

# INSEGNAMENTO

## Misure Elettroniche per Bioingegneria



**Prof. Pasquale Arpaia**





*“Passione e dedizione, ricerca e sviluppo: che uomini saremmo se non cercassimo di cambiare il mondo?”*





## TELEMONITORAGGIO E DIAGNOSTICA PAZIENTI



Monitoraggio remoto e diagnostica automatica per pazienti anziani e/o portatori di handicap presso il loro domicilio

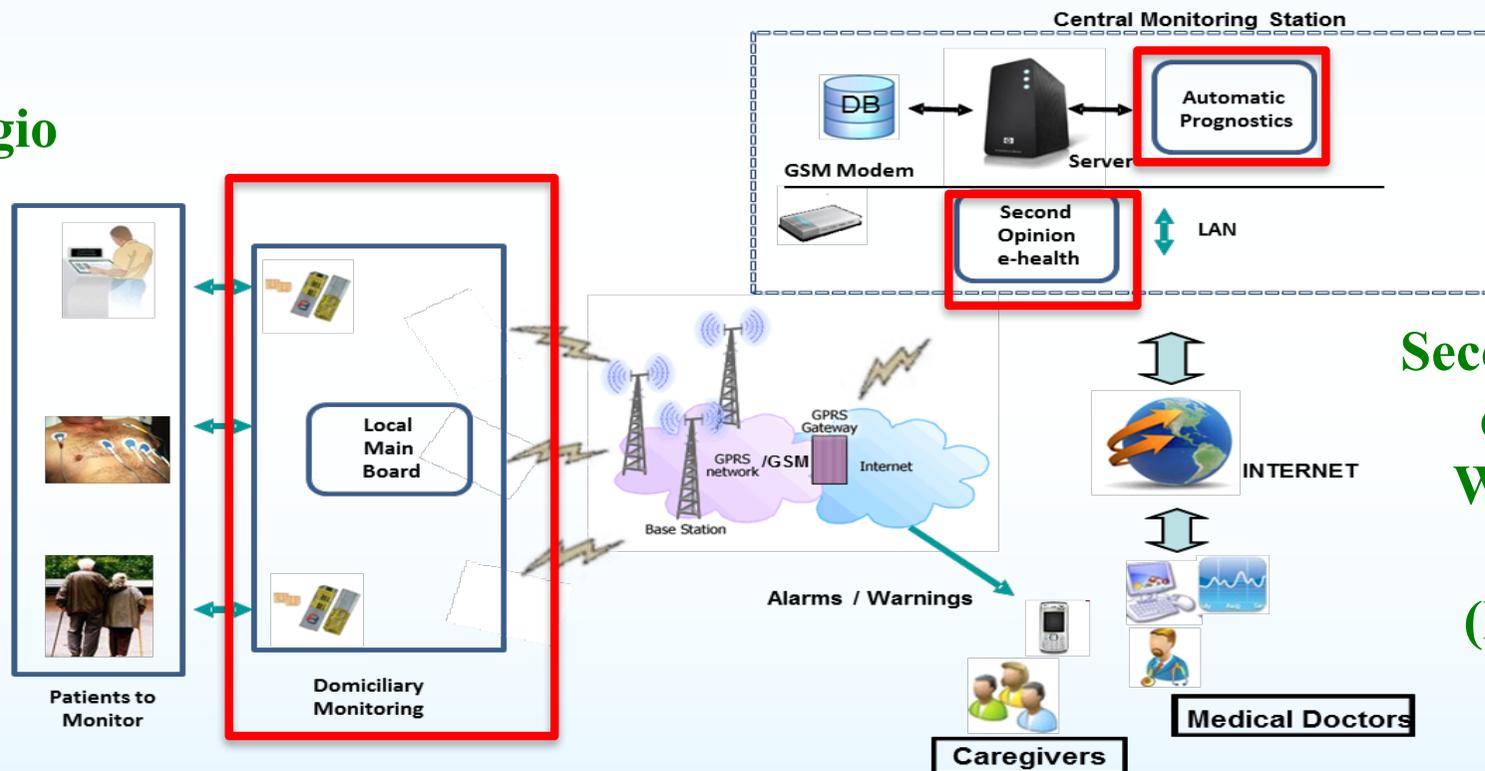
*Web-based e-health* per la diagnostica medica pronto intervento





# CHROME (Care at Home): Tele-monitoring and tele-rehabilitation at domicile

Telemonitoraggio  
Domiciliare:  
Biomedica  
+  
Domotica



In-time  
Prognostics

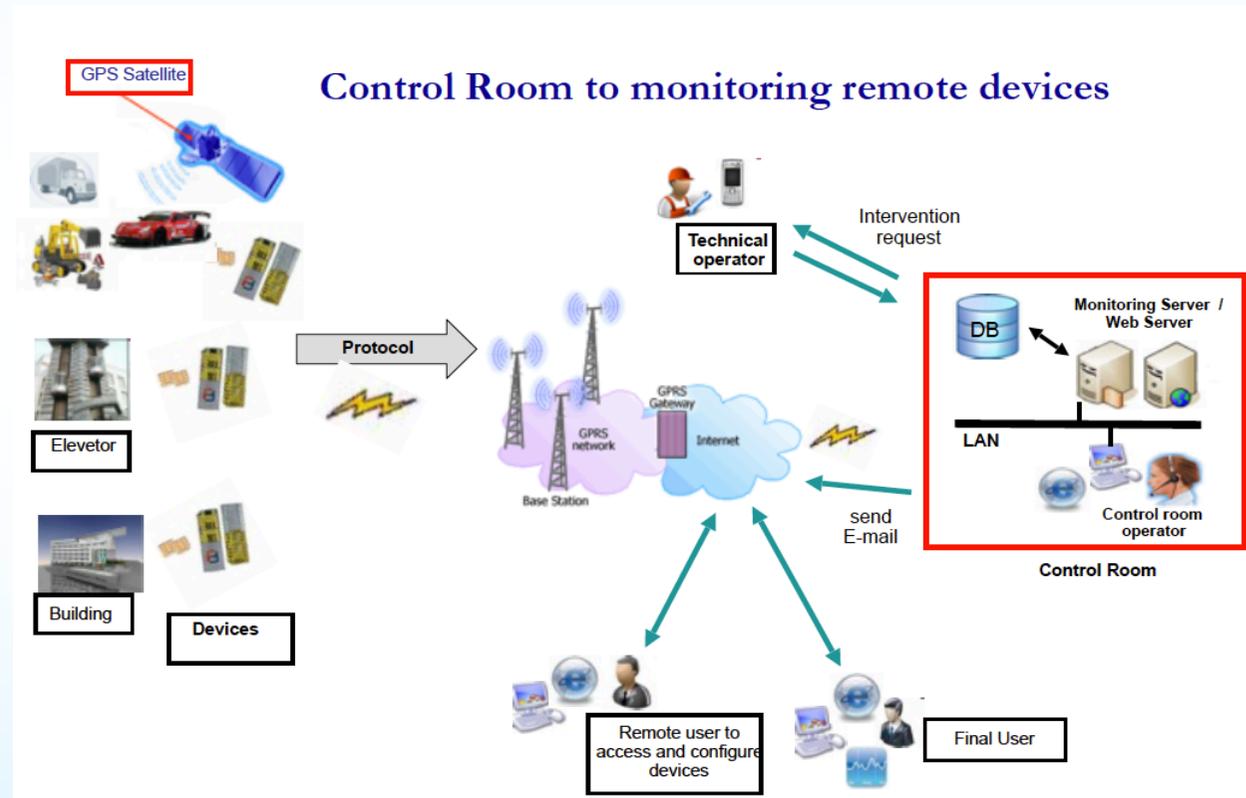
Second-opinion  
e-health:  
Web-based  
support  
(PubMed)



# Obiettivi del Corso 1/4

- In estrema sintesi, l'idea è di fare un corso "a progetto" direttamente basato sulla esperienza di CEO del docente in spin-off hi-tech di ricerca internazionale.

Si vuole cioè riprodurre quello che si fa in azienda per una commessa di RD industriale per un prototipo di sistema di misura basato su reti di sensori smart per applicazioni biomedicali



# Obiettivi del Corso 2/4



1. analisi dei requisiti del cliente (si faranno meeting con personale di Protom e STMicroelectronics per applicazioni di misura per monitoraggio pazienti)
2. definizione del team di progetto (project leaders: prof. P. Arpaia, M. Marvaso, F. Bonavolontà, e competenze di allievi biomedici),
3. concept design,
4. progetto fisico di sw, fw e hw,
5. prototipazione, integrazione,
6. e test funzionale e di qualificazione.

CORPOREA



## Obiettivi del Corso 3/4

*“A parte la fase iniziale comune di contatto col cliente e stesura dei requisiti, il team di allievi (sotto la ns diretta tutela didattica) sarà chiamato a specificare, concepire, disegnare, implementare, debuggare, testare, e qualificare fw e hw per microcontrollori per la misura e il processo dei dati, nonché per la rete wireless, e il sw di centrale di monitoraggio. Utilizzeremo la nuova piattaforma micro ST Microelectronics (saremo il primo Corso in Europa) e C++/Java per il sw di centrale. “*



Prof. Pasquale Arpaia



# Obiettivi del Corso 4/4

*“Avremo seminari di professionals industriali biomedicali affermati di RD sia per definire applicazioni vere, sia sugli aspetti cruciali di sw, hw, e fw.*

*Insomma, sarà un’immersione nel clima gioioso, folle e convulso di una piccola azienda aggressiva di RD internazionale che vuole primeggiare nel mare in tempesta della globalizzazione e della crisi.*

*Benvenuti a bordo.*

*Cordialmente“*

Prof. Pasquale Arpaia



# Contenuti del Corso

## IL CORSO SARÀ COMPOSTO DA:

- **Lezioni teoriche**
- **Esercitazioni pratiche**
- **Seminari di esperti di case leader di prodotti (ST Microelectronics, National Instruments) e applicativi (Protom).**
- **Visita guidata in azienda allo scopo di mostrare le potenzialità dei sistemi di telemonitoraggio in tempo reale**

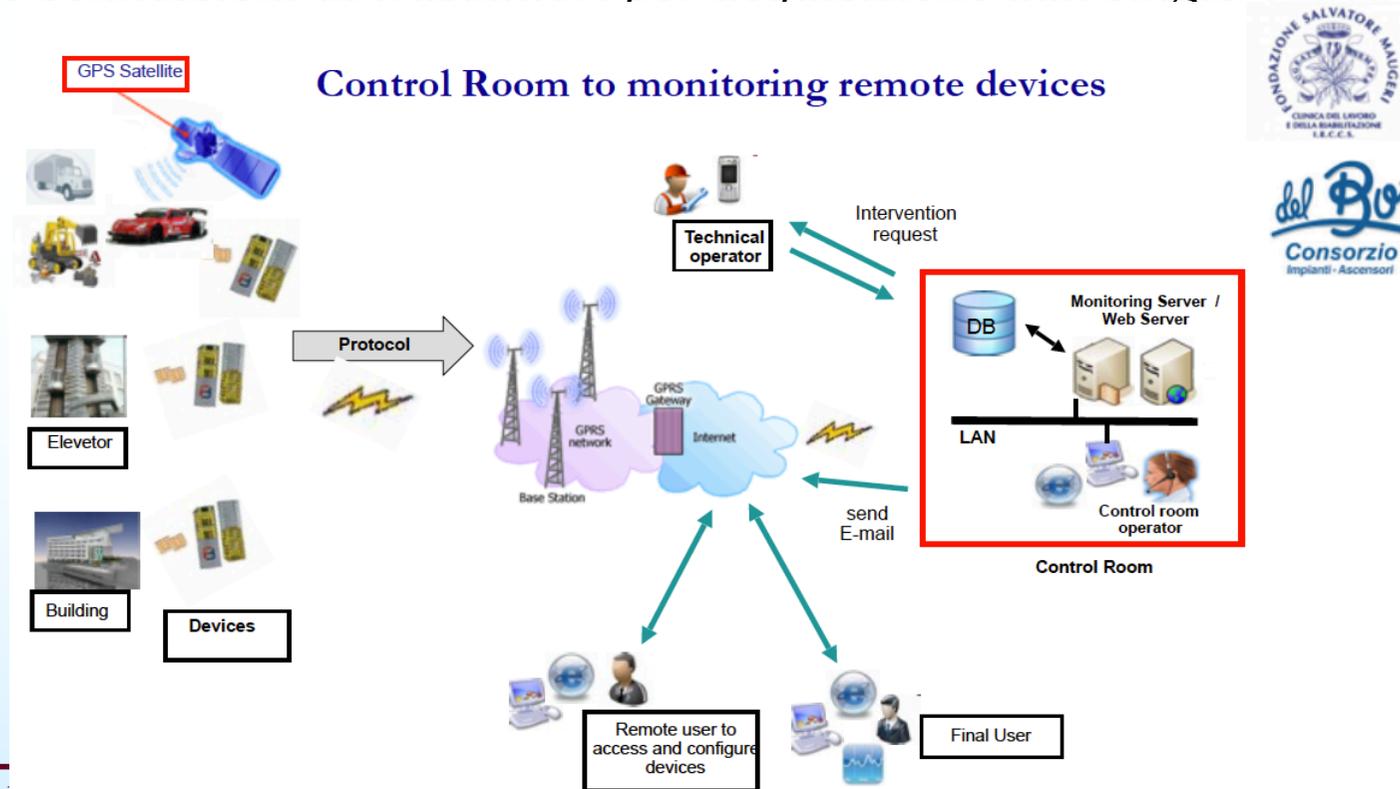


# Argomenti del Corso

## 1. SISTEMI DI TELEMONTITORAGGIO

**Concetti generali:** Architettura di sistemi di telemonitoraggio e telemisura: basate su micro-controllori on-chip, su palmari/smartphone, su webservices e PC. Il monitoraggio per la Smart Factory di Industry 4.0. Sistemi di monitoraggio di ultima generazione, basati su interfacce ciberfisiche e realtà aumentata. Brain Computer Interfaces. Realtà aumentata per applicazioni di misura.

*Esercitazioni: Montaggi e connessioni di trasduttori per acquisizione dati single-ended*



# Argomenti del Corso

## 2. SOFT TRANSDUCERS

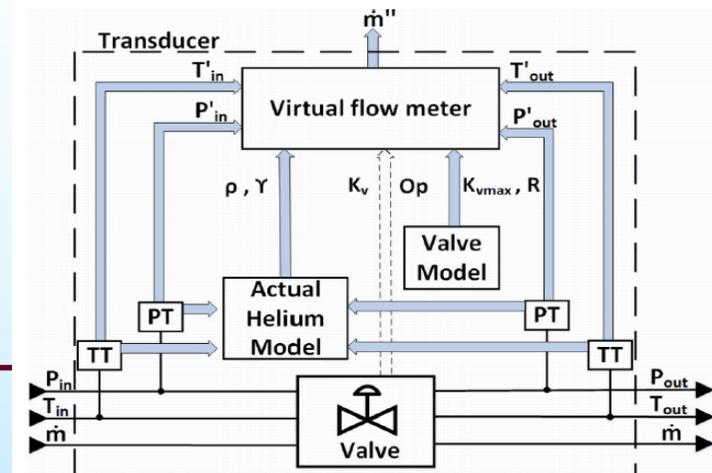
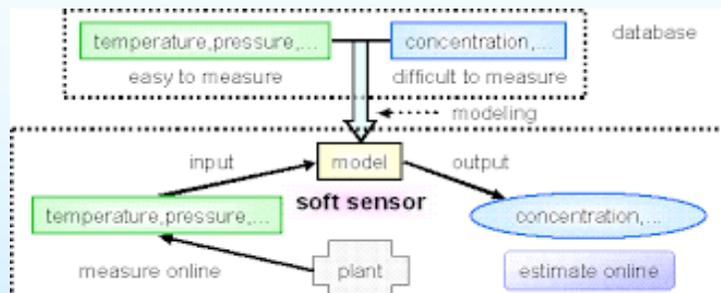
**Generalità.** Architetture, progettazione, scelta del modello, identificazione sperimentale, validazione. Esempi soft transducers: sensore di flusso in ambiente criogenico, bilancia stabilografica con exergames.

**Microcontrollori per l'acquisizione dati.** Requisiti, architettura, componenti logici e fisici: analisi delle specifiche (esempio famiglia STM Nucleo32), panoramica del mercato (esempio produzione ST Microelectronics).

**Nodo Sensore:** richiami architettura STM32, programmazione a registri, ambienti di sviluppo IDE: IAR, Cube. Scheda Nucleo: expansion board, protocollo di comunicazione I2C (richiami), sensore di pressione, sensore di umidità e temperatura, accelerometro e magnetometro, giroscopio.

*Esercitazioni: Sviluppo di un progetto per il nodo sensore mediante funzioni di libreria di alto livello: Driver, HAL (Hardware Abstraction Layer), Board Support Package (BSP).*

*Implementazione di un processo di misura.*



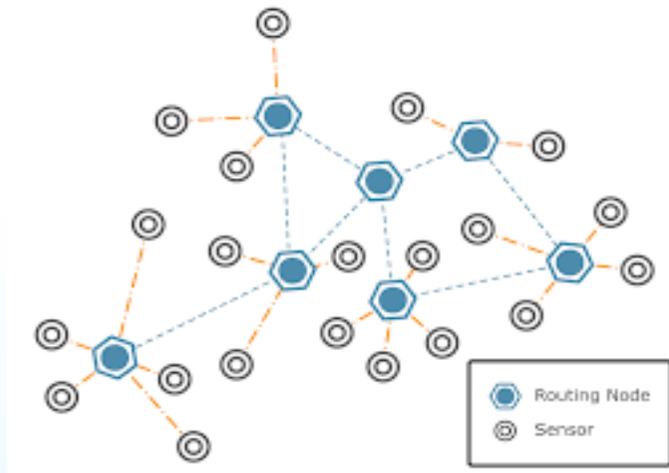
# Argomenti del Corso

## 3. RETI DI TRASDUTTORI WIRELESS

**Nodo Rete:** Principi di progettazione e realizzazione di una rete Wireless. Internet of things: esempi. Dimostratore ST Microelectronics. Panoramica dei protocolli di comunicazione: livello Rete SubGHz, protocollo 6LoWPAN. Sistema operativo Contiki: struttura, processi, drivers.

**Wireless Bridge:** Protocollo di comunicazione (Wireless-Bridge)-Nodi Rete. Integrazione processi, protocollo di comunicazione con centrale.

*Esercitazioni: Integrazione della rete di monitoraggio.*



### Wireless Sensor Networks

Current Status and Future Trends



Edited by Shafiqullah Khan,  
Al-Sakib Khan Pathan, and Nabil Ali Alrajeh



# Argomenti del Corso

## 4. CENTRALI DI TELEMONTITORAGGIO

**Obiettivi e funzionalità di una Centrale di Monitoraggio.** Richiami di C++, ciclo di vita del software (requisiti, analisi, architettura, sviluppo, test), metodologie di sviluppo software: modelli a fasi, a waterfall, a spirale. Scenari di monitoraggio, vista logica della Centrale.

**Centrale di Monitoraggio:** architettura logica e funzionale; componenti della Centrale: protocollo, acquisizione dati, base dati (modello E-R), memorizzazione dei dati nel data base.

Applicazione Web per la visualizzazione dei dati: front-end, back-end, interfaccia web, reportistica.

*Esercitazioni: Richiami di C++, Ambiente di sviluppo Visual Studio Microsoft, acquisizione dei dati (polling su directory e socket), protocollo e parsing dei dati da dispositivi, memorizzazione dati, progettazione interfaccia web, creazione dashboard per monitoraggio dati da sensori: architettura logica e progetto concettuale.*



# Contenuti del Corso

## 5. APPLICATIVO DI TELEMONITORAGGIO BASATO SU DRONI PER INQUINAMENTO AMBIENTALE

Stesura dei requisiti utente di un sistema di telemonitoraggio. Analisi della sensoristica per misura di inquinamento ambientale. Progettazione concettuale e fisica del nodo sensore e del nodo rete. Progettazione concettuale e implementazione dell'applicativo di centrale. Debug e test. Integrazione e prove di validazione. Stesura della documentazione mediante ipertesti.

*Esercitazioni: Analisi delle specifiche di un sistema di telemonitoraggio basato su droni per misura di inquinamento ambientale. Case study per la Terra dei Fuochi. Implementazione algoritmi di ronda e di misura delle principali grandezze per inquinamento. Implementazione di algoritmi di misura delle principali grandezze per inquinamento. Debug e test. Implementazione principali parti della centrale.*

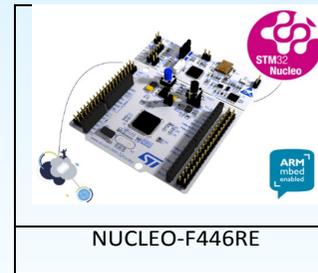
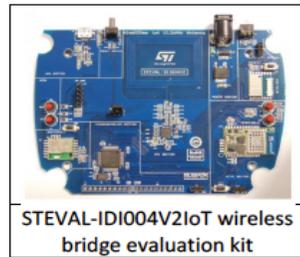


# Tools del corso

- **Trasduttori smart**

- Sviluppo di fw di misura su piattaforma STM32 Nucleo
- Sensoristica modulare

- **Rete wireless**



	
X-NUCLEO-NFC01A1	5
<b>Sensore di prossimità, Luce</b>	
	
X-NUCLEO-6180XA1 (Sensore di prossimità, luce)	5
<b>Accelerometro, Magnetometro, Giroscopio</b>	
	
X-NUCLEO-IKS01A1	20
<b>Controllo per motori Stepper o Brushless</b>	
	
	5

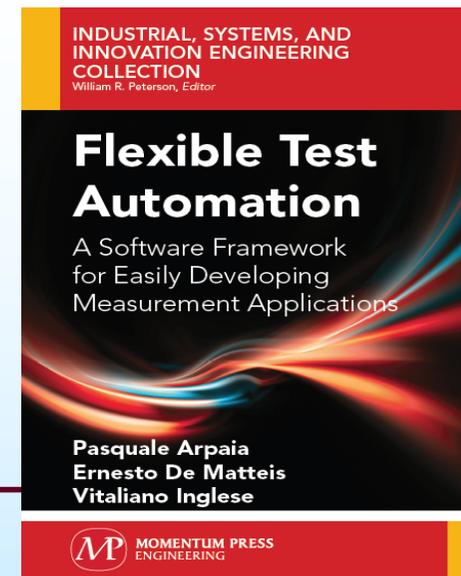
- **Applicativo di Centrale di Monitoraggio**

C++, .net C#, ambiente Visual Studio 10.x, base di dati, my sql, web application (con una demo in ambiente smartphone)



# Testi suggeriti

- **Parab, Jivan S. Exploring C for microcontrollers: A hands on approach. Springer Science & Business Media, 2007.**
- **A. Kurniawan, Getting Started With STM32 Nucleo Development, Kindle Edition, 2015.**
- **P. Arpaia, E. De Matteis, V. Inglese, Flexible test automation: a framework for easily developing measurement applications, Momentum Press, 2014.**
- **F. Akyildiz, M. Can Vuran, Wireless sensor networks, John Wiley and Sons, 2010.**
- **L. Fortuna, S. Graziani, A. Rizzo, M. G. Xibilia, Soft Sensors for Monitoring and Control of Industrial Processes, Springer-Verlag, 2007.**
- **H. Schildt, Guida al C++ (2a edizione), Mc Graw-Hill Editore, 2000.**
- **Application notes costruttori.**
- **Manuali componenti, demo boards e applicativi.**
- **Slide docenti.**
- **Appunti dalle lezioni.**



# Organizzazione Didattica

- **Lezioni teoriche (20%)**
- **Esercitazioni pratiche (75%)**
- **Seminari di esperti di case leader di (4%)**
  - **prodotti (ST Microelectronics)**
  - **e applicativi (Protom, SpinVector)**
- **Visite tecniche (1%)**



# Organizzazione Didattica

## Durante il Corso

- Iscrizione al corso
- Frequenza obbligatoria in laboratorio (registri presenze)
  - 3 docenti
- Forte componente di laboratorio: corso di pratica (80 %)
  - Esame in laboratorio (premiare il saper fare)



# Organizzazione Didattica

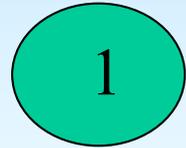
## Esame e valutazione

- I Parte: Esame in laboratorio con la realizzazione di una parte significativa di un applicativo
  - II Parte: discussione progetto
  - III Parte: domanda di Teoria

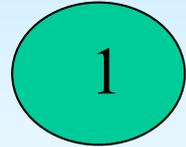
Esempio MRC 2016-2017



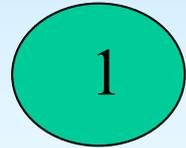
# Eventuali conoscenze di base pregresse



# Modalità di svolgimento dell'esame ed indicazione del materiale didattico (sua reperibilità)



# Utilità e applicabilità delle conoscenze acquisite al mondo del lavoro



**THANK YOU  
FOR YOUR ATTENTION**

