

Laboratori, Laboratori Congiunti e Unità Interdipartimentali del Dipartimento di Ingegneria Industriale

Bruno Facchini, Giovanni Ferrara, Rocco Furferi

I laboratori del Dipartimento di Ingegneria Industriale rappresentano il cuore pulsante della ricerca teorica, applicata e sperimentale. Spazi specializzati, in cui si sviluppano innovazione, collaborazione e trasferimento tecnologico. A fianco dei laboratori interni, il DIEF coordina e partecipa a laboratori congiunti con enti pubblici e imprese, e a unità interdipartimentali che favoriscono l'integrazione delle competenze tra aree scientifiche diverse. Queste strutture costituiscono un ecosistema dinamico dove la scienza incontra le sfide reali del mondo industriale e contribuisce allo sviluppo sostenibile del territorio e del Paese.

Laboratori

I laboratori del DIEF ubicati nella sede di Santa Marta e del Plesso Morgagni rappresentano un elemento fondamentale per la formazione e la ricerca. Essi offrono a professori, ricercatori, collaboratori, tecnici, tecnologi, dottorandi e studenti l'opportunità di applicare concretamente le conoscenze scientifiche e teoriche acquisite, favorendo lo sviluppo di competenze pratiche indispensabili per affrontare le sfide del mondo industriale. Allo stesso tempo, i laboratori costituiscono un ambiente avanzato per lo sviluppo di progetti di ricerca innovativi, contribuendo al progresso tecnologico e scientifico. Grazie alla loro dotazione strumentale all'avanguardia, potenziata peraltro negli ultimi anni anche grazie ai fondi PNRR, i laboratori del DIEF supportano non solo la didattica, ma anche la collaborazione con aziende e istituzioni, rafforzando il legame tra accademia e industria. Si riportano di seguito alcuni dei principali laboratori.

Fondato nel 1988, il Laboratorio Ex Galleria a Vento, coordinato dal Prof. Maurizio De Lucia, sviluppa attività di ricerca e trasferimento tecnologico sui temi connessi alle misure sia tradizionali che avanzate, con specifico focus sulle tecnologie connesse

Bruno Facchini, University of Florence, Italy, bruno.facchini@unifi.it, 0000-0003-4489-4256
Giovanni Ferrara, University of Florence, Italy, giovanni.ferrara@unifi.it, 0009-0004-8713-1958
Rocco Furferi, University of Florence, Italy, rocco.furferi@unifi.it, 0000-0001-6771-5981

Referee List (DOI 10.36253/fup_referee_list)

FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup_best_practice)

Bruno Facchini, Giovanni Ferrara, Rocco Furferi, *Laboratori, Laboratori Congiunti e Unità Interdipartimentali del Dipartimento di Ingegneria Industriale*, © Author(s), CC BY 4.0, DOI 10.36253/979-12-215-0972-4.08, in Bruno Facchini, Giovanni Ferrara, Rocco Furferi (edited by), *Ingegneria Industriale & Ingegneria dell'Informazione per il territorio fiorentino – 1. Ingegneria Industriale*, pp. 45-56, 2026, published by Firenze University Press, ISBN 979-12-215-0972-4, DOI 10.36253/979-12-215-0972-4

ai sistemi energetici e turbomacchine. Attività di ricerca attuali riguardano lo sviluppo di soluzioni per misure aeroacustiche e sistemi tipo power meeter e similari per controllo e ottimizzazione di sistemi di generazione distribuita principalmente da energie rinnovabili. Nello stesso anno, nasce il Laboratorio Vasche Interrato, un laboratorio storico finalizzato allo studio su pompe per reiniezione dei pozzi petroliferi. Negli anni il laboratorio si è molto evoluto e trasformato per ospitare gallerie del vento con stadi rotanti per studi di aeroacustica. Le 4 grandi vasche della capacità di 225m³ sono attualmente a disposizione per altre ricerche e nel contempo rappresentano una importante risorsa idrica per l'impianto antincendio del complesso di Santa Marta. Risale al 1992 la nascita del Laboratorio Vasche Esterno che ha come obiettivo quello di condurre studi sulle miscele acqua-carbone poi negli anni ha alloggiato studi su Pompe di calore ad assorbimento e Sistemi ORC. Recentemente, vengono sviluppati test mirati allo sviluppo di concentratori solari tipo PTC e componenti per cicli e sistemi ULT (Ultra-Low-Temperature). Nato nel 2000, il Laboratorio di Misure sulle Macchine, coordinato dal Prof. Maurizio De Lucia, sviluppa attività di ricerca e trasferimento tecnologico sui temi connessi alle misure sia tradizionali che avanzate, con specifico focus sulle tecnologie connesse ai sistemi energetici e turbomacchine.

Nato nel 2006, il laboratorio ReViP (Reverse Engineering, Virtual and Rapid Prototyping), coordinato dalla Prof.ssa Carfagni e dal Prof. Governi, svolge ricerca di base ed applicata nei settori del Reverse Engineering, del Virtual prototyping e dell'Additive Manufacturing e collabora con centri attivi nel settore della stampa 3D. Il Laboratorio dispone di attrezzature hardware e software dedicati. Sono progetti recenti lo sviluppo di un sistema di Visione Artificiale basato su Intelligenza Artificiale per la *defect detection* in varie tipologie di prodotti, lo sviluppo di un sistema per la ricostruzione di modelli 3D a partire da proiezioni ortogonali e lo sviluppo di un sistema per la misura della convergenza e della campanatura di veicoli (Figura 17a). Nel 2017 nasce il laboratorio di Tecnologia Meccanica, coordinato dal Prof. Gianni Campatelli. Il Laboratorio sviluppa attività di ricerca e trasferimento tecnologico sui temi della produzione, con specifico focus sulle tecnologie di asportazione di truciolo e di Additive Manufacturing con tecnologia WAAM. Attività di ricerca attuali riguardano lo sviluppo di soluzioni *zero-defect* per la produzione, il monitoraggio e controllo attivo di processo e lo sviluppo di soluzioni per la creazione di componenti con tecnologia WAAM (Figura 17b).



Figura 17 – A sinistra, dispositivo per la misura della convergenza e della campanatura sviluppato da ReViP; a destra, tecnologia WAAM studiata dal Laboratorio di Tecnologia Meccanica.

Il Laboratorio di Metodi e Tecniche per l'Innovazione (LMTI), coordinato dal Prof. Federico Rotini, supporta PMI e grandi imprese nell'innovazione di prodotti e processi, sviluppando soluzioni tecniche e trasferendo conoscenze al settore industriale. Tramite progetti di ricerca, formazione aziendale e attività didattiche, offre competen-



Figura 18 – A sinistra, ambito di competenze di LMTI: supporto alle attività di sviluppo prodotto; a destra, Laboratorio IBIS.

ze in innovazione sistematica, creatività assistita da CAD/CAE, *problem solving* basato sulla teoria TRIZ e analisi brevettuali con text mining. LMTI analizza processi aziendali, identifica criticità, sviluppa prototipi e supporta la valorizzazione industriale di idee, contribuendo alle decisioni strategiche tramite mappature tecniche e brevettuali. Collaborazioni con aziende completano l'approccio pratico e orientato all'innovazione (Figura 18a). IBIS, coordinato dal Prof. Filippo Visintin, è un laboratorio di ricerca che incentra la sua attività sulla messa a punto di modelli data-driven per lo studio e l'ottimizzazione di impianti, processi e sistemi logistici, di produzione e per l'asset management nel settore industriale e della sanità. Le collaborazioni con aziende industriali di primo piano quali Ferrari Gestione Sportiva, Ricoh, Epson, Lilly, Baker Hughes, con l'ospedale pediatrico Meyer e con AOU Careggi, hanno portato allo sviluppo di soluzioni innovative per numerosi problemi pratici. Le competenze disponibili coprono tutte le esigenze di ricerca, sviluppo, innovazione e trasferimento tecnologico. Nel corso degli anni il laboratorio IBIS ha conseguito finanziamenti per progetti di ricerca su fondi regionali, nazionali e internazionali per oltre 3 milioni di euro. Nel 2015 il laboratorio IBIS ha permesso la creazione dello *spin-off* Smartoperations, che è stata acquisita nel 2022 dal gruppo Digital 360, quotato alla Borsa di Milano. (Figura 18b).

I Laboratori Campo Solare e TEST-CELL, collocati nel parco del complesso in un'area particolarmente favorevole per l'esposizione per lo sviluppo di soluzioni solari, sviluppano dal 2010 ricerche su collettori solari a concentrazione per applicazioni CSP&CST (Concentrator solar Power e Concentrator Solar Technology) nonché CPV (sistemi fotovoltaici a concentrazione). Nella stessa area trova alloggio una TEST-CELL rotante che consente lo studio e certificazione di Materiali per la realizzazione degli edifici delle future città meno energivore e sostenibili di quelle esistenti. Il Laboratorio di Ingegneria Cristallina, coordinato dalla Prof.ssa Paoli, si occupa della sintesi di materiali cristallini e dello studio delle relative forme solide (polimorfi, solvati, idrati, ecc.) e delle loro trasformazioni (analisi termiche, ecc.).

Laboratori Congiunti

I Laboratori Congiunti Università-Imprese rappresentano una collaborazione strategica che permette all'università, insieme a partner pubblici e privati, di condividere competenze specialistiche e infrastrutture di ricerca, creando spazi innovativi di incontro e di lavoro. Questi laboratori sono concepiti come ambienti fisici condivisi, con caratteristiche uniche rispetto a quelle dei singoli istituti che li promuovono. All'inter-

no di tali laboratori, i ricercatori universitari collaborano con partner esterni per sviluppare percorsi scientifici e tecnologici di interesse comune, costruendo partenariati solidi e di lunga durata. La sinergia consente, ad esempio, di partecipare a bandi di finanziamento competitivo, migliorando le probabilità di ottenere fondi per la ricerca e aumentando l'attrattiva per investimenti privati. I laboratori, situati sia nelle sedi dell'università che in quelle dei partner industriali, favoriscono una collaborazione stabile e continuativa su più anni che riflette un impegno reciproco verso una progettualità di medio-lungo termine, sostenuta da investimenti strategici pensati per garantire l'innovazione e il trasferimento tecnologico.

Il personale di ricerca del DIEF promuove da molti anni questo tipo di collaborazione ed ha infatti costituito numerosi Laboratori Congiunti con continuità a partire dal 2014.

LINA, Laboratorio per l'Ingegneria per l'Acustica, la cui responsabile è la Prof.ssa Carfagni, effettua difatti sin dal 2014 ricerche nell'ambito dell'acustica ambientale e industriale per la realizzazione di mappature e piani di azione, per lo sviluppo di ricerche su tematiche di selezione, analisi e gestione delle "aree silenziose" oltre che su problematiche di rumore specifiche legate alla rumorosità prodotta da trasformatori e reattori all'interno di stazioni elettriche.

Istituito nel 2016, T3DDY, Personalized Pediatrics by Integrating 3D Advanced Technology è nato come Laboratorio Congiunto tra DIEF e l'Ospedale Pediatrico Meyer di Firenze. Oggi trasformato in accordo tra enti pubblici ex art. 15 l. 7/8/1990 n. 241, ha lo scopo di introdurre nella pratica clinica dispositivi medici e metodiche altamente personalizzate a supporto della cura di patologie pediatriche attraverso l'impiego di tecnologie 3D. È responsabile la Prof. Monica Carfagni.

Il 2017 vede la nascita di numerosi Laboratori. ComHeat-Lab, Combustor and Heat Transfer, di cui è responsabile il Prof. Bruno Facchini, fornisce supporto alle attività di sviluppo dei sistemi di combustione, dei gearbox e delle turbine per motori aeronautici sviluppati da GE-Avio, con particolare attenzione ai fenomeni termofluidodinamici nei processi di combustione e scambio termico. MeC-Lab, Laboratorio di studi avanzati per modellazione mecatronica, di cui è referente il Prof. Andrea Rindi, ha come tema principale la progettazione ed esecuzione di test sperimentali in campo, lo sviluppo di modelli di veicoli ferroviari per lo studio della sicurezza e della dinamica di marcia e per la manutenzione ferroviaria finalizzati al testing delle performance di algoritmi odometrici, lo sviluppo di modelli per lo studio dell'usura e del contatto ruota-rotai in ambito ferroviario, lo sviluppo di modelli di sottosistemi di bordo e di terra per applicazioni ferrottramviarie, lo sviluppo di algoritmi di controllo di veicoli robotici subacquei, lo studio di tecniche di stabilizzazione avanzata di veicoli ROV subacquei attraverso tecniche di sensor-fusion, l'ottimizzazione dei sistemi di propulsione e manovra di veicoli robotici subacquei e lo sviluppo di modelli di rotordinamica per applicazioni industriali. Rindi è responsabile anche di AMLab, Laboratorio di studi avanzati per l'Additive Manufacturing promuove attività di ricerca finalizzate al miglioramento della tecnologia AM (Additive Manufacturing) basata sulla tecnica di SLM (Selective Laser Melting). Smart Energy Lab – Soluzioni tecnologiche per la Power Quality nei sistemi elettrici, promosso e coordinato dal Prof. Francesco Grasso e con Responsabile per il DIEF il Prof. Bruno Facchini, analizza, studia, sviluppa e svolge ricerche su circuiti, dispositivi e componenti elettrici necessari per il miglioramento dei parametri delle grandezze elettriche nelle reti di distribuzione al fine di ridurre i disturbi e le perdite, incrementando l'efficienza energetica, il risparmio e la sicurezza degli impianti elettrici utilizzatori.

Nel 2018 viene istituito SMIPP, Strumenti e Metodi per l'Innovazione di Prodotto e Processo, laboratorio coordinato dalla Prof.ssa Carfagni che sviluppa ricerche di natura tecnico-scientifica nell'ambito della progettazione meccanica, del Reverse Engi-

neering (RE), della prototipazione rapida (RP) e virtuale (VP), della Computer Vision (CV) e dell'Acustica per applicazioni nel settore meccanico. L'anno successivo, sotto la direzione del Prof. Benedetto Allotta, nasce RING@LAB, Rehabilitation Bioengineering and Assistive Technology LAB che ha come mission lo sviluppo e il testing di esoscheletri indossabili, l'analisi del movimento finalizzata allo studio della neurofisiologia, lo sviluppo di sensori indossabili innovativi, lo sviluppo e testing di applicativi per la riabilitazione cognitiva domiciliare, l'analisi di segnali neurofisiologici, applicazioni della termografia in ambito riabilitativo, biomeccanica respiratoria, neuroimaging. Sempre nel 2019, viene istituito MIET, Tecnologie energetiche mininvasive per la terapia oncologica. Con responsabile il Prof. Andrea Freni e sotto la direzione locale del Prof. Andrea Corvi, il Laboratorio si occupa dello studio, sviluppo, sperimentazione e industrializzazione di nuove tecnologie a microonde e ad ultrasuoni per l'ablazione minimamente invasiva, di carattere termico e non termico (elettroporazione), di masse tumorali nei diversi organi del corpo umano, in particolare fegato, rene, polmone, prostata, tiroide e apparato scheletrico (ossa). Inoltre, si occupa dello studio, sviluppo, sperimentazione e industrializzazione di nuove tecnologie a microonde e ad ultrasuoni per applicazioni non oncologiche come ad esempio: ablazione transcateretere per la cura delle aritmie cardiache e di ablazione endometriale per il trattamento della menorragia, ablazione dell'adenoma prostatico benigno e ablazione delle vene varicose.

Sempre nel 2020 viene istituito il Polo del Freddo Toscano, cui responsabili sono il Prof. Adriano Milazzo e il Prof. Benedetto Allotta, con lo scopo di svolgere attività di ricerca, sviluppo e formazione nell'ambito della refrigerazione, del condizionamento e dei sistemi energetici integrati, con particolare riguardo all'utilizzo di fluidi frigoriferi a basso impatto ambientale e allo sviluppo di componenti d'impianto specifici per l'ottimizzazione degli impianti frigoriferi operanti con tali fluidi.

Il 2021 è un anno che vede un importante incremento del numero di laboratori Congiunti tra DIFE e imprese. ABR, Assistive BioRobotics, coordinato dal Prof. Filippo Cavallo, si occupa di progettare, sviluppare e sperimentare sistemi robotici e dispositivi, anche impiantabili, finalizzati ad applicazioni biomediche, quali ad esempio monitoraggio, diagnosi, interventi terapeutici, chirurgico e riabilitativi, assistenza, sostituzione strutturale o funzionale di organi o funzioni biologiche di tipo sensoriale, motorio o metabolico. Ha inoltre lo scopo di sviluppare e validare soluzioni innovative di robotica sociale e di servizio con particolare enfasi alla interazione e collaborazione uomo-macchina e di sviluppare algoritmi di analisi dei dati basati su tecniche multivariate avanzate per lo studio dei correlati fisiologici nell'indagine della relazione uomo-robot. Inoltre, sviluppa e sperimenta sistemi intelligenti per acquisizione e trattamento dati ed immagini, per la realizzazione di attività di monitoraggio, diagnosi e in generale per il supporto alla decisione clinica, nonché interfacce multiplatforma su sistemi mobili per il controllo remoto. Sviluppa e valida nuovi sistemi sensoriali, tra cui anche indossabili, per malattie croniche e, in particolare per quelle neurodegenerative, focalizzandosi su prevenzione e supporto in caso di declino delle abilità motorie e cognitive e si occupa di sistemi robotici bio-ispirati, attraverso l'uso di materiali innovativi, tecniche di stampa 3D e nuovi approcci di controllo basati su intelligenza artificiale. Custom3D, Customized 3D in Medicine, oggi trasformato in accordo tra enti pubblici ex art. 15 l. 7/8/1990 n. 241, mira all'introduzione delle tecnologie di modellazione digitale e stampa 3D a livello di simulazione, di costruzione di modelli tutoriali a fini educativi e di training, ma anche in ambito impiantistico/ricostruttivo. Nel dettaglio, l'attività di ricerca, coordinata dalla Prof. Monica Carfagni, si focalizza in attività di studio, sviluppo, sperimentazione e trasferimento nella pratica clinica di: – dispositivi personalizzati non impiantabili – dispositivi personalizzati impiantabili – strumen-

tazione chirurgica personalizzata e non personalizzata – simulazione pre/operatoria – simulazione per la formazione.

In ambito diverso da quello biomedicale, E2E Evolution to Electric, ricerca, sotto il coordinamento del Prof. Alberto Reatti e la responsabilità locale del Prof. Marco Pierini, su tutta la filiera della riqualificazione elettrica di un veicolo mediante numerose attività: studio e progettazione di azionamenti elettrici standardizzati per classe di veicolo da trasformare, caratterizzazione delle batterie o, comunque, dei sistemi di accumulo da inserire a bordo del veicolo per garantirne elevata autonomia (anche nel tempo) ed elevate prestazioni, superando i limiti prestazionali che, in determinate condizioni, penalizzano i veicoli elettrici e causano un utilizzo improprio dei sistemi di accumulo; studio dei sistemi di ricarica più appropriati, ivi compresi quelli wireless; studio della distribuzione dei pesi sul veicolo trasformato, del suo comportamento dinamico su strada e della sua sicurezza; studio e sviluppo di opportunità e soluzioni di innovazione, in riferimento al design degli interni, a materiali, finiture e colori, all'usabilità e all'interazione di guida uomo-macchina, all'interfaccia utente, al design di accessori, anche con soluzioni ICT integrate, studio degli impatti delle soluzioni proposte nell'ottica dell'economia circolare e valutazione tipo LCA delle soluzioni proposte; indagini ed approfondimenti sulla normativa esistente; studio delle strategie finalizzate a rendere possibile una rapida immissione sul mercato delle soluzioni oggetto dei risultati della ricerca; studio e valutazione dei parametri affidabilistici dei sistemi di accumulo; interfaccia con la rete e dell'elettronica di gestione e analisi dei guasti e dei rischi dei componenti o sistemi più critici.

Coordinato dal Prof. Rinaldo Rinaldi, LOGISLAB, Laboratorio Logistic Process Management and Intelligence Systems Development sviluppa relazioni di ricerca tra università ed imprese operanti sia sul territorio che a livello nazionale, su tematiche inerenti all'efficientamento delle prestazioni logistiche dei sistemi aziendali, mirando a concretizzare progetti di ricerca applicata e sviluppo, direttamente concordati fra le parti contraenti o commissionati da soggetti terzi. I principali temi di interesse del Laboratorio comprendono l'applicazione di modelli avanzati di ottimizzazione/simulazione ai sistemi logistici aziendali, modelli, tecnologie e strumenti per l'analisi dei sistemi di trasporto merci a rete e dei nodi intermodali e logistici sul territorio, sistemi e tecnologie delle telecomunicazioni a supporto della logistica. AFTER, Methods, tools and applications for the valorization of waste and underutilized biomasses, coordinato dal Prof. Federico Rotini, propone ricerche atte alla valorizzazione sostenibile degli scarti provenienti dalle filiere di sfruttamento delle biomasse, nonché di biomasse sottoutilizzate, nell'ottica dei modelli di innovazione basati sul concetto e i principi della bioeconomia. Nel 2022 viene istituito il Laboratorio AGRICOLA, AGRItch COMMUNITY for Learning and Application (Responsabile Prof. Romeo Bandinelli) e che ha lo scopo di migliorare l'efficienza della catena del valore della produzione alimentare integrandola con gli strumenti di Industria 4.0 e le relative tecnologie abilitanti, anche tramite la realizzazione di strumenti ICT, devices ed applicazioni. Inoltre, si pone l'obiettivo di realizzare una piattaforma tra Cluster del settore agroalimentare e del settore IT, gli enti di ricerca e tecnologia e altri soggetti interessati, al fine di abbassare le barriere di accesso, per le aziende dell'agroalimentare, ai più recenti strumenti di Industria 4.0, agevolandone l'implementazione e facilitando la transizione all'Internet delle cose (IoT) dell'industria agroalimentare. Contribuisce alla progettazione di un sistema di produzione agricola responsabile in modo da poter accrescere la consapevolezza dei consumatori e valorizzando i sottoprodotti delle filiere agroalimentari del Mediterraneo, integrando diversi sistemi di produzione, tecniche di valorizzazione, condividendo infrastrutture e soluzioni logistiche ed alla creazione di filiere agro-industriali local-

mente integrate che consentano una migliore valorizzazione della qualità dei prodotti locali e un contributo potenziato allo sviluppo rurale. Nello stesso anno, sotto la guida del Prof. Maurizio De Lucia, nasce JOLLY, JOint Laboratory for the development of environmentally friendly industrial and civil applications che ha l'obiettivo di sviluppare sistemi a basso impatto ambientale che implementino tecnologie per lo sfruttamento razionale dell'energia e la riduzione delle emissioni in ambiente. In particolare: implementazione di tecnologie avanzate per il raffreddamento e la conservazione in ambito medico e farmaceutico a bassa e bassissima temperatura fino ad applicazioni criogeniche quali, ad esempio, l'utilizzo di miscele di refrigeranti innovative e l'applicazione di cicli termodinamici ottimizzati per l'aumento delle prestazioni e la riduzione dei consumi energetici; sviluppo e analisi di sistemi attivi e passivi per la riduzione delle emissioni acustiche dei frigoriferi.

Nel 2023 ben 4 Laboratori Congiunti vengono istituiti dal DIEF. Dispositivi meccatronici per lo sviluppo di sistemi e strategie di controllo in ambito automotive, coordinato dal Prof. Niccolò Baldanzini, svolge ricerche nell'ambito dello sviluppo di veicoli a guida assistita e autonoma. Nello specifico si occupa dello sviluppo di strategie di ottimizzazione per sistemi di guida assistita e autonoma e definizione dei parametri per la loro valutazione al fine di migliorare la percezione che guidatore e passeggeri hanno di tali sistemi. Inoltre, effettua studi sui sistemi di controllo del veicolo di natura predittiva quali strumento per lo sviluppo di sistemi ADAS sempre più performanti per la sicurezza durante la guida. Studia e implementa, infine, metodologie e strumenti di validazione dei sistemi di guida assistita e autonoma. FFF, Fashion for Future è un laboratorio congiunto con Fondazione PIN e MITA creato con lo scopo di fondere moda e tecnologia, unendo accademici, aziende e industrie per creare un network sinergico che amplifica l'innovazione nel settore, costruendo eventi e formando nuove prospettive. Fashion for Future opera al livello nazionale, focalizzandosi su argomenti di tendenza del settore, portando avanti progetti di ricerca sul tema ed eventi formativi, come webinar e workshop (<https://events.fashionforfuture.it/>). Il laboratorio è composto sia da ricercatori accademici che da esperti del settore industriale che formano il Comitato degli Esperti [Expert Committee], provenienti dai principali marchi dell'industria della moda. I Partner del laboratorio sono il MITA (Made in Italy Tuscany Academy), il PIN (Polo Universitario Città di Prato), e le 3 software house Deda Stealth, Remira Italia, Temera. UP-CYCLE-IMALLAB, coordinato dal Prof. Giacomo Goli del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali e gestito a livello locale dai Proff. Rocco Furferi e Massimo Delogu, sviluppa sistemi e prodotti innovativi per la valorizzazione delle fibre vegetali sia vergini sia riciclate in un'ottica di transizione ecologica. Ha come scopo anche quello di sviluppare e testare miscele collanti «Bio» a base vegetale (soia ecc.) e sviluppa tematiche di ricerca nel settore della green economy commissionate da diversi stakeholder. BETTER, BioEconomy Laboratory for agricultural waste valorization, coordinato dal Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali, e Forestali e consorziato con DIEF, Dipartimento di Biologia, Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica (DMSC) e Dipartimento di Statistica; Informatica; Applicazioni «Giuseppe Parenti», nonché con l'azienda agricola CAMMELLI DI CAMMELLI L. e C. S.S.A., si occupa della valorizzazione dei sottoprodotti provenienti dall'agricoltura (scarti agroalimentari e specie infestanti) per la progettazione e lo sviluppo di modelli di economia circolare. Sono svolti studi relativi al mantenimento della naturale fertilità dei suoli, all'incremento del potenziale di sequestro di carbonio dei suoli, alla produzione di alimenti come fonte alternativa e sostenibile di proteine per l'uomo e gli animali, alla produzione di materiali innovativi e biodegradabili, alla produzione di energia rinnovabile. MORE,

MObility Holistic REsearch, che vede la partecipazione del DIEF con il Dipartimento di Ingegneria Civile (coordinatore Prof. Adriano Alessandrini) sviluppa metodi e tecniche di data intelligence per l'analisi della mobilità e studia i legami tra comportamenti di mobilità, valore percepito dell'offerta di trasporto e orientamenti valoriali. Si occupa anche di: sviluppo di indicazioni metodologiche per l'utilizzo dei big data e la loro fusione con le fonti di dati tradizionali per l'analisi e la modellizzazione delle scelte di mobilità delle persone; sviluppo di nuovi approcci modellistici per la simulazione della mobilità basati su intelligenza artificiale e big data; studio degli approcci epistemologici per l'analisi e la modellazione del fenomeno della mobilità; inserimento di criteri psico-percettivi nello studio e nella valutazione delle scelte compiute dalla collettività; ricerca dei driver di carattere sociale, economico, territoriale, tecnologico, politico, amministrativo, ambientale e legale che influenzano la mobilità. Ha come scopo ulteriore lo sviluppo e test di servizi e veicoli non convenzionali di mobilità integrati con la ferrovia per migliorare l'accesso e la fruibilità dei collegamenti ferroviari.

Infine, il più recente laboratorio Congiunto, istituito nel 2024 è H2tech, Green Hydrogen Production Technologies, il cui coordinatore è il Prof. Alessandro Bianchini, che è impegnato nello sviluppo di tecnologie avanzate per la produzione sostenibile di idrogeno, concentrandosi in particolare sui processi elettrochimici che avvengono durante l'elettrolisi e sulle sfide tecnologiche legate all'uso degli elettrolizzatori. Attraverso analisi sperimentali e simulazioni numeriche, cercherà di migliorare l'efficienza e la sostenibilità di queste tecnologie, rendendo l'idrogeno un vettore energetico sempre più accessibile e pulito. La partecipazione di specialisti di diversi settori e di un partner di primo piano a livello mondiale nel settore permetterà un approccio olistico allo sviluppo di queste tecnologie, fornendo soluzioni innovative per affrontare le problematiche attuali e favorire la diffusione di tecnologie a zero emissioni.

Menzione a parte merita infine il Centro ASAP, Centro di Ricerca Interuniversitario coordinato dal Prof. Mario Rapaccini, nato nel lontano 2002. Il Centro vede la collaborazione con i Dipartimenti RISE dell'Università di Brescia, CELS dell'Università di Bergamo e DISSTE dell'Università del Piemonte Orientale. ASAP (www.asapmf.org) è leader in Europa per la ricerca scientifica in materia di servitizzazione delle imprese manifatturiere e riceve annualmente contributi da oltre 40 imprese industriali leader di settore.

Unità di Ricerca Interdipartimentali

Le Unità di Ricerca (UR) sono costituite nel Regolamento dell'Ateneo di Firenze al fine di valorizzare specifiche competenze disciplinari o interdisciplinari all'interno del Dipartimento e tra Dipartimenti, ovvero per coordinare la stesura e la conduzione di progetti di ricerca, trasferimento e innovazione, nazionali o internazionali. A partire dal 2013, DIEF partecipa a numerose UR, come di seguito riportato cronologicamente. LaSIS, di cui è responsabile il Prof. Dario Vangi, è una UR costituita nel 2013 tra DIEF e DICEA (Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Ambientale) finalizzato alla formazione e alla ricerca sulla sicurezza e l'infortunistica stradale, nel quale confluiscono le attività attualmente svolte da gruppi di ricerca diversi operanti in sedi e laboratori diversi, così da potenziarne le attività attraverso anche l'acquisizione di strumenti e metodi d'indagine tecnologicamente avanzati. La UR si propone come punto di riferimento nel campo della sicurezza e dell'infortunistica stradale per gli Enti e le Aziende che si occupano dell'argomento. Il laboratorio si colloca all'interno del Polo Scientifico e Tecnologico – sede di Sesto Fiorentino – dell'Università di Firenze, in una struttura di circa 400mq coperti e 2000mq scoperti all'interno della quale sono

unificati i laboratori numerici e le attrezzature e strumentazioni sperimentali esistenti e nel quale trovano collocazione due progetti di sviluppo particolarmente qualificanti:

- un impianto per prove d'urto in vera grandezza su veicoli e motoveicoli; in particolare sono possibili crash test di autoveicoli e motoveicoli contro barriera rigida piana, rigida inclinata, rigida con offset, rigida strumentata elementi di infrastrutture stradali, crash test fra veicoli (tamponamenti, urti frontali, urti laterali) e prove di urto con pedone;
- un simulatore avanzato di guida per studiare ed approfondire la ricerca comportamentale e l'ottimizzazione del sistema strada – veicolo.

FAL, Florence Accessibility Lab, coordinato dal Prof. Antonio Lauria con responsabile DIEF la Prof.ssa Carfagni, nasce nel 2013 come UR costituita tra DIEF, Dipartimento di Architettura (DIDA), Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa (DISEI) e Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali (DSPS) con lo scopo di definire, consolidare e promuovere una nuova cultura dell'accessibilità; una cultura che veda nell'accessibilità all'habitat una grande risorsa collettiva per l'autonomia delle persone e per l'inclusione sociale, per offrire maggiore vitalità, sicurezza e coesione alle comunità locali, per attribuire valore – anche turistico – al patrimonio architettonico e paesaggistico, e per lo sviluppo di tecnologie all'avanguardia al servizio degli abitanti. L'Unità di Ricerca si propone di diventare un punto di riferimento per enti pubblici, privati e del terzo settore nei campi della ricerca di base e sperimentale, della formazione e della consulenza sull'accessibilità ambientale per lo sviluppo umano a livello locale. Nell'ambito specifico della ricerca – il patrimonio culturale – l'Unità di Ricerca focalizza la propria attenzione sui seguenti temi: distretti culturali parchi naturali e aree connesse aree urbane aree archeologiche beni di proprietà statale e pubblica edifici pubblici o destinati alla pubblica utilità beni di consumo. R.I.T.R.A.TTO, Tutela e valorizzazione del made in Italy è una UR nata nel 2013 e coordinata dal Prof. Rinaldo Rinaldi e che vede un partenariato composto da DIEF e Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa, Dipartimento di Architettura, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Dipartimento di Storia, Archeologia, Geografia, Arte e Spettacolo. Sempre nel 2013 viene istituita la EER, Engineering Education Research Unit: Sviluppo, internazionalizzazione e Accreditamento internazionale degli Studi di Ingegneria, coordinata dal Prof. Renzo Capitani e che vede il coinvolgimento dei Dipartimenti di Ingegneria Civile e Ambientale e di Ingegneria dell'Informazione. Obiettivo dell'unità EER è stato l'adesione al sistema EUR-ACE: un sistema di accreditamento che stabilisce gli 'standard' che identificano i corsi di laurea in ingegneria di alta qualità in Europa e nel mondo. Tali standard sono stati stabiliti tenendo conto dei punti di vista e delle prospettive di tutte le principali parti interessate: studenti, istituti di istruzione superiore, datori di lavoro, organizzazioni professionali e agenzie di accreditamento. Il progetto EUR-ACE (EUROPEAN ACCREDITED ENGINEER) è stato promosso nel 2004 da un consorzio di 14 partner e attualmente è coordinato dall'European Network for the Accreditation of Engineering Education (ENAE, www.enaee.eu), un'associazione no-profit costituita nel febbraio 2006 finalizzata all'assicurazione della qualità e all'accREDITAMENTO dei Corsi di Studio (CdS) in Ingegneria. L'accREDITAMENTO EUR-ACE aveva come obiettivo finale il mutuo riconoscimento, a livello europeo, dei titoli di studio in Ingegneria accREDITATI. L'obiettivo del mutuo riconoscimento è stato raggiunto in data 19 novembre 2014, con la sottoscrizione del documento EUR-ACE Accord da parte di tutte le Agenzie autorizzate a rilasciare il Label EUR-ACE. Tecniche di digitalizzazione ed elaborazione 3D per la tutela, la valorizzazione e la conservazione del patrimonio culturale è una UR nata nel 2014

come collaborazione tra il DIEF ed i Dipartimenti di Ingegneria Civile e Ambientale e di Ingegneria dell'Informazione, di Architettura (DIDA), del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze e della Fondazione Bruno Kessler (FBK) di Trento. Coordinata dal Prof. Lapo Governi, la UR si propone come centro di riferimento per la digitalizzazione ed elaborazione 3D per il patrimonio culturale, proponendo ricerche avanzate per la definizione di standard di riferimento e di linee guida per operatori e committenti, la definizione di procedure per la caratterizzazione metrologica degli strumenti di acquisizione 3D, lo sviluppo di strumenti per l'automazione del processo di ricostruzione 3D, il progetto e la sperimentazione di modelli per la descrizione di oggetti 3D, la definizione di metriche di similarità e la ricerca per contenuto, il progetto e la sperimentazione di interfacce e modelli di interazione per la fruizione di oggetti e scene 3D e la definizione di principi e metodi operativi finalizzati ad assicurare l'accessibilità alla documentazione 3D, anche a lungo termine, e la pianificazione di metodi adeguati di creazione e disseminazione dei prodotti al fine di assicurare i massimi benefici per la conoscenza, l'interpretazione, la conservazione e la gestione dei beni culturali rappresentati. Transizione energetica e ambientale, coordinata dal Prof. Adriano Milazzo, è una UR istituita nel 2014 e che raggruppa ricerche del Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa, del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, del Dipartimento di Architettura e di Statistica, Informatica, Applicazioni «G. Parenti». Approfondisce in modo sistematico e con un approccio multi-disciplinare una delle questioni considerate più rilevanti dalle elaborazioni di molti Centri di Ricerca internazionali, ovvero quella che viene quasi universalmente definita transizione energetica ed ambientale. Questa espressione sintetizza un insieme di processi destinati a cambiare profondamente i modelli di consumo, produzione di beni e servizi (dalla casa ai beni di consumo più e meno durevoli), l'organizzazione delle città e dei sistemi di trasporto. In vari paesi europei vi è un numero crescente di «esperienze anticipatorie» verso la cosiddetta «*post-carbon transition*». Una delle lezioni principali che viene da tali realtà in divenire è che la transizione energetica non è un mero processo tecnologico, bensì l'esito di dinamiche multidimensionali: tecnico-scientifiche, economiche, sociali, culturali, organizzative. Non sorprende quindi, in una siffatta prospettiva, che nel definire il «*blueprint for an energy-efficient world*» la diversificazione delle fonti energetiche venga proposta come direttrice fondamentale e un ruolo di crescente importanza sia attribuito alle energie rinnovabili. Gli elementi indicati definiscono le proprietà fondamentali di uno scenario, che appare sempre più contraddistinto da processi di transizione socio-tecnica, ovvero il passaggio da un sistema sociotecnico ad un altro. Un sistema sociotecnico «comprende produzione, diffusione e impiego di tecnologie sulla base di una definizione funzionale e astratta di legami e connessioni tra elementi, al fine di adempiere a funzioni sociali (trasporti, comunicazioni, offerta di beni, nutrizione). Interdipendenze e complementarità tra sistemi, attori, regole e istituzioni sono gli elementi fondamentali dei sistemi sociotecnici, al cui centro si trovano «*large technological systems*», ovvero le connessioni tra una serie di componenti: infrastrutture, beni, organizzazioni, risorse naturali, input e output scientifici, istituzioni, centri di ricerca e università. I sistemi sociotecnici sono quindi l'esito di complessi processi di coordinamento tra ambiti e livelli, tra i quali si deve realizzare l'interazione e l'adattamento reciproco affinché un regime tecnologico si affermi e si consolidi. Nata nel 2015, la UR Scienze e Tecnologie del legno e delle utilizzazioni forestali, coordinata dal Prof. Federico Rotini e che vede un partenariato composto da DIEF e Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali. La UR ha come obiettivo quello di dare impulso alla conoscenza della Tecnologia del legno e delle Utilizzazioni forestali in tutti i campi in cui tali discipline si applicano, attraverso lo studio, la ricerca

e l'innovazione. È noto, infatti, che vi sia ancora oggi, nel nostro Paese, una diffusa carenza delle conoscenze nella gran parte degli operatori di settore, frutto principalmente della scarsa presenza delle suddette discipline a tutti i livelli della formazione. L'indirizzo, la promozione e lo stimolo per lo sviluppo di un corretto approccio tecnico-scientifico alle tematiche della Tecnologia del legno e delle Utilizzazioni forestali devono trovare un nuovo e continuo impulso in tutti i settori concernenti la filiera bosco-legno, nel settore dei prodotti a base di legno e dei manufatti lignei di interesse culturale, dato che ancora oggi sono pochi gli operatori che mostrano un livello di conoscenza adeguato. Questo avviene sia nell'ambito delle aziende forestali, dove ancora, in molte parti del Paese, mancano le conoscenze circa tecniche adeguate di utilizzazione, sia nell'ambito delle industrie per i prodotti a base di legno, che occupano tuttora un elevato numero di addetti, dove si rileva una sostanziale carenza delle conoscenze sulla materia prima, anche a livello dei quadri dirigenziali, che determina una scarsa propensione a investire nella formazione e nella innovazione. Ciò comporta una scarsa competizione dell'Italia sulla materia prima legno e sui prodotti a base di legno nei confronti degli altri paesi europei ed extraeuropei, nonostante l'industria del Paese faccia grande utilizzo di legno massiccio e prodotti a base di legno. Nell'attuale contesto economico e produttivo si ritiene invece che le innovazioni derivanti dagli studi e ricerche in questo settore e di questa UR si possano tradurre in un potenziale miglioramento della competitività del Paese in tutti i settori di interesse, con possibili ricadute anche occupazionali. La valorizzazione del legno e dei prodotti a base di legno può derivare solo da ricerca e sviluppo di conoscenze e tecnologie, che devono essere alimentate continuamente. Tale valorizzazione passa anche attraverso un più efficace trasferimento delle conoscenze: deve essere presentata, divulgata e quindi accompagnata lungo tutta la filiera, mettendo in grado gli operatori di comprenderne il valore e le potenziali ricadute. Sempre nel 2015 nasce MatChLab (Materials Characterisation Laboratory), Unità di Ricerca interdipartimentale costituita tra il Dipartimento di Chimica «Ugo Schiff», DICUS e il Dipartimento di Ingegneria Industriale, DIEF. La principale finalità che porta alla nascita di questa struttura è la necessità di mettere a disposizione della comunità accademica e delle realtà produttive esterne, competenze tecnico-scientifiche e sofisticate strumentazioni per la caratterizzazione delle proprietà strutturali e funzionali, sia di superficie che di massa, di una ampia gamma di sostanze e materiali. L'unione di tutte queste competenze ha permesso la costituzione di una piattaforma tecnologica di ricerca a carattere altamente interdisciplinare basata sull'aggregazione di ricercatori attivi in diversi settori della chimica (inorganica, organica e strutturale) e della scienza e tecnologia dei materiali. Ad oggi afferiscono a tale unità di ricerca interdipartimentale circa 40 persone di cui la metà personale strutturato (docenti e ricercatori) e il rimanente in qualità di dottorandi o ricercatori con borsa o assegno di ricerca. Oltre a partecipare attivamente a progetti di ricerca internazionali, nazionali e regionali MatChLab svolge attività di supporto all'organizzazione di scuole, convegni e manifestazioni partecipando altresì a iniziative di settore coordinate dalla Regione Toscana. Nel 2016 viene istituita l'Unità di Ricerca sulla Mobilità Sostenibile di Unifi, cui è responsabile il Prof. Marco Pierini, che vede la collaborazione del Dipartimento di Ingegneria Informatica. La nascita di questa unità prende spunto dall'impulso, nel corso del decennio 2010-20, verso lo sviluppo di soluzioni di Mobilità Sostenibile nucleata, sviluppata e cresciuta a livello mondiale, fino alla definizione delle più recenti normative per le emissioni dei veicoli. Le limitazioni delle emissioni di CO₂ determinano la necessità di un cambiamento tecnologico da parte dell'industria, di una assunzione di responsabilità da parte dell'utenza nell'effettuare le proprie scelte e nella realizzazione di iniziative a medio e lungo termine da parte dei legislatori

e dei gestori di infrastrutture pubbliche. Il tema è pertanto apparso sin dall'inizio del decennio come fortemente sfidante e richiedente un approccio multidisciplinare, determinando non solo un'evoluzione del veicolo ma di tutto l'ambiente in cui questo agisce, a cominciare dalle infrastrutture di ricarica. A ciò si aggiungevano ulteriori incertezze nella direzione di sviluppo delle tecnologie a causa dell'introduzione di normative che adottavano e adottano criteri innovativi finalizzati a promuovere la sostenibilità, individuando nei costruttori i responsabili primari degli impatti ambientali. Si trattava e si tratta, quindi, di un contesto ad elevata complessità. La risposta dell'Università di Firenze contava, al 2015, numerose iniziative, sviluppate da parte di Dipartimenti differenti in modo talvolta indipendente l'uno dall'altro. I ricercatori del DIEF, dopo avere intrapreso numerosi studi sulla mobilità sostenibile e, in generale, sull'impatto ambientale della mobilità già nel periodo 2009-15, hanno deciso di procedere verso nuove iniziative attraverso la creazione, nel 2016, dell'Unità di Ricerca sulla Mobilità Sostenibile, coordinata dal Prof. Marco Pierini e comprendente numerosi figure esperte di Ricerca nei settori più disparati: sono stati pertanto coinvolti colleghi non solo afferenti all'Ingegneria Meccanica ed Energetica, ma anche esperti di Ingegneria Informatica, Elettrica, Elettronica e delle Telecomunicazioni; esperti di Urbanistica; esperti di Comunicazione, di Scienze Economiche, di Architettura e di Legge. L'Unità di Ricerca è stata quindi creata all'insegna della condivisione delle esperienze, per offrire un pacchetto di competenze completo nell'interazione con le Pubbliche Amministrazioni, per pianificare progetti ad ampio respiro e per affrontare in modo proattivo le attività di ricerca. L'instaurazione di appuntamenti plenari periodici ha successivamente visto la realizzazione di gruppi di lavoro più ristretti, basati sulle esperienze necessarie per le iniziative individuate come prioritarie. Tra le attività portate a compimento con il coinvolgimento del DIEF grazie all'Unità di ricerca sulla Mobilità Sostenibile si segnalano:

- la realizzazione di una piattaforma per far conoscere i progetti europei in corso e conclusi all'interno dell'Università di Firenze, grazie all'interessamento di esperti in ambito di Comunicazione Multimediale
- l'interazione, successivamente ulteriormente consolidata, tra i dipartimenti DICEA e DIEF, che nell'ambito di varie edizioni dei progetti ministeriali «Ricerca di Sistema» ha portato allo studio di veicoli elettrici per il trasporto pubblico innovativi. Attraverso l'interazione con altri partner di ricerca (es. ENEA), sono state compiute sperimentazioni sull'uso di supercondensatori, di sistemi di ricarica rapida e di celle batteria in grado di sopportare tali prestazioni; sistemi di convoying, di ricarica in movimento e guida autonoma, tutt'oggi in corso di evoluzione e implementazione all'interno dei più recenti programmi sviluppati nell'ambito del PNRR
- la creazione di corsi di studio dedicati alla mobilità, anche attraverso la simultanea presenza di esperti afferenti al DIEF, al DINFO e al DICEA, che si confrontano con casi studio reali esaminati dagli studenti in corso di formazione (Project Work).