



## Schede dei gruppi di Ricerca del Politecnico di Milano e del CNR nel Campus di Lecco







POLIMI 01 - Fotonica e Tecnologie Ottiche .....	4
POLIMI 02 - Geologia e Geofisica applicata.....	5
POLIMI 03 - Ingegneria Civile e Territorio – Geotecnica .....	7
POLIMI 04 - Ingegneria Civile e Territorio – Rilevamento .....	8
POLIMI 05 - Ingegneria Civile e Territorio - Strutture .....	10
POLIMI 06 - Innovazione & Management delle PMI .....	12
POLIMI 07 - Misure Meccaniche e Termiche .....	13
POLIMI 08 – Prototipazione rapida .....	14
POLIMI 09 – Prove materiali per applicazioni meccaniche .....	15
POLIMI 10 – Recupero Edilizio ed Efficienza Energetica .....	17
POLIMI 11 – Sensori e Sistemi Biomedicali .....	18
POLIMI 12 – Laboratorio Impatto e Scoppio - Shock Tube.....	19
POLIMI 13 – Sicurezza dei trasporti .....	20
POLIMI 14 – Wireless Embedded Systems.....	21
POLIMI 15 – Dinamica, Vibrazioni, Meccatronica, Sport e Biomeccanica.....	22
POLIMI 16 – Lecco Innovation Hub .....	23
POLIMI 17 – Laboratorio di Neuroingegneria e Robotica Medica (NearLab).....	26
POLIMI 18 – Laboratorio di Idraulica.....	26



## Attività

L'attività di ricerca si colloca nell'ambito della spettroscopia molecolare assistita da sorgenti laser e specificatamente da una sorgente particolarmente innovativa, capace di produrre un pettine equispaziato di frequenze ottiche, utilizzabile come strumento estremamente accurato d'indagine di assorbimenti molecolari.

Una prima direttrice di ricerca, di carattere prevalentemente scientifico, utilizza detti pettini di frequenza per:

- misurare assorbimenti di molecole di rilevanza ambientale e medicale, nelle regioni spettrali del vicino e medio infrarosso
- determinare parametri spettroscopici utilizzabili sia per la comprensione della struttura energetica delle molecole sia per migliorare l'accuratezza dei database oggi utilizzati per la rivelazione ed identificazione delle molecole su base spettroscopica
- effettuare misure di costanti fondamentali della fisica in contesti spettroscopici altamente selezionati, quali il rapporto tra massa del protone e massa dell'elettrone.

Una seconda direttrice di ricerca, di taglio più applicativo, è finalizzata a:

- realizzare strumentazione laser per la rivelazione di singole specie molecolari presenti in atmosfera con concentrazioni estremamente basse, dell'ordine di poche parti per miliardo
- progettare e sviluppare spettrometri di nuova generazione per la rivelazione di specie molecolari multiple con elevata risoluzione temporale, da utilizzare per diagnostica di ambienti gassosi complessi, quali respiro umano o scarichi industriali

## Strumentazione

- sorgente laser a pettine di frequenze e a singola frequenza nelle regioni spettrali del vicino e medio infrarosso
- componentistica idraulica per la manipolazione di gas: tubazioni, cella di misura, cavità ottica ad elevata finezza da 1450 a 1650 nm, vacuometro
- strumenti di misura di grandezze elettriche: oscilloscopio, analizzatore di spettro elettrico, scheda FPGA di acquisizione dati

## Servizi per le imprese

- consulenza nel settore della sensoristica ottica
- consulenza sull'uso del programma Labview

## Responsabile scientifico

Prof. Marco Marangoni

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700



## Attività

Le attività del gruppo scientifico sono principalmente orientate allo studio, la previsione, la prevenzione e la gestione del rischio connesso al dissesto idrogeologico e alla presenza di cavità sotterranee. Avvalendosi di tecniche congiunte geologico-geofisiche, il laboratorio si occupa inoltre di un ampio spettro di problematiche legate all'ingegneria civile e ambientale, nonché alla protezione civile.

Per quanto concerne il dissesto idrogeologico:

- analisi e monitoraggio integrato di versanti instabili con tecniche geologiche, sismiche, microsismiche, elettromagnetiche ed elettriche
- strumenti di Decision Support System per valutare la probabilità di accadimento di eventi franosi e il loro grado di pericolosità
- rischio residuo durante le fasi di emergenza
- programmi di previsione, prevenzione e piani di emergenza
- simulazioni numeriche per la stabilità dei pendii e il trasporto solido

Per quanto concerne le cavità sotterranee:

- analisi e monitoraggio di cavità sotterranee avvalendosi di tecniche sismiche ed elettromagnetiche
- valutazione del rischio geologico ed idrogeologico con definizione di piani di emergenza

Per quanto riguarda le principali attività in campo geofisico:

- messa a punto di strumentazione innovativa e algoritmi di localizzazione per la ricerca di superstiti con tecniche microsismiche
- analisi non distruttiva di opere di ingegneria civile con tecniche ultrasoniche e Ground Penetrating Radar
- individuazione di sottoservizi e ricerca di perdite nelle reti idriche
- microzonazione sismica con tecniche MASW e HVSr
- indagini elettromagnetiche del manto nevoso

## Servizi per le aziende/Enti

- programmi di previsione e prevenzione e Piani di emergenza a livello comunale e provinciale
- monitoraggio integrato di versanti instabili con definizione di soglie di allerta
- carte di pericolosità e rischio connesse al dissesto idrogeologico
- analisi numeriche per la valutazione dello stato tenso-deformativo dei versanti instabili
- valutazione del rischio geologico in cavità sotterranee e aree minerarie dismesse
- ricerca di persone sotto le macerie
- individuazione di sottoservizi e ricerca di perdite nelle reti idriche

## Strumentazione

- strumentazione per indagini sismiche near-surface a rifrazione e riflessione P ed S, e con onde superficiali
- software per elaborazione di dati sismici a rifrazione, riflessione, MASW, tomografia a rifrazione e trasmissione
- strumentazione e software per misure di microzonazione
- strumentazione e software per indagini GPR ecografiche e tomografiche
- strumentazione e software per tomografia elettrica

- laser scanner e TDR per monitoraggio aree instabili
- software per modellazione numerica finalizzata alla stabilità dei versanti

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

### **Responsabili scientifici**

Prof. Luigi Zanzi – Prof.ssa Monica Papini

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

# POLIMI 03 - Ingegneria Civile e Territorio – Geotecnica

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

## Attività

Le attività svolte dalla sezione Geotecnica riguardano la modellazione del comportamento meccanico di geomateriali (terreni e rocce tenere) e lo studio di problemi di interazione tra terreno e struttura, sotto carichi statici e sollecitazioni dinamiche/impulsive.

Particolare attenzione è posta sull'interazione ambiente-struttura e sullo studio degli effetti di carichi ambientali (variazioni dei livelli di falda, effetti stagionali di carattere termico e idraulico, ...) su strutture e geo-strutture (opere di sostegno attive e/o passive, opere in terreni sciolti, opere in terra rinforzata).

## Servizi per le aziende

- esecuzione di prove sperimentali in sito e in laboratorio
- progettazione ed esecuzione di prove di carico orizzontale su fondazioni profonde
- modellazione numerica di problemi al contorno
- sviluppo di approcci progettuali specifici per problemi di interazione tra terreno e struttura

## Strumentazione

Il laboratorio prevede una sezione sperimentale e una numerica:

### Sperimentale

- sistema di acquisizione digitale per monitoraggio delle condizioni di parziale saturazione in terreni sciolti (3 sonde per la misurazione del contenuto di acqua, 1 equitensiometro, 1 tensiometro jet-fill)
- sistema analogico per l'esecuzione di prove di carico su piastra (diametro 300 mm), per la determinazione dei moduli di rigidezza di sottofondi stradali e terreni di riempimento
- telai per la realizzazione di prove edometriche e di creep
- cella triassiale ordinaria per l'esecuzione di prove ad elevata pressione di confinamento
- telaio di contrasto per la realizzazione di prove in piccola scala di problemi di interazione tra terreno e struttura (prove in controllo di carico, con due componenti indipendenti di carico ortogonali tra loro)

### Numerica

- codici di calcolo ad elementi finiti, alle differenze finite, agli elementi distinti per la modellazione di problemi statici e dinamici/impulsivi (ad esempio effetti sismici o problemi di impatto)

## Responsabile Scientifico

Prof. Francesco Calvetti

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

# POLIMI 04 - Ingegneria Civile e Territorio – Rilevamento

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

## Attività

Lo spirito del gruppo di ricerca di Ingegneria Civile e Territorio è focalizzato sulla multidisciplinarietà che caratterizza l'intero settore dell'ingegneria civile ed in particolare il territorio nei suoi aspetti geotecnici e idraulici, le costruzioni di strutture ed infrastrutture e i sistemi di controllo.

La sezione rilevamento, mantenendosi sempre attenta all'aggiornamento tecnologico dei metodi e degli strumenti di misura, si colloca nei seguenti settori di ricerca applicata e servizi per le imprese:

- misure topografiche, fotogrammetriche e laser scanning
- rilievo architettonico
- rilievo del territorio
- monitoraggio strutturale

## Servizi per le aziende

- rilievi topografici, fotogrammetrici e laser scanning
- rilievo del territorio
- rilievo architettonico
- monitoraggio strutturale
- consulenze e perizie negli ambiti del monitoraggio

## Strumentazione

Misure topografiche:

- stazioni totali
- livelli ottici e digitali
- ricevitori GPS

Misure fotogrammetriche e laser scanning

- laser scanner per rilievi architettonici
- laser scanner per rilievi ambientali
- camere digitali con ottiche calibrate e camere metriche

Misure di controllo strutturale

- stazioni totali del primo ordine
- livelli automatici di alta precisione
- stadie e stadiette di differenti tipologie per livellazioni geometriche di alta precisione
- radar interferometrico
- dispositivi di lettura per la misura delle variazioni di verticalità (coordinatometri, fili a piombo)
- slitte micrometriche da abbinare al livello zenitale per la misura delle variazioni di verticalità
- clinometro ottico ed elettronico
- dispositivi estensimetri analogici e digitali
- comparatori centesimali
- deformometro millesimale per il monitoraggio del quadro fessurativo
- sistemi di monitoraggio automatico e sistemi di acquisizione dei movimenti in tempo reale

**Responsabile scientifico**

Prof.ssa Raffaella Brumana

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

# POLIMI 05 - Ingegneria Civile e Territorio - Strutture

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

## Attività

Il laboratorio si occupa di caratterizzazione meccanica di materiali da costruzione e strutture. In particolare è dedicato alla caratterizzazione meccanica di materiali cementizi tradizionali ed avanzati in condizioni standard ed eccezionali.

Il laboratorio si occupa inoltre di diagnosi strutturale per mezzo di prove distruttive e non distruttive su strutture o su porzioni di esse eseguendo prove sperimentali sia in situ sia in laboratorio.

Le principali tematiche di ricerca sono:

- caratterizzazione meccanica di materiali avanzati a base cementizia (calcestruzzi fibrorinforzati, textile a base cementizia etc)
- studio del comportamento dei materiali cementizi in condizioni eccezionali (es. incendio)
- studio del comportamento dei materiali cementizi in condizioni ambientali estreme (es. gelo-disgelo)
- applicazioni strutturali di materiali cementizi avanzati
- studio del comportamento strutturale in condizioni eccezionali (incendio ed esplosione)

## Servizi per le aziende

- prove di flessione e compressione in controllo di spostamento per materiali a base cementizia
- prove non distruttive mediante misure sclerometriche, ultrasoniche, capo-test, prove di strappo, rilievo di armature, misure di potenziale e velocità di corrosione dell'armatura di rinforzo, resistività del calcestruzzo, prelievo di microcarotaggi
- ricerca nel campo della caratterizzazione dei conglomerati ad alte prestazioni fibrorinforzati
- tecniche di rilievo e di intervento per la messa in sicurezza di pendii artificiali e di strutture danneggiate
- determinazione del danno prodotto da incendio
- collaudi e controlli statici di strutture fino al collasso
- certificazione secondo normativa nazionale ed internazionale delle caratteristiche meccaniche di conglomerati

## Strumentazione

- presse idrauliche uniassiali in controllo di spostamento da 200 e 3000 kN
- pressa elettromeccanica in controllo di spostamento da 30 kN
- camera climatica con controllo disaccoppiato di temperatura e umidità relativa rispettivamente negli intervalli  $-40^{\circ}\text{C}/ +180^{\circ}\text{C}$  e  $5\%/98\%\text{UR}$
- telaio per prove di flessione in controllo di spostamento da 100 kN
- camera umida
- forno a resistenze in grado di raggiungere  $1100^{\circ}\text{C}$  per esposizione di campioni ad alte temperature
- attrezzature per la caratterizzazione delle miscele a base cementizia (calcestruzzi e malte) allo stato fresco (Cono di Abrams, Vebè, L-box, J-ring, Ago di Vicat)
- attrezzature per prove non distruttive o poco invasive su strutture in calcestruzzo armato (Capo-test; Sclerometro; Strumento digitale per prove ad ultrasuoni; Oscilloscopio; Pachometro; Microcore; Attrezzature per pull-off test)
- piastra di carico da 100 kN

- sistemi di acquisizione multicanale per la misura di spostamenti e deformazioni di provini e strutture

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

### **Responsabile Scientifico**

Prof. Marco di Prisco

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

# POLIMI 06 - Innovazione & Management delle PMI

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

## Attività

Il laboratorio sviluppa progetti di ricerca e di collaborazione con le imprese del territorio lecchese, sui temi dell'ingegneria gestionale.

Le aree tematiche di ricerca sono:

- impiantistica industriale e gestione della produzione
- eco-efficienza e analisi costi-benefici
- efficienza energetica
- gestione della sicurezza
- innovazione di prodotto e di processo
- imprenditorialità nelle piccole e medie imprese
- qualità
- finanziamento delle imprese
- economia delle fonti rinnovabili

## Servizi per le aziende

- check-up di efficienza energetica
- analisi di eco-efficienza
- analisi sulla gestione degli acquisti e della produzione
- scouting tecnologico
- business planning
- piani finanziari e organizzativi
- valutazione di investimenti e analisi di mercato

## Responsabile Scientifico

Prof. Augusto Di Giulio

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700



## Attività

Il laboratorio si occupa di monitoraggio, diagnostica e controllo di qualsiasi sistema interessato da grandezze meccaniche e termiche. Oltre ai temi di metrologia generale e di strumentazione, si occupa della progettazione di strumenti e sistemi di misura per applicazioni specifiche:

- progettazione e realizzazione di strumentazione per le misure nello spazio
- misure acustiche e di vibrazione
- misure di temperatura
- misure per applicazioni biomediche

## Servizi per le imprese

- misure di vibrazione su utensili, macchine e componenti meccanici: realizzazione di sistemi per la riduzione delle vibrazioni; interventi specifici di caratterizzazione delle sorgenti di vibrazioni e attenuazioni delle sorgenti e/o riduzione della trasmissione
- misure di spostamento e dimensionali: realizzazione di sistemi di misura su specifica del cliente; sistemi per il controllo di qualità; integrazione dei sistemi di misura realizzati con il sistema di qualità aziendale
- realizzazione di sensori e sistemi di misura completi per il monitoraggio di forze, coppie e pressioni
- analisi sperimentale delle tensioni su parti meccaniche; realizzazione di sistemi di monitoraggio
- monitoraggio del rumore e progettazione di interventi di bonifica acustica
- realizzazione di sistemi di misura delle temperature in ambito industriale; analisi termiche e termoelastiche

## Strumentazione

### Misure di vibrazione

- vibrometri laser a scansione e single point, accelerometri piezoelettrici e MEMS, servoaccelerometri
- sistemi per la misura di vibrazioni mano-braccio e corpo intero
- banchi prova per la caratterizzazione di sorgenti di vibrazione a sei assi
- generatori di vibrazione con forze dinamiche da 0.1 a 8900 N e frequenze di eccitazione da 2 a 15000 Hz

### Misure di temperatura

- termocamera a sensori microbolometrici per analisi termiche senza contatto
- sistemi multicanale per misure di temperatura tramite termocoppie e termoresistenze
- bagno termico controllato nel campo di temperature  $-40^{\circ}\text{C} \div 120^{\circ}\text{C}$
- camera a vuoto per prove meccaniche di componenti in condizioni di vuoto e in un campo di temperatura fra  $-190^{\circ}\text{C}$  e  $100^{\circ}\text{C}$

## Responsabile Scientifico

Prof. Bortolino Saggin

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

# POLIMI 08 – Prototipazione rapida

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

## **Attività**

Il Laboratorio Prototipi è attrezzato per realizzare modelli fisici di progetti rappresentati mediante software di disegno. Scopo del laboratorio è quello di sperimentare e sviluppare l'impiego delle macchine di prototipazione rapida nella realizzazione di modelli di architetture, di paesaggi, di territori, di oggetti di design e di modelli meccanici.

Nell'ambito della ricerca, l'attività del laboratorio si sviluppa verificare le modalità e i limiti di impiego delle macchine di prototipazione in riferimento ai diversi tipi di progetti, al grado di dettaglio descrittivo richiesto, alla trasformazione, al trasferimento e al formato dei software di disegno.

Nel settore della progettazione di modelli meccanici, la tecnologia di stampa 3D in ABS permette di riprodurre prototipi che grazie alle elevate prestazioni in termini di resistenza, durezza e stabilità dimensionale possono essere impiegati in applicazioni di serie, consentendo una riduzione dei costi di produzione.

## **Strumentazione**

- Versa Laser VLS 6.60 - per taglio ed incisione in 2D
- Dimension Elite - per stampe 3D in ABS
- Zcorp Spectrum Z510 – per stampe 3d in polveri di gesso

## **Servizi alle imprese**

Il Laboratorio Prototipi è aperto agli studenti, agli operatori del territorio di Lecco, progettisti, imprese, immobiliari e artigiani, per consulenza e assistenza allo sviluppo dei file di disegno, per la produzione di maquette secondo le specifiche esigenze e le finalità operative.

## **Responsabile scientifico**

Prof. ssa Maria Pignataro

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

# POLIMI 09 – Prove materiali per applicazioni meccaniche

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

## Attività

Il gruppo di ricerca si occupa di indagini sperimentali su materiali metallici tradizionali e innovativi. In tutti i numerosi studi eseguiti, è stato di principale interesse la correlazione fra la microstruttura del materiale (indagata con le tecniche metallografiche) e le sue caratteristiche meccaniche (indagate con prove meccaniche di vario tipo).

Le aree di ricerca sono:

- acciai tradizionali ed innovativi
- leghe di alluminio
- depositi resistenti all'usura
- trattamenti termici industriali

## Servizi per le aziende

- caratterizzazione meccanica statica (trazione e compressione) di materiali metallici, a temperatura ambiente ed a caldo
- caratterizzazione a fatica di materiali metallici, studio della propagazione della cricca, analisi della tenacità con prove di meccanica della frattura
- studio dello scorrimento viscoso a caldo (creep) dei materiali metallici
- studio e ottimizzazione dei trattamenti termici di acciai e leghe di alluminio
- prove di corrosione in nebbia salina su particolari di piccole e medie dimensioni
- analisi metallografiche
- failure analysis
- studio del comportamento ad usura di strati induriti o depositi superficiali mediante prove di usura pin e ball on disk
- misura delle tensioni residue superficiali su particolari metallici di piccole e grandi dimensioni
- prove di tenuta statica di pezzi finiti o semilavorati di piccole e medie dimensioni
- consulenze in ambito meccanico-metallurgico

## Strumentazione

Macchine per prove meccaniche

- 2 universali elettromeccaniche per prove statiche di: trazione (a temperatura ambiente ed a caldo), compressione (a temperatura ambiente ed a caldo), flessione, meccanica della frattura
- macchina per prova di fatica flessionale rotante
- pendolo di Charpy per prove di resilienza
- durometri micro e macro
- 4 macchine per prove di creep

Macchine per la preparazione e l'analisi dei campioni metallografici

- sega a nastro e troncatrici a disco rotante
- presse inglobatrici per resina a caldo
- lucidatrici metallografiche a carta abrasiva ed elettrolitica

- microscopio elettronico a scansione (Dip. di Meccanica), microscopio ottico e stereomicroscopio a luce riflessa

Apparecchiature per trattamenti termici da laboratori

- forni a muffola da 900 e 1300°C
- vasca di spegnimento e apparecchiatura per la misura della temprabilità jominy
- dilatometro

Altre apparecchiature

- strumentazione per controlli non distruttivi con liquidi penetranti ed ultrasuoni
- camera di corrosione in nebbia salina Tribometro ball/pin-on-disk
- rugosimetro-profilometro
- misuratore di tensioni residue con il metodo della rosetta forata (hole drilling)

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

### **Responsabile scientifico**

Prof.ssa Barbara Rivolta

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

# POLIMI 10 – Recupero Edilizio ed Efficienza Energetica

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

## Attività

Il team scientifico si propone come centro di riferimento per il territorio nel campo della ricerca e della sperimentazione di tecnologie innovative per il recupero e la valorizzazione del patrimonio edilizio esistente.

RE3\_Lab offre una serie di servizi volti a raggiungere gli obiettivi di sostenibilità attualmente riconosciuti e richiesti dal settore. Ad integrazione delle attività di Ricerca & Sviluppo, verrà avviata un'attività di formazione e informazione destinate ai tecnici e agli specialisti del settore in ambito sia privato che pubblico. Le Amministrazioni Pubbliche locali troveranno un riferimento per delineare e supportare quantitativamente le scelte strategiche alla macro scala (specifiche e procedure per la mitigazione del fenomeno isola di calore, incremento della sostenibilità ambientale delle aree di nuova edificazione o di riqualificazione) e alla micro scala (specifiche prestazionali per soluzioni tecniche a basso fabbisogno energetico e a basso impatto ambientale).

Il RE3\_Lab è promotore del Metadistretto SPIRES per lo Sviluppo e la Promozione dell'Innovazione nel Recupero Edilizio Sostenibile.

Le aree tematiche di ricerca sono:

- riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente
- materiali e tecnologie innovative per l'involucro edilizio esistente-caratterizzazione prestazionale e sviluppo tecnologico-esecutivo
- costruire sul costruito: tecnologie costruttive S/R (struttura/rivestimento) per gli interventi di trasformazione e ampliamento degli edifici esistenti
- clima urbano e ricadute sul fenomeno isola di calore e sul comportamento energetico degli edifici
- strumenti innovativi per il rilievo, il monitoraggio e l'organizzazione dei dati sull'esistente (in collaborazione con il Laboratorio IC&T)
- strategie di recupero alla scala urbana e territoriale
- strategie innovative per i luoghi dell'abitare

## Servizi per le aziende

- consulenza scientifica alla realizzazione di interventi di recupero edilizio ed urbano
- caratterizzazione termica ed energetica di componenti di involucro performanti
- valutazione delle prestazioni di sistemi integrati involucro/impianti
- valutazione della qualità ambientale (benessere igrotermico e luminoso)
- caratterizzazione termica e ottica delle superfici urbane
- valutazione dell'efficienza di sistemi impiantistici
- formazione ed aggiornamento professionale

## Responsabile scientifico

Prof. ssa Manuela Grecchi

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco - Tel. 0341.48.8700



## Attività

Il laboratorio si occupa di sviluppare soluzioni e modelli di sistemi e sensori per il monitoraggio di parametri vitali per la ricerca clinica, la telemedicina e lo sport.

L'attività del laboratorio è concentrata su due aspetti principali:

- design di soluzioni indossabili per la misura di segnali biologici
- sviluppo di nuovi sistemi di comunicazione e di supporto per le persone con disabilità gravi

Le aree tematiche di ricerca sono:

- progettazione e realizzazione di sensori e strumenti per il monitoraggio non intrusivo di parametri vitali
- sviluppo di metodologie ed algoritmi di elaborazione dei segnali biologici
- applicazione e sperimentazione di queste nuove tecnologie in ambito clinico, riabilitativo e sportivo

## Strumentazione

Sistema di Brain-Computer Interface:

- elettroencefalografo 8 canali Bluetooth (con certificazione elettromedicale)
- elettroencefalografo 32 Canali PCMCIA (con certificazione elettromedicale)
- sistema di processing on line per segnali EEG
- sistema domotico interfacciato con BCI

Sistemi Wearable:

- dispositivo indossabile per il monitoraggio elettrocardiografico mono-derivazione
- dispositivo indossabile per il monitoraggio elettrocardiografico con tre derivazioni
- dispositivo indossabile per il monitoraggio dell'attività fisica con accelerometro triassiale
- sensori di temperatura indossabili per il monitoraggio dello stato del moncone durante l'utilizzo di protesi

Strumentazione di laboratorio:

- oscilloscopio LeCroy wavejet 324
- analizzatore di stati logici Lecroy MS-32
- fresa a controllo numerico Roland Modela MDX-40
- Pick and Place con forno reflow

## Servizi per le aziende

- sviluppo Hardware e Software per il monitoraggio indossabili
- sviluppo di algoritmi di processamento di segnali ed immagini
- sviluppo applicativi mobile

## Responsabile scientifico

Prof. Giuseppe Andreoni

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

# POLIMI 12 – Laboratorio Impatto e Scoppio - Shock Tube

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

## Attività

Il laboratorio ospita al suo interno uno shock-tube che per dimensioni e finalizzazione risulta un'attrezzatura, ad oggi, unica al mondo. Il laboratorio è nato per indagare il comportamento di conci di tunnel soggetti ad onde di scoppio prodotte da eventi accidentali e/o attacchi terroristici, ed è costituito da un tubo di diametro pari a circa 60cm e una lunghezza di 16m, con doppio diaframma.

La pressione massima riflessa di progetto è di 3MPa e la massima velocità dell'onda d'urto risulta pari a 3mach. La particolarità dell'attrezzatura non sta solo nelle dimensioni, ma soprattutto nelle finalizzazioni poiché un'estremità è stata attrezzata per indagare il comportamento di interazione terreno-struttura e l'interazione tra incendio e scoppio, grazie ad bruciatore amovibile.

L'attrezzatura è inoltre in grado di applicare un'onda d'urto su una qualsiasi struttura opportunamente vincolata.

Le principali tematiche di ricerca sono:

- interazione terreno/struttura sotto sollecitazioni tipiche di un'esplosione
- interazione tra carichi d'incendio e di esplosione su meso-strutture
- comportamento dinamico di meso-strutture caricate da onde d'urto

## Strumentazione

- shock-tube a doppio diaframma con diametro 60cm. Pressione massima riflessa 3MPa e massima velocità dell'onda d'urto 3mach
- bruciatore a metano con camera di combustione in materiale refrattario per l'applicazione di curve d'incendio
- sistema di acquisizione dati ad alta velocità di acquisizione 3MS/s/ch (fino a 48 canali), condizionamento di segnale per misuratori di pressione, accelerometri e estensimetri, accelerometri e trasduttori di pressione

## Servizi per le aziende

Prove di porzioni di struttura sottoposte ad onde d'urto e/o a curve d'incendio

## Responsabile scientifico

Prof. Marco di Prisco

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

# POLIMI 13 – Sicurezza dei trasporti

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

## Attività

L'attività di ricerca e sviluppo afferisce ai vari settori dell'ingegneria dei trasporti, orientata soprattutto ai temi più innovativi sulla sicurezza dei trasporti sotto i profili metodologici, tecnologici, organizzativi e applicativi:

- trasporti, sicurezza e Protezione Civile
- mobilità sostenibile
- infomobilità e Sistemi di Trasporto Intelligente (ITS)

## Servizi per le aziende

- analisi e redazione di mappe di rischio e di vulnerabilità delle reti di trasporto per la prevenzione del rischio derivante dalle attività di trasporto
- redazione di piani di emergenza e di piani di protezione civile comunali e provinciali relativamente ai problemi della rete trasporti
- sviluppo di procedure e di sistemi di supporto alle decisioni per la gestione della mobilità in situazioni di emergenza
- valutazione della sicurezza nelle gallerie stradali e ferroviarie e implementazione di modelli termo-fluido-dinamici 3D
- applicazioni di mobility management e dei sistemi per l'informazione all'utenza
- piani di gestione del traffico
- redazione di piani urbani del traffico, di piani urbani della mobilità e di piani dei trasporti e della viabilità extraurbana
- valutazioni di impatto viabilistico e ambientale per fornire servizi sotto forma di piani di protezione civile, di emergenza e di evacuazione
- sviluppo di Sistemi Informativi Territoriali a supporto delle attività di pianificazione e gestione del traffico

## Strumentazione/Software

- software CUBE per la modellizzazione delle reti di trasporto
- arcGis
- fire Dynamics Simulator (FDS) per la modellizzazione degli incendi

## Responsabile scientifico

Prof. Roberto Maja

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

# POLIMI 14 – Wireless Embedded Systems

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

## Attività

Il gruppo di ricerca si occupa di progettazione hardware/software e realizzazione di sistemi dedicati (noti anche come sistemi embedded).

Le aree tematiche di ricerca sono:

- progettazione e realizzazione di sistemi wireless
- sistemi di monitoraggio
- tracciamento RFID
- sistemi di cancellazione del rumore
- controlli automatici
- pattern recognition
- analisi dati

## Strumentazione

- oscilloscopio digitale
- analizzatore di stati logici
- generatore di segnali
- alimentatore controllato
- stazione di reworking
- forno a rifusione
- macchina pick and place

## Servizi per le aziende

- progettazione e prototipazione di sistemi elettronici
- progettazione e realizzazione software
- progettazione e realizzazione firmware per microcontrollori e dsp
- progettazione e realizzazione di controlli automatici

## Responsabile scientifico

Prof. Cesare Alippi

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

# POLIMI 15 – Dinamica, Vibrazioni, Meccatronica, Sport e Biomeccanica

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

## Attività

*Dinamica & Vibrazioni:* quest'area di ricerca mira le sue attenzioni allo studio del comportamento lineare e non lineare dei sistemi meccanici e delle macchine; le competenze riguardano le vibrazioni meccaniche, la stabilità, il controllo attivo e semi-attivo dei sistemi meccanici, il monitoraggio e la diagnostica di macchinari e veicoli (stradali, ferroviari, navali), i problemi di interazione fluido-struttura, la dinamica dei rotori e delle macchine alternative.

*Meccatronica:* le attività di questa area di ricerca i controllo attivi e semi-attivi di sistemi meccanici (azionamenti, logiche e schede di controllo, sensori e reti di sensori....).

*Sport & Biomeccanica:* le conoscenze nella simulazione, nella progettazione strutturale utilizzando anche materiali avanzati e la sperimentazione (in laboratorio, in campo, in galleria del vento) sono alla base delle ricerche per lo sviluppo e l'ottimizzazione dei dispositivi e dei materiali utilizzati nelle discipline sportive, così come della postura degli atleti e delle tecniche di allenamento; combinando queste conoscenze con quelle della robotica e delle interfacce uomo-macchina (HW e SW) la ricerca trova applicazione nei sistemi biomeccanici (esoscheletri, protesi, ortesi).

## Servizi per le aziende

- Modellazione e analisi numerica dei sistemi e dei controlli;
- Progettazione e realizzazione di prototipi;
- Sperimentazione in laboratorio e in campo;
- Prove accreditate;
- Diagnostica e monitoraggio.

## Strumentazione

- Sensori per l'analisi statica e dinamica dei sistemi (spostamento, accelerazione, forza, pressione,...);
- Sistemi per il monitoraggio la diagnostica (anche wireless);
- Attuatori e tavoli vibranti idraulici e elettromagnetici (fino a 1000 kN e 3 kHz);
- Banco prova grandi strutture (applicazione simultanea di attuatori di forza).
- Galleria del vento

## Responsabile scientifico

Prof. Marco Bocciolone

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

# POLIMI 16 – Lecco Innovation Hub

## Marine Research Laboratory - Laboratorio per la nautica

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

### Sezione Meccanica

#### Attività

Il Laboratorio per la nautica è dotato di una serie di tecnologie e strumenti sia di carattere numerico che sperimentali per permettere lo sviluppo di ricerca applicata in campo nautico in stretta sinergia con gli altri Laboratori strumentali del Politecnico di Milano.

Il laboratorio si occupa in particolare di supportare la modellazione numerica e la sperimentazione su modelli fisici o in scala reale nell'ambito della fluidodinamica applicata allo studio delle imbarcazioni a vela e a motore e della progettazione di componenti e sistemi per l'utilizzo in ambito nautico.

#### Servizi per le aziende

- Supporto metodologico e applicativo ai processi di progettazione e produzione di imbarcazioni e/o di componentistica con particolare riferimento alle problematiche di natura meccanico-strutturale, acustica e ambientale, nonché di natura aerodinamica ed idrodinamica
- Sperimentazione in galleria del vento di attrezzature veliche e appendici idrodinamiche
- Analisi numerica e sperimentale dell'aerodinamica esterna di imbarcazioni con particolare riferimento all'ottimizzazione del comfort, della dispersione dei fumi e delle problematiche di re-ingestion.
- Servizio di controllo delle emissioni acustiche dei natanti secondo quanto previsto dalla norma ISO 14 509 nell'ambito della certificazione delle imbarcazioni da diporto ai sensi della Direttiva Europea 94/25 EC.
- Servizio di controllo delle emissioni gassose dei motori marini secondo quanto previsto dalla norma ISO 8178 nell'ambito della certificazione delle imbarcazioni da diporto ai sensi della Direttiva Europea 94/25 EC.
- Servizio di controllo delle proprietà meccaniche di laminati compositi degli elementi strutturali dei natanti in materiale composito mediante misura diretta delle proprietà meccaniche e del contenuto di fibra secondo quanto previsto dalla norma ISO 12215-5 nell'ambito della certificazione delle imbarcazioni da diporto ai sensi della Direttiva Europea 94/25 EC.
- Altri servizi di prove su componenti nautici non conformi alla normativa ISO nell'ambito della certificazione di componenti nautici

#### Strumentazione

Il laboratorio per la nautica è dotato di un'imbarcazione a vela di 10 metri opportunamente strumentata per consentire la misura delle forze aerodinamiche prodotte dal piano velico in scala reale ed acquisire informazioni relative ai livelli di carico agenti sulle strutture principali nonché nei diversi componenti di



bordo, al comportamento dei materiali, al comportamento dell'imbarcazione dal punto di vista dinamico, del comfort e della sicurezza.

### **Responsabile scientifico**

Prof. Fabio Fossati

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

### **Sezione Design**

#### **Sustainable Marine Research and Tecnology**

#### **Attività**

Il laboratorio svolge attività sperimentali nel campo dell'industrializzazione e dell'ottimizzazione dei processi produttivi. In tale ambito svolge attività di ricerca e di supporto alle imprese nei campi dell'applicazione di tecnologie relative ai materiali compositi, della sicurezza sul lavoro, dello sviluppo di sistemi di monitoraggio e modelli di calcolo a supporto della progettazione di imbarcazioni. Opera inoltre sul controllo e sull'ottimizzazione del comfort e dell'ergonomia di bordo, oltre che dei fattori di sicurezza e di propulsione a basso impatto ambientale. Completano il quadro ambiti tematici trasversali quali la progettazione di strutture per il waterfront, la ricerca per gli sport nautici, la disabilità e la riabilitazione fisica e sociale.

Le aree tematiche di ricerca riguardano:

- L'ottimizzazione dei processi produttivi
- La ricerca nel campo dei nuovi materiali
- La Sostenibilità di prodotto e la valutazione del ciclo di vita ambientale (LCA)
- Lo studio delle emissioni dai materiali e la qualità dell'aria indoor
- Il reverse engineering
- La sicurezza e l'ergonomia

#### **Strumentazione**

- Centro di lavoro a controllo numerico
- Estrusore per paste da modellaria
- Attrezzature per applicazioni sottovuoto (infusione, RTM, BMC, SMC)
- Macchina a iniezione per processi sottovuoto
- Mixer per realizzazione membrane siliconiche
- Campionatori di composti organici volatili (VOC)
- Software per lo sviluppo in piano di laminati per nesting e taglio



## Servizi per le Aziende

- Supporto metodologico e applicativo per la transizione a tecniche di produzione in stampo chiuso
- Revisione di piani di laminazione e caratterizzazione meccanica
- Realizzazione modelli, stampi e prototipi, fino allo sviluppo di pre-serie
- Sperimentazione applicativa di biocompositi e altri materiali sostitutivi provenienti da risorse rinnovabili
- Analisi del ciclo di vita di prodotti industriali (LCA)
- Design for disassembly come supporto alla progettazione di nuovi prodotti o per il recupero e la separazione dei materiali a fine vita
- Monitoraggio delle concentrazioni di inquinanti sia in fase di produzione che in ambienti di bordo
- Elaborazione di strategie per la riduzione di fattori di rischio espositivo degli operatori di cantiere
- Acquisizione digitale di geometrie di scafi, stampi e componenti con tecnologie di fotogrammetria e scansione laser
- Reverse engineering per la conversione di geometrie solide in matematiche di superficie per la riprogettazione, l'ottimizzazione in ambiente CAD o per la gestione CAM
- Studio di soluzioni per l'accessibilità di mezzi di trasporto nautico, con riferimento ai temi dell'usabilità e della sicurezza
- Formazione e aggiornamento professionale per il trasferimento di competenze relative a tecniche e processi produttivi avanzati e/o innovativi.

## Responsabile scientifico

Prof. Andrea Ratti

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700

# POLIMI 17 – Laboratorio di Neuroingegneria e Robotica Medica (NearLab)

POLITECNICO DI MILANO



POLO TERRITORIALE  
DI LECCO

## Attività

Il laboratorio Nearlab ([www.nearlab.polimi.it](http://www.nearlab.polimi.it)), attualmente con sede a Milano, svolge da anni una intensa attività di ricerca traslazionale in collaborazione con alcune realtà cliniche di eccellenza del territorio lecchese (Centro di Neuroriabilitazione Villa Beretta, Ospedale Valduce e Istituto IRCCS E. Medea). Le attività riguardano principalmente lo sviluppo di tecnologie e metodologie per migliorare i trattamenti neuroriabilitativi e, in particolare:

- Sviluppo di neuroprotesi per la riabilitazione di pazienti neurologici (ictus, mielolesioni, etc)
- Progettazione di metodi, strumenti e nuovi protocolli per lo studio del recupero funzionale in patologie neuromotorie, correlando misure approcci biomeccanici con l'uso di neuro immagini (fMRI).
- Sviluppo di controllori biomimetici neurali per l'ottimizzazione della Stimolazione Elettrica Funzionale
- Sviluppo di protocolli basati su dispositivi riabilitativi robotici

## Strumentazione

- Elettromiografia
- Misure cinematiche (elettrogoniometri, sistemi ottici di analisi del movimento)
- Dinamometri (celle di carico per misure di forza e sistemi di estensimetri applicati a device riabilitativi, come cicloergometro e deambulatore)
- Stimolatori neuromuscolari programmabili, utilizzabili con array di elettrodi
- Interfacce aptiche e robotiche per trattamenti riabilitativi
- Sistema passivo di sgravo gravitativo dell'arto superiore (Armeo Spring)
- Cicloergometri sensorizzati
- Sistema di tracciamento dello sguardo (Eyetracker)

## Servizi per le imprese

- Sviluppo di protocolli riabilitativi di nuovi dispositivi e pianificazione della valutazione evidence-based dell'efficacia del trattamento
- Sviluppo di controllori con biofeedback per trattamenti riabilitativi
- Sviluppo e validazione di sistemi di misura per valutazione neurofisiologica, anche compatibili con camera di risonanza.

## Contatti

Prof. G. Ferrigno; Ing. Alessandra Pedrocchi; Ing. Simona Ferrante  
Nearlab - Politecnico di Milano  
Via Colombo, 40  
Tel. 02 2399 3363



## Attività

Il laboratorio è nato come struttura didattica in appoggio agli insegnamenti delle discipline di base dell'Idraulica e della Meccanica dei Fluidi, e solo recentemente, grazie allo sviluppo del Polo Territoriale di Lecco, si è aperta la prospettiva di elevarlo anche a struttura di ricerca. Svolgerà quindi sperimentazioni didattiche sui flussi idrici in condotti chiusi e di ricerca in canali a superficie libera (con particolare attenzione ai processi prototipali dell'idro-morfologia fluviale). Lo studio sperimentale dei processi si accompagnerà allo sviluppo di sistemi di misura adatti alle applicazioni specifiche:

- misure fluidodinamiche
- misura dei fenomeni di trasporto solido

## Servizi per le imprese

- modellazione fisica su prototipo

## Strumentazione

- dispositivi elettromagnetici per la misura delle portate
- dispositivi acustici per la misura della velocità dei fluidi
- dispositivi ottici per misure fluidodinamiche e di trasporto solido
- sensori di livello per quote idriche e di sedimenti

## Responsabile Scientifico

Dr. Alessio Radice, Prof. Stefano Malavasi

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8700



IENI 01 - R&D Materiali a Memoria di Forma – SMA .....	28
IENI 02 - R&D Materiali Termoelettrici -TE .....	29
IENI 03 - LABs – Sintesi e Lavorazione di Leghe Metalliche.....	30
IENI 04 - LABs - Caratterizzazione Leghe Metalliche .....	31

# IENI 01 - R&D Materiali a Memoria di Forma – SMA



## **Attività**

I materiali a memoria forma sono materiali intelligenti caratterizzati da proprietà termo-meccaniche uniche quali: la superelasticità e l'effetto di memoria di forma. Queste proprietà, oltre ad un elevato fattore smorzamento delle vibrazioni e la capacità di generare un sforzi, vengono sfruttate per realizzare dispositivi innovativi ad elevato valore aggiunto. L'Unità di Lecco del CNR IENI ha una consolidata esperienza di tutti gli aspetti legati alla SMA (Shape Memory Alloys) a partire dalla sintesi (leghe a base NiTi, a base Cu, ad attivazione magnetica), alla deformazione, al training fino alla realizzazione di dispositivi prototipali.

## **Settori di Applicazione**

- Settore biomedicale (leghe SMA speciali, dispositivi SMA chirurgici, dispositivi ortesici SMA per riabilitazione; componenti superelastici)
- Attuazione (SMA per attuatori; mini attuatori SMA, componenti attivi)
- Aerospaziale (dispositivi bistabili, componenti SMA one-shot, attuatori in condizioni di microgravità )
- Smorzamento delle vibrazioni (elementi ad elevato fattore di Damping)
- Compositi SMA funzionalizzati

## **Possibili temi di collaborazione con le Imprese**

L'Unità IENI di Lecco offre la propria conoscenza di base e pre-prototipale relativa ai materiali a memoria di forma per qualunque applicazione industriale che le prenda in considerazione.

## **Referenti**

Dr. Ausonio Tuissi ; Dr.ssa Francesca Passaretti

CNR IENI UOS di Lecco

Corso Promessi Sposi, 29

23900 Lecco

Tel 0341 499181 – mail : [a.tuissi@ieni.cnr.it](mailto:a.tuissi@ieni.cnr.it) [f.passaretti@ieni.cnr.it](mailto:f.passaretti@ieni.cnr.it)

## IENI 02 - R&D Materiali Termoelettrici -TE



### Attività

La termoelettricità (effetto Seebeck e Peltier) è una tecnologia di conversione diretta fra calore ed energia elettrica: essa permette di realizzare sistemi di generazione di potenza elettrica, o d'altra parte sistemi frigoriferi o pompe di calore, come dispositivi a stato solido basati su specifiche proprietà fisiche dei materiali (speciali semiconduttori) invece che sui tradizionali e complessi cicli termodinamici a fluido.

Le prestazioni dei convertitori o delle pompe di calore TE a stato solido sono strettamente correlate con le proprietà dei materiali TE alle temperature di esercizio del sistema. Il CNR IENI di Lecco ha sviluppato competenze nella **preparazione ed processing** di differenti materiali TE: dai calcogenuri commerciali per applicazioni a Temperatura ambiente ai materiali innovativi operanti a più alte temperature (siliciuri, zintl, skutteruditi). Speciali tecniche di sintesi e di processo vengono sviluppate per controllare e migliorare le proprietà TE delle leghe.

In collaborazione con CNR-IENI di Lecco, è inoltre possibile sviluppare, progettare e realizzare prototipi funzionali, grazie a specifiche competenze di progettazione, ingegnerizzazione e sperimentazione funzionale delle applicazioni TE.

### Settori di Applicazione

I generatori termoelettrici sono sorgenti di potenza elettrica che utilizzano l'effetto Seebeck per convertire il calore in elettricità, rendendo possibile la realizzazione di cogeneratori o di sistemi per il recupero di calore. D'altra parte, sfruttando la reversibilità del fenomeno fisico (effetto Peltier), possono essere realizzati sistemi frigoriferi o pompe di calore TE compatte e prive di parti in movimento.

### Possibili temi di collaborazione con le Imprese

Sono stati svolte numerose collaborazioni in R&S, dallo studio di fattibilità alla realizzazione di prototipi e sperimentazione, per numerose applicazioni speciali di micro-generazione e recupero di calore: da sistemi TE per la cogenerazione integrabili in bruciatori a gas, a generatori di elettricità ausiliari che utilizzano il calore disperso in processi industriali, fino a una pompa di calore TE integrabile in sistemi di ventilazione meccanica controllata (MCV) per edifici in modo da aggiungere alle capacità di controllo della temperatura e dell'umidità anche la funzione di recupero del calore passivo.

### Referenti

Dr.ssa Francesca Passaretti

CNR IENI UOS di Lecco

Corso Promessi Sposi, 29

23900 Lecco

Tel 0341 499181 – mail : [f.passaretti@ieni.cnr.it](mailto:f.passaretti@ieni.cnr.it)

# IENI 03 - LABs – Sintesi e Lavorazione di Leghe Metalliche



## Attività

**Laboratorio di produzione leghe metalliche.** Questo laboratorio, unico del suo genere in Italia, dispone di un ampio parco fusorio che consente la produzione di qualsiasi tipo di lega bulk (altofondenti, reattive, intermetalliche). La sperimentazione viene effettuata, sia su piccola scala, sia su produzioni pilota. Sono disponibili tecnologie fusorie non contaminanti quali: Forno a plasma (PAM), Forni ad induzione elettrica (VIM), Forno ad arco (VAR). A queste si è aggiunta una produzione sperimentale basata sulla tecnologia delle polveri (PM), sintesi auto propagante ad alta temperatura (SHS) e sistemi di sinterizzazione da polveri mediante Open Die Pressing e estrusione ECAE. Capacità produttive da pochi grammi a decine di kg.

**Laboratorio lavorazione e trattamenti termici leghe metalliche.** Questo laboratorio è strutturato per consentire la sperimentazione delle operazioni di deformazione a caldo ed a freddo di materiale su scala pilota col fine di ottenere tutte le informazioni di processo del materiale semilavorato. E' dotato di una serie di laminatori piani, laminatoi a filo, trafilatrici e una serie di forni per trattamenti termici (anche in alto vuoto) capaci di assicurare un completo controllo dell'evoluzione della microstruttura del materiale durante le fasi di processo. Di recente sviluppo una tecnologia LASER per indurre microstrutture e trattamenti superficiali localizzati con controllo X-Y micrometrico.

## Possibili temi di collaborazione con le Imprese

Industrie del settore metalmeccanico:

- Sviluppo ed ottimizzazione di processo per semilavorati metallici: filo, lamiere, barre.
- Studio e correlazioni fra proprietà funzionali/strutturali e microstruttura del materiale in fase di processo.
- Trattamenti termici in alto vuoto ed alte temperature.

## Referenti

Dr Ausonio Tuissi ; Dr.ssa Francesca Passaretti

CNR IENI UOS di Lecco

Corso Promessi Sposi, 29

23900 Lecco

Tel 0341 499181 – mail :- [a.tuissi@ieni.cnr.it](mailto:a.tuissi@ieni.cnr.it) [f.passaretti@ieni.cnr.it](mailto:f.passaretti@ieni.cnr.it)

# IENI 04 - LABs - Caratterizzazione Leghe Metalliche



**Laboratorio di Analisi Microstrutturali:** dotato di apparecchiature per analisi ottica e microscopica quali Microscopio elettronico ad effetto di campo FEG-SEM Hitachi SU70 con risoluzione nanometrica, equipaggiato con sistema di microanalisi simultaneo THERMO Scientific EDS ULTRADRY e EBSD QUASOR, Microscopio elettronico a scansione SEM LEO1430 equipaggiato con EDS INCA Energy 200 e EBSD INCA Crystal 300; Microscopio ottico Leitz Aristomet, Stereomicroscopio WILD, Microdurometro Leitz Miniload, Rugosimetro Mitutoyo. Diffrattometro raggi X con sistema di raffreddamento e camera termica

**Laboratorio di Analisi Fisiche:** comprende strumenti per la caratterizzazione completa dei materiali metallici dal punto di vista fisico-strutturale, calorimetrica meccanica e dinamico-meccanica. Un sistema per analisi termica DSC 220 C, un sistema per analisi termica DSC Q100 termogravimetria TG/DTA Q600 e analisi dinamico-meccanica DMA Q800. Un sistema per misure dell'Effetto Seebeck e di resistenza e densità dei portatori con tecnica Hall- Van der Pauw , macchina per prove di trazione MTS con camera termostatica.

**Laboratorio di Analisi funzionale:** Laboratorio con banchi di lavoro con sistema di controllo Labview, alimentatori, sistemi di raffreddamento, bagni termostatici, misuratore di resistenza elettrica, camera climatica termostatica, celle di carico e sistemi LVDT e RVDT per approntare diversi tipi di set-up sperimentali, set-up per misure di forze contro vincolo fisso e per test a fatica. Flussametro per caratterizzazione calorimetrica ad ampio salto di temperatura (temperature fra 0°C e 350°C, DT fino a 300K): 1) caratterizzazione di campioni in conduttanza termica (elementi termo-conduttori, giunti termici, etc.); 2) caratterizzazione funzionale di moduli termoelettrici.

In fase di progettazione è disponibile una piattaforma Comsol per modellazione ed una stampante 3D per la realizzazione di componenti plastici in ABS.

## Referenti

Dr.ssa Francesca Passaretti – Dr Ausonio Tuissi

CNR IENI UOS di Lecco

Corso Promessi Sposi, 29

23900 Lecco

Tel 0341 499181 – mail : [f.passaretti@ieni.cnr.it](mailto:f.passaretti@ieni.cnr.it) – [a.tuissi@ieni.cnr.it](mailto:a.tuissi@ieni.cnr.it)

IFN 01 - Imaging funzionale nel vicino infrarosso per la riabilitazione muscolare e cerebrale .....	33
IFN 02 - Strumentazione spettroscopica e ottica per l'ambiente, la salute, la sicurezza e le osservazioni astronomiche .....	35
IFN 03 - Micro e nano lavorazioni mediante impulsi laser ultrabrevi .....	36

# IFN 01 - Imaging funzionale nel vicino infrarosso per la riabilitazione muscolare e cerebrale



## Attività

Il monitoraggio non invasivo dell'emodinamica e del metabolismo ossidativo è un importante metodo di indagine nel muscolo e nel cervello. In particolare, esso permette lo studio dei meccanismi legati alla normale fisiologia sotto sforzo e alla patologia, il monitoraggio dell'attività cerebrale in risposta a particolari stimoli, la diagnosi di malattie mentali, la localizzazione di lesioni cerebrali, e può essere d'aiuto per seguire i progressi conseguiti dai pazienti nell'attività riabilitativa a cui sono sottoposti. In questo ambito, la radiazione ottica nella regione spettrale del visibile e vicino infrarosso (600-1100 nm, NIR) è un efficace mezzo diagnostico in quanto:

- i tessuti biologici presentano in questo intervallo spettrale una relativa trasparenza permettendo alla radiazione ottica di penetrare per qualche centimetro e quindi di avere accesso anche a strutture profonde (muscolo o corteccia cerebrale) operando dall'esterno in modo completamente non invasivo.
- gli spettri di assorbimento dell'emoglobina ossigenata e deossigenata presentano caratteristiche diverse che un approccio multispettrale può sfruttare per determinare in modo indipendente le concentrazioni di questi due componenti che sono i principali composti coinvolti nell'emodinamica dei tessuti biologici.

La propagazione della radiazione ottica nella regione spettrale di interesse all'interno dei tessuti biologici è regolata da due fenomeni fisici principali:

- l'assorbimento, che dà accesso alle concentrazioni dei principali cromofori, come già detto;
- la diffusione, fenomeno legato alle strutture microscopiche del tessuto.

Al fine di avere una stima il più possibile attendibile e accurata dell'emodinamica del tessuto occorre valutare separatamente questi due fenomeni fisici. Ciò è possibile adottando un approccio spettroscopico risolto nel dominio del tempo, che ha l'ulteriore vantaggio di aumentare la risoluzione spaziale in profondità, permettendo in questo modo di discriminare i contributi provenienti dalle diverse strutture presenti nel tessuto biologico nel segnale rivelato.

L'attività di ricerca sarà focalizzata allo sviluppo di strumentazione NIRS compatta e multicanale. In particolare, la tecnica sviluppata permetterà di effettuare misure risolte nel dominio del tempo impiegando strumentazione allo stato dell'arte:

- sorgenti laser compatte in grado di generare impulsi con durata di poche decine di picosecondi e potenza media di una decina di milliwatt nel range spettrale del visibile e vicino infrarosso;
- rivelatori compatti con risposta veloce (dell'ordine del nanosecondo) e sensibilità del singolo fotone per rivelare i deboli segnali ottici propagantesi nei tessuti biologici;
- schede e dispositivi elettronici per l'acquisizione dei segnali risolti nel tempo, in grado di garantire una risoluzione temporale del picosecondo mediante la tecnica di conteggio di singolo fotone correlato nel tempo (TCSPC).

La strumentazione sviluppata sarà inoltre costruita in modo da soddisfare tutti i requisiti necessari per ottenere dal Ministero della Salute lo status di "Dispositivo Medico" che ne permetterà l'utilizzo in ambiente clinico.

La strumentazione sviluppata verrà impiegata per studi di monitoraggio funzionale dell'emodinamica sia nel muscolo che nel cervello per applicazioni nell'ambito delle terapie riabilitative (es. monitoraggio della risposta funzionale a seguito di riabilitazione assistita da robot).

**Responsabile scientifico**

Dott. Lorenzo Spinelli

IFN-CNR (c/o Politecnico di Milano – Dipartimento di Fisica)

Tel. 02 2399 6097; [lorenzo.spinelli@polimi.it](mailto:lorenzo.spinelli@polimi.it)



# IFN 02 - Strumentazione spettroscopica e ottica per l'ambiente, la salute, la sicurezza e le osservazioni astronomiche



## Attività

L'attività di ricerca mira a sviluppare una strumentazione spettroscopica basata su un'innovativa tipologia di sorgente laser capace di emettere un pettine di frequenze ottiche equidistanti, per lo studio, la rivelazione e l'identificazione di composti molecolari in fase gassosa di rilevanza per i settori dell'ambiente, della salute, della sicurezza, nonché per il campo della fisica.

Nel settore ambientale i target molecolari saranno prevalentemente molecole inquinanti, gas serra o sostanze chimiche in fase gassosa provenienti da scarichi industriali. Nel settore della salute si intende sviluppare una tecnologia innovativa che possa consentire un vero e proprio screening, in tempo reale e ad altissima sensibilità, del respiro umano. L'idea è di mettere a punto una tecnica diagnostica non invasiva di una certa famiglia di patologie sulla base della correlazione che sussiste tra dette patologie e la composizione chimica dell'espirsto.

Verranno altresì svolti studi di carattere prevalentemente scientifica, volti a: i) determinare parametri spettroscopici quali frequenze e coefficienti di allargamento per pressione di righe di assorbimento, utilizzabili per la comprensione della struttura energetica delle molecole nonché per migliorare l'accuratezza dei database oggi utilizzati per la rivelazione ed identificazione delle molecole su base spettroscopica; ii) effettuare misure accurate di centro riga e intensità di riga di molecole di interesse astrofisico quale la molecola HD, il cui spettro è di interesse sia quale test di modelli molecolari quanto-meccanici, sia come strumento per inferire indicazioni circa la variazione di costanti fondamentali della fisica su tempi di scala cosmologica, quale la variazione del rapporto tra massa del protone e massa dell'elettrone.

## Strumentazione

- sorgente laser a pettine di frequenze e a singola frequenza nelle regioni spettrali del vicino e medio infrarosso, e prospetticamente nell'ultravioletto;
- componentistica idraulica per la manipolazione di gas: tubazioni, celle multipasso, cavità ottiche ad elevata finezza, vacuometro
- strumenti di misura di grandezze elettriche: oscilloscopio, analizzatore di spettro elettrico, scheda FPGA di acquisizione dati

## Servizi per le imprese

- consulenza nel settore della sensoristica ottica
- consulenza sull'uso del programma Labview

## Responsabile scientifico

Prof. Marco Marangoni

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8896; marco.marangoni@cnr.it

# IFN 03 - Micro e nano lavorazioni mediante impulsi laser ultrabrevi



## Attività

La tecnologia dei laser a femtosecondi consente di realizzare processi di microlavorazione ultraprecisa su materiali sia dielettrici che conduttori e semiconduttori, inorganici e organici, preservando le caratteristiche del materiale circostante e in modo ecocompatibile. In particolare i laser a femtosecondi consentono di fabbricare per “scrittura diretta”, mediante irraggiamento in regime non lineare, strutture tridimensionali (guide d’onda ottiche e, in combinazione con etching chimico in fase liquida, microcanali) all’interno di materiali bulk trasparenti; inoltre consentono di realizzare strutture superficiali in regime di ablazione e di modificare le caratteristiche superficiali dei materiali. Le attività di ricerca qui proposte sono focalizzate ai processi di microlavorazione con due diverse finalità principali: da un lato la progettazione e realizzazione di dispositivi integrati fotonici, microoptofluidici e mecatronici; dall’altro le lavorazioni superficiali (texturing e funzionalizzazione di superfici) sia su materiali metallici che su materiali dielettrici e ibridi. L’impatto della tecnologia proposta è molto vasto e con importanti potenziali ricadute a livello industriale in quanto consente di realizzare dispositivi e microsistemi e di funzionalizzare i materiali per applicazioni nel settore della sensoristica per diagnostica biomedica, ambiente, sicurezza e nel settore dell’energia. Da sottolineare il fatto che l’IFN ha una consolidata esperienza anche nello sviluppo di sensori ottici e sistemi di controllo per il monitoraggio in linea dei processi di lavorazione laser.

La tematica delle microlavorazioni meccaniche con laser, che ha importanti ricadute nel territorio lecchese, si inserisce all’interno dell’aggregazione dei materiali funzionali per la meccanica, l’ottica e l’optomeccanica (che vede come capofila proprio il CNR-IENI di Lecco) e trova forti sinergie con attività e collaborazioni già in corso (ad es., si citano le attuali collaborazioni di IFN con ITIA nell’ambito del progetto Bandiera “Fabbrica del Futuro” con il progetto PLUS, e con IENI all’interno del progetto Energia dell’accordo quadro CNR Regione Lombardia).

## Servizi per le imprese

- consulenza nel settore delle microlavorazioni con laser a femtosecondi di elevatissima precisione

## Responsabile scientifico

Prof. Roberta Ramponi

c/o Politecnico di Milano – Dipartimento di Fisica

tel. 02 2399 6150; roberta.ramponi@polimi.it



INO 01 - Sensori di gas in tracce ad altissima sensibilità e precisione .....	38
INO 02 - Fotonica degli alti campi laser e sorgenti.....	39
INO 03 - Armoniche laser di ordine elevato per applicazioni nell'estremo ultravioletto.....	40
Laboratorio Collettori Solari.....	41
Laboratorio di Fotometria ed Illuminotecnica .....	42
Laboratorio di Misure e Collaudi Ottici .....	43

# INO 01 - Sensori di gas in tracce ad altissima sensibilità e precisione



INO-CNR  
ISTITUTO  
NAZIONALE DI  
OTTICA

**Background:** presso INO-LENS, da oltre 10 anni si sviluppano sensori basati su tecniche di spettroscopia laser, operanti principalmente nelle regioni spettrali dell'infrarosso medio e lontano (THz) dove gli assorbimenti molecolari sono più forti come anche la possibilità di discriminazione di varie specie. Le nostre competenze sono focalizzate sullo sviluppo delle sorgenti e delle tecniche di spettroscopia adatte alle specifiche applicazioni. Tra i risultati più recenti ad alto impatto che abbiamo ottenuto citiamo la rivelazione in abbondanze al di sotto di quella naturale per anidride radiocarbonica ( $^{14}\text{CO}_2$ ) a livelli di poche parti per quadrilione (ppq) per la radiodating ma estensibile a molte altre applicazioni e molecole rare; un altro risultato importante recente è la prima misura della frequenza di transizioni molecolari nella regione THz con altissima precisione con sistemi fotonici a «pettine di frequenza». Abbiamo particolare esperienza nello sviluppo di sorgenti di questo tipo ed anche di sorgenti miniaturizzate a «cascata quantica» per sensori innovativi a larga banda ed altissima coerenza spettrale con possibilità di rivelazione multi-specie.

**Settori di applicazione:** Sicurezza (ad es. controlli in aeroporti, porti, luoghi sensibili,..), Ambiente (misure di flussi in atmosfera per misure di variazione del clima, misura e controllo dell'inquinamento ambientale con altissima capacità di discriminazione, distinzione tra combustibili fossili e bio,...), controllo di processi chimici industriali e del settore biomedicale come misura della purezza dei farmaci o dei traccianti per lo studio del metabolismo dei farmaci.

**Possibili temi di collaborazione:** prototipazione industriale e sviluppo di sensori commerciali di alta gamma a partire dai brevetti e dagli schemi già sperimentati in laboratorio; sviluppo di nuovi schemi di sensori di alta gamma per specifiche nuove esigenze, nell'ambito di progetti anche europei.

# INO 02 - Fotonica degli alti campi laser e sorgenti



INO-CNR  
ISTITUTO  
NAZIONALE DI  
OTTICA

**Background** - Presso l'Unità di Pisa è attivo un laboratorio laser di altissima potenza (ultraintensi) per lo studio dei plasm laser (<http://ilil.ino.it>).

Impulsi laser da 10TW vengono impiegati per applicazioni in ambiti che vanno dai plasm fusionistici alle sorgenti di radiazione e particelle di alta energia.

Le competenze includono l'ottica e il trattamento dai fasci laser, la generazione e la rivelazione di radiazione dal visibile ai raggi g, inclusi elettroni e protoni di alta energia.

Tra le acquisizioni di possibile interesse c'è il recente sviluppo della sorgente di elettroni tutta ottica (**laser-plasma acceleration**) di alta energia (20 MeV) con alta carica e alta potenza media. La sorgente è attualmente sotto test radiobiologici per validazione biomedica, e sono prevedibili utilizzi all'analisi dei materiali e nella micro-radiografia ad elettroni.

È inoltre in fase di sviluppo una sorgente X di alte ed altissime energie tramite effetto Compton, basata sull'impiego di questa sorgente di elettroni.

Sempre nel campo delle sorgenti X si procede nella ottimizzazione di sorgenti a plasma per autoemissione tramite l'impiego di target nanostrutturati.

Queste sorgenti si caratterizzano tutte per la loro durata **ultrabreve** (fs-ps).

## Settori di possibile applicazione:

Biomedico – sorgenti compatte di elettroni e raggi X di nuova generazione per **radioterapia** e diagnostica per immagini; Intraoperative radiation therapy, X-ray tomography etc

Materiali – attraverso l'impiego di sorgenti di radiazione X, anche trasportabili, per micro-radiografia e analisi elementare in situ. Test di materiali in **condizioni estreme** di radiazione, pressione (shock) e temperatura;

Ambiente – sistemi di analisi e controllo dell'atmosfera (fs LIDAR), **condensazione** del vapore acqueo in aria indotta da laser etc ...

Possibili temi di collaborazione sono:

- **Sviluppo di sorgenti a plasma laser per EUV**
- **Test di ottiche per raggi X con sorgenti point-like a plasma**
- **Radiation testing (protoni, elettroni, raggi X)**
- **Imaging e spettroscopia X in singolo fotone ( $E > 1\text{keV}$ )**
- **High power femtosecond LIDAR applications**

# INO 03 - Armoniche laser di ordine elevato per applicazioni nell'estremo ultravioletto



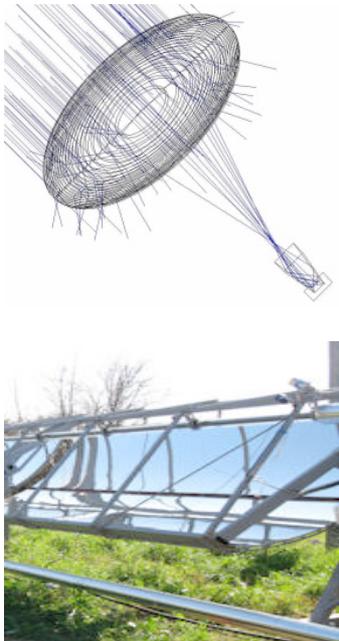
INO-CNR  
ISTITUTO  
NAZIONALE DI  
OTTICA

**Background:** INO-LENS ha una lunga esperienza nella realizzazione di sorgenti coerenti operanti nell'estremo UV basate sulla generazione di armoniche laser di ordine elevato. Le competenze che si sono sviluppate nel corso degli anni hanno spaziato dallo studio dei processi fisici fondamentali coinvolti nel processo di generazione alle possibili applicazioni di tali sorgenti. Grazie allo studio delle proprietà di coerenza della radiazione prodotta si sono messe a punto tecniche spettroscopiche innovative basate su sequenze di impulsi accuratamente ritardati temporalmente. Con queste tecniche di tipo Ramsey si sono dimostrate risoluzioni spettrali confrontabili con quelle delle migliori sorgenti di sincrotrone esistenti per lo studio di transizioni atomiche in una regione di lunghezze d'onda notoriamente difficile.

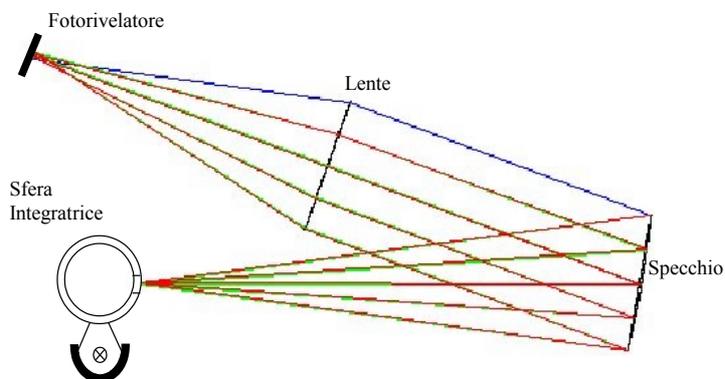
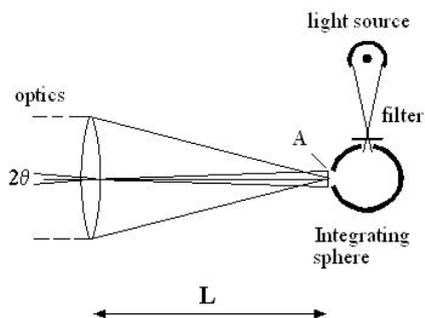
**Settori di applicazione:** Spettroscopia di precisione di transizioni XUV per applicazioni astrofisiche. Calibrazione e test di strumentazione aerospaziale (ottiche e rivelatori) operante nell'estremo ultravioletto.

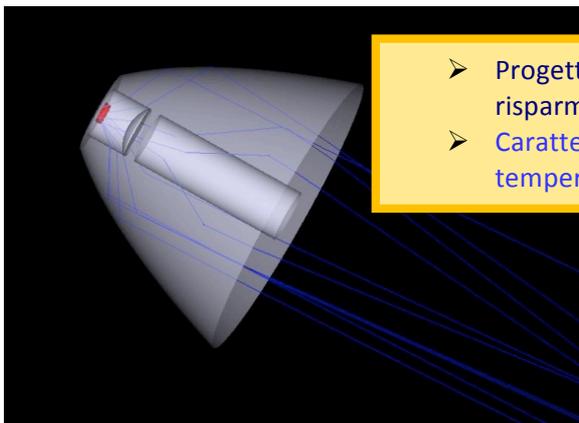
**Possibili temi di collaborazione:** sviluppo di nuovi sistemi di raccolta e manipolazione della radiazione XUV prodotta dalle sorgenti di laboratorio. Progettazione e realizzazione di ottiche per l'ottimizzazione delle sorgenti basate su armoniche laser. Utilizzo delle sorgenti di armoniche per il test e la calibrazione dei parametri ottici di strumentazione aerospaziale.

# Laboratorio Collettori Solari



- Studio e progettazione di campi solari con eliostati, sistemi di concentrazione per solare termico e sistemi fotovoltaici
- Sistemi di puntamento solare per sistemi a concentrazione
- Test di componenti solari **in laboratorio**. Il laboratorio è dotato di un simulatore ottico in divergenza solare
- Test di componenti solari **in esterno** tramite piattaforma motorizzata con sistema di tracking.
- Controlli profilometrici su eliostati, specchi parabolici lineari o altri collettori
- Progettazione ottica di sistemi ottici innovativi



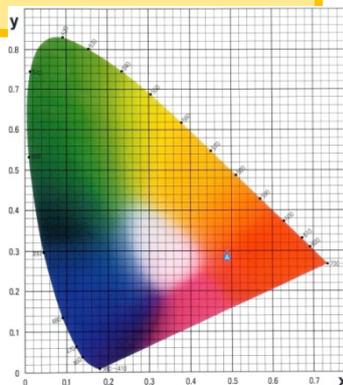


- Progettazione ottica di lampade a LED e nuovi corpi illuminanti per il risparmio energetico
- Caratterizzazione spettrale di materiali innovativi ad alta temperatura fino ad oltre 1000°C

## Caratterizzazione di filtri, sorgenti e componenti ottici :

- Misure spettrofotometriche su materiali e componenti ottici
- Distribuzione angolare della luce emessa da una sorgente,
- misure colorimetriche,
- Emissione spettrale
- Temperatura di colore
- Coordinate cromatiche di sorgenti luminose
- Intensità e durata dell'impulso di sorgenti pulsate
- Taratura di Luxmetri

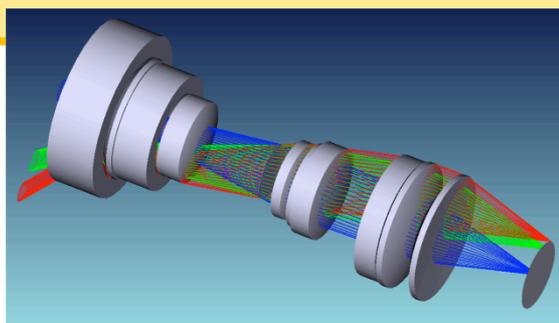
Il laboratorio opera in **Regime di qualità secondo la normativa UNI EN ISO 9001: 2000**



L'attività svolta dal Laboratorio di Misure e Collaudi ottici si sviluppa lungo le seguenti linee:

- Progettazione di sistemi ottici per imaging. Il laboratorio è dotato di programmi di progettazione ottica allo stato dell'arte (Code V).
- Test di superfici piane e sferiche.
- Caratterizzazione di sistemi ottici: misura del fronte d'onda e della MTF.
- Misura del raggio di curvatura di superfici sferiche.
- Misura dell'indice di rifrazione.
- Misura della focale.
- Misura dell'ingrandimento.
- Caratterizzazione della microforma di superfici ottiche.
- Misura della rugosità di superfici ottiche.
- Caratterizzazione di lamine piano-parallele.
- Corsi individuali o a gruppi di ottica geometrica, d'interferometria e di calcolo ottico.

Il laboratorio è dotato di una **sala bianca (classe 10000,  $T = 20 \text{ °C} \pm 0.1$ ,  $RH = 45\% \pm 5\%$ )** in cui sono presenti due interferometri phase-shift Zygo, due microscopi interferometrici Zygo, uno spettrogoniometro Galileo, un raggiometro Capecci.



# CNR INSEAN - Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale

INSEAN 01 - Stabilità idrodinamica di scafi ad alta velocità .....	45
INSEAN 02 - Stima delle caratteristiche di resistenza e tenuta la mare di carene veloci – modello completo .....	46
INSEAN 03 - Stima delle performance di resistenza e tenuta al mare di carene con modelli semplificati (non viscosi) .....	47
INSEAN 04 - Stima delle caratteristiche idrodinamiche e strutturali degli organi di manovra di navi veloci..	48
INSEAN 05 - Ottimizzazione multi-obiettivo e multi-disciplinare di carene veloci.....	49
INSEAN 06 - Software per la progettazione e l’ottimizzazione del sistema propulsivo di una carena veloce	50
INSEAN 07 - Tecnica di design di propulsori navali basata su reti neurali.....	51
INSEAN 08 - Comfort a Bordo – determinazione e controllo del rumore interno generato da flussi turbolenti .....	52

# INSEAN 01 - Stabilità idrodinamica di scafi ad alta velocità



*Software e modelli per la progettazione*

## **Attività**

Differentemente dagli scafi dislocanti, negli scafi plananti il sostentamento è prevalentemente fornito dagli effetti dinamici, che sono fortemente non lineari e danno luogo a elevati gradienti nella distribuzione di pressione.

Per questa tipologia di imbarcazioni l'accurata predizione del campo di pressione e la localizzazione del centro di spinta sono essenziali per la determinazione delle caratteristiche di stabilità idrodinamica. A questo scopo è stata sviluppata una procedura numerica per il calcolo della distribuzione di pressione agente al di sotto di scafi plananti ad assetto fisso.

La procedura è basata su una approssimazione di flusso potenziale combinata con una assunzione di corpo snello, ed è adatta allo studio di scafi la cui forma consente di identificare inequivocabilmente il punto di separazione del flusso dallo scafo.

La tecnica è stata validata sia attraverso il confronto con risultati sperimentali che con simulazioni RANS tridimensionali, più onerose dal punto di vista computazionale

## **Servizi per le imprese**

- Previsione forze e coppie sullo scafo a differenti andature.
- Previsione della superficie bagnata nel *range* di velocità di progetto.
- Previsione della distribuzione della pressione sullo scafo

## **Strumentazione**

Software e modelli numerici di simulazione *non-commerciali*

## **Responsabile Scientifico**

CNR-INSEAN (*Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale*)

Via di Vallerano 139, Roma

Ing. Alessandro Iafrati ([alessandro.iafrati@cnr.it](mailto:alessandro.iafrati@cnr.it) , Tel: 06.50299296)

# INSEAN 02 - Stima delle caratteristiche di resistenza e tenuta la mare di carene veloci – modello completo



*Software e modelli per la progettazione*

## **Attività**

Il software **Xnavis**, interamente sviluppato presso il CNR-INSEAN, è basato sulla soluzione delle equazioni complete della idrodinamica (*viscose, non stazionarie, con superficie libera*).

**Xnavis** permette l'analisi completa del flusso attorno a carene *completa di tutte le appendici* (timone, alette anti-rollio, eliche, braccetti porta-assi, mozzo, ecc.), la stima dei carichi idrodinamici (resistenza, momento di imbardata ecc.) e la predizione degli assetti.

**Xnavis** consente inoltre la stima della traiettoria della nave sotto l'azione degli organi di controllo. Nella simulazione, le eliche possono essere discretizzate in geometria reale oppure, per velocizzare i tempi di calcolo, rappresentate tramite modelli semplificati.

Il software può essere considerato a tutti gli effetti come un ambiente di simulazione virtuale per l'esecuzione di prove di resistenza e di autopropulsione analoghe a quelle effettuate in bacino rettilineo.

## **Servizi per le imprese**

Dalla soluzione numerica si possono ottenere tutti i dettagli necessari per la progettazione e l'ottimizzazione della carena, quali ad esempio:

- il campo ondoso generato,
- la scia nominale sul piano dell'elica,
- i filetti fluidi su tutta la superficie immersa,
- la distribuzione dei carichi sulle superfici di controllo,
- la pressione sulla volta di poppa
- stima delle derivate idrodinamiche;
- analisi dell'efficienza degli organi di controllo;
- interazione tra navi in manovra;
- tenuta al mare in onda regolare ed irregolare.

## **Strumentazione**

Software e modelli numerici di simulazione *non-commerciali*

Cluster per il calcolo scientifico parallelo

## **Responsabili Scientifici**

CNR-INSEAN (*Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale*)

Via di Vallerano 139, Roma

Ing. Roberto Muscari ([roberto.muscari@cnr.it](mailto:roberto.muscari@cnr.it); Tel: 06.50299316)

Ing. Riccardo Broglio ([riccardo.broglio@cnr.it](mailto:riccardo.broglio@cnr.it); Tel. 06.50299297)

# INSEAN 03 - Stima delle performance di resistenza e tenuta al mare di carene con modelli semplificati (non viscosi)



*Software e modelli per la progettazione*

## **Attività**

Il software, sviluppato presso il CNR-INSEAN è basato sulla soluzione di equazioni che trascurano la viscosità dell'acqua. La resistenza d'attrito viene considerata in modo semplificato, consentendo di ridurre notevolmente i tempi di risposta all'azienda.

Il risultato consente la valutazione della resistenza all'avanzamento, del campo ondoso vicino e lontano generato dallo scafo, della distribuzione di pressioni sullo scafo e dell'assetto in velocità e della tenuta al mare in diverse condizioni e stati di mare. È applicabile anche al caso di veicoli marini dotati di superfici portanti, o in condizioni di basso fondale. È inoltre dotato di modelli semplificati per la stima degli effetti associati alla presenza del propulsore.

Il software rappresenta un valido supporto alla progettazione, in quanto fornisce risposte in tempi decisamente rapidi se paragonati ad altri metodi più sofisticati (di tipo RANSE), con un grado di approssimazione tipicamente inferiore al 10%.

## **Servizi per le imprese**

- Previsione forze e coppie sullo scafo a differenti andature.
- Previsione della superficie bagnata nel *range* di velocità di progetto.
- Previsione della distribuzione della pressione sullo scafo
- Previsioni della tenuta al mare per differenti stati di mare.

## **Strumentazione**

Software e modelli numerici di simulazione *non-commerciali*

## **Responsabile Scientifico**

CNR-INSEAN (*Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale*)

Via di Vallerano 139, Roma

Ing. Matteo Diez ([matteo.diez@cnr.it](mailto:matteo.diez@cnr.it), Tel: 06.50299314)

# INSEAN 04 - Stima delle caratteristiche idrodinamiche e strutturali degli organi di manovra di navi veloci.



*Software e modelli per la progettazione*

## **Attività**

La manovra o il mantenimento di una rotta o di un assetto prefissati in presenza di azioni avverse sono il risultato delle caratteristiche idrodinamiche del mezzo e richiedono organi di governo (timoni e alette stabilizzatrici) performanti e affidabili strutturalmente: ad esempio, le prestazioni del timone possono degradarsi o esaltarsi nell'interazione con il flusso a valle dell'elica, nonché essere soggette a vibrazioni tali da compromettere sia la loro funzionalità che il comfort a bordo.

La caratterizzazione dei carichi agenti sulle superfici di controllo richiede l'uso di strumenti numerici (vedi Scheda CNR-INSEAN 1.2) e sperimentali (vedi Scheda CNR-INSEAN 2.1 - *Particle Image Velocimetry* [PIV], *Laser Doppler Velocimetry*[LDV]) in grado di distinguere le disuniformità spaziali e le fluttuazioni temporali del flusso incidente.

Un'analisi FEM permette quindi di evidenziare fenomeni di risonanza con le forzanti o di affaticamento strutturale, e di costruire modelli di ordine ridotto dell'accoppiamento fluido-struttura necessari per l'analisi di stabilità e risposta idroelastica.

## **Servizi per le imprese**

- Efficienza degli organi di manovra: portanza vs. resistenza, caratteristiche in scia.
- Carichi e risposta idro-elastica degli organi di manovra.
- Resistenza a fatica degli organi di manovra

## **Strumentazione**

Software e modelli numerici di simulazione *non-commerciali*

## **Responsabile Scientifico**

CNR-INSEAN (*Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale*)

Via di Vallerano 139, Roma

Ing. Daniele Dessi ([daniele.dessi@cnr.it](mailto:daniele.dessi@cnr.it), Tel: 06.50299254)

# INSEAN 05 - Ottimizzazione multi-obiettivo e multi-disciplinare di carene veloci



*Software e modelli per la progettazione*

## **Attività**

La suite di codici di ottimizzazione del CNR-INSEAN, sviluppati in collaborazione con la Marina USA, si propone come supporto alla progettazione di veicoli marini in genere, consentendo la parametrizzazione e l'ottimizzazione delle forme di un veicolo marino sotto specifici obiettivi e vincoli progettuali, formulati dal progettista. La suite contiene diversi algoritmi per la parametrizzazione delle forme dello scafo ed un gran numero di algoritmi di ottimizzazione, per problemi a singolo o multiobiettivo, per problemi multidisciplinari e/o in regime di incertezza. All'occorrenza, il software è integrabile con qualsiasi modello numerico, anche di natura semi-empirica, in grado di quantificar una qualunque grandezza di interesse. Il software è applicabile anche a problemi diversi da quelli del settore marino. È in grado di sfruttare piattaforme di calcolo parallelo.

## **Servizi per le imprese**

Ottimizzazione di forma per la riduzione di:

- resistenza all'avanzamento;
- moti, velocità e accelerazioni verticali, in diversi punti della nave;
- consumi di combustibile
- livelli vibratori
- perdita di performance in condizioni off-design

## **Strumentazione**

Software e modelli numerici di simulazione *non-commerciali*

Cluster per il calcolo scientifico parallelo

## **Responsabile Scientifico**

CNR-INSEAN (*Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale*)

Via di Vallerano 139, Roma

Ing. Matteo Diez ([matteo.diez@cnr.it](mailto:matteo.diez@cnr.it)) Tel: 06.50299314)

# INSEAN 06 - Software per la progettazione e l'ottimizzazione del sistema propulsivo di una carena veloce



*Software e modelli per la progettazione*

## **Attività**

**PRO-INS** è un software per l'analisi idrodinamica di propulsori navali sviluppato dal CNR-INSEAN. Il software si basa su una tecnica "agli elementi di contorno" caratterizzata da un ridotto onere computazionale e da una notevole facilità di impiego. Queste caratteristiche lo rendono adatto a problemi di dimensionamento, progettazione ed ottimizzazione del sistema propulsivo di una imbarcazione. **PRO-INS** consente di determinare le prestazioni di propulsori convenzionali (eliche a passo fisso e variabile, eliche intubate) e non (propulsori pod, eliche contro-rotanti, eliche ibride per diporto). Si possono simulare condizioni operative in flusso uniforme o nella scia di una carena e studiare l'accoppiamento elica-timone.

Il software fornisce la previsione della cavitazione e può interfacciarsi con altri software per analisi multidisciplinari. Le principali applicazioni riguardano l'accoppiamento con modelli per analisi strutturale, con solutori acustici per la previsione del rumore e delle vibrazioni indotte, l'integrazione con solutori CFD per l'analisi dell'interazione elica-carena

## **Servizi per le imprese**

- Dimensionamento, progettazione ed ottimizzazione del sistema propulsivo di carene veloci;
- Accoppiamento con modelli per analisi strutturale;
- Accoppiamento con solutori acustici per la previsione del rumore e delle vibrazioni indotte.

## **Strumentazione**

Software e modelli numerici di simulazione *non-commerciali*  
Cluster per il calcolo scientifico parallelo

## **Responsabile Scientifico**

CNR-INSEAN (*Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale*)  
Via di Vallerano 139, Roma  
Ing. Francesco Salvatore, ([francesco.salvatore@cnr.it](mailto:francesco.salvatore@cnr.it), Tel 06.50299313)

# INSEAN 07 - Tecnica di design di propulsori navali basata su reti neurali



*Software e modelli per la progettazione*

## **Attività**

Lo strumento è rivolto alla progettazione preliminare di forma, con ridotti tempi di calcolo, di un propulsore ad elica convenzionale od intubata. Le variabili di design sono di tipo globali (numero di pale, diametro, rapporto di area espansa, rapporto nominale di passo, velocità) e locali (distribuzioni radiali di passo, corda, skew, camber, rake) determinate in step successivi tra diverse configurazioni di una serie sistematica di eliche definita dal progettista. Lo strumento di progettazione accoppia il solutore idrodinamico per flussi non viscosi **PRO INS** (vedi scheda 1.6) con un modello di sintesi delle prestazioni del propulsore basato su un modello di rete neurale e può essere interfacciato con un ottimizzatore basato su algoritmi genetici o con un modello parametrico. I requisiti del problema sono rappresentati dalla potenza ad un determinato numero di giri e dalla velocità di avanzamento. L'accoppiamento del propulsore con la carena è basato su dati sperimentali, mentre il rischio di cavitazione è stimato mediante un opportuno modello numerico.

## **Servizi per le imprese**

- Progettazione preliminare di forma di elica libera o intubata;

## **Strumentazione**

Software e modelli numerici di simulazione *non-commerciali*

## **Responsabile Scientifico**

CNR-INSEAN (*Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale*)

Via di Vallerano 139, Roma

Ing. Danilo Calcagni, ([danilo.calcagni@cnr.it](mailto:danilo.calcagni@cnr.it), Tel 06.50299313)

# INSEAN 08 - Comfort a Bordo – determinazione e controllo del rumore interno generato da flussi turbolenti



*Software e modelli per la progettazione*

## **Attività**

La tecnologia sviluppata dal CNR-INSEAN consente la determinazione dei disturbi sui sensori di bordo delle navi trasmessi dalle vibrazioni strutturali e dal rumore irradiato internamente, per effetto dell'interazione tra strutture elastiche e strato limite turbolento. Vengono fornite indicazioni relativamente alla posizione ottima dei sensori, ai criteri per la progettazione dei materiali costruttivi da utilizzare per il loro alloggiamento, e alle prestazioni di materiali o rivestimenti impiegati per l'attenuazione dei disturbi. La tecnologia si avvale di simulazioni numeriche del campo fluidodinamico, di modelli teorici per la definizione dello spettro di carico e di metodi statistico-energetici per la determinazione della risposta strutturale ed acustica. Per la verifica di condizioni di flusso potenzialmente critiche per la risposta vibro-acustica si effettuano misure di velocità, di pressione a parete e del livello di vibrazione e rumore irradiato su modelli o sulle navi al vero. Un'altra importante applicazione è la determinazione del rumore a bordo di navi veloci per trasporto passeggeri per la verifica del conseguimento del richiesto livello di comfort

## **Servizi per le imprese**

- Posizione ottima di sensoristica di bordo
- Progettazione ottima delle caratteristiche di materiali e rivestimenti per l'alloggiamento dei sensori
- Risposta vibro-acustica nelle condizioni di carico reale.

## **Strumentazione**

Software e modelli numerici di simulazione *non-commerciali*

## **Responsabile Scientifico**

CNR-INSEAN (*Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale*)

Via di Vallerano 139, Roma

Ing. Elena Ciappi, ([elena.ciappi@cnr.it](mailto:elena.ciappi@cnr.it), Tel 06.50299268)

# CNR IPCB – Istituto per i Polimeri, Compositi e Biomateriali



IPCB 01 - R&D Materiali compositi avanzati a matrice polimerica per l’edilizia ..... 54

IPCB 02 - Materiali compositi avanzati ecosostenibili per la nautica ..... 55

IPCB 03 - Biomateriali compositi per la salute ..... 56

# IPCB 01 - R&D Materiali compositi avanzati a matrice polimerica per l'edilizia



## **Attività**

I materiali compositi a matrice polimerica vengono utilizzati nel settore dell'edilizia per il ripristino e/o per il consolidamento strutturale di murature principalmente in tufo o di elementi in calcestruzzo di edifici anche di interesse storico-artistico. I materiali attualmente in commercio soffrono di alcune limitazioni quali plasticizzazione per assorbimento di umidità, debonding all'interfaccia matrice-fibra e scarso trasferimento di carichi, ridotta stabilità termo-meccanica. Queste limitazioni sono principalmente connesse con la bassa temperatura di transizione vetrosa evidenziate da sistemi epossidici quando curati a temperatura ambiente.

L'IPCB (ex ICTP e IMCB) ha sviluppato una notevole competenza nella realizzazione di sistemi compositi a matrice nanostrutturata organica-inorganica in grado di esibire un incremento della temperatura di transizione vetrosa per effetto di un processo di hardening durante la vita di esercizio e mitigare le limitazioni dei prodotti in commercio.

L'IMCB-CNR ha una consolidata esperienza di tutti gli aspetti legati alla progettazione di materiali compositi a partire dalla formulazione della resina, allo studio dell'adesione fibra-matrice fino alla realizzazione di dispositivi prototipali.

## **Settori di Applicazione**

Settore edilizia (materiali compositi per il ripristino strutturale di edifici danneggiati)

Beni Culturali

## **Possibili temi di collaborazione con le Imprese**

L'Unità CNR IPCB offre la propria conoscenza di base e pre-prototipale relativa ai materiali compositi per Imprese coinvolte nel settore dell'edilizia civile-industriale.

## **Referenti**

Dr. Marino Lavorgna

IPCB-CNR già IMCB-CNR

P.le Fermi, 1

80055 Portici (NA)

Tel 0817758838– mail : – mlavorgn@unina.it

# IPCB 02 - Materiali compositi avanzati ecosostenibili per la nautica



## **Attività**

Le attività di ricerca saranno focalizzate sullo sviluppo di materiali compositi costituiti da fibre naturali e matrici termoindurenti provenienti da fonti rinnovabili per applicazioni nel settore della nautica. I materiali potranno trovare applicazione nell'arredo e per la generazione di parti non strutturali delle imbarcazioni da diporto e commerciali. La strategia che si intende perseguire mira alla generazione di nuove famiglie di compositi ecosostenibili biodegradabili che possano contribuire a rendere meno complessa la fase di fine vita di una imbarcazione. L'Unità del CNR IPCB (già ICTP e IMCB) vanta una consolidata esperienza nel campo della sintesi e caratterizzazione di polimeri biodegradabili nonché sul processing di compositi e loro riciclo.

## **Settori di Applicazione**

Nautica da diporto e nautica commerciale

## **Possibili temi di collaborazione con le Imprese**

L'Unità CNR IPCB offre la propria conoscenza di base e pre-prototipale relativa ai materiali compositi per qualunque applicazione industriale che le prenda in considerazione.

## **Referenti:**

Prof. Cosimo Carfagna  
IPCB-CNR  
Pozzuoli, Napoli



## **Attività**

Le attività di ricerca riguardano saranno focalizzate sullo sviluppo di materiali compositi costituiti da fibre (carbonio, vetro, etc.)/nano-sistemi (nanotubi, particelle, grafene) e matrici termoindurenti e/o termoplastici per la realizzazione di tutori, ortesi e sistemi innovativi nell'ambito della riabilitazione. L'approccio è basato sul concetto biomimetico in modo da realizzare strutture leggere con proprietà meccaniche e di interfaccia simili al tessuto naturale, evitando quindi problematiche relative all'eccessiva rigidità. Inoltre, attraverso un'appropriata definizione della matrice e del rinforzo è possibile sviluppare sistemi che possono permettere la riparazione dei tessuti (es. osseo) danneggiati da eventi esterni o patologie. L'Unità del CNR IPCB (già ICTP e IMCB) vanta una consolidata esperienza nel campo della sintesi e caratterizzazione di compositi biocompatibili nonché sul processing attraverso le avanzate tecnologie del 3D printing.

## **Settori di Applicazione**

Settore biomedicale (dispositivi ortesici per riabilitazione; sostituti ossei)

Compositi multifunzionali

## **Possibili temi di collaborazione con le Imprese**

L'Unità CNR IPCB offre la propria conoscenza di base e pre-prototipale relativa ai materiali compositi per nell'ambito della salute.

## **Referenti:**

Luigi Ambrosio

IPCB-CNR - DSCTM

CNR ITIA – Istituto Di Tecnologie  
Industriali E Automazione



ITIA 01 - Laboratorio di Robotica e Automazione Industriale ..... 58

ITIA 02 - Laboratorio di tecnologie digitali a supporto della produzione e della robotica ..... 60

# ITIA 01 - Laboratorio di Robotica e Automazione Industriale



## Attività

Il laboratorio sviluppa tecnologie per un'interazione robot, ambiente, operatore efficace, robusta e sicura. L'integrazione dell'informazione sensoriale nei modelli e nei controlli di sistemi robotizzati consente un utilizzo intuitivo, robusto e flessibile dei robot in applicazioni context-aware e una condivisione naturale e trasparente dello spazio di lavoro.

Le aree di ricerca riguardano:

- a- Sviluppo di metodologie e strumenti per la definizione intuitiva del task e del moto senza ricorrere a una programmazione esplicita
- b- Concezione, progettazione e prototipazione di robot caratterizzati da strutture meccaniche intrinsecamente sicure e a basso costo per applicazioni industriali e di riabilitazione robotizzata (esoscheletri e device esterni)
- c- Concezione progettazione e prototipazione di soluzioni di controllo di interazione tramite tecniche di simulazione in anello chiuso
- d- Concezione e sviluppo di metodologie e strumenti per la condivisione sicura dello spazio operativo tra robot e operatore
- e- Concezione e sviluppo di metodologie e strumenti per la generazione automatica del robot task a partire da dati di prodotto/processo
- f- Concezione, progettazione e prototipazione di strumenti (3D laser scanner e sistemi di visione stereoscopica) e sensori per la percezione autonoma dello spazio operativo
- g- Concezione, progettazione e prototipazione su sistemi embedded real time interfacciati con sistemi di controllo industriali di strategie per l'implementazione di logiche di controllo sensor based

## Strumentazione

### *Area robotica industriale*

Robot IRB 1400 di ABB; Robot Smart NS16 di Comau Robotica con sistema di controllo c4g open, wireless TP e manual guidance device; PKM Morpheum e relativo sistema di controllo pc based di nostra concezione equipaggiato con sistema operativo QNX 4; diversi sistemi di scansione laser 3D; sistema Cluster multicore per applicazioni di calcolo intensivo basato su tecnologia Linux; stazione per la calibrazione dei sistemi di scansione laser 3D; oscilloscopio ed analizzatore di stati logici Tektronix MSO4054 a 500MHz; generatore di funzione Gw Instek SFG-2020; piattaforma di sviluppo su schede-pc embedded tra le quali: 1) AAEON AEC-6911 e MSI Industrial MS-9830 Atom Mini-ITX MainBoard: entrambe schede Fanless con processore Intel Atom a basso consumo; Processore Intel Atom N270 a 1.6 GHz. Memoria 2 GB DDR2 SODIMM. Gigabit Ethernet. 2) FOX Board LX832: Sistema Linux completo su processore RISC ETRAX 100LX microprocessor 3) VIA EPIA CL 10000: basata su processore C3 con frequenza di clock a 1GHz e bus di sistema a 133MHz.

### *Area robotica di servizio*

KUKA LWR 4+; Mitsubishi PA10-7CE controllato mediante un PC-embedded AAEON fanless Box PC TF-AEC-6915-A1-1010 che comunica con i driver del robot attraverso una scheda Arcnet Contemporary Control(R) PCI20U con HYC4000 transceiver; sensore di forza/coppia ATI Mini45 con sistema di condizionamento



segnale FT06090-ATI; scheda PCI di acquisizione analogica PowerDaq della United Electronics Industries a 16 canali analogici; due PLC Beckhoff X20CP1484 e un safe PLC Beckhoff SL8000. X20SI4100 X20SC2432; un sistema SmartD(tm) di BTS s.p.a, per il tracking di marker passivi, il sistema è costituito da 4 telecamere nell'infrarosso e un pc di elaborazione dati; un sensore di Forza ATI DELTA SI-660-60 con sistema di condizionamento segnale 9105-PS-1; un sensore di Forza ATI DELTA 06668 con sistema di condizionamento 9105-PS-1; due schede di acquisizione analogica National Instrument NI-PCI-6221; una Inertial Measurement Unit (IMU) IG500A di SBG System

### **Servizi per le aziende**

Consulenza e supporto allo sviluppo di prototipi preindustriali nell'area dell'automazione industriale con specifico riferimento ai processi di produzione robotizzati per i settori general industry, automotive, plastica e con specifico riferimento ai processi di assemblaggio, manipolazione, pick & place, saldatura laser, sbavatura e in generale lavorazioni 2D e 3D.

Consulenza e supporto allo sviluppo di prototipi preindustriali nell'area della visione 2D e 3D

Esperienza con robot Abb, Comau, Kuka, Stäubli, Kawasaki, Mitsubishi ed altri, e con circa automazioni realizzate in Italia e all'estero per conto di alcuni dei principali system integrator italiani

### **Riferimenti**

Lorenzo Molinari Tosatti  
CNR-ITIA

<http://www.itia.cnr.it/it/>

# ITIA 02 - Laboratorio di tecnologie digitali a supporto della produzione e della robotica



## Attività

Il mondo industriale cambia repentinamente rispondendo alle necessità del mercato mentre designer e ingegneri usano strumenti digitali per far fronte a questa evoluzione. La nuova visione della fabbrica avalla l'idea di incorporare il ciclo produttivo nella visione della fabbrica come entità includendo prodotti, processi manifatturieri e tecnologie. Idea centrale di questo approccio è la riduzione dell'impiego di risorse e l'accrescimento delle performance tecniche e organizzative: in pratica la realizzazione della “**Virtual Factory**” in cui vari strumenti digitali di rappresentazione della fabbrica diventano virtuali rendendo la rappresentazione dinamica e aggiornabile. L'**interoperabilità** tra i vari strumenti, tra la fabbrica reale e la sua rappresentazione virtuale è uno dei punti cruciali per il futuro. Il gruppo lavora su questa **virtualizzazione** (attraverso l'uso della RVE RA) partendo dal livello più alto: modelli e framework, fino all'implementazione di strumenti specifici (ambienti di RV, interfacce e simulazione). Parte del processo è la necessità di raccogliere e sistematizzare le informazioni e la conoscenza. Infine un'attenzione particolare è data ai **Fattori Umani** che assicurano la presenza centrale dell'essere umano nella relazione produzione/tecnologia. Si focalizza sullo stato psicologico umano e su quello emotivo, informazioni preziose per l'implementazione tecnologica.

L'esperienza di anni in ambito industriale è stata spostata anche in altri ambiti: applicazioni in ambito Museo Virtuale, training in momenti di stress, e in ambito medicale creando ambienti digitali a supporto della riabilitazione con l'uso di robot.

## Strumentazione

Il gruppo dispone di una “stanza di realtà virtuale” con proiettore e occhiali 3D attivi capaci di far sentire l'utente immerso e percepire l'esperienza virtuale come realistica.

Un sistema di tracciamento infrarosso assicura la precisione di registrazione dell'utente nei suoi movimenti in ambienti di realtà virtuale e realtà aumentata.

Le strumentazioni sono ulteriore supporto anche per le valutazioni di impatto sull'utente e sul suo stato psicologico e di benessere.

## Servizi per le imprese

- **VF FRAMEWORK, ONTOLOGIA E WEB SEMANTICO:** è il punto focale dell'interoperabilità di ambienti complessi che vanno dal mondo produttivo: la fabbrica e tutti i suoi attori, ma anche ambienti famigliari come un ambiente domestico volto al servizio, con la necessità di creare sinergie e collaborazione tra i vari sistemi domotici.

Il tutto è disegnato come un'ontologia proprio seguendo l'approccio dettato dal web semantico creando un modello di dati semantico che diventa uno standard coerente ed un set estensibile di ontologie atto a rappresentare tanto gli oggetti, quanto i suoi domini di conoscenza.

- **REALTA' AUMENTATA E VIRTUALE (RA/RV):** sono tecnologie capaci di far sentire l'utente coinvolto nell'ambiente. Per ridurre i tempi di sviluppo e per avere un controllo completo, modulare e estensibile



- della tecnologia, ITIA ha sviluppato GIOVE (Graphics and Interaction for OpenGL-based Virtual Environments) che è un set di librerie e strumenti creati per l'implementazione di ambienti di realtà virtuale collaborativi capaci di seguire l'evoluzione di HW e SW. può essere usato in diversi modi: in collaborazione con altri utenti o singolarmente. Gli utenti possono visualizzare la scena da uno schermo in stereoscopia o da un monitor di pc. GIOVE permette a utenti esperti e lavoratori meno esperti di comunicare in modo semplice e intuitivo. Con le stesse librerie (GIOVE) è possibile implementare prototipi virtuali, showroom, ambienti coinvolgenti per utenti vari come ad esempio pazienti in riabilitazione, ecc.
- **AMBIENTI DIGITALI** a supporto di riabilitazione con robot. Gli ambienti sinestetici (visivi, auditivi e aptici) hanno come obiettivo quello di supportare e dare efficacia all'attività di riabilitazione di un paziente che usa la tecnologia per riabilitare una parte del corpo, ma anche al personale sanitario incaricato del lavoro.

### **Responsabile**

Dr. Marco Sacco

ITIA-CNR

Via E. Bassini, 15

20133 Milano

e-mail: [marco.sacco@itia.cnr.it](mailto:marco.sacco@itia.cnr.it)