



# NEWSLETTER 81

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

## INTERVISTA



### **CAMPAGNA VACCINALE ANTI COVID-19: VERSO LA RIPRESA.**

*INCONTRO CON FRANCO LOCATELLI, PRESIDENTE DEL CONSIGLIO SUPERIORE DI SANITÀ E COORDINATORE DEL COMITATO TECNICO SCIENTIFICO, p. 2*

## NEWS

### **RICERCA**

LA PRIMA IMMAGINE DEI CAMPI MAGNETICI AI CONFINI DI UN BUCO NERO, p. 9

LGWA: IL NUOVO PROGETTO PER MISURARE LE ONDE GRAVITAZIONALI DALLA LUNA, p. 10

TOTEM E DØ ANNUNCIANO L'OSSERVAZIONE DELL'ODDERONE, p. 11

LHCB MISURA UNA POSSIBILE VIOLAZIONE DEL PRINCIPIO DI UNIVERSALITÀ LEPTONICA, p. 12

### **ACCORDI**

ENEA TECH E INFN SIGLANO UN ACCORDO PER PROMUOVERE E VALORIZZARE IL TRASFERIMENTO TECNOLOGICO, p. 13

### **OUTREACH**

PARTICELLE D'INNOVAZIONE, MAECI E INFN PER LA PROMOZIONE DEL SISTEMA RICERCA-INDUSTRIA, p.14

### **PUBLIC ENGAGEMENT**

L'UNIVERSO ISPIRATO A ESCHER, p. 15

## TAKE PART IN

FAMELAB 2021, IL TALENT SHOW DELLA SCIENZA, p. 16

EVENTI IN PROGRAMMA, p. 16

## FOCUS



### **LARA, IL CONTRIBUTO DELL'INFN ALL'ESPLORAZIONE MARZIANA, p. 17**

**» INTERVISTA****CAMPAGNA VACCINALE ANTI COVID-19:  
VERSO LA RIPRESA.**

*INCONTRO CON FRANCO LOCATELLI, PRESIDENTE DEL  
CONSIGLIO SUPERIORE DI SANITÀ E COORDINATORE  
DEL COMITATO TECNICO SCIENTIFICO*

*L'INFN ha promosso e organizzato lo scorso 22 marzo il webinar "Campagna Vaccinale Anti Covid-19: verso la ripresa". Introdotto dal presidente dell'INFN Antonio Zoccoli, il seminario è stato tenuto da Franco Locatelli, presidente del Consiglio Superiore di Sanità e recentemente incaricato del coordinamento del Comitato Tecnico Scientifico che supporta il Governo nella gestione dell'emergenza sanitaria da CoVid-19. L'incontro, rivolto alla comunità dell'INFN, è stato organizzato per fare il punto sulla diffusione del contagio e l'evoluzione della pandemia, in particolare nel nostro Paese, e come momento di informazione e confronto sulla campagna vaccinale.*

*Proponiamo qui di seguito una sintesi, organizzata per temi, del seminario, la cui registrazione completa [in italiano] è disponibile nella pagina web Emergenza CoVid-19 dedicata alla comunità INFN sul sito dell'Istituto, [questo il link diretto](#).*

**L'attuale quadro della situazione dal punto di vista epidemiologico**

Inizio presentando alcuni dati. Per dare un'idea dei numeri globali, ieri [21 marzo, N.d.R.] sul sito del *John Hopkins Coronavirus Resource Center* erano registrati 123.308.000 casi di soggetti che sono stati infettati da SarsCov-2: tutto il globo terrestre è stato sostanzialmente interessato dalla pandemia. L'altro dato tristissimo è che purtroppo nel mondo ci sono già ormai più di 2.716.000 persone che hanno perso la vita, con numeri straordinariamente alti negli Stati Uniti, piuttosto che in Brasile o in Messico. E come ben sapete anche in Italia ormai circa 105.000 persone hanno perso la vita. Se mi permettete una nota personale, io sono di Bergamo e questo numero corrisponde esattamente alla popolazione residente nella città dove sono nato. Guardando ai dati dello *European Centre for Disease Prevention and Control* più o meno tutta Europa è ancora interessata dalla circolazione del nuovo coronavirus, con alcune aree, come quella del Centro Europa, di particolare rilievo dal punto di vista della diffusione epidemica. Abbiamo evidenza di come il nostro Paese sia investito da quella che possiamo definire una terza ondata,

## » INTERVISTA

dove in termini di nuovi contagiati c'è certamente una decelerazione della curva e forse anche una riduzione: abbiamo 2.600 casi in meno rispetto a quelli osservati nella settimana scorsa. Ma il carico sulle terapie intensive è particolarmente elevato: l'occupazione di posti letto nelle terapie intensive, oggi al 36%, vede il 30% come la soglia critica rispetto alla quale vengono interrotte, o hanno un rallentamento importante, tutta una serie di altre attività che necessitano di un supporto di letti rianimatori.

Posso poi darvi due informazioni aggiuntive: l'età media dei casi è di 47 anni - vi ricordo invece che l'età mediana dei casi dei soggetti che perdono la vita è di poco superiore agli 80 anni - e ci sono stati circa 127.000 casi tra gli operatori sanitari.

### **I più comuni indicatori dell'andamento dei contagi**

A proposito di indicatori, commento in particolare il parametro dell'incidenza cumulativa a 7 giorni, che è stato ultimamente integrato come indicatore per determinare l'attribuzione della classe di rischio. Globalmente il Paese, nella settimana tra l'8 e il 14 di marzo, aveva un'incidenza cumulativa di 250 casi esatti, che è la soglia che è stata fissata per determinare il passaggio automatico in fascia rossa. Sostanzialmente, c'è un numero assai elevato di Regioni che hanno dei numeri decisamente superiori a questa soglia. Un altro modo per presentare quella che è la situazione epidemica del Paese consiste nel guardare ai Comuni che non sono stati interessati da nemmeno un caso a negli ultimi 14 giorni, dall'1 al 14 di marzo, erano pochissimi, e quasi tutti localizzati in Sardegna, e questo vi spiega perché alla Sardegna era stata assegnata la cosiddetta fascia bianca.

Di fatto l'incremento di casi della cosiddetta terza ondata ha interessato tutte le fasce di età. Quello che si è osservato, a differenza di quanto invece veniva registrato in passato, è anche un incremento nella popolazione tra 0 e 18 anni. Questo, da un punto di vista squisitamente biologico, è da attribuirsi a una maggiore contagiosità della cosiddetta variante inglese nella popolazione pediatrica, senza però - lo voglio ribadire a chiarissime lettere - che il tutto si traduca in una maggior severità dei casi che si riscontrano dai 18 anni in giù.

Prima abbiamo parlato tristemente di morti e prima di arrivare ai vaccini fatemi fare un passaggio per dirvi quello che è stato l'incremento della mortalità rispetto al quinquennio precedente. Attraverso i dati dell'ISTAT si vede chiaramente come nella zona del Nord Italia, in particolare in Val d'Aosta, Piemonte, Lombardia e Province autonome di Trento e Bolzano, si sia riscontrato l'incremento maggiore di decessi rispetto al quinquennio precedente.

Il CoViD-19 rappresenta la quarta più frequente causa di morte nel Paese, e credo che questo dato dia più in generale un'idea precisa di quanto drammatico sia stato l'impatto della pandemia da SarsCoV-2 in tutto il mondo e ovviamente l'Italia non fa eccezione.

## » INTERVISTA

### La valutazione dell'impatto della pandemia

Per stimare adeguatamente l'impatto della pandemia da CoViD-19, forse val la pena parlare di quello che è l'impatto indiretto, e lo faccio prendendo ad esempio due patologie in particolare: le malattie cardiovascolari e le malattie oncologiche ematologiche. Per ciò che riguarda le malattie cardiovascolari, SarsCov-2 può determinare un danno diretto e indiretto all'organismo. Ci sono però anche effetti indiretti che pertengono alla riduzione di ospedalizzazioni per malattie cardiovascolari, che a sua volta si traduce in un incremento della cosiddetta mortalità indiretta, anche in relazione a una riduzione delle procedure elettive [*non urgenti, N.d.R.*] e delle strategie di prevenzione cardiovascolare. Rispetto all'anno precedente la Federazione dei Cardiologi Italiani (IFC) ha documentato, per esempio, quasi una quadruplicazione del *case fatality rate* per infarto miocardico acuto, e questo rende conto di come la pandemia abbia determinato sostanzialmente anche una serie di mortalità indirette legate a patologie rispetto alle quali tutti i sistemi di diagnosi tempestiva e di trattamento altrettanto veloce sono venuti in qualche modo a mancare. Se facciamo riferimento al numero di arresti cardiaci al di fuori dell'ospedale osservati nella scorsa primavera, nel 2020 c'è un netto incremento rispetto a quanto osservato nell'anno precedente, in una chiara correlazione con il numero di casi da CoViD-19. Sulla patologia oncologica, va purtroppo riconosciuto che sia trattamenti chirurgici sia chemioterapici o radianti sono stati ridotti, o addirittura cancellati, anche per riallocare personale alla gestione dei malati di CoViD-19. Soprattutto dobbiamo essere coscienti del fatto che per alcune neoplasie - quelle della vescica, della mammella, del colon o del distretto testa-collo - ritardare i trattamenti significa incrementare il rischio di avere un esito sfavorevole. C'è poi la grande problematica degli *screening*. Il *National Cancer Institute* (NCI) degli Stati Uniti, per esempio, prevede per i prossimi 10 anni qualcosa come 10.000 morti in più per tumore della mammella piuttosto che per neoplasia del colon-retto, e ugualmente nel Regno Unito è previsto un incremento della mortalità fin quasi al 17% per le neoplasie del colon-retto, e del 10% per i tumori della mammella. È chiaro quindi che dobbiamo uscire il prima possibile da questa situazione critica per ripristinare tutta una serie di attività che permettano di annullare anche questo effetto sulla mortalità indirettamente esercitato dalla pandemia, e l'unico modo per farlo è quello di avere vaccini e soprattutto di vaccinare il numero più elevato possibile di persone. A parte le misure di contenimento e mitigazione non farmacologiche che abbiamo imparato largamente ad adottare in questi mesi, ossia il distanziamento interpersonale, l'uso dei dispositivi di protezione individuale, il lavaggio frequente delle mani ed evitare assembramenti, l'unica strada per eradicare o quantomeno contenere una malattia infettiva, rendendola endemica e con un basso impatto di mortalità, è adottare larghe strategie vaccinali, campagne di vaccinazione di massa. Mi permetto di ricordarvi che grazie appunto all'uso dei vaccini in tutto il mondo siamo riusciti a eradicare l'infezione da virus del vaiolo, così come in Europa non sono più registrati casi di poliomielite.

## » INTERVISTA

### **I vaccini attualmente disponibili e loro funzionamento**

In generale, le piattaforme vaccinali che sono state sviluppate sono quattro. Ci sono vaccini basati su virus morti o attenuati: il modello, per esempio, è quello della poliomielite, e uno di questi vaccini è il cosiddetto vaccino Sinovac sviluppato in Cina. Ci sono poi vaccini basati sulla proteina *spike* coniugata con un adiuvante per incrementarne il potere immunogeno. Ci sono infine due piattaforme decisamente innovative. La prima è basata sull'impiego di un vettore virale, per il quale si impiega un virus innocuo non replicante (sostanzialmente un adenovirus). Prima della pandemia da CoViD-19 questa tipologia di piattaforma vaccinale era stata sviluppata solamente per il virus ebola. Completamente nuovi sono i vaccini basati sugli acidi nucleici, in particolare sull'RNA. I due esempi di vaccini già entrati nella disponibilità nel nostro Paese sono i vaccini a RNA sviluppati da Moderna e da Pfizer-BioNTech.

Credo che possa anche essere utile guardare quello che è stato l'investimento dei vari Paesi nello sviluppo di candidati vaccini. Ventisette candidati vaccini sono stati sviluppati negli Stati Uniti, sedici in Cina e poi scendiamo a numeri a una cifra per tutti gli altri Paesi. L'Italia al momento ha due candidati vaccini nelle varie fasi di sviluppo. Le fasi di sviluppo sostanzialmente fanno riferimento prima al disegno del vaccino in funzione delle quattro piattaforme vaccinali di cui vi ho fatto appena menzione, poi alla conduzione di studi sull'animale, e successivamente alla conduzione di studi secondo quelle che si chiamano le *boot clinical practices* nelle differenti fasi che sono la fase uno, la fase due e la fase tre, per arrivare, una volta approvato un vaccino, alla sua commercializzazione e al suo impiego su grandi numeri.

Che cosa è comune sostanzialmente a tutti i vaccini? Il fatto che innescano una risposta immunitaria di quello che possiamo definire come il sistema dell'immunità adattiva, rappresentata dai b-linfociti che, maturando in plasmacellule, producono anticorpi, e dai t-linfociti che svolgono un'azione facilitatrice sullo sviluppo della risposta immunitaria, oltre alla generazione di popolazioni citotossiche sulle cellule che vengono a essere infettate da un determinato patogeno virale, nel nostro caso da SarsCov-2. Ad esempio, per i vaccini a RNA, una volta iniettata la dose, le cellule vengono penetrate da questo RNA con la produzione poi delle proteine che vengono captate e "digerite" dalle cellule che presentano l'antigene, fisiologicamente deputate a innescare una risposta immunitaria, sia di tipo umorale sia di tipo cellulare.

### **Differenze tra i diversi vaccini in termini di conservazione e numero e distanziamento delle dosi da somministrare**

Provarei a condividere con voi qualche altra riflessione sui vaccini, e per farlo partiamo da un'osservazione. Sono tredici i vaccini che sono stati approvati in varie parti del mondo, e in particolare quattro al momento sono stati approvati in Italia e in Unione Europea: questi ultimi sono il vaccino a RNA di Pfizer-BioNTech, quello a RNA di Moderna, e i due vaccini a cui facevo prima riferimento, che impiegano un vettore

## » INTERVISTA

adenovirale per trasportare l'informazione genetica all'interno delle cellule, AstraZeneca, che si basa su un adenovirus di scimpanzé, e il vaccino di Johnson & Johnson, che si basa invece su un adenovirus umano. Il cosiddetto vaccino Sputnik è anch'esso un vaccino basato sull'impiego di vettori adenovirali, con la peculiarità che nel caso di questo vaccino l'adenovirus impiegato nella prima somministrazione differisce da quello utilizzato nella seconda.

Tutti e due i vaccini approvati Pfizer-BioNTech e Moderna richiedono due dosi: Pfizer-BioNTech a distanza di 21 giorni, Moderna a distanza di 28 giorni. Le condizioni di mantenimento, di *storage*, differiscono. Quelle del vaccino di Pfizer-BioNTech sono più impegnative perché deve essere mantenuto tra -60 °C e -80 °C, e resiste cinque giorni a una temperatura tra 2 °C e 8 °C, mentre a temperatura ambiente non va tenuto per più di due ore. Più favorevoli invece le condizioni di storage di Moderna, che va mantenuto tra i -15 °C e i -25 °C, ha una stabilità di un mese tra 2 °C e 8 °C, mentre a temperatura ambiente resiste sostanzialmente senza alterarsi per 12 ore. L'efficacia di questi vaccini è clamorosamente alta: 100% per entrambi dopo la seconda dose.

Queste sono invece le informazioni sugli altri due vaccini approvati. Il vaccino Johnson & Johnson è stato approvato l'11 di marzo dall'Agenzia Europea del Farmaco (EMA) e un paio di giorni dopo dall'Agenzia Italiana del Farmaco (AIFA), ma le prime dosi arriveranno nel Paese ad aprile, e richiede solo una dose: questo lo rende indubbiamente attraente proprio perché determina immunizzazione con una sola dose. Nel caso di AstraZeneca, i migliori risultati in termini di immunizzazione si sono osservati quando tra le due dosi erano intercorse 12 settimane. Il tutto è spiegabile con un'osservazione di tipo immunologico, perché una somministrazione troppo ravvicinata rischia di generare una risposta immunitaria contro il vettore adenovirale, che in qualche modo riduce la capacità immunizzante del vaccino. Anche qui, rispetto alle forme gravi di malattia la protezione è straordinariamente elevata. Per quanto riguarda AstraZeneca certamente avrete notato che non è ancora stato approvato dalla *Food and Drug Administration* (FDA). Ci sono poi vaccini basati sull'uso della proteina *spike* con un neoadiuvante. Novavax verrà di fatto sottoposto a valutazione da parte di EMA molto presto e, anche qui, il vaccino prevede due dosi, facilità di mantenimento tra 2 °C e 8 °C e fino a sei mesi. I dati preliminari che sono stati condivisi mostrano una significativa efficacia anche per il vaccino di Novavax. Quello basato su un virus inattivato è per esempio il vaccino CoronaVac, che prevede due dosi a due settimane l'una dall'altra. Se guardiamo alla lista dei Paesi in cui c'è stata un'approvazione per uso emergenziale, notiamo che alcune parti del globo terrestre, in particolare in Sud America e la Cina, hanno fatto una larga utilizzazione di questa piattaforma vaccinale.

### Il piano vaccinale

Tocchiamo quello che secondo me è un punto cruciale: cioè le priorità rispetto a chi vaccinare. Voi

## » INTERVISTA

sapete che nel Paese è stata fatta la scelta di dare inizialmente priorità agli operatori sanitari e poi alle persone che risiedono nelle RSA, piuttosto che a chi ci lavora, e poi agli ultraottantenni. Sugli operatori sanitari è mia personale opinione che vaccinarsi è un prerequisito imprescindibile per esercitare la professione, perché chi si rivolge agli ospedali e al pronto soccorso deve avere la sicurezza che è stato messo in campo tutto quello che è ragionevolmente possibile per evitare il rischio di essere contagiato. Sul perché vaccinare i pazienti ultraottantenni basta l'osservazione che vi ho fatto prima: l'età mediana delle persone che sono decedute è di poco superiore agli 81 anni, quindi evidentemente immunizzarle vuol dire risparmiare la perdita di tante vite. È chiaro che l'obiettivo è esattamente quello di ridurre la mortalità, perché quello che sappiamo per certo è che i vaccini che abbiamo a disposizione conferiscono la protezione dalla malattia, mentre è ancora un po' dibattuto se la conferiscano completamente nell'ottica della prevenzione del contagio. I vaccini che abbiamo a disposizione danno immunità da malattia, ma non sappiamo compiutamente se danno immunità sterilizzante. È possibile che qualche vaccinato possa eventualmente contagiarsi, ma certamente non svilupperà più - proprio per i dati di efficacia rispetto alle forme gravi di malattia - le forme più pericolose di CoViD-19. Peraltro, questa incertezza sull'immunità sterilizzante giustifica la ragione per cui si raccomanda anche nei vaccinati l'uso dei dispositivi di protezione individuale. Vi ho accennato prima qualche dato che mostra l'efficacia nel Paese della campagna vaccinale: dall'inizio delle vaccinazioni il destino, in termini di crescita del numero dei casi, differisce clamorosamente tra gli operatori sanitari e la popolazione normale, perché ormai si vede un numero assai esiguo di casi tra gli operatori sanitari. Anche il dato della protezione per gli ospiti delle strutture residenziali assistite, se andate a vedere la percentuale di focolai sul totale riportati nelle RSA dopo l'inizio delle seconde vaccinazioni, cala di nuovo in maniera clamorosa. Il tutto evidentemente dà ulteriore ragione dell'efficacia e dell'opportunità dei vaccini.

### **Attuali evidenze sull'efficacia dei vaccini a livello globale**

Nella giornata di ieri [21 marzo, N.d.R.] nel Regno Unito dove, certo, ci sono state anche misure di *lockdown* ma soprattutto c'è un numero di vaccinati straordinariamente elevato, il numero delle persone che hanno perso la vita è stato di 17. Il 26 di gennaio, quindi sostanzialmente meno di due mesi fa, eravamo esattamente sopra di due logaritmi, perché eravamo a 1.600 decessi registrati nel Regno Unito. Non più di 5 giorni fa, sulla rivista *Cell* è stato pubblicato un lavoro sulle incidenze cumulative di infezione da SarsCov-2 nei soggetti vaccinati o con vaccino Pfizer-BioNTech o con vaccino Moderna, paragonato al gruppo di controllo che nello studio di fase tre ha ricevuto il placebo. Osservando i dati, potete accorgervi che già a 10-12 giorni dalla somministrazione della prima dose le curve si aprono a forbice in maniera clamorosa, determinando così una chiara dimostrazione dell'efficacia dei vaccini. Curve di questo tipo

## » INTERVISTA

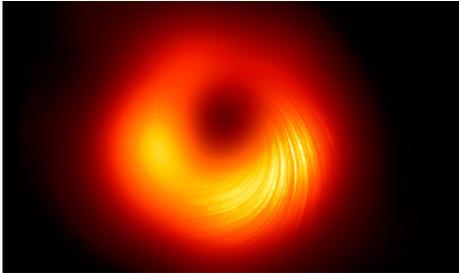
sono rarissime a osservarsi e possono essere definite a buon diritto una dimostrazione della straordinaria efficacia che hanno avuto la biologia e la medicina nel mettere a punto in meno di un anno dei vaccini per iniziare il percorso di vaccinazione.

### **Varianti e persistenza della protezione vaccinale**

La cosiddetta variante inglese si connota per maggior capacità contagiante, mentre i dati rispetto a una sua possibile maggiore letalità sono ancora da consolidare. Ma vi sono anche altre varianti: avrete sentito parlare anche di variante brasiliana e sudafricana. È una sorta di fenomeno fisiologico che emergano dei ceppi con delle mutazioni nucleotidiche e conseguentemente delle mutazioni amminoacidiche a livello della proteina *spike*, in particolare di quella parte che si lega al recettore. Io non sono tra coloro che pensano che queste varianti possano davvero determinare una resistenza ai vaccini. Ci sono lavori scientifici che non confermano affatto questa ipotesi, addirittura documentano risultati in senso opposto. Che cosa invece non conosciamo ancora compiutamente? Non sappiamo la durata della protezione, non sappiamo se avremo quindi bisogno di *boost* vaccinali di richiamo e quanto spesso.

Questa mattina [21 marzo, N.d.R.] ho letto uno studio scientifico in cui si documentava che, mentre nella popolazione sana già dopo la prima dose c'è un livello di protezione clamorosamente elevato, nei pazienti oncologici e oncoematologici una protezione che vada sopra l'85-90% si ottiene solamente dopo la somministrazione della seconda dose: dopo la prima dose, questi soggetti hanno un livello di protezione in termini di risposta anticorpale che non va oltre il 20%.

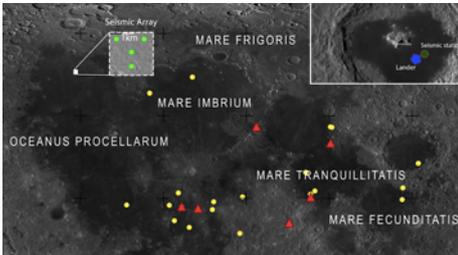
L'altro e ultimo punto è quello riferito alla capacità che hanno i vaccini di indurre un'immunità sterilizzante. Sulla capacità sterilizzante i dati devono essere ancora valutati, analizzati, consolidati per poter trarre delle conclusioni definitive. Ma sappiamo certamente che danno una protezione formidabile dalla malattia. ■



## RICERCA

### LA PRIMA IMMAGINE DEI CAMPI MAGNETICI AI CONFINI DI UN BUCO NERO

La collaborazione scientifica *EHT Event Horizon Telescope*, che nel 2019 aveva pubblicato la prima immagine di un buco nero, è riuscita ora a realizzare una nuova rappresentazione dell'enorme oggetto astrofisico al centro della galassia M87. Si tratta dell'immagine del buco nero come appare in luce polarizzata: è la prima misura della polarizzazione della luce - fenomeno che indica la presenza di campi magnetici - in una regione che si trova praticamente sul "bordo" di un buco nero, sul cosiddetto orizzonte degli eventi. Il risultato fornisce un contributo fondamentale alla comprensione di come la galassia M87 emetta dal suo nucleo getti energetici di particelle. Da questo studio, infatti, si ricavano preziose informazioni sul comportamento dei campi magnetici intorno ai buchi neri e sui processi che, in queste regioni molto dense dello spazio, danno luogo a getti così potenti da estendersi ben oltre la galassia stessa. Grazie alle nuove osservazioni, la collaborazione EHT ha compreso che solo i modelli teorici con gas fortemente magnetizzati possono spiegare ciò che si vede sull'orizzonte degli eventi del buco nero. I dati, infatti, indicano che in questa regione i campi magnetici sono abbastanza forti da respingere il gas caldo e aiutarlo a resistere alla forza di gravità, lasciando spiraleggiare verso l'interno solo una parte del gas, fino all'orizzonte degli eventi. Per osservare il cuore della galassia M87, la collaborazione ha collegato otto telescopi distribuiti in tutto il mondo, per creare un telescopio virtuale delle dimensioni della Terra, l'*Event Horizon Telescope*. I risultati sono pubblicati in due articoli distinti in *The Astrophysical Journal Letters* dalla collaborazione EHT. ■



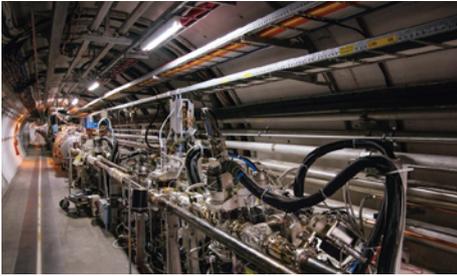
## RICERCA

### LGWA: IL NUOVO PROGETTO PER MISURARE LE ONDE GRAVITAZIONALI DALLA LUNA

È possibile rivelare le onde gravitazionali anche sulla Luna? Questa è la sfida proposta dal team internazionale di scienziati e ingegneri della collaborazione *Lunar Gravitational-Wave Antenna* (LGWA) a cui

l'INFN contribuisce insieme al Gran Sasso Science Institute (GSSI), all'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e all'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e al Centro Italiano Ricerche Aerospaziali (CIRA). La proposta, che prevede l'installazione di una rete di sensori lunari in grado di rivelare le vibrazioni del nostro satellite prodotte dal passaggio delle onde gravitazionali, è stata presentata in uno studio pubblicato su *Astrophysical Journal*, dedicato all'analisi teorica di un simile scenario nell'ambito dei programmi NASA e ESA che prevedono, nel prossimo futuro, il ritorno dell'uomo sulla Luna e la costruzione di basi permanenti sul nostro satellite.

Questa idea fu alla base del lavoro di Joseph Weber circa 50 anni fa e portò alla realizzazione del *Lunar Surface Gravimeter*, un gravimetro posizionato sulla superficie lunare nel 1972, con la missione Apollo 17, che però mancò l'obiettivo di ricerca. Lo studio propone un'estensione dell'idea di gravimetro lunare in cui la Luna stessa è parte essenziale del rivelatore, grazie alla sua intrinseca capacità meccanica di risposta alle onde gravitazionali, e individua come possibilità teorica un sistema composto da una rete di sismografi posizionati nel polo sud del nostro satellite. Una soluzione che presenta ambiziose sfide ambientali e tecnologiche, come lo sviluppo di una nuova generazione di sismografi lunari. ■



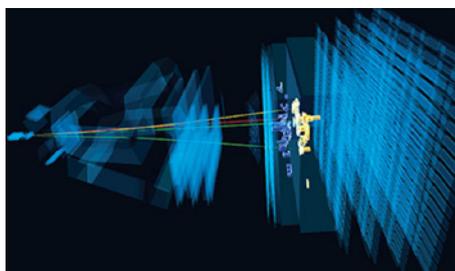
## RICERCA

### TOTEM E DØ ANNUNCIANO L'OSSERVAZIONE DELL'ODDERONE

Le collaborazioni scientifiche TOTEM al CERN, che vede un'importante partecipazione dell'INFN, e DØ al Fermilab hanno annunciato l'osservazione dell'odderone, uno stato elusivo della materia formato da tre particelle fondamentali chiamate gluoni e previsto quasi 50 anni fa. Il risultato è stato osservato con gli acceleratori di particelle LHC del CERN, dove si trova l'esperimento TOTEM, e Tevatron del Fermilab, dove si trovava l'esperimento DØ. La presentazione del lavoro al CERN segue la pubblicazione congiunta, nel dicembre 2020, di un *preprint* del CERN e del Fermilab.

Gli stati che comprendono due, tre o più gluoni sono solitamente chiamati *glueball* e sono oggetti peculiari costituiti dai soli mediatori della forza forte (i gluoni, appunto). L'avvento della cromodinamica quantistica (QCD) ha portato i teorici, nel 1973, a prevedere l'esistenza dell'odderone, formato da tre gluoni. Dimostrare la sua esistenza è stata una grande sfida sperimentale che ha richiesto misurazioni dettagliate dei protoni nelle collisioni ad alta energia.

Già nel febbraio del 2018 l'esperimento TOTEM aveva trovato nei dati della diffusione elastica di protoni l'evidenza della possibile esistenza di questa particella. Il nuovo lavoro si fonda su un'analisi dei dati del Cern e del Fermilab basata su misure a diversi angoli di diffusione. I ricercatori di TOTEM e di DØ hanno confrontato i dati protone-protone di LHC con i dati protone-antiprotone del Tevatron e hanno trovato, con un metodo indipendente, nuovamente evidenze dell'odderone. La combinazione dei risultati delle due analisi (2018 e 2020) ha rafforzato l'evidenza iniziale portandola a livello di scoperta. ■



## RICERCA

### LHCB MISURA UNA POSSIBILE VIOLAZIONE DEL PRINCIPIO DI UNIVERSALITÀ LEPTONICA

Il 23 marzo 2021, nel corso della sezione della conferenza annuale di Moriond dedicata alle interazioni elettrodeboli e di un seminario del CERN, sono stati presentati i risultati dell'ultima campagna di analisi dei dati raccolti dall'esperimento LHCb, uno dei quattro grandi rivelatori ospitati lungo l'anello di LHC. Grazie a LHCb è stato possibile condurre uno dei test per la verifica della cosiddetta universalità leptonica, secondo cui i decadimenti che coinvolgono i tre diversi leptoni carichi - elettrone, muone e tau - dovrebbero occorrere con la stessa probabilità. Lo studio, che ha preso in esame i tassi di due diversi decadimenti di un mesone B carico, particella contenente un quark beauty, ha evidenziato come, contrariamente alle previsioni del Modello Standard, oltre al mesone K carico presente in entrambe le trasformazioni, il numero di coppie muone-antimuone e ed elettrone-positrone prodotte non è equivalente.

Con una significatività statistica di 3,1 sigma, la misura non è stata sufficiente per poter asserire l'osservazione del fenomeno, ma rimane comunque di notevole interesse perché una sua conferma, per la quale saranno necessari 5 sigma, sarebbe indicativa dell'esistenza di una nuova fisica. Nuovi e inattesi scenari potrebbero quindi aprirsi attraverso la statistica più elevata che sarà ottenuta con il terzo ciclo di presa dati di LHC (Run3), il cui inizio è previsto entro il prossimo anno. ■



## ACCORDI

### **ENEA TECH E INFN SIGLANO ACCORDO PER PROMUOVERE E VALORIZZARE IL TRASFERIMENTO TECNOLOGICO**

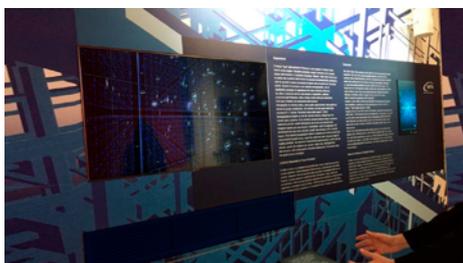
Promuovere e valorizzare le competenze e le innovazioni tecnologiche sviluppate per la ricerca in fisica fondamentale, anche per favorire il trasferimento di conoscenze e lo sviluppo di applicazioni in altri settori. Questo il cuore dell'accordo quadro siglato da ENEA Tech, la fondazione che gestisce il più grande fondo italiano per il trasferimento tecnologico istituito dal Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE) con una dotazione di 500 milioni di euro, e l'INFN. In linea con le loro specifiche missioni, ENEA Tech e INFN collaboreranno sulla programmazione e realizzazione di attività finalizzate all'analisi, alla valutazione e alla valorizzazione di tecnologie sviluppate dall'INFN e ritenute di comune interesse; alla promozione di iniziative di ricerca e sviluppo tra l'INFN e realtà imprenditoriali di interesse per ENEA Tech; alla consulenza e al supporto scientifico e tecnologico a ENEA Tech da parte dell'INFN; alla partecipazione a spin-off, a collaborazioni strategiche in particolare a favore di sviluppi innovativi a contenuto applicativo di alcune delle tecnologie impiegate dall'INFN nelle grandi infrastrutture scientifiche, italiane e internazionali. ■



## OUTREACH

### **PARTICELLE D'INNOVAZIONE, MAECI E INFN PER LA PROMOZIONE DEL SISTEMA RICERCA-INDUSTRIA**

È stato lanciato il 16 marzo con un evento online *The Italian Innovation*, il progetto per la valorizzazione e la promozione delle eccellenze della scienza e della tecnologia italiane all'estero, promosso dal MAECI Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale in collaborazione con l'INFN, l'ASI Agenzia Spaziale Italiana, l'INAF Istituto Nazionale di Astrofisica, il CNR Consiglio Nazionale delle Ricerche, l'ENEA Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile e l'OGS Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale. All'evento sono intervenuti il Ministro del MAECI Luigi Di Maio e i Presidenti degli Enti. Nell'ambito del progetto, l'INFN ha realizzato di concerto con il MAECI la serie di video *Particles of Italian Innovation*, un viaggio per immagini in più puntate attraverso i più promettenti casi di trasferimento tecnologico operato dall'INFN verso l'industria nazionale, a partire dai progetti messi in campo per realizzare i grandi esperimenti di fisica fondamentale. Partendo dalle tecnologie di punta per gli acceleratori e i rivelatori di particelle, *Particles of Italian Innovation* propone dunque un racconto dello sviluppo di tecnologie innovative in collaborazione con le industrie nazionali, e della realizzazione di applicazioni utili per la società in diversi settori come i beni culturali, la medicina, la salute, l'ambiente, la sicurezza, l'aerospazio. L'obiettivo dell'iniziativa è dare adeguata visibilità internazionale alle capacità e alle potenzialità dell'Italia nei settori dell'innovazione promuovendo l'immagine di un Paese altamente competitivo e d'avanguardia in grado di rispondere alle sfide del futuro. ■



## **PUBLIC ENGAGEMENT**

### **L'UNIVERSO ISPIRATO A ESCHER**

L'evoluzione dell'universo, la sua origine e la sua espansione sono i temi chiave al centro di una nuova installazione multimediale semipermanente dell'INFN ospitata da inizio marzo al Museo

Immaginario Scientifico di Trieste, nella nuova sede del Magazzino 26 nel Porto Vecchio.

"Espansione" è un *exhibit* multimediale interattivo che rappresenta la struttura dell'universo e il modo in cui procede la sua evoluzione, richiamandosi a uno dei quadri dell'artista olandese M. C. Escher, "Divisione cubica dello spazio" (1952). I visitatori possono interagire con l'installazione, avvicinando e allontanando le mani dalla postazione per espandere, ruotare o contrarre l'universo fino a riportarlo al Big Bang, avvicinandosi alla comprensione dei meccanismi che ne regolano l'evoluzione. L'installazione è affiancata da un video dedicato all'origine, all'evoluzione e al futuro del nostro universo.

"Espansione" è stata inserita nella sezione del museo "Trieste e la scienza", in cui trovano spazio centri di ricerca e imprese, parte integrante della rete di enti scientifici che costituiscono il Sistema Trieste, tra cui anche l'INFN, presente in Friuli-Venezia Giulia con la sezione di Trieste e il gruppo collegato di Udine. L'*exhibit* è stato presentato il 2 marzo da Serena Mizzan, direttrice dell'Immaginario Scientifico, Angela Brandi, assessore a scuola, educazione, università e ricerca, decentramento del Comune di Trieste, e da Rinaldo Rui, direttore della Sezione di Trieste dell'INFN.■



## TAKE PART IN FAMELAB 2021, IL TALENT SHOW DELLA SCIENZA

Raccontare la scienza in tre minuti è la sfida aperta a giovani ricercatori, ricercatrici e studenti universitari proposta da FameLab, la competizione internazionale promossa da British Council e coordinata in Italia da Psiquadro. Tra il 9 e il 29 aprile si svolgono le preselezioni e le selezioni. La prova da superare: due presentazioni di

tre minuti su due argomenti a scelta e conquistare la giuria e il pubblico.

Quest'anno a FameLab Italia partecipano otto città; l'INFN è co-organizzatore della tappa di Pisa e collabora all'organizzazione nelle sedi di Catania, Genova e Sassari. In tutte le sedi sono previsti workshop online aperti a tutti sulla comunicazione della scienza e sul public speaking in preparazione alle selezioni: il prossimo è proposto dalla sede di Catania il 9 aprile.

Iscrizioni: <https://famelab-italy.it/famelab2021/>.

## DAL 29 MARZO 2021: FESTIVAL DELLA SCIENZA DI GENOVA ONLINE.

In attesa dell'edizione di ottobre 2021, il Festival ripropone online gli eventi dell'edizione 2020.

Si segnalano in particolare:

### - Ricerca Made in Italy. Nata in Italia per essere internazionale

Con Anna Grassellino, Lucio Rossi, Viviana Fafone, Lucia Votano, Antonio Zoccoli, modera Beppe Severgnini

### - I Big Data nella lotta alla pandemia

Con Antonio Zoccoli, Giuseppe Ippolito, Gian Carlo Blangiardo, modera Marianna Aprile

### - La Forza Nascosta. Scienziate nella Fisica e nella Storia

Con Fé Avouglan e Elena Ruzza. Regia di Gabriella Bordin.

A cura di INFN Sezione di Torino e Università degli Studi di Torino.

### - Svelare i segreti dell'Universo con i neutrini

Lectio magistralis con Takaaki Kajita

Visita la piattaforma: <https://www.festivalscienza.online/>

## 15 APRILE ORE 21.00: I GIOVEDÌ DI GALASSICA

### Uno sguardo al cuore della galassia. Come si osservano buchi neri e oggetti compatti.

Con Mariafelicia De Laurentis, docente all'Università Federico II di Napoli e ricercatrice INFN

Leggi il programma completo e segui la diretta: <https://galassica.it>

## DAL 16 APRILE: PROGRAMMA AGO MODENA FABBRICHE CULTURALI - I QUANTI

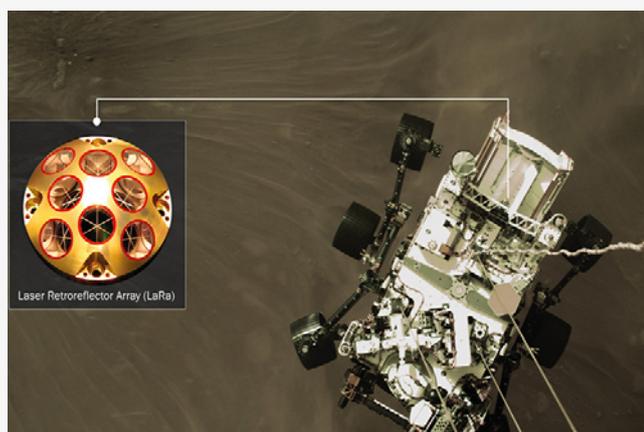
### 22 aprile: Il quanto tecnologico. Dalla fisica quantistica al computer del futuro

Con Stefania De Curtis, Raffaele Tripicciono, Paola Verrucchi, Leonardo Bianchi

leggi il programma completo <https://www.agomodena.it/it/programma/iquanti/>



» **FOCUS**



**LARA, IL CONTRIBUTO DELL'INFN  
ALL'ESPLORAZIONE MARZIANA**

Venerdì 19 febbraio, nell'ambito della missione NASA Mars 2020, ha avuto luogo l'ammartaggio di *Perseverance*, il rover che nei prossimi anni avrà il compito di andare alla ricerca di tracce di vita presente o passata sulla superficie del Pianeta Rosso. Tra gli strumenti di cui *Perseverance* è dotato anche il microriflettore italiano *Laser Retroreflector Array* (LaRa), sviluppato e realizzato dal SCF\_Lab (*Satellite/lunar/GNSS laser ranging/altimetry and cube/microsat Characterization Facilities Laboratory*) dei Laboratori Nazionali di Frascati (LNF) dell'INFN.

LaRa, un dispositivo in grado di facilitare l'identificazione del rover riflettendo la luce del laser con cui saranno equipaggiate le sonde che raggiungeranno nel prossimo futuro l'orbita marziana, assolverà compiti diversi, come la misura della posizione del veicolo sulla superficie del pianeta, misure di geofisica e geodesia e test della teoria di Relatività Generale di Einstein.

Nato nell'ambito di una collaborazione tra INFN-LNF e ASI, LaRa rappresenta uno dei contributi italiani al programma *Mars Sample Return*, con cui la NASA e l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) puntano a riportare sulla Terra campioni di suolo marziano entro il 2030. Composto da una cupola dal diametro di circa 5 cm, sopra la quale sono collocati 8 prismi di quarzo realizzati dallo spigolo di un cubo di silicio fuso, il microriflettore è in grado di riflettere la luce nella stessa direzione di incidenza di quest'ultima. LaRa è solo l'ultimo di una serie di strumenti analoghi realizzati negli ultimi anni dai LNF già presenti su Marte o pronti a raggiungere il Pianeta Rosso nel prossimo futuro, grazie ai quali sarà possibile disporre di un numero sufficiente di dispositivi per la triangolazione delle posizioni dei veicoli marziani, rendendo così operativo un sistema di navigazione con laser in orbita marziana.

LaRa consentirà agli scienziati di eseguire misure di distanza tramite la tecnica del *laser-ranging* (telemetria laser), riuscendo a individuare con accuratezza la posizione di *Perseverance* sulla superficie

## » FOCUS

marziana, di testare la teoria di Relatività Generale di Einstein e di rendere più precisi e più sicuri i futuri atterraggi sul Pianeta Rosso. Tuttavia, sarà necessario attendere l'arrivo di un futuro orbiter marziano equipaggiato con un sistema laser, non essendo possibile effettuare il *laser-ranging* direttamente dalle stazioni presenti sulla Terra.

Il microriflettore è stato ideato, progettato, assemblato e testato dall' SCF\_Lab, il gruppo dei LNF specializzato nel campo della ricerca spaziale. Nato nel 2006, il laboratorio è dedicato alla progettazione, caratterizzazione e modellazione del segmento spaziale di telemetria laser, ossia la tecnica che permette di misurare le distanze nello spazio grazie alla misura del tempo di volo degli impulsi laser inviati da una sorgente ai dispositivi equipaggiati con retroriflettori, come LaRA. Una tecnologia che giocherà un importante ruolo nel futuro prossimo delle missioni spaziali dedicate all'esplorazione della Luna, degli asteroidi e dello stesso Pianeta Rosso. ■

## **Istituto Nazionale di Fisica Nucleare**

### **COORDINAMENTO:**

Francesca Scianitti

### **REDAZIONE**

Eleonora Cossi

Anna Greco

Matteo Massicci

Francesca Mazzotta

Francesca Scianitti

Antonella Varaschin

### **GRAFICA:**

Francesca Cuicchio

### **TRADUZIONI:**

ALLtrad

### **ICT SERVICE:**

Servizio Infrastrutture e Servizi Informatici Nazionali INFN

### **COVER**

Marte

### **CONTATTI**

Ufficio Comunicazione INFN

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

---