



Rivista di informazione del Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Registrazione: Tribunale Civile di Trento - Numero 10 del 21 giugno 2010 del Registro Stampa  
Poste Italiane Spa - Spedizione in Abbonamento Postale - 70% GIPAVTN Trento n. 9/2015 - contiene Insetto Redazionale



## I NUOVI LABORATORI DEL DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE



**Presentazione del Direttore**  
Dario Petri

pag. 2



**I laboratori del DII**  
Giovanni Straffellini

pag. 3



**I laboratori e le attrezzature principali**

pag. 4

Questo numero di DIINews è interamente dedicato alla descrizione dei Laboratori del DII e, attraverso questa, ad evidenziare le principali competenze di ricerca, didattica e innovazione presenti nel Dipartimento.

I Laboratori sono collocati per la maggior parte nella sede di Povo. Essi rappresentano uno strumento indispensabile per supportare la missione del Dipartimento, ossia lo sviluppo e il trasferimento di tecnologie e di conoscenze. Le principali aree di attività dei laboratori riguardano:

1. lo sviluppo di nuovi materiali e di nuove tecnologie di produzione e lavorazione, in ambito meccanico, biotecnologico, energetico e ambientale; lo studio delle proprietà dei materiali e del loro comportamento nei diversi ambiti applicativi;
2. i sistemi meccanici innovativi per l'automazione e l'industria, i sistemi elettronici intelligenti, la sensoristica wireless, i sistemi cyber-fisici, i sistemi mecatronici, i sistemi per la gestione dell'energia;
3. le tecniche per il supporto ai processi decisionali aziendali, la gestione delle risorse, la qualità e la sicurezza.

Relativamente alla didattica, i laboratori forniscono agli studenti opportunità per sviluppare competenze tecniche fondamentali per la professione di ingegnere industriale. A questo fine possono essere utilizzati sia durante gli insegnamenti dei corsi di studio, sia durante il periodo di tesi di laurea.

Per quanto riguarda l'attività di ricerca, i laboratori permettono di sviluppare diversi progetti, anche in collaborazione con altri Enti o Istituti di ricerca. Le attività sono finanziate principalmente con bandi competitivi a livello locale, nazionale o europeo, oppure con fondi di Ateneo.

Numerose sono le collaborazioni con l'industria, inerenti soprattutto le tematiche caratterizzanti l'Industry 4.0: dalle nanotecnologie, alla manifattura additiva e la robotica avanzata, dai sistemi cyber-fisici, all'internet-of-things e gli strumenti per il supporto alle decisioni.

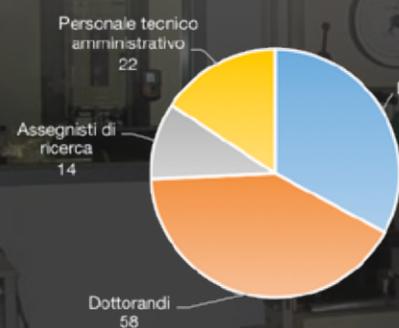
Le modalità di collaborazione con l'industria sono molteplici. Quando il tema e gli obiettivi della collaborazione sono chiari e con limiti temporali ben definiti, sono di solito attivati contratti di collaborazione; questo avviene, ad esempio, nel caso di prove di laboratorio non standardizzate. Per investigare tecnologie e soluzioni innovative, che rientrano tra gli obiettivi strategici a medio e a lungo termine del committente, conviene invece procedere con il finanziamento o il co-finanziamento di borse di dottorato di ricerca; la durata tipica dei relativi progetti è di 3 anni. Progetti di ricerca di interesse comune (Azienda e DII) possono invece essere finanziati con fondi derivanti da incentivi pubblici.

Nel seguito di questo numero di DIINews viene riportata una descrizione delle principali aree di attività dei diversi laboratori e della principale strumentazione disponibile.

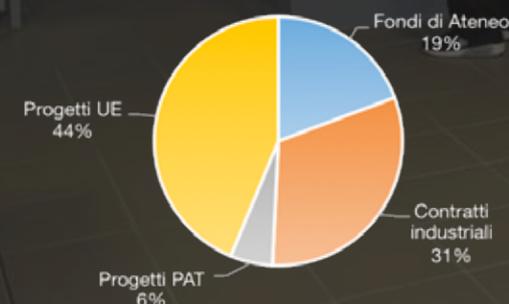


*Dario Petri*  
Direttore del DII

## I NUMERI DEL DIPARTIMENTO



## I FINANZIAMENTI DELLA RICERCA



## I LABORATORI DEL DII

Giovanni Straffellini



Giovanni Straffellini

Delegato del Direttore ai Laboratori

Nelle tabelle riportate in questa pagina sono elencati i laboratori del DII e gli attuali responsabili, che hanno il compito di coordinare la gestione generale, regolare gli accessi, garantire la funzionalità delle attrezzature insieme ai rispettivi referenti.

L'organizzazione dei laboratori è finalizzata a garantire la funzionalità degli strumenti e la corretta conduzione delle ricerche scientifiche in corso, favorendo il più possibile l'accesso alle attrezzature da parte di tutti i docenti e i ricercatori coinvolti. Con il trasferimento da Mesiano nella nuova sede di Povo, infatti, si è colta l'occasione per ristrutturare i laboratori in aree di attività, in modo da permettere scambi fruttuosi e sinergici tra i ricercatori dei diversi campi di studio.

Nei laboratori a piano terra, vale a dire localizzati allo stesso piano degli uffici dei docenti, sono posizionate prevalentemente attrezzature delicate, mentre nei laboratori interrati sono installate sia attrezzature delicate che attrezzature pesanti, come strumenti per prove meccaniche, macchine di processing e di misura, robot antropomorfi, banchi per la prototipazione, simulatori di guida, un centro di fresatura, solo per fare alcuni esempi.

I laboratori del DII sono suddivisi in tre sezioni (materiali, meccatronica, e ricerca operativa; il laboratorio di ricerca operativa è parte dei laboratori leggeri a piano terra), che riflettono le tre anime del dipartimento; la struttura e l'organizzazione dei laboratori, tuttavia, sono orientate a favorire l'integrazione delle diverse attività, che hanno il comune obiettivo della ricerca in ambito industriale.

Maggiori dettagli in merito ai laboratori saranno disponibili sul sito del Dipartimento [www.dii.unitn.it](http://www.dii.unitn.it)

### Piano terra LABORATORI LEGGERI

LABORATORIO	RESPONSABILE DI LABORATORIO
RICERCA OPERATIVA	Michele Fedrizzi
BENI CULTURALI	Stefano Gialanella
VETRI E CERAMICI	Gian Domenico Sorarù
CHIMICA DEI MATERIALI	Riccardo Ceccato
PROGETTAZIONE MECCANICA E METALLURGIA	Alberto Molinari
RIVESTIMENTI E ANTICORROSIONE INDUSTRIALE	Flavio Deflorian
POLIMERI E COMPOSITI	Alessandro Pegoretti
TECNOLOGIE BIOMEDICHE	Claudio Migliaresi

### Laboratori interrati SEZIONE MATERIALI

LABORATORIO	RESPONSABILE DI LABORATORIO
ANALISI MICRO-STRUTTURALI	Stefano Gialanella
CHIMICA	Sandra Dirè
CARATTERIZZAZIONE	Massimo Pellizzari
PROCESSING	Luca Fambri
PROVE MECCANICHE	Vigilio Fontanari

### Laboratori interrati sezione MECCATRONICA

LABORATORIO	RESPONSABILE DI LABORATORIO
LABORATORIO DI CONTROLLI	Luca Zaccarian
MECCANICA DEI FLUIDI	Filippo Trivellato
MACCHINE UTENSILI E PROTOTIPAZIONE	Paolo Bosetti
SISTEMI MECCATRONICI	Francesco Biral
SIMULATORI E REALTA' VIRTUALE	Francesco Biral
ELETTRONICA E MICROSISTEMI	Gianfranco Dalla Betta
SISTEMI EMBEDDED	David Macii
FACILITY PER L'ACQUISIZIONE DEL MOTO DEL CORPO UMANO	Mariolino De Cecco
LABORATORIO DI MISURE, STRUMENTAZIONE E ROBOTICA	Mariolino De Cecco
METROLOGIA	Cristofolini Ilaria
APPLICAZIONI SPAZIO	Bortoluzzi Daniele

## BENI CULTURALI

Il laboratorio supporta diverse attività riguardanti lo sviluppo e l'applicazione di metodologie di caratterizzazione di materiali interessanti per la ricerca archeologica e per la diagnostica. A tal fine vengono anche sviluppati strumenti multi-tecnica, che trovano impiego non solo nel campo dei Beni Culturali ma anche in quelli della indagine mineralogica, del controllo ambientale e delle strutture architettoniche. Questi temi sono centrali per diversi progetti di ricerca internazionali, ai quali ricercatori afferenti al laboratorio collaborano attivamente.

### Strumentazione principale

- Microscopia ottica e strumentazione per caratterizzazione fotografica
- Termocamera per analisi di emissività termica
- Strumentazione per attrito statico
- Strumentazione per training di leghe a memoria di forma



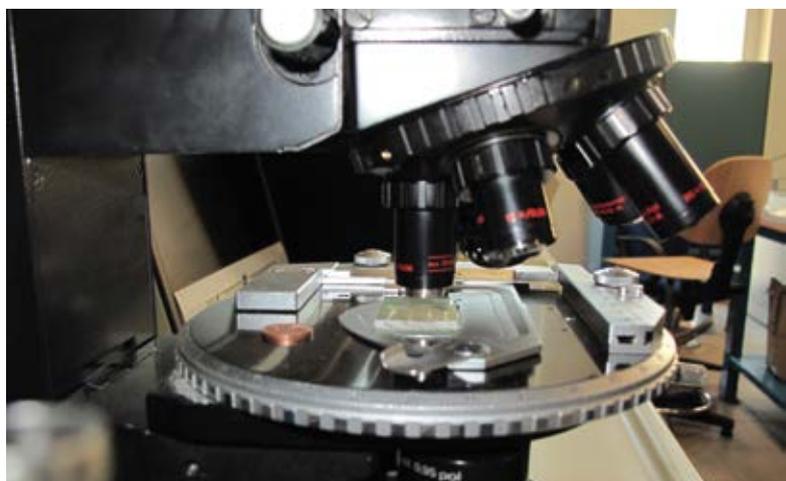
## VETRI E CERAMICI

Nel laboratorio si studiano i materiali ceramici avanzati, come i "Polymer Derived Ceramics" (PDCs) dei sistemi SiOC e SiCN sotto forma di fibre, film sottili o aerogel per diverse applicazioni nel settore dei materiali per l'energia (anodi per batterie al litio, per supercondensatori), per l'ambiente (per immagazzinare H<sub>2</sub> o per catturare CO<sub>2</sub>, per purificare l'acqua etc.) e per il settore aerospaziale (compositi a matrice ceramica e aerogel di SiC per applicazioni a temperatura ultra alta). Sono altresì studiati vetri e ceramici ultra tenaci, progettati e prodotti mediante il metodo "Engineered Stress Profile (ESP)", bioceramici innovativi a base di fosfato di calcio e ceramici funzionali per celle a combustibile a ossido solido (SOFC).

### Strumentazione principale

Apparecchiature per la caratterizzazione dei ceramici avanzati, tra le quali:

- Microscopi ottici
- Polarimetro e polariscopio
- Stressmeter e microdurimetro
- Picnometro ad elio, fisisorbimento di azoto per la misura dell'area superficiale e della micro-meso porosità



## LABORATORIO DI CHIMICA DEI MATERIALI

Le principali attività del laboratorio riguardano la sintesi sol-gel di materiali nanostrutturati e di film sottili, e la loro caratterizzazione mediante tecniche spettroscopiche e calorimetria a scansione differenziale. Una sezione del laboratorio è dedicata alla determinazione della distribuzione dimensionale di polimeri e nanocluster mediante tecniche cromatografiche. Infine, proprietà di materiali porosi vengono evidenziate per mezzo di analisi di fisisorbimento di gas e di picnometria ad elio.

### Strumentazione principale

- Spettrofotometro (UV-Vis, IR)
- Analisi termica (DSC)
- Cromatografo GPC e HPLC
- Porosimetro a fisisorbimento di gas, picnometro ad elio



## PROGETTAZIONE MECCANICA E METALLURGIA

Il laboratorio si occupa di analisi microstrutturale e termica dei metalli per lo studio dei processi produttivi, dei trattamenti e delle lavorazioni meccaniche, delle proprietà tecnologiche e dei meccanismi di danneggiamento in esercizio, il tutto a supporto della progettazione dei prodotti industriali.

E' anche studiata la deformazione a caldo dei metalli, per l'ottimizzazione della loro lavorabilità plastica e lo studio delle proprietà meccaniche ad alta temperatura.



### Strumentazione principale

- Microscopio ottico con analisi d'immagine e microdurimetro
- Strumenti per analisi termica (DSC, DTA, TG)
- Dilatometro con possibilità di prove controllate ad alta temperatura
- Strumentazione per simulazioni numeriche di sforzi e deformazioni
- Strumenti e software per la simulazione termomeccanica di materiali e componenti

## RIVESTIMENTI E ANTICORROSIONE INDUSTRIALE

Il laboratorio si occupa dello studio dei fenomeni corrosivi sulle principali leghe metalliche di interesse tecnologico, mediante tecniche elettrochimiche (in corrente continua, alternata e con tecniche localizzate). Sono pure studiati rivestimenti protettivi, di natura metallica, ceramica e organica, anche innovativi (rivestimenti ibridi), per la protezione dal degrado, e altre caratteristiche funzionali, quali la resistenza all'abrasione e speciali proprietà ottiche.

### Strumentazione principale

- Apparecchiature per invecchiamento accelerato dei materiali
- Strumenti per prove industriali di esposizione alla corrosione (nebbia salina, prove cicliche, prova Kesternich)
- Strumenti per prove elettrochimiche in corrente continua, alternata (EIS) e localizzate (SKP, SVP) e la caratterizzazione chimico-fisica dei rivestimenti (abrasione, proprietà ottiche, adesione).



## POLIMERI E COMPOSITI

Il laboratorio si occupa di materiali polimerici e compositi per applicazioni industriali (nuovi polimeri, mescole, compositi e nanocompositi) studiandone le tecnologie di processo in riferimento alle correlazioni proprietà-struttura. Le attuali tematiche di ricerca includono: trasformazione e caratterizzazione di sistemi polimerici multifasici (microcompositi e nanocompositi, mescole); polimeri eco-compatibili ed eco-sostenibili (compositi a matrice termoplastica, polimeri biodegradabili o da fonti rinnovabili, riciclo di plastiche); materiali con proprietà funzionali (elettricamente conduttivi, a memoria di forma, con capacità di immagazzinare energia termica, piezoelettrici); nuovi microcompositi o nanocompositi per 3D printing.

### Strumentazione principale

- Strumenti per la caratterizzazione chimico-fisica (cromatografo a permeazione su gel, strumento per spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier, picnometro ad elio)
- Strumenti per analisi termica (calorimetro differenziale a scansione, analizzatore termogravimetrico, macchine per l'analisi termica dinamico-meccanica, strumento per la misura dell'indice di flusso, strumento Vicat-HDT, strumento per la determinazione dell'indice di ossigeno)



## TECNOLOGIE BIOMEDICHE

Il Laboratorio si occupa di materiali e metodi per l'ingegneria biomedica, e in particolare la produzione, modifica e caratterizzazione fisico/biologica di materiali per la realizzazione di protesi di varia natura e metodi e materiali per l'ingegneria tessutale e la medicina rigenerativa, in grado di stimolare e guidare la rigenerazione spontanea di tessuti e organi danneggiati. Particolare interesse negli ultimi anni è diretto all'uso di materiali di originale naturale dotati di caratteristiche bioattive in grado di stimolare differenziazione, proliferazione, e attività cellulare, alla produzione di costrutti cellularizzati mediante tecniche di 3D printing, alla validazione di metodi di cultura cellulare in condizioni dinamiche.

### Strumentazione principale

- Apparecchiature per la caratterizzazione microstrutturale (microscopia ottica, elettronica, a forza atomica, spettrofotometro), e meccanica (reometro rotazionale corredato di sistema per prove di trazione e flessione, macchina per prove meccaniche)
- Apparecchiature di processo (sistema di microfabbricazione, reattore per CO<sub>2</sub> supercritica, elettrofilatura con doppio ago, liofilizzatore LIO-5P, sistemi per plasma freddo, stampanti 3D, forni)
- Laboratorio biologico (elettroforesi mono e bi-dimensionale, western blotting, fluorescence activated cell sorting, thermo labsystems, spettrofotometro, NanoDrop, bioreattori per colture cellulari, incubatori, camera ad atmosfera controllata)

## CENTRO BIOTECH

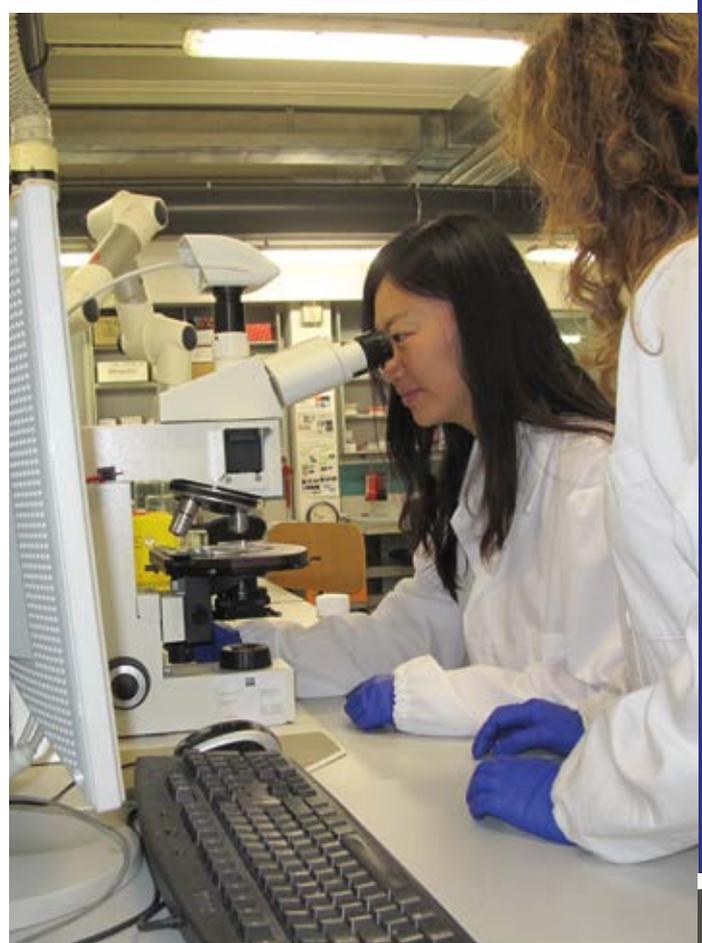
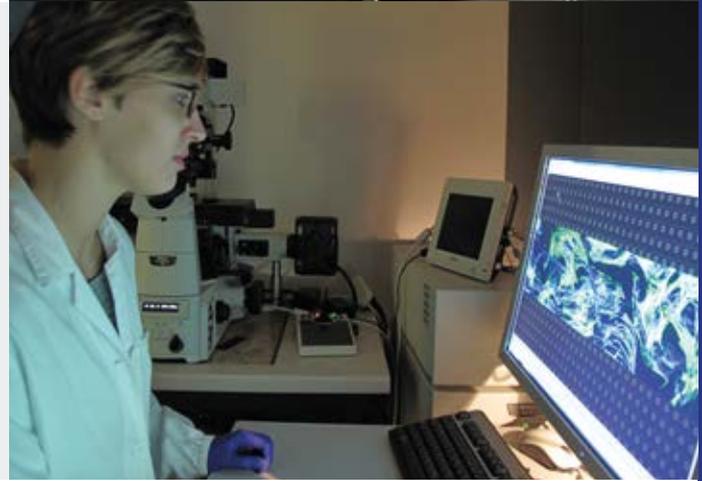
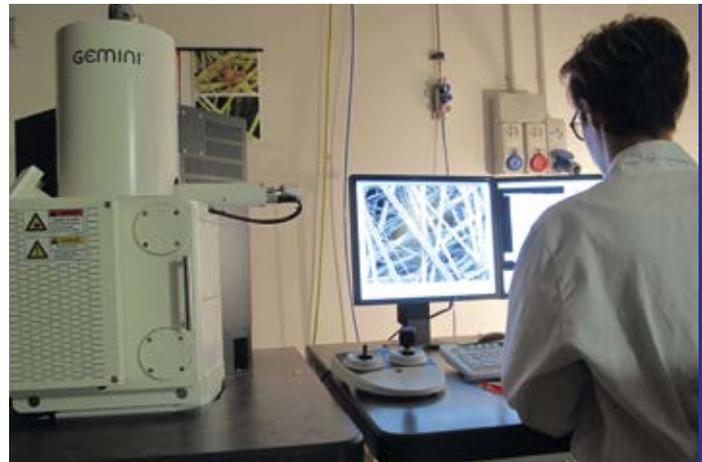
Il Centro Interdipartimentale di Ricerca BIOtech è insediato nei laboratori di ricerca di Mattarello dove lavorano circa 40 ricercatori (senior, fellows, dottorandi). Il centro promuove e coordina progetti di ricerca nell'ambito della biomedicina e delle tecnologie per la salute, svolgendo una funzione di trasferimento fra la ricerca di base e le applicazioni cliniche. E' organizzato in due macroaree: Medicina rigenerativa e Fisica biomedica. Il laboratorio di Tissue Engineering, Cells and Tissues Dynamics si occupa dello sviluppo di materiali e strutture per la riparazione e rigenerazione di tessuti danneggiati, al fine di ridurre la necessità di protesi permanenti. L'ambito prevalente di ricerca del laboratorio di Fisica biomedica riguarda la comprensione della funzionalità cardiaca e cerebrale mediante tecniche avanzate di imaging cellulare, analisi dei biosegnali e bioimmagini, con lo scopo di individuare nuove piattaforme tecnologiche per la cura di patologie e il miglioramento dell'efficacia diagnostica.

<http://web.unitn.it/biotech/7311/il-biotech>

**BIOtech** | at  
**BIOFCU**  
Biomedical Technologies



UNIVERSITY  
OF TRENTO - Italy



## ANALISI MICRO-STRUTTURALI

Il laboratorio è articolato in tre sezioni:

“Klaus Müller” NMR Lab, che si occupa di caratterizzazione chimica e strutturale di composti organici, vetri, ceramici, polimeri e biomateriali mediante risonanza magnetica nucleare allo stato solido e liquido e risonanza elettronica paramagnetica.

X-Ray Lab, che sviluppa e applica metodologie di fluorescenza e diffrazione dei raggi X, anche combinate, per la caratterizzazione cristallografica, elementare e microstrutturale dei materiali.

“Paolo Giordano Orsini” Electron Microscopy Lab, le cui attività si basano sull'applicazione di tecniche di microscopia elettronica a scansione e in trasmissione e relative spettroscopie alla caratterizzazione di materiali da scala millimetrica a sub-nanometrica.

La dotazione strumentale del Laboratorio di Analisi Micro-Strutturali è di alto profilo e in continua evoluzione, per poter fornire un adeguato supporto trasversale alle diverse linee di ricerca del DII.

### Strumentazione principale

- Spettrometri NMR per stato solido e soluzioni (campo magnetico: 9.4 (frequenza 1H: 400 MHz) e 7 T (frequenza 1H: 300 MHz)
- Risonanza magnetica ed imaging a campo magnetico terrestre
- Spettrometro EPR (liquidi e solidi)
- Diffrattometri di raggi X
- Spettroscopi a fluorescenza di raggi X
- Microscopi elettronici a scansione (SEM), operanti in modalità alto e basso vuoto, per la osservazione anche di campioni non conduttivi, con sonda per spettroscopia X a dispersione di energia (EDXS)
- Microscopio elettronico in trasmissione (TEM) con sonda EDXS
- Linea di preparativa per campioni TEM



## CHIMICA

Il laboratorio è articolato in due sezioni: la Sezione Materiali sviluppa la preparazione di nanomateriali sol-gel ibridi organico/inorganici ed inorganici in forma di polveri e film sottili per applicazioni elettroniche, ottiche, per immagazzinamento di idrogeno e rinforzo di materiali e biomateriali; la Sezione Anticorrosione si occupa della deposizione di rivestimenti metallici mediante metodi galvanici ed elettrolitici, di vernici per cataforesi e di rivestimenti funzionali per la protezione dalla corrosione.

### Strumentazione principale

- PHmetri, conduttimetri, potenziostati
- Preparativa chimica con tecniche Schlenk
- Bilance analitiche, muffole
- Titolatore Karl-Fischer per la determinazione del contenuto di acqua



## CARATTERIZZAZIONE

Il laboratorio ospita diverse attività di caratterizzazione dei materiali che spaziano dalla spettroscopia e la fisica chimica alle analisi termiche, termomeccaniche e microstrutturali. L'obiettivo è la determinazione di proprietà in grado di fornire le necessarie informazioni sulla processabilità dei materiali, sul loro comportamento in esercizio, fino all'analisi dell'eventuale cedimento. L'interpretazione dei dati sperimentali è garantita dalle competenze trasversali di ricercatori operanti in diversi settori disciplinari.



### Strumentazione principale

- Spettroscopi FTIR e UV
- Spettrofluorimetro
- Spettroscopio ottica ICP
- Calorimetro a scansione differenziale
- Strumenti per l'analisi termica differenziale e la dilatomètria
- Sezione di preparativa campioni per l'analisi microstrutturale
- Plastometro per misura melt flow



## PROCESSING

Nel laboratorio sono localizzate attrezzature e strumentazioni per la preparazione, produzione e trattamento di vetri tradizionali ed innovativi, materiali ceramici, materiali metallici, materiali polimerici e compositi.

In particolare sono sviluppati processi di tempra chimica di vetro, processi di lavorazione di soluzioni colloidali preceramiche (pressatura, estrusione e casting); sinterizzazione convenzionale e non; trattamenti termici in forni ad alta temperatura; macinazione meccanica di polveri metalliche; additive manufacturing (3D printing) ed altri processi di lavorazione delle materie plastiche (miscelazione e compounding; estrusione; filatura e stiro; stampaggio ad iniezione; stampaggio a compressione).

### Strumentazione principale

- Forni e stufe di diverso tipo
- Reattore per CO<sub>2</sub> supercritica
- Attrezzatura per tape casting
- Stampanti 3D
- Strumentazione per filament winding
- Molini di macinazione delle polveri
- Strumentazione per spark plasma sintering
- Pressa ad iniezione
- Miselatore interno ed estrusore bivate per compounding
- Estrusore monovite per filatura
- Pressa a piani caldi



## PROVE MECCANICHE

Il laboratorio copre un'ampia gamma di prove distruttive e non distruttive per determinare le caratteristiche meccaniche dei materiali e studiare le proprietà strutturali di componenti meccanici, riproducendo le condizioni reali a cui sono sottoposti i materiali in esercizio. L'ampia dotazione strumentale e le competenze maturate permettono di affrontare lo studio di tutte le classi di materiali di interesse industriale: metallici, polimerici, ceramici e materiali compositi mediante l'applicazione di sollecitazioni statiche, dinamiche, e cicliche (fatica a basso, alto ed altissimo numero di cicli). Una particolare sezione del laboratorio è dedicata alla caratterizzazione del comportamento tribologico e allo studio del danneggiamento per usura.

### Strumentazione principale

- Macchine di prova oleodinamiche e a controllo elettromeccanico di diversa taglia per la caratterizzazione statica e a fatica di materiali e componenti, in parte dotate di camere climatiche per prove ad elevata temperatura e a temperatura controllata
- Vibrofori per prove di fatica ad alta frequenza
- Macchine di fatica a flessione alternata ed a flessione rotante
- Pendoli per prove d'impatto su metalli e polimeri
- Tribometri (configurazione disco-disco, perno contro disco)
- Macchina per prove di fatica termica
- Apparecchiature per le misure di durezza e microdurezza
- Strumentazioni per l'acquisizione e controllo di segnali estensimetrici, per l'acquisizione e l'analisi d'immagine, le termocamere
- Piano con cave a T per l'allestimento di prove su strutture e componenti meccanici.

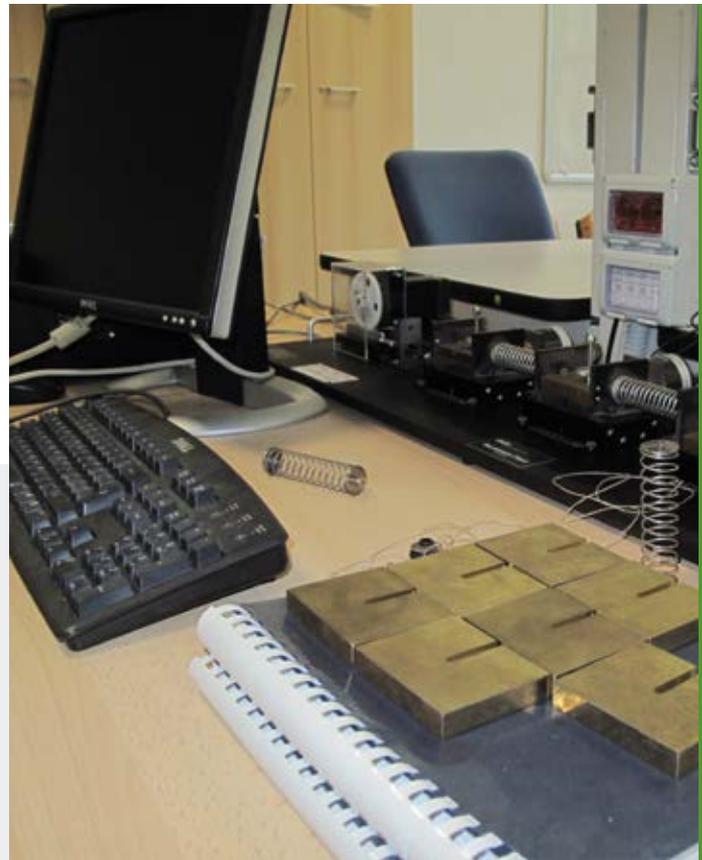


## LABORATORIO DI CONTROLLI

Il laboratorio di controlli ospita attività associate alla sperimentazione di controlli innovativi in ambito meccatronico. Tali attività, svolte con l'ausilio di tesisti e dottorandi, trovano applicazioni nel settore dei veicoli autonomi e del controllo di UAV, come droni e macchine autonome. Il laboratorio ospita anche esperimenti didattici che hanno lo scopo di illustrare le peculiarità delle problematiche di controlli automatici, e le caratteristiche del progetto di sistemi di controllo lineari e robusti alle incertezze parametriche.

### Strumentazione principale

- Sistema didattico con masse e molle per la sperimentazione di leggi di controllo su sistemi lineari a parametri incerti
- Sistemi di prototipazione per schede elettroniche di controllo (saldatori, generatori di forme d'onda, oscilloscopi, alimentatori)



## SISTEMI MECCATRONICI

Le principali attività di ricerca condotte nel laboratorio includono:

- studio della dinamica del veicolo e sviluppo di algoritmi di identificazione on-line di parametri;
- sviluppo e implementazione di algoritmi di pianificazione e controllo di veicoli autonomi terrestri (in particolare per l'esecuzione di manovre al limite dell'aderenza e di evitamento degli ostacoli);
- sviluppo e verifica sperimentale di "co-driver" artificiali capaci di guidare come gli esseri umani, inferire le loro intenzioni di guida e suggerire/eseguire la manovra più sicura;
- studio della bio-meccanica del movimento umano e identificazione delle primitive del movimento combinando tecniche di controllo ottimo, motion capture 3D e misure di forze;
- studio della pedalata e sviluppo di algoritmi di assistenza attiva intelligente della pedalata che tengono conto anche dello sforzo fisiologico dell'essere umano;
- sviluppo di algoritmi numerici e programmazione numerica avanzata per simulazione, ottimizzazione e soluzione di problemi di controllo ottimo.



### Strumentazione principale

- Robot antropomorfo ABB - piano ottico + macchina a tre assi con controllo Rexroth
- Sistema GPS indoor
- Sistema "motion capture 3D"
- Veicolo elettrico a 4 ruote autonomo
- Banchi per prototipazione rapida di strumenti di misura meccanica (es. modelli forze, inerzie, centri di massa, etc.)
- Automotive data logger e sensori per ricostruzione del moto (es. accelerometri, IMU, GPS)



## MACCHINE UTENSILI E PROTOTIPAZIONE

Il laboratorio è dedicato sia alla realizzazione di componenti e sistemi prototipali, sia alla ricerca nel campo dei sistemi di lavorazione intelligenti. Nel primo caso si supporta la realizzazione e la verifica di prototipi di sistemi robotici e meccatronici mediante la realizzazione di componenti ad hoc, la disponibilità di componenti e sistemi riconfigurabili e la disponibilità di microcontrollori e piattaforme di sviluppo e prototipazione elettronica. Nel secondo caso si studiano e si mettono a punto tecniche di misura, di controllo adattivo e di sviluppo di interfacce uomo-macchina (inclusa realtà aumentata) che mirano a rendere più efficienti e più automatici i processi di lavorazione.



### Strumentazione principale

- Centro di fresatura CNC a 5 assi
- Alesatrice/barenatrice a 5 assi a mandrino orizzontale con CNC open
- Marcatrice e taglierina laser
- Trapano a colonna
- 2 Stampanti 3-D FDM
- Termocamera
- Tavola dinamometrica a 6 assi
- Sistemi di misura e controllo
- Ampia dotazione di componenti meccanici standard e riconfigurabili
- Ampia dotazione di controllori, sensori e attuatori per robotica leggera e veicoli autonomi in scala



## SIMULATORI E REALTÀ VIRTUALE

Le principali attività di ricerca condotte nel laboratorio sono:

- sviluppo e verifica del funzionamento SIL e HIL (Software In the Loop e Hardware In the Loop) per applicazioni in ambito automotive. Esempi applicativi sono sistemi di controllo della dinamica del veicolo e ADAS (Advanced Driving Assistance Systems) e sistemi di guida semi-autonoma e autonoma;
- studio dell'interazione uomo-macchina verificando l'effetto di stimoli aptici come coppie di sterzo al volante o al pedale acceleratore/freno etc;
- studio dell'equilibrio e della capacità degli esseri umani di controllare dispositivi con il corpo come tavole da surf, skateboard.

### Strumentazione principale

- Simulatore di guida statico dotato di tre grandi schermi e sterzo attivo
- Piattaforma di Stuart con attuatori pneumatici dotata di sensore di stima posizione baricentro



## ELETTRONICA E MICROSISTEMI

Il laboratorio è attrezzato con strumenti hardware e software per lo sviluppo di dispositivi, sensori e microsistemi innovativi per applicazioni scientifiche, industriali e di consumo, utilizzando tecnologie micro-elettroniche e micro-elettro-meccaniche (MEMS). Le principali attività includono la definizione di processi di fabbricazione, la progettazione ed il disegno fisico, la simulazione numerica e la modellizzazione, la caratterizzazione elettrica e funzionale. Vengono inoltre progettati circuiti analogici per la lettura e l'elaborazione dei segnali, sia discreti che integrati, utilizzando tecnologie CMOS commerciali.

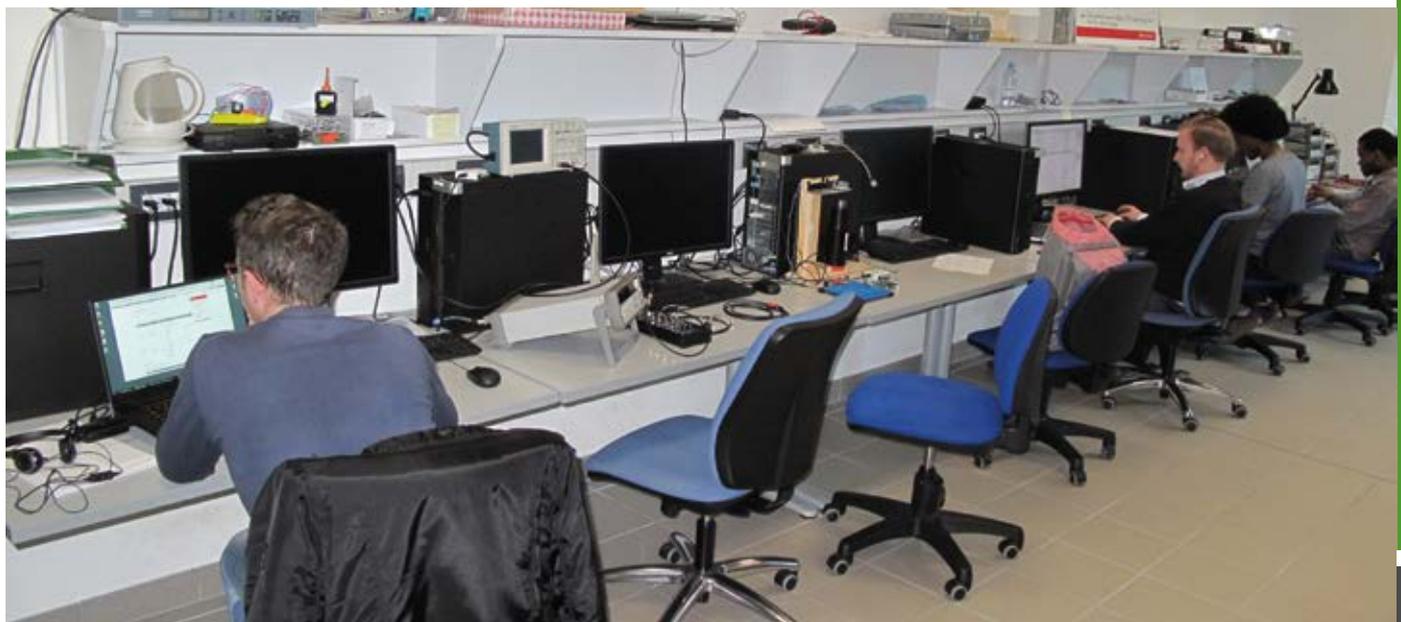
### Strumentazione principale (condivisa col Laboratorio Sistemi Embedded)

- Workstations con software CAD e simulazione
- Alimentatori standard e ad alta tensione
- Generatori di impulsi e forma d'onda
- Oscilloscopi e analizzatore di spettro
- Picoamperometro e analizzatori di parametri
- Banco ottico completo



## SISTEMI EMBEDDED

Il laboratorio è dotato di varie piattaforme e kit di sviluppo basati su microcontrollori ed FPGA. E' inoltre disponibile un sistema di sincronizzazione PTP per sistemi distribuiti. Le attività di progettazione riguardano soprattutto lo sviluppo ed il test di sistemi elettronici intelligenti e "cyber-fisici", in grado cioè di operare in stretta connessione con l'ambiente che li circonda. Le attività di ricerca riguardano sistemi indossabili a basso consumo, sensori wireless, dispositivi per l'"Internet of Things" (IoT) e sistemi di misura per la domotica assistenziale e per il monitoraggio energetico.

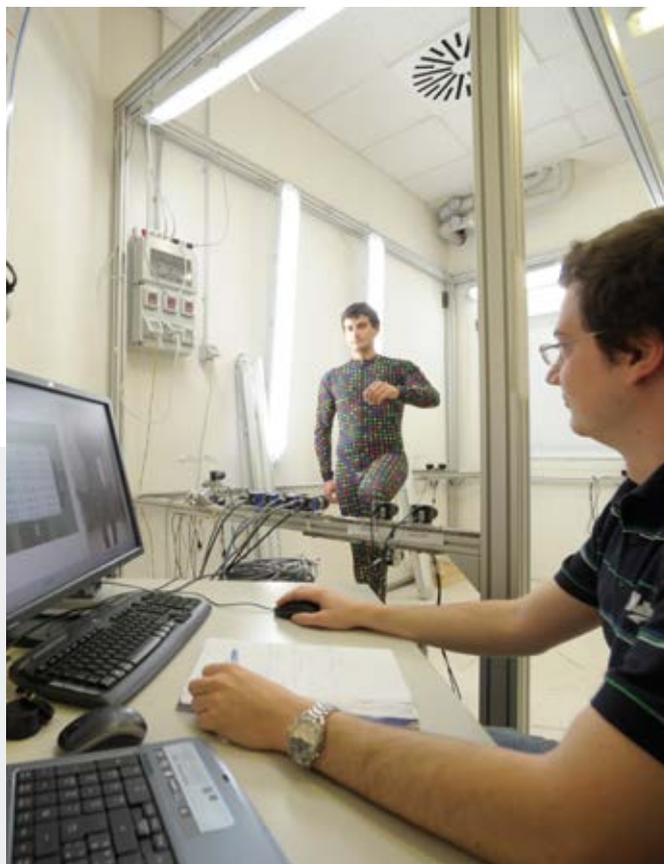


## FACILITY PER L'ACQUISIZIONE DEL MOTO DEL CORPO UMANO

Il Laboratorio è orientato allo sviluppo ed al collaudo di sistemi di visione per la metrologia meccanica sia dimensionale che di moto. La facility consiste in una stanza di 30 mq con moquette di lana sulle pareti, quindi priva di riflessioni. Attività in corso consistono in test di telecamere 3D per la robotica industriale e sistemi integrati per l'acquisizione di forma e moto di persone all'interno di ambienti domestici simulati nel contesto del progetto AAL AUSILIA.

### Strumentazione principale

- Sistema di trazione a nastro azionata da moduli B&R
- Illuminanti al neon con spettro solare
- Tessuti codificati con colori
- Strumento Force Panel sviluppato in occasione del progetto FP7 VERITAS



## LABORATORIO DI MISURE, STRUMENTAZIONE E ROBOTICA

Il Laboratorio si occupa di applicazioni in cui si usa il principio della Percezione-Azione e riconducibili alle discipline delle Misure meccaniche e della Robotica. Le tecnologie sviluppate riguardano ad esempio le misure di moto, di forma, diagnostica, qualità e sistemi robotici con particolare enfasi su robotica mobile. Le applicazioni specifiche riguardano nuovi sistemi di logistica e controllo qualità industriale, applicazioni biomediche, sviluppo di sistemi innovativi in Ambient Assisted Living, spazio.

### Strumentazione principale

- Robot Pioneer 3 della Mobile Robotics
- Slitta micrometrica PI
- Telecamere Point Grey
- Telecamere ImageS
- Target di taratura telecamere in Zerodur
- Laser Sick PLS
- Laser Sick LMS
- Microsoft Kinect v2

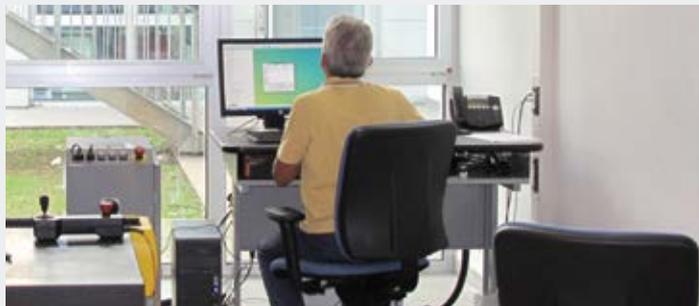


## METROLOGIA

Nel Laboratorio di metrologia è situata una Macchina di misura a coordinate (MMC – Global Image 07-07-07) in ambiente condizionato – temperatura e umidità controllate. Con la macchina di misura a coordinate è possibile ricostruire la superficie dei componenti con grande accuratezza e precisione (3-4  $\mu\text{m}$  in scansione continua). È così possibile confrontare le dimensioni e la geometria dei pezzi con le caratteristiche richieste e valutarne la conformità. I risultati sono utilizzati sia a scopo applicativo sia di ricerca, ad esempio per evidenziare l'influenza dei parametri di processo sulle caratteristiche dimensionali e geometriche dei pezzi, in un'ottica di sviluppo integrato prodotto-processo.

### Strumentazione principale

- Macchina di misura a coordinate (CMM)



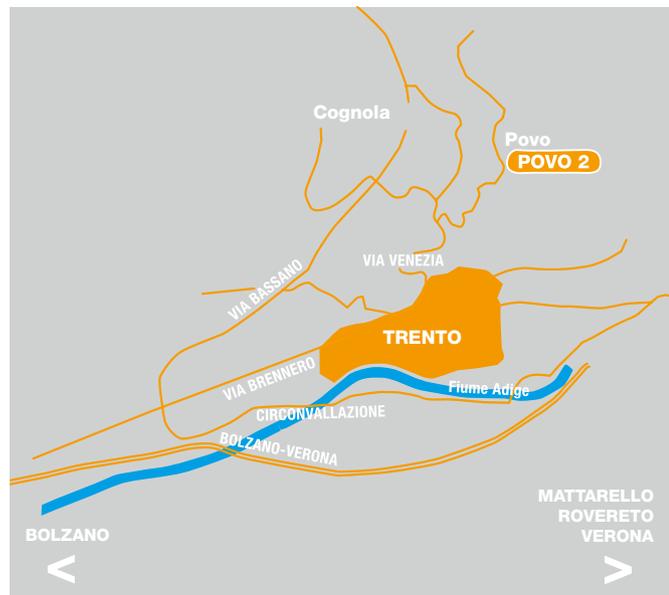
## APPLICAZIONI SPAZIO

Le attività del laboratorio consistono nello studio sperimentale di sistemi meccatronici, volto all'identificazione di modelli matematici che ne descrivono il comportamento dinamico. Lo studio si focalizza sulla caratterizzazione della risposta dinamica di sistemi meccatronici, in condizioni rappresentative di quelle di utilizzo. Un esempio di sistema meccatronico è il meccanismo di centraggio e rilascio della massa di prova per la missione ESA LISA Pathfinder, che è stato qualificato per la sua funzionalità e prestazione in volo. Si è progettato e sviluppato un esperimento basato su un pendolo integrato in una camera da vuoto per la caratterizzazione della funzione di rilascio in volo per la massa di prova del satellite, che costituisce il riferimento sia per la navigazione inerziale che per la misura delle onde gravitazionali.

### Strumentazione principale

- Clean room
- Microscopio ottico con supporto regolabile e illuminatore
- SIOS laser interferometer con position sensing device (optical lever system)
- Vacuum chamber con pumping system, sistema posizionatori, misuratore di pressione
- High speed camera EO sense
- Piattaforma antivibrante attiva





## DII - DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

Via Sommarive, 9 - edificio "Polo scientifico tecnologico Fabio Ferrari"

38123 Povo, Trento

<http://www.unitn.it/dii>

### DIRETTORE

Dario Petri

### SEGRETERIA

tel. +0461 282500, fax +0461 281977

e-mail: [dii.supportstaff@unitn.it](mailto:dii.supportstaff@unitn.it)

Il Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Trento (DII) si occupa prevalentemente di tecnologie avanzate nei settori dell'ingegneria dei materiali, meccanica intelligente, elettronica per l'industria e di ricerca operativa. L'obiettivo che lo anima è quello di qualificarsi a livello dei migliori standard internazionali nelle attività di ricerca, formazione e innovazione.

La missione del Dipartimento è di creare, sviluppare e trasferire conoscenze e tecnologie al mondo industriale, per il progresso sociale ed economico a livello locale, nazionale e internazionale. Tale missione si sviluppa tramite una stretta rete di collaborazioni e progetti di ricerca con un approccio strettamente multidisciplinare.

Molti progetti di ricerca sono condotti in collaborazione con istituzioni universitarie, enti di ricerca internazionali e nazionali, e in collaborazione con partner industriali.



## DII NEWS

Rivista di informazione del Dipartimento di Ingegneria Industriale

### DIRETTORE RESPONSABILE

Giovanni Straffolini

### REDAZIONE

Antonella Motta, Gian Franco Dalla Betta, Mariolino De Cecco, Michele Fedrizzi

### SEGRETERIA DI REDAZIONE

Michela Monselesan

### Progetto grafico

Divisione Comunicazione ed Eventi, Università di Trento

### Foto

Luca Benedetti, Fototonina.com, Fotolia.com e altri

### Stampa

Litografia Editrice Saturnia snc, via Caneppele, 46 - 38121 Trento

### Registrazione

Tribunale Civile di Trento - Numero 10 del 21 giugno 2010 del Registro Stampa

## CHIEDI IL TUO DII NEWS

Se vuoi ricevere gratuitamente il periodico in formato cartaceo (o la newsletter per quello in formato elettronico), inviaci una mail di richiesta all'indirizzo [dii.supportstaff@unitn.it](mailto:dii.supportstaff@unitn.it) comunicandoci: Nominativo, Via, Città, Cap, E-mail e autorizzando l'Università di Trento al trattamento dei dati personali secondo l'ex art. 13 D. Lgs. 196/2003.

## EVENTI 2017

- **HYBRID DYNAMICAL SYSTEMS: OPTIMIZATION, STABILITY AND APPLICATIONS**  
9-11 Gennaio 2017  
[r.unitn.it/en/mathsoptophysys/workshop-january-9-11-2017](http://r.unitn.it/en/mathsoptophysys/workshop-january-9-11-2017)
- **REBRAKE 50% REDUCTION OF BRAKE WEAR PARTICULATE MATTER**  
**Final meeting**  
9-10 Febbraio 2017  
[www.rebrake-project.eu](http://www.rebrake-project.eu)
- **PORTE APERTE**  
10 Febbraio 2017
- **INDUSTRIAL ENGINEERING DAY**  
7 Marzo 2017  
[events.unitn.it/ieday2017](http://events.unitn.it/ieday2017)
- **INAUGURAZIONE DEI LABORATORI DEL DII**  
Marzo 2017
- **MACROGIOVANI 2017**  
Giugno 2017