



# NEWSLETTER 21

Italian National Institute for Nuclear Physics

## NEWS

### SPAZIO

AL VIA EXOMARS, MISSIONE EUROPEA SU MARTE, p. 2

### RICERCA

SI APRE UNA NUOVA FASE PER I FASCI DI PROTONI IN LHC, p. 3

### COLLABORAZIONI

FIRMATI ACCORDI DI COOPERAZIONE TRA INFN E ISTITUTI DI RICERCA IRANIANI, p. 4

### RICERCA

CIRCOLANO I PRIMI FASCI NELL'ACCELERATORE SUPERKEKB, p. 5

### APPLICAZIONI

HERITAGE SCIENCE: LA RETE E-RIHS TRA LE INFRASTRUTTURE DI RICERCA STRATEGICHE PER L'EUROPA, p. 6



### L'INTERVISTA p. 7

#### L'EUROPA PUNTA SUL TELESCOPIO SOTTOMARINO PER NEUTRINI KM3NET

*Intervista a Giacomo Cuttone, direttore dei Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN*



### FOCUS ON p. 10

#### UN GRANT EUROPEO ERC PER LA NUOVA SORGENTE DI NEUTRINI ENUBET



## SPAZIO

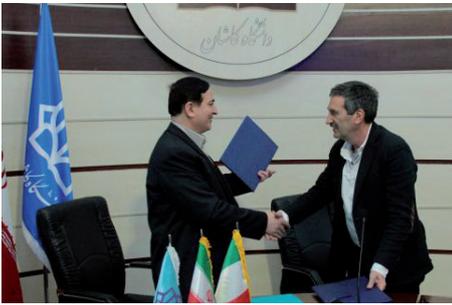
### AL VIA EXOMARS, MISSIONE EUROPEA SU MARTE

È partita alla volta del Pianeta Rosso dal cosmodromo di Bajkonur, nelle steppe del Kazakistan, la missione robotica ExoMars (*Exobiology on Mars*), realizzata dalla *European Space Agency* (ESA), in collaborazione con l'agenzia russa Roscosmos, per la ricerca nel sottosuolo di eventuali tracce di vita marziana passata o presente. A bordo del *lander* di ExoMars, anche il microriflettore laser *INstrument for landing-Roving laser Retroreflector Investigations* (INRRRI) dell'ASI (Agenzia Spaziale Italiana) e dell'INFN, primo bersaglio laser passivo sulla superficie marziana e il primo oltre la Luna. Il *lander* Schiaparelli, dedicato all'astronomo italiano che disegnò la prima mappa di Marte, si poserà sulla superficie del Pianeta Rosso dopo un viaggio di sette mesi. A bordo del *lander* - un concentrato di tecnologia italiana, con Thales Alenia Space (Thales-Finmeccanica) capofila delle aziende che hanno contribuito alla missione - anche la stazione meteo "DREAMS" (*Dust characterization, Risk assessment and Environment Analyser on the Martian Surface*), realizzata dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) sotto la guida scientifica dell'INAF.

ExoMars ha tra i suoi obiettivi la prima misura di campi elettrici sulla superficie di Marte e una mappa delle fonti di metano del Pianeta Rosso, possibili spie di vita aliena microbica. Ma la missione proseguirà oltre la sua fase operativa proprio grazie al retroriflettore INRRRI, che potrà essere utilizzato come nuovo punto di riferimento geodetico primario e di precisione di Marte. INRRRI sarà inoltre l'antesignano di una probabile serie di microriflettori portati da futuri *lander* o *rover*, che assieme formeranno un *Mars Geophysics Network* (MGN), una rete di punti di riferimento per misure di geodesia di Marte e test di Relatività Generale. A lungo termine, MGN potrebbe diventare una rete di posizionamento di precisione simile a quella dei retroriflettori laser delle missioni Apollo e Lunokhod sulla Luna. ■


**RICERCA**
**SI APRE UNA NUOVA FASE  
PER I FASCI DI PROTONI IN LHC**

LHC è ripartito. Il 25 marzo 2016, dopo la consueta pausa tecnica invernale cominciata il 14 dicembre scorso, alle ore 11.33 i primi due fasci di protoni hanno completato il loro primo giro all'interno dell'anello di 27 km del super-acceleratore del CERN di Ginevra. Durante la fase di *commissioning* di tutti i sistemi e della strumentazione di LHC i fasci sono stati fatti circolare a bassa energia, per poi salire verso l'energia di 6,5 TeV per fascio, ma con un solo pacchetto (*bunch*) e un numero di protoni pari a circa un decimo rispetto ai *bunch* utilizzati per la fisica. In questo modo, gli operatori della macchina possono verificare che l'acceleratore funzioni correttamente e che sia possibile tenere i fasci sotto controllo durante tutte le fasi, utilizzando pacchetti d'intensità tale da evitare danni alla macchina nel caso qualcosa non funzionasse correttamente. Oggi i fasci stanno circolando regolarmente all'energia di 6,5 TeV sempre con un *bunch* per fascio, ma con intensità ora nominale, pari cioè a quella prevista per gli esperimenti di fisica. Misure di ottica sono attualmente in corso allo scopo di aumentare la stabilità dei fasci e ridurre le perdite. In seguito, dopo aver stabilito l'orbita ideale e aver allineato attorno a questa i collimatori, i fasci saranno messi in collisione l'uno contro l'altro: anche in questo caso inizialmente con un solo pacchetto di protoni. Infine, il numero dei *bunch* aumenterà progressivamente. I test di *machine protection* che servono ad accertare, appunto, che la macchina sia in sicurezza proseguiranno nelle prossime settimane e nell'arco di un mese le performance di LHC dovrebbero arrivare a un livello vicino a quello raggiunto nel 2015. Le prime collisioni per produrre dati di fisica si dovrebbero avere verso la fine di aprile, dando così inizio alla seconda fase del RUN2, all'energia di 13 TeV nel centro di massa, cioè nel punto di collisione dei protoni. Le aspettative scientifiche sono alte, perché nei prossimi mesi sarà possibile raccogliere una quantità di dati sufficiente per sapere se il bump, il picco a 750 GeV di massa - per ora ancora piccolo - che corrisponde a un eccesso di coppie di fotoni energetici, è una semplice fluttuazione statistica oppure no. Se il risultato fosse confermato, si aprirebbero scenari inaspettati e tutti da interpretare. ■

**COLLABORAZIONI****FIRMATI ACCORDI DI COOPERAZIONE  
TRA INFN E ISTITUTI DI RICERCA IRANIANI**

Nel corso di una serie di incontri che si sono tenuti nel mese di marzo in Iran, l'INFN ha sottoscritto cinque accordi di cooperazione scientifica con altrettanti Istituti di ricerca del Paese. Si tratta di protocolli d'intesa per favorire le future collaborazioni tra le parti in ambito scientifico e tecnologico, nei settori di maggiore interesse per l'INFN, come la fisica fondamentale e il trasferimento tecnologico. La sigla di questi accordi cade in un periodo positivo e di apertura per Teheran, a seguito della fine delle sanzioni imposte dalla comunità internazionale. Queste iniziative aiuteranno a rafforzare le relazioni bilaterali tra gli Enti e favoriranno lo scambio di informazioni e di conoscenze scientifiche e tecnologiche. In particolare, poi, gli Istituti iraniani hanno come principale obiettivo quello di offrire ai propri studenti la possibilità di trascorrere un periodo all'estero, durante i loro studi di dottorato. Gli Istituti con cui l'INFN ha sottoscritto gli accordi sono l'Università di Tecnologia di Sharif, l'Istituto di Ricerca in Scienze e Tecnologie Nucleari, Organizzazione per l'Energia Atomica, l'Istituto per la Ricerca in Scienze Fondamentali, l'Università di Tecnologia di Isfahan e l'Università di Kashan. ■


**RICERCA**
**CIRCOLANO I PRIMI FASCI  
NELL'ACCELERATORE SUPERKEKB**

I primi fasci di particelle sono stati iniettati e fatti circolare stabilmente per la prima volta nell'acceleratore SuperKEKB, nel laboratorio KEK a Tsukuba, in Giappone. Progettato per lavorare a una luminosità mai raggiunta finora, ben quaranta volte più alta di quella del più potente acceleratore della generazione precedente, SuperKEKB è il primo acceleratore per la ricerca in fisica fondamentale a entrare in funzione dopo LHC al CERN di Ginevra. A differenza di LHC, in cui circolano fasci di protoni, SuperKEKB utilizza fasci di elettroni e positroni, che viaggiano in anelli separati di 3 km di diametro e a energie diverse, rispettivamente di 7 e 4 miliardi di elettronvolt (GeV). SuperKEKB utilizza per la collisione dei fasci uno schema innovativo detto dei "nano-beams" - originariamente proposto dai ricercatori dei laboratori di Frascati per il progetto SuperB - capace di massimizzare la regione nello spazio in cui i fasci si sovrappongono, e quindi la luminosità. A pieno regime, le particelle prodotte nelle collisioni saranno rivelate e misurate dall'esperimento Belle-II, un sensibilissimo rivelatore frutto di una collaborazione internazionale formata da oltre 600 fisici e ingegneri provenienti da 23 nazioni diverse. Belle-II cercherà segnali di fisica oltre le teorie attualmente conosciute. Importante il contributo italiano, con una comunità di più di 60 scienziati provenienti da nove università e laboratori dell'INFN. I gruppi italiani sono impegnati nella costruzione di tre elementi chiave dell'esperimento, necessari alla misura precisa del punto in cui le particelle decadono, al riconoscimento delle particelle che attraversano il rivelatore e alla misura della loro energia. L'Italia assicura, inoltre, un notevole contributo ai mezzi di calcolo necessari per l'analisi dell'enorme quantità di dati che l'esperimento raccoglierà. ■



## APPLICAZIONI

### HERITAGE SCIENCE: LA RETE E-RIHS TRA LE INFRASTRUTTURE DI RICERCA STRATEGICHE PER L'EUROPA

La conoscenza e la conservazione del patrimonio culturale e naturale hanno da oggi un nuovo alleato: E-RIHS, l'unica infrastruttura di ricerca europea sull'*Heritage Science* entrata ufficialmente nella Roadmap di ESFRI (*European Strategy For Research Infrastructures*) che individua le infrastrutture di ricerca considerate strategiche per la comunità scientifica in Europa. E-RIHS, di cui l'Italia è capofila con il CNR, è un'infrastruttura europea distribuita: una rete di laboratori e risorse strumentali fisse e mobili altamente avanzati, archivi fisici e digitali all'avanguardia, messi a disposizione dei ricercatori europei. La comunità cui E-RIHS si rivolge è quella del nuovo ambito multidisciplinare della scienza del patrimonio culturale e naturale, o *heritage science*, che congiunge in un'ottica transdisciplinare le scienze dure e le scienze umane per affrontare tutti i temi e le problematiche legati al patrimonio culturale, naturale e archeologico. Dal restauro alla fruizione, dalla conservazione alla valorizzazione, dal monitoraggio alla gestione, dalle esigenze di tutela a quelle del mercato del turismo. Grazie al supporto di MIUR (Ministero Istruzione Università e Ricerca) e MISE (Ministero Sviluppo Economico) e al sostegno del MIBACT (Ministero Beni, Attività Culturali e Turismo), alla guida del CNR (Centro Nazionale delle Ricerche) con la partecipazione di INFN, ENEA (Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'Energia e lo sviluppo Economico sostenibile), OPD (Opificio delle Pietre Dure), INSTM (Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali) e gli altri enti e università italiane coinvolti, E-RIHS oggi include 18 stati membri e 11 paesi terzi. Il passo successivo all'entrata nella Roadmap è l'inizio di una fase preparatoria per la costituzione di un ERIC (*European Research Infrastructure Consortium*), che vede anche il coinvolgimento dell'ICCROM, ente intergovernativo internazionale di studi per la conservazione e il restauro del patrimonio culturale. L'Italia si candida quindi a ospitare la sede dell'unico ERIC a guida italiana nella nuova Roadmap ESFRI. ■

**»» L'INTERVISTA**

**L'EUROPA PUNTA  
SUL TELESCOPIO SOTTOMARINO  
PER NEUTRINI KM3NET**

*Intervista a Giacomo Cuttone,  
direttore dei Laboratori Nazionali del Sud  
dell'INFN*

*Il progetto KM3NeT in cui l'INFN svolge un ruolo importante con i suoi Laboratori Nazionali del Sud (LNS), è stato selezionato per entrare nella Roadmap 2016 di ESFRI (European Strategy Forum for Research Infrastructures).*

*KM3NeT è un progetto per la realizzazione nel Mar Mediterraneo di un rivelatore sottomarino di neutrini, che avrà come obiettivi scientifici lo studio di sorgenti astrofisiche di neutrini cosmici, la determinazione della massa del neutrino, e la creazione di nuove opportunità di ricerca sinergiche per studi marini e ambientali. Il progetto prevede un'infrastruttura di ricerca distribuita su tre siti d'alto mare: al largo di Portopalo di Capo Passero in Sicilia (Italia), di Tolone (Francia) e di Pylos (Grecia). La fase preparatoria dell'esperimento è terminata a dicembre 2015 quando nel sito di Capo Passero si sono concluse le operazioni della posa in mare e del collegamento a terra della prima stringa di KM3NeT.*

**L'inserimento del progetto KM3NeT nella Roadmap di ESFRI è stato annunciato lo scorso 10 marzo durante l'evento di lancio della Roadmap 2016. Un risultato che ha alle spalle una storia di ricerca di frontiera partita molti anni fa. Ce ne racconta i punti salienti?**

L'inserimento nella Roadmap ESFRI è un traguardo molto importante del progetto KM3NeT, che arriva dopo un rigoroso processo di selezione, in cui i progetti vengono valutati per la loro eccellenza scientifica, la rilevanza paneuropea, l'impatto socio-economico, e il livello di maturità. KM3NeT è stato selezionato assieme ad altri 20 progetti, individuati in quanto nuove infrastrutture di ricerca di interesse paneuropeo che rispecchiano le esigenze a lungo termine delle comunità di ricerca europea.

L'idea di KM3NeT risale agli inizi del 2000 e ha visto protagonista l'INFN e in particolare i Laboratori Nazionali del Sud che hanno avanzato e sviluppato il progetto per l'installazione di un telescopio sottomarino per neutrini di altissima energia nel Mar Mediterraneo, una posizione ideale per

## » L'INTERVISTA

l'osservazione del nostro universo. È stato così individuato in Sicilia il sito candidato a ospitare l'osservatorio, a una distanza di 100 km dalla costa di Portopalo di Capo Passero e a 3500 m di profondità. Un ambiente ottimale per l'installazione, anche in virtù delle favorevoli condizioni di trasparenza dell'acqua.

Nel 2008 è stato realizzato un laboratorio di ricerca a Portopalo da cui parte un cavo elettrottrico lungo 96 km che lo connette con il sito di installazione. Grazie ai finanziamenti diretti dell'INFN e a quelli ricevuti nell'ambito del PON ricerca del MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca) una prima parte del telescopio (circa il 25%) è stata così realizzata e cablata.

**Una volta completato, KM3NeT sarà un osservatorio sottomarino per neutrini con un'estensione complessiva di un chilometro cubo. Perché costruire un gigantesco esperimento a 3500 metri di profondità? Quali sono gli obiettivi di ricerca?**

Il telescopio per neutrini KM3NeT deve essere realizzato a queste profondità in mare poiché si cerca di sfruttare l'acqua sia per schermare il rivelatore dalla radiazione cosmica di fondo sia per utilizzare l'acqua del mare come scintillatore Cherenkov per la rivelazione dei neutrini. Questi ultimi sono fra i più importanti messaggeri di informazione sulla creazione dell'universo e sulla sua evoluzione.

**Questo progetto ha una forte caratterizzazione interdisciplinare. Quali sono le comunità scientifiche che ne beneficeranno? Quale l'impatto in termini di innovazione tecnologica?**

La realizzazione di un osservatorio cablato a 3500 m di profondità nel Mar Mediterraneo offre un'occasione unica per lo studio di processi geofisici e vulcanologici in un'area caratterizzata dallo scontro fra la placca nord africana e quella europea e dalla presenza del più grande vulcano attivo d'Europa, l'Etna. Inoltre rappresenta un'occasione unica per lo studio della biologia marina e dell'ecosistema di un mare particolare quale il Mediterraneo. È stato così possibile, e lo sarà ancor più in futuro, avviare un intenso programma di ricerca e sviluppo nell'ambito di rivelatori, di misuratori e di sistemi di cablaggio e trasmissione dati in ambienti estremi come la grande profondità marina. Il mare diventa così non solo una via di fuga dalla povertà, dalla fame e dalla guerra, ma anche un'occasione per la ripresa della nostra economia e della nostra imprenditoria.

**Nell'ambito della fisica, KM3NeT è l'unico progetto di ricerca a entrare nella Roadmap ESFRI con una localizzazione in Italia, e in questo caso facendo capo a una struttura di ricerca con sede al Sud...**

L'inclusione di KM3NeT nella Roadmap ESFRI riconosce gli sforzi e il ruolo dei Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN per la realizzazione del telescopio sottomarino per neutrini di altissima energia nella propria sede di Portopalo di Capo Passero. Gli investimenti importanti fin qui fatti, sia in termini economici che di capitale umano, hanno permesso il raggiungimento di questo traguardo,

## »» L'INTERVISTA

e qualificano il ruolo dei nostri Laboratori e della Regione Sicilia che ha riconosciuto anche nella sua programmazione di sviluppo il ruolo determinante di KM3NeT per la crescita del nostro territorio.

### **Quale sarà la prossima sfida?**

La prossima sfida, forse la più difficile, sarà quella di riuscire a convincere le nostre Istituzioni regionali, nazionali ed europee a trasformare la programmazione, che fin qui ha visto KM3NeT eccellere, in fatti che permettano di ottenere capitali. Gli obiettivi sono il completamento delle nostre attività e la completa valorizzazione del capitale umano che abbiamo creato in quest'ambito, non solo in Sicilia e in Italia, ma in tutta Europa. ■

## » FOCUS ON


**UN GRANT EUROPEO ERC  
PER LA NUOVA SORGENTE  
PER NEUTRINI ENUBET**

È stato assegnato ad Andrea Longhin, ricercatore dei Laboratori Nazionali di Frascati (LNF) dell'INFN uno dei 302 finanziamenti Consolidator Grant 2015 dell'ERC (*European Research Council*) rivolti, su base competitiva, a programmi di ricerca di grande impatto. Il finanziamento, pari a 2 milioni di euro, sosterrà per una durata di 5 anni il progetto di fisica del neutrino *Enhanced NeUtrino BEams from kaon Tagging* (ENUBET) che partirà ufficialmente il prossimo 1 giugno 2016.

Scopo del progetto ENUBET, che promette di aprire una nuova frontiera nella fisica del neutrino, è mettere a disposizione dei fisici una tecnica innovativa per produrre sorgenti intense di neutrini elettronici ( $\nu_e$ ), con una precisione dieci volte superiore agli standard: uno strumento d'indagine inedito nel settore della fisica del neutrino.

I fasci tradizionali, concepiti già negli anni '60 del secolo scorso, sono infatti caratterizzati da forti limitazioni, che hanno condizionato pesantemente lo studio di precisione del fenomeno delle oscillazioni. Il fenomeno è caratterizzato da transizioni graduali tra le tre famiglie di neutrino, che hanno luogo durante la propagazione e che sono dovute al fatto che i neutrini hanno una massa, anche se piccola. Riuscire a misurare, in particolare, piccole differenze tra l'oscillazione da neutrino muonico in neutrino elettronico ( $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ ) e quella che coinvolge le loro antiparticelle - un fenomeno noto come violazione di CP leptonica - avrebbe conseguenze importanti. La predominanza della materia sull'antimateria, che si osserva in tutto ciò che ci circonda, potrebbe, infatti, essere conseguenza proprio del comportamento dei neutrini primordiali presenti subito dopo il Big Bang.

Per questo motivo, ENUBET si concentrerà particolarmente sulla produzione di un fascio ben controllato di neutrini di tipo elettronico. Questo consentirà di analizzare, come mai fatto prima, tutti i dettagli delle loro interazioni con la materia ordinaria: un passaggio quasi obbligato per una solida misura della violazione di CP con i neutrini. La misura aiuterà la comunità di fisici impegnata su questo fronte, che si appresta a costruire enormi esperimenti sotterranei previsti in Giappone

## » FOCUS ON

(*Hyper-Kamiokande*) e negli USA (DUNE).

Grazie al finanziamento dell'ERC e a una squadra di fisici dell'INFN e di altri istituti europei, ENUBET affronterà la sua sfida misurando i positroni che accompagnano la produzione dei neutrini elettronici nei tunnel di decadimento dei fasci tradizionali. Nei tunnel i flussi di particelle sono elevatissimi, arrivando a un milione di particelle per secondo per centimetro quadro, il che li rende poco favorevoli all'installazione di rivelatori. Il tunnel di decadimento "intelligente" che ENUBET propone è la base per un grande rivelatore (circa 50 metri in lunghezza) basato su innovativi fotosensori al silicio, potenzialmente in grado di superare le difficoltà - resistenza alla radiazione, velocità di risposta, competizione dei processi di disturbo, costi elevati - che avrebbero reso del tutto velleitario un simile programma fino a qualche anno fa.

L'idea di questo rivelatore di positroni (*tagger*) verrà messa alla prova su un prototipo sottoposto a test con fasci di particelle in apposite aree al CERN di Ginevra e ai Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN. Tra le potenzialità del progetto c'è, inoltre, la possibilità di realizzare il primo fascio di neutrini con associazione temporale (*time-tagged*): in questa configurazione, non solo contando i positroni si determina con precisione il numero di neutrini elettronici, ma diventa possibile associare singolarmente ogni neutrino alla sua particella madre. Il risultato è una conoscenza a priori delle caratteristiche di ogni neutrino in termini di energia e famiglia leptonica. Questo è tra gli obiettivi più ambiziosi e complessi del progetto, che realizzerebbe una delle idee pionieristiche che Bruno Pontecorvo formulò, a livello speculativo, in un suo articolo degli anni '80. ■



**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**

**REDAZIONE**

**Coordinamento:** Francesca Scianitti

**Progetto e contenuti:**

Eleonora Cossi, Davide Patitucci, Francesca Scianitti, Antonella Varaschin

**Grafica:** Francesca Cuicchio

**CONTATTI**

**Ufficio Comunicazione INFN**

[comunicazione@presid.infn.it](mailto:comunicazione@presid.infn.it)

+ 39 06 6868162