



# Kick-off Meeting

**Piano Triennale della Ricerca e Terza  
Missione (2021-2023)  
Dipartimento di Fisica e Geologia**

**10-11 gennaio 2022**

**VOLUME DEGLI ABSTRACT**

*Comitato scientifico e organizzatore:*

Bertucci Bruna, Cirilli Simonetta, Di Matteo Lucio, Paciaroni Alessandro, Perugini Diego,  
Scopetta Sergio

## PROGRAMMA

### 10 GENNAIO

*Chairperson: Diego Perugini*

9:00 – 9:30: Saluti del Direttore del Dipartimento di Fisica e Geologia Prof. D. Fioretto, del Magnifico Rettore Prof. Maurizio Oliviero, del Delegato per il settore ricerca, valutazione e fund-raising Prof. H. Vocca, del Delegato per il settore Terza Missione Prof. G. Cruciani

9:30 – 9:50: Past climate lesson for future (Cirilli S., Rettori R., Spina A., A. Sorci, L. de Dominicis, N. Mitillo, M. Urbani)

9:50 – 10:10: Fisica del Flavour al CERN: gli esperimenti NA62 e LHCb (Anzivino G., Brizioli F., Cenci P., Duk V., Fantini L., Lollini R., Lubrano P., Martelli G., Pepe M., Piccini M.)

10:10 – 10:30: Magnetism meets topology (Madami M., Gubbiotti G., Tacchi S., Silvani R., Carlotti G.)

10:30 – 10:50: Earth degassing, global changes and natural risks (Cardellini C., Froncini F., Ionescu A., Ricci L., Ariano A., Chiodini G.)

10:50 – 11:10: Question-and-answer session

11:10 – 11:30: Coffee break

*Chairperson: Simonetta Cirilli*

11:30 – 11:50: Osservazione dell'Universo con le onde gravitazionali: successi scientifici e tecnologici di Virgo e LIGO; prospettive future di Einstein Telescope (Bawaj M., Corezzi S., Di Michele A., Greco G., Grignani G., Orselli M., Placidi A., Punturo M., Olivieri R., Trapananti A., Travasso F., Vocca H.)

11:50 – 12:10: Coping with complexity: Earth System Science and Extra-terrestrial Geology for planetary defense and sustainability (Perugini D., Petrelli M., Pisello A., Bisolfati M.)

12:10 – 12:30: Attività del laboratorio congiunto IOM-UniPg (Pedio M., Menichelli M., Servoli L., Gotter R., Tacchi S., Verdini A., Carlotti G.)

12:30 – 12:50: Pseudo monopole mechanism per la formazione di coppie di Cooper localizzate in superconduttori ad alta temperatura (Diamantini C., Gammaitoni L.)

12:50 – 13:10: Question-and-answer session

13:10 – 14:30: Pausa pranzo

*Chairperson: Sergio Scopetta*

14:30 – 14:50: Nucleosintesi delle stelle AGB tra modelli idrostatici, reazioni nucleari, polveri e plasmi (Palmerini S.)

14:50 – 15:10: Il progetto T-REX presso la European Spallation Source, per la scienza dei materiali, l'energia e la biologia. (Orecchini A., Paciaroni A., Zanatta M., Comez L., Gubbiotti G., Petrillo C., Sacchetti F.)

15:10 – 15:30: Decoding spectral signals of ice planetary bodies: a key to understand how they work (Comodi P., Fastelli M., Zucchini A.)

15:30 – 15:50: Analisi e gestione dei Big Data in ambito multidisciplinare: Data Lake e Cloud (Spiga D.)

15:50 – 16:10: Coffee break

16:10 – 16:30: Biofotonica alla nano e micro-scala (Mattarelli M., Caponi S., Alunni Cardinali M., Fioretto D.)

16:30 – 16:50: I fossili come chiave di lettura del Tempo Profondo e come patrimonio culturale (Cherin M., Azzarà B.)

16:50 – 17:10: Question-and-answer session

## **11 GENNAIO**

*Chairperson: Lucio Di Matteo*

09:00 – 9:20: Extension of the Effective One Body approach (Barchi M.R., Bawaj M., Camilloni F., Cutini S., Germani S., Grignani G., Orselli M., Pica D., Placidi A., Punturo M., Tosti G., Vocca H.)

9:20 – 9:40: Geodiversity: the backbone of Biodiversity for a living Planet (Melelli L., Burnelli M.)

9:40 – 10:00: Microtecnologie e nanomateriali per la microgenerazione e l'accumulo di energia (Cottone F., Di Michele A., Mattarelli M., Neri I., Diamantini C., Gammaitoni L.)

10:00 – 10:20: Pericolosità sismica: un approccio multiscala (Akimbekova A., Barchi M. R., Carboni F., Ercoli M., Minelli G., Mirabella F., Pauselli C., Porreca M.)

*Chairperson: Bruna Bertucci*

10:20 – 10:40: Fermi ASTRI e CTA - Progetti per l'Astrofisica dal MeV al TeV (Berretta A., Cutini S., Germani S., Lubrano P., Mereu I., Tosti G.)

10:40 – 11:00: Question-and-answer session

11:00 – 11:20: Coffee break

11:20 – 11:40: Gruppo di Ricerca Sviluppo Rivelatori Innovativi per Radiazioni Ionizzanti e loro applicazioni (Servoli L., Menichelli M., Ambrosi G., Alpat B., Fiandrini E., Pedio M., Moscatelli F., Passeri D., Placidi P.)

11:40 – 12:00: Astroparticelle nello Spazio: fisica fondamentale e opportunità applicative (Bertucci B., Fiandrini E., Graziani M., Mussolin L., Pauluzzi M., Tomassetti N., Catanzani E., Ambrosi G., Duranti M., Ionica M., Donnini F.)

12:00 – 12:20: Biodiversity loss by the study of aberrant microfossils and their relative livings (Spina A., Rettori R., Cirilli S., Sorci A.)

12:20 – 12:40: Controllo della dimerizzazione della proteasi principale del SARS-CoV-2 per la formulazione di antivirali a largo spettro (Paciaroni A., Orecchini A., Sacchetti F., Libera V., Comez L., Macchiarulo A., Schiaroli E., Francisci D., Petrillo C.)

12:40 – 13:00: Fisica delle interazioni nucleari forti a Perugia: un racconto di due macchine (Rinaldi M., Scopetta S.)

13:10 – 13:30: Question-and-answer session

13:30 – 14:30: Pausa pranzo

*Chairperson: Alessandro Paciaroni*

14:30 – 14:50: Interazione di G-quadruplex DNA e molecole fotosensibili (Comez L., Libera V., Fasolato C., Ripanti F., Paolantoni M., Macchiarulo A., Sacchetti F., Petrillo C., Corezzi S., Orecchini A., Rosi B., Paciaroni A.)

14:50 – 15:10: Studi idrogeologici a supporto della valutazione e mitigazione degli effetti delle variazioni climatiche sui corpi idrici sotterranei e superficiali (Di Matteo L., Valigi D., Cambi C., Cencetti C.)

15:10 – 15:30: Modelli compositi a LHC e ai collisori del futuro. Vincoli di unitarietà e complementarità con le ricerche in esperimenti di bassa energia (Panella O., Presilla M., Ajmal S.)

15:30 – 15:50: Micro e nano devices for computing and sensing (Neri I., Gammaitoni L., Cottone F., Di Michele A., Diamantini C., Mattarelli M.)

15:50 – 16:10: Verso un futuro sostenibile: studio di nuove tecnologie per la gestione dei rifiuti e la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> (Zucchini A., Comodi P.)

16:10 – 16:30: L'alta luminosità di LHC - la ricerca diretta di nuova fisica (Fanò L. per il gruppo CMS-PG)

16:30 – 16:50: Question-and-answer session

16:50 – 17:10: Conclusioni

## **Past climate lesson for future**

Simonetta Cirilli, Roberto Rettori, Amalia Spina, Andrea Sorci, Luigi De Dominicis, Nicola Mitillo, Marco Urbani

Earth's history includes past climates that hold lessons for the future as they span a wide range of temperatures, precipitation patterns, cryospheric extent and biospheric adaptations. Both paleo and present climatic shifts share the same combination of environmental changes (e.g rise atmospheric CO<sub>2</sub>, global warming, oceanic water stratification and decreasing in dissolved O<sub>2</sub>). Information achieved from the geological record is increasingly relevant for improving our understanding of how key elements of the climate system are affected by greenhouse gas, for anticipating how ecosystems will respond to the fast rates of current warming and for better predicting and planning for the impacts of anthropogenic climate change. The approach comprises multidisciplinary analysis and proxies.

## **Fisica del Flavour al CERN: gli esperimenti NA62 e LHCb**

Giuseppina Anzivino, Francesco Brizioli, Patrizia Cenci, Viacheslav Duk, Lisa Fantini, Riccardo Lollini, Pasquale Lubrano, Gabriele Martelli, Monica Pepe, Mauro Piccini

Verranno presentate le attività del gruppo di ricerca nell'ambito degli esperimenti NA62 e LHCb al CERN di Ginevra. NA62 ha come scopo principale la misura di un decadimento ultrararo del mesone K; LHCb è prevalentemente dedicato allo studio della fisica del quark b e dei decadimenti delle particelle che lo contengono. Entrambi gli esperimenti, quindi, sono dedicati allo studio della fisica del sapore, tematica di punta per verifiche del Modello Standard e ricerca di nuova fisica. La presentazione illustrerà il contesto e i contributi e le responsabilità del gruppo di Perugia, sia per quanto riguarda gli apparati sperimentali, sia per le analisi dei dati. Partendo dalla descrizione dello stato attuale, verranno poi illustrati gli impegni a medio termine e le prospettive future, approvate e in fase di approvazione.

## **Magnetism meets topology**

Marco Madami, Gianluca Gubbiotti, Silvia Tacchi, Raffaele Silvani, Giovanni Carlotti.

L'interesse verso il nanomagnetismo e la spintronica è andato crescendo, in questi ultimi anni, con importanti risultati e ricadute tecnologiche. All'interno di questa area di interesse riveste una importanza particolare la magnonica, un settore che prevede l'utilizzo delle onde di spin le quali hanno il considerevole vantaggio di possedere lunghezza d'onda submicrometrica a frequenze dell'ordine dei GHz. Questo le rende candidati ideali, ad esempio, per la miniaturizzazione di dispositivi operanti nel range di frequenze delle microonde.

In questo intervento si presenteranno i punti di forza e le prospettive di sviluppo della magnonica con particolare riferimento all'impatto delle proprietà topologiche, come la geometria, la periodicità e configurazioni particolari della magnetizzazione, sulle proprietà dei sistemi magnonici.

## **Earth degassing, global changes and natural risks**

Carlo Cardellini, Francesco Frondini, Artur Ionescu, Lisa Ricci, Alessandra Ariano, Giovanni Chiodini

Studying the geologic carbon cycle and in particular the fluxes of carbon bearing gases (CO<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>) from the solid Earth to the atmosphere is of crucial importance for the comprehension of numerous natural processes at different time scales: the evolution of the atmosphere and climate, the role of crustal fluids in geodynamic processes (volcanism and seismicity), the convective heat transfer from the deep Earth to the surface. The study of the C production-storage-transfer processes in different geologic settings will improve our understanding of seismic and volcanic processes, contributing to their mitigation and monitoring, and will contribute to the refinement of the global climate models. In this framework the development of new measuring and data analysis techniques is fundamental.

## **Osservazione dell'Universo con le onde gravitazionali: successi scientifici e tecnologici di Virgo e LIGO; prospettive future di Einstein Telescope**

Mateusz Bawaj, Silvia Corezzi, Alessandro Di Michele, Giuseppe Greco, Gianluca Grignani, Marta Orselli, Andrea Placidi, Michele Punturo, Roberto Olivieri, Angela Trapananti, Flavio Travasso, Helios Vocca

Dalla scoperta delle onde gravitazionali nel 2015, insignita col premio Nobel in Fisica nel 2017, una totalmente nuova finestra di osservazione dell'Universo si è aperta, consentendo in pochi mesi di collezionare un centinaio circa di osservazioni di coalescenze di sistemi binari di buchi neri e/o di stelle di neutroni. Preziosi risultati di fisica fondamentale e di astrofisica sono stati ottenuti dalle osservazioni di Virgo e LIGO facendo comprendere l'incredibile potenziale scientifico di misura e di scoperta di questo settore scientifico. Effetto non trascurabile è stato il formidabile impulso a nuovi progetti di grandi osservatori di onde gravitazionali, tra cui primeggia l'Einstein Telescope. Il ruolo di leadership del team scientifico perugino (Dip+INFN) sarà descritto.

## **Coping with complexity: Earth System Science and Extra-terrestrial Geology for planetary defense and sustainability**

Diego Perugini, Maurizio Petrelli, Alessandro Pisello, Matteo Bisolfati

Here we discuss two research lines fitting all the PTSR, the PNRR, and the strategic research lines of Unipg. The first is aimed at the development of new methods that will cut the Gordian knot of the presently intractable problem of volcanic eruption forecasting. The main aim is to develop novel approaches based on the use of an “ecosystem” of multiple, heterogeneous, new generation robots permanently “living” on active volcanic systems and monitoring the geophysical and geochemical processes in real-time with the support of remote sensing. The second research line proposes a new method to face the complex issue of mapping the composition of planets and asteroids to mitigate the issue of shortage of industrially relevant chemical elements. These maps will have an immense value, ensuring the supply of these elements for the development of innovative technologies and fueling a new economy in space in favor of a more sustainable planet.

## **Attività del laboratorio congiunto IOM-UniPg**

Maddalena Pedio, Mauro Menichelli, Leonello Servoli, Roberto Gotter, Silvia Tacchi, Alberto Verdini, Giovanni Carlotti, Maddalena Pedio, Alberto Verdini

Il gruppo SIPE CNR-IOM ha trasferito (2021) gli apparati di fotoemissione inversa IPS e insieme ad ACROSS (Advanced Chamber fOr Surface Studies) focalizza le attività di ricerca su campioni nanostrutturati e a bassa dimensionalità: film organici e inorganici, superfici, interfacce, nanotubi, isolanti topologici 2D. IPS è facility aperta a utenti nell'infrastruttura NFFA-Europe ed è coinvolto in progetti INFN, gruppo V 3D-SIAM e Haspide. SIPE gestisce una stazione sperimentale sul sincrotrone ELETTRA per fenomeni di diseccitazione con pump-probe.

ACROSS è stata ed è aperta agli studenti del corso di Laboratorio della Laurea Magistrale e ha attivato una collaborazione con il gruppo Virgo per lo studio dei coating degli specchi. E' prevista a breve la installazione di un analizzatore di elettroni con una sorgente UV per lo studio delle bande di valenza.

## **Pseudo monopole mechanism per la formazione di coppie di Cooper localizzate in superconduttori ad alta temperatura**

Cristina Diamantini, Luca Gammaitoni

Il meccanismo che spiega la superconduttività ad alta temperatura (HTS), nonostante decine di anni di sforzi rimane non ancora compreso. Recentemente abbiamo proposto una teoria di campo effettiva in grado di spiegare tutte le caratteristiche universali dei materiali che presentano HTS. Cruciale per la HTS è la localizzazione spaziale delle coppie di Cooper. Abbiamo recentemente mostrato che la localizzazione spaziale delle coppie di Cooper è mediata dall'interazione con monopoli emergenti. Le coppie di Cooper localizzate danno luogo alla formazione di granuli superconduttori connessi da link Josephsons. La superconduttività globale si ha quando i granuli formano un cluster infinito e la temperatura critica è dell'ordine delle centinaia di Kelvin.

## **Nucleosintesi delle stelle AGB tra modelli idrostatici, reazioni nucleari, polveri e plasmi**

Sara Palmerini

Le stelle AGB sono stelle evolute di piccola particolarmente importante per la nucleosintesi e l'arricchimento chimico delle galassie. Note da anni per il processo di cattura neutronica lenta (s), che con il processo r è responsabile della sintesi degli elementi più pesanti del Fe; le AGB sono oggi di particolare interesse perché le misure di fisica nucleare con RIBs e trappole di plasma stanno superando i limiti tecnologici e ottenendo misure precise di reazioni che coinvolgono nuclei instabili a bassa energia. Presenteremo, le nostre ricerche e i risultati recenti in cui i nuovi input nucleari confermano o smentiscono la validità di attuali modelli stellari con il confronto delle previsioni con vincoli osservativi, forniti da spettroscopia di alta risoluzione e analisi isotopica delle polveri.

## **Il progetto T-REX presso la European Spallation Source, per la scienza dei materiali, l'energia e la biologia.**

Andrea Orecchini, Alessandro Paciaroni, Marco Zanatta, Lucia Comez, Gianluca Gubbiotti, Caterina Petrillo, Francesco Sacchetti.

Il progetto T-REX è una collaborazione tra Italia e Germania per lo sviluppo e la realizzazione di un innovativo spettrometro a neutroni, presso la nascente infrastruttura di ricerca europea *European Spallation Source* (ESS) in Svezia.

Il contributo italiano al progetto, che coinvolge CNR ed INFN, è sotto la responsabilità del nostro Dipartimento.

L'odierna ricerca in scienza dei materiali richiede la conoscenza della loro dinamica su scala atomica. La spettroscopia neutronica è uno strumento potente e versatile per accedere a questa informazione. In tal senso illustreremo le potenzialità di T-REX, concepito come lo spettrometro a più alto flusso al mondo nella sua categoria, specialmente ottimizzato per lo studio di materiali magnetici, materiali per l'energia e per la biofisica.

## **Decoding spectral signals of ice planetary bodies: a key to understand how they work**

Paola Comodi, Maximiliano Fastelli, Azzurra Zucchini

The mineral answers to changes in  $P$ ,  $T$  and composition determine properties and processes of deep planetary interiors, playing the mineral physics a critical role in how the planets works.

Decoding remote surface information of inaccessible planetary bodies (*i.e.*, ice bodies) is a key to speculate on their composition and dynamics, as well as their capability in terms of both natural resources and habitability. To this aim, an advanced data base of spectral signals (collected at very low  $T$  too) of candidate minerals for the surface composition of planetary bodies (carbonates, sulphates, chlorides, ammoniated with different water amounts) is fundamental to model their inner structure as well as to suggest highly strategic and diagnostic data to be collected in the future spatial missions.

## **Analisi e gestione dei Big Data in ambito multidisciplinare: Data Lake e Cloud**

Daniele Spiga

A partire dai primi anni 2000 è stata costruita una grande infrastruttura di calcolo, Worldwide LHC Computing GRID (WLCG) finalizzata alla gestione del calcolo scientifico principalmente a supporto degli esperimenti di LHC consentendo di sfruttare al meglio la grande quantità di dati raccolti (solo l'esperimento Compact Muon Solenoid (CMS) al CERN ha raccolto più di 100 PetaByte di dati RAW dal 2009).

Sebbene l'infrastruttura di calcolo sia perfettamente adeguata per le esigenze attuali, il futuro presenta sfide molto importanti. Se da una parte LHC subirà un profondo aggiornamento nei prossimi ~7 anni tale per cui le risorse necessarie se riscalate sarebbero 50x-100x in eccesso rispetto a quelle attuali (economicamente irrealizzabile), dall'altra il panorama si sta arricchendo di nuove discipline con esigenze confrontabili se non maggiori.

Per queste ragioni è in corso un intenso programma di ricerca e sviluppo che coinvolge il Data Lake per la gestione dei dati; Infrastrutture e servizi Cloud Native; Machine Learning per l'analisi dei dati. Saranno presentate le principali sfide future e le attività svolte dall'INFN e dal Dipartimento di Fisica e Geologia spaziando dalla ricerca di base (AMS; CMS; FERMI HERD) fino ad ambiti multidisciplinari (Life Science).

## **Biofotonica alla nano e micro-scala**

Maurizio Mattarelli, Silvia Caponi, Martina Alunni Cardinali, Daniele Fioretto.

Le tecniche fotoniche, lavorando in una configurazione senza contatto e non invasiva, sono sempre più utilizzate per comprendere questioni biologiche fondamentali. In particolare l'imaging spettroscopico Raman e Brillouin, che fornisce analisi a livello molecolare, strutturale e meccanico su scala sub-micrometrica, permette di evidenziare i dettagli della complessa architettura e dell'intricata gerarchia dei processi dinamici attivi nella materia biologica. In questo intervento verrà presentata la linea di ricerca, mostrando i principali risultati, dallo sviluppo della tecnica alla caratterizzazione di sistemi biologici (cellule e tessuti) e bio-materiali nano-ingegnerizzati, e delineando le prospettive future nella diagnostica biomedica e nelle applicazioni terapeutiche.

## **I fossili come chiave di lettura del Tempo Profondo e come patrimonio culturale**

Marco Cherin, Beatrice Azzarà

Lo studio dei fossili offre prospettiva storica all'evoluzione biologica, la quale a sua volta è profondamente influenzata dai cambiamenti climatici. Questi ultimi caratterizzano da sempre l'evoluzione del nostro Pianeta, provocando modificazioni nella struttura dei biomi che si possono "leggere" molto chiaramente nel record paleontologico. Lo studio sistematico, paleobiologico, tafonomico e stratigrafico di fossili del Neogene-Quaternario condotto dal gruppo di ricerca nell'area mediterranea e in Africa orientale è finalizzato all'analisi di aspetti paleoecologici (autecologia e sinecologia), alla comprensione della storia evolutiva di determinati gruppi di organismi (inclusi ominidi) e alla ricostruzione di paleoambienti nel contesto dei cambiamenti climatici avvenuti nel tempo geologico.

## **Extension of the Effective One Body approach**

Massimiliano Rinaldo Barchi, Mateusz Bawaj, Filippo Camilloni, Sara Cutini, Stefano Germani, Gianluca Grignani, Marta Orselli, Daniele Pica, Andrea Placidi, Michele Punturo, Gino Tosti, Helios Vocca.

The detection by the LVK collaboration of gravitational waves (GW) from coalescing binaries opened up a new way of investigating the properties of spacetime in extreme conditions and gave rise to a pressing need for detectors with greater sensitivity such as ET. The technological progress requires to urgently improve the analytical waveform models used for the parameter estimation of the GW signals. We construct an improved effective-one-body waveform model for GW emitted by eccentric coalescing binaries, incorporating non-circular effects going beyond the current state of the art. Motivated by the future experimental abilities, we moreover plan to study how the dynamics of a binary system is modified by an external influence, such as a curved geometry or a third body.

## **Geodiversity: the backbone of Biodiversity for a living Planet**

Laura Melelli, Martina Burnelli

Geodiversity, or the variety of geological, paleontological, topographic and hydrographic components of an area is a key factor of the physical environment that summarizes the values of the abiotic component of an ecosystem. The geomorphodiversity index is a quantitative measure of the variety of the topographical component and of the active and future morphogenetic processes. In this presentation we will illustrate a new research line highlighting an innovative quantitative approach, which allows us to correlate the abiotic factors with a quantitative estimation of biodiversity. We will also focus on the role of geology in the urban environment. The idea of eco-sustainable cities cannot ignore the analysis of the abiotic component of the settlement site, in particular for the identification of green networks.

## **Microtecnologie e nanomateriali per la microgenerazione e l'accumulo di energia**

Francesco Cottone, Alessandro Di Michele, Maurizio Mattarelli, Igor Neri, Cristina Diamantini, Luca Gammaitoni

Lo sviluppo di tecnologie di *energy harvesting* ed *energy storage* è di fondamentale importanza per garantire l'autonomia energetica di dispositivi elettrici ed elettronici mobili, dalle macro alle micro scale. In questo intervento, verranno presentate due linee di ricerca condotte in sinergia presso il nostro dipartimento. La prima riguarda lo studio di micro e nano generatori (MEMS/NEMS) basati su materiali elettro-attivi per l'*energy harvesting*, mentre la seconda si focalizza su sintesi e caratterizzazione di catalizzatori metallici nanostutturati per la generazione e l'accumulo di idrogeno da fonti rinnovabili. Verranno quindi discussi i risultati ottenuti, le collaborazioni avviate con gruppi nazionali e internazionali e gli sviluppi futuri in relazione al tema della transizione ecologica.

## **Pericolosità sismica: un approccio multiscala**

Assel Akimbekova, Massimiliano Rinaldo Barchi, Filippo Carboni, Maurizio Ercoli, Giorgio Minelli, Francesco Mirabella, Cristina Pauselli, Massimiliano Porreca

La corretta caratterizzazione della pericolosità sismica di un territorio è un fattore fondamentale per la valutazione del rischio sismico. Obiettivo principale delle ricerche qui illustrate è individuare e caratterizzare le faglie attive e le sorgenti sismogenetiche, con un approccio multidisciplinare e multiscala che comprende:

- acquisizione, analisi ed interpretazione di dati geosifici (sismici e radar);
- analisi e modellazione delle anomalie gravimetriche, magnetiche, termiche;
- analisi di dati da remote sensing (e.g. InSar);
- rilevamento geologico-strutturale e analisi morfotettonica di aree chiave;
- analisi di laboratorio (misura e studio delle proprietà termiche e dielettriche delle rocce).

## **Fermi ASTRI e CTA - Progetti per l'Astrofisica dal MeV al TeV**

Alessandra Berretta, Sara Cutini, Stefano Germani, Pasquale Lubrano, Isabella Mereu, Gino Tosti, Paolo Cristarella Orestano

L'Astrofisica gamma è alla soglia di una nuova era grazie a strumenti già in funzione ma dal ruolo chiave nell'ambito dell'emergente astrofisica multimessaggero e a nuovi progetti con prestazioni senza precedenti alle energie del TeV e multi-TeV.

Verranno presentati risultati, prospettive, sinergie nel contesto dell'astrofisica multifrequenza e multimessaggero e attività locali per il telescopio spaziale Fermi e due nuovi progetti di Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes: CTA e ASTRI-Mini Array.

Il Fermi Gamma-ray Space Telescope, messo in orbita dalla NASA l'11 giugno 2008 a cui collaborano anche ASI e INFN. L'osservatorio comprende due strumenti scientifici:

- il Large Area Telescope (LAT), sensibile alla radiazione gamma tra 20 MeV e più di 300 GeV;
- il Gamma-Ray Burst Monitor (GBM), per lo studio dei fenomeni transienti ad energie tra 8 keV e 40 MeV.

CTA è un grande progetto che coinvolge la comunità astrofisica globale che prevede l'inizio dell'installazione entro la decade e una sensibilità che si estende dalle decine di GeV alle centinaia di TeV.

L'esperimento ASTRI-Mini Array, a guida INAF, copre l'intervallo di energia 0.3-200 TeV e prevede l'inizio dell'installazione al principio del 2022 con l'avvio dell'attività scientifica nel 2024.

## **Gruppo di Ricerca Sviluppo Rivelatori Innovativi per Radiazioni Ionizzanti e loro applicazioni**

Leonello Servoli, Mauro Menichelli, Giovanni Ambrosi, Behcet Alpat, Emanuele Fiandrini, Maddalena Pedio, Francesco Moscatelli, Daniele Passeri, Pisana Placidi

Il gruppo di ricerca ha una articolazione variabile a seconda del tipo di progetto sotto studio. I rivelatori sono a stato solido (silicio, silicio amorfo, diamante) sia sviluppati che presi dalla produzione industriale (SiPM, CMOS Image Sensors) ed utilizzati per applicazioni non previste dai venditori, quali la rivelazione diretta di radiazione ionizzante. Ci sono numerose aggregazioni interdisciplinari, segnatamente con gli Ingegneri elettronici di UNIPG, con le fisiche mediche degli ospedali della regione (Perugia, Terni, Foligno), con il Dip. di Medicina (Prof.ssa Cynthia Aristei), con la locale sezione dell'IOM-CNR. Il gruppo dispone una varietà di strumenti di caratterizzazione e misura locali e ha accesso, con le modalità opportune, anche a facility nazionali ed internazionali.

## **Astroparticelle nello Spazio: fisica fondamentale e opportunità applicative**

Bruna Bertucci, Emanuele Fiandrini, Maura Graziani, Lorenzo Mussolin, Michele Pauluzzi, Nicola Tomassetti, Enrico Catanzani, Giovanni Ambrosi, Matteo Duranti, Maria Ionica, Federico Donnini

La ricerca di nuova fisica mediante lo studio dei Raggi Cosmici viene rivoluzionata negli anni '90 dall'idea di applicare nello spazio le più moderne tecniche di rivelazione ed analisi dati della fisica delle alte energie. L'idea si concretizza a Perugia nella progettazione, operazione ed analisi dati negli esperimenti AMS-01 nel 1998, AMS-02 e DAMPE attualmente in orbita, e porta all'acquisizione di nuove competenze nello studio della fenomenologia dei raggi cosmici e dell'ambiente di radiazione nello spazio. In questo contributo verranno presentati i progetti attivi ed in via di sviluppo (PAN, HERD) nell'ambito Astroparticelle, le possibili applicazioni nell'ambito Spazio, l'impatto delle strutture dei laboratori spaziali nella collaborazione con altri dipartimenti o enti.

## **Biodiversity loss by the study of aberrant microfossils and their relative livings.**

Amalia Spina, Roberto Rettori, Simonetta Cirilli, Andrea Sorci

The biodiversity loss along the Earth history is related to widespread volcanism, methane and other gas release, anomalous high temperatures and irradiation leading to protein denaturation of organism and dropping significantly their resilience. The aberrant morphologies of terrestrial and marine microfossils are often associated with biotic crisis. The research aims to test the relation among malformation (microfossils and their modern analogues) metal toxicity, increased UV-B radiation and environmental stress. The dynamics and structural macro-molecular changes in the cells may provide information on the mass extinction modalities and magnitude. Efforts are dedicated by disseminating the results in order to increase public awareness, to develop sensitivity and attention to environmental issues affecting our planet in the geological past and today.

## **Controllo della dimerizzazione della proteasi principale del SARS-CoV-2 per la formulazione di antivirali a largo spettro.**

Alessandro Paciaroni, Andrea Orecchini, Francesco Sacchetti, Valeria Libera, Lucia Comez, Antonio Macchiarulo, Elisabetta Schiaroli, Daniela Francisci, Caterina Petrillo

La proteasi principale (Mpro) è un enzima essenziale per il controllo della replicazione virale del SARS-CoV-2, responsabile dell'attuale pandemia di COVID-19. Gli inibitori che bloccano l'azione di questo enzima, sono quindi potenziali principi attivi di farmaci antivirali. Una delle strategie più promettenti e meno studiate per inibire l'attività della Mpro è impedire che assuma la conformazione funzionale dimerica. Mediante un approccio biofisico abbiamo descritto e modellizzato la termodinamica del processo di dimerizzazione della Mpro, impiegando informazioni di tipo spettroscopico e strutturale. Questo metodo consente di effettuare uno screening dei potenziali inibitori della Mpro, di comprendere a fondo il loro funzionamento e di ottimizzarne l'efficacia in ambito terapeutico.

## **Fisica delle interazioni nucleari forti a Perugia: un racconto di due macchine**

Matteo Rinaldi, Sergio Scopetta

La descrizione delle interazioni nucleari forti presenta problemi formidabili che le rendono, ad oggi, non trattabili esattamente. Questo limita il potenziale di scoperta in tutti i processi complicati (complessi?) nei quali le interazioni forti hanno un ruolo. Si farà il punto sullo stato del campo e sulla posizione di PG nel quadro nazionale e internazionale. Si evidenzieranno le grandi speranze riposte sulla nuova macchina, *EIC*, in costruzione a BNL, USA e sul contributo atteso da PG. Si accennerà infine a come, partendo dai principi, si sia incontrata un'altra macchina, il calcolatore *quantum annealer*, un mezzo che può diventare un fine, comune a ricercatori di altri campi, nel pubblico e nel privato, in un contesto di ripresa e resilienza.

## **Interazione di G-quadruplex DNA e molecole fotosensibili**

Lucia Comez, Valeria Libera, Claudia Fasolato, Francesca Ripanti, Marco Paolantoni, Antonio Macchiarulo, Francesco Sacchetti, Caterina Petrillo, Silvia Corezzi, Andrea Orecchini, Benedetta Rosi, Alessandro Paciaroni

I G-quadruplex (G4) sono sequenze non canoniche di DNA che si ripiegano in strutture formate dall'impilamento di quartetti di guanine. La mappatura dei G4 nel genoma umano ha rivelato il loro ruolo nel regolare la trascrizione e la stabilità del genoma e di conseguenza la loro rilevanza come target per terapie anticancro. Tra le molecole selezionate per interagire con i G4 ve ne sono alcune fotosensibili e quindi ottimali per modulare stabilità e morfologia dei G4 tramite illuminazione. Mediante un approccio biofisico basato sullo studio della struttura a grande e piccola scala abbiamo messo a punto un protocollo per caratterizzare e controllare il fotoprodotto con notevoli potenzialità in ambito terapeutico.

## **Studi idrogeologici a supporto della valutazione e mitigazione degli effetti delle variazioni climatiche sui corpi idrici sotterranei e superficiali.**

Lucio Di Matteo, Daniela Valigi, Costanza Cambi, Corrado Cencetti.

La stima corretta delle componenti del bilancio idrogeologico è una delle sfide in ambito di ricerca e nella gestione della risorsa idrica. Lo studio dei processi idrogeologici aiuta anche a comprendere gli impatti delle variazioni climatiche in atto nell'area mediterranea e a mettere a punto le più appropriate tecniche di mitigazione. L'integrazione di varie tecniche di analisi aiuta a stimare l'incertezza delle varie componenti del bilancio e l'affidabilità delle previsioni tramite modelli matematici (livelli dei laghi, portate delle sorgenti, ecc.). Studi di dettaglio su questi aspetti sono fondamentali vista la sempre maggiore richiesta di acqua per vari usi (irriguo, idropotabile, idroelettrico, ecc.) e l'attenzione crescente verso il tema della "certificazione" della disponibilità idrica.

## **Modelli compositi a LHC e ai collisori del futuro. Vincoli di unitarietà e complementarità con le ricerche in esperimenti di bassa energia**

Orlando Panella, Matteo Presilla, Sehar Ajma

La ricerca di fisica oltre il modello standard (BSM) è il motore principale del programma di esplorazione della fisica delle particelle elementari. I risultati dell'LHC stanno iniziando a plasmare le strategie e le priorità di queste ricerche e, di conseguenza, l'ambito del programma sperimentale si sta ampliando. Viene data crescente enfasi a scenari alternativi e a signature sperimentali non convenzionali. Questo approccio, basato su teorie di campo efficaci influenza anche le proiezioni per le scoperte sui futuri collisori (ad esempio HL-LHC). Nell'ambito di modelli compositi vengono presentati studi sulla produzione risonante di stati esotici, sull'implementazione dei vincoli di unitarietà e sulla complementarità fra esperimenti a LHC e il doppio decadimento beta senza neutrini.

## **Micro e nano devices for computing and sensing**

Igor Neri, Luca Gammaitoni, Francesco Cottone, Alessandro Di Michele, Cristina Diamantini, Maurizio Mattarelli

La ricerca di dispositivi di calcolo e sensing sempre più piccoli e sempre più veloci ha finito con il saturare i limiti fisici imposti dalla fisica dei semiconduttori. Alcuni materiali 2D, come il grafene e TMD, godono di sorprendenti proprietà elettroniche, termiche ed ottiche. In questo intervento verrà discusso lo studio dei limiti fisici del calcolo, utilizzando gli strumenti della meccanica statistica di non equilibrio e della termodinamica stocastica. Verranno inoltre presentati i risultati di simulazioni ed esperimenti sullo studio di sensori e nano-dispositivi elettronici per la realizzazione di dispositivi di calcolo ad alta efficienza energetica. I risultati ottenuti verranno messi in prospettiva per definire una strategia per piani d'azione futuri nel campo delle nanotecnologie.

## **Verso un futuro sostenibile: studio di nuove tecnologie per la gestione dei rifiuti e la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.**

Azzurra Zucchini, Paola Comodi

L'abbattimento della CO<sub>2</sub> atmosferica, insieme alla necessità di gestire le ingenti quantità di rifiuti portandoli allo status di "*end of wastes*", sono tra i capisaldi dell'"economia circolare" ed obiettivi principali delle nostre ricerche nell'ultimo decennio. Alla caratterizzazione minero-fisica dei materiali di scarto (es. ceneri volanti, biochar) è stato affiancato lo studio di nuove tecnologie per il loro riciclo in applicazioni di geoingegneria e agronomia. Inoltre, la progettazione, la sperimentazione e l'applicazione su larga scala di processi produttivi per materiali da costruzione meno energivori e con minori emissioni di CO<sub>2</sub> sono state portate avanti mediante l'utilizzo di nanomateriali. Questo approccio ha consentito la riduzione delle *T* di cottura e il miglioramento delle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali cementizi.

## **L'alta luminosità di LHC - la ricerca diretta di nuova fisica**

Livio Fanò per il gruppo CMS-PG

Si presenta il progetto di alta luminosità di LHC a partire dai risultati raggiunti e attesi dal Run3 in corso. La presentazione partirà dalla visione attuale del quadro delle interazioni fondamentali, evidenziandone i limiti e il potenziale di avanzamento della conoscenza legato alla presa dati in corso e futura. Le attività saranno presentate nel quadro fortemente interdisciplinare in cui vengono portate avanti e declinate per ambiti (analisi dati e riscontro con i modelli, costruzione dei nuovi esperimenti, sviluppo del modello di analisi e di distribuzione dei dati). Fisici, ingegneri e informatici compongono il gruppo di ricerca di Perugia che conta ~17 FTE tra ricercatori, studenti e personale tecnico.