Curriculum Vitae

Prof. Ing. Luciano Afferrante
Professore di I fascia in Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine
Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management
Politecnico di Bari
Via Orabona, 4
70125 Bari - Italia
Tel./Fax +39 080 596 2704
E-mail: luciano.afferrante@poliba.it
Web of Science Researcher ID: http://www.researcherid.com/rid/H-1086-2011
Scopus Researcher ID: http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=6602909092
Google Scholar Citations: http://scholar.google.it/citations?user=fxANFswAAAAJ
ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Luciano_Afferrante

INDICE

1 INFORMAZIONI GENERALI 3

1.1 LUOGO E DATA DI NASCITA 3
1.2 FORMAZIONE 3
1.3 POSIZIONE ACCADEMICA 3
1.4 INCARICHI ISTITUZIONALI 5
1.5 AFFILIAZIONI 6
1.6 PRINCIPALI AREE DI RICERCA 6

2 RESPONSABILITÀ SCIENTIFICA IN PROGETTI DI RICERCA 6

3 RESPONSABILITÀ SCIENTIFICA IN PROGETTI DI RICERCA FINANZIATI DA ENTI PRIVATI 7

4 RESPONSABILITÀ SCIENTIFICA IN PROGETTI DI RICERCA D'ATENEO 8

5 PARTECIPAZIONE SCIENTIFICA A PROGETTI DI RICERCA 8

6 PARTECIPAZIONE A PROGETTI DI RICERCA FINANZIATI DA ENTI PRIVATI . 9

7 RISULTATI OTTENUTI NEL TRASFERIMENTO TECNOLOGICO IN TERMINI DI PARTECIPAZIONE ALLA CREAZIONE DI NUOVE IMPRESE (SPIN-OFF) 10

8 ATTIVITÀ EDITORIALI 12

9 RICONOSCIMENTI PER L'ATTIVITÀ DI RICERCA SCIENTIFICA 14

10 ATTIVITÀ DI COLLABORAZIONE E DI RICERCA CON ENTI E UNIVERSITÀ STRANIERE 17

11 ALTRI TITOLI 17

11.1 ESPERIENZE IN AMBITO ACCADEMICO 18
11.2 ESPERIENZE PROFESSIONALI 19
11.3 COMMISSARIO IN PROCEDURE PUBBLICHE DI CONCORSO 20

12 ATTIVITÀ DIDATTICA 21

12.1 INCARICHI DI DOCENZA IN CORSI UFFICIALI UNIVERSITARI 21
12.2 ULTERIORI INTERVENTI DIDATTICI CHE ESULANO DALLA ATTIVITÀ ACCADEMICA ISTITUZIONALE 24

12.3 COMPONENTE DEL COLLEGIO DEI DOCENTI DEL DOTTORATO DI RICERCA 25
12.4 SUPERVISIONE PROGETTI DI DOTTORATO 26
12.5 SUPERVISIONE PROGETTI DI FORMAZIONE E TUTORAGGIO 26
12.6 SUPERVISIONE TESI DI LAUREA 27
12.7 COMMISSIONI D'ESAMI 27

13 INTERESSI DI RICERCA 29

13.1 TRIBOLOGIA 29
13.1.1 Meccanica del contatto con e senza adesione 29
13.1.2 Attrito e instabilità in componenti meccanici 31
13.1.3 Materiali viscoelastici 31
13.2 BIOMIMETICA 32
13.2.1 Adesivi ispirati alla natura 33
13.2.2 Superfici superidrorepellenti 33
13.3 BIOMECCANICA 34
13.4 MECCANICA DEI BINARI FERROVIARI 35
13.4.1 Fatica da contatto di rotolamento 35
13.4.2 Short pitch corrugation 35
13.5 FRATTURA 36
13.5.1 Materiali fragili 36
13.6 ROTORDINAMICA 36
13.6.1 Influenza delle tenute e dei supporti sulla dinamica rotazionale di turbomacchine assiali 36

1 INFORMAZIONI GENERALI

1.1 Luogo e data di nascita

Luciano Afferrante è nato a San Giovanni Rotondo (FG) - Italia il 21 settembre del 1976.

1.2 Formazione

Si è diplomato al liceo classico "Publio Virgilio Marone" di Vico del Gargano (FG) nel 1995 con il massimo dei voti (60/60) e, successivamente, ha conseguito nel 2001 la laurea in Ingegneria Meccanica con la lode, presso il Politecnico di Bari, discutendo la tesi dal titolo "*Studio del transitorio nel contatto termoelastico di sistemi frenanti e di frizione*". Nel 2002 ha conseguito l'abilitazione alla professione di Ingegnere e, alla fine dello stesso anno, ha vinto il concorso per il Dottorato di Ricerca in Ingegneria Meccanica del Politecnico di Bari, classificandosi al primo posto. Ha sostenuto l'esame finale di Dottorato nel 2006 discutendo la tesi dal titolo "*ThermoElastoDynamic Instability (TEDI) in sliding contacts*".
Nel periodo 2006-2011 ha svolto la sua attività in qualità di assegnista di ricerca ed è risultato vincitore di diversi contratti di ricerca e borse post-dottorato (per maggiori dettagli a riguardo si veda la sezione §11.1 Esperienze in ambito accademico).

1.3 Posizione accademica

Nel 2011 Luciano Afferrante ha vinto il concorso per ricercatore universitario nel settore scientifico disciplinare (SSD) ING-IND/14 "Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine", presso il Politecnico di Bari. Nel 2014 ha ricevuto la conferma in ruolo e, nello stesso anno, ha prima conseguito l'abilitazione scientifica nazionale al ruolo di professore di II fascia (tornata 2012) nel SSD ING-IND/14 e dopo ha vinto un concorso per tale posizione al Politecnico di Bari dove attualmente svolge la sua attività nel Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management (DMMM). Nel 2017 (tornata 2016) ha conseguito l'abilitazione scientifica nazionale al ruolo di professore di I fascia nel SSD ING-IND/14. Nel 2021 ha ricevuto la nomina a professore di I fascia nel SSD ING-IND/14 presso il Politecnico di Bari nel DMMM.

É attualmente responsabile scientifico dell'accordo quadro tra la Magna PT S.p.A. di Modugno - BA (azienda produttrice di trasmissioni automatiche per importanti case automobilistiche quali REN, DAIMLER, FORD) e il Politecnico di Bari in materia di supporto e collaborazione su attività di ricerca e sviluppo relative alla "*progettazione di componenti e sistemi meccatronici, progettazione ed ottimizzazione di prodotti e processi produttivi ad alta precisione, nuove tecnologie di produzione, applicazione di intelligenza artificiale ai processi produttivi, uso dei big data in ambito manufacturing, sviluppo di*

applicazioni Industria 4.0, ottimizzazione dei flussi dei materiali e informazioni, robotica avanzata, sistemi energetici e per il risparmio energetico". Inoltre, sono previste anche azioni di coordinamento e supporto ad attività didattiche quali lo svolgimento di tirocini a favore di studenti e stage retribuiti per laureandi e neolaureati.

Coordina un gruppo di ricerca di cui hanno fatto parte negli anni dottorandi, assegnisti e collaboratori a contratto. Attualmente fanno parte del gruppo: DdR Ing. Guido Violano (già dottorando e ora assegnista di ricerca); Dott. Ing. Gabriele Fiorenza (dottorando), Dott. Ing. Nicola Loiacono (collaboratore a contratto) e il DdR. Ing. Gioacchino Grimaldi (già dottorando, collaboratore a contratto e assegnista di ricerca). Ha fatto parte del gruppo in passato anche il DdR. Ing. Nicola Menga (come assegnista di ricerca).

É componente del Centro di Eccellenza in Meccanica Computazionale (CEMeC) del Politecnico di Bari, all'interno del quale segue la linea di ricerca: "*Studio di fenomeni di instabilità per attrito in freni, frizioni, protesi, binari ferroviari*", la cui attività è prevalentemente incentrata sullo studio dei fenomeni di instabilità termoelastica e termoelastodinamica in sistemi slittanti quali freni e frizioni.

L'attività di ricerca del sottoscritto è molto aperta allo scambio 'culturale' con altri gruppi, in particolare, con quelli di meccanica applicata (con cui si condivide l'utilizzo del Laboratorio TriboLAB e si interagisce su numerose tematiche della tribologia e biomimetica) e di fluidodinamica (con cui si interagisce su tematiche della biomeccanica e della rotordinamica di compressori e pompe assiali).

É, infatti, componente del Laboratorio di ricerca TriboLAB, operante nell'ambito della tribologia e realizzato con fondi di finanziamento erogati dalla Regione Puglia. L'attività del TriboLAB è incentrata su argomenti interdisciplinari della costruzione di macchine e meccanica applicata, tra cui: lo studio del contatto di superfici rugose in presenza di adesione e/o attrito e/o meato di lubrificante; la modellazione in ambiente liquido della risposta dinamica della microtrave di microscopio a forza atomica (AFM); la propagazione di cricche in materiali soft; bio-adesione; superidrorepellenza indotta da rugosità; studio della percolazione in tenute, ecc... Relativamente a tale laboratorio, sono attive collaborazioni con i seguenti centri di ricerca di istituti pubblici e privati: CAU Christian-Albrechts-Universitat of Kiel; Imperial College di Londra; GE Oil & Gas; Bosh; CNR; Juelich Research Center; University of Twente.

Fa anche parte del gruppo di ricerca "*Biomimetica e tribologia delle superfici micro- e nano-strutturate*" del Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management del Politecnico di Bari. Tale gruppo di ricerca è operante su tematiche interdisciplinari alla progettazione meccanica e meccanica applicata alle macchine. L'attività ha come obiettivo quello di

comprendere i meccanismi fondamentali che governano le proprietà super-adesive, super-idrofobe e lubrificanti di superfici bio-ispirate micro e nano-strutturate, nell'ottica di proporre soluzione ingegneristiche innovative per il controllo dell'attrito, della bagnabilità e dell'adesione utili nella microrobotica, nei sistemi di controllo e sicurezza degli ambienti, oltre che più classicamente in tutti i sistemi tribologici.

È, infine, membro del gruppo di ricerca "*Meccanica del contatto con attrito, e sviluppo di tecniche diagnostiche*" del Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management del Politecnico di Bari. Nello specifico, il sottoscritto segue l'attività incentrata sullo sviluppo e utilizzo di tecniche numerico – analitiche per lo studio di problemi di contatto con attrito di interesse industriale.

1.4 Incarichi istituzionali

- **2020** - su designazione del Politecnico di Bari, è stato nominato presidente della commissione di valutazione (D.D.G. n. 579 del 26/10/2020) nel concorso pubblico per titoli ed esami, per il reclutamento a tempo indeterminato di una figura tecnico professionale – (cat. D) ingegnere meccanico, indetto dall'ARPA Puglia (Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente della Regione Puglia).

- **2020** – su designazione del Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management (DMMM), è stato nominato nella commissione (dove ha svolto il ruolo di presidente) di valutazione per l'attribuzione della premialità ai docenti del DMMM prevista nel progetto del Dipartimento di Eccellenza (D.D. 47/2020).

- **2020-2021** è stato rappresentante eletto dei professori di II fascia nella Giunta del Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management del Politecnico di Bari (D.R. 294/2020).

- **2019** – su designazione del Politecnico di Bari, ha svolto l'incarico di presidente della Commissione Giudicatrice per procedura negoziata per l'affidamento dei servizi di rilevazione dei consumi gas e di prestazioni accessorie (CIG 796565499F), per ReteGas Bari S.p.A. (D.D.G. n.41 del 21/10/2019).

- **dal 2018** è delegato (D.D. 27/2018) al Coordinamento delle Attività del Dipartimento di Eccellenza DMMM del Politecnico di Bari.

- **dal 2017** è iscritto nell'elenco REPRISE (Register of Expert Peer Reviewers for Italian Scientific Evaluation).

- **2014-2018** è stato componente delegato (Decreto Rettorale 470/2014) nella Commissione Brevetti del Politecnico di Bari.

- **2012-2014** è stato rappresentante eletto dei ricercatori nella Giunta del Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management del Politecnico di Bari.

- **dal 2011** (ininterrottamente dal ciclo XXVII in poi) è componente del Collegio dei Docenti del Dottorato di Ricerca in "Ingegneria Meccanica e Gestionale" presso il Politecnico di Bari.

- **2011** - su designazione del Politecnico di Bari, è stato commissario per gli esami di Abilitazione alla professione di Ingegnere (I e II sessione).

1.5 Affiliazioni

- Società Scientifica Italiana di Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine **AIAS** (già Associazione Italiana per l'Analisi delle Sollecitazioni)
- Centro di Eccellenza in Meccanica Computazionale (**CEMeC**), presso il Politecnico di Bari
- Associazione Italiana di MEccanica Teorica e Applicata (**AIMETA**)
- EUROpean MECHanics Society (**EUROMECH**)

1.6 Principali aree di ricerca

Le principali aree di interesse della ricerca del sottoscritto sono: meccanica del contatto, tribologia, attrito, adesione, meccanica della frattura, superidrorepellenza, biomeccanica delle valvole aortiche, instabilità dinamiche e termoelastiche, fatica da contatto di rotolamento, corrugazione dei binari ferroviari, progettazione di componenti meccanici innovativi, rotordinamica di turbomacchine assiali. Maggiori dettagli possono essere trovati nella sezione §13 INTERESSI DI RICERCA.

2 RESPONSABILITÀ SCIENTIFICA IN PROGETTI DI RICERCA

- **2018-2019** Responsabile scientifico dell'unità di ricerca "Analisi statica e dinamica del comportamento strutturale del veicolo AGV" (OR6.2), del programma di ricerca INNONETWORK "OmniAGV 4.0 - Veicolo a guida automatica omnidirezionale,

abilitante per le specifiche Industry 4.0" del P.O.R. PUGLIA 2014-2020 - (Finanziamento assegnato all'unità 6.2: ~60.000,00 €).

- **2017** FFABR - Finanziamento delle attività base di ricerca - professori di II fascia (Finanziamento: 3.000,00 €).
- **2012-2015** Responsabile scientifico dell'unità di ricerca "Progettazione mediante tecniche numeriche" di attuatori meccatronici (OR 9.1), del programma di ricerca PON02-INNOVHEAD, "Tecnologie Innovative per Riduzione Emissioni, Consumi e Costi Operativi di Motori HEAVY DUTY" - PON Ricerca e Competitività 2007-2013 (Finanziamento assegnato all'unità OR 9.1: 105.000,00 €).

3 RESPONSABILITÀ SCIENTIFICA IN PROGETTI DI RICERCA FINANZIATI DA ENTI PRIVATI

Responsabile scientifico nei seguenti progetti di ricerca finanziati da enti privati:

- **2020** – "Studio delle azioni del vento su strutture snelle (pali non tralicciati per telefonia mobile) ai fini della messa a punto di una procedura per il calcolo del coefficiente dinamico e sviluppo di applicativo finalizzato a ciò", finanziato dalla società A2F Engineering s.r.l. (Finanziamento: 2.0000,00 €)
- **2019-2020** – "Studio delle proprietà filtranti di serbatoi a cicloni e cartucce filtranti per separazione gas-solido e gas-liquido", finanziato dalla società Tecnomec Engineering s.r.l. (Finanziamento: 80.000,00 €)
- **2018 - 2021** - "Verifica delle macchine e delle attrezzature destinate alla produzione di trasmissione meccaniche nell'ambito di Industria 4.0", finanziato dalla società Magna PT S.p.A (già GETRAG S.p.A) (Finanziamento: ~350.000,00 €)
- **2016** - "Surface roughness characterization of tubes in polypropylene", finanziato dalla società ATP s.r.l. (Finanziamento: 6.600,00 €)
- **2013** - "Caratterizzazione sperimentale e numerica (con accelerometri e software appositamente sviluppato per l'elaborazione dei dati relativi all'applicazione in questione) della risposta in frequenza di un palo portantenne strallato, al fine di caratterizzare i cambiamenti di rigidezza del sistema connessi alle variazioni del pretensionamento degli stralli", finanziato dalla società Vodafone S.p.A. (Finanziamento: 2.800,00 €)
- **2013** - "Studio del cambiamento delle frequenze fondamentali connesso alla variazione di rigidezza dovuta all'insorgere e la propagazione di una cricca alla base di pali porta

antenne per la messa a punto di un sistema di controllo in remoto delle frequenze naturali del sistema per risalire alla presenza di cricche alla base del palo", finanziato dalla società Vodafone S.p.A. (Finanziamento: 6.400,00 €)

4 RESPONSABILITÀ SCIENTIFICA IN PROGETTI DI RICERCA D'ATENEO

- **2020** FRA di Ateneo (bando 2019) - Responsabile scientifico del progetto "Progettazione di materiali e topografia superficiale per l'ottimizzazione del controllo attivo dei processi di attacco/distacco di adesivi strutturali su superfici asciutte e bagnate." (Finanziamento: ~4.000,00 €)
- **2016** FRA di Ateneo (bando 2016) - Responsabile scientifico del progetto "Ottimizzazione delle proprietà superidrofobiche di superfici rugose" (Finanziamento: 1.000,00 €)
- **2012** FRA di Ateneo (bando 2012) – Responsabile scientifico del progetto "Strategie ispirate alla natura per il controllo dell'attrito, dell'adesione e della bagnabilità in superfici micro-/nano-strutturate" (Finanziamento: ~4.000,00 €).

5 PARTECIPAZIONE SCIENTIFICA A PROGETTI DI RICERCA

Partecipazione alle attività di ricerca e gestione nei seguenti programmi di ricerca e formazione:

- **PRIN2017 2019-2022:** "FASTire (Foam Airless Spoked Tire): Smart Airless Tyres for Extremly-Low Rolling Resistance and Superior Passengers Comfort" (312.441,00 €)
- **PON 2019-2021:** "EXTREME - Tecnologie innovative per motori ad accensione comandata estremamente efficienti" (1 M€).
- **PON "Processi Integrati e COnnessi per l'Evoluzione Industriale nella PROduzione (Pico-e-PRO)" 2018-2020** "Progettazione processi integrati digitali, smart factory" (OR2, Attività 2.2) e "Linea DEMO 1" (OR5, Attività 5.3).
- **PON "FURTHER - Future rivoluzionarie tecnologie per velivoli più elettrici" 2019-2021** (Attività 5.7, 5.8 e 5.9) (136.500,00 €).

- **PON02_00576-MASSIME/F (formazione) 2012-2015** "Sistemi di sicurezza meccatronici innovativi (cablati e wireless) per applicazioni ferroviarie, aerospaziali e robotiche".
- **PON02-INNOVHEAD, 2012-2015** "Tecnologie Innovative per Riduzione Emissioni, Consumi e Costi Operativi di Motori HEAVY DUTY", *OR8: Sviluppo di metodologie di calcolo per la valutazione delle proprietà di attrito, adesione, usura e cavitazione in dispositivi di tenuta e antiusura* (201.00,00 €).
- **PON01_02584, 2011-2014** "Sviluppo Materiali Avanzati e Tecnologie Innovative" (*SMATI*) (1.440.000 €).
- **PON01_02584/F (formazione), 2011-2014** "Formazione di Ricercatori e Tecnici di Ricerca specializzati nell'utilizzo degli acciai inossidabili e riporti superficiali e delle relative tecnologie di produzione/lavorazione per il loro impiego in condizioni estreme" (*SMATI-F*) (848.305 €).
- **Progetto Strategico di Ricerca PS_075, 2006-2009** "Ricerca e Sviluppo di un Sistema di Gestione della Manutenzione di Asset Ferroviari (ASSET)", Accordo di Programma Quadro tra Stato e Regione Puglia in materia di Ricerca Scientifica.
- **Progetto Strategico di Ricerca PS_060 (S.I.S.M.A.), 2006-2009** " Strutture Innovative e Sperimentazione di Materiali Avanzati - Metodologie innovative per la modellazione e la sperimentazione sui materiali e sulle strutture", Accordo di Programma Quadro tra Stato e Regione Puglia in materia di Ricerca Scientifica.
- **FISR/PRO.MO.MAT, 2002-2006**: "Multiscale computational mechanics for hi/tech composite materials and coatings" (108.000,00 €).
- **PRIN, 2004**: "Modelli numerici per la previsione della vita a fatica per contatto di rotolamento" (60.800,00 €)

6 PARTECIPAZIONE A PROGETTI DI RICERCA FINANZIATI DA ENTI PRIVATI

Relativamente alla collaborazione in progetti di ricerca finanziati da aziende private, si menzionano:

- Progetto di ricerca "Studio cinematico e ottimizzazione strutturale di un attuatore realizzato mediante un accoppiamento innovativo vite-madrevite" finanziato da **ARES s.r.l.** (160.800,00 €)

- Progetto di ricerca "Ricerca, sviluppo, prototipazione e realizzazione di un furgone isotermico, autoportante, intermodale e sostenibile, refrigerato in modalità criogenica e integrato al telaio di lega speciale" finanziato da **IFAC s.p.a.** (83.000,00 €)
- Progetto di ricerca "Analisi del comportamento a fatica di innovativo recipiente in pressione non esposto a fiamma impiegato per la tempra di componenti meccanici" finanziato da **ISI s.p.a.** (4.800,00 €)
- Progetto di ricerca "Indagine sperimentale ed analisi relativa a pezzi speciali metallici" finanziato da **Ente per lo Sviluppo dell'Irrigazione e la trasformazione Fondiaria in Puglia, Lucania e Irpinia** (39.312,00 €)
- Progetto di ricerca "Studio dell'affidabilità strutturale di un concept di turbomacchina motrice denominata *windmilling generator* con funzioni di *auxiliary cruise generator* per aeromobili" finanziato da **AVIO GROUP SpA** (70.000,00 €)
- Progetto di ricerca "Rotordynamic Characterization of Annular Seals in Centrifugal Pumps" finanziato da **Nuovo Pignone** (60.000,00 €)
- Progetto di ricerca "Comportamento ad usura di componenti di cuscinetti", finanziato da **SKF** (11.000,00 €)
- Progetto di ricerca "Valutazione della resistenza a fatica di ingranaggi automobilistici – Fatica e fatica da contatto su innesti frontali ottenuti con processo di forgiatura monoblocco", finanziato da **GETRAG SpA** (29.000,00 €)

7 RISULTATI OTTENUTI NEL TRASFERIMENTO TECNOLOGICO IN TERMINI DI PARTECIPAZIONE ALLA CREAZIONE DI NUOVE IMPRESE (SPIN-OFF)

È socio fondatore della società di spin-off del Politecnico di Bari, **Polimech s.r.l. – Strutture Meccaniche Innovative**, istituito il 31/03/2008.

Principale attività dello spin-off è il trasferimento tecnologico delle conoscenze acquisite in ambito scientifico alle imprese. Numerose sono state le azioni dello spin-off in questo senso. Il sottoscritto, in particolare, è stato responsabile scientifico in molte di queste attività tra cui si segnalano:

- lo "Sviluppo di un trasportatore a coclea autopulente per l'industria alimentare molitoria", finanziato dalla TecnoMulipast srl, in seno al progetto "Tecno Innovation" della Regione

Puglia (P.O.R. PUGLIA 2007-2013: P.I.A. Titolo IX Asse I - Linea di Intervento 1.1 - Azione 1.1.2 Ricerca Industriale e Sviluppo Sperimentale) finanziato con 100.000,00 €;

- lo studio per la realizzazione di un banco prova per sistemi di frizione (per la MASMEC S.p.A.);
- la valutazione delle caratteristiche di resistenza statiche e a fatica, di pali tralicciati, destinati al supporto di turbine eoliche ad asse orizzontale (per la GEOTECNA s.r.l.);
- la caratterizzazione sperimentale con tecnica estensimetrica dello stato tensionale (con particolare riferimento al calcolo dei cicli affaticanti) in componenti strutturali di piattaforme aeree di lavoro, di varia tipologia (per la C.M.C. s.r.l.);
- lo studio di fattibilità per l'installazione di turbine eoliche ad asse verticale su pali porta antenne per stazioni radio base di telefonia mobile (per la Vodafone S.p.A.);
- lo studio dei modi di vibrare di strutture di sostegno per antenne di telefonia mobile e turbine eoliche ad asse verticale (per la Vodafone S.p.A.);
- lo studio relativo alla caratterizzazione del materiale dei bracci di una gru mobile (per la FAVER S.p.A.);
- lo studio di fattibilità per la realizzazione di un sistema per la ventilazione naturale degli shelter di stazioni radio-base di telefonia mobile, a mezzo di estrattore solare (per la Vodafone S.p.A.);
- l'ottimizzazione strutturale di pali poligonali leggeri per il sostegno di antenne per telefonia mobile (per la Vodafone S.p.A.);
- lo studio di ottimizzazione delle configurazioni di antenne su pali di telefonia mobile per la minimizzazione della spinta fluidodinamica indotta dalle raffiche di vento (per la Vodafone S.p.A.).

Altre attività di trasferimento tecnologico di particolare rilievo sono state:

- lo sviluppo di un modello di simulazione di un trattore nel suo complesso e individuazione di una strategia di controllo dello stesso (per la ACTIA ITALIA s.r.l.);
- lo studio tribologico per la caratterizzazione geometrica della rugosità degli alberi e analisi sperimentale della correlazione tra fughe e rugosità (per la BOSCH Tecnologie Diesel e Sistemi Frenanti – Centro Studi Componenti per Veicoli S.p.A.).

Infine, si segnala che lo "Studio del rischio impatto al suolo di pale di turbine eoliche a seguito rottura", finanziato dalla Tre Tozzi Energy S.r.l. ha avuto come risultato anche una pubblicazione sull'argomento:

Carbone G. e **Afferrante L.**, *A novel probabilistic approach to assess the blade throw hazard of wind turbines*, Renewable Energy, 51, 474-481 doi: 10.1016/j.renene.2012.09.028, (2013).

8 ATTIVITÀ EDITORIALI

- dal **2018** membro dell'Editorial Board della rivista internazionale "Frontiers in Mechanical Engineering - Tribology" (ISSN: 2297-3079, Indexed in: Google Scholar, DOAJ, CrossRef, CLOCKSS)

- dal **2018** membro dell'Editorial Board della rivista internazionale "Mathematical and Computational Applications" (ISSN 2297-8747; ISSN 1300-686X for printed edition, Indexed in Inspec (IET), MathSciNet (AMS) e Emerging Sources Citation Index)

- **2017-2020** membro dell'Editorial Board della rivista internazionale "The Open Mechanical Engineering Journal" (ISSN: 1874-155X, Scopus ID: 19700186908)

- **2013-2016** membro dell'Editorial Board della rivista internazionale "International Journal of Advanced Engineering Applications (IJAEA)" (ISSN: 2321-7723)

- **Referee** per numerose riviste internazionali, tra cui:
    1. *Soft Matter*
    2. *Journal of the Royal Society Interface*
    3. *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures*
    4. *Applied Physics Letter*
    5. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*
    6. *Nonlinear Dynamics*
    7. *Part H: Journal of Engineering in Medicine*
    8. *WEAR*
    9. *Advanced Materials Interfaces*
    10. *International Journal of Solids and Structures*
    11. *International Journal of Mechanical Science*
    12. *Journal of Applied Physics*
    13. *Tribology International*
    14. *Review of Scientific Instruments*
    15. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers - Part C*
    16. *Journal of Mechanical Engineering Science*

17. *Applied Thermal Engineering*
18. *ASME - Journal of Tribology*
19. *AIP Advances*
20. *Mathematical Problems in Engineering*
21. *Journal of Vibration and Control*
22. *Journal of Engineering Mathematics*
23. *Applications and Applied Mathematics*
24. *The Open Mechanics Journal*
25. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*
26. *Australian Journal of Mechanical Engineering*
27. *Journal of Engineering Tribology: Part J.*
28. *Technical Gazette*
29. *Surface Topography: Metrology and Properties*
30. *Journal of Strain Analysis for Engineering Design*
31. *Current Applied Physics*
32. *Transport Problems*
33. *Advances in Mechanical Engineering*
34. *Chemical Engineering Science*
35. *Biomimetics – MDPI*
36. *AIP Advances*
37. *BEILSTEIN - Journal of Nanotechnology*
38. *Wind Energy*
39. *Tribology Letters*
40. *Frontiers Mechanical Engineering*
41. *Engineering Computations*
42. *Physics of Fluids*
43. *Materials Research Express*
44. *Acta Mechanica*
45. *Acta Polytechnica*
46. *Journal of Physics D: Applied Physics*
47. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*
48. *Advances in Materials Science and Engineering*
49. *Engineering Fracture Mechanics*
50. *Journal of Physics Communications*
51. *Micromachines – MDPI*
52. *European Journal of Physics*
53. *Tribology Transactions*

- Membro del comitato di revisione del World Tribology Congress 2013 (WTC 2013).

- Membro del comitato di revisione dell'International Wear of Materials Conference 2015.

- Membro del comitato di revisione European Wave and Tidal Energy Conference Series 2015 – (EWTEC2015).

- Membro del comitato di revisione dell'International Conference on Advance Materials Research and Application 2014 (AMRA 2014).

- Membro del comitato di organizzazione della sessione WE3-BM1 Bioinspiration in Macro-engineering, all'interno del track "Biomimetics" del World Tribology Congress 2013, di cui è stato anche *chairman*.

- Membro del comitato scientifico della Summer School "Collective Intelligence: Theories and Applications" 9-13 settembre 2019, Politecnico di Bari.

9 RICONOSCIMENTI PER L'ATTIVITÀ DI RICERCA SCIENTIFICA

- Premio: "**HOT PAPER AWARD**" **2014** per l'articolo "The effect of drop volume and micropillar shape on the apparent contact angle of ordered microstructured surfaces", *Soft Matter*, Vol.10 (22), pp. 3906-3914, 2014 (doi: 10.1039/C3SM53104J).
  Gli articoli premiati con tale riconoscimento sono classificati "*in the top 10%*" tra tutti quelli pubblicati.
  Tale articolo ha ricevuto anche una menzione di merito dall'*Editorial Office* della rivista SOFT MATTER, con la dedica della copertina sul volume di pubblicazione.
- L'articolo "**Meeting the Contact-Mechanics Challenge**", Trib. Letters, 2017, doi: 10.1007/s11249-017-0900-2 è **Top Article from Tribology Letters - 2018**.

- Valutazione eccellente nella **VQR 2011-2014**, per tutti i prodotti presentati.
- "**Outstanding Contribution in Reviewing**" **2017** (The Editors of **Tribology International**).

- "**Outstanding Contribution in Reviewing**" **2017** (The Editors of **International Journal of Solids and Structures**).
- **Research Gate (RG) Score: 33.54**. "This score is higher than 92.5% of ResearchGate members."
- Lavori pubblicati su invito dell'*Editorial Board* di riviste scientifiche internazionali e libri internazionali:

  - **2014** Contributo su invito per il "review book" dal titolo **"Bioadhesion and Biomimetics: From Nature to Applications"** edito da Pan Stanford Publishing. Titolo del capitolo: "Bio-inspired surfaces with directional adhesion" su *Bioadhesion and Biomimetics: From Nature to Applications*, Pan Stanford Publishing.

  - **2014** Contributo su invito sulla rivista internazionale App. Phys. A: "Adhesion control by inflation: implication from biology to artificial attachment device", App. Phys. A, 116: 567, con autori Dening, K., Heepe L., **Afferrante L.**, Carbone G., Gorb S.N.

  - **2014** Contributo su invito sulla rivista internazionale *Beilstein Journal of Nanotechnology*: "Effect of Prestress in Double Peeling of Adhesive Tapes", con autori C. Putignano, **L. Afferrante**, G. Carbone, L. Mangialardi (doi: 10.3762/bjnano.5.182).

  - **2013** Contributo su invito per *Encyclopedia of Thermal Stresses*, 4300 p., 2013, edita da Richard Hetnarski, Springer (ISBN-10: 9400727380; ISBN-13: 978-9400727380). Titolo del contributo "*Thermo-Elastic Dynamic Instability (TEDI)*".

  - **2013** Contributo su invito per uno Special Issue su 'Science and Technology of Bio-Inspired Adhesives", edito dalla John Wiley & Sons: "The mechanisms of detachment of mushroom-shaped micro-pillars: from defect propagation to membrane peeling", *Macromolecular Reaction Engineering*, **L. Afferrante**, G. Carbone (doi: 10.1002/mren.201300125).

- *Invited lecture* dal titolo: "Biomimetics: adhesion and superhydrophobic properties of microstructured and randomly rough surfaces", presso l'Università di Trento (2016).

- Relazione invitata dal titolo: "Collasso e proiezione di pale nelle installazioni eoliche: il volo del frammento e il rischio da impatto" presso l'ARPA Puglia (2013)

- Giudizi sulla tesi di Dottorato dal titolo "ThermoElastoDynamic Instability (TEDI) in sliding contact":

  - "The thesis is of high quality. It is well structured, clearly written, and answers novel and important questions.
  …….
  The thesis is, as mentioned above, a very impressive work. However, it is even more impressive that Afferrante has written 9 journal papers that are not included in the thesis."
  Prof. A. Klarbring, capo della Divisione di Meccanica alla Linkoping University – Sweden

  - "This work gives an interesting discussion on the phenomenon of friction-induced instabilities of solids when inertia forces and thermal equations are taking into account.
  ……
  The mathematical analyses as well as the numerical simulations are well discussed. The derived results are new and really original. There are matters for several publications in international journals. The reviewer has much appreciated the maturity of the redaction and the rigor of the mathematical arguments.
  In conclusion, *this work is an outstanding PhD thesis*."
  Prof. Nguyen Quoc Son, Direttore di Ricerca CNRS presso il Laboratorio di Meccanica dei Solidi, Ecole Polytechnique, France

  - "*This thesis introduces a hitherto unknown category of frictional instability* associated with the interaction of thermal expansion and elastodynamics. The potential applications of this mechanism are enormous, ranging from earthquakes through mechanical engineering components to nanoscale friction mechanisms. For this contribution alone, the thesis is worthy of the PhD degree. In addition, I notice that Mr. Afferrante has published or had accepted several papers in the premier peer-reviewed journals in the Mechanics field……"
  Prof. James Richard Barber, Jon.R. and Beverly S.Holt Professor of Engineering, Arthur F. Thurnau Professor of Mechanical Engineering and Applied Mechanics, University of Michigan – USA

  - "…the thesis is well written and the materials covered are more than enough as a Ph.D. thesis by the standard in any US institution. Therefore, *my impression is that Italian institutions set higher standard than US institutions for graduating PhDs*. I have been

trying hard to make some constructive suggestions and comments about this work but I have failed simply because *the thoughtfulness of the author*……"
Prof. Yun-Bo Yi, University of Denver – USA

10 ATTIVITÀ DI COLLABORAZIONE E DI RICERCA CON ENTI E UNIVERSITÀ STRANIERE

Numerose sono e sono state le collaborazioni di ricerca sviluppate nel corso degli anni con noti studiosi stranieri, che si sono tradotte in visite e periodi di studio presso le rispettive università e/o produzione di articoli scientifici. Inoltre, sono attive con alcuni di loro anche attività di cooperazione per periodi di tirocinio e formazione all'estero per studenti. In particolare, si menzionano le collaborazioni con:

- Prof. J.R. Barber (University of Michigan - USA) su argomenti connessi all'Instabilità TermoElastica (TEI) e TermoElastoDinamica (TEDI);

- Prof. A. Klarbring (Linkoping University – Sweden) su problemi di esistenza, unicità e stabilità delle soluzioni nei problemi di contatto termoelastico;

- Prof. Ponter (University of Leicaster – United Kingdom) su tematiche relative al *Rolling Contact Fatigue*;

- Prof. A. Sackfield (University of Oxford - United Kingdom) sui problemi di corrugazione dei binari ferroviari;

- Prof. Stanislav N. Gorb (Christian-Albrechts-University of Kiel) su argomenti relativi alla biomimetica;

- Prof. Daniele Dini (Imperial College of London) su argomenti di tribologia;

- Prof. Antoine Chateauminois (Ecole Supérieure de Physique et Chimie Industrielle (ESPCI) – Paris) su problemi di adesione di materiali viscoelastici;

- Dr. Bo Persson (Peter Gruenberg Institute of the Research Center of Juelich - Germany) su argomenti di meccanica del contatto di superfici rugose.

11 ALTRI TITOLI

- **2017** - Abilitazione scientifica nazionale a professore di I fascia (Tornata 2016) nel settore concorsuale 09/A3 - Progettazione industriale, costruzioni meccaniche e metallurgia,

settore scientifico-disciplinare ING-IND/14 - Progettazione meccanica e costruzione di macchine, in data 10/04/2017;

- **2014** - Abilitazione scientifica nazionale a professore di II fascia (Tornata 2012) nel settore concorsuale 09/A3 - Progettazione industriale, costruzioni meccaniche e metallurgia, settore scientifico-disciplinare ING-IND/14 - Progettazione meccanica e costruzione di macchine, in data 20/02/2014;

- **2014** - Conferma in ruolo di Ricercatore;

- **2006** - Dottorato di Ricerca in Ingegneria Meccanica presso il Politecnico di Bari, discutendo la tesi dal titolo "*ThermoElastoDynamic Instability (TEDI) in sliding contact*".

- **2002** - Abilitazione alla professione di Ingegnere (I sessione del 2002).

- **2001** - Laurea con lode in Ingegneria Meccanica, presso il Politecnico di Bari, discutendo la tesi in Costruzione di Macchine dal titolo "*Studio del transitorio nel contatto termoelastico di sistemi frenanti e di frizione*".

- **1995** - Diploma di maturità con votazione 60/60, presso il Liceo classico "Publio Virgilio Marone" di Vico del Gargano (FG).

11.1 Esperienze in ambito accademico

- **dal 2021** - Professore di I fascia presso il Politecnico di Bari nel Settore Scientifico Disciplinare ING-IND/14: Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine.

- **2014-2021** - Professore di II fascia presso il Politecnico di Bari nel Settore Scientifico Disciplinare ING-IND/14: Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine.

- **2011-2014** - Ricercatore universitario presso il Politecnico di Bari nel Settore Scientifico Disciplinare ING-IND/14: Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine.

- **2011** (Febbraio-Marzo) - ***Borsa Post-Dottorato*** presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico di Bari all'interno del Progetto Strategico in materia di ricerca scientifica finanziato dalla Regione Puglia dal titolo "S.I.S.M.A. Strutture Innovative e Sperimentazione di Materiali Avanzati".

- **2010** (Novembre-Dicembre) - ***Contratto di prestazione professionale*** con il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Gestionale del Politecnico di Bari nell'ambito del Progetto di

Ricerca TRASFORMA - UR3 per la "Caratterizzazione delle proprietà tribologiche e superidrorepellenti di superfici micro- e nano-strutturate mediante tecniche numeriche agli elementi finiti".

- **2010** (Marzo-Settembre) – ***Borsa Post-Dottorato*** presso il Dipartimento di Vie e Trasporti del Politecnico di Bari all'interno del Progetto Strategico in materia di ricerca scientifica finanziato dalla Regione Puglia dal titolo "Ricerca e Sviluppo di un Sistema di Gestione della Manutenzione di Asset Ferroviari".

- **2009-2010** (Dicembre 2009-Marzo 2010) - ***Contratto di ricerca*** con il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Gestionale del Politecnico di Bari per lo "Studio dello sviluppo di un modello di calcolo atto a definire le caratteristiche idrorepellenti di superfici nano- e micro-strutturate".

- **2008-2009** - ***Assegno di ricerca*** presso il Politecnico di Bari erogato nell'ambito dei finanziamenti del CEMeC (Centro di Eccellenza in Meccanica Computazionale).

- **2006-2007** - ***Assegno di ricerca*** presso il Politecnico di Bari erogato nell'ambito dei finanziamenti del progetto FISR/PRO.MO.MAT.

- **2003** - ***Contratto di collaborazione occasionale di ricerca*** con il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Gestionale del Politecnico di Bari per la "Elaborazione di un software per la valutazione del danneggiamento termico in sistemi slittanti, valutazione del danneggiamento a fatica nel contatto di rotolamento e relativa validazione con i dati sperimentali di letteratura"

- **2002** (Luglio-Dicembre) - ***Contratto di ricerca*** con il Centro di Eccellenza in Meccanica Computazionale del Politecnico di Bari per la "Progettazione multilivello di freni, frizioni, cambi ed altri componenti meccanici".

- **2002** (Febbraio-Giugno) - ***Contratto di ricerca*** con il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Gestionale del Politecnico di Bari per la "Elaborazione di dati per la messa a punto di tecniche per la valutazione delle Shake-Down nel contatto ruota-rotaia".

11.2 Esperienze professionali

Nell'ambito delle esperienze professionali caratterizzate da attività di ricerca attinenti al settore ING-IND/14, ha svolto numerosi studi di consulenza scientifica, tra i quali si citano:

- ottimizzazione strutturale mediante calcolo FEM di controtelai di piattaforme aeree per la movimentazione in quota di persone (per la C.M.C. s.r.l.);

- calcolo e verifica FEM di componenti di caldaia a tubi di fumo (per la ITEA S.p.A.);
- verifica FEM di componenti strutturali di braccio di piattaforme aeree per la movimentazione in quota di persone (per la C.M.C. s.r.l.);
- studio di fattibilità per la realizzazione di una piattaforma di sollevamento a doppio pantografo da 32.5 tonn (per la ATMEC);
- studio di progettazione cinematica, strutturale e di produzione di una piattaforma di sollevamento a semplice pantografo per sollevamento di autoveicoli (per la OLEOTECNA s.r.l.);
- verifica (progettuale e sperimentale) del collasso di pali porta antenne per stazioni radio base di telefonia mobile (per la Vodafone S.p.A.);
- analisi del comportamento di tubazioni interrate sotto l'azione di carichi statici e sismici, con relativa verifica a *buckling* delle tubazioni (per la Intini s.r.l.).
- studio di problematiche dinamiche e di fatica su strutture soggette ad azioni dovute al distacco dei vortici di Von Karman (per Studio Vitone & Associati);
- ideazione e progettazione di un dispositivo innovativo per il controllo della tensione negli stralli (per la Vodafone S.p.A.);
- individuazione di una metodologia FEM per valutare l'entità della pretensione conseguente al forzamento iniziale di pali poligonali e valutazione, sempre con tecniche FEM, degli eventuali effetti che l'imbozzamento locale può determinare sulla resistenza a fatica di giunzioni saldate (per A2F Ingegneria s.r.l.);

11.3 Commissario in procedure pubbliche di concorso

Ha svolto l'attività di Presidente e/o Commissario in numerose procedure di concorso e, in particolare, in:

- procedure di selezione pubblica per titoli e colloquio *per il conferimento di assegni di ricerca post-dottorale* (D.R. 124/2021, D.R. 18/2019, D.R. 18/2019, D.R. 519/2018, D.D. 539/2017, D.D. 42/2017, D.R. 173/2016);
- procedure di selezione pubblica per titoli e colloquio *per il conferimento di assegni di ricerca professionalizzanti - post lauream* (D.R. 447/2018, D.R. 745/2015, D.R. 49/2015, D.D. 319/2014, D.R. 238/2014, D.D. 352/2013, D.R. 279/2012);

- procedure di selezione pubblica per titoli e colloquio, *per il conferimento di borse di studio post lauream* (D.D. 82/2021, D.D. 833/2019, D.D. 81/2019, D.D. 467/2019, D.D. 719/2019, D.D. 208/2018, D.D. 50/2018, D.D. 603/2017, D.D. 339/2016, D.D. 3/2015, D.D. 129/2013);
- procedure di selezione pubblica per titoli e colloquio, *per il conferimento di incarichi di lavoro autonomo occasionale* (D.D. 204/2019);
- procedure di selezione pubblica per titoli e colloquio, *per il conferimento di incarichi di lavoro autonomo professionale* (D.D. 554/2019, D.D. 605/2018).

12 ATTIVITÀ DIDATTICA

12.1 Incarichi di docenza in corsi ufficiali universitari

A.A. 2021/2022

- Corso di PROGETTAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI DI STRUTTURE MECCANICHE (modulo di PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Automobilistico, Politecnico di Bari) – 6 CFU.
- Corso di MECCANICA SPERIMENTALE E PROGETTAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI DI STRUTTURE MECCANICHE (modulo di PROGETTAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI DI STRUTTURE MECCANICHE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Costruttivo, Politecnico di Bari) – 6 CFU.
- Corso di PROGETTAZIONE ASSISTITA AL CALCOLATORE E MECCANICA SPERIMENTALE (modulo di PROGETTAZIONE ASSISTITA AL CALCOLATORE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Industria Sostenibile, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

A.A. 2020/2021

- Corso di PROGETTAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI DI STRUTTURE MECCANICHE (modulo di PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Automobilistico, Politecnico di Bari) – 6 CFU.
- Corso di MECCANICA SPERIMENTALE E PROGETTAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI DI STRUTTURE MECCANICHE (modulo di PROGETTAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI DI STRUTTURE MECCANICHE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Costruttivo, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

- Corso di PROGETTAZIONE ASSISTITA AL CALCOLATORE E MECCANICA SPERIMENTALE (modulo di PROGETTAZIONE ASSISTITA AL CALCOLATORE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Industria Sostenibile, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

A.A. 2019/2020

- Corso di PROGETTAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI DI STRUTTURE MECCANICHE (modulo di PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Automobilistico, Politecnico di Bari) – 6 CFU.
- Corso di MECCANICA SPERIMENTALE E PROGETTAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI DI STRUTTURE MECCANICHE (modulo di PROGETTAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI DI STRUTTURE MECCANICHE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Costruttivo, Politecnico di Bari) – 6 CFU.
- Corso di PROGETTAZIONE ASSISTITA AL CALCOLATORE E MECCANICA SPERIMENTALE (modulo di PROGETTAZIONE ASSISTITA AL CALCOLATORE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Industria Sostenibile, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

A.A. 2018/2019

- Corso di PROGETTAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI DI STRUTTURE MECCANICHE (modulo di PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Automobilistico, Politecnico di Bari) – 6 CFU.
- Corso di MECCANICA SPERIMENTALE E PROGETTAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI DI STRUTTURE MECCANICHE (modulo di PROGETTAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI DI STRUTTURE MECCANICHE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Costruttivo, Politecnico di Bari) – 6 CFU.
- Corso di PROGETTAZIONE MECCANICA II E MECCANICA SPERIMENTALE (modulo di PROGETTAZIONE MECCANICA II) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Industria Sostenibile, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

A.A. 2017/2018

- Corso di MECCANICA DEL VEICOLO E PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE (modulo di PROGETTAZIONE ASSISTITA DI

STRUTTURE MECCANICHE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Costruttivo, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

- Corso di PROGETTAZIONE MECCANICA II E MECCANICA SPERIMENTALE (modulo di PROGETTAZIONE MECCANICA II) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Industria Sostenibile, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

A.A. 2016/2017

- Corso di MECCANICA DEL VEICOLO E PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE (modulo di PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Costruttivo, Politecnico di Bari) – 6 CFU.
- Corso di PROGETTAZIONE MECCANICA II E MECCANICA SPERIMENTALE (modulo di PROGETTAZIONE MECCANICA II) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Industria Sostenibile, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

A.A. 2015/2016

- Corso di MECCANICA DEL VEICOLO E PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE (modulo di PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Costruttivo, Politecnico di Bari) – 6 CFU.
- Corso di PROGETTAZIONE MECCANICA II E MECCANICA SPERIMENTALE (modulo di PROGETTAZIONE MECCANICA II) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Industria Sostenibile, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

A.A. 2014/2015

- Corso di MECCANICA DEL VEICOLO E PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE (modulo di PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Costruttivo, Politecnico di Bari) – 6 CFU.
- Corso di PROGETTAZIONE MECCANICA II E MECCANICA SPERIMENTALE (modulo di PROGETTAZIONE MECCANICA II) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Industria Sostenibile, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

A.A. 2013/2014

- Corso di PROGETTAZIONE MECCANICA II E MECCANICA SPERIMENTALE (modulo di PROGETTAZIONE MECCANICA II) (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Industriale, Politecnico di Bari) – 6 CFU.
- Corso di OPTIMIZATION METHODS (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

A.A. 2012/2013

- Corso di PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE (corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Curriculum Costruttivo, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

A.A. 2011/2012

- Corso di ELEMENTI DI MECCANICA DELLE MACCHINE E DI PROGETTAZIONE MECCANICA (modulo di ELEMENTI DI PROGETTAZIONE MECCANICA) (corso di laurea triennale in Ingegneria Gestionale, Politecnico di Bari) – 6 CFU.

A.A. 2009/2010

- Professore a contratto, corso di ELEMENTI COSTRUTTIVI DI MACCHINE (corso di laurea triennale in Ingegneria delle Industrie Agroalimentari, Facoltà di Agraria, Università degli Studi del Molise) – 4 CFU.

A.A. 2008/2009

- Professore a contratto, corso di ELEMENTI COSTRUTTIVI DI MACCHINE (corso di laurea triennale in Ingegneria delle Industrie Agroalimentari, Facoltà di Agraria, Università degli Studi del Molise) – 4 CFU.

12.2 Ulteriori interventi didattici che esulano dalla attività accademica istituzionale

2004

- docenza nel corso di Ingegneria Applicata. Scuola Superiore di *Integrated Engineering* presso l'Istituto ITIS "G. Marconi" di Bari.

2008

- docenza nel corso di Materiali compositi. Scuola Superiore di Tecnico per l'Industrializzazione del prodotto e del processo presso l'istituto ITIS "L. Da Vinci" Mola di Bari (BA).

- docenza nel corso di ECDL CAD. Scuola Superiore di Tecnico per l'Industrializzazione del prodotto e del processo presso l'istituto ITIS "L. Da Vinci" Mola di Bari (BA).
- docenza nel corso di Tecniche di progettazione e prototipazione. Scuola Superiore di Tecnico per l'Industrializzazione del prodotto e del processo presso l'istituto ITIS "L. Da Vinci" Mola di Bari (BA).

2012

- docenza all'interno del corso di formazione per il progetto PON01_02584/F "Qualificazione dei prodotti e dei processi", Politecnico di Bari.

2014

- docenza all'interno del corso di formazione per il progetto PON02_00576_3333585 (MASSIME: Sistemi di sicurezza meccatronici innovativi per applicazioni ferroviarie, aerospaziali e robotiche) "Elementi di Costruzioni di Macchine", Politecnico di Bari.
- docenza all'interno del corso di formazione per il progetto PON02_00576_3333585 (MASSIME: Sistemi di sicurezza meccatronici innovativi per applicazioni ferroviarie, aerospaziali e robotiche) "Fondamenti di Progettazione Meccanica", Politecnico di Bari.
- docenza all'interno del corso di formazione per il progetto PON01_01366-F (BATTERIE: Formazione di ricercatori e tecnici di ricerca specialisti nel settore del riciclo, del recupero e della valorizzazione dei componenti di beni di consumo alla fine del loro ciclo di vita) "Metodi matriciali per sistemi MDOF. Soluzione del problema statico. Matrice delle masse di tipo lumped.", Politecnico di Bari.

12.3 Componente del Collegio dei Docenti del Dottorato di Ricerca

- **2011**, Ciclo XXVII, durata: 3 anni – Titolo del Dottorato: "Ingegneria Meccanica e gestionale" - Ateneo: Politecnico di Bari.
- **2012**, Ciclo XXVIII, durata: 3 anni – Titolo del Dottorato: "Ingegneria Meccanica e gestionale" - Ateneo: Politecnico di Bari.
- **2013**, Ciclo XXIX, durata: 3 anni – Titolo del Dottorato: "Ingegneria Meccanica e gestionale" - Ateneo: Politecnico di Bari.
- **2014**, Ciclo XXX, durata: 3 anni – Titolo del Dottorato: "Ingegneria Meccanica e gestionale" - Ateneo: Politecnico di Bari.
- **2015**, Ciclo XXXI, durata: 3 anni – Titolo del Dottorato: "Ingegneria Meccanica e gestionale" - Ateneo: Politecnico di Bari.

- **2016**, Ciclo XXXII, durata: 3 anni – Titolo del Dottorato: "Ingegneria Meccanica e gestionale" - Ateneo: Politecnico di Bari.
- **2017**, Ciclo XXXIII, durata: 3 anni – Titolo del Dottorato: "Ingegneria Meccanica e gestionale" - Ateneo: Politecnico di Bari.
- **2018**, Ciclo XXXIV, durata: 3 anni – Titolo del Dottorato: "Ingegneria Meccanica e gestionale" - Ateneo: Politecnico di Bari.
- **2019**, Ciclo XXXV, durata: 3 anni – Titolo del Dottorato: "Ingegneria Meccanica e gestionale" - Ateneo: Politecnico di Bari.
- **2020**, Ciclo XXXVI, durata: 3 anni – Titolo del Dottorato: "Ingegneria Meccanica e gestionale" - Ateneo: Politecnico di Bari.
- **2021**, Ciclo XXXVI, durata: 3 anni – Titolo del Dottorato: "Ingegneria Meccanica e gestionale" - Ateneo: Politecnico di Bari.

12.4 Supervisione progetti di dottorato

Docente tutor di studenti di Dottorato di Ricerca:

- XXIX ciclo del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Meccanica e Gestionale
  DdR. Ing. Antonio Papangelo, Tesi: "*Stick-slip transition and dynamic cyclic response of friction damped systems*."
- XXX ciclo del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Meccanica e Gestionale
  DdR. Ing. Gioacchino Grimaldi, Tesi: "*Prediction models for the dynamical behaviour of multi-phase annular seals.*"
- XXXII ciclo del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Meccanica e Gestionale
  DdR. Ing. Guido Violano, Tesi: "*Adhesion of randomly rough surfaces.*"
- XXXV ciclo del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Meccanica e Gestionale
  Dott. Ing. Gabriele Fiorenza, in corso sul tema "*Thermo-mechanical design of the innermost tracking layers upgrade of the ALICE experiment for Run4*", in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Fisica della Materia (INFM) e il CERN di Ginevra.

12.5 Supervisione progetti di formazione e tutoraggio

- **Dal 2018**, in qualità di docente tutor, è responsabile della divisione "*Chassis & Body*" del **POLIBA CORSE** del Politecnico di Bari. L'obiettivo del *team* del **POLIBA CORSE** è quello di costruire una vettura per partecipare alla competizione della Formula SAE, organizzata dalla *Society of Automotive Engineers*, aperta a team di studenti universitari

di tutto il mondo che vengono chiamati a progettare e realizzare una vettura da competizione, successivamente valutata nelle gare presso circuiti riconosciuti, tra i quali quello di Silverstone in Inghilterra e quello di Hockenheim in Germania.

- **Nel 2013-2014** ha svolto attività di tutoraggio e supervisione di studenti borsisti nell'ambito del progetto di formazione SMATI-F (PON01_02584/F, 2011-2014).
- **Dal 2003 al 2012** ha costantemente svolto attività di esercitazioni e tutoraggio in diversi corsi del settore ING-IND/14 sia della laurea triennale che di quella magistrale (MECCANICA DEI MATERIALI, PROGETTAZIONE MECCANICA, COSTRUZIONE DI MACCHINE, PRINCIPI E METODOLOGIE DELLA PROGETTAZIONE MECCANICA, PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE)
- Ha supervisionato numerosi *tirocini di formazione ed orientamento* di studenti del Politecnico di Bari all'interno dell'Ateneo e anche presso aziende nel territorio nazionale e Università straniere quali: London Imperial College, Christian-Albrechts-University of Kiel, University of Technology of Eindhoven, Ecole Supérieure de Physique et Chimie Industrielle (ESPCI) – Paris.

12.6 Supervisione tesi di laurea

Ha supervisionato numerose tesi di laurea per i corsi di

- Laurea in Ingegneria Meccanica (V.0.);
- Laurea Triennale in Ingegneria Meccanica;
- Laura Magistrale in Ingegneria Meccanica.

12.7 Commissioni d'esami

È attualmente componente delle Commissioni di esame nei seguenti insegnamenti:

- Progettazione agli elementi finiti di strutture meccaniche (presidente);
- Progettazione assistita al calcolatore e Meccanica sperimentale (presidente);
- Meccanica del veicolo e Progettazione assistita di strutture meccaniche (presidente);
- Elementi di progettazione meccanica;
- Costruzione di macchine.

Ha, inoltre, partecipato alle commissioni di esame di diversi corsi erogati nell'ambito del SSD ING-IND/14 a partire dall'anno 2003:

- Meccanica dei materiali;
- Progettazione meccanica I;

- Progettazione meccanica II e Costruzione di Macchine;
- Principi e metodologie della progettazione meccanica.

Dal 2008 al 2010 è stato, inoltre, presidente della commissione di esame del corso Elementi Costruttivi di Macchine erogato nella laurea triennale in Ingegneria delle Industrie Agroalimentari presso l'Università degli Studi del Molise.

13 INTERESSI DI RICERCA

13.1 TRIBOLOGIA

L'interazione tra superfici in contatto e in moto relativo è alla base di fenomeni quali attrito, adesione e usura, che da secoli sono tra i più studiati nell'ambito delle scienze fisiche e dell'ingegneria. Essi rappresentano una delle problematiche più importanti ai fini pratici in quanto influenzano profondamente il comportamento meccanico, energetico di qualsiasi tipologia di macchina. Ancora oggi, però, attrito, adesione e usura sono molto lontani dall'essere compresi nei loro aspetti fondamentali. Da un punto di vista economico ciò costituisce una grave perdita se come è stato stimato (si veda Physics of Sliding Friction - Nato Asi Series E, Applied Sciences, Vol 311) la mancanza di conoscenza nel campo della tribologia produce nei soli Stati Uniti una perdita pari al 6% del PIL circa 420 mld $! La necessità di una più approfondita comprensione di tale problematica ha determinato una notevole intensificazione della ricerca in ambito tribologico negli ultimi decenni. Tuttavia, le tecniche che ci permettono di controllare attrito e adesione sono, ancora oggi, basate su un approccio "trial and error". Inoltre, lo sviluppo delle micro- e nano- tecnologie, ha reso tale problematica ancora più sentita visto che al decrescere delle dimensioni dei componenti elettro-meccanici le forze di volume diventano trascurabili rispetto alle forze di interazione superficiale. A queste scale è, pertanto, assolutamente necessaria una corretta descrizione di tali forze oltre che una migliore comprensione di quale sia l'influenza della morfologia delle superfici sulle caratteristiche tribologiche del sistema.

13.1.1 Meccanica del contatto con e senza adesione

Attrito e adesione all'interfaccia tra due corpi in contatto sono legati in maniera cruciale alla effettiva area di contatto che si genera come risultato di una forza di chiusura tra i due corpi. Ancora oggi dopo circa 50 anni di attività di ricerca in questo ambito non si è ancora giunti ad una chiara descrizione del contatto tra superfici rugose. Si tratta di un fenomeno ricorrente in un'ampia varietà di sistemi d'interesse ingegneristico: le caratteristiche micromeccaniche del contatto hanno forte influenza, ad esempio, sull'attrito, sulla resistenza elettrica all'interfaccia e sulla sua rigidezza. Oggigiorno, tali temi hanno richiamato intensissimi sforzi di ricerca in seguito alla volontà di sviluppare dispositivi sempre più piccoli che si spingano fino alle nano-scale. A tal proposito, i sistemi micro- (MEMS) e nano-meccanici (NEMS), in progressiva diffusione ad esempio in campo bio-medicale, possono subire, in presenza di aree di contatto estese, forze adesive di entità eccessiva, tali da comportare perfino la rottura del dispositivo. In tal senso, conoscere il comportamento del sistema è essenziale per l'ottimizzazione di una vasta serie di applicazioni.

L'attività di ricerca è stata ulteriormente intensificata al livello internazionale e al momento due sono le teorie disponibili per descrive il contatto elastico tra superfici rugose. La prima, basata sulla modellazione del contatto con *multiasperità*, trova le sue origini nel 1957 con alcuni lavori di Archard e viene affinata da Greenwood and Williamson nel 1966 e Bush, Gibson e Thomas nel 1975; la seconda è stata, invece, proposta dal Persson nel 2001. Le due teorie danno risultati simili per certi aspetti, ma controversi per altri. In particolare, un ampio dibattito è presente nella comunità scientifica per stabilire quale dei due approcci sia più aderente alla realtà. A riguardo, di recente, è stato mostrato che la presunta linearità predetta dalle teorie *multiasperity* tra area di contatto effettiva e carico applicato, perde di validità già per aree di contatto pari a una piccolissima frazione di quella nominale (cosa che, invece, diverse prove sperimentali o simulazioni *full-numerical* non sembrano confermare).
L'attività di ricerca del sottoscritto si è incentrata sullo sviluppo di metodologie numeriche agli elementi di contorno (*boundary element methods*), che si sono mostrate accurate ed estremamente efficienti nella previsione delle quantità fondamentali che intervengono nei problemi di contatto rugoso. Inoltre, si è formulata una nuova teoria generalizzata *multiasperity*, introducendo sia l'effetto di interazione tra le singole asperità sia quello della coalescenza (principali cause dell'inaccuratezza delle classiche teorie *multiasperity*). Tale teoria si è dimostrata efficiente e accurata al pari della teoria di Persson (si veda a riguardo anche la recente *Contact Mechanics Challenge* proposta da Muser, 2017) superando le tradizionali limitazioni delle teorie *multiasperity* sino ad oggi disponibili in letteratura.
I risultati ottenuti hanno suggerito di condurre ulteriori ricerche al fine di valutare l'influenza delle forze di adesione di van deer Waals sull'estensione dell'effettiva area di contatto tra due solidi. In tali ricerche ci si è occupati di studiare il contatto adesivo tra un corpo elastico e un substrato rugoso. È stato, in particolare, studiato il contatto tra un corpo elastico e un substrato rugoso con rugosità frattale autoaffine o del tipo alla Weierstrass. Si è dimostrato che il comportamento adesivo del sistema risulta fortemente influenzato dalla dimensione frattale della superficie. Per alte dimensioni frattali l'estensione dell'area di contatto effettiva risulta enormemente ridotta; mentre, per dimensioni frattali minori, condizioni di contatto completo si stabiliscono tra il corpo elastico e la struttura "fine" del substrato. In tal caso, l'area di contatto effettiva risulta molto meno ridotta e le proprietà adesive sono maggiormente accentuate. Inoltre, si è esteso l'approccio *multiasperity* generalizzato ai problemi di contatto adesivo, introducendo l'adesione in accordo ai modelli di Derjaguin, Muller and Toporov - DMT (nei casi di interazioni adesive di modesta entità) e di Johnson, Kendall e Robert – JKR (nei casi di interazione adesive di elevata entità). In entrambi i casi, i risultati dei modelli si sono dimostrati accurati e hanno permesso di approfondire gli effetti sull'adesione delle grandezze statistiche usate per caratterizzare le superfici rugose con natura frattale.

Pubblicazioni: [30-32, 36, 43, 46-47, 51-54, 59-60, 63-64, 66, 68-69, 92, 105-106, 121, 123, 125, 129, 131-133].

13.1.2 Attrito e instabilità in componenti meccanici

In generale il contatto slittante tra due corpi in presenza di attrito può causare non uniformità, rumori e vibrazioni. Esso trova interesse sia nell'ambito della scienza che in quello della tecnologia (dalla nanotribologia, allo "squeal" o all' "hotspotting" in freni e frizioni, sino allo slittamento delle placche tettoniche durante i terremoti).
L'Instabilità TermoElastica per attrito (TEI) è dovuta all'accoppiamento delle condizioni termiche e di contatto meccanico all'interfaccia di slittamento di due corpi. In questo processo, qualunque perturbazione della pressione di contatto causa una corrispondente perturbazione del calore e quindi delle distorsioni termiche, che amplifica l'iniziale perturbazione. Grande attenzione è rivolta al TEI nelle applicazioni tecnologiche per cui è di importanza critica, come nel progetto di freni e frizioni.
In tale ambito l'attività di ricerca è stata indirizzata alla messa a punto di tecniche analitiche e numeriche per lo studio, in condizioni di variabilità della velocità di slittamento, dell'evoluzione transitoria dei campi di temperatura e pressione e delle conseguenti sollecitazioni termomeccaniche che si generano all'interfaccia di slittamento di dischi di freni e frizioni; all'analisi delle conseguenze (non esistenza o non unicità delle soluzioni) delle disuguaglianze che regolano i problemi di contatto all'interfaccia. Particolare attenzione è stata posta allo studio della connessione esistente tra il TEI e le instabilità termoelastiche di tipo "statico" (legate cioè semplicemente alla conduzione di calore e spiegabili postulando l'esistenza di una resistenza termica di contatto all'interfaccia).
Interesse generale è avere anche un quadro completo del potenziale accoppiamento tra instabilità dinamiche e termoelastiche indotte dall'attrito. Lungo questa linea di studio, la ricerca è stata indirizzata allo sviluppo di modelli che permettano di cogliere tale accoppiamento. Si è notato come il calore per attrito può attivare i modi elastodinamici di vibrazione (*jumping instability*) altrimenti neutralmente stabili e che le deformazioni di taglio generate dall'attrito di slittamento si traducono in vibrazioni tangenziali (*stick-slip instability*) che interagiscono con i modi di *jumping*. Il tutto è connesso a una nuova forma di instabilità che è stata scoperta ed è stata chiamata Instabilità TermoElastoDinamica (TEDI) la quale si manifesta anche quando né quella dinamica né quella termoelastica esistono.

Pubblicazioni: [1-3, 6-10, 14-10, 74, 76-77, 82, 84-85, 87-88, 107, 109-110, 112-113, 115].

13.1.3 Materiali viscoelastici

In quest'ambito la ricerca è stata incentrata sugli effetti indotti sul comportamento tribologico dei materiali viscoelastici e sugli effetti che la dissipazione viscoelastica ha sul

comportamento a rottura dei solidi. È stato mostrato, su un modello di frattura per *peeling*, che l'energia richiesta per l'avanzamento di un fronte di distacco decresce con la velocità di propagazione al di sopra di un determinato *range*. Pur se gli stati di equilibrio in tale intervallo siano instabili è possibile definire opportunamente parametri geometrici e dei materiali per rendere *ultratough* il *peeling*.
Inoltre, il comportamento isteretico dei materiali viscoelastici può determinare l'insorgere di attrito anche in assenza di sforzi d'interfaccia tangenziali. Questo meccanismo è fortemente dipendente dalla frequenza dell'eccitazione esterna, in quanto pur comportandosi elasticamente a basse ed alte frequenze, esiste un *range* intermedio in cui nei materiali viscoelastici si ha dissipazione che produce attrito. In quest'ambito è stato mostrato, sia nel caso di frequenza di eccitazione singola sia in quello di multiple frequenze, che l'entità della dissipazione è fortemente legata alla geometria del sistema ed in particolare alle condizioni di vincolo e all'entità delle forze in gioco. La possibilità di prevedere un siffatto comportamento è estremamente utile per stimare il comportamento dello pneumatico automobilistico nei confronti dell'usura oltre che per valutare le sue caratteristiche di aderenza e attrito. Infine, è stato indagato anche come l'anisotropia delle superfici influisce sull'attrito di *bulk* indotto dalla dissipazione viscosa interna ai materiali.

Pubblicazioni: [48, 58, 62, 65, 67, 71-72, 104, 128].

13.2 BIOMIMETICA

L'interesse scientifico, nel campo delle strutture adesive, verso soluzioni ingegneristiche ispirate alla natura, ha portato a fare di recente grandi passi nella comprensione dei meccanismi che regolano le condizioni di adesione e distacco di sistemi naturali, quali quelli che possono essere osservati ad esempio nei gechi, o in alcuni tipi di coleotteri della famiglia delle Chrysomelidae o ancora in alcuni insetti come la Tettigonia viridissima.
Inoltre, il controllo delle proprietà di bagnabilità di superfici che "mimano" alcune delle soluzioni già presenti in Natura, sono state oggetto di una intensa attività di ricerca soprattutto da quando le tecniche di *micro-manufacturing* hanno permesso un preciso controllo delle caratteristiche morfologiche delle superfici. É stato mostrato che combinando opportunamente l'idrorepellenza chimica con una opportuna rugosità delle superfici si è in grado di ottenere superfici super-idrorepellenti dotate delle stesse proprietà di *self-cleaning* che caratterizzano molte superfici naturali quali, ad esempio, le foglie del Loto. L'interesse applicativo di tali superfici è notevole, ad esempio, vetri superidrorepellenti, e, in campo automobilistico e motociclistico, parabrezza o visiere autopulenti rappresentano solo alcune delle applicazioni pratiche che potrebbero "conquistare" il mercato con ritorni economici importanti.

13.2.1 Adesivi ispirati alla natura

L'attività di ricerca condotta sugli adesivi ha fornito suggerimenti utili nella progettazione di nuovi adesivi che mimano il comportamento di alcuni sistemi biologici quali ad esempio quello del *Gekko gecko* (comunemente geco) che è in grado di arrampicarsi su qualsiasi superficie indipendentemente dalla disposizione della stessa rispetto al piano orizzontale e indipendentemente dal tipo di rugosità che la caratterizza. Alcuni biologi hanno mostrato che il "segreto" di tale incredibile capacità è da ricercarsi nella struttura gerarchica della pelle che ricopre il palmo inferiore degli arti. Essa è, infatti, costituita da una struttura fortemente ramificata composta da un "peluria" molto sottile e soffice che presenta all'estremità di ciascun "pelo" un'appendice piatta e molto sottile: la *spatula* (circa 5 nm di spessore). Ognuna di queste *spatulae* è in grado di legarsi alla superficie da scalare grazie alle forze di interazione di van der Waals. L'attività di ricerca condotta in quest'ambito ha dimostrato, in particolare, l'utilità della *spatula* nel migliorare l'adesione. Adesivi di nuova concezione basati su questo principio avrebbero il grande vantaggio di essere riutilizzabili e quindi di poter essere usati nella manipolazione di oggetti. Tuttavia, esistono in natura anche altri sistemi che garantiscono eccezionali proprietà adesive, come quelli caratterizzati da superfici micro-strutturate con elementi aventi forma di fungo. In tali strutture, ad esempio, il distacco per propagazione di cricche dai bordi non può avvenire se la forma è opportunamente ottimizzata, e ciò si traduce in un incremento considerevole dell'adesione. L'attività in tale ambito è stata dedicata allo studio dei meccanismi di adesione e distacco di superfici micro-strutturate, e sviluppo di nuove superfici con capacità adesive anisotropiche. Siffatte superfici, possono garantire elevate capacità adesive quando sollecitate in una determinata direzione, e maggiore semplicità di distacco quando sollecitate in direzione ortogonale. Tale proprietà è di sicuro interesse in tutte quelle applicazioni biomediche e ingegneristiche in cui sia richiesta una direzione preferenziale di adesione, in modo da rendere possibile anche la manipolazione e movimentazione.

Pubblicazioni: [33, 37-38, 40-42, 44, 49-50, 55, 57, 70, 75, 93, 97-99, 101-103, 122, 126-127].

13.2.2 Superfici superidrorepellenti

Le proprietà superidrorepellenti di alcune superfici trovano importante applicazione in molti campi della micro- e macro-ingegneria, poiché le gocce liquide su tali superfici possono essere facilmente mosse da una posizione all'altra con la possibilità di creare microchip micro-fluidici. Accanto ad applicazioni high-tech di questo tipo, vi è grande interesse anche nello sviluppo di prodotti commerciali come superfici 'autopulenti' che troverebbero impiego come *coatings*, ad esempio, di parabrezza di automobili o di visiera di caschi, ecc. Nel caso dei tergicristalli delle vetture al fine di evitare l'insorgenza di notevoli forze di attrito tra

tergicristallo e parabrezza, ed evitare quindi fenomeni di *stick-slip*, è necessario garantire che tra tergicristallo e parabrezza sia sempre presente un film estremamente sottile di liquido che funga da lubrificante. A tal fine bisogna, dunque, evitare l'insorgenza della *dewetting transition*.
L'attività di ricerca è stata focalizzata sul comportamento idrorepellente delle superfici nei confronti di gocce sottoposte a un campo di pressione: questo è il caso dell'impatto di gocce di pioggia su superfici rugose. Sono state individuate le condizioni critiche che, determinano il deterioramento improvviso delle caratteristiche di super-idrorepellenza, e sono stati calcolati i valori critici di pressione in corrispondenza dei quali ciò accade.
Si è giunti, inoltre, a fornire una base teorica utile per ulteriori e fondamentali sviluppi futuri e alcuni suggerimenti necessari per un corretto *design* di tali superfici super-idrorepellenti.

Pubblicazioni: [26, 39, 45, 56, 89, 100, 120, 124, 130].

13.3 BIOMECCANICA

La maggior parte delle analisi strutturali condotte sulla valvola aortica trascurano l'interazione con il sangue e sono eseguite come analisi statiche nelle condizioni diastolica e/o sistolica. Solo più recentemente sono stati proposti degli studi d'interazione fluido-struttura su geometria naturale dell'aorta usando tecniche agli elementi finiti basate o sulla formulazione combinata Lagrangiana-Euleriana o sul metodo del dominio 'fittizio' in cui per il fluido e la struttura possono essere mantenute differenti descrizioni matematiche consentendo di adottare per ciascuno dei due sottosistemi le formulazioni classiche.
In quest'ambito gli sforzi sono stati finalizzati allo sviluppo di un nuovo modello per tener conto degli effetti di interazione fluido-struttura. A tal proposito è stato proposto un metodo ai contorni immersi per il problema fluidodinamico e agli elementi finiti per quello strutturale, in modo tale che i solutori fluido e strutturale siano indipendenti e interscambino solo forze e spostamenti. Tale metodo è stato applicato con successo, ad esempio, nello studio del flusso e degli sforzi nella radice aortica dopo l'impianto di una valvola cardiaca di tipo meccanico a doppia aletta e nella valutazione dei livelli di sforzo e danneggiamento dei lembi delle alette naturali in presenza di aneurisma aortico. Nel primo caso, in particolare, è stato proposto un confronto tra l'impiego di una protesi tradizionale e quella con 'inversione' delle pieghe all'altezza dei seni di Valsalva, trovando che quest'ultima comporta un significativo miglioramento in termini di concentrazione degli sforzi a livello dell'attacco delle coronarie dove più frequentemente si manifestano complicazioni post-operatorie.

Pubblicazioni: [27, 35, 90-91, 95-96, 119].

13.4 MECCANICA DEI BINARI FERROVIARI

13.4.1 Fatica da contatto di rotolamento

Nei sistemi in cui sia presente un contatto di rotolamento si generano sollecitazioni cicliche dei componenti la cui vita dipende fortemente dal progredire o meno delle deformazioni plastiche. Infatti, la risposta di una struttura all'applicazione ripetuta di un carico varia al variare dello stato di tensione e deformazione indotto nei componenti della struttura stessa, potendosi avere tipicamente una risposta perfettamente elastica e reversibile, o inizialmente plastica e poi ciclicamente elastica (*shakedown* elastico), o ciclicamente plastica (*shakedown* plastico) o con accumulo progressivo di deformazione plastica sino al collasso della struttura (*ratcheting*).
In tale ambito l'attività di ricerca è stata indirizzata allo sviluppo di modelli semianalitici per la comprensione dei fenomeni che caratterizzano la crescita delle deformazioni cicliche: lo *structural* e il *material ratcheting*. Inoltre, attenzione è stata rivolta al tentativo di affrontare il problema del *rolling contact fatigue* con l'uso di curve empiriche di vita a fatica (tipo Woehler) similmente a quanto fatto per lo studio della fatica da contatto nella progettazione degli ingranaggi.

Pubblicazioni: [4-5, 11-12, 78-81, 83, 108, 111, 114].

13.4.2 Short pitch corrugation

L'interesse in tale ambito è dettato dallo studio della corrugazione su binari ferroviari causata dall'azione delle ruote dei treni, fenomeno osservato da molti anni, ma non completamente compreso, particolarmente la corrugazione alle basse lunghezze d'onda 20-80 mm (*short pitch corrugation*) che sembra mostrare una crescita non proporzionale della lunghezza d'onda della corrugazione con la velocità del treno. Uno degli aspetti più delicati dell'analisi è il calcolo della dissipazione nella zona di contatto, dove chiaramente si ha il processo di corrugazione.
Sono stati proposti numerosi modelli basati su leggi scorrimento-forza di tipo steady-state per trovare la risposta alla variazione del carico normale indotta dalla corrugazione che generalmente trascurano l'accoppiamento con la dinamica della ruota nel grado di libertà rotazionale. Tuttavia, è noto che in regime transitorio la relazione tra carico normale e tangenziale e velocità angolare della ruota può essere significativamente differente.
Gli studi del sottoscritto in tale campo si sono concentrati sull'analisi in dettaglio degli effetti transitori del rotolamento usando una tecnica di perturbazione sia sul modello semplificato di fondazione elastica di Winkler sia su modelli continui 2D e 3D, e analizzando il caso di carico normale e tangenziale variabile in condizioni di *full stick* e *partial slip*. In particolare, sono stati messi a punto modelli per il calcolo della dissipazione di energia nella zona di contatto,

a cui chiaramente è associato il processo di corrugazione. Tutto ciò ha permesso di fare passi avanti nella comprensione della *short pitch corrugation*. In particolare, è stato mostrato come essa si manifesta a regimi di frequenza differenti in base alla tipologia dei supporti dei binari (che possono essere continui o discreti).

Pubblicazioni: [21-25, 28-29, 116-117].

13.5 FRATTURA

13.5.1 Materiali fragili

Dai suoi studi sperimentali sulla rottura di materiali fragili, Weibull nel lontano 1939 propose l'impiego di una distribuzione (che poi assunse il nome di distribuzione di Weibull) nel tentativo di spiegare l'influenza delle dimensioni di un corpo sulla resistenza a rottura fragile. La ricerca del sottoscritto in tale ambito è stata focalizzata allo studio della possibilità di definire e utilizzare delle leggi probabilistiche per la caratterizzazione della rottura dei materiali fragili in presenza di distribuzioni di cricche e di definire dei limiti entro cui la teoria di Weibull può essere "trasportabile" secondo la Weakest Link Theory (secondo cui la rottura è determinata dalla resistenza locale dell'elemento più debole) da una geometria all'altra. A tal proposito, diversi approcci statistici sono stati vagliati come modelli interpretativi dei risultati ottenuti da analisi numeriche condotte con metodi agli elementi di contorno e relativi alle probabilità di rottura dei componenti in diverse condizioni di prova. Con esperimenti numerici condotti su cricche collineari e interagenti si è evidenziato che il modulo della distribuzione di Weibull non è una 'costante del materiale, ma dipende dalla distribuzione delle dimensioni delle cricche, dalla loro distanza e dall'interazione con la geometria e il campo di sforzi.

Pubblicazioni: [13, 86].

13.6 ROTORDINAMICA

13.6.1 Influenza delle tenute e dei supporti sulla dinamica rotazionale di turbomacchine assiali

L'efficienza e l'affidabilità delle turbomacchine sono definite dalla capacità di tollerare differenti livelli di vibrazione senza che le prestazioni complessive ne risentano. Quando ci si occupa di rotordinamica di turbomacchine ci si riferisce sia all'analisi strutturale dei rotori sia al progetto accurato dei supporti e delle tenute nell'ottica di ottenere le migliori *performance* dinamiche possibili per assegnate condizioni operative. Nella maggior parte delle turbomacchine sono impiegati cuscinetti a strisciamento con meato fluido interposto. Tali cuscinetti sono dotati di adeguate capacità di carico, caratteristiche di smorzamento e assenza di usura, quando correttamente progettati. Negli ultimi 20 anni molti settori industriali hanno

mostrato interesse nei confronti dell'impiego di pompe assiali multifase. In tali macchine è cruciale la valutazione in differenti condizioni operative del *leakage* e dei coefficienti rotordinamici dei supporti e delle tenute.

Di recente il sottoscritto ha rivolto il proprio interesse anche verso questo campo e ciò ha portato a sviluppare un'attività di ricerca fortemente improntata alla collaborazione con i fluidodinamici. Nello specifico, stante le notevoli difficoltà a sviluppare appropriati sistemi di sperimentazione per valutare le performance di supporti e tenute comunemente impiegati in tale ambito e l'esigenza di avere strumenti di calcolo efficienti ed accurati, ci si è focalizzati sullo sviluppo di modelli *bulk* basati sull'integrazione delle equazioni di Navier-Stokes sul meato (*clearance*) esistente tra rotore e statore. Un siffatto modello ha il vantaggio di superare le limitazioni tipiche delle simulazioni fluido-strutturali accoppiate (con tecniche CFD e FEM) dovute ai notevoli costi computazionali.

L'obiettivo, quindi, è stato quello di sviluppare uno strumento di calcolo di previsione delle perdite fluidodinamiche e dei coefficienti rotordinamici di tenute e supporti di turbomacchine assiali multifase. Dai confronti con i dati ottenuti da sperimentazioni condotte presso la Texas A&M University è emerso che il modello è sufficientemente accurato e si presta, quindi, a essere utilizzato anche in ambito industriale (è, infatti, oggi nelle disponibilità della GE Oil & Gas di Firenze).

L'attività di ricerca in quest'area è tuttora in corso ed è indirizzata allo sviluppo di modelli *bulk* con miscele omogenee equivalenti a quelle multifase, basati su condizioni al contorno generalizzate e, quindi, con un più ampio campo di applicazione.

Pubblicazioni: [61, 73].

Bari, 06/08/2021

Firma
(Prof. Ing. Luciano Afferrante)