

**» FOCUS ON**

**TECNOLOGIE AL LIMITE  
PER LA RICERCA  
SULLE ONDE GRAVITAZIONALI**

È passato un secolo esatto da quando Albert Einstein predisse nel 1916 l'esistenza delle onde gravitazionali con la sua teoria della Relatività Generale. Catturare queste increspature dello spaziotempo, prodotte dalle masse in movimento accelerato, è difficilissimo, ma non impossibile. Per aumentare la sensibilità di rivelazione di questi segnali, la cui ampiezza è infinitesima, è stato necessario spingere al limite le tecnologie degli interferometri laser, i rivelatori utilizzati per la ricerca sulle onde gravitazionali.

I fisici dell'INFN, già impegnati con i colleghi americani ed europei nell'analisi dei dati del rivelatore Advanced LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory*), stanno ultimando la costruzione di Advanced Virgo, un interferometro di 2° generazione nel sito di EGO (*European Gravitational Observatory*), nella campagna pisana, che inizierà la presa dati nella seconda metà del 2016. Advanced Virgo nasce come upgrade di Virgo, il gigantesco interferometro di prima generazione formato da due bracci perpendicolari lunghi 3 km, situato a Cascina, nei pressi di Pisa, e inaugurato nel 2003. Ognuno dei due bracci di Virgo è percorso da un fascio laser che, prima di sovrapporsi all'altro, è riflesso avanti e indietro numerose volte allo scopo di allungare virtualmente i bracci aumentando così la sensibilità dello strumento. Quando un'onda gravitazionale attraversa l'interferometro, la lunghezza dei bracci varia e la figura d'interferenza creata dalla sovrapposizione dei fasci laser si modifica: la variazione che i fisici sono in grado di misurare è correlata all'ampiezza dell'onda. Finanziato dall'INFN, dal CNRS, il *Centre National de la Recherche Scientifique* francese e con la partecipazione del NIKHEF, il *National Institute for Nuclear Physics and High Energy Physics of Amsterdam*, il *Polish Academy of Science* in Polonia e l'ungherese *Wigner Institute*, Advanced Virgo aumenterà la sensibilità di Virgo di circa 10 volte, consentendo all'interferometro di ampliare così di 1000 volte il volume dell'universo che è in grado di osservare.

Approvato ufficialmente nel dicembre 2009, Advanced VIRGO costituisce con i due Advanced LIGO

## » FOCUS ON

negli USA un *network* mondiale di rivelatori interferometrici che operano come un'unica grande antenna, condividendo i dati raccolti, analizzandoli congiuntamente e pubblicando insieme i risultati scientifici. L'osservazione coordinata con tre interferometri consente di individuare la direzione delle sorgenti di onde gravitazionali, attraverso le minime differenze nei tempi di arrivo dell'onda nei diversi dispositivi. La localizzazione della sorgente sulla volta celeste consente di orientare in un secondo momento i telescopi a terra e nello spazio alla ricerca di una controparte elettromagnetica del segnale gravitazionale, un'emissione cioè nell'intervallo compreso tra le onde radio e i raggi gamma di alta energia.

Sono diverse le caratteristiche dell'interferometro pisano oggetto di profondi miglioramenti, frutto di anni di intensa ricerca tecnologica. Dal disegno ottico, che include la qualità degli specchi e la potenza del laser, ai sistemi di compensazione termica delle aberrazioni, di isolamento sismico e di controllo degli specchi, fino ai sistemi di vuoto, di riduzione della luce diffusa e di monitoraggio ambientale.

I nuovi specchi, in particolare, hanno una massa doppia rispetto a quella precedente e sono realizzati in quarzo sintetico, di purezza e omogeneità alla frontiera della tecnologia, tanto che le irregolarità della superficie sono ridotte a livello di pochi angstrom, pochi decimi di miliardesimo di metro. Grazie a questo livello di purezza, oltre alla presenza di sistemi all'avanguardia per il controllo per tutti gli aspetti dell'esperimento, Advanced Virgo è in grado di misurare variazioni nella lunghezza dei bracci, dovute al passaggio di un'onda gravitazionale, un miliardo di volte più piccole del diametro di un atomo d'idrogeno.

La collaborazione Virgo, che porta avanti il progetto insieme a EGO, è oggi costituita da oltre 250 ricercatori - circa la metà dei quali afferenti all'INFN - provenienti da 19 laboratori di 5 Paesi europei: Italia, Francia, Olanda, Polonia e Ungheria. ■