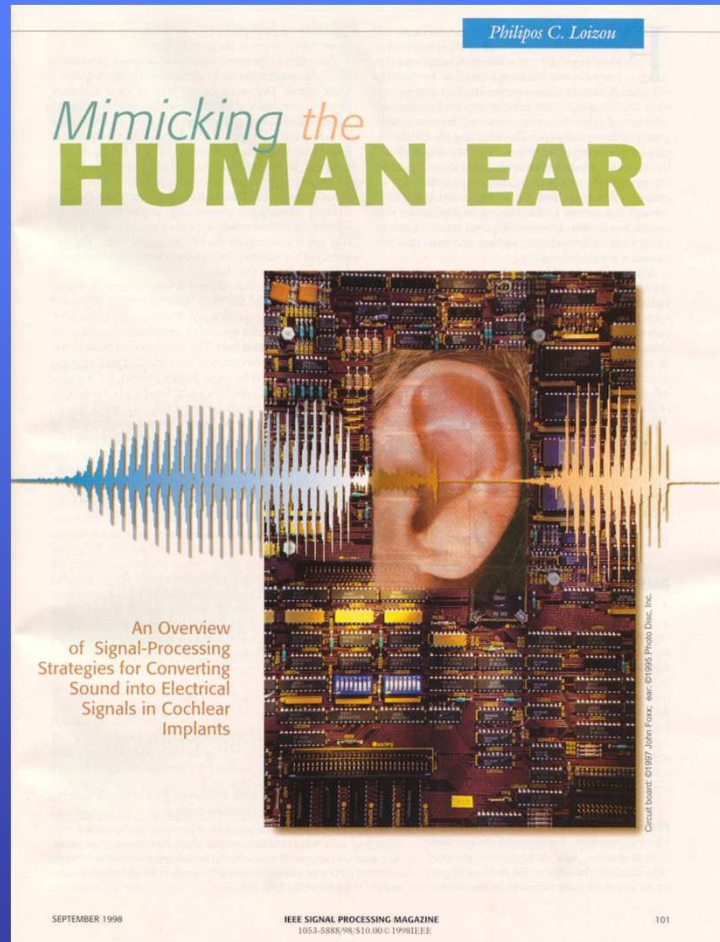
© SERENA MARINELLI - [HTTP://WWW.FLICKR.COM/PHOTOS/SERENAMARINELLI/](http://www.flickr.com/photos/serenamarinelli/)



## ESEMPIO 4b: Protesi di valvola cardiaca

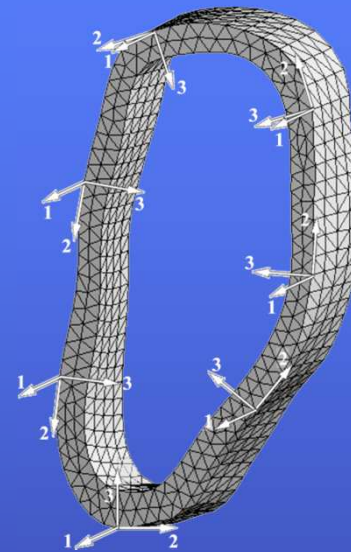
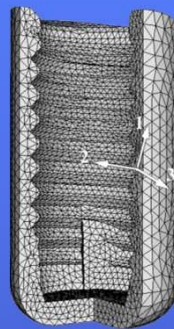
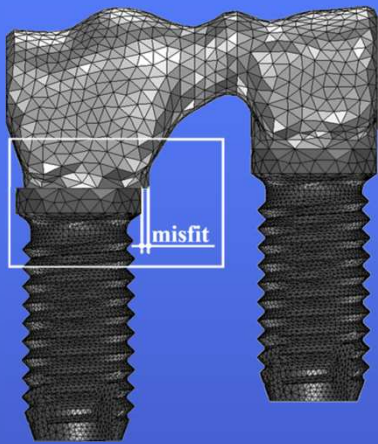


## ESEMPIO 4c: Impianto cocleare (“orecchio bionico”) per sordi profondi



# ESEMPIO 4d: Analisi dei problemi di interazione protesica dentale

modello numerico del sistema implantare comprendente barra di accoppiamento ed impianti

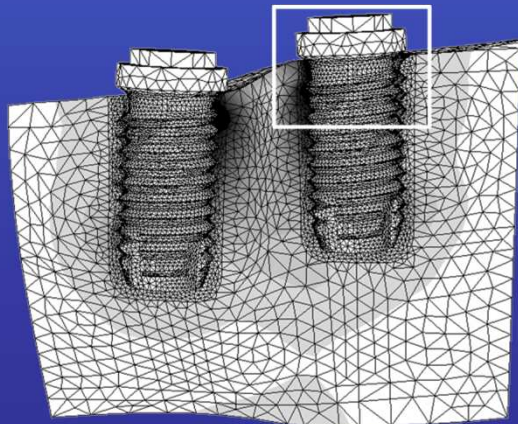


Caratterizzazione meccanica del tessuto osseo del sito implantare

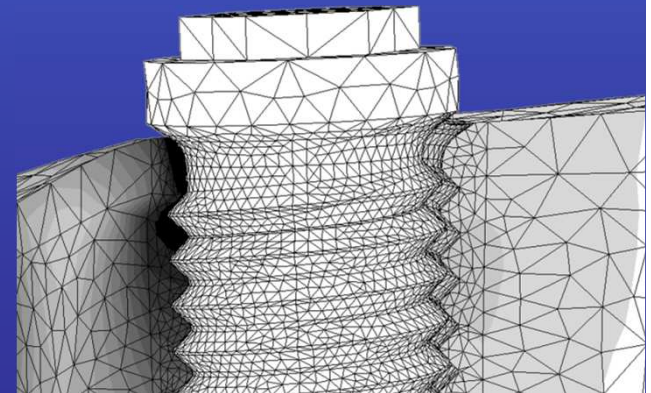
campo degli spostamenti, nell'ipotesi di assenza di integrazione tra tessuto e impianto

U (mm)

0.024
0.020
0.016
0.012
0.008
0.004
0

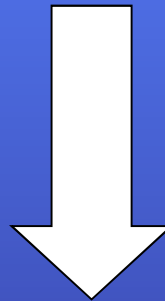


dettaglio del processo di distacco tra tessuto e impianto



# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*



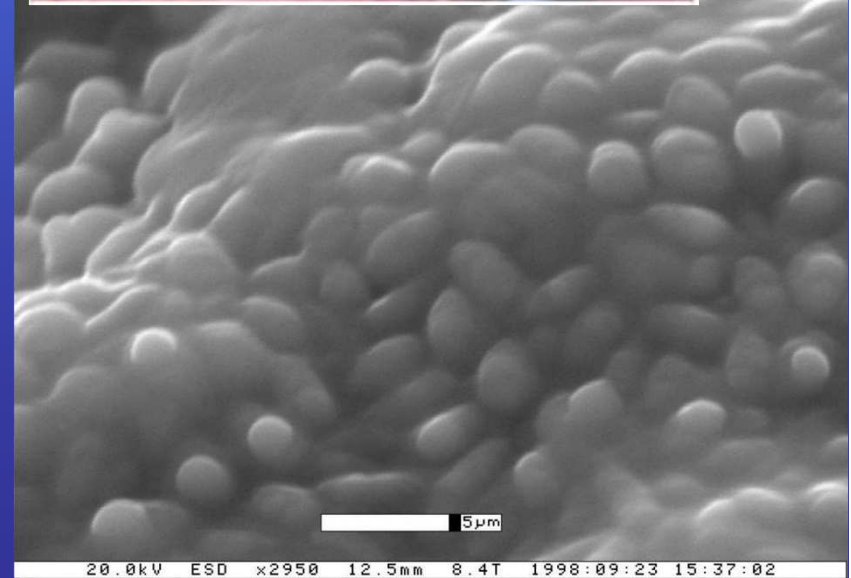
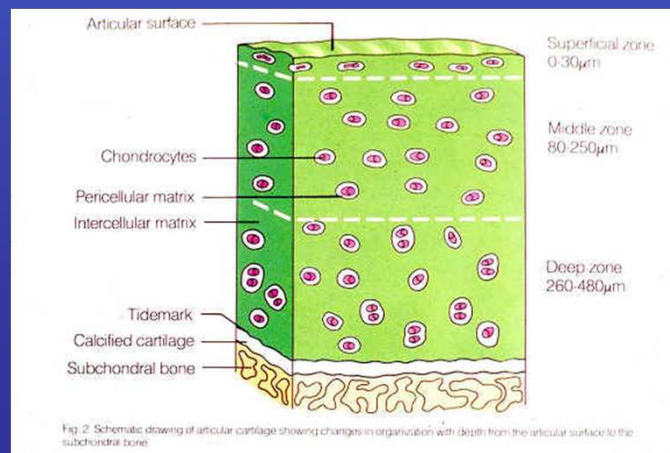
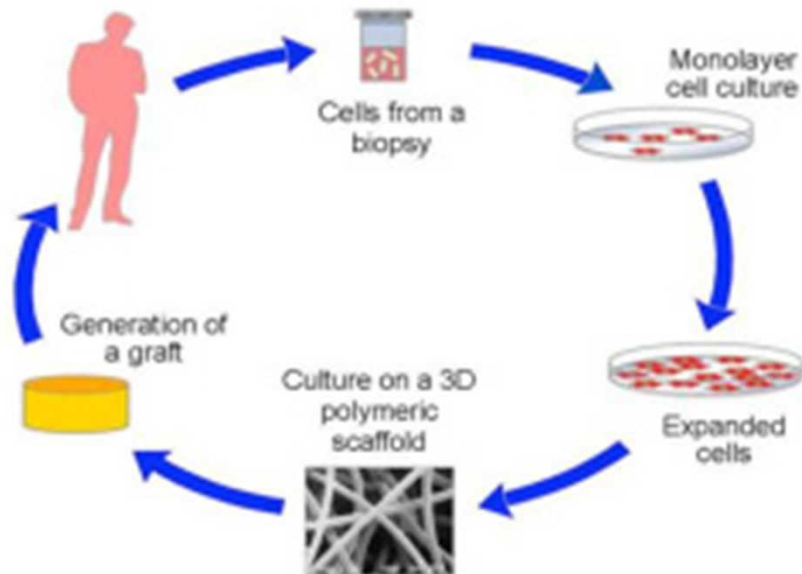
## ESEMPIO 5

**STUDIO DI BIOMATERIALI E INGEGNERIA DEI TESSUTI  
BIOLOGICI**



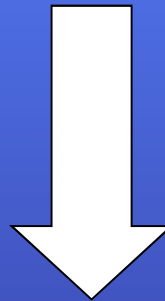
## ESEMPIO 5a: Sintesi di **pelle artificiale** per curare lesioni alla cute

### Basic principles of Tissue engineering



# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*



## ESEMPIO 6

**SVILUPPO DI TECNOLOGIE DELL'INFORMATICA E DELLE  
TELECOMUNICAZIONI PER LA SANITA'**

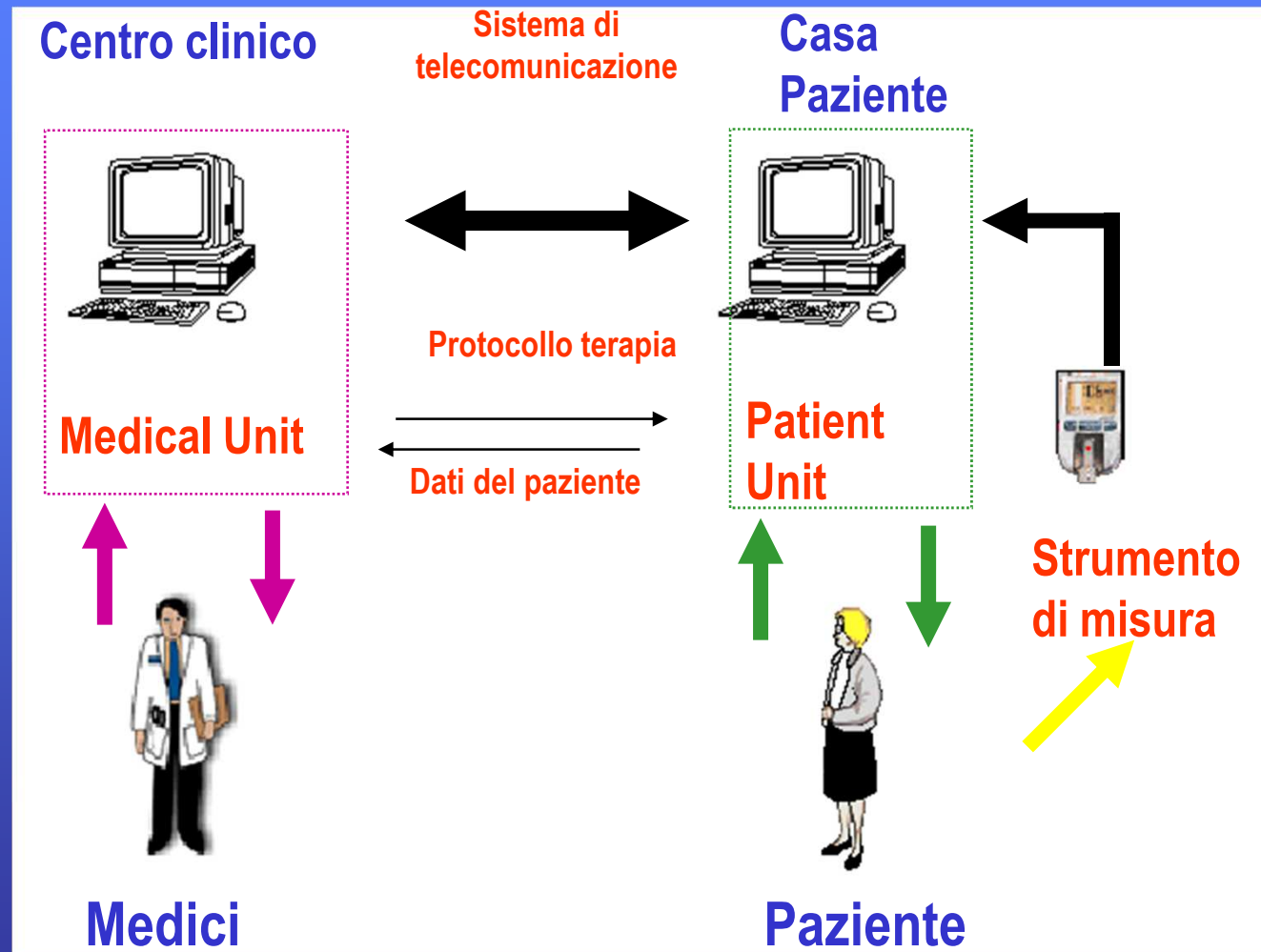
## ESEMPIO 6a: gestione informatizzata di dati sanitari

The screenshot displays a medical information system interface with the following components:

- Top Window (ASME):** Shows patient information for Nancy Ann Berggren (010160-1118) and a search for "Pain". The search results include "Anatomy", "EMR", and "SNOMED". The patient's visit details are: 1702.03 - Ambulatory visit, 04.9 Rheumatology Section, Start time: 08:30, End time: 1702.03 09:00, Room: , Priority: , Status: Done.
- Medical Information Hub:** Displays the patient's medical history and a 3D anatomical model of the human torso. The model shows the skeleton, muscles, and internal organs. The patient's name and ID are also displayed.
- Search Results:** A list of search results for "Pain" is shown, including "Anatomy", "EMR", and "SNOMED".
- 3D Anatomical Model:** A 3D model of a human torso is shown on the right side of the interface. It is a female figure with a light skin tone. The model is used for visualizing anatomical data.

The interface also includes a "Patient Record" section with a "Diagnosis" field showing "Diagnosis code: (SKS) - Abdominalis pelvis (DR1028)" and "Kind: (SKS) - Aktionsdiagnose (A)". The "Note" section contains a detailed medical history and a "Note" produced by Læge Jan Schultz Larsen (jll, GYNÆKOLOGISK AMBULATORIUM, FREDERIKIA SYGEHUS 16001048) on 2003-10-14T09:50:00.

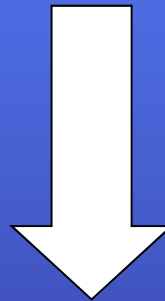
## ESEMPIO 6b: sistemi di Telemedicina





# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*



## ESEMPIO 7

**MIGLIORARE LA QUALITA' DEL SERVIZIO SANITARIO**

## ESEMPIO 7a: valutazione, acquisto e manutenzione di apparecchiature



**Biologia e medicina offrono sempre nuovi problemi di grande interesse che possono essere affrontati con i metodi dell'ingegneria : la biologia è il nuovo paradigma dell'Ingegneria come lo sono stati, nel recente passato, l'elettronica e l'informatica**



**L'ingegnere Biomedico opera in diversi ambiti: tecnologico, industriale, scientifico, clinico e ospedaliero, allo scopo di**

**Comprendere/ Formalizzare/ Risolvere**

**problematiche di interesse biologico/medico**

# LAUREE IN INGEGNERIA BIOMEDICA IN ITALIA

- laurea triennale & magistrale
- solo laurea magistrale
- solo laurea triennale



Italian National Bioengineering Group

<http://www.bioing.it/>



# PERCHE' A PADOVA

- 1968: Corso di “Elettronica Biomedica”, primo dell’area Bioingegneria in Italia
- 1992: Indirizzo di Ingegneria Biomedica nella Laurea in Ingegneria Elettronica
- 1994: Diploma Universitario di Ingegneria Biomedica (attivo fino al 2000)
- 2000: Corso di laurea triennale (Ing. Biomedica) e specialistica (Bioingegneria)
- 2010: Laurea Magistrale Interateneo Ingegneria Clinica
- 1984: Dottorato di Ricerca in Bioingegneria

# PERCHE' A PADOVA

- Docenti coinvolti in attività di ricerca a livello internazionale

## DIPARTIMENTI UNIVERSITARI

Ingegneria dell'Informazione

Ingegneria Industriale

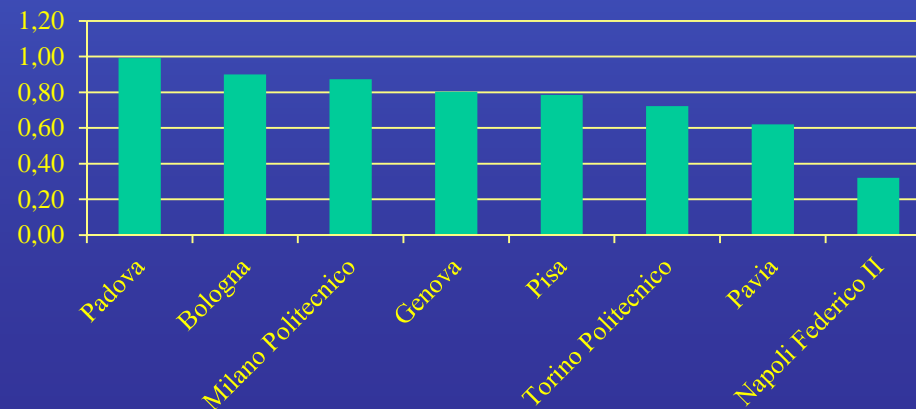
Tecnica e Gestione dei Sistemi industriali

Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Scienze Biomediche

Medicina Molecolare

**Valutazione ANVUR dei prodotti di  
ricerca nel settore Bioingegneria**



1° anno

ESAMI COMUNI A TUTTI I 4 CORSI DI LAUREA TRIENNALE DELL'AREA DELL'INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

2-3° anno

**LAUREA TRIENNALE  
IN INGEGNERIA BIOMEDICA  
("CANALE PROFESSIONALIZZANTE")**

**LAUREA TRIENNALE IN  
INGEGNERIA  
DELL'INFORMAZIONE  
("CANALE FORMATIVO")**

Previo "recupero" di  
alcuni esami

**LAUREA  
MAGISTRALE IN  
BIOINGEGNERIA O  
INGEGNERIA  
CLINICA**

4-5° anno

**DOTTORATO**

altri  
3 anni

**MONDO DEL LAVORO**

**LAUREA  
MAGISTRALE IN BIOINGEGNERIA:  
MANIFESTO DEGLI STUDI  
COORTE 2014-2015**



## CARATTERIZZANTI

**Almeno 45 CFU tra :**

- ✓ INFORMATICA MEDICA
- ✓ ELABORAZIONE SEGNALI BIOLOGICI
- ✓ MODELLI E CONTROLLO SIST BIOL (INGLESE)
- ✓ STRUMENTAZIONE BIOMEDICA
- ✓ BIOMATERIALI E TESSUTI BIOLOGICI
- ✓ BIOMECCANICA (DA L- IBM)
- ✓ MECCANICA DEI TESSUTI BIOLOGICI

**24 CFU tra :**

- ✓ ANALISI DI DATI BIOLOGICI
- ✓ BIOIMMAGINI
- ✓ BIOINGEGNERIA PER LA GENOMICA
- ✓ MACHINE LEARNING PER LA BIOING (NUOVO)
- ✓ NEUROINGEGNERIA
- ✓ BIOING DEL MOVIMENTO E RIABILITAZIONE
- ✓ BIOMECCANICA COMPUTAZIONALE
- ✓ MECCANICA DEI BIOMATERIALI (NUOVO)

## AFFINI

**Almeno 15 CFU tra :**

- ✓ BIOLOGIA E FISIOLOGIA
- ✓ BIOTECNOLOGIE MEDICHE
- ✓ FLUIDODINAMICA PER LA BIOING (INGLESE)
- ✓ FONDAMENTI DI MECCANICA (DA L-IBM)<sup>27</sup>
- ✓ ROBOTICA MEDICA (NUOVO)

## A SCELTA

**15 CFU**

## PROVA FINALE

**21 CFU**

# NOVITA' NEL MANIFESTO - 1

Maggiore flessibilità del percorso, anche pensando alle diverse provenienze degli studenti:

Con l'introduzione dei due corsi ( a scelta) da L-IBM e, in senso piu generale, con una attenta revisione dei programmi anche di altri corsi, viene data la possibilità di evitare sovrapposizioni tra temi trattati alla laurea triennale e magistrale.

E' complessivamente migliorata l'offerta formativa, in particolare nel settore della bioingegneria meccanica e dei biomateriali

Utilizzando le opzioni di scelta consentite nell'attuale manifesto, uno studente potrà seguire un percorso in linea con la sua preparazione, ben caratterizzato relativamente alle materie fondamentali e orientato verso ambiti diversi di specializzazione.

## NOVITA' NEL MANIFESTO - 2

Molti insegnamenti, in particolare del 2° anno, prevedono come prerequisito i contenuti di alcuni insegnamenti del primo.



**Consultare i programmi degli insegnamenti e le note alla compilazione dei piani di studio**

# Prova finale : progetto di ricerca

## Presso nostri laboratori :

- Modelli - Segnali - Immagini      Dip Ingegneria dell'Informazione
- Bioingegneria del movimento      Dip Ingegneria dell'Informazione
- Meccanica dei materiali biologici      Dip Ingegneria Industriale
- Bioingegneria Chimica      Dip Ingegneria Industriale
- Fluidodinamica Cardiovascolare  
Numerica e Sperimentale      Dip Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale
- NeurochipLab      Dip Scienze Biomediche

## Presso centri di ricerca nazionali e internazionali

Nell'ambito di stage presso aziende nazionali ed estere,  
società di servizi, servizio sanitario nazionale



**LAUREA**  
**MAGISTRALE IN INGEGNERIA CLINICA:**  
**MANIFESTO DEGLI STUDI**

**I° ANNO – Padova**

- ✓ BIOLOGIA E FISIOLOGIA
- ✓ ELABORAZIONE SEGNALI BIOLOGICI
- ✓ INFORMATICA MEDICA
- ✓ FONDAMENTI DI MECCANICA
- ✓ BIOMATERIALI E TESSUTI BIOLOGICI

**il° ANNO – Trieste**

- ✓ COMPLEMENTI DI STRUMENTAZIONE BIOMEDICA
- ✓ GESTIONE DEL RISCHIO IN AMBITO OSPEDALIERO
- ✓ VALUTAZIONE E ACQUISIZIONE DELLE TECNOLOGIE SANITARIE
- ✓ SISTEMI E SOLUZIONI E-HEALTH
- ✓ ORGANIZZAZIONE DEI SISTEMI SANITARI E DEI SERVIZI DI INGEGNERIA CLINICA

**A SCELTA**

**15 CFU**

**PROVA FINALE**

**21 CFU**