



<p>TITOLO DI DOTTORATO: ADVANCES IN MODELLING, HEALTH-MONITORING, INFRASTRUCTURES, GEOMATICS, GEOTECHNICS, HAZARDS, ENGINEERING STRUCTURES, TRANSPORTATION (AIM HIGHEST)</p> <p>PHD TITLE ADVANCES IN MODELLING, HEALTH-MONITORING, INFRASTRUCTURES, GEOMATICS, GEOTECHNICS, HAZARDS, ENGINEERING STRUCTURES, TRANSPORTATION (AIM HIGHEST)</p> <p>CUN AREAS 08a - Architettura 08b – Ingegneria Civile</p>
<p>COORDINATORE / COORDINATOR Prof.ssa Antonina Pirrotta</p>
<p>PHD Headquarter Dipartimento di Ingegneria Università degli Studi di PALERMO</p>
<p>TEMATICHE DI RICERCA</p> <p>Il Dottorato di Ricerca in Advances In Modelling, Health-Monitoring, Infrastructures, Geomatics, Geotechnics, Hazards, Engineering Structures, Transportation (AIM HIGHEST) offerto all'Università degli Studi di Palermo è un programma multidisciplinare concepito per affrontare alcuni dei problemi più pressanti del nostro tempo legati al mondo dell'ingegneria.</p> <p>AIM HIGHEST abbraccia un ampio spettro di tematiche quali l'Ingegneria Strutturale, Geotecnica, dei Trasporti e delle Infrastrutture, la Geomatica, l'Analisi del rischio e l'Health-monitoring.</p> <p>Grazie a questa offerta, gli studenti di dottorato sono in grado di combinare le discipline in modo creativo e originale. Crediamo infatti che i ricercatori del futuro, oltre ad avere una profonda conoscenza del proprio campo, dovranno sempre più essere in grado di assorbire e combinare le conoscenze specialistiche di altre discipline. Questa sfida viene affrontata dal nostro programma attraverso interazioni costruttive ed una efficace sintesi tra scienza e ingegneria. La ricerca del nostro programma si avvale della possibilità di combinare esperimenti innovativi, nuove teorie e metodi di simulazione avanzati.</p> <p>Tale offerta di Dottorato si sviluppa su due curricula: Ingegneria Strutturale e Geotecnica, Ingegneria delle Infrastrutture Viarie, Geomatica, Trasporti.</p> <p>Il curriculum in Ingegneria Strutturale e Geotecnica ha come obiettivo la formazione di ricercatori e di figure professionali altamente qualificate che posseggano la capacità di identificare, formulare e risolvere problemi ingegneristici complessi legati al mondo delle costruzioni ed alle loro interazioni col sottosuolo. Le tematiche del curriculum sono strettamente legate alle ricerche condotte dai gruppi afferenti; alcuni campi rilevanti sono: la meccanica computazionale, la dinamica delle strutture, la geomeccanica, il comportamento termo-idro-meccanico dei geomateriali, la mitigazione del rischio sismico, di frana etc., le costruzioni in calcestruzzo.</p> <p>Il curriculum ha come obiettivo formare figure di alto livello che sappiano gestire le nuove tecnologie e l'innovazione nel campo delle costruzioni. Gli studi consentiranno di formare sia ricercatori di livello internazionale sia tecnici che sappiano confrontarsi con la progettazione di strutture complesse.</p> <p>Gli obiettivi formativi del corso di dottorato in Ingegneria Civile, Ambientale, dei Materiali, sono suddivisi in relazione ai due indirizzi in cui il predetto corso di dottorato è articolato:</p> <p>1. INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA</p> <p>Il curriculum di ingegneria delle strutture e geotecnica ha come obiettivo quello di fornire agli studenti di dottorato le competenze tecnico-scientifiche tipiche degli argomenti di ricerca previsti con la prospettiva di formare figure di alto livello che possano inserirsi nel dibattito tecnico-scientifico internazionale e sappiano gestire le nuove tecnologie e l'innovazione nel campo delle costruzioni. Pertanto, oltre a fornire le tradizionali competenze della progettazione e del calcolo di organismi strutturali, il curriculum promuove la ricerca in campi fortemente innovativi con il convincimento che i prodotti della ricerca possano essere utilizzati per diverse tipologie di applicazioni.</p>

Gli studenti di dottorato, dotati nella fase iniziale di una forte preparazione fisico-matematica, saranno condotti lungo un percorso di apprendimento delle tecniche numeriche di simulazione e delle strategie di sperimentazione in sito e in laboratorio su materiali e strutture.

Gli studi dottorali consentiranno di formare sia ricercatori e studiosi di livello internazionale sia progettisti e tecnici che sappiano confrontarsi con la realizzazione di strutture complesse.

In particolare, i docenti afferenti a questo curriculum appartengono ai settori disciplinari ICAR07, ICAR08, ICAR09, e sviluppano i seguenti argomenti di ricerca:

ICAR07

La ricerca svolta dal gruppo di Ingegneria Geotecnica del DI si sviluppa lungo due filoni principali. 1) Ricerca di base, riguardante il comportamento meccanico delle sabbie, delle argille (sia sature che non sature), e delle rocce tenere quali calcareniti e gessi. Essa riguarda in particolare lo studio teorico e sperimentale dei fattori che determinano il comportamento meccanico dell'elemento di volume dei terreni quando assoggettati a variazioni delle condizioni al contorno (variazioni di geometria, di carichi, delle pressioni interstiziali). 2) Ricerca applicata riguardante il comportamento meccanico di sistemi geotecnici con particolare riguardo alla loro stabilità, durabilità e sostenibilità. Gli elementi qualificanti della ricerca sviluppata, sin dalla costituzione del DI, sono quelli riguardanti:

- Comportamento meccanico delle sabbie, e in particolare di quelle costituite di grani fragili e fino a pressioni molto alte (dell'ordine di 100 MPa), in edometri, strumentati con estensimetri per la misura delle tensioni orizzontali e relativo studio dell'evoluzione della composizione granulometrica.
- Analisi del comportamento meccanico di argille compattate non sature quando assoggettate a variazioni cicliche di suzione, con cicli di imbibizione ed essiccamento; dipendenza della resistenza taglio di argille compattate non sature dalla suzione; curve di ritenzione di argille a scaglie compattate in intervalli molto estesi di suzione; evoluzione della microstruttura di argille a scaglie non sature al variare della storia di carico per effetto di cicli di carico e scarico a suzione costante o variazioni cicliche di suzione a carico costante. Tali ricerche sono finalizzate allo studio dei fattori microstrutturali e delle proprietà di ritenzione sul comportamento meccanico di argille a scaglie compattate non sature utilizzate come materiali per la costruzione dei rilevati o del nucleo di tenuta di dighe di terra.
- Caratteristiche di ritenzione e microstruttura di argille stabilizzate a calce, al variare del contenuto di calce e del tempo di maturazione, evoluzione nel tempo delle caratteristiche meccaniche di argille stabilizzate a calce.
- Studio sperimentale del mix design del NFC (calcestruzzo senza frazione fina) per la formazione di trincee drenanti profonde (con funzione di stabilità, di dreno, di filtro, di durabilità).
- Metodologie di indagine innovative per la zonazione di ammassi lapidei con differenti livelli di alterazione.
- Proprietà delle rocce tenere tipiche della Sicilia e loro correlazione con la tessitura, la struttura orientata degli ammassi e con il grado di alterazione.
- Studio mediante prove di laboratorio della velocità della dissoluzione dei gessi e sua dipendenza dalla velocità dell'acqua fluente sulla superficie del gesso.
- Effetti della dissoluzione sulla stabilità della sponda di un lago artificiale.

Le ricerche "applicate" sono rivolte alla valutazione della pericolosità delle frane e alla gestione del rischio di frana e quindi alla gestione moderna e razionale del territorio.

Le ricerche svolte hanno prodotto pubblicazioni di buon livello, alcune delle quali pubblicate su riviste di rilievo internazionale, e al finanziamento di progetti in ambito nazionale.

ICAR08

Analisi dinamica e monitoraggio

L'analisi del comportamento dinamico delle strutture è molto importante dal momento che gli eventi naturali più gravosi (terremoto e vento) sono fenomeni che inducono sollecitazioni dinamiche sulle strutture caratterizzabili solamente attraverso un adeguato progetto di monitoraggio. Dai risultati di tali indagini è possibile trarre informazioni fondamentali per l'ingegnere strutturista che, attraverso modelli matematici e tecniche di calcolo sempre più avanzati, può fornire indicazioni sulle condizioni di vita utile della struttura e sugli eventuali interventi da effettuare. Da quanto ora detto risulta evidente l'importanza dell'analisi dinamica delle strutture in modo particolare nel campo della salvaguardia dei beni monumentali e del patrimonio architettonico e culturale di cui il territorio siciliano è particolarmente ricco. Inoltre è importante considerare il Monitoraggio strutturale con tecniche non-distruttive per cui è possibile il rilevamento della presenza di micro o macro-fratture nei solidi e monitoraggio della loro propagazione tramite utilizzo di tecniche non distruttive quali il metodo delle Emissioni Acustiche (metodo passivo) ed il metodo ad Ultrasuoni (metodo attivo).

Analisi multi-scala con applicazioni a strutture periodiche.

Sviluppo di sistemi multi-scala per l'analisi computazionale di strutture costituite da materiale eterogeneo in cui è individuabile un elemento di volume rappresentativo di tipo periodico. Le analisi multi-scala contribuiscono ad una

riduzione dei tempi di calcolo strutturale tramite una separazione delle scale di interesse. Nelle analisi si distinguono una scala macroscopica (dimensioni della struttura, la quale viene considerata come un continuo omogeneo) ed una scala mesoscopica (dimensioni dei costituenti, che sono modellati individualmente).

Biomeccanica tissutale e meccanobiologia

L'attività di ricerca in questo ambito è stata rivolta alla determinazione di modelli fisico-matematici capaci di descrivere il comportamento dei tessuti biologici e degli aggregati cellulari presenti nel parenchima di organi più complessi. A tale proposito sono stati sviluppati modelli previsionali del comportamento meccanico ereditario dei tessuti di collagene, più o meno mineralizzato, e di tessuti muscolari mediante applicazioni del calcolo differenziale frazionario. Lo studio degli aggregati cellulari, che sono coinvolti nel parenchima di organi più complessi è stato condotto mediante l'utilizzo della geometria frattale per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dell'aggregato. Sono inoltre in fase di studio modelli dinamici predittivi del comportamento ereditario di membrane lipidiche cellulari e nucleari basati su evidenze sperimentali che mostrano la presenza di marcata ereditarietà della risposta membranale ortogonalmente al piano di membrana. Nell'ambito della meccanobiologia è stato sviluppato un modello predittivo dei tempi di endocitosi mediata fondato sul calcolo differenziale frazionario per la descrizione del moto dei recettori membranali verso i corrispondenti ligandi.

Calcolo differenziale stocastico

Nell'ingegneria Strutturale gran parte delle azioni dinamiche sulle strutture sono processi aleatori detti anche stocastici; a questa categoria appartengono i terremoti, le raffiche del vento ed il moto ondoso. La risposta strutturale a tali azioni è anch'essa un processo aleatorio. E deve quindi essere caratterizzata "probabilisticamente" attraverso gli strumenti propri del calcolo differenziale stocastico.

Nonostante la vasta casistica in cui è possibile caratterizzare le sollecitazioni esterne come processi Gaussiano normali, talvolta per essere più rispondenti alla realtà fisica, si devono considerare non Gaussiano non normali. Nell'ambito dello studio di sistemi lineari e non lineari sollecitati da rumori bianchi normali e/o non-normali, vengono proposti dei metodi innovativi per la soluzione delle equazioni differenziali di Fokker-Planck o di Kolmogorov-Feller per descrivere il sistema in termini di funzione densità di probabilità dello spostamento.

Calcolo frazionario nello studio di travi continue a comportamento viscoelastico

Negli ultimi anni le moderne tecniche di produzione hanno permesso di ottenere dei materiali strutturali innovativi aventi delle caratteristiche meccaniche notevolmente superiori rispetto ai materiali classici usati generalmente nelle strutture, ne sono un esempio i materiali polimerici, i nanocompositi, i tessuti bioispirati, i sandwich compositi, i materiali multifase ecc... Una caratteristica peculiare di questi materiali innovativi, che li contraddistingue dai materiali classici, è legata al fatto di non avere un comportamento perfettamente elastico. Infatti, tali materiali manifestano spiccati fenomeni differiti nel tempo dovuti alla loro natura viscoelastica. Per caratterizzare adeguatamente il comportamento viscoelastico occorre considerare legami costitutivi in cui lo stato di tensione è legato alla derivata frazionaria, di ordine α , rispetto al tempo delle deformazioni simulando un comportamento interpolante tra i due casi limite elastico e viscoso, in quanto α varia tra 0 ed 1, restituendo il caso perfettamente elastico quando $\alpha=0$ e perfettamente viscoso quando $\alpha=1$. Quest'ultima tipologia di modello, chiamato modello viscoelastico frazionario, simulando in maniera efficace il reale comportamento meccanico dei materiali, rappresenta il modello innovativo più valido nello studio della risposta strutturale di sistemi continui.

Controllo delle vibrazioni

La tendenza verso l'impiego di materiali dotati di migliori caratteristiche di resistenza meccanica, unitamente all'impiego del metodo di calcolo agli stati limite, conduce alla realizzazione di strutture sempre più snelle e deformabili per le quali quindi, la riduzione delle vibrazioni costituisce sicuramente una sfida importante. Uno degli obiettivi principali di ricercatori e progettisti, nell'ambito dell'ingegneria strutturale è, dunque, lo studio per la progettazione di dispositivi innovativi che inducano una riduzione delle vibrazioni strutturali per effetto dei carichi dinamici come il vento o il sisma.

Meccanica computazionale

Impiego del Metodo degli Elementi di Contorno, nella sua formulazione simmetrica. Inoltre, è stato redatto un codice di calcolo, chiamato Karnak.sGbem e che è in fase di aggiornamento continuo, al fine di potere eseguire simulazioni numeriche nei vari campi della meccanica:

Approccio per sottostrutture;

Valutazione dell'energia in un sottospazio.

Frattura dei materiali fragili;

Meccanica della frattura coesiva nei materiali quasi fragili;

Analisi limite ed a shakedown;

Analisi elasto-plastica incrementale associata al problema di contatto- distacco;

Analisi di solidi sollecitati a taglio e torsione con il metodo LEM (line elementless method)

Il problema di solidi sollecitati a taglio e torsione si risolve calcolando integrali di linea, senza ricorrere alla necessità di discretizzare né il dominio, né il contorno della sezione. Il metodo è "robusto" nel senso che restituisce la soluzione esatta per quelle sezioni in cui tale soluzione esatta esiste.

Meccanica di problemi accoppiati: Termoelasticità e poroelasticità.

In questo ambito sono state sviluppate teorie di trasporto di energia e di fluidi viscosi che corrispondono, alla macroscale, a leggi di trasporto in termini di equazioni differenziali frazionarie. A tale proposito sono stati sviluppati problemi fisici di trasporto di massa e/o di energia termica in mezzi porosi con degradazione delle proprietà geometriche e meccaniche che corrispondono a leggi di flusso con decadimento temporale nella classe delle leggi di potenza. Un risultato simile è stato ottenuto considerando il flusso di energia e/o massa attraverso un mezzo poroso con geometria frattale che corrisponde ad una variazione temporale del flusso uscente con legge di potenza ad esponente reale legato alla dimensione frattale del mezzo poroso. La relazione di trasporto frazionaria è stata poi considerata in problemi di meccanica multi-campo sia di tipo termoelastico che poroelastico monodimensionali.

Mesomodellazione di strutture costituite da materiali eterogenei.

Sviluppo di originali modelli di interfaccia e di interfase per lo svolgimento di analisi numeriche agli elementi finiti con applicazioni ai giunti adesivi/coesivi dei materiali quasi-fragili. Particolare importanza rivestono le analisi rivolte alle strutture costituite da materiale eterogeneo quali le murature e i materiali compositi.

Nanomeccanica

L'attività di ricerca nell'ambito della nanomeccanica applicata a nanotubi, nanostrutture, nanotravi e materiali bioispirati riguarda la meccanica di materiali gerarchici in termini di determinazione delle caratteristiche elastiche e delle tensioni di rottura. Le metodologie utilizzate per lo studio di tali problemi fanno uso della teoria meccanica della non località, sviluppata presso il DI che consente di descrivere le azioni intermolecolari di lungo raggio presenti alle scale nanometrica mediante equazioni di campo continuo di tipo integro-differenziale. Gli studi condotti hanno riguardato problemi di continualizzazione, statica, dinamica, propagazione di onde, stabilità dell'equilibrio e vibrazioni smorzate alla nanoscala. Sono anche in fase di studio problemi di omogeneizzazione di nanocompositi con matrici ed inclusioni a caratteristiche viscoelastiche.

Ottimizzazione strutturale

L'ottimizzazione strutturale rappresenta un ambito di ricerca relativamente recente che negli ultimi decenni ha subito importanti avanzamenti sia sotto il profilo teorico delle formulazioni che applicativo delle tecniche computazionali. Inoltre, essa trova ampia applicazione e rappresenta sicuro riferimento in ambito ingegneristico professionale. Le formulazioni prodotte ed i relativi approcci numerici consentono di ottenere progetti ottimali di strutture semplici e complesse a comportamento sia elastico che elastoplastico soggette a carichi statici o dinamici o, ancora, ad opportune combinazioni di essi. Particolare attenzione è rivolta al caso dei carichi sismici e recenti studi consentono di tenere conto del loro carattere aleatorio. È stato trattato anche il caso, molto attuale, di strutture isolate sismicamente.

Proprietà ereditarie dei materiali

L'attività di ricerca relativa alla individuazione delle proprietà ereditarie dei materiali è stata sviluppata con l'obiettivo di fornire un modello fisico corrispondente alla legge di rilassamento con legge di potenza osservata in quasi tutti i materiali. A tale proposito è stato sviluppato un modello meccanico che corrisponde esattamente alle leggi di potenza di creep e rilassamento e che distingue i materiali in viscoelastici ed elastoviscosi a seconda della prevalenza della fase elastica e di quella viscosa. Tale suddivisione corrisponde ad una separazione dell'ordine di derivazione come minore o maggiore di 0,5, rispettivamente. La suddivisione tra le fasi ha anche consentito di calcolare univocamente l'energia libera immagazzinata nel materiale e si è recentemente individuata la corrispondenza con l'energia libera di Stavermann-Schwarz ottenuta dalle misure sulla legge di rilassamento. In tale ambito è stata anche individuata la forma dell'energia libera corrispondente a misure non-lineari di deformazione utilizzando la deformazione logaritmica.

ICAR09

La ricerca sviluppata dall'area Tecnica delle Costruzioni del DI è in linea con le esigenze dei corsi di laurea di Ingegneria Civile, Ambientale, Edile-Architettura. Le attività didattiche e di ricerca svolte negli ambiti caratterizzanti il S.S.D. ICAR/09, sono state indirizzate ai problemi di verifica e progetto delle costruzioni con struttura in cemento armato, muratura, acciaio, mista acciaio-calcestruzzo. Le ricerche condotte in questo ambito riguardano sia le strutture degli edifici ordinari sia quelle specialistiche, quali i ponti e gli edifici monumentali.

Le metodologie di indagine includono: approcci analitici, prevalentemente dedicati alla descrizione di fenomeni locali che riguardano i legami costitutivi dei materiali, il comportamento delle sezioni, i meccanismi resistenti; analisi numeriche, fondate su modelli, definiti sulla base delle formulazioni teoriche e finalizzati a descrivere il comportamento degli elementi strutturali e/o delle strutture nel loro complesso; sperimentazione su campioni e prototipi in grande scala, da utilizzarsi per la calibrazione dei modelli numerici e la verifica della loro affidabilità.

Un fondamentale supporto alla ricerca è pertanto offerto dall'attività svolta nel "Laboratorio materiali e strutture" del DI, che, oltre che degli ordinari strumenti di misura e dispositivi di applicazione dei carichi, dispone di sistemi di contrasto di

elevata rigidità e resistenza, e di macchine che consentono l'esecuzione di prove in controllo di forza o spostamento/deformazione, in regime monotono o ciclico. Le tematiche di ricerca più recenti, dove la sperimentazione ha un ruolo fondamentale, riguardano l'impiego strutturale di materiali innovativi quali il vetro, le fibre per il rinforzo di matrici cementizie, i tessuti di fibre per il confinamento degli elementi strutturali in cemento armato o muratura. Un denominatore comune alla maggior parte delle tematiche trattate è il riferimento alle costruzioni soggette ad azioni sismiche, sia relativamente al progetto di nuovi edifici, sia con riguardo alla vulnerabilità degli edifici esistenti e agli interventi di miglioramento e adeguamento. In questo campo, particolarmente attuale e significative ricadute socio-economiche per le connesse attività di prevenzione del rischio e recupero del patrimonio edilizio esistente, si segnalano anche le ricerche condotte sulla base di convenzioni stipulate con il Dipartimento della Protezione Civile e coordinate in ambito nazionale con gruppi di ricerca di altre Università. Significativi contributi a soggetti esterni sono forniti attraverso convenzioni con Enti diversi, prevalentemente del Territorio siciliano, solitamente inerenti problemi di diagnostica strutturale o progetti di recupero/consolidamento, e la partecipazione all'organizzazione e allo svolgimento di Master Universitari e corsi di aggiornamento professionale.

Conseguenza di tutto ciò è stato lo sviluppo di un elevato numero di ricerche, i cui risultati sono stati oggetto di pubblicazione su prestigiose riviste di rilievo internazionale, oltre che di finanziamento in numerosi bandi competitivi, e la realizzazione di notevoli attività di cooperazione in ambito internazionale.

L'Area Strutture intende procedere nella strada intrapresa, che consentirà ulteriore miglioramento delle performances sin qui conseguite, in linea con il Piano Strategico di Ateneo.

1. STRUCTURAL AND GEOTECHNICAL ENGINEERING

The PhD in Advances In Modeling, Health-Monitoring, Infrastructures, Geomatics, Geotechnics, Hazards, Engineering Structures, Transportation (AIM HIGHEST) offered at the University of Palermo is a multidisciplinary program designed to address some of the most pressing problems of the our time related to the world of engineering. AIM HIGHEST embraces a broad spectrum of issues such as Structural Engineering, Engineering, Transport and Infrastructure, Geomatics, Risk Analysis and Health-monitoring. Thanks to this offer, doctoral students are able to combine disciplines in a creative and original way. In fact, we believe that researchers of the future, in addition to having a deep knowledge of their own field, will have to be increasingly able to absorb and combine the specialized knowledge of other disciplines. This challenge is addressed by our program through constructive interactions and an effective synthesis between science and engineering. The research of our program takes advantage of the possibility of combining innovative experiments, new theories and advanced simulation methods. This PhD offer is spread over two curricula: Structural and Geotechnical Engineering, Road Infrastructure Engineering, Geomatics, Transport. The curriculum in Structural and Geotechnical Engineering aims to train researchers and highly qualified professionals who have the ability to identify, formulate and solve complex engineering problems related to the world of construction and their interactions with the subsoil. The subjects of the curriculum are closely linked to the research conducted by the relevant groups; some relevant fields are: computational mechanics, the dynamics of structures, geomechanics, the thermo-hydro-mechanical behavior of geomaterials, the mitigation of seismic risk, landslide etc., concrete constructions. The curriculum aims to train high-level figures who know how to manage new technologies and innovation in the construction field. The studies will allow to train both international researchers and technicians who know how to deal with the design of complex structures. The educational objectives of the PhD course in Civil, Environmental and Materials Engineering are divided in relation to the two courses in which the aforementioned PhD course is divided into:

• **STRUCTURAL AND GEOTECHNICAL ENGINEERING** The structural engineering and geotechnical curriculum aims to provide doctoral students with the technical-scientific skills typical of the research topics envisaged with the prospect of forming high-level figures who can enter the international technical-scientific debate and know how to manage new technologies and innovation in the construction field. Therefore, in addition to providing the traditional skills of designing and calculating structural bodies, the curriculum promotes research in highly innovative fields with the conviction that research products can be used for different types of applications. PhD students, with a strong physical-mathematical preparation in the initial phase, will be led along a path of learning numerical simulation techniques and experimentation strategies on site and in the laboratory on materials and structures. The doctoral studies will allow to train both researchers and scholars of international level as well as designers and technicians who know how to deal with the realization of complex structures. In particular, the teachers belonging to this curriculum belong to the disciplinary sectors ICAR07, ICAR08, ICAR09, and develop the following research topics: ICAR07 The research carried out by the DI Geotechnical Engineering group develops along two main strands. 1) Basic research, concerning the mechanical behavior of sands, clays (both saturated and unsaturated), and soft rocks such as limestone and chalks. It concerns in particular the theoretical and experimental study of the factors that determine the mechanical behavior of the volume element of the soil when subjected to changes in the boundary conditions (changes in geometry, loads, interstitial pressures). 2) Applied research concerning the mechanical behavior of geotechnical systems with particular regard to their stability, durability and sustainability. The qualifying elements of the research developed, since the establishment of the DI, are those concerning:

- Mechanical behavior of the sands, and in particular of those consisting of fragile grains and up to very high pressures (of the order of 100 MPa), in edometers, instrumented with strain gauges for measuring horizontal tensions and relative study of the evolution of the composition particle size. - Analysis of the mechanical behavior of unsaturated compacted clays when subjected to cyclic suction variations, with imbibition and drying cycles; dependence of the cut resistance of unsaturated compacted clays from sucking; retention curves of compacted clays in very long suction intervals; evolution of the microstructure of unsaturated flake clays as the load history changes due to the constant suction loading and

unloading cycles or cyclic variations of constant load suction. These researches are aimed at the study of microstructural factors and retention properties on the mechanical behavior of unsaturated compacted flake clays used as materials for the construction of embankments or of the sealing core of earth dams. - Retention and microstructure characteristics of lime stabilized clays, as the lime content and maturation time vary, evolution over time of the mechanical characteristics of lime stabilized clays. - Experimental study of the mix design of NFC (concrete without fine fraction) for the formation of deep draining trenches (with the function of stability, drainage, filter, durability). - Innovative investigation methods for the zoning of stone clusters with different levels of alteration. - Properties of soft rocks typical of Sicily and their correlation with the texture, the oriented structure of the clusters and with the degree of alteration. - Study by laboratory tests of the speed of the dissolution of the chalks and its dependence on the speed of the flowing water on the surface of the plaster. - Effects of dissolution on the stability of the bank of an artificial lake. The "applied" research is aimed at assessing landslide hazard and landslide risk management and therefore at the modern and rational management of the territory. The research carried out has produced good level publications, some of which have been published in internationally renowned journals, and the financing of national projects.

ICAR08 Dynamic analysis and monitoring The analysis of the dynamic behavior of the structures is very important since the most severe natural events (earthquake and wind) are phenomena that induce dynamic stresses on the structures that can be characterized only through an adequate monitoring project. From the results of these investigations it is possible to derive fundamental information for the structural engineer who, through increasingly advanced mathematical models and calculation techniques, can provide indications on the useful life conditions of the structure and on any interventions to be carried out. From what has been said above, the importance of dynamic analysis of structures is evident, particularly in the field of safeguarding monumental assets and the architectural and cultural heritage of which the Sicilian territory is particularly rich. Furthermore, it is important to consider structural monitoring with non-destructive techniques whereby it is possible to detect the presence of micro or macro-fractures in solids and monitor their propagation through the use of non-destructive techniques such as the Acoustic Emissions method (passive method) and the ultrasound method (active method). Multi-scale analysis with applications to periodic structures. Development of multi-scale systems for the computational analysis of structures made up of heterogeneous material in which a representative volume element of a periodic type can be identified. Multi-scale analyzes contribute to a reduction in the time of structural calculation through a separation of the scales of interest. In the analyzes we distinguish a macroscopic scale (dimensions of the structure, which is considered as a homogeneous continuum) and a mesoscopic scale (dimensions of the constituents, which are modeled individually).

Tissue biomechanics and mechanobiology

The research activity in this area was aimed at the determination of physical-mathematical models capable of describing the behavior of biological tissues and cellular aggregates present in the parenchyma of more complex organs. In this regard, predictive models of the hereditary mechanical behavior of collagen tissues, more or less mineralized, and of muscle tissues have been developed through applications of fractional differential calculus. The study of cell aggregates, which are involved in the parenchyma of more complex organs was conducted by using fractal geometry to determine the mechanical characteristics of the aggregate. Dynamic predictive models of the hereditary behavior of cellular and nuclear lipid membranes based on experimental evidence that show the presence of marked inheritance of the membrane response orthogonally to the membrane plane are also being studied. In the field of mechanobiology, a predictive model of mediated endocytosis times was developed based on the fractional differential calculation for the description of the motion of the membrane receptors towards the corresponding ligands.

Stochastic differential calculus

In Structural Engineering most of the dynamic actions on structures are random processes also called stochastic processes; earthquakes, gusts of wind and wave motion belong to this category. The structural response to these actions is also a random process. It must therefore be characterized "probabilistically" through the tools of stochastic differential calculus.

Despite the wide range of cases in which external stresses can be characterized as normal Gaussian processes, sometimes in order to be more responsive to physical reality, they must be considered non-Gaussian non-normal. In the context of the study of linear and non-linear systems stimulated by normal and / or non-normal white noises, innovative methods are proposed for the solution of the Fokker-Planck or Kolmogorov-Feller differential equations to describe the system in terms of displacement probability density function.

Fractional calculation in the study of continuous beams with viscoelastic behavior In recent years, modern production techniques have made it possible to obtain innovative structural materials with considerably higher mechanical characteristics than the classic materials generally used in structures, for example polymeric materials, nanocomposites, bio-inspired fabrics, composite sandwiches, multiphase materials etc. A peculiar characteristic of these innovative materials, which distinguishes them from classic materials, is linked to the fact that they do not have a perfectly elastic behavior. In fact, these materials show marked phenomena that differ over time due to their viscoelastic nature. To adequately characterize the viscoelastic behavior, it is necessary to consider constitutive bonds in which the state of

tension is linked to the fractional derivative, of order α , with respect to the time of the deformations, simulating an interpolating behavior between the two elastic and viscous limit cases, as α varies between 0 and 1, returning the perfectly elastic case when $\alpha = 0$ and perfectly viscous when $\alpha = 1$. The latter type of model, called fractional viscoelastic model, effectively simulating the real mechanical behavior of materials, represents the most valid innovative model in the study of the structural response of continuous systems. Vibration control The trend towards the use of materials with better mechanical strength characteristics, together with the use of the limit state calculation method, leads to the creation of increasingly slender and deformable structures for which, therefore, the reduction of vibrations is certainly a important challenge. One of the main objectives of researchers and designers, in the field of structural engineering is, therefore, the study for the design of innovative devices that induce a reduction in structural vibrations due to the effect of dynamic loads such as wind or earthquake. Computational mechanics Use of the Contour Element Method, in its symmetric formulation. Furthermore, a calculation code has been prepared, called Karnak.sGbem and which is being continuously updated, in order to be able to perform numerical simulations in the various fields of mechanics:

- Substructure approach;

- Evaluation of energy in a subspace.

- Fracture of fragile materials;

- Mechanics of cohesive fracture in almost brittle materials;

- Limit and shakedown analysis;

- Incremental elasto-plastic analysis associated with the contact-detachment problem;

- Analysis of solids sheared and twisted with the LEM (line elementless method)

- The problem of shear and torsion solids is solved by calculating line integrals, without resorting to the need to discretize neither the domain nor the section outline. The method is "robust" in the sense that it returns the exact solution for those sections where such an exact solution exists.

- Mechanics of coupled problems: Thermoelasticity and poroelasticity.

- In this context, theories of transport of energy and viscous fluids have been developed which correspond, at the macroscale, to transport laws in terms of fractional differential equations. In this regard, physical problems of mass transport and / or thermal energy in porous media with degradation of the geometric and mechanical properties that correspond to flow laws with time decay in the class of power laws have been developed. A similar result has been obtained considering the flow of energy and / or mass through a porous medium with fractal geometry which corresponds to a temporal variation of the outgoing flow with real exponent power law linked to the fractal dimension of the porous medium. The fractional transport relationship was then considered in single-dimensional thermoelastic and poroelastic multi-field mechanical problems.

- Mesomodelling of structures made of heterogeneous materials.

- Development of original interface and interphase models for carrying out finite element numerical analyzes with applications to adhesive / cohesive joints of quasi-brittle materials. Particular importance is given to the analyzes aimed at structures made up of heterogeneous materials such as walls and composite materials.

- Nanomechanics

- Research activity in the field of nanomechanics applied to nanotubes, nanostructures, nanotubes and bio-inspired materials concerns the mechanics of hierarchical materials in terms of determining the elastic characteristics and breaking stresses. The methodologies used for the study of these problems make use of the mechanical theory of non-locality, developed at the DI which allows to describe the long-range intermolecular actions present at the nanometric scales by means of integra-differential continuous field equations. The studies conducted have concerned continuity, static, dynamic, wave propagation, balance stability and damped vibrations at the nanoscale. Problems of homogenization of nanocomposites with matrices and inclusions with viscoelastic characteristics are also being studied.

- Structural optimization

- Structural optimization represents a relatively recent field of research which in recent decades has undergone important advances both from the theoretical profile of formulations and from the application of computational techniques. Furthermore, it finds wide application and represents a sure reference in the professional engineering field. The formulations produced and the relative numerical approaches allow to obtain optimal designs of simple and complex structures with both elastic and elastoplastic behavior subject to static or dynamic loads or, again, to suitable

combinations of them. Particular attention is paid to the case of seismic loads and recent studies allow us to take into account their random nature. The very current case of seismically isolated structures was also covered.

·Hereditary properties of materials

·The research activity relating to the identification of the hereditary properties of materials was developed with the aim of providing a physical model corresponding to the relaxation law with the power law observed in almost all materials. In this regard, a mechanical model has been developed which exactly corresponds to the laws of creep and relaxation power and which distinguishes visco-elastic and elasto-viscous materials according to the prevalence of the elastic and viscous phases. This division corresponds to a separation of the order of derivation as less than or greater than 0.5, respectively. The division between the phases has also made it possible to uniquely calculate the free energy stored in the material and the correspondence with the Stavermann-Schwarz free energy obtained by measures on the relaxation law has recently been identified. In this context, the form of free energy corresponding to non-linear deformation measurements was also identified using logarithmic deformation

ICAR09 The research developed by the DI Construction Technical Area is in line with the needs of the degree courses in Civil, Environmental, Construction-Architecture Engineering. The didactic and research activities carried out in the areas characterizing the S.S.D. ICAR / 09, have been addressed to the problems of verification and design of buildings with reinforced concrete structure, masonry, steel, mixed steel-concrete. The research conducted in this area concerns both the structures of ordinary and specialist buildings, such as bridges and monumental buildings. The survey methodologies include: analytical approaches, mainly dedicated to the description of local phenomena that concern the constituent bonds of the materials, the behavior of the sections, the resistant mechanisms; numerical analyzes, based on models, defined on the basis of theoretical formulations and aimed at describing the behavior of the structural elements and / or structures as a whole; experimentation on large-scale samples and prototypes, to be used for the calibration of numerical models and the verification of their reliability. A fundamental support for research is therefore offered by the activity carried out in the "Materials and Structures Laboratory" of the DI, which, in addition to ordinary measuring instruments and load application devices, has contrast systems of high rigidity and strength, and of machines that allow the execution of tests in force control or displacement / deformation, in monotonic or cyclical conditions.

The most recent research topics, where experimentation has a fundamental role, concern the structural use of innovative materials such as glass, fibers for reinforcing cement matrices, fiber fabrics for the confinement of structural elements in reinforced concrete or masonry. A common denominator to most of the topics dealt with is the reference to buildings subject to seismic actions, both in relation to the design of new buildings, and with regard to the vulnerability of existing buildings and to improvements and adjustments. In this field, particularly current and significant socio-economic impacts for the related risk prevention and recovery of the existing building heritage, research conducted on the basis of agreements signed with the Department of Civil Protection and coordinated nationally with research groups from other universities. Significant contributions to external subjects are provided through agreements with different Bodies, mainly in the Sicilian Territory, usually concerning structural diagnostics problems or recovery / consolidation projects, and participation in the organization and performance of University Masters and professional updating courses. Consequence of all this has been the development of a large number of researches, the results of which have been published in prestigious internationally renowned journals, as well as being financed in numerous competitive tenders, and the realization of significant international cooperation activities . The Structures Area intends to proceed along the path taken, which will allow further improvement of the performances achieved so far, in line with the University Strategic Plan.

2. INGEGNERIA DELLE INFRASTRUTTURE VIARIE, TRASPORTI E GEOMATICA

Il curriculum si pone l'obiettivo di formare ricercatori e professionisti altamente qualificati in grado di:

- affrontare e risolvere problemi legati alla progettazione, alla realizzazione, alla manutenzione ed alla gestione di opere ed infrastrutture stradali e ferroviarie;
- impiegare criteri legati alla sicurezza, alla funzionalità, all'impatto socio-economico ed ambientale nella progettazione e nell'esercizio delle opere e delle infrastrutture stradali e ferroviarie;
- riconoscere i problemi di base del sistema dei trasporti nella mutua influenza fra domanda ed offerta;
- saper acquisire, elaborare, analizzare, visualizzare e gestire le informazioni territoriali, anche attraverso tecniche di telerilevamento e sistemi informativi territoriali;
- gestire progetti e programmi di esercizio, manutenzione, rinnovo, riqualificazione funzionale, dismissione delle infrastrutture di competenza

In rapporto ai suddetti obiettivi, il Curriculum si propone di specializzare i temi di ricerca offerti agli allievi secondo obiettivi prioritari, coerenti con le più avanzate aree di ricerca internazionali di settore:

- il primo, finalizzato alla formazione di esperti capaci di affrontare i problemi di sicurezza della circolazione connessi al continuo crescere di richiesta di mobilità nel nostro Paese;
- il secondo finalizzato alla formazione di esperti capaci di affrontare in modo innovativo lo studio dei materiali stradali, per il corpo stradale e per la pavimentazione, con una specifica specializzazione ai temi del recupero ambientale dei rifiuti e degli scarti della produzione industriale, alla luce della sensibilità ambientale che orienta oggi molti sforzi di ricerca a livello internazionale;
- il terzo, finalizzato alla formazione di esperti capaci di affrontare in modo innovativo i nodi di carattere squisitamente tecnico che stanno a monte del progetto, della costruzione e della manutenzione di una ferrovia, anche in aree ad alta densità abitativa, con una specifica attenzione alle problematiche di sostenibilità ambientale ed al riuso dei materiali di scarto;
- il quarto, finalizzato alla formazione di esperti capaci di progettare e di gestire interventi, anche complessi, sugli spazi stradali urbani ed in particolare nelle intersezioni, tenendo conto dell'impatto sulla circolazione e sulla sicurezza delle scelte di ingegneria ai diversi livelli di gestione dell'infrastruttura;
- il quinto, finalizzato alla formazione di esperti nella logistica di merci e persone, perfezionando sistemi innovativi di supporto propri delle TIC (Tecnologie delle Informazioni e Comunicazioni) e, nello specifico gli Intelligent Transport System per il settore della logistica del trasporto;
- il sesto, finalizzato alla formazione di esperti capaci di analizzare e gestire informazioni territoriali attraverso strumenti e metodi innovativi di rilievo, sistemi mobili di rilevamento, tecniche di monitoraggio del territorio e di telerilevamento.

I caratteri innovativi dei curricula proposti derivano in gran parte dalla prospettiva multidisciplinare alla base del progetto formativo e dall'apertura dell'indirizzo di Dottorato ad una pluralità di competenze specialistiche diversificate. Ciò corrisponde ad un fabbisogno, prevedibilmente crescente nei prossimi anni, connesso all'attuazione di recenti disposizioni ed orientamenti legislativi, in ambito comunitario e nazionale.

Si tratta di tematiche di grande attualità, che trovano collocazione sia nell'ambito della ricerca di base che della ricerca applicata e delle quali la comunità scientifica e industriale di settore riconosce la strategicità per l'avanzamento tecnologico.

2 TRANSPORTATION INFRASTRUCTURES ENGINEERING AND GEOMATICS

• The curriculum aims to train highly qualified researchers and professionals who are able to: • address and solve problems related to the design, construction, maintenance and management of road and railway works and infrastructures; • use criteria related to safety, functionality, socio-economic and environmental impact in the design and operation of road and railway works and infrastructures; • recognize the basic problems of the transport system in the mutual influence between supply and demand; • knowing how to acquire, process, analyze, visualize and manage territorial information, also through remote sensing techniques and territorial information systems; • manage projects and programs of operation, maintenance, renewal, functional requalification, divestment of the relevant infrastructures In relation to the aforementioned objectives, the Curriculum aims to specialize the research topics offered to students according to priority objectives, consistent with the most advanced international research areas in the sector:

• the first, aimed at training experts capable of dealing with traffic safety problems related to the continuous increase in the demand for mobility in our country; • the second aimed at training experts capable of dealing in an innovative way with the study of road materials, for the road body and for flooring, with a specific specialization in the themes of environmental recovery of waste and industrial production waste, in light of the environmental sensitivity that guides many international research efforts today; • the third, aimed at training experts capable of tackling in an innovative way the exquisitely technical knots that lie ahead of the project, the construction and maintenance of a railway, even in areas with high population density, with specific attention to environmental sustainability issues and the reuse of waste materials; • the fourth, aimed at training experts capable of planning and managing interventions, even complex ones, on urban road spaces and in particular at intersections, taking into account the impact on circulation and safety of engineering choices at the different management levels of the 'infrastructure; • the fifth, aimed at training experts in freight and people logistics, perfecting innovative ICT support systems (Information and Communication Technologies) and, specifically, the Intelligent Transport Systems for the transport logistics sector; • the sixth, aimed at training experts capable of analyzing and managing territorial information through innovative tools and methods of relief, mobile detection systems, techniques for monitoring the territory and remote sensing. The innovative features of the proposed curricula largely derive from the multidisciplinary perspective underlying the training project and from the opening of the Doctoral program to a plurality of diversified specialist skills. This corresponds to a need, expected to increase in the coming years, connected to the implementation of recent legislative provisions and guidelines, in the Community and national context. These are very topical issues, which are located both in the field of basic research and applied research and of which the scientific and industrial community of the sector recognizes the strategic importance for technological advancement.

CURRICULA

1. Ingegneria strutturale e geotecnica / Structural and geotechnical engineering
2. Ingegneria delle infrastrutture varie, geomatica e trasporti / Transportation infrastructures engineering and geomatics

TITOLI DI ACCESSO / ACCEPTED MASTER DEGREES

Master degree classes:

LM-4 Architettura e ingegneria edile-architettura
LM-4 c.u. Architettura e ingegneria edile-architettura (quinquennale)
LM-9 Biotecnologie mediche, veterinarie e farmaceutiche
LM-18 Informatica
LM-20 Ingegneria aerospaziale e astronautica
LM-21 Ingegneria biomedica
LM-22 Ingegneria chimica
LM-23 Ingegneria civile
LM-24 Ingegneria dei sistemi edilizi
LM-25 Ingegneria dell'automazione
LM-26 Ingegneria della sicurezza
LM-27 Ingegneria delle telecomunicazioni
LM-28 Ingegneria elettrica
LM-29 Ingegneria elettronica
LM-30 Ingegneria energetica e nucleare
LM-31 Ingegneria gestionale
LM-32 Ingegneria informatica
LM-33 Ingegneria meccanica
LM-34 Ingegneria navale
LM-35 Ingegneria per l'ambiente e il territorio
LM-40 Matematica
LM-48 Pianificazione territoriale urbanistica e ambientale
LM-53 Scienza e ingegneria dei materiali
LM-54 Scienze chimiche
LM-66 Sicurezza informatica
LM-69 Scienze e tecnologie agrarie
LM-70 Scienze e tecnologie alimentari
LM-73 Scienze e tecnologie forestali ed ambientali
LM-74 Scienze e tecnologie geologiche
LM-75 Scienze e tecnologie per l'ambiente e il territorio
LM-82 Scienze statistiche
4/S (specialistiche in architettura e ingegneria edile)
8/S (specialistiche in biotecnologie industriali)
10/S (specialistiche in conservazione dei beni architettonici e ambientali)
12/S (specialistiche in conservazione e restauro del patrimonio storico-artistico)
25/S (specialistiche in ingegneria aerospaziale e astronautica)
26/S (specialistiche in ingegneria biomedica)
27/S (specialistiche in ingegneria chimica)
28/S (specialistiche in ingegneria civile)
29/S (specialistiche in ingegneria dell'automazione)
30/S (specialistiche in ingegneria delle telecomunicazioni)
31/S (specialistiche in ingegneria elettrica)
32/S (specialistiche in ingegneria elettronica)
33/S (specialistiche in ingegneria energetica e nucleare)
34/S (specialistiche in ingegneria gestionale)
35/S (specialistiche in ingegneria informatica)
36/S (specialistiche in ingegneria meccanica)
37/S (specialistiche in ingegneria navale)
38/S (specialistiche in ingegneria per l'ambiente e il territorio)
45/S (specialistiche in matematica)
50/S (specialistiche in modellistica matematico-fisica per l'ingegneria)
54/S (specialistiche in pianificazione territoriale urbanistica e ambientale)
61/S (specialistiche in scienza e ingegneria dei materiali)
62/S (specialistiche in scienze chimiche)
82/S (specialistiche in scienze e tecnologie per l'ambiente e il territorio)
85/S (specialistiche in scienze geofisiche)
86/S (specialistiche in scienze geologiche)
91/S (specialistiche in statistica economica, finanziaria ed attuariale)
92/S (specialistiche in statistica per la ricerca sperimentale)

Lauree conseguite all'estero / Foreign Master Degrees

The Board of Examiners will decide the suitability of foreign Master Degrees for the only purpose of participating in the competition for admission to the doctorate.

WEB PAGE

<https://www.unipa.it/dipartimenti/ingegneria/dottorati/advancesinmodellinghealthmonitoringinfrastructuresgeomaticsgеоtеchnicshazardsengineeringstructurestransportationaimhighest>

AVAILABLE POSITIONS

n. 1 position funded by INPS

Ph.D. scholarships funded by INPS are reserved to the children or orphans of employees and retirees of the public administration enrolled in the "Gestione Unitaria delle Prestazioni Creditizie e Sociali" or retired users of the "Gestione Dipendenti Pubblici". Please use **Annex E** to apply for INPS Scholarships;

TEMATICA DI RICERCA PER POSTO FINANZIATO DALL' INPS

1.A - Definizione di algoritmi specifici di meccanica computazionale per l'ottimizzazione di parametri di processo di tecnologie produttive basate sulla Manifattura Additiva (AM) su polveri metalliche.

Tale ricerca è perfettamente inquadrata con la tematica "Additive Manufacturing" (AM) del piano nazionale di specializzazione intelligente 2014-2020 approvata dalla commissione europea nella parte che riguarda "Industria intelligente e sostenibile". Il progetto prevede una parte teorica, fondata sulle leggi trasporto frazionarie già sviluppate presso l'Università proponente, una parte sperimentale di prototipazione ed una parte di analisi in vitro mediante specifiche apparecchiature, tutte presenti presso l'Università proponente.

RESEARCH TOPIC FOR INPS SCHOLARSHIP

1.A - Definition of specific algorithms of computational mechanics for the optimization of process parameters of production technologies based on Additive Manufacturing (AM) on metal powders.

This research is perfectly framed with the theme "Additive Manufacturing" (AM) of the national plan for smart specialization 2014-2020 approved by the European commission in the part concerning "Smart and sustainable industry". The project includes a theoretical part, based on the fractional transport laws already developed at the proposing University, an experimental part of prototyping and a part of in vitro analysis using specific equipment, all present at the proposing University.

<p>TITOLO DI DOTTORATO (in italiano): CHEMICAL, ENVIRONMENTAL, BIOMEDICAL, HYDRAULIC AND MATERIALS ENGINEERING</p> <p>PHD TITLE CHEMICAL, ENVIRONMENTAL, BIOMEDICAL, HYDRAULIC AND MATERIALS ENGINEERING</p> <p>CUN AREAS 03 - Scienze chimiche 08b - Ingegneria civile 09 - Ingegneria industriale e dell'informazione</p>
<p>COORDINATORE / COORDINATOR Prof. Giorgio Domenico Maria Micale</p>
<p>PHD Headquarter Dipartimento di Ingegneria Università degli Studi di PALERMO</p>
<p>TEMATICHE DI RICERCA</p> <p>Le tematiche di ricerca affrontate nell'ambito del Dottorato di Ricerca in "Chemical, Environmental, Biomedical, Hydraulic and Materials Engineering" sono descritte qui di seguito.</p> <p>L'ingegneria chimica è una disciplina consolidata che si colloca all'interfaccia tra le scienze molecolari e l'ingegneria. Questa collocazione fa sì che il suo campo d'azione si estenda dalla scala molecolare (sub-nanometrica), alla scala nanometrica e micrometrica (materiali porosi, aggregati, particelle), a quelle delle apparecchiature di laboratorio e di impianto (delle dimensioni di centimetri o metri) fino alla meso-scala ambientale (decine di chilometri). Tradizionalmente legata alla produzione di combustibili e carburanti, prodotti derivati dalla raffinazione del greggio, la disciplina spazia oggi dalla creazione di prodotti di consumo, alle biotecnologie, alla microelettronica, ai materiali avanzati e alle applicazioni biomedicali, con un'attenzione particolare alla sostenibilità ambientale e alla sicurezza dei processi. La maggior parte di queste attività, e le pertinenti attività di ricerca, necessitano della collaborazione sinergica con i vicini settori dell'ingegneria meccanica, elettronica, dei materiali e della produzione, nonché con altre discipline scientifiche come l'informatica, la biologia o la medicina. Il campo estremamente vasto delle applicazioni potenziali, congiuntamente alla necessità di collaborazioni sinergiche con i citati settori dell'ingegneria, rende questa area di ricerca un pilastro del corso di dottorato ed un importante elemento di connessione tra le diverse aree.</p> <p>L'ingegneria dei materiali ha lo scopo di formare gli specialisti nel campo della scienza dei materiali e delle loro applicazioni, con particolare riferimento alle aree in cui sono richiesti materiali con funzioni o proprietà specifiche. Il programma di alta formazione e ricerca potranno riguardare aspetti di modellistica teorica ed aspetti tecnologico-applicativi ed approfondimenti sulle metodologie di sintesi o preparazione dei materiali; la loro caratterizzazione chimico-fisica, morfologica, elettrica, ottica e meccanica; l'invecchiamento, la degradazione o il riciclo; l'elaborazione dei dati; la biocompatibilità. Applicazioni mirate includono gli imballaggi; i rivestimenti, i materiali compositi ad alte prestazioni; i materiali e dispositivi per applicazioni biomediche; materiali attivi, sensibili agli stimoli e intelligenti; materiali per applicazioni fotovoltaiche ed elettroniche; materiali per preservare il patrimonio culturale. Particolare attenzione è rivolta alla determinazione delle relazioni tra la struttura, la lavorazione e le proprietà finali dei materiali, con l'obiettivo di ottimizzare il comportamento dei materiali in conformità alle esigenze applicative, e di determinare modelli descrittivi e predittivi delle loro principali caratteristiche.</p> <p>Idraulica e ingegneria ambientale. Gli argomenti coprono un'area molto ampia all'interno di tre settori disciplinari scientifici specifici (ICAR / 01 - Idraulica; ICAR / 02 - Costruzioni idrauliche e marittime e idrologia; ICAR / 03 - Ingegneria sanitaria-ambientale).</p> <p>All'interno di questi tre settori disciplinari scientifici, possono essere identificate tre aree principali: (i) meccanica dei fluidi ambientale e idraulica che studia gli aspetti fondamentali dei flussi ambientali e dei relativi processi di trasporto, come flusso a canale aperto, turbolenza, flussi stratificati, onde a superficie libera e dinamica del mare (studio delle interazioni tra moto d'acqua e strutture, protezione del letto, terrapieni e vegetazione);</p> <p>(ii) l'idrologia e la gestione del rischio di alluvione mirano a identificare i rischi di alluvione attuali e futuri attraverso l'analisi dei rischi di alluvione, le prestazioni delle difese e le conseguenze delle alluvioni. Le strategie di riduzione del rischio di alluvione, come gli interventi nei sistemi fluviali, l'allerta tempestiva e la gestione delle emergenze sono valutate attraverso strumenti e metodologie innovativi;</p> <p>(iii) l'ingegneria ambientale finalizzata all'analisi e alla modellizzazione dei processi tradizionali e innovativi di trattamento delle acque (depurazione delle acque e trattamento delle acque reflue), biorisanamento del suolo e delle acque sotterranee e gestione dei rifiuti solidi.</p> <p>L'importanza di queste problematiche è quindi estremamente ampia, come specificato nelle "Relazioni sullo stato dell'istruzione nei programmi di dottorato" a cura della CNVSU.</p> <p>Ingegneria Biomedica. Questo è un campo di ricerca in rapida crescita incentrato sulle esigenze di carattere ingegneristico provenienti dai settori delle scienze mediche. Tra gli obiettivi che si prefigge, quello di sviluppare materiali e dispositivi progettati per svolgere specifiche funzioni all'interno del corpo umano o nell'ambito di attività medico-chirurgiche di tipo preventivo, diagnostico, terapeutico, riabilitativo e di follow-up post-terapeutico. Dispositivi medici come valvole cardiache, fili di sutura, stent, impalcature per la rigenerazione dei tessuti, protesi, sistemi di</p>

veicolazione e rilascio controllato di farmaci, biosensori, cerotti intelligenti sono solo alcune delle applicazioni della ricerca nel settore. La comunità scientifica è estremamente interessata a questi temi di ricerca, come dimostrato non solo dall'elevato numero di prodotti di ricerca, ma anche dalla comparsa di nuove riviste specializzate nel settore. I gruppi di ricerca locali coinvolti nel corso di dottorato sono spesso impegnati in progetti congiunti università-industria finalizzati non solo alla ricerca scientifica ma anche alla prototipazione e all'applicazione industriale di dispositivi.

The research topics addressed in the context of the PhD in Chemical, Environmental, Biomedical, Hydraulic and Materials Engineering are described below.

Chemical engineering is a well established discipline at the interface between molecular sciences and engineering. Due to its nature, its action field spans over an extremely wide range of length scales, from molecular to micro scales and all the way up to process apparatus scale and even to environmental meso-scales. Traditionally linked to fuel combustion and energy systems, today's chemical engineers are more and more involved in the development of new consumer products, biotechnology, microelectronics, advanced materials and medicine, in addition to the traditional processing, energy and environment-protection fields, and with an increasing attention to process sustainability and safety. Most of these activities, as well as the relevant research developments, need to be carried out in synergistic collaboration with fellow engineering disciplines, such as mechanical, electronics, materials and production engineering, as well as with other scientific fields such as computer science, biology and medicine. The unusually wide range of innovation areas, in conjunction with the need for synergistic collaborations with other engineering fields, makes the Chemical Engineering Curriculum a perfect building-block for PhD Course and a glue that connects all the others.

Materials engineering aims to educate specialists in the field of materials sciences and applications, with particular reference to those areas in which materials are requested with specific advanced functions or properties. The learning program and the research activities of the students will range from theoretical-modeling aspects to the technological-applicative ones, with topics regarding the study of the synthesis, preparation and processing; physico-chemical, morphological, electric, optical and mechanical properties; aging, degradation and recycling characteristics; biocompatibility and data analysis. The aimed applications include: packaging; coatings; high performing materials and composites; materials and devices for biomedical applications; active, stimuli-responsive and smart materials; materials for photovoltaic and electronic applications; materials for preserving the cultural heritage. Particular attention is paid to determining structure-processing-property relationships, with the final aim to tune the behavior of the materials in accordance with the applicative needs, and elaborate descriptive and predictive models of their characteristics.

Hydraulics and Environmental Engineering. The subjects cover a very large area within three specific scientific disciplinary sectors (ICAR/01 - Hydraulics; ICAR/02 - Hydraulic Structures, Coastal Engineering and Hydrology; ICAR/03 - Sanitary and Environmental Engineering).

Within these three scientific disciplinary sectors, three main areas can be identified: environmental fluid mechanics and hydraulics which emphasizes fundamental aspects of environmental flows and related transport processes, such as open channel flow, turbulence, stratified flows, free-surface waves and sea dynamics (investigation of interactions between water motion and structures, bed protection, embankments and vegetation); hydrology and flood risk management aimed to identifying current and future flood risks through analysis of flood hazards, performance of defenses and flooding consequences. Flood risk reduction strategies, such as interventions in river systems, early warning and emergency management are assessed through innovative tools and methodologies; environmental engineering aimed to analyze and model traditional and innovative water treatment processes (water purification and sewage treatment), soil and groundwater bioremediation and solid waste management. The importance of these issues is therefore extremely wide, as specified in the "Reports on the state of education in doctoral programs" edited by the CNVSU.

Biomedical Engineering. This is a very fast growing research field focusing on the engineering needs originating from the medical science sectors. To this regard, the aim is to develop materials and devices designed to perform specific functions in the human body or to be used in medical interventions at all stages of care, including prevention, diagnosis, surgery, pharmacological treatment, rehabilitation and follow-up of care. Medical devices such as heart valves, suture threads, stents, scaffolds for tissue regeneration, prostheses, drug-delivery devices, biosensors, smart bandages are only some of the possible applications. The scientific community is extremely interested in this topic, as demonstrated not only by the high number of research products but also by the appearance of new specialized journals in the sector. The local research group has grasped the importance of deepening these issues and for some years has begun to devote ever greater human and financial resources thanks to funding obtained in joint university-industry projects aimed not only at scientific research but also at prototyping and industrial application of devices.

CURRICULA

1. Chemical, Biomedical and Materials Engineering
2. Hydraulic and Environmental Engineering

TITOLI DI ACCESSO / ACCEPTED MASTER DEGREES

Master degree classes:

LM-4 Architettura e ingegneria edile-architettura

LM-4 c.u. Architettura e ingegneria edile-architettura (quinquennale)

LM-6 Biologia
 LM-7 Biotecnologie agrarie
 LM-8 Biotecnologie industriali
 LM-9 Biotecnologie mediche, veterinarie e farmaceutiche
 LM-13 Farmacia e farmacia industriale
 LM-17 Fisica
 LM-18 Informatica
 LM-20 Ingegneria aerospaziale e astronautica
 LM-21 Ingegneria biomedica
 LM-22 Ingegneria chimica
 LM-23 Ingegneria civile
 LM-24 Ingegneria dei sistemi edilizi
 LM-25 Ingegneria dell'automazione
 LM-26 Ingegneria della sicurezza
 LM-27 Ingegneria delle telecomunicazioni
 LM-28 Ingegneria elettrica
 LM-29 Ingegneria elettronica
 LM-30 Ingegneria energetica e nucleare
 LM-31 Ingegneria gestionale
 LM-32 Ingegneria informatica
 LM-33 Ingegneria meccanica
 LM-34 Ingegneria navale
 LM-35 Ingegneria per l'ambiente e il territorio
 LM-40 Matematica
 LM-44 Modellistica matematico-fisica per l'ingegneria
 LM-53 Scienza e ingegneria dei materiali
 LM-54 Scienze chimiche
 LM-69 Scienze e tecnologie agrarie
 LM-70 Scienze e tecnologie alimentari
 LM-71 Scienze e tecnologie della chimica industriale
 LM-73 Scienze e tecnologie forestali ed ambientali
 LM-75 Scienze e tecnologie per l'ambiente e il territorio
 4/S (specialistiche in architettura e ingegneria edile)
 6/S (specialistiche in biologia)
 7/S (specialistiche in biotecnologie agrarie)
 8/S (specialistiche in biotecnologie industriali)
 9/S (specialistiche in biotecnologie mediche, veterinarie e farmaceutiche)
 14/S (specialistiche in farmacia e farmacia industriale)
 20/S (specialistiche in fisica)
 23/S (specialistiche in informatica)
 25/S (specialistiche in ingegneria aerospaziale e astronautica)
 26/S (specialistiche in ingegneria biomedica)
 27/S (specialistiche in ingegneria chimica)
 28/S (specialistiche in ingegneria civile)
 29/S (specialistiche in ingegneria dell'automazione)
 30/S (specialistiche in ingegneria delle telecomunicazioni)
 31/S (specialistiche in ingegneria elettrica)
 32/S (specialistiche in ingegneria elettronica)
 33/S (specialistiche in ingegneria energetica e nucleare)
 34/S (specialistiche in ingegneria gestionale)
 35/S (specialistiche in ingegneria informatica)
 36/S (specialistiche in ingegneria meccanica)
 37/S (specialistiche in ingegneria navale)
 38/S (specialistiche in ingegneria per l'ambiente e il territorio)
 45/S (specialistiche in matematica)
 50/S (specialistiche in modellistica matematico-fisica per l'ingegneria)
 61/S (specialistiche in scienza e ingegneria dei materiali)
 62/S (specialistiche in scienze chimiche)
 77/S (specialistiche in scienze e tecnologie agrarie)
 78/S (specialistiche in scienze e tecnologie agroalimentari)
 81/S (specialistiche in scienze e tecnologie della chimica industriale)
 82/S (specialistiche in scienze e tecnologie per l'ambiente e il territorio)

Lauree conseguite all'estero / Foreign Master Degrees.

The Board of Examiners will decide the suitability of foreign Master Degrees for the only purpose of participating in the competition for admission to the doctorate.

WEB PAGE

<https://www.unipa.it/dipartimenti/ingegneria/dottorati/chemicalenvironmentalbiomedicalhydraulicandmaterialsengineering>

AVAILABLE POSITIONS.

n. 1 position funded by INPS

Ph.D. scholarships funded by INPS are reserved to the children or orphans of employees and retirees of the public administration enrolled in the "Gestione Unitaria delle Prestazioni Creditizie e Sociali" or retired users of the "Gestione Dipendenti Pubblici". Please use **Annex E** to apply for INPS Scholarships;

ARGOMENTO DI RICERCA PER POSTO CON BORSA FINANZIATO DALL' INPS

La ricerca proposta ha l'obiettivo di mettere a punto un metodo per individuare la presenza di marine litter, in particolare di plastiche, al fine di valutarne gli impatti ambientali in mare. L'elevata produzione di materiali plastici ed il loro scorretto smaltimento sono infatti causa di un notevole inquinamento che ha effetti deleteri sia nei confronti delle specie marine che dell'uomo stesso.

Studi scientifici dimostrano che le plastiche in mare sono soggette a frammentazione, causata dalla concomitanza di fattori fisici come l'azione eolica, solare e del moto ondoso. Esse vengono quindi classificate in funzione della loro dimensione in "macroplastiche", "microplastiche", e "nanoplastiche". Durante il periodo di permanenza in acqua, i polimeri plastici rilasciano nell'ambiente gli additivi ed i coloranti di cui sono composti; molti di questi additivi sono tossici sia per gli organismi marini che per l'uomo e possono causare danni di diversa entità.

Oltre al rilascio di sostanze, è dimostrato che le materie plastiche adsorbono le sostanze nocive (come in idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e i metalli) presenti nelle acque in elevate quantità.

L'impatto che le materie plastiche hanno sulle specie marine è connesso alle loro dimensioni, infatti, mentre le prime possono causare un intrappolamento di tartarughe, pesci etc., le microplastiche e le nanoplastiche possono essere ingerite in quanto divenute biodisponibili.

RESEARCH TOPIC FOR INPS SCHOLARSHIP

The proposed research aims to develop a method for identifying the presence of marine litter, in particular plastics, in order to assess their environmental impacts at sea. The high production of plastic materials and their incorrect disposal are in fact the cause of considerable pollution that has deleterious effects both on marine species and on man himself.

Scientific studies show that plastics in the sea are subject to fragmentation, caused by the concomitance of physical factors such as wind, solar and wave action. They are then classified according to their size into "macroplastics", "microplastics", and "nanoplastics". During the period of stay in water, the plastic polymers release the additives and dyes of which they are composed into the environment; many of these additives are toxic to both marine organisms and humans and can cause damage of varying degrees.

In addition to the release of substances, plastics have been shown to adsorb harmful substances (such as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and metals) present in water in high quantities.

The impact that plastics have on marine species is related to their size, in fact, while the former can cause entrapment of turtles, fish etc., microplastics and nanoplastics can be ingested as they have become bioavailable.

<p>TITOLO DI DOTTORATO (in italiano): DINAMICA DEI SISTEMI</p> <p>PHD TITLE SYSTEM DYNAMICS</p> <p>AREE CUN 12 - Scienze giuridiche 13b - Scienze economico-aziendali 14 - Scienze politiche e sociali</p>
<p>COORDINATORE / COORDINATOR Prof. Antonello Miranda</p>
<p>PHD Headquarter Dipartimento di Scienze Politiche e delle Relazioni Internazionali Università degli Studi di PALERMO</p>
<p>TEMATICHE DI RICERCA</p> <p>Il programma di dottorato in “Dinamica dei sistemi” si fonda su un approccio multidisciplinare integrato. Tale approccio mira a sviluppare delle capacità di ricerca-intervento che consentano allo studente di acquisire una “chiave di lettura” sulle relazioni tra le dinamiche fenomeniche osservate in diverse fattispecie nei sistemi sociali e le strutture causali ad esse sottostanti. Questa “chiave di lettura” si incentra sull’utilizzo di una metodologia denominata “dinamica dei sistemi” (System Dynamics). Detta metodologia consente allo studente di acquisire capacità di analisi-diagnosi che si prestino a supportare i processi di comunicazione, di apprendimento, di allineamento e miglioramento dei modelli mentali e l’adozione di sistemi normativi, di regole e strumenti decisionali, tali da condurre alla formulazione di politiche “sostenibili”, nel tempo e nello spazio. Ovvero, tali da non migliorare soltanto i risultati nel breve ma anche nel lungo termine; e altresì tali da rendere la soluzione dei problemi compatibile con i risultati connessi ad altri ambiti problematici affini.</p> <p>Il programma di dottorato, in tal modo, forma una nuova figura professionale: quella del “facilitatore” dei processi di apprendimento e dei processi decisionali che coinvolgono diversi attori sociali chiamati a rispondere a problemi sistemici e “globali”; problemi che non si prestano ad un approccio settoriale, mono-disciplinare e statico. Tra questi problemi, un ruolo particolare è occupato da quelli che la letteratura ha definito come wicked problems, cioè da quelle tematiche multiforini nel tempo e nello spazio che – specialmente oggi – pongono alla società e alle sue istituzioni delle sfide senza precedenti. Ad esempio: la regolazione dei flussi migratori, il terrorismo, la globalizzazione dei mercati, l’invecchiamento della popolazione, la prevenzione e il controllo del crimine, il miglioramento della qualità della vita nelle aree urbane metropolitane e nelle periferie, la salute, l’inquinamento, i disastri naturali, la marginalizzazione sociale.</p> <p>Particolarmente nell’ultimo decennio, specialmente le dinamiche generate da questa ‘famiglia’ di problemi hanno dimostrato l’imprevedibilità dei fenomeni ai quali una pluralità di decisori operanti in diverse istituzioni è chiamata a fornire delle risposte. In tale contesto, i modelli interpretativi, le regolamentazioni, i processi e gli strumenti decisionali tradizionali si sono rivelati obsoleti. Tali approcci al governo e alla formulazione delle decisioni tendono, per la più parte, ad essere caratterizzati da una prospettiva statica (cioè, tale da non considerare il peso della variabile “tempo” e le implicazioni di “trade-off” che da questo discendono), settoriale (cioè, mono-disciplinare), e atomistica (cioè, tale da frazionare il governo nel solo alveo delle politiche e delle decisioni formulate nell’ambito di singole istituzioni o di singole componenti di una istituzione, perdendo così di vista la prospettiva del sistema sottostante ai problemi stessi). Un esempio, al riguardo, è fornito dalle politiche di risanamento finanziario che, in diversi paesi del mondo, le amministrazioni di Comuni capoluogo di aree urbane metropolitane hanno adottato. Nell’intento di recuperare livelli efficienza nella spesa pubblica, e di ripristinare un equilibrio nei bilanci comunali, tali politiche sono state talvolta incentrate sulla adozione di “tagli trasversali” nella stessa, e specialmente nella contrazione delle c.d. “spese per lo sviluppo” (come ad esempio quelle per le infrastrutture, per il verde pubblico, per l’assistenza sociale, per la prevenzione dei rischi). Tale politica ha gradualmente condotto ad un peggioramento della “qualità della vita” e dell’attrattività dei territori presidiati da tali Comuni, dando così luogo ad ulteriori problemi finanziari per l’amministrazione finanziaria di tali istituzioni.</p> <p>Nella prospettiva descritta, determinati ambiti decisionali riguardanti il settore pubblico, e tradizionalmente identificati in modo univoco con riferimento all’autorità e alla responsabilità di specifiche istituzioni o agenzie – come, ad esempio, per quanto concerne le infrastrutture, l’istruzione, i trasporti, lo smaltimento dei rifiuti, la valorizzazione dei beni culturali – non si prestano oggi a questa visione atomistica. La necessità di un più forte coordinamento tra istituzioni e decisori pubblici e, tra questi, e istituzioni private (es: imprese, associazioni non profit, famiglie) richiede la formulazione e attuazione di politiche che derivino da una visione condivisa della struttura causale sottostante ai problemi da affrontare. Tale coordinamento implica pure la ricerca di una maggiore capacità di attuazione delle politiche pubbliche e di valutazione del loro impatto. Si tratta, dunque, di un coordinamento inteso sia in senso “verticale” che “orizzontale”, volto a superare barriere distorsive di diversa natura (politica, amministrativa, di regolamentazione, di linguaggio, culturali, professionali).</p> <p>Il processo di apprendimento strategico che può supportare il cambiamento descritto costituisce la chiave attraverso la quale l’approccio della “dinamica dei sistemi” offre il concreto vantaggio per una evoluzione delle conoscenze e delle pratiche applicative in un’ottica interdisciplinare.</p> <p>Sebbene le decisioni volte a fornire una risposta a tali problematiche non possano che essere formulate nell’ambito di singole istituzioni che si avvalgono di specifiche competenze e professionalità, oggi queste devono sempre più discendere da una governance collaborativa che presuppone la capacità dei decisori di combinare una visione macro con una visione micro, con riferimento alla chiave di lettura dei fenomeni analizzati. Questa prospettiva, attraverso</p>

l'analisi delle relazioni di feedback tra struttura e dinamica dei sistemi, è tale da favorire un migliore allineamento tra sistema giuridico-istituzionale, sistema socio-politico e culturale, e sistema manageriale, tale da sostenere un miglioramento delle prestazioni che guardi anche agli outcome, e non soltanto agli output o ai presupposti formali sottostanti alle azioni intraprese da ciascun decisore.

Sulla base di questi presupposti metodologici, il programma di dottorato si articola su due curricula tra loro collegati, cioè:

- Modelli per il miglioramento della performance nel settore pubblico (curriculum interamente in lingua inglese, "Based Public Planning, Policy Design and Management", e a doppio titolo con la Università Tadeo Lozano di Bogotá, Colombia, e con il supporto didattico della Università di Bergen, Norvegia);
- Dinamica dei sistemi giuridico-sociali.

The PhD program in "System Dynamics" is a Doctoral program which holds two curricula: (1) Model Based Public Planning, Policy Design and Management, an international curriculum in English, run by the University of Palermo (Italy) in collaboration with the University Jorge Tadeo Lozano of Bogotá – Colombia, with the educational support of the University of Bergen - Norway); (2) Social Science Path.

The international curriculum also awards students with a double degree within a framework of a co-tutelle agreement between the University of Palermo and the foreign partner Universities. In particular, the main aim of the curricula in Model Based Public Planning, Policy Design and Management is to prepare students for research and teaching in the area of public and private sector growth planning and crisis management, by using a dynamic performance management approach. Such an expertise will allow students to make strategic analysis and diagnosis, leading to plan strategies aimed at counteracting weak signals of crisis and foster a continuous improvement of processes, both from a qualitative and quantitative perspective. This expertise is gained through a systemic view of relevant variables pertaining to the policy problem.

The Doctoral program is specifically oriented to public and private sector participants aiming at:

- starting a career in Universities and Research institutions, or even in "think tanks" involved in organizations analysis;
- working in Public Administration (ranging from Governmental Institutions, Counties, Municipal administrations, Public utilities, Health care organizations, etc.);
- working in Private Sectors;
- supporting, as consultants, organizations' decision makers in better assessing the quality and sustainability of their policies and strategies.

The PhD program consists of three academic years, during which students will attend seminars, lectures, focused modelling and simulation sessions, class discussion sessions, computer based training sessions. The teaching strategy will be based on the active participation of students and on the need to increase their attitudes to frame a scientific problem, develop research hypotheses, implement proper research methodologies to test them, and evaluate results. The PhD program adopts a methodological framework that combines System Dynamics modelling with Planning & Control systems to support decision-makers (politicians and managers) in managing and assess organizational performance, as well as to foster sustainable growth and monitor crisis prevention.

As for the curricula in Social Science, legal and markets globalization, multiculturalism, migrations flows, the crisis of the traditional division between public and private spheres, the disaggregation and reconstruction of the municipal scheme of the sources of law are all phenomenon that profoundly and pervasively affect the mutation and evolution of legal, political and economic systems putting at stake traditional and well rooted categories. Considered that, some critical question points do appears crucial for tackling and understanding (also in a predictable way) the continuous mutation of systems: What processes may describe how a legal-political system changes over time? Are such processes deliberate or gradual? Why such changes occur? Who are the actors of such changes? What levers do such actors have to act on the changes in legal systems? How to assess the quality of a legal system and its ability to well perform over time, to generate outcomes for a community? What are the drivers of such outcomes? The Social Science Path of the Phd program in System Dynamics will be focused on the following areas 1. Comparative law methodology; 2. Comparative methods in political and social research; 3. Regulation: Strategies and Enforcement; 4. Mutation of systems at national level; 5. Mutation of systems at international level; 6. Mutation of systems at global level; and 7. Legal and commercial English.

CURRICULA:

1. Modelli per il miglioramento della performance nel settore pubblico / Model Based Public Planning, Policy Design and Management
2. Dinamica dei sistemi giuridico-sociali / Social Science Path

TITOLI DI ACCESSO / ACCEPTED MASTER DEGREES

LM-56 Scienze dell'economia
LM-63 Scienze delle pubbliche amministrazioni
LM-76 Scienze economiche per l'ambiente e la cultura
LM-77 Scienze economico-aziendali
LM-81 Scienze per la cooperazione allo sviluppo
LM-82 Scienze statistiche
LM-90 Studi europei
22/S (specialistiche in giurisprudenza)
34/S (specialistiche in ingegneria gestionale)
60/S (specialistiche in relazioni internazionali)
64/S (specialistiche in scienze dell'economia)
70/S (specialistiche in scienze della politica)

71/S (specialistiche in scienze delle pubbliche amministrazioni)
83/S (specialistiche in scienze economiche per l'ambiente e la cultura)
84/S (specialistiche in scienze economico-aziendali)
88/S (specialistiche in scienze per la cooperazione allo sviluppo)
99/S (specialistiche in studi europei)

Lauree conseguite all'estero / Foreign Master Degrees.

The Board of Examiners will decide the suitability of foreign Master Degrees for the only purpose of participating in the competition for admission to the doctorate.

WEB PAGE

<http://ced4.com/education/ph-d-program/>

AVAILABLE POSITIONS

n. 1 position funded by INPS

Ph.D. scholarships funded by INPS are reserved to the children or orphans of employees and retirees of the public administration enrolled in the "Gestione Unitaria delle Prestazioni Creditizie e Sociali" or retired users of the "Gestione Dipendenti Pubblici". Please use **Annex E** to apply for INPS Scholarships;

ARGOMENTO DI RICERCA PER POSTO CON BORSA FINANZIATO DALL' INPS

L'attività di ricerca verterà sul futuro dei sistemi previdenziali in Europa del Sud in tempi di crisi economico-finanziaria e emergenza Covid-19, alla luce del binomio solidarietà intergenerazionale-sostenibilità del debito pubblico.

In particolare, il lavoro di ricerca – alla luce delle variabili normative ed economico-politiche – dovrà verificare se i sistemi di welfare dei paesi sud-europei siano in grado di coniugare efficacemente il contenimento della spesa pubblica per le prestazioni previdenziali correnti con la sostenibilità dei trattamenti pensionistici delle generazioni future. L'attività di ricerca analizzerà le riforme legislative dei sistemi pensionistici sud-europei – Italia, Spagna, Grecia e Portogallo – succedutesi nell'ultimo decennio, come riflesso della crisi economico-finanziaria e degli strumenti normativi della New European Economic Governance (Trattato sul Fiscal Compact, Euro-plus Pact, Six Pack e Two Pack Regulation, Memorandum of Understandings, Metodo Aperto di Coordinamento e Semestre Europeo). Particolare attenzione verrà prestata alla giurisprudenza delle corti costituzionali e sovranazionali sul punto, e alle prassi e circolari amministrative dei quattro paesi sul processo di implementazione delle riforme.

La metodologia prescelta sarà di tipo integrato e interdisciplinare: l'analisi delle riforme terrà conto non solo dei dati normativi e giurisprudenziali, ma anche delle dinamiche macro-economiche del contesto sud-europeo e del processo di integrazione politica dell'Unione Europea in chiave storico-politica.

Con riferimento alla valorizzazione dei risultati della ricerca, il dottorando sarà supportato dal tutor e dal collegio dei docenti, oltre che nella individuazione di conferenze e workshop nazionali/internazionali nei quali presentare il lavoro di ricerca, nella predisposizione di report e articoli da sottoporre per la pubblicazione a riviste specializzate, ciò anche con l'obiettivo di assicurare la tutela della proprietà intellettuale. A tal fine, appare utile menzionare che l'ateneo è dotato di uno specifico ufficio "Settore Rapporti con le imprese Terza missione" che valorizza i risultati della ricerca attraverso il deposito e il mantenimento dei brevetti.

RESEARCH TOPIC FOR INPS SCHOLARSHIP

The research activity will focus on the future of social security systems in Southern Europe in times of economic and financial crisis and the Covid-19 emergency, in light of the combination of intergenerational solidarity and public debt sustainability.

In particular, the research work - in the light of the regulatory and economic-political variables - will have to verify whether the welfare systems of southern European countries are able to effectively combine the containment of public spending for current social security benefits with the sustainability of pension treatments for future generations. The research activity will analyze the legislative reforms of the Southern European pension systems - Italy, Spain, Greece and Portugal - which have occurred over the last decade, as a reflection of the economic-financial crisis and the regulatory instruments of the New European Economic Governance (Treaty on Tax Compact, Euro-plus Pact, Six Pack and Two Pack Regulation, Memorandum of Understandings, Open Method of Coordination and European Semester). Particular attention will be paid to the jurisprudence of the constitutional and supranational courts on this point, and to the administrative practices and circulars of the four countries on the reform implementation process.

The chosen methodology will be of an integrated and interdisciplinary type: the analysis of the reforms will take into account not only the regulatory and jurisprudential data, but also the macro-economic dynamics of the Southern European context and the process of political integration of the European Union in a historical key. -policy.

With reference to the enhancement of the research results, the doctoral student will be supported by the tutor and the teaching staff, as well as in the identification of national / international conferences and workshops in which to present the research work, in the preparation of reports and articles to be submitted for the publication in specialized journals, also with the aim of ensuring the protection of intellectual property. To this end, it is useful to mention that the university has a specific "Business Relations Sector Third Mission" office which enhances the results of research through the filing and maintenance of patents.

<p>TITOLO DI DOTTORATO (in italiano): INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES</p> <p>PHD TITLE INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES</p> <p>CUN AREAS 01- Scienze matematiche e informatiche 02 - Scienze fisiche 09 - Ingegneria industriale e dell'informazione</p>
<p>COORDINATORE / COORDINATOR Prof.ssa Ilenia Tinnirello</p>
<p>PHD Headquarter Dipartimento di Ingegneria Università degli Studi di PALERMO</p>
<p>TEMATICHE DI RICERCA</p> <p>In the following we present a non-exhaustive list of possible research themes related to the PhD Program on ICT, which also takes into account some of the research projects involving the professors of the Doctoral Board.</p> <p><i>Artificial intelligence and Big Data</i> Artificial intelligence AI for Health NLP for sentiment analysis and opinion mining in social media Big Data architectures in support of innovative Machine Learning paradigms Decision support for Precision Medicine and Social Advertising Human-robot teaming interaction. ROBOT consciousness Computer Vision based on Deep Learning for Surveillance and Profiling Applications Computer Vision Techniques for the Analysis of Images and Videos Big Data for Smart Urbanism and healthcare</p> <p><i>Network technologies and protocols</i> Cybersecurity Wireless software defined networks Emerging Wireless Technologies and Beyond 5G Internet of Things Distributed and Mobile Edge Computing Information-Theoretic Analysis of Complex Systems and Dynamical Networks</p> <p><i>Materials, Processes and Devices</i> Biomaterials and biomedical applications Development of biodegradable microfluidic chips from Poly-lactic acid for clinical point-of-care applications Advanced light management for high efficiency solar cells Growth of Materials in Nanostructured Form for Optoelectronics Applications Hybrid organic-inorganic white light-emitting diodes (HWLEDs) Materials and Devices with Memristive Properties Design and development of W-Band Traveling Wave Tube for New 5G/6G High-Capacity Networks Design of high current density cathodes Novel Nanoplasmonic Devices for Spectroscopy and Nonlinear Optics Design and development of nanosensors based on plasmonic nanoantennas Energy autonomous wireless smart systems based on energy harvesting and wireless power transfer. Development of advanced computational tools for process engineering Devices based on 2D/Layered materials</p> <p><i>Quantum information and technologies</i> Quantum Resources of Composite Open Quantum Systems for Applications in Quantum Information Terahertz quantum cryptography Optical source for the generation of quantum cluster states</p> <p><i>Sensors and signal processing for biomedical applications</i> Metrology for Industry 4.0 and IoT Multivariate Time series Analysis for the Assessment of Healthy and diseased Physiological States Computational Neuroscience and Neural Signal Processing Multisensor acquisition system for assessment of cardiovascular parameters Advanced bio-electromagnetic numerical modelling and ICT for human brain research</p>

Unmanned vehicles and control

Unmanned Aerial Vehicles/ Unmanned Ground Vehicles cooperation for object manipulation
Guidance, Navigation and Control system of Unmanned Air Vehicles
Control Strategies for Nonlinear Systems subject to Constraints

ICT for energy and environmental monitoring

ICT for smart cities based on connection of information, resources and cycles for a new intelligent urban metabolism
Building as element of the smart city/smart grid networks

Descrizione dettagliata delle tematiche di ricerca

Artificial intelligence and Big Data

Artificial intelligence

Artificial Intelligence (AI), through its remarkable scientific results, permeates each area of modern societies, from users' daily life, to most innovative sectors of the productive world. Nevertheless, AI is still characterized by several open research topics, in particular concerning the unification of the different AI-related research fields, e.g., symbolic AI, machine/deep learning, planning, multi-agent systems, natural language processing, computer vision, cyber-physical systems and Internet of Things (IoT). In this context, a comprehensive open challenge of AI is the design of intelligent and autonomous agents, which integrate learning and reasoning algorithms with the capability of interacting with the users while also perceiving sensory information.

AI for Health

This research activity involves three different aspects. Deep Learning architectures are investigated for both drug discovery and semantic segmentation of CT/MR/PET volumes. Drug discovery is addressed in the Virtual Screening (VS) stage where many candidate molecules extracted from either public chemical databases or enterprise private repositories have to be processed to choose the most bioactive compounds with respect to some protein target. Currently, classification of compounds with respect to the whole Kinase family is studied as these targets play a crucial role in cell subdivision thus being potentially optimal targets for anti-cancer drugs. Recently, an analogous approach is being developed for drug repurposing against COVID-19 as an activity that is carried out inside the Task Force anti COVID set up by the CLAIRE AI European network of excellence. Multi-modality volume segmentation is aimed mainly at head-neck tumors isolation using only PET images. This is a relevant task when trying to select the exact target for radiotherapy, while avoiding to hit sane tissues. Even if many devices exist that are registered CT/PET the CT information is not so useful due to the high difference in spatial resolutions of the two scans so PET segmentation alone is of interest. Finally, smart user interfaces for PACS viewers are investigated as a decision support system aimed at reducing the cognitive overload in the radiologist through displaying just the GUI tools that are the most suited to the study under investigation. Here, the DICOM data related to the body part, the imaging modality, and the first diagnosis are used as a key in a knowledge base, which codes the diagnostic process in terms of the correct imaging process to be adopted for supporting diagnosis. The resulting widgets are displayed in the GUI. The whole framework can be integrated seamlessly in the Hospital PACS as well as a suitable add on for offline workstations used in second opinion.

NLP for sentiment analysis and opinion mining in social media

The research activity in this scenario is aimed at developing lightweight word embeddings that are strictly focused to sentiment analysis tasks for either Italian or other languages. The main applications are sentiment analysis for assessing the degree of satisfaction after visiting a cultural site, and hate speech detection from Facebook/Twitter. State-of-the-art multi-language deep word embeddings like BERT are very huge to be trained from a computational point of view, and their generality can make their performance decreasing in particular tasks where the language model is very tricky, including emoticons, non-grammatical phrases, multi-word hashtags, and so on. We propose small and explainable deep learning architectures where the language model is taken into account explicitly.

Big Data architectures in support of innovative Machine Learning paradigms

The research activity in this scenario is oriented to leverage the features of current Big Data infrastructures to pursue both MEC and FML computation schemes. As regards MEC, an extended YARN resource manager architecture is being studied to cope with both 5G base stations and devices, taking into account explicitly node faults due to fluctuations in the radio link strength, or a node shutdown. As regards FML, the Big Data infrastructure will provide its partitioning features on data to prevent them from moving around the cloud, while a centralized learning manager will control the training process on fine grained data chunks at each node.

Decision support for Precision Medicine and Social Advertising

This research direction deals with the design and development of software systems and platforms for decision making in different application contexts, such as Precision Medicine and Social Advertising. The research includes both more general issues, incurring from automatic approaches to help individuals and organizations make choices and take decisions, and more specific aspects, characterizing the application scenario under consideration. In particular, optimization and multi-criteria techniques relying on big data analytics, data mining and artificial intelligence algorithms are at the basis of this study, as well as both formal and practical approaches for complex and heterogeneous data integration. As for the application contexts, we mention as possible examples decision support to identify the most suitable therapies for categories of patients, or users for the distribution of advertisement campaigns.

Human-robot teaming interaction.

Robots involved in collaborative and cooperative tasks with humans cannot be programmed in all their functions. They are autonomous entities acting in a dynamic and often partially known environment. How to interact with the humans and the decision process are determined by the knowledge on the environment, on the other and on itself. Also, the level of trust that each member of the team places in the other is crucial to creating a fruitful collaborative relationship. We hypothesize that one of the main components of a trustful relationship resides in the self-modeling abilities of the robot. This research activity is devoted to design and develop systems able to accomplish a goal in a team with a human, to create a model of the "self", of the environment and own capabilities to lead the robot's decision and planning process and to develop trust models for the human-robot interaction.

ROBOT consciousness

The primary objective of the research field is aimed at creating a new generation of conscious robots with powerful perceptual and cognitive skills, able to learn by interacting with people and with the external environment and driven by motivations and emotions. The main research areas consist in: robot models of consciousness inspired from Neuroscience and Cognitive Science; robot models of emotions and motivations; perception and actuator systems for conscious robots; evaluation of trust in conscious robots in everyday life; formal methodologies for conscious robots' software; assessments methods of conscious robots.

Computer Vision based on Deep Learning for Surveillance and Profiling Applications

In our society, detection and tracking of individuals by video cameras are more and more used in many circumstances of everyday life. Main applications are for surveillance in critical environments where it is of primary relevance for security to understand who is doing what and check whether this is a normal or abnormal behaviour. Applications of profiling are also increasingly used in other day-life contexts to improve the quality of visiting - for example understanding the interests of a tourist - or to provide suggestions based on recent choices, activities and visited locations. We aim at using Computer Vision and AI to perform re-identification inside the monitored scene and track people to understand their interests, detect and classify their behaviour, and, finally, analyse their reactions to the suggestions provided by the system. We also aim to verify the extent to which Computer Vision based on deep learning and AI can support the derivation of individual profiles in a privacy-respectful way.

Computer Vision Techniques for the Analysis of Images and Videos

Computer vision techniques focus on the understanding of the visual content in images. The field has grown rapidly over the last few years, especially due to the adoption of deep learning techniques. Computer Vision enables the development of autonomous cars, smart buildings, augmented reality tools, surveillance applications, recommender systems, etc. Our main interest is the development of novel techniques for image classification, object detection and classification, content-based image retrieval, automatic image organisation, automatic image captioning tools and, more in general, for the extraction of any relevant content from a given scene acquired from either perspective or panoramic (360°) cameras. Of special interest are also the detection of humans, their body pose, and their face to be able to study their movements, gestures and face expressions/emotions. Computer vision techniques are also used for video analysis. In this case, the temporal evolution of features extracted by images are useful for understanding the video content. Our main interest is the development of content-based video retrieval tools, video summarisation techniques, automatic video description tools, event detection and classification, object/people visual tracking, and VR synthesis from 360° videos. Finally, we are also interested in the development of techniques for camera networks where multiple cameras are used to monitor the scene. Here, the research interest concerns the placement and management of the camera network to cover the whole scene, and in solving the camera hand-off problem to guarantee a continuous object tracking by means of the spatial relationships between the cameras' fields of view. Optimal placement of 360° cameras for full VR synthesis is also studied in this respect.

Big Data for Smart Urbanism and healthcare

In the past decades a data explosion has occurred causing the new phenomena of "big data", that is, the generation of enormous, varied, dynamic, and interconnected datasets coming from different contexts. Cities and citizens play a key role in the production of such data, that can be used themselves to re-imagine and regulate the urban life, by transforming the knowledge and governance of cities in order to provide much more sophisticated, wider-scale, finer-grained, real-time understanding and control of urbanity. Suitable data modelling, organization and management are needed to this aim, and the usage of advanced technologies is required as well. In this scenario, frameworks such as Apache Hadoop and Spark, NoSQL databases and Data Warehousing, became the standard de facto in order to guarantee efficiency and to allow the processing of huge amounts of data. On the other hand, data compression plays a fundamental role, since for many applications data need to be processed in real time. We intend to design efficient algorithms and novel methodologies for the analysis of big data in the context of smart urbanism and healthcare, including the management of complex networks and large sets of sequences, the proposal of advanced techniques for data integration and the performance evaluation of existing/novel algorithms when they are implemented by using big data technologies.

Network technologies and protocols

Cybersecurity

In recent years, the concept of security has constantly, and drastically, evolved from the physical world towards the cyberspace. This is mainly due to the widespread diffusion of the internet and its services, as well as the huge availability of connected devices that have implicitly provided malicious users with a variety of exploitable vulnerabilities. In this context, cyber security research focuses on novel techniques aimed to prevent and discourage attacks on digital data

stored in any kind of IT system, from users' personal devices to critical cyber infrastructures. In this context, several research topics are today under investigation, ranging from new cryptographic techniques, to the most complex distributed applications running on the Internet.

Wireless software defined networks

The concept of software defined networks has attracted many research interests in the last years, due to the possibility to work on vendor-independent abstractions and configuration interfaces of network nodes, and centralized views of the network which simplify network configuration. The application of these principle to wireless networks is still not consolidated, because of different technical problems: i) radio nodes cannot be considered as simple forwarding elements, being the concept of wireless links and network topology different from the wired case and affected by interference and mobility; ii) radio control networks, for infrastructure-less sensor or ad-hoc networks are not reliable and require to deal with innovative forms of control models and information aggregation. Therefore, it is interesting to investigate on radio programming models, network-level abstractions, context-aware intelligence, centralized/distributed tradeoffs for resource allocations, etc., as well as innovative applications of wireless technologies for environmental monitoring.

Emerging Wireless Technologies and Beyond 5G

Towards the 5G era, new technologies have been designed for dealing with a better use of scarce spectrum resources and energy, according to the specific application and traffic scenarios. Among these technologies, sub-GHz networks for low-energy long distance links (e.g. LoRa technology), mmwave networks with programmable antennas for high-bandwidth links, full-duplex radio, agile radio, and so on, are proposing specific advances on the physical layer capabilities, that are often not fully exploited by the higher layers protocols and especially by the MAC protocols. Moreover, new paradigms are emerging for transforming the networks from application-agnostic data pipes to application-friendly intelligent distributed computing systems. The connect-compute paradigm is hailed by its agility and self-learning capacity to adapt not only to today's network heterogeneity, but also to future service evolutions as well as to societal constraints (consider for example the impact of disruptive legislation, e.g., GDPR).

Internet of Things

Connected smart objects have invaded our everyday life across multiple domains, e.g. home with automation solutions, assisted living with sensors and wearables to monitor personal activities, smart transportation and environmental monitoring. IoT is evolving around a plethora of vertically isolated platforms, each specifically suited to given scenarios and often adopting non-standard, sometimes fully proprietary, protocols to control the variety of sensors, actuators and communication elements. Important research aspects include: unified and secure access to physical and virtualized IoT resources; hierarchical and orchestrated discovery and control across multiple IoT platforms; federation of IoT controllers and resources for cooperative sensing/actuation tasks; seamless roaming of smart objects across smart spaces; virtualization of network functions for typical IoT network deployments and edge computing.

Distributed and mobile edge computing

The wide availability of distributed computation resources and their connection through communication networks, such as the recent paradigms of cloud/fog and mobile edge computing, prompt the development of a new class of algorithms able to be executed concurrently. Several distributed applications, even implemented over today's Internet, are based on the assumption that participating agents cooperate in order to achieve their own goal and some common tasks. These distributed systems can be seen as networks of autonomous entities, and their decentralized nature poses several research challenges, such as the development of secure and reliable reputation management systems, or the design of lightweight and decentralized consensus protocols.

Information-Theoretic Analysis of Complex Systems and Dynamical Networks

Complex systems are increasingly being viewed as distributed information processing systems, particularly in the domains of computational neuroscience and physiology, econometrics, climatology and social sciences. This trend has resulted in a strong uptake in the use of information-theoretic measures to analyze the dynamics of complex systems in these fields. In this context, a network of multiple interacting systems (e.g., composed of brain units, physiological systems, stock markets, meteorological stations, or social network users) is studied interpreting the network nodes as dynamical systems, mapping the system behavior into a set of variables, and describing the time evolution of these variables –collected in the form of time series– using information-theoretic tools. A main tool for developing analysis of network structure and dynamics is the framework of information dynamics, which offers analytical tools and estimators to dissect the concept of 'information processing' into essential sub-components such as the new information generated at each network node, the information stored in it, the information transferred to it from the other nodes, and the informational character (synergistic or redundant) of the information transfer.

Materials, Processes and Devices

Biomaterials and biomedical applications

These activities will focus on experimental and theoretical characterization and development of new materials, devices and processes of interest for biomedical applications. This very wide and general topic will converge toward more focused PhD themes on different subjects, such as: the development of computational fluid dynamics tools for design and optimization of biomedical technologies; the development of new biomaterials for artificial organs; the design, construction and testing of microfluidic devices for diagnostic or therapeutical applications, etc.

Development of biodegradable microfluidic chips from Poly-lactic acid for clinical point-of-care applications

The advent of disposable medical consumable items, which offers the safety of zero-contamination possibility, without the need for disinfection, has participated in the recent increase of medical plastic waste. With the development of personalized medicine technologies, namely new point-of care diagnostic tests made of disposable polymeric plastic cartridges, the volume of plastic waste is going to increase dramatically. To address this issue, the candidate will explore the manufacturing of disposable microfluidic chips for clinical point-of-care applications using environmentally-friendly polymeric mixtures with minimal pollutant release during combustion.

Advanced light management for high efficiency solar cells

Recent advances in nanophotonics provide tools to manipulate the flow of light in solar cells. Light trapping allows us to use thinner cells, thereby reducing defect recombination and improving carrier collection, short circuit current and open circuit voltage. The candidate will implement an optical design for a tandem device. The main requirements for this design are: 1) Front-side light in-coupling and transparent electrodes for the top cell. 2) Intermediate wavelength-selective mirror with Lambertian reflection of visible light into the top cell and a sharp reflection cut-off for long-wavelength photons at the band edge of the top cell. 3) Front-side in-coupling and backreflector for the bottom cell, optimized for infrared light. The design will be led by extensive optical and electrical modelling and the results will guide the experimental realization of the photonic structures in the solar cells developed.

Growth of Materials in Nanostructured Form for Optoelectronics Applications

In recent years, the possibility to grow high quality wide bandgap materials has gained particular importance in the technological research scenario. In particular, gallium nitride (GaN), zinc oxide (ZnO) and their alloys enjoy special optoelectronic properties and excellent thermal and chemical stability. In form of nanostructures, these materials have opened an important window for the realization of electronic and optoelectronic devices of great interest, such as high brightness LEDs, LASER diodes, UV detectors, gas sensors, heterostructure devices for both high power and high frequency applications. The research activity of the PhD students who will undertake this topic will be directed towards growth and characterization of nanostructured ZnO onto GaN or other substrates, making use of pulsed laser deposition (PLD), and other chemical techniques such as hydrothermal growth. It is expected that the doctoral students will achieve specific and in-depth skills in the field of materials photoablation, optical, morphological, electrical and spectroscopic analysis of nanostructures, as well as in the design and fabrication of electroluminescent devices.

Hybrid organic-inorganic white light-emitting diodes (HWLEDs)

A hybrid organic-inorganic white light-emitting diode (HWLED) is a device based on a layer of organic phosphors (or a mix of inorganic and organic ones) pumped by a high-energy inorganic LED. Light is emitted by a frequency down-conversion (sometimes simply named color-conversion) process. In white LEDs, the advantages in using organic luminescent materials instead of standard inorganic phosphors to convert pumping light wavelength are: i) the luminescence quantum yield of organic material is often higher than in inorganics; ii) it is available a huge choice of different wavelength-converters; iii) cheaper than inorganic phosphors; iv) usually, organic dyes are not toxic, harmless to human health, and easy to dispose of due to their environmentally friendly nature; v) Luminescent polymers can be easily dissolved in appropriate solvents and directly deposited on the LED chip by low-cost processing methods. The main drawback of organic color-conversion materials is the poor thermal and photo-stability which limits the LED lifetime. Carbon dots (CDs) are new luminescent materials, which exhibit a high photostability, biocompatibility, and chemical inertness; therefore, they are excellent candidates as color-converters for white LEDs. The aim of this research is to fabricate and characterize CD-based HWLEDs. CD will be encapsulated in an appropriate polymer matrix to avoid the well-known aggregation-caused quenching effect. An intriguing class of materials to test is the metal-organic framework, which presents porous and alveolus in the texture that could incorporate the CDs. The doctoral student will develop specific skills in optoelectronics, microtechnologies, and organic electronics. He will learn to fabricate and manipulate the CD-based devices; will be able to put in place a measurement set-up and characterize the devices. Furthermore, he will be required to publish his or her research work in reference journals.

Materials and Devices with Memristive Properties

Memristor is a simple two terminal device which, if properly excited by electric fields, shows a reversible and repeatable resistive switching. The ability to retain the induced resistance values indefinitely in time allows memristors to be employed as non-volatile, single or multilevel, memory element characterized by low power dissipation, long data retention time and high-speed operation. On the other hand, the capability of memristors to show an analog-like gradual transition between different resistance levels when excited by voltage pulses, can be exploited for realizing neuromorphic logic elements to emulate the plasticity of biological synapses, opening the way to the realization of neuromorphic networks with parallel processing and machine learning capabilities. The proposed research activity ranges from the study of the materials employed for the fabrication of such devices to the relevant applications either as memory or neuromorphic elements. The doctoral students involved in this research topic will therefore take all the steps necessary for the fabrication and the characterization of memristors: from the growth and the characterization of materials (typically oxides and metals) to the definition of device geometries and architectures (e.g. crossbar arrays) using micro and nanotechnologies, to electric characterization. Appropriate theoretical models will be also used to understand the working mechanism of the devices.

Design and development of W-Band Traveling Wave Tube for New 5G/6G High-Capacity Networks

The research aims at developing folded waveguide (FWG) traveling wave tubes (TWTs) for enabling a novel W-band (92-95 GHz) high capacity wireless network for 5G and 6G. The FWG technology offers great manufacturing simplification compared to conventional helix TWTs, thus enabling a low-cost device with large series production suitable for the wide market of wireless communications.

Design of high current density cathodes

The research aims at developing new high current density cathodes with analysis on the expected life impact and design methodologies for electron guns with emissions of highly collimated beams for microwave TWT amplifiers.

Novel Nanoplasmonic Devices for Spectroscopy and Nonlinear Optics

The research deals with the development of novel nanoplasmonic concepts and devices. In particular, we intend to shed some light on the use of nanostructures for assisting (i) direct-absorption spectroscopy (with a special interest for the mid-infrared and terahertz spectral regions) and (ii) nonlinear optics. We envision applications in sensors with increased sensitivity and nanophotonic devices for information processing, capable of routing, shaping, frequency-converting pulses and delivering them to the nanoscale. The successful candidate will investigate new schemes and design novel nanophotonic tools, making use of numerical simulations. Furthermore, he/she will characterize the spectroscopic response of these kinds of devices, by means of frequency- and time-resolved optical techniques.

Design and development of nanosensors based on plasmonic nanoantennas for Nanomedicine, Nano-energy, Autonomous Vehicle.

The aim of this research activity is to develop nanosensors based on plasmonic nanoantennas and nanodiodes able to rectify optical signals. The research will be oriented towards three specific fields: nanosensors for innovative medical applications to reveal cancer and diabetes, nano-energy harvesting for powering wireless sensor nodes (WSN), nanosensors for autonomous-vehicle. The PhD student will acquire skills in plasmonics, manufacturing and optical properties of metal nanostructures, in the development and use of conventional spectroscopic techniques (IR, UVVIS, Raman) and plasmonic enhanced (SERS, TERS, SEIRS), realization of optical sensors. The experimental activity is currently carried out in the context of international collaborations.

Energy autonomous wireless smart systems based on energy harvesting and wireless power transfer.

This research team deals with the design, implementation and testing of different architectures of energy scavengers sources and Integrated Power Management ICs to address an efficient MPPT circuitry to be used in ultra-low-power, battery-free, wireless sensor nodes self-powered by means of energy harvesting (EH) or wireless power transfer (WPT). The first target, is to design and implement a silicon IC with an RF to DC converter that can be optimized for both PCE and sensitivity. The final target is to get a PCE increasing rather than decreasing with the input power P_{in} , in contrast on what is still proposed in the state of the art solutions. This will involve a solution based on a system approach design which regards both the RF to DC converter architecture as well as the ultra-low power management integrated circuit (PMIC). An MPPT architecture will be developed with a sensing circuit for the input power P_{in} which drives a digitally programmable RF to DC converter through a finite state machine.

Development of advanced computational tools for process engineering

Process engineering design and optimization activities always require the use of advanced modelling tools, which are typically based on the use of Computational Fluid Dynamics approaches and or elaborated numerical algorithms to solve complex mathematical problems. Within this general context a number of specific applications will be covered such as the analysis of crystallization phenomena for novel sources of critical raw materials or the development of novel process scheme for the valorization of waste streams. The activity will be focused on the development of such advanced modelling tools, their validation by means of purposely designed experimental campaign and their final use for the design and optimization of the specific application.

Devices based on 2D/Layered materials

Two-dimensional layered materials (2DLM) such as graphene and transitional metal dichalcogenides (TMDs) offer a new platform for (opto)electronic devices and integrated circuits. Graphene, consisting of a single layer of carbon atoms, combines properties such as ultra-high carrier mobility and broadband optical absorption. Semiconducting TMDs such as single layer MoS₂ offer an atomically thin body and a direct bandgap. Moreover, 2DLM can be deterministically combined to form heterostructures without the lattice matching constraints required in conventional semiconductor-based heterostructures. With tens of such materials experimentally available and over 2,000 theoretically predicted, heterostructures based on 2DLM offer a completely new approach to heterostructures, leading to an unprecedented flexibility in terms of materials combination and mutual rotation. 2DLM and their heterostructures will be used to realize different electronic devices, such as tunnel transistors, plasmonic sensors and high-frequency sensors.

Quantum information and technologies

Quantum Resources of Composite Open Quantum Systems for Applications in Quantum Information

Coherence, entanglement, nonlocality are different features of systems at the quantum scale which act as basic resources for quantum-enhanced technologies. The latter, including quantum communication architectures and quantum computers, are expected to have a significant impact on the contemporary society. Thorough knowledge and control of the quantum resources present in many-particle systems is thus crucial. A reliable use of quantum devices must also overcome the problem of the system-environment interaction which destroys the desired quantum properties. This research topic aims at devising strategies for generation, characterization and preservation-against-noise of quantum resources in different scenarios, like cavity and circuit quantum electrodynamics, quantum optics, solid state and condensed matter. We devote special attention to systems of identical particles (e.g., photons, electrons, atoms, qubits of the same species), whose complete description has been long debated, for which we have developed a convenient approach to study quantum resources due to particle indistinguishability. Experiments are also devised thanks to

collaborations with national and international laboratories (including that at INRS, Montreal, Canada, within a joint doctorate project). See Rosario Lo Franco's group page: <https://rosariolofranco.weebly.com/>

Terahertz quantum cryptography

Quantum cryptography is the science of exploiting quantum mechanical properties to perform cryptographic tasks. The best-known example of quantum cryptography is quantum key distribution which offers an information-theoretically secure solution to the key exchange problem. This research topic intend to combine two actuals "hot topics" namely terahertz (THz) technology and quantum photonics, with the ambitious goal of extending the concept of quantum cryptography (actually mostly applied to standard telecommunication wavelengths) to the THz region. In this case we intend to realize for the first time continuous-variable quantum cryptography protocols suitable for secure high-speed THz wireless communications.

Optical source for the generation of quantum cluster states

Complex quantum states (more specifically a special kind of multipartite entangled quantum states – so-called cluster states) form the basis for the measurement-based model for quantum computation and for the related topological approach to quantum error correction. These cluster states are composed of more than two quantum bits, hereinafter referred to as qubits, where at least one of the qubits is entangled with more than one of the other qubits. The measurement-based quantum computation model implements algorithms using these cluster states, by means of just single-qubit measurements. If the qubits are implemented using quantum optics, i.e. electromagnetic radiation or photons, they are referred to as "optical cluster states". In this research topic, we intend to realize non-classical optical sources for the generation of multi-correlated and multi-entangled quantum optical cluster states in third-order nonlinear resonant structures.

Sensors and signal processing for biomedical applications

Metrology for Industry 4.0 and IoT

Sensors and measurement instrumentation are at the basis of innovation for Industry 4.0 and smart environments (such as production, mobility, homes, cities, energy grids). In such environments, smart monitoring, management and control solutions are enabled by the development of new sensors and data acquisition systems, distributed measurement systems and so on, where metrological features, data quality and uncertainty assessment are key elements for and traceability and reliability of measurements and decision-making processes. Metrology provides opportunities for the development of Industry 4.0, IoT technologies and metrology-assisted production; new opportunities are offered by Industry 4.0 and IoT for the development of new measurement methods and apparatus and related signal processing and calibration methods as well.

In this framework research topics of interest are: measurement methods, metrics and equipment for smart environments; virtual testing and measurements; measurement uncertainty evaluation and propagation in data acquisition and processing for industrial applications, calibration methods and metrological traceability in industrial applications; metrology-assisted production, quality monitoring, predictive maintenance and reliability; self-diagnosis and self-calibration of measurement systems; smart distributed measurement systems, sensors networks and measurement infrastructures; measurements techniques and equipment for energy efficiency; metrology for data interoperability and industrial IoT solutions for measurement applications.

Multivariate Time series Analysis for the Assessment of Healthy and diseased Physiological States

The human body is an amazing source of data, which are nowadays widely accessible thanks to the availability of biomedical sensors which allow to probe non-invasively the dynamic activity of various physiological systems (brain, heart, lungs, muscles, etc.). The proposed research aims to process these data within the framework of Network Physiology, a new discipline rapidly emerging at the forefront between physics, biomedical and information engineering, applied physiology and medicine. Network physiology investigates how different organs, each with its own regulatory mechanisms, communicate with each other to produce different physiological and pathological conditions. Within this frame, we intend to develop novel signal processing techniques and apply them to multivariate physiological time-series measured simultaneously from different organ systems. Analyses will be performed in different states such as mental or physical stress, sleep, varying emotional states and cognitive processes, and will uncover the patterns of information underlying each specific physiological state. Results will be exploited to assess the role of human factors in daily life situations, with the goal of optimizing human and system efficiency and effectiveness, safety, health, comfort, and quality of life.

Computational Neuroscience and Neural Signal Processing

This proposed activity focuses on methodological and computational aspects of the research in the neurosciences, with particular emphasis on the field of brain connectivity. The activity consists in developing new techniques for inferring connectivity from the dynamics of the data recorded through neuroimaging techniques (e.g., electroencephalography, functional magnetic resonance), dealing with the challenging cases of short, noisy and redundant time series, and in applying them to the description of brain states in different experimental conditions (e.g., resting state, sleep stages, tasks acting on perception, attention, memory) or pathological states (e.g., epilepsy, dementia, disorders of consciousness).

Multisensor acquisition system for assessment of cardiovascular parameters

The proposed activity focuses on the development and integration of minimally invasive and wearable multisensor systems for the simultaneous recording of multiple biomedical signals and the subsequent extraction of relevant information about vital signs, biological rhythms and markers of the physiological state. Such development takes its

grounds from the portable system already in use in the laboratory of optoelectronics of the department of Engineering, designed to acquire synchronously the ECG, photoplethysmographic and breathing signals and currently in use to assess the psychophysical state of subjects monitored in different experimental conditions (e.g. home, workplace, cars).

Advanced bio-electromagnetic numerical modelling and ICT for human brain research

The research aims to contribute to the identification and definition of advanced methodological approaches in order to obtain, in a non-invasive way, a considerable improvement of the information about the human brain activity. This information is essential for understanding both the working mechanisms related to the structure of the brain and the nature of many diseases. Competences from different fields (applied mathematics, engineering, physics and medicine) are required to develop innovative methodologies for a new generation of fully non-invasive brain activity investigation systems based on magnetoencephalography (MEG) and electroencephalography (EEG). Possible objectives are to implement innovative meshfree numerical approaches that outperforms the current state-of-the-art M/EEG solvers based on boundary element method (BEM), improving their performance and the neuroimaging research field. Additional objective could be to set up an inexpensive, new, wireless, digital platform with an improved signal-to-noise ratio (SNR).

Unmanned vehicles and control

Unmanned Aerial Vehicles/ Unmanned Ground Vehicles cooperation for object manipulation

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), used in combination with Unmanned Ground Vehicles (UGVs), as aerial manipulator systems have recently drawn the attention of several researchers around the world. Early experiments conducted in controlled lab environments have demonstrated the transportation (control of the position) and manipulation (control of the position and orientation) of objects through UAVs. Most of the works on this subject concern the transportation of objects through single, including grasping, hovering capture, load stability. For what it concerns the manipulation of objects through multiple UAVs only preliminary results have been achieved. This research aims at studying and designing robust and adaptive control strategies, taking into account of the system model uncertainties and actuator saturation.

Guidance, Navigation and Control system of Unmanned Air Vehicles

The topic of this research theme is related to the Guidance, Navigation and Control (GN&C) systems of Unmanned Air Vehicles (UAVs) alongside the rockets for space and terrestrial exploration. The purpose of the research would deepen and improve important aspects of this engineering branch dealing with the structural design of the UAV, and the kinematic and dynamic analysis are needed to execute guidance and navigation commands maintaining the vehicle stability and control. The whole contest deal with different scenarios basing on the purpose of the scientific application of the UAV: from the launch to the re-entry phase, the GN&C analysis involves the design, development and validation of different devices, and aims to guarantee the highest level of autonomy by onboard computers within the trajectory of the UAV, eliminating definitely the human factor during the crucial flight scenario.

Control Strategies for Nonlinear Systems subject to Constraints

Controlling real plants not only involves asymptotic stability requirements, but also that controlled plants satisfy a set of constraints at all times during their motion. Several schemes have been proposed in the literature to deal with such an issue, mainly consisting in Model Predictive Control (MPC) architectures. Alternative, less performing than MPC solutions, but much more attractive for practitioners willing to preserve existing controllers and/or to limit issues related with computational effort, should be devised. This research aims at defining and developing counter-schemes for reference/command governors allowing existing control systems to be preserved, while ensuring that constraints are satisfied.

ICT for energy and environmental monitoring

ICT for smart cities based on connection of information, resources and cycles for a new intelligent urban metabolism

City is the place in which resources from the countryside (with low-level carbon emission and high capacity of carbon capture) are transformed in resources with high level of value-added information. In the city, we can see a community life that builds fruitful relationships, generates fertile synapses, by producing new economies and by accelerating innovation. So, if social, technological, cultural innovation is a fertile connection of elements, and urbanism needs to be an effective connection enabler, then this research topic works about the concept of human smart city as system of places and services, data and information, local and global economic resources, social sensors and actuators, in a permanent human and urban metabolism, based on circadian rhythm of cities and citizens. In this research topic, we intend to study the boundary line among smart city hi-technology, urban policies and planning and social cohesion, in order to define the singularity of a new possible generation of human smart cities. We also plan to create friendly platforms based on dashboards, apps and other digital tools for the improvement of social relationships among citizens, events participation, learning and education.

Building as element of the smart city/smart grid networks

Research themes related to smart cities are various and, apparently, disconnected among themselves. Specifically referring to the ambits of the energy and environmental performance/efficiency, the main themes to be approached are the following: the links between buildings and mobility/transportation in urban contexts, the public lighting (visual comfort and safety), ICT for energy and environmental monitoring and management as well as the methodologies for optimizing smart energy planning or smart retrofitting of urban areas. Anyway, the focus point for forwarding to a smart city is indisputably represented by the building, considered as a key element of the smart city/smart grid networks. In this

context, the ICT for buildings (monitoring, management and optimization of energy and environmental performances) and the new components for buildings (including new materials) are certainly relevant research themes.

CURRICULA: Unique

TITOLI DI ACCESSO / ACCEPTED MASTER DEGREES

Master degree classes:

LM-4 Architettura e ingegneria edile-architettura
LM-4 c.u. Architettura e ingegneria edile-architettura (quinquennale)
LM-17 Fisica
LM-18 Informatica
LM-20 Ingegneria aerospaziale e astronautica
LM-21 Ingegneria biomedica
LM-22 Ingegneria chimica
LM-23 Ingegneria civile
LM-24 Ingegneria dei sistemi edilizi
LM-25 Ingegneria dell'automazione
LM-26 Ingegneria della sicurezza
LM-27 Ingegneria delle telecomunicazioni
LM-28 Ingegneria elettrica
LM-29 Ingegneria elettronica
LM-30 Ingegneria energetica e nucleare
LM-31 Ingegneria gestionale
LM-32 Ingegneria informatica
LM-33 Ingegneria meccanica
LM-34 Ingegneria navale
LM-35 Ingegneria per l'ambiente e il territorio
LM-40 Matematica
LM-48 Pianificazione territoriale urbanistica e ambientale
LM-53 Scienza e ingegneria dei materiali
LM-54 Scienze chimiche
LM-66 Sicurezza informatica
20/S (specialistiche in fisica)
23/S (specialistiche in informatica)
25/S (specialistiche in ingegneria aerospaziale e astronautica)
26/S (specialistiche in ingegneria biomedica)
27/S (specialistiche in ingegneria chimica)
28/S (specialistiche in ingegneria civile)
29/S (specialistiche in ingegneria dell'automazione)
30/S (specialistiche in ingegneria delle telecomunicazioni)
31/S (specialistiche in ingegneria elettrica)
32/S (specialistiche in ingegneria elettronica)
33/S (specialistiche in ingegneria energetica e nucleare)
34/S (specialistiche in ingegneria gestionale)
35/S (specialistiche in ingegneria informatica)
36/S (specialistiche in ingegneria meccanica)
37/S (specialistiche in ingegneria navale)
38/S (specialistiche in ingegneria per l'ambiente e il territorio)
45/S (specialistiche in matematica)
61/S (specialistiche in scienza e ingegneria dei materiali)
62/S (specialistiche in scienze chimiche)

Lauree conseguite all'estero / Foreign Master Degrees.

The Board of Examiners will decide the suitability of foreign Master Degrees for the only purpose of participating in the competition for admission to the doctorate.

WEB PAGE

<https://www.unipa.it/dipartimenti/ingegneria/dottorati/informationandcommunicationtechnologies>

AVAILABLE POSITIONS

n. 1 position funded by INPS

Ph.D. scholarships funded by INPS are reserved to the children or orphans of employees and retirees of the public administration enrolled in the "Gestione Unitaria delle Prestazioni Creditizie e Sociali" or retired users of the "Gestione Dipendenti Pubblici". Please use **Annex E** to apply for INPS Scholarships;

ARGOMENTO DI RICERCA PER POSTO CON BORSA FINANZIATO DALL' INPS

La ricerca proposta è incentrata sullo studio e sviluppo di sensori e sistemi energeticamente autonomi da utilizzare in Wireless Sensor Networks in ambito IoT. Il progetto di ricerca si pone come obiettivo l'ideazione e lo sviluppo di soluzioni basate su energy harvesting per l'implementazione di sensori battery-free che non necessitino di manutenzione e ubicabili in posti difficilmente raggiungibili o laddove le convenzionali soluzioni a batteria non sono praticabili. Tale ricerca è ad alto interesse industriale e la rilevanza pratica è di natura immediata. L'attività prevede la ricerca di soluzioni innovative nell'ambito dei trasduttori di wireless power transfer

RESEARCH TOPIC FOR INPS SCHOLARSHIP

The proposed research focuses on the study and development of autonomous energy sensors and systems to be used in Wireless Sensor Networks in the IoT field. The research project aims to conceive and develop solutions based on energy harvesting for the implementation of battery-free sensors that do not require maintenance and can be located in places that are difficult to reach or where conventional battery solutions are not practicable. . This research is of high industrial interest and the practical relevance is of an immediate nature. The activity involves the search for innovative solutions in the field of wireless power transfer transducers.

<p>TITOLO DI DOTTORATO (in italiano): MATEMATICA E SCIENZE COMPUTAZIONALI</p> <p>PHD TITLE MATHEMATICS AND COMPUTATIONAL SCIENCES</p> <p>CUN AREAS 01 - Scienze matematiche e informatiche</p>
<p>COORDINATORE / COORDINATOR Prof.ssa Maria Carmela Lombardo</p>
<p>PHD Headquarter Matematica e Informatica Università degli Studi di PALERMO</p>
<p>TEMATICHE DI RICERCA Il corso di dottorato in Matematica e Scienze Computazionali ha come obiettivo la formazione di giovani ricercatori nelle aree della Matematica pura ed Applicata e delle Scienze Computazionali, nonché la definizione di figure professionali che possano avere opportunità di carriera in ambito accademico e industriale. I temi di ricerca spaziano in quasi tutti i settori della matematica pura ed applicata e dell'Informatica. In particolare, le tematiche di ricerca appartengono alle seguenti aree: Algebra, Topologia, Geometria, Analisi Matematica, Didattica e Storia della Matematica, Probabilità, Fisica Matematica, Analisi Numerica, Ricerca Operativa, Informatica. / The Ph.D. program in Mathematics and Computational Sciences is primarily aimed at training young researchers in the domains of Pure and Applied Mathematics and Computational Sciences, and at developing professionals with career opportunities in the academic world as well as in the industry. The Ph.D. program research themes relate to almost all sectors of pure and applied mathematics and computational research science. In particular, the following areas are explored: Algebra, Topology, Geometry, Mathematical Analysis, Didactics and History of Mathematics, Probability, Mathematical Physics, Numerical Analysis, Operations research, Computational Science.</p>
<p>CURRICULA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Matematica Pura / Pure Mathematics 2. Matematica Applicata / Applied Mathematics 3. Scienze Computazionali / Computational Sciences
<p>TITOLI DI ACCESSO / ACCEPTED MASTER DEGREES</p> <p>Master degree classes: All</p> <p>Lauree conseguite all'estero / Foreign Master Degrees. The Board of Examiners will decide the suitability of foreign Master Degrees for the only purpose of participating in the competition for admission to the doctorate.</p>
<p>WEB PAGE https://www.unipa.it/dipartimenti/matematicaeinformatica/dottorati/matematicaesienzecomputazionali</p>
<p>AVAILABLE POSITIONS n. 1 funded by Regione Siciliana - POC 2014/2020.</p>

<p>TITOLO DI DOTTORATO (in italiano): MECHANICAL, MANUFACTURING, MANAGEMENT AND AEROSPACE INNOVATION</p> <p>PHD TITLE MECHANICAL, MANUFACTURING, MANAGEMENT AND AEROSPACE INNOVATION</p> <p>CUN AREAS 01 - Scienze matematiche e informatiche 09 - Ingegneria industriale e dell'informazione 13a - Scienze economiche e statistiche</p>
<p>COORDINATORE / COORDINATOR Prof. Giovanna Lo Nigro</p>
<p>PHD Headquarter Dipartimento di Ingegneria Università degli Studi di PALERMO</p>
<p>TEMATICHE DI RICERCA</p> <p>Le tematiche di ricerca del dottorato in M3AI sono coerenti con il profilo in uscita che il Dipartimento di Ingegneria (DI) dell'Università degli Studi di Palermo intende formare con questo programma di dottorato, ovvero "Entrepreneurial Technology Scientist". Le tematiche di ricerca riflettono pertanto da una parte le competenze tecnico-scientifiche verticali nel campo della progettazione di processi e cicli di lavorazione e produzione innovativi con particolare riferimento ai sistemi di produzione cibernetici nell'ambito della fabbrica intelligente, ai settori aerospaziale, delle costruzioni meccaniche, dei dispositivi biomedici e organi artificiali e dall'altra quelle orizzontali descritte in seguito.</p> <p>Per quanto riguarda il settore delle costruzioni meccaniche le tematiche di ricerca riguardano inoltre la gestione dei problemi di progettazione concettuale e di sviluppo prodotto, la modellazione digitale e la simulazione virtuale, la caratterizzazione e lo sviluppo di biocompositi innovativi e giunzioni ibride metallo-composito, la progettazione ed il controllo di trasmissioni Power Split CVT's per veicoli ibridi, lo sviluppo di sistemi di propulsione ibridi avanzati per applicazioni stradali e navali.</p> <p>I temi di ricerca del settore aerospaziale includono: modellazione analitica e computazionale di materiali e strutture leggere, per applicazioni aerospaziali; analisi multi-scala di materiali metallici, compositi e multi-funzionali; meccanica del danneggiamento, della frattura e fatica; monitoraggio dell'integrità strutturale; aero-servo-elasticità computazionale; modellazione dell'interazione fluido-struttura. Il tema della "green aviation" sarà considerato in relazione allo sviluppo di ricerche volte a ridurre l'impatto ambientale del trasporto aereo.</p> <p>In tutti gli ambiti le soluzioni individuate, oltre ad essere validate sotto l'aspetto tecnico, dovranno essere verificate dal punto di vista della sostenibilità economico ed ambientale attraverso le competenze orizzontali acquisite.</p> <p>Le tematiche di ricerca orizzontali riguardano la gestione dell'innovazione tecnologica, l'imprenditorialità, i modelli quantitativi per il supporto alle decisioni, modelli di business innovativi, la gestione e l'utilizzo dei big data, la gestione dei progetti e la sostenibilità, la gestione e il finanziamento della catena logistica, la manutenzione e la sicurezza nonché le metodologie statistiche avanzate e gli ambienti di calcolo non convenzionale necessari per affrontare problemi a elevata complessità.</p> <p>La sinergia tra le competenze verticali, capitalizzata attraverso la visione trasversale assicurata dalle competenze orizzontali consentirà al dottore di ricerca di essere particolarmente attento all'esigenze di innovazione dei mercati e della società, di sapere sviluppare di modelli di filiera innovativi, efficienti e sostenibili potendo così dare il suo contributo anche nella gestione delle emergenze sociali.</p> <p>Gli ambiti di ricerca verticali sono ampiamente sviluppati all'interno del Dipartimento di Ingegneria e in particolare dai suoi ricercatori presenti nel collegio del dottorato M3AI ed hanno valenza nel panorama di Industria 4.0. Inoltre, gli stessi hanno competenze di ricerca internazionalmente riconosciute anche nel campo delle componenti orizzontali come nell'ambito dell'economia, dell'imprenditorialità, del business e del management. Le prestigiose collaborazioni internazionali rappresentate nel collegio di dottorato da una rappresentanza consistente, consentiranno al dottorando di realizzare il suo progetto di ricerca in un contesto internazionale fortemente stimolante che si concretizzerà in particolare con il periodo di studi all'estero previsto dal programma di dottorato.</p> <p>EN</p> <p>The M3AI PhD program's research fields are coherent with the PhD graduate that the DI want to train: the "Entrepreneurial Technology Scientist". Therefore, the research fields are related to the vertical technical-scientific skills the "Entrepreneurial Technology Scientist" has in areas of mechanical engineering, production engineering, management engineering and aerospace engineering, and horizontal skills in disciplines such as the management of technological innovation, entrepreneurship, human resource management, creativity in science and technology. In particular, he/she has competencies in design and develop innovative manufacturing processes and production cycles of industrial plants and cyber-physical production systems within the smart factory, in the aerospace industry and in the machine construction area .</p>

In the machine construction field the research topics are the design and development of biomedical devices and artificial organs, the conceptual design and product development, the digital modelling and virtual simulation, the development and the mechanical characterization of innovative biocomposites, the optimization of hybrid metal-composite joints, the design and control of Power Split CVT's for hybrid vehicles, and the development of hybrid propulsion system for road and marine applications.

In the aerospace field the research topics include analytical and computational modeling of materials and structures for lightweight aerospace applications; multi-scale analysis of metallic, composite and smart materials; fracture and damage mechanics and fatigue; structural health monitoring; computational fluid dynamics based aero-servo-elasticity; fluid-structures interaction modeling. Attention will be focused on the "green aviation" theme, with the aim of reducing the environmental footprint of the aviation sector.

In all the field considered, the innovative solutions the PhD student will investigate, besides being validated under technical aspects, will be also involve economic and environmental sustainability assessment thanks to the horizontal competencies acquired.

As far as the horizontal skills are concerned, the related research fields are the management of technological innovation, entrepreneurship, quantitative models for decision making, innovative business models, big data management, project management, sustainability, supply chain management and financing, maintenance and safety, human resource management and the statistical advanced methodologies and nonstandard numerical methods to solve problems with high complexity.

The synergy between vertical competencies, levered by the cross-functional perspective acquired with the horizontal competencies, makes the PhD student able to address the market and community innovation needs and to develop innovative supply chain models able to deal also with social emergency that represent further research fields.

The vertical research areas are widely developed within the DI in particular by the DI's faculty involved in the M3AI PhD board and are valid in the panorama of Industry 4.0. In addition, it has internationally recognized research skills also in the field of horizontal components such as in economics, business, entrepreneurship, and management. The prestigious international scientific collaboration largely represented in the M3AI PhD board, will offer the PhD student the opportunity to develop his/her research project in a challenging international environment spending one year abroad to foster his/her international experience.

CURRICULA

TITOLI DI ACCESSO / ACCEPTED MASTER DEGREES

Master degree classes:

LM-4 Architettura e ingegneria edile-architettura
LM-4 c.u. Architettura e ingegneria edile-architettura (quinquennale)
LM-7 Biotecnologie agrarie
LM-8 Biotecnologie industriali
LM-9 Biotecnologie mediche, veterinarie e farmaceutiche
LM-16 Finanza
LM-17 Fisica
LM-18 Informatica
LM-20 Ingegneria aerospaziale e astronautica
LM-21 Ingegneria biomedica
LM-22 Ingegneria chimica
LM-23 Ingegneria civile
LM-24 Ingegneria dei sistemi edilizi
LM-25 Ingegneria dell'automazione
LM-26 Ingegneria della sicurezza
LM-27 Ingegneria delle telecomunicazioni
LM-28 Ingegneria elettrica
LM-29 Ingegneria elettronica
LM-30 Ingegneria energetica e nucleare
LM-31 Ingegneria gestionale
LM-32 Ingegneria informatica
LM-33 Ingegneria meccanica
LM-34 Ingegneria navale
LM-35 Ingegneria per l'ambiente e il territorio
LM-40 Matematica
LM-44 Modellistica matematico-fisica per l'ingegneria
LM-53 Scienza e ingegneria dei materiali
LM-66 Sicurezza informatica
LM-70 Scienze e tecnologie alimentari
LM-77 Scienze economico-aziendali
LM-82 Scienze statistiche
LM-83 Scienze statistiche attuariali e finanziarie
LM-88 Sociologia e ricerca sociale
19/S (specialistiche in finanza)
20/S (specialistiche in fisica)

23/S (specialistiche in informatica)
25/S (specialistiche in ingegneria aerospaziale e astronautica)
26/S (specialistiche in ingegneria biomedica)
27/S (specialistiche in ingegneria chimica)
28/S (specialistiche in ingegneria civile)
29/S (specialistiche in ingegneria dell'automazione)
30/S (specialistiche in ingegneria delle telecomunicazioni)
31/S (specialistiche in ingegneria elettrica)
32/S (specialistiche in ingegneria elettronica)
33/S (specialistiche in ingegneria energetica e nucleare)
34/S (specialistiche in ingegneria gestionale)
35/S (specialistiche in ingegneria informatica)
36/S (specialistiche in ingegneria meccanica)
37/S (specialistiche in ingegneria navale)
38/S (specialistiche in ingegneria per l'ambiente e il territorio)
45/S (specialistiche in matematica)
48/S (specialistiche in metodi per l'analisi valutativa dei sistemi complessi)
49/S (specialistiche in metodi per la ricerca empirica nelle scienze sociali)
50/S (specialistiche in modellistica matematico-fisica per l'ingegneria)
61/S (specialistiche in scienza e ingegneria dei materiali)
62/S (specialistiche in scienze chimiche)
64/S (specialistiche in scienze dell'economia)
77/S (specialistiche in scienze e tecnologie agrarie)
78/S (specialistiche in scienze e tecnologie agroalimentari)
84/S (specialistiche in scienze economico-aziendali)
91/S (specialistiche in statistica economica, finanziaria ed attuariale)
92/S (specialistiche in statistica per la ricerca sperimentale)

Lauree conseguite all'estero / Foreign Master Degrees.

The Board of Examiners will decide the suitability of foreign Master Degrees for the only purpose of participating in the competition for admission to the doctorate.

WEB PAGE

<https://www.unipa.it/dipartimenti/ingegneria/dottorati/mechanicalmanufacturingmanagementandaerospaceinnovation>

AVAILABLE POSITIONS:

n. 1 funded by Regione Siciliana - POC 2014/2020.

<p>TITOLO DI DOTTORATO (in italiano): SISTEMI AGRO-ALIMENTARI E FORESTALI MEDITERRANEI</p> <p>PHD TITLE MEDITERRANEAN AGRICULTURAL, FOOD AND FOREST SYSTEMS</p> <p>CUN AREAS 07 - Scienze agrarie e veterinarie</p>
<p>COORDINATORE / COORDINATOR Prof. Vincenzo Bagarello</p>
<p>PHD Headquarter Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali Università degli Studi di PALERMO</p>
<p>TEMATICHE DI RICERCA</p> <p>Attività di studio e di ricerca nei seguenti ambiti disciplinari e con riferimento prioritario alle tematiche appresso descritte che vengono affrontate, laddove necessario, con approcci multi-disciplinari. ECONOMIA AGRARIA ED ESTIMO – Politica agricola comunitaria sui modelli di gestione del territorio e sulle filiere agro-alimentari. Offerta, valorizzazione, qualità e tracciabilità delle produzioni agro-alimentari e dei sottoprodotti. Relazioni tra gestione dell'impresa e delle filiere agroalimentari e gli altri sub-sistemi economici, sociali e ambientali in relazione anche alle tendenze produttive e di consumo (agro-ecologia, commercio equo e solidale, reti agroalimentari alternative, ecc.). Analisi di mercato e del consumo dei prodotti agro-alimentari e delle strategie di marketing delle imprese. Valutazione dei beni fondiari e ambientali. Gestione del verde urbano, del paesaggio, del territorio rurale, dell'ambiente forestale e dei servizi ecosistemici. AGRONOMIA E SISTEMI COLTURALI ERBACEI ED ORTOFLORICOLI – Valutazione dell'efficienza d'uso delle risorse ambientali (acqua, luce, nutrienti) in sistemi colturali erbacei. Sequestro del carbonio ed emissioni di gas climalteranti nei sistemi agro-forestali. Efficienza dei rapporti simbiotici/associativi tra microrganismi del suolo e piante coltivate. Ecofisiologia delle piante erbacee di interesse agrario. Tecniche di gestione dei sistemi produttivi erbacei ed orto-floricoli dell'ambiente mediterraneo a differente livello d'intensificazione. Inquinamento dei suoli: effetti sulla funzionalità dei sistemi colturali e tecniche di decontaminazione. Valorizzazione delle risorse vegetali autoctone. Efficienza dei sistemi foraggeri e delle loro componenti. Qualità delle produzioni di specie erbacee e orto-floricole. Coltive da energia. Produzione delle sementi. Innovazione agronomica, genetica e tecnologica in risposta ai cambiamenti climatici. Gestione del paesaggio. SCIENZE E TECNOLOGIE DEI SISTEMI ARBOREI E FORESTALI – Bilancio energetico, resilienza e impronta ecologica dei sistemi arborei da frutto. Eco-fisiologia delle piante legnose e frutticoltura di precisione. Valorizzazione agroindustriale e nutraceutica dei prodotti di specie e cultivar frutticole e forestali. Interventi di conservazione e gestione dei giardini storici. Ottimizzazione dell'uso delle risorse ambientali ed energetiche dei sistemi arborei e forestali. Innovazioni merceologiche, tecnologiche e fisiologia post raccolta della frutta. Gestione del paesaggio. INGEGNERIA AGRARIA, FORESTALE E DEI BIOSISTEMI - Conservazione dell'acqua. Erosione idrica superficiale. Pianificazione e utilizzazione delle risorse idriche in agricoltura. Irrigazione e drenaggio. Idrologia dei piccoli bacini. Idrologia del suolo. Uso di acque non convenzionali per l'irrigazione. Sistemazioni idraulico-forestali. Meccanica e meccanizzazione agricola e forestale. Tecnologie nella trasformazione dei prodotti agro-alimentari e forestali. Gestione del territorio rurale in relazione anche ai cambiamenti climatici. PATOLOGIA VEGETALE ED ENTOMOLOGIA - Ecologia, fisiologia e biochimica degli agenti patogeni, degli insetti fitofagi e dei loro antagonisti naturali nei sistemi agricoli e forestali. Sviluppo e applicazione di pratiche di controllo biologico e integrato volte anche a migliorare la biodiversità funzionale dei sistemi agro-forestali. Sostenibilità ambientale della produzione e della trasformazione di prodotti agro-alimentari. CHIMICA AGRARIA, GENETICA AGRARIA E PEDOLOGIA – Indicatori chimici, chimico-fisici e biochimici per la valutazione del degrado dei suoli. Tecniche innovative per la tutela della qualità dei suoli. SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI - Processi di trasformazione e conservazione degli alimenti. Valutazione e caratterizzazione delle materie prime, operazioni unitarie di trasformazione, stabilizzazione e condizionamento degli alimenti, sviluppo di nuovi processi/prodotti, uso dei sottoprodotti. Controllo qualità, disponibilità e sostenibilità delle produzioni alimentari. MICROBIOLOGIA AGRARIA - Processi biologici e molecolari coinvolti nella trasformazione, conservazione e qualità dei prodotti agro-alimentari. Uso e valorizzazione dei sottoprodotti. SCIENZE E TECNOLOGIE ANIMALI - Gestione degli allevamenti zootecnici in un'ottica di sostenibilità ambientale, tutela del benessere animale e sicurezza dei prodotti. Valorizzazione delle razze animali autoctone e dei loro prodotti tipici. Sviluppo e gestione di sistemi foraggero-zootecnici orientati al superamento della stagionalità produttiva, al miglioramento dell'efficienza di utilizzazione dei nutrienti da parte degli animali e alla qualità dei prodotti. Impiego zootecnico di alimenti innovativi e sottoprodotti agroindustriali e valutazione degli effetti delle loro componenti bioattive sugli animali, sui loro prodotti e sull'ambiente.</p> <p><i>Study and research activities in the following disciplines and with main reference to the topics listed in the following, that are developed if necessary by multi-disciplinary approaches. AGRICULTURAL ECONOMICS AND APPRAISAL – Common agricultural policy regarding both territory management models and agri-food chains. Supply, valorisation, quality and traceability of agri-food products and by-products. Relations between the management of the firm and the agri-food supply chains and the other economic, social and environmental sub-systems, also in relation to production and consumption trends (agro-ecology, fair trade, alternative agri-food networks, ecc.). Market and consumption analysis of agri-food products and analysis of agri-food firms' marketing strategies. Land evaluation and environmental assessment. Management of urban greenery, landscape, rural territory, forest environment and ecosystem services. AGRONOMY AND FIELD, VEGETABLE, ORNAMENTAL CROPPING – Use efficiency of environmental resources (water, light, nutrients) in field and horticultural crop systems. Carbon sequestration and emission of greenhouse gases in agricultural systems. Efficiency of symbiotic and associative relationships between soil microorganisms and crops. Ecophysiology of crops. Management techniques of field and horticultural crop systems at different levels of</i></p>

<p><i>intensification in the Mediterranean environment. Soil pollution: effects on the functionality of crop systems and decontamination techniques. Valorization of autochthonous plant resources. Efficiency of forage systems and their components. Quality of the production of field and horticultural crop species. Energy crops. Seed production. Agronomic, genetic and technological innovation in response to climate change. Landscape management. ARBORICULTURE AND FOREST SYSTEMS – Energy balance, resilience and ecological footprint of fruit tree systems. Eco-physiology of woody plants and precision fruit growing. Agro-industrial and nutraceutical enhancement of products of fruit and forest species and cultivars. Optimization of the use of environmental and energy resources of tree and forest systems. Product innovation, technology and ripening and post-harvest physiology of fruit. Landscape management. Conservation and management of historic gardens. AGRICULTURAL, FOREST AND BIOSYSTEMS ENGINEERING – Water conservation. Soil erosion. Water resources planning and management. Irrigation and drainage. Hydrology of small watersheds. Soil hydrology. Use of non-conventional water resources for irrigation. Watershed protection. Machinery and mechanization in agricultural and forest systems. Technologies in the transformation of agri-food and forest products. Rural land management also in a context of climate change. PLANT PATHOLOGY AND ENTOMOLOGY – Ecology, physiology and biochemistry of plant pathogens, phytophagous insects and their natural antagonists in agricultural and forestry systems. Development and application of biological and integrated pest control practices also aimed at improving functional biodiversity in agro-forestry systems. Environmental sustainability of the production and transformation of agro-food products. AGRICULTURAL CHEMISTRY, AGRICULTURAL GENETICS AND PEDOLOGY – Chemical, chemical-physical and biochemical indicators for monitoring soil degradation. Innovative techniques for soil quality protection. FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY – Food transformation and preservation processes. Evaluation and characterization of raw materials, unitary processing operations, stabilization and conditioning of food, development of new processes/products, use of by-products. Quality control, availability and sustainability of food production. AGRICULTURAL MICROBIOLOGY – Biological and molecular processes involved in the transformation, conservation and quality of agro-food products. Use and enhancement of by-products. ANIMAL SCIENCE AND TECHNOLOGY – Livestock farming technologies to manage environmental sustainability, animal welfare and animal food safety. Enhancement of autochthonous livestock breeds and their typical products. Development and management of forage systems for livestock to limit production seasonality, and improve the efficiency of nutrients utilization by animals and the quality of their products. Use of innovative feeds and agro-industrial by-products in livestock feeding, evaluating the effects of their bioactive compounds on animals, products and environment.</i></p>
<p>CURRICULA: Unique</p>
<p>TITOLI DI ACCESSO / ACCEPTED MASTER DEGREES</p> <p>Master degree classes: LM-7 Biotecnologie agrarie LM-69 Scienze e tecnologie agrarie LM-70 Scienze e tecnologie alimentari LM-73 Scienze e tecnologie forestali ed ambientali LM-86 Scienze zootecniche e tecnologie animali 7/S (specialistiche in biotecnologie agrarie) 74/S (specialistiche in scienze e gestione delle risorse rurali e forestali) 77/S (specialistiche in scienze e tecnologie agrarie) 78/S (specialistiche in scienze e tecnologie agroalimentari) 79/S (specialistiche in scienze e tecnologie agrozootecniche)</p> <p>Lauree conseguite all'estero / Foreign Master Degrees. The Board of Examiners will decide the suitability of foreign Master Degrees for the only purpose of participating in the competition for admission to the doctorate.</p>
<p>WEB PAGE https://www.unipa.it/dipartimenti/saaf/dottorati/sistemiagroalimentarieforestalimediterranei</p>
<p>AVAILABLE POSITIONS</p> <p>n. 3 positions funded by INPS: one position for research topic "7.A - Mediterranean agri-food and forest systems minimal processed fruit"; one position for research topic "7.B - Mediterranean agri-food and forest systems for dried fruit"; one position for research topic "7.C - Mediterranean agri-food and forest systems tropical fruit".</p> <p>Ph.D. scholarships funded by INPS are reserved to the children or orphans of employees and retirees of the public administration enrolled in the "Gestione Unitaria delle Prestazioni Creditizie e Sociali" or retired users of the "Gestione Dipendenti Pubblici". Please use Annex E to apply for INPS Scholarships;</p>

ARGOMENTI DI RICERCA PER POSTI CON BORSA FINANZIATI DALL' INPS

Tema 1) Sviluppo di tecnologie innovative e sostenibili per il mantenimento della qualità organolettica e nutrizionale di frutta minimal-processed.

La frutta già lavata, tagliata e pronta da mangiare (IV gamma) rientra sempre di più tra le preferenze del consumatore europeo con un'impennata dei consumi negli ultimi dieci anni. Grazie ai nuovi packaging più comodi e pratici, oggi, questi alimenti possono essere consumati anche in ambienti meno tradizionalmente legati ai pasti, come il luogo lavoro, la strada, un mezzo di trasporto. Le operazioni di sbucciatura, taglio, preconfezionamento espongono, però, il frutto ad un rapido deterioramento e gli imballaggi tradizionali sono spesso poco *eco-friendly*. Lo sviluppo di nuove tecnologie, come gli *Edible Coating* (EC) o la *Modified Atmosphere Packaging* (MAP) permettono di allungare la *shelf life* dei prodotti di IV gamma, mantenere un elevato valore nutraceutico e salvaguardare l'ambiente mediante una riduzione degli scarti (frutti non conformi/imballaggi) della filiera frutticola costituendo una scelta sostenibile rispetto ai sistemi tradizionali. Inoltre, sebbene gli antiossidanti sintetici e gli additivi artificiali siano ancora ampiamente utilizzati nell'industria alimentare per inibire l'ossidazione e la decomposizione dei prodotti esistono delle alternative ecosostenibili basate su sostanze naturali. In questo progetto, per ridurre gli sprechi e limitare le perdite, si vuole fare riferimento ad un uso esclusivo di materiali naturali e biodegradabili per creare pellicole e imballaggi commestibili che siano sia ecologici, sani e funzionali per lo stoccaggio e la distribuzione sul mercato. Ad oggi, sono ancora pochi gli studi che mettono in relazione il comportamento di diverse matrici vegetali in relazione a queste soluzioni e il progetto di dottorato vuole colmare tale gap utilizzando come base scientifica di partenza quanto già fatto dal gruppo di lavoro proponente.

Tema 2) Caratterizzazione qualitativa e sviluppo tecnologico di nuovi prodotti a base di frutta secca e frutta disidratata.

Recenti studi hanno evidenziato un aumento esponenziale dei consumi di mix composti da frutta secca e da frutta disidratata in tipologia e percentuale variabile. Guardando i singoli segmenti emerge chiaro come per la frutta a guscio il piacere di gusto si completa con il tema della garanzia di benessere anche in chiave di energetica. Per quanto riguarda la frutta disidratata l'elemento salutistico fa il paio con il piacere di gusto e si completa con la praticità del consumo. Quest'ultimo connotato, associato alla versatilità, costituisce l'ossatura della categoria dei mix vissuta in maniera più consistente delle altre, quale espressione del gusto e della ricerca di well-being quotidiano. Obiettivo della proposta di Dottorato è quella di caratterizzare dal punto di vista varietale (scelta delle specie frutticole secche lipidiche) e tecnologico (protocolli di essiccazione) differenti mix in funzione della loro qualità chimico-fisica, sensoriale e, soprattutto, nutraceutico. I nuovi prodotti e le metodologie di ottenimento saranno sottoposti a rigidi protocolli di standardizzazione e certificazione di prodotto e di processo.

Tema 3) Valorizzazione della filiera della frutta tropicale mediante ottenimento di prodotti innovativi ad alto valore tecnologico

Secondo gli ultimi dati disponibili della FAO, i frutti tropicali nel Mondo sono in continua espansione e coltivati sempre più in regioni temperate tra le quali la Sicilia. La produzione di frutti tropicali quali mango, papaya, lici e passiflora presenta una percentuale non esigua di frutti non conformi con gli standard di mercato (aspetto, forma, dimensioni, difetti estetici) che non possono essere avviati proficuamente alla vendita se non trasformati. Obiettivo della proposta è quello di trovare strategie alternative per l'ottenimento di nuovi prodotti, caratterizzati da una elevata standardizzazione di processo e certificati, dall'elevato valore aggiunto in termini tecnologici, salutisti e, non in ultimo, di remunerazione per i produttori. In particolare, si vuole studiare la realizzazione di prodotti innovativi caratterizzati da una elevata praticità d'uso e dal mantenimento delle caratteristiche dietetiche e nutraceutiche del frutto appena raccolto quali:

- a) succhi 100% a base di frutta ottenuti tramite estrazione a freddo e sistemi di pastorizzazione a basso impatto calorico;
- b) caviale o sfere di succo gelificate ottenute tramite sferificazione;
- c) perle di succo congelate ottenute mediante crioconservazione.

RESEARCH TOPIC FOR INPS SCHOLARSHIPS

Theme 1) Development of innovative and sustainable technologies for maintaining the organoleptic and nutritional quality of minimal-processed fruit.

Fruit already washed, cut and ready to eat (IV range) is increasingly one of the preferences of the European consumer with a surge in consumption in the last ten years. Thanks to the new, more comfortable and practical packaging, today these foods can also be consumed in environments less traditionally linked to meals, such as the workplace, the street, a means of transport. However, the peeling, cutting and pre-packaging operations expose the fruit to rapid deterioration and traditional packaging is often not very eco-friendly. The development of new technologies, such as Edible Coatings (EC) or Modified Atmosphere Packaging (MAP) make it possible to extend the shelf life of fresh-cut products, maintain a high nutraceutical value and protect the environment by reducing waste (fruits non-compliant / packaging) of the fruit supply chain, constituting a sustainable choice compared to traditional systems. Furthermore, although synthetic antioxidants and artificial additives are still widely used in the food industry to inhibit oxidation and decomposition of products, there are environmentally sustainable alternatives based on natural substances. In this project, to reduce waste and limit losses, we want to refer to an exclusive use of natural and biodegradable materials to create edible films and packaging that are both ecological, healthy and functional for storage and distribution on the market. To date, there are still few studies that relate the behavior of different plant matrices in relation to these solutions and the doctoral project wants to fill this gap using as a scientific starting point what has already been done by the proposing working group.

Theme 2) Qualitative characterization and technological development of new products based on dried fruit and dehydrated fruit.

Recent studies have shown an exponential increase in the consumption of mixes made up of dried fruit and dehydrated fruit in varying types and percentages. Looking at the individual segments, it is clear that for nuts the pleasure of taste is completed with the theme of the guarantee of well-being also in terms of energy. As for dehydrated fruit, the health element is paired with the pleasure of taste and is completed with the convenience of consumption. The latter

connotation, associated with versatility, constitutes the backbone of the category of mixes experienced more consistently than the others, as an expression of taste and the search for daily well-being. The aim of the PhD proposal is to characterize different mixes from a varietal (choice of lipidic dry fruit species) and technological (drying protocols) point of view according to their chemical-physical, sensorial and, above all, nutraceutical quality. The new products and the obtaining methods will be subjected to strict protocols of product and process standardization and certification.

Theme 3) Enhancement of the tropical fruit supply chain by obtaining innovative products with high technological value

According to the latest FAO data available, tropical fruits in the world are constantly expanding and increasingly cultivated in temperate regions including Sicily. The production of tropical fruits such as mango, papaya, liche and passionflower has a not small percentage of fruits that do not comply with market standards (appearance, shape, size, aesthetic defects) which cannot be profitably launched for sale if not processed. The aim of the proposal is to find alternative strategies for obtaining new products, characterized by a high process standardization and certificates, with high added value in terms of technology, health and, last but not least, remuneration for producers. In particular, we want to study the creation of innovative products characterized by a high ease of use and the maintenance of the dietary and nutraceutical characteristics of the freshly harvested fruit such as:

- a) 100% fruit-based juices obtained by cold extraction and pasteurization systems with low caloric impact;
- b) caviar or gelled spheres of juice obtained by spherification;
- c) frozen juice pearls obtained by cryopreservation.