

# Einstein Telescope: osservare l'universo con le onde gravitazionali

Messa a punto dell'interferometro Virgo  
Foto di Maurizio Perciballi

**Ettore Majorana**  
Dipartimento di Fisica

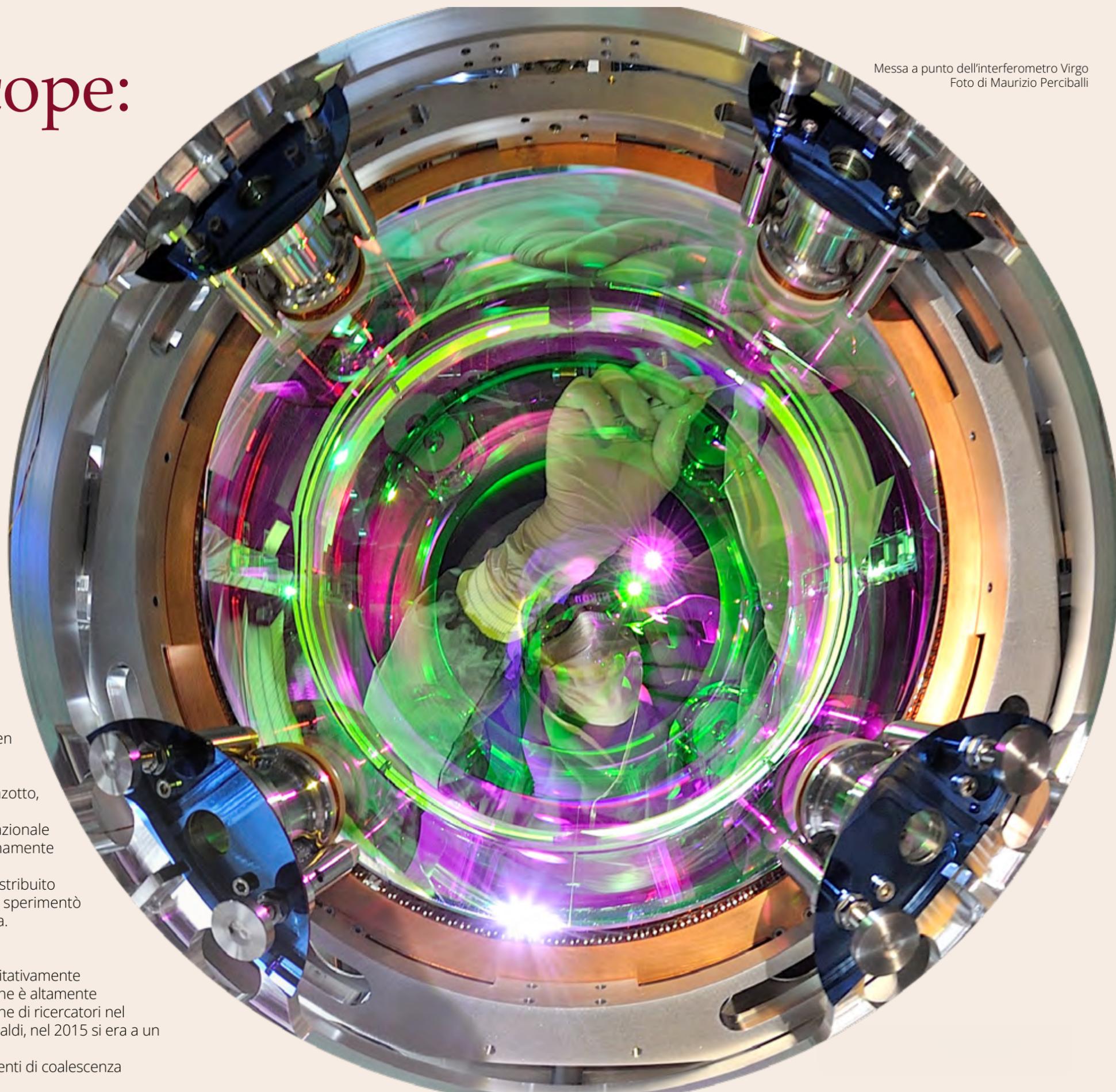
Il 14 settembre del 2015 fu rivelato un impulso di onde gravitazionali partite più di un miliardo di anni prima dalla collisione di due buchi neri, entità fisiche mai osservate prima in modo diretto. Poco prima che passassero da noi, nasceva la scienza con Galilei e Newton.

E poi Albert Einstein, che ispirò prima di tutti Joseph Weber, seguito da Edoardo Amaldi in Italia. Fummo storditi e stupefatti. Incidenti di percorso, al momento della prima osservazione non ben compresi, avevano impedito a Virgo di rivelare l'evento e solo i due apparati di LIGO poterono registrare il passaggio dell'onda. Ricordo distintamente l'amarezza nell'espressione di Adalberto Giazotto, un dirigente dell'Infn che con instancabile pertinacia aveva voluto il rivelatore Virgo a Cascina, in provincia di Pisa. Un'impresa internazionale straordinaria. Ma i ricercatori della collaborazione Virgo erano pienamente coinvolti con l'analisi dei dati prodotti da LIGO.

Si chiamava "single machine": il primo laboratorio internazionale distribuito su più siti che lavorano insieme condividendo i dati. Per tre mesi si sperimentò l'embargo mediatico e noi stessi cercavamo di demolire la scoperta. Persino a casa si provava a evitare argomento.

La posta in gioco era enorme e si voleva essere certi dei risultati.

La certezza, in questo campo, corrisponde al poter affermare quantitativamente che un evento casuale che produca un risultato simile all'osservazione è altamente improbabile: in altre parole, che non è stato un caso. Da poche decine di ricercatori nel mondo negli anni '80, la maggioranza dei quali a Roma grazie ad Amaldi, nel 2015 si era a un migliaio. Nel 2017, dopo un intenso lavoro, rientra in funzione Virgo, in configurazione non ottimale; ciò nonostante, si osservano due eventi di coalescenza





Il primo studio di ET del 2011 e la versione aggiornata del 2020  
Foto TDS (Technical Documentation System) di Virgo

**NEL 2015 LE ONDE GRAVITAZIONALI SONO RIVELATE PER LA PRIMA VOLTA IN MODO DIRETTO. NEL 2017 L'INTERFEROMETRO VIRGO OSSERVA UNA TRIPLA COINCIDENZA. DA LÌ NASCE IL PROGETTO DI SCOMMETTERE SU UN NUOVO RIVELATORE**

in coincidenza tripla LIGO-Virgo: una coppia di buchi neri e una di stelle di neutroni, con l'emissione di un GRB (Gamma Ray Burst), evento rarissimo associato alla nascita di una "kilonova". Grazie a processi di questo genere vengono prodotti i nuclei più pesanti, caratteristici della materia che ci circonda. L'efficacia del network di rivelatori per triangolare la posizione delle sorgenti è ormai una realtà e nasce l'attuale astrofisica multimessaggera. Sono personalmente molto legato a questi eventi. La soddisfazione per la scoperta del 2015 allarga la conoscenza dell'universo e rende

orgogliosi di aver partecipato a un'avventura collettiva credendo in qualcosa di giusto. Ma le osservazioni del 2017 sono per me incommensurabili e valgono una vita. Decidemmo che avremmo cercato di esplorare tutto l'universo osservandone le onde gravitazionali nell'intervallo di frequenza consentitoci dai rivelatori terrestri, limitato dal fondo sismico. L'interferometro misura l'ampiezza dell'onda e non la sua energia. E l'ampiezza degrada come l'inverso della distanza della sorgente. Avere una sensibilità dieci volte maggiore vuol dire moltiplicare per mille il numero delle sorgenti. Nell'autunno 2017 la comunità scientifica europea era già matura, al punto di voler scommettere su un nuovo rivelatore di onde gravitazionali più sensibile ed era già pronto il Concept design dell'Einstein Telescope (ET), sviluppato in Europa con FP7, il settimo programma quadro per la ricerca 2007-2013. Mentre a Stoccolma si invitavano Kip Thorne, Rainer Weiss e Barry Barish per il Nobel, il concept design di ET era sul tavolo. In questo senso, si era ben più avanti che negli USA. Per mettere a punto gli attuali rivelatori sono serviti quindici anni. ET sarà più di dieci volte più sensibile e almeno tre volte più esteso degli attuali rivelatori. Inoltre, verrà installato nel sottosuolo per ridurre il fondo di disturbo sismico e opererà anche in regime criogenico per ridurre la fluttuazione termica della posizione degli specchi.

Per costruirlo bisognerà cambiare passo. Servono infrastrutture per le attività di Research&Development necessarie. L'Istituto nazionale di fisica nucleare è capofila di un significativo investimento, distribuito su vari laboratori sul territorio italiano, nel quadro del Pnrr. Presso il laboratorio Segré dell'Ateneo verrà installata una facility unica nel suo genere per studiare le sospensioni criogeniche degli specchi di ET in scala 1:1. Presso il Dica di Ingegneria, è in corso una intensa attività di progettazione infrastrutturale e qualificazione del sito sotterraneo per ET. Con questa squadra e con queste attività, Sapienza lavora per far sì che il contributo italiano per l'Einstein Telescope sia di primaria rilevanza nel quadro internazionale, a supporto della candidatura del nostro Paese per il sito di ET. Il panorama internazionale è molto cambiato rispetto ai primordi. Quando venne finanziata la costruzione di Virgo si trattava di un'impresa scientifica italo-francese. La collaborazione ET, costituita a Budapest il 6 giugno 2022, consta oggi di quasi 1800 persone tra ricercatori e ingegneri e più di 90 unità di ricerca, tra cui spicca quella di Sapienza. Un'accesa competizione scientifica anima la collaborazione internazionale su vari aspetti,

**SAPIENZA STA SVOLGENDO UN RUOLO DI PRIMO PIANO NELLO SVILUPPO DI EINSTEIN TELESCOPE, CON PROGETTI DI RICERCA AVANZATI E LA CANDIDATURA DELL'ITALIA COME SEDE PER QUESTO IMPORTANTE OSSERVATORIO**

dall'aggiudicazione del sito più adatto per il rivelatore alla scelta delle tecnologie più avanzate da adottare. Nello specifico, si va dalla scienza dei materiali all'ottica quantistica, dalla criogenia alla sensoristica e al controllo digitale. Sapienza è potenzialmente in grado di giocare il ruolo primario che la comunità internazionale si aspetta. È una grande opportunità per l'ateneo, per il Paese e per l'Europa.



Una rappresentanza del team ET del Dipartimento di Fisica  
Foto di Francesca Reale