

OBIETTIVO 1: CONSOLIDARE E MIGLIORARE LA QUALITÀ DELLA PRODUZIONE SCIENTIFICA DEL DIPARTIMENTO

Monitoraggio: Riesame 2015, 2016, 2017 Scadenza obiettivo: 2017	
Azioni	Indicatori/Monitoraggio
Azione 1.1 Destinazione di una quota del fondo di funzionamento ordinario del Dipartimento quale contributo alle spese di pubblicazione su riviste ad alto Impact Factor.	Indicatore 1.1 Aumento del numero di pubblicazioni su riviste comprese nel primo quartile ISI (ordine per Impact Factor) relativamente alle diverse Aree di Ricerca del Dipartimento.
Azione 1.2 Istituzione di un Congresso annuale di Dipartimento e di incontri di Area di Ricerca con cadenza almeno semestrale per stimolare lo scambio di informazioni e la collaborazione scientifica tra i ricercatori del Dipartimento.	Indicatore 1.2 Aumento del numero di collaborazioni tra ricercatori incardinati attestato da pubblicazioni.
Azione 1.3 Organizzazione di un calendario di seminari dipartimentali con cadenza mensile. Individuazione di un giorno e di un orario riservati settimanalmente all'attività seminariale.	Indicatore 1.3 Aumento della percentuale di partecipazione dei ricercatori incardinati alle attività di carattere seminariale.
Azione 1.4 Destinazione, con cadenza annuale, di una quota del fondo di funzionamento ordinario del Dipartimento ad un Assegno di Ricerca annuale aggiuntivo rispetto a quelli di Ateneo per stimolare la partecipazione di giovani ricercatori all'attività scientifica del Dipartimento.	Indicatore 1.4 Emissione, con cadenza annuale, di un bando per almeno un Assegno di Ricerca annuale aggiuntivo rispetto a quelli di Ateneo.

OBIETTIVO 2: PROMUOVERE L'IMMAGINE DEL DIPARTIMENTO IN SENO ALLA COMUNITÀ SCIENTIFICA NAZIONALE ED INTERNAZIONALE

Monitoraggio: Riesame 2015, 2016, 2017 Scadenza obiettivo: 2017	
Azioni	Indicatori/Monitoraggio
<i>Azione 2.1</i> Organizzazione o partecipazione all'organizzazione di almeno 2 congressi scientifici nazionali o internazionali	<i>Indicatore 2.1</i> Incremento del numero di pubblicazioni con coautori non appartenenti al Dipartimento
<i>Azione 2.2</i> Facilitare la partecipazione a congressi internazionali da parte di ricercatori del Dipartimento destinando una quota del budget al cofinanziamento delle spese per la partecipazione.	<i>Indicatore 2.2</i> Aumento del numero di relazioni orali a convegni internazionali.
<i>Azione 2.3</i> Aggiornamento regolare (almeno trimestrale) delle pagine in lingua italiana ed inglese del sito web dipartimentale per migliorare gli aspetti divulgativi relativi alle attività del Dipartimento.	<i>Indicatore 2.3</i> Incremento del numero di immatricolati la cui scelta è stata influenzata dalla pagina web del Dipartimento

OBIETTIVO 3: FONDI DA BANDI COMPETITIVI, BREVETTI E INNOVAZIONE

Monitoraggio: Riesame 2015, 2016, 2017 Scadenza obiettivo: 2017	
Azioni	Indicatori/monitoraggio
<i>Azione 3.1</i> Organizzazione di seminari e workshop per illustrare le procedure di brevetto, certificazione e creazione di spin-off e le tematiche relative alla valorizzazione della proprietà intellettuale, aperti a studenti, dottorandi e assegnisti.	<i>Indicatore 3.1</i> Aumento del numero di seminari organizzati annualmente sulle tematiche indicate.
<i>Azione 3.2</i> Organizzazione di seminari e altre iniziative volte a dare informazioni tempestive e dettagliate sui bandi della comunità europea e altre opportunità di finanziamento. Tali seminari e iniziative devono essere aperti a studenti, dottorandi e assegnisti.	<i>Indicatore 3.2</i> Aumento del numero di domande di partecipazione a bandi competitivi.
<i>Azione 3.3</i> Regolamentare l'utilizzo degli overhead dei progetti per istituire un fondo di rotazione che renda possibile la partecipazione a bandi competitivi che prevedano finanziamento a consuntivo.	<i>Indicatore 3.3</i> Aumento del fondo di Dipartimento destinato ad anticipare le spese di progetti che prevedono un finanziamento a consuntivo.

OBIETTIVO 4: CONSOLIDARE E RAFFORZARE L'INTERNAZIONALIZZAZIONE E LA QUALITÀ DEI PARTECIPANTI AL BANDO DI DOTTORATO

Monitoraggio: Riesame 2015, 2016, 2017 Scadenza obiettivo: 2017	
Azioni	Indicatori/monitoraggio
<i>Azione 4.1</i> Destinazione di una quota del fondo di funzionamento ordinario del Dipartimento quale contributo straordinario destinato a ricercatori e dottorandi stranieri	<i>Indicatore 4.1</i> Aumento del numero di domande di partecipazione a bandi di dottorato ed assegni di ricerca da parte di candidati stranieri
<i>Azione 4.2</i> Migliorare la pagina web riguardo a: descrizione specialistica delle attività di ricerca, indicazioni chiare sulle modalità di partecipazione ai bandi di dottorato ed assegni di ricerca, annuncio tempestivo sul sito del dipartimento di bandi di dottorato ed assegni di ricerca in inglese, collegamento a link specifici dedicati ai dottorati.	<i>Indicatore 4.2</i> Aumento del numero di domande di partecipazione a bandi di dottorato ed assegni di ricerca da parte di candidati stranieri la cui scelta è stata influenzata dalla pagina web di Dipartimento.
<i>Azione 4.3</i> Richiedere ai dottorandi di trascorrere un periodo di almeno tre mesi presso un laboratorio o un istituto straniero	<i>Indicatore 4.3</i> Aumento della percentuale dei dottorandi che hanno trascorso un periodo di ricerca di almeno tre mesi presso un laboratorio o un istituto straniero

OBIETTIVO 5: RAFFORZAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE: PROGETTO NAFASSY

Monitoraggio: Riesame 2015, 2016, 2017 Scadenza obiettivo: 2017	
Azioni	Indicatori/monitoraggio
<i>Azione 5.1</i> Raggiungimento della piena funzionalità del laboratorio	<i>Indicatore 5.1</i> Installazione di tutte le attrezzature e conclusione dei collaudi in loco
<i>Azione 5.2</i> Certificazione delle potenzialità del laboratorio	<i>Indicatore 5.2</i> Svolgimento di test su due dispositivi superconduttori di potenza
<i>Azione 5.3</i> Stipula di convenzione-accordo con istituzioni esterne	<i>Indicatore 5.3</i> Avvio di test all'interno di accordi internazionali

Attività di Ricerca del Dipartimento di Fisica “E.R. Caianiello” dell’Università degli Studi di Salerno

Nel seguito viene data una descrizione sintetica delle principali attività di ricerca, articolate nei seguenti gruppi che costituiscono aree di ricerca omogenee all’interno delle quali si sviluppano collaborazioni con una composizione che varia negli anni:

- A: Fisica Nucleare e Sub-Nucleare, cui partecipano 7 membri effettivi del Dipartimento,
- B: Teoria quantistica dei campi, Interazioni fondamentali, Gravità Classica e Quantistica, Astrofisica, cui partecipano 6 membri effettivi del Dipartimento,
- C: Superconduttività, Sistemi di elettroni correlati, Eterostrutture e loro applicazioni, cui partecipano 14 membri effettivi del Dipartimento,
- D: Transizioni di fase, sistemi condensati, Fisica Statistica e loro applicazioni, cui partecipano 7 membri effettivi del Dipartimento,
- E: Geofisica, cui partecipano 4 membri effettivi del Dipartimento,

Al di là del gruppo A nel quale le ricerche sono svolte all’interno di collaborazioni cui partecipano un gran numero di ricercatori, per la natura specialistica dei temi di studio, in molti casi le singole ricerche sono sviluppate da collaborazioni non molto numerose con interessi condivisi, con una decisa propensione all’interazione con ricercatori esterni, italiani ed esteri.

Obiettivo verificabile trasversale a tutte le attività delle diverse aree è la produzione di una letteratura su temi di frontiera che abbia buona collocazione editoriale ed un positivo riscontro nazionale ed internazionale nella comunità che insiste sulle stesse tematiche, o su quelle affini.

Nel quadro degli scarsissimi finanziamenti nazionali della ricerca, le competenze e la determinazione di ricercatori del Dipartimento hanno determinato una forte capacità di accesso ad iniziative internazionali tramite il CERN ed a finanziamenti del VII programma quadro e soprattutto ai Fondi Strutturali dell’Unione Europea che hanno permesso la costituzione di un invidiabile patrimonio di attrezzature. In particolare nel PON Ricerca e Competitività 2007-2013 del MIUR, mediante il progetto Nafassy, è stata finanziata con circa 10 milioni di euro una delle più grandi iniziative europee nel campo della superconduttività volta a creare nel campus dell’Università un laboratorio per il test di dispositivi superconduttori di potenza quali i cavi per la Fusione Termonucleare da confinamento magnetico ed i magneti superconduttori per la fisica delle particelle. Il progetto perverrà a compimento a luglio 2015.

Dall’anno 2013-14 il Dottorato di Ricerca pur con sede a Salerno, si svolge all’interno di una convenzione con la Seconda Università di Napoli.

Infine, accanto alle attività propriamente curriculari sono sviluppate iniziative per la didattica della fisica e la diffusione della cultura scientifica.

A: Fisica Nucleare e Sub-Nucleare

Nel dipartimento di fisica di Salerno sono attive ricerche di frontiera nell'ambito della Fisica sperimentale Nucleare e Subnucleare. Sono, infatti, presenti tre gruppi di ricerca che partecipano ad esperimenti di livello internazionale presso i laboratori del CERN (European Organization for Nuclear Research - Ginevra) e i Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS - L'Aquila), in collaborazione con l'INFN e con un grande numero di Istituti di ricerca in Italia e nel mondo.

Le cinque principali collaborazioni riguardano:

- la fisica delle collisioni tra ioni pesanti, con la partecipazione all'esperimento *ALICE* al LHC del CERN,
- la fisica delle oscillazioni di neutrini, con la partecipazione all'esperimento *OPERA* ad LNGS,
- la costruzione, nel Mediterraneo, di una rete di telescopi per neutrini di altissima energia nella Collaborazione internazionale KM3NeT,
- la collaborazione TWICE (Techniques for Wide-range Instrumentation for Calorimetry Experiments), finalizzata alla Realizzazione di sistemi di SiPM di grande superficie (2x2 o 3x3 cm²) e grandissimo range dinamico,
- la collaborazione Italia e Giappone nel quadro di un accordo fra Tokyo Earthquake Research Institute (ER), INFN e INGV per la radiografia muonica di vulcani.

I ricercatori che lavorano all'esperimento ALICE tramite il più potente acceleratore di particelle al mondo (LHC) di Ginevra partecipano alle attività volte a creare in laboratorio il Plasma di Quark e Gluoni (QGP), stato in cui si sarebbe trovata la materia negli istanti immediatamente successivi al Big Bang. Il programma di ricerca di ALICE prevede lo studio di collisioni nucleo-nucleo, protone-protone e protone-nucleo. Per realizzare questa impresa è stato necessario progettare e costruire sofisticatissimi apparati sperimentali e sviluppare innovative tecniche di rivelazione, acquisizione e analisi dei dati.

L'esperimento OPERA che ha dimostrato il cambiamento di sapore dei neutrini, ipotizzata negli anni 50, "oscillazione" di neutrini su "long baseline" utilizzando il fascio di neutrini prodotto presso il CERN di Ginevra ed inviato sul rivelatore OPERA presso i laboratori nazionali del Gran Sasso (CNGS1) distante oltre 732km. Nell'ambito di questo esperimento, il gruppo di Salerno ha contribuito in maniera fondamentale allo sviluppo di un sistema di analisi delle emulsioni nucleari completamente automatizzato, adottato dalla collaborazione OPERA per l'analisi degli eventi.

La Collaborazione KM3NeT è volta a costruire una rete di rivelatori di neutrini nel Mediterraneo, a profondità di migliaia di metri sul fondale marino, per osservare il flusso di neutrini diffusi segnalato da IceCube in Antartide, ritrovare astrosorgenti di neutrini nel centro galattico e indagare sulla gerarchia di massa dei neutrini.

Infine, altre particelle prodotte da raggi cosmici, i muoni, sono utilizzate, in collaborazione con l'Università di Tokyo, l'INFN ed l'INGV, per radiografare i vulcani, scoprirne la struttura interna e valutare il rischio di eruzioni.

L'attività della collaborazione TWICE si articola nello sviluppo di prototipi di ASIC di front-end dedicati, l'integrazione di questi grandi array in un sistema compatto, lo sviluppo della tecnologia per l'interfaccia dei SiPM con le superfici dei materiali ottici e l'aumento dell'efficienza di rivelazione dei SiPM.

L'unità salernitana, insieme al gruppo TWICE INFN di Napoli ed al gruppo T1015 al FERMILAB, collabora allo sviluppo di calorimetri a compensazione per sciame adronici e elettromagnetici con discriminazione fra luce di scintillazione e Cherenkov, basati anche su nuovi materiali (vetri pesanti), attraverso la progettazione di un apparato di test coi raggi cosmici per prototipi di celle calorimetriche ADRIANO, test di vetri scintillanti con laser Nd-YAG laser, R&D e fabbricazione con tecniche laser di prototipi di celle calorimetriche ADRIANO.

Le attività della ricerca in fisica nucleare e subnucleare hanno permesso l'inserimento di giovani brillanti ricercatori dell'ateneo salernitano nei circuiti internazionali in cui essa si svolge.

In collegamento con le attività strettamente di ricerca in fisica Nucleare e subnucleare si sviluppano attività sul controllo della radioattività ambientale, per le quali è attivo il Laboratorio di Radioattività

Ambientale (con certificazione UNI EN ISO 9001-2008 (ISO 9001-2008), N. 297uSGQ00). Le attività si svolgono nel programma strategico RAD_CAMPANIA, svolto in collaborazione interdisciplinare con il Dipartimento di Ingegneria Civile, il Consorzio inter-Universitario per la previsione e prevenzione dei Grandi Rischi (CUGRI), e l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Campania (ARPAC). L'obiettivo principale della ricerca è lo studio sistematico della previsione e prevenzione del rischio dovuto alla esposizione della popolazione e dei lavoratori a Radionuclidi Naturali (NORM), in particolare Radon e Radio, in ambienti naturali ed antropizzati, sia spontanei che come prodotti di attività industriali (TENORM). L'attività di ricerca è basata su indagini concernenti il ruolo e l'utilità dell'uso come traccianti di fenomeni di trasporto veloce in idrosfera, litosfera ed atmosfera, dei Radionuclidi di origine naturale (NORM), come Radon e Radio, soprattutto in ambienti naturali (bacini fluviali, ambienti costieri marini, suoli ed acque sorgive) ed antropizzati (edifici storici realizzati con materiali da costruzione tradizionali, adibiti ad uso residenziale e pubblico).

Inoltre le competenze nell'elettronica sviluppate nell'ambito della fisica nucleare e subnucleare nel laboratorio NEMES_LAB (Nuclear Electric Measurement & Electronics System LAB) hanno avuto ricadute in settori applicativi molto diversi dando origine ad una attività sulla Prototipizzazione e produzione, su piccola scala, di schede elettroniche multistrato complesse servendosi dei più recenti sistemi di hardware programmabili.

Le stesse competenze hanno generato una attività volta alla caratterizzazione di sostanze e materiali biologici ai fini del loro controllo qualità, utilizzando uno Spettrometro NMR da banco con multiprobe per spettro e imaging per analisi su liquidi e solidi.

B: Teoria quantistica dei campi, Interazioni fondamentali, Gravità Classica e Quantistica, Astrofisica

Le attività di astrofisica spaziano dalla cosmologia ai buchi neri, alle lenti gravitazionali e alla ricerca di pianeti extrasolari, rivestendo particolare importanza il gravitational lensing, ossia la deflessione della luce da campi gravitazionali.

Per la ricerca di pianeti, il gruppo è inserito nelle collaborazioni internazionali MiNDSTep col metodo del microlensing e KELT per il metodo dei transiti. Nell'ambito di questi progetti, vengono raccolti dati dall'ESO, La Silla (Cile), da Calar Alto (Spagna) e dall'OAB di Loiano. Inoltre il Dipartimento è dotato di un Osservatorio Astronomico, dotato un telescopio completamente robotizzato per la validazione e caratterizzazione di candidati pianeti extrasolari. Ha, inoltre, realizzato la più veloce piattaforma di calcolo al mondo per l'interpretazione e modellazione in tempo reale degli eventi di microlensing anomali.

Nello studio delle proprietà osservative dei buchi neri, dopo aver ottenuto risultati universali sulla deflessione della luce in campi gravitazionali forti, si stanno applicando tali metodi al buco nero al centro della Galassia, per il quale esistono progetti di osservazioni ad altissima risoluzione.

Un'ulteriore campo di indagine è legato al problema delle esistente asimmetria materia-antimateria dell'Universo non prevista dal modello cosmologico standard. In questo ambito si stanno studiando diversi modelli che considerano estensioni sia della cosmologia standard e che del modello standard della fisica delle particelle.

Per ciò che riguarda l'attività di ricerca in relatività generale, negli ultimi anni analisi teoriche e l'evidenza sperimentale di una espansione accelerata dell'Universo hanno portato alla conclusione che la Relatività Generale non può essere considerata come la teoria ultima per la descrizione dell'interazione gravitazionale. Per spiegare tale comportamento occorre introdurre la cosiddetta energia oscura per la quale esistono diverse modelli. Analogamente, per spiegare le curve di rotazione delle Galassie occorre introdurre la così-detta Materia Oscura. Un approccio è quello di considerare la materia oscura e l'energia oscura all'interno di una generalizzazione della teoria della Relatività per descrivere l'interazione gravitazionale a grandi scale. Queste teorie potrebbero fornire un primo step per una descrizione effettiva della quantum gravity. All'interno di tali problematiche, presso il Dipartimento sono attualmente in corso diversi studi connessi con la fisica delle particelle, l'astrofisica, e la cosmologia.

Inoltre è attiva una collaborazione che si propone di misurare con la maggiore accuratezza possibile effetti *ultradeboli* della Relatività Generale (GR), quali quelli legati alla rotazione della sorgente del campo, in questo caso il nostro pianeta, studiando corpi in caduta libera fuori dell'atmosfera e l'anisotropia nella propagazione della luce lungo un percorso spaziale chiuso nel campo della terra. La collaborazione coinvolge vari centri di ricerca con la presenza di Unità operative protagoniste della missione iniziata con la messa in orbita di LARES (LAsER Relativity Satellite), lanciato dalla Guiana Francese con il primo lanciatore quasi interamente italiano il 13 Febbraio 2012. L'Unità di Salerno svolge un'analisi teorica sui dati del satellite LARES, proponendo lo studio di effetti gravito-magnetici. Si intende inoltre verificare se una cavità risonante generi effetti misurabili dall'accoppiamento tra rotazione e onde elettromagnetiche stazionarie dentro la cavità.

Nel contesto della teoria dei campi quantistici (QFT), è analizzata la struttura di base della teoria quantistica dei campi, connessa con l'esistenza di infinite rappresentazioni unitariamente inequivalenti delle regole di commutazione canoniche. Questi aspetti conferiscono alla QFT una struttura utile alla descrizione di un vasto spettro di fenomeni fisici, dalle oscillazioni del neutrino e dei bosoni alla violazione della simmetria CP, alla fisica della materia condensata, alla fisica delle astroparticelle, alla comprensione del problema della dark Energy e la fisica dei sistemi quantistici dissipativi e la brain dynamics.

Tali attività si svolgono nell'ambito di numerose collaborazioni internazionali. Di particolare rilevanza è la collaborazione con il Prof. W.J. Freeman, Department of Molecular & Cell Biology, Berkeley, Ca, USA,

che verte su problemi di neuroscienze e con il Prof. L. Montagnier, UNESCO Labs. for AIDS research and Prevention, Parigi (Premio Nobel 2008) su problemi di biologia e proprietà elettromagnetiche del DNA.

Su queste problematiche il gruppo di QFT di Salerno è noto a livello internazionale per l'originalità delle ricerche condotte e per aver aperto nuovi prospettive di indagine.

C: Superconduttività, Sistemi di elettroni correlati, Eterostrutture e loro applicazioni

Le attività nel campo della fisica dello stato solido, sviluppatesi nel corso di più di trenta anni, sono per lo più ruotate attorno ai materiali superconduttori che, permettendo il passaggio di corrente elettrica senza alcun riscaldamento, continuano a costituire una sfida intellettuale per la comprensione dei motivi microscopici che determinano tale inusuale proprietà che apre prospettive di applicazioni in svariati campi dell'elettrotecnica e in dispositivi ad altissima sensibilità.

L'attività svolta a Salerno è quindi inserita in ricerche in ambito nazionale ed internazionale volte allo studio di nuovi materiali superconduttori ed ossidi magnetici ad essi correlati. Nonostante siano trascorsi più di 25 anni dalla scoperta dei così detti "superconduttori ad alta temperatura, capaci di operare alla temperatura dell'azoto liquido, i meccanismi che determinano lo stato superconduttore e la loro interazione con fenomeni di tipo magnetico sono ancora oggetto di studio. La difficoltà principale nasce dal non poter trascurare la repulsione tra gli elettroni nel determinare il loro stato e, quindi, nel non poter applicare in modo semplice le usuali tecniche, rendendo ardua la possibilità di utilizzare usuali concetti quale il liquido di Fermi e richiedendo quindi lo sviluppo e l'utilizzo di particolari tecniche non-perturbative e del così detto modello di Hubbard.

In particolare negli ultimi anni la ricerca teorica svolta a Salerno nell'ambito della fisica dello stato solido è indirizzata all'analisi microscopica delle proprietà di trasporto, sia di carica che di spin, che caratterizzano la risposta di eterostrutture costituite da superconduttori di vario tipo interfacciati tra loro o con metalli normali o con materiali ferromagnetici. È inoltre studiata la risposta ottica ultrafast di materiali sottoposti ad esperimenti di tipo pump-probe, descrivendo la dinamica dei gradi di libertà di spin, carica, orbitale e reticolare, grazie alla separazione dei loro tempi di rilassamento.

In questo ambito si è svolto presso il Dipartimento il progetto MAMA ("Unlocking research potential for multifunctional advanced materials and nanoscale phenomena") (Settembre 2010-Marzo 2014), presentato e coordinato dall'Unità dell'Istituto Spin di Salerno e finanziato nell'ambito del VII Programma quadro europeo di ricerca per la call FP7-REGPOT. Il progetto è stato concepito allo scopo di aumentare la comprensione di ossidi funzionali, strutture ibride, materiali superconduttori, magnetici e optoelettronici, destinati a rivoluzionare l'elettronica alla base dei dispositivi tecnologici comunemente utilizzati. Il bando REGPOT (Research Potential) è stato concepito per sbloccare il potenziale di ricerca di centri di eccellenza situati nelle Regioni della Convergenza. Il progetto ha vantato inoltre la partecipazione di dieci istituzioni scientifiche internazionali di grande rilievo. Le capacità analitiche multiscala, finalizzate allo studio delle proprietà morfologiche, elettromagnetiche e ottiche, sono state ampliate mediante estensioni significative degli algoritmi di simulazione, nonché l'acquisto di sistemi di calcolo ad alte prestazioni ed all'utilizzo di una strumentazione ad alta tecnologia all'interno di un intenso scambio di conoscenze tra i partner.

Per ciò che riguarda le attività sperimentali, le attività di fabbricazione, rivolte alla sintesi di campioni in forma policristallina e di monocristalli e quelle di caratterizzazione strutturale, morfologica e composizionale sono svolte in stretta collaborazione col Dipartimento nel laboratorio MUSA (Multifunctional materials Synthesis and Analysis) dell'Istituto SPIN del CNR. Tra i materiali recentemente studiati in questo laboratorio vi sono cristalli superconduttori e magnetici di rutenati di stronzio e di calcio, cristalli multiferroici e di titanato di stronzio.

Per quanto concerne le attrezzature di sintesi, Musa è dotato di un forno ad immagine per crescita di cristalli, quasi unico in Italia, che permette la crescita di cristalli senza la contaminazione del crogiolo. La disponibilità di cristalli puri si è mostrata determinante nello studio delle proprietà intrinseche dei materiali troppo spesso determinate dalle impurezze. Per le attrezzature di analisi, MUSA è dotato di due microscopi elettronici a scansione dotati di diversi rivelatori per le analisi composizionali e strutturali, ed un diffrattometro a raggi X ad alta risoluzione.

Sempre in stretta collaborazione tra il Dipartimento ed il CNR sono fabbricati film sottili di

materiali superconduttori convenzionali e non ed etero strutture costituite da multiplayer di materiali superconduttori e magnetici. Su tali materiali e su campioni resi disponibili nell'ambito di collaborazioni nazionali ed internazionali vengono analizzati i meccanismi che determinano le soglie di corrente al di sotto della quali scompaiono i fenomeni dissipativi mentre al di sopra di tale soglie vengono analizzati sia i fenomeni dissipativi residui, sia i meccanismi di instabilità che determinano la transizione allo stato normale.

Inoltre, una parte rilevante dell'attività di ricerca è rivolta e allo studio delle loro proprietà delle trasporto elettrico, approfondendo sia la tematica della coesistenza tra ordinamento superconduttivo e ferromagnetico che quella del trasporto in film superconduttivi ultrasottili in cui sia presente un array periodico di difetti di dimensioni nanometriche. Questi ultimi sistemi mostrano comportamenti tipici di sistemi superconduttivi unidimensionali.

Grazie alle attrezzature in via di acquisizione nel progetto Nafassy finanziato nel PON Ricerca e Competitività 2007-2013 del MIUR verrà ampliato il range di temperatura, corrente e campo magnetico in cui effettuare le misure di trasporto e contemporaneamente si potranno effettuare una serie di misure calorimetriche attualmente non accessibili.

Anche le proprietà magnetiche vengono studiate con tecniche diverse (suscettività magnetica e magnetometria a campione vibrante) sia nello stato normale sia nello stato superconduttore per il loro strettissimo rapporto con i fenomeni di trasporto di corrente.

Infine nell'ultimo decennio, con lo sviluppo di "sonde locali", capaci di indagare proprietà dei materiali fino ad una scala atomica, e' stato fortemente potenziato il Laboratorio di Scanning Probe Microscopy (SPM) dotato da diversi sistemi di scansione Scanning Tunnel microscopy (STM)/ Atomic Force Microscopy (AFM) operanti sia vuoto che in aria ed in liquido. In particolare la possibilità di eseguire studi a 4.2K ed in presenza di campi magnetici elevati è quasi unica sul territorio nazionale. Le linee di Ricerca del Laboratorio SPM includono la Spettroscopia di Tunnel su materiali Superconduttori non tradizionali, ma anche i più recenti studi di Magnetic Force Microscopy su ibridi Superconduttore/Ferromagnete, la caratterizzazione delle proprietà elettriche locali di film di Nanotubi di Carbonio attraverso l'uso dell' Elettrostatic Force Microscopy.

Il carattere interdisciplinare del laboratorio ha permesso di sviluppare strette collaborazioni nazionali ed internazionali in campi diversi quali l' analisi dello stato di polarizzazione locale di Polimeri Organici con "guest" a bassa massa molecolare ed altamente polari, realizzata attraverso la messa a punto della tecnica di Scanning Piezoresponse Force Microscopy (SPFM) ed infine l' Imaging e l' analisi strutturale delle proteine di membrana in composti Biologici.

Accanto ad una attività sui materiali, negli ultimi anni si sono sviluppate attività di ricerca su dispositivi anche su scala nanometrica in direzioni diverse.

Vengono così studiati rivelatori superconduttori di singoli fotoni costituiti da array di fili superconduttori di materiali diversi ottimizzandone le prestazioni. Tale attività, prevedendo anche uno studio molto accurato del rumore in dispositivi, genera collaborazioni in ambiti e dispositivi molto diversi là dove l'analisi del rumore costituisce una caratterizzazione di primaria importanza.

Continuano poi ad essere studiati i sistemi basati sulle proprietà quantistiche macroscopiche dei dispositivi superconduttori quali l'effetto Josephson ed in particolare i Superconducting Quantum Interference Devices (SQUID) che sono tra i dispositivi più sensibili esistenti raggiungendo prestazioni ai limiti del principio di indeterminazione.

Nel campo dell'elettronica superconduttiva e dell'elettronica di spin, la ricerca è volta alla progettazione, realizzazione e studio sperimentale/teorico-fenomenologico delle proprietà di magneto-trasporto di dispositivi superconduttivi basati su giunzioni tunnel Josephson, film sottili superconduttivi ed eterostrutture (valvole di spin superconduttive, ibridi F/S), con particolare riferimento alla dinamica dei quanti di flusso in essi coinvolta e alle loro proprietà fino al range delle microonde. Tecniche di patterning mediante litografia ottica e con Electron Beam Lithography (EBL) permettono la realizzazione di campioni in scala micrometrica e sub-micrometrica

La possibilità di realizzare dispositivi su scala sub micrometrica ha poi aperto l'interesse allo studio di

sistemi fisici mesoscopici in una o due dimensioni che hanno attratto molto attenzione negli ultimi anni. Lo scopo ricerca sviluppata a Salerno in questo campo e' la comprensione dei fenomeni di non-equilibrio e della coerenza in nano strutture e dell'azione reciproca tra coerenza, interazioni e fluttuazioni quantistiche anche in vista di potenziali applicazioni in varie aree.

Infine l'utilizzo di materiali nanostrutturati, per sensori o dispositivi elettronici con prestazioni migliori rispetto a quelli sul mercato, è oggetto di un intenso sforzo scientifico. In questa direzione si colloca il grafene che ha proprietà uniche, come l'alta velocità e l'elevata mobilità dei portatori di carica e la grande densità di corrente, rendendolo adatto come canale in transistori ultraveloci per applicazioni ad alta frequenza. In questo ambito le attività di ricerca a Salerno sono volte alla fabbricazione di transistor compatibili con la tecnologia CMOS standard in cui il grafene viene usato come canale di conduzione. Inoltre i nanotubi di carbonio vengono usati per lo studio di fenomeni di emissione di campo, per la realizzazione di rivelatori di radiazione basati sull'amplificazione del campo elettrico sulla loro punta, in materiali compositi (nanotubi inglobati in polimeri per rafforzarne le proprietà meccaniche e renderli conduttivi), come canale in transistor ad effetto di campo per lo studio di effetti di memoria e di fenomeni di trasporto alla nanoscala

Film sottili autosostenuti vengono utilizzati per sensori di gas o di temperatura, infatti essendo il materiale "solo superficie", il grafene risulta particolarmente sensibile all'ambiente circostante ed è pertanto il materiale ideale per applicazioni nella rivelazione chimica e nella sensoristica.

Infine, come è noto, le tecniche sviluppate per la Fisica dei materiali trovano applicazione in settori molto diversi. E' così attivo presso il Dipartimento un laboratorio di preparazione di campioni per analisi archeometriche GrafLab, principalmente rivolto alla preparazione di reperti ossei per indagini di paleonutrizione ed al perfezionamento dei metodi e dei protocolli di estrazione del collagene e della successiva fase di gelatinizzazione. Ciò si sviluppa all'interno di una rete di collaborazione con diversi esperti del settore archeologico allo scopo di analizzare tanto le problematiche di scavo quanto quelle connesse alle analisi archeometriche.

D: Transizioni di fase, sistemi condensati, fisica Statistica e loro applicazioni

L'attività di ricerca dell'area è incentrata sullo studio di sistemi le cui proprietà sono principalmente dovute al comportamento collettivo di molti costituenti.

L'analisi di questi sistemi, che possono avere natura classica o quantistica, è effettuata applicando le tecniche teoriche della meccanica statistica e della fisica a molti corpi, e per mezzo di analisi statistiche.

In particolare vengono studiati temi come l'esistenza e la natura delle transizioni di fase classiche o quantistiche in sistemi all'equilibrio, la caratterizzazione di stati di non equilibrio e la formulazione per questi di nuovi teoremi, l'analisi di problemi di trasporto, lo studio di grandi fluttuazioni, ed altri ancora.

Tali tematiche trovano applicazioni concrete nella fisica delle basse temperature di sistemi Fermionici e Bosonici, in quella dei sistemi disordinati o complessi, nel comportamento delle reti e nel loro utilizzo per l'analisi di dati e segnali.

E' nel seguito riportata una articolazione più fine delle attività in tali settori:

Stati condensati

A Salerno opera un gruppo ristretto ma molto attivo che si occupa di condensati Bose-Einstein e di meccanica quantistica di sistemi aperti, con particolare riferimento alle proprietà di entanglement e di trasporto. In particolare, tramite una teoria di campo medio per sistemi di atomi ultrafreddi bosonici, vengono studiati una serie di fenomeni quali: localizzazione dinamica e oscillazioni di Bloch in reticoli ottici, oscillazioni di Rabi tra stati gap solitons, stati di sovrapposizione (Schroedinger cats) di onde di materia. Vengono inoltre studiate le proprietà di entanglement e l'entropia di von-Neumann di sistemi bosonici, nonché le proprietà di trasporto e il quenching quantistico di catene di spin fuori equilibrio.

Many body, Transizioni di fase e Meccanica Statistica

L'attività di ricerca dell'area è incentrata sullo studio di sistemi le cui proprietà sono principalmente dovute al comportamento collettivo di molti costituenti. L'analisi di questi sistemi, che possono avere natura classica o quantistica, è effettuata applicando le tecniche della meccanica statistica, della teoria dei campi e della fisica a molti corpi.

In particolare l'attività di ricerca dell'area è incentrata sullo studio di sistemi, come i gas quantistici unidimensionali, catene quantistiche di spin e le nanostrutture, In questo ambito si studiano le proprietà di trasporto quantistico, sia di carica che di spin, che caratterizzano la risposta di eterostrutture costituite da superconduttori di vario tipo interfacciati con metalli normali o con materiali ferromagnetici anche in presenza di stati topologici della materia. L'attività di ricerca si svolge in una fitta rete di collaborazioni internazionali.

Inoltre, vengono studiati temi come la caratterizzazione di stati di non equilibrio e la formulazione per questi di nuovi teoremi, l'analisi di problemi di trasporto, lo studio di grandi fluttuazioni, ed altri ancora. Lo sviluppo della teoria di sistemi fisici che non sono in condizioni di equilibrio termodinamico e' ancora embrionale non avendo attualmente di basi sicure neppure la definizione di grandezze pur fondamentali come la temperatura, l'entropia. In questo settore viene studiata l'estensione di teoremi fondamentali della meccanica statistica e le proprietà dei sistemi lontano dall'equilibrio.

Infine sistemi allo stato solido, specie se strutturalmente complessi, spesso manifestano proprietà esotiche nel regime di basse temperature. La presenza di un punto critico quantistico esalta tali effetti, determinando sia un nuovo stato fondamentale, sia particolari proprietà del tutto nuove nelle "vicinanze" di un tale punto, non più mascherate dalle fluttuazioni termiche, nonché complessi passaggi (crossovers) tra tali proprietà anche all'interno della stessa fase.

Partendo da modelli di spin microscopici e utilizzando il metodo delle funzioni di Green a due tempi, si descrive il comportamento critico e le anomalie nelle proprietà di equilibrio e trasporto nel dominio di influenza di punti critici quantistici. Particolare attenzione viene dedicata all'analisi degli effetti indotti da accoppiamenti biquadratici e/o anisotropie di scambio e di singolo-ione in materiali magnetici complessi.

Nell'ambito della stessa ricerca si analizzano inoltre gli effetti di disordine sulle proprietà

magnetiche di modelli microscopici che, se puri, presentano transizioni di fase quantistiche critiche e tricritiche indotte da campi applicati e anisotropie.

Le tecniche di meccanica statistica e la teoria dei sistemi complessi trovano applicazioni concrete nella fisica delle basse temperature di sistemi Fermionici e Bosonici, in quella dei sistemi disordinati o complessi, nel comportamento delle reti, in particolare quelle neurali, e nel loro utilizzo per l'analisi di dati e segnali. In particolare vengono altresì utilizzate in contesti molto diversi quali:

- lo studio della dinamica di modelli neurali biologicamente plausibili (principalmente zone corticali e ippocampo). In tale ambito è stata studiata la dinamica e quindi l'attività di modelli che descrivono sistemi complessi costituiti da tanti neuroni corticali interagenti con connessioni asimmetriche. Recentemente è stata avanzata l'idea che il sistema neurale lavori al punto critico, per massimizzare l'efficienza e la flessibilità.

- attività interdisciplinari dedicate ad applicazioni di modelli fisici e di metodi della fisica in campi quali, le energie alternative, l'economia, la dinamica delle malattie infettive, la ventilazione sinusale ed altro.

E. Geofisica

L'attività di ricerca in geofisica presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Salerno è nato tardivamente solo dopo il terremoto che ha colpito la valle dell'Irno in cui l'Università è collocata. Nonostante ciò e la non grande estensione delle ricerche svolte, il Dipartimento di Fisica di Salerno è risultato il migliore dipartimento e la migliore struttura universitaria per le Scienze della Terra in ambito nazionale (Valutazione Qualità della Ricerca 2004-2010, ANVUR).

In questo ambito vengono svolte sia attività sperimentali che teorico-numeriche. In ambito sperimentale, l'attività consiste in:

1) progettazione, installazione e gestione di strumentazione (interferometri laser, dilatometri e clinometri idraulici) atta a misurare le deformazioni crostali con elevata sensibilità e tempi caratteristici che vanno dalle frazioni di secondi fino agli anni. Gli interferometri laser, di progettazione originale sono attualmente in funzione presso il Laboratorio sotterraneo di Canfranc (Spagna) e nell'Osservatorio Vulcanologico di Pizzi Deneri (Etna). I dilatometri e i clinometri formano una peculiare rete di monitoraggio nell'area vesuviano-flegrea ed alcuni strumenti sono in funzione a Stromboli.

2) I Campi Flegrei sono anche oggetto di studi teorico-numerici relativi all'interpretazione dei dati di deformazione del suolo e gravimetrici, nonché alle possibili cause del bradisismo. Si spazia dalla modellazione fisico-matematica di sorgenti deformative vulcaniche, alla tomografia gravimetrica, ai possibili legami tra deformazioni e sismicità, all'analisi dei dati dei mareografi installati in Campania. Altre ricerche di non minore rilevanza riguardano le maree terrestri, le oscillazioni libere della Terra, i terremoti lenti e i transienti asismici in generale, la sismicità legata a sorgenti sismo-vulcaniche.

Tali attività sono inserite in numerosi progetti sia nazionali che internazionali, e sono svolte in collaborazione con varie istituzioni, tra cui l'INGV, la Carnegie Institution di Washington, l'Università del Colorado, l'Università di Yale.