



LABORATORIO  
DEL  
SILENZIO





# IL LABORATORIO DEL SILENZIO

## LdS

### In ascolto del cosmo, dell'ambiente e delle persone

Il Laboratorio del Silenzio sarà un centro di ricerca e public engagement con due obiettivi fortemente connessi e comunicanti:

Un laboratorio di ricerca fondamentale e di sviluppo tecnologico che accompagna la rivoluzione scientifica delle onde gravitazionali e allo stesso tempo si occupa di monitorare e studiare l'ambiente.

Un centro di **public engagement** nella scienza di frontiera che sviluppa pratiche di inclusione tramite l'educazione all'esplorazione multisensoriale della realtà e immagina nuove forme di comunicazione tra arte e scienza, stimolando il pensiero critico.

### Una comprensione multisensoriale del cosmo

La cosiddetta Astronomia Multimessaggera esplora il cosmo tramite lo studio di segnali diversi dalla luce, come le onde gravitazionali, i raggi cosmici, i neutrini... I dati di questi segnali cosmici e anche quelli del fondo ambientale, possono essere analizzati con rappresentazioni acustiche e vibrazionali, oltre che con i metodi di visualizzazione classici.

Questa analisi "multisensoriale" dei dati porta in modo naturale ad includere persone con disabilità, che spesso hanno alcune capacità percettive potenziate.

È un modo per amplificare le nostre capacità di ricezione e analisi, moltiplicando e arricchendo le modalità con cui si separa il segnale dal rumore di fondo e, in definitiva, accrescendo potenzialità scientifiche e tecnologiche dell'umanità.







# IN ASCOLTO DELL' AMBIENTE



Le onde gravitazionali generano nei grandi interferometri, come Virgo, segnali estremamente flebili, che possono facilmente perdersi nella moltitudine di vibrazioni e perturbazioni acustiche ed elettromagnetiche, generate da fenomeni atmosferici e sismici, dai moti ondosi del mare o dalle attività umane. Per schermare il rivelatore quanto più possibile e isolare i segnali gravitazionali dai rumori ambientali è necessario identificare e isolare questi ultimi con estrema precisione.

Questa caccia al rumore trasforma il rivelatore e i sensori ambientali che lo circondano (oltre 1000 nel caso di Virgo) in uno straordinario orecchio, in ascolto dell'ambiente.

D'altro canto l'analisi e lo studio di ciò che per l'esperimento è 'rumore' possono essere estremamente preziosi per applicazioni di monitoraggio ambientale, ad esempio dei fenomeni sismici e atmosferici o dei cambiamenti climatici.

Inoltre i metodi sviluppati e le misure realizzate possono avere ricadute positive sullo studio dell'inquinamento acustico, o sulla progettazione di nuovi strumenti per la salute o per l'economia.

## Segnale e Rumore

Identificare i segnali gravitazionali, isolandoli dal rumore di fondo, è davvero come cercare

un ago in un pagliaio, ma è un compito cruciale ed estremamente complesso.

La ricerca di LdS svilupperà strumenti software avanzati per l'analisi dei dati sperimentali, con diversi metodi di rappresentazione sensoriale e impiegando una combinazione di pratiche di percezione umana e metodi di apprendimento automatico.

Studi neurobiologici ed epigenetici approfondiranno il tema delle rappresentazioni "interne" dei sensi, includendo l'esperienza della musica, nonché gli aspetti emozionali e artistici delle nostre percezioni spazio-temporali.

A destra - Uno dei bracci di Virgo - © Massimo D'Andrea / EGO.







# TECNOLOGIE DI PUNTA E DATA INTELLIGENCE



Per la cosiddetta caccia al rumore sono stati sviluppati strumenti di monitoraggio sempre più avanzati, realizzando mappe del fondo ambientale a diverse frequenze e distanze.

Per questo sono necessarie reti autonome distribuite di sensori (Industria 4.0), rivelatori per allerte sismiche tempestive, griglie robotiche, sensori acustici distribuiti in fibra (FDAS), rivelatori di raggi cosmici e nuove reti GPS. Questi sensori sono cruciali per studiare suoni, infrasuoni, vibrazioni ma anche differenze di pressione e onde elettromagnetiche.

La necessità di superare i limiti tradizionali delle misure quantistiche, rende alcune

delle tecnologie dell'interferometro rilevanti per lo sviluppo di nuovi sensori e calcolo quantistico e per la cosiddetta "seconda rivoluzione quantistica".

Per garantire a una comunità globale di scienziati un accesso quasi in tempo reale ai dati delle onde gravitazionali, è necessario poter processare un grande volume di dati in rapida evoluzione. L'European Gravitational Observatory è un hub interdisciplinare e tecnologico, con expertise in data science, machine e deep learning per analisi dati estremamente complesse.



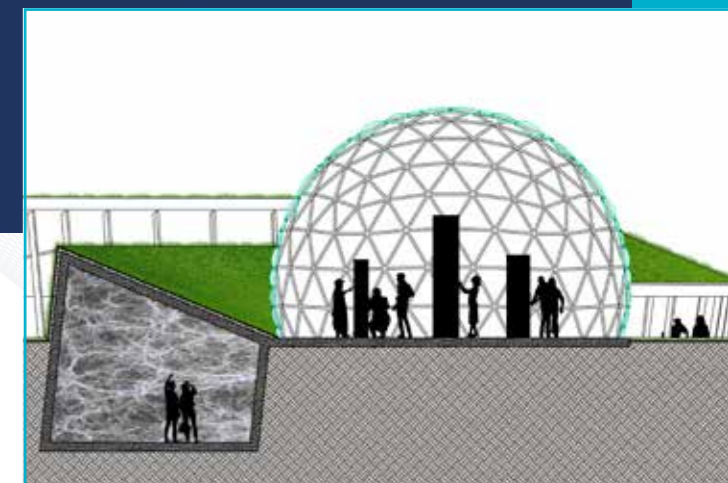
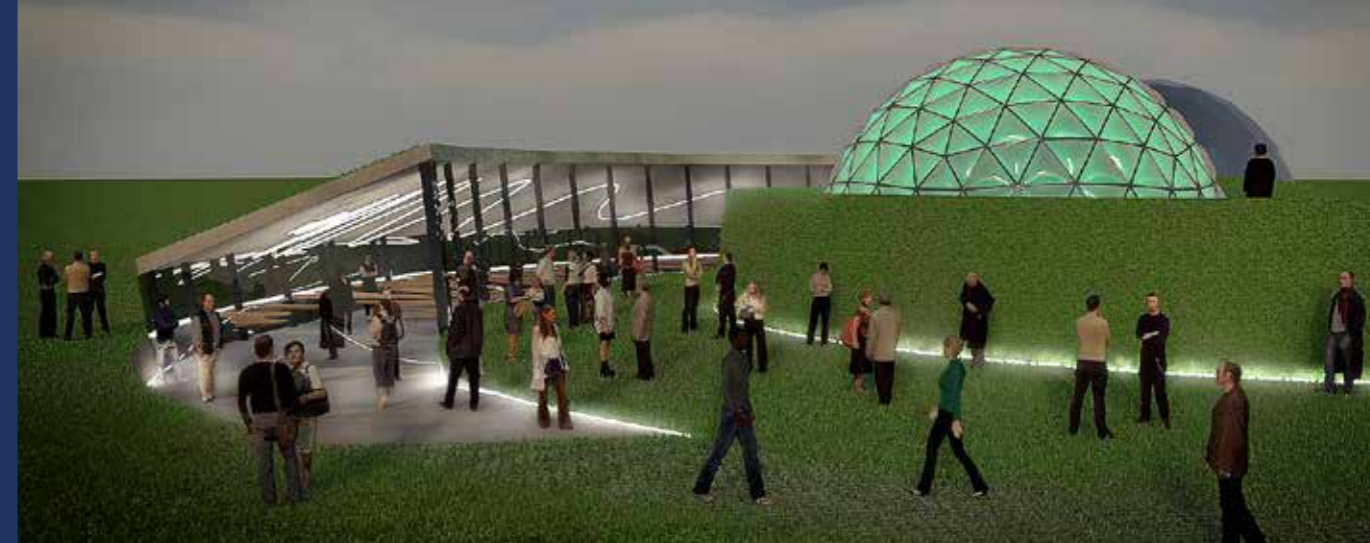
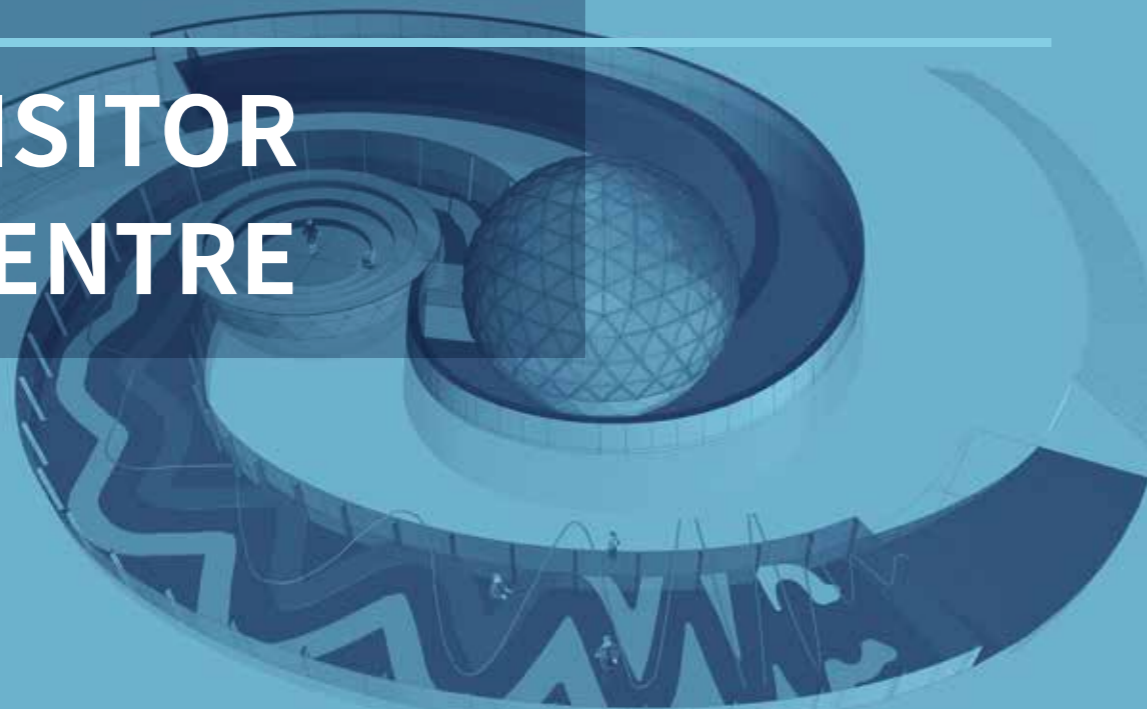
*In alto a destra* - Control room dell'esperimento Virgo - © Massimo D'Andrea / EGO.

*In basso a destra* - mostra il retro di uno degli specchi di 42 kg del rivelatore. Uno scienziato sta liberando i blocchi di sicurezza utilizzati durante l'installazione - © Maurizio Perciballi / EGO.





# VISITOR CENTRE



## Il Centro Visite

L'architettura di LdS è ispirata all'immagine della fusione di due buchi neri o stelle, ricostruita attraverso i segnali gravitazionali rivelati da Virgo. Nel cuore del Laboratorio del Silenzio si troverà un centro visite incentrato sui diversi modi di ascoltare l'universo, con particolare enfasi sull'inclusione delle persone con disabilità.



A destra su questa pagina - EGO ha sviluppato un programma di formazione per insegnanti nel contesto di un progetto finanziato dall'UE (ERASMUS+, Frontiers) e in collaborazione con l'Italian National Coordinator of Digital Education - © Massimo D'Andrea/EGO.

*In alto* - Rendering del concept del Visitor Centre - © Ersi Krouska.

*A destra* - EGO ospita circa 10000 visitatori ogni anno. Durante i mesi della pandemia è stato sviluppato un programma di visite collegamento da remoto - © Massimo D'Andrea / EGO.





# CITIZEN SCIENCE, PENSIERO CRITICO, ARTE E SCIENZA

EGO coordina il programma dell'Unione Europea REINFORCE volto al coinvolgimento dei cittadini nella ricerca di frontiera catalizzata dalla rivoluzione scientifica delle onde gravitazionali e dell'Astronomia Multi Messaggera e si focalizza in modo particolare sulla 'sonificazione' dei dati.

I cittadini sono accompagnati in questo processo, attraverso iniziative di partecipazione, incontri e brainstorming collettivo con gli esperti.

Il coinvolgimento nella pratica scientifica punta a stimolare il pensiero critico: capacità di pianificare e decidere, gestione dei pregiudizi e dell'incertezza, fiducia nella sperimentazione, pensiero di gruppo come antidoto ai comportamenti di gregge... **Competenze ancora più necessarie in tempi di inflazione dei media e della connettività digitale.**

Trovare nuove forme di espressione e comunicazione tra la sfera emozionale e quella cognitiva e tra Arte e Scienza è il cuore di un altro dei programmi di ricerca di LdS.



*In alto* - L'installazione Algo-r(h)i(y)thms di Tomas Saraceno, in interazione con l'adiacente stanza multimessaggera curata da EGO, è parte della mostra "On Air" al Palais de Tokyo a Parigi. Crea un paesaggio sonico/vibrazionale con modalità sinestetiche di percezione.

*A destra* - EGO ha curato e co-organizzato la mostra "Il Ritmo dello Spazio" al Museo della Grafica di Pisa (2019) - Letizia Reuss De Maigret.

*A sinistra* - Un programma di ricerca e citizen science, guidato dall'astronoma non-vedente Wanda Diaz-Merced è incentrato sulla "sonificazione dei dati" e il contributo dei cittadini in questo processo.





# L'OSSERVATORIO GRAVITAZIONALE EUROPEO – EGO

EGO - l'Osservatorio Gravitationale Europeo è la casa di Virgo, uno dei tre più grandi e sensibili rivelatori di onde gravitazionali al mondo, assieme ai due statunitensi LIGO.

Virgo è un grande interferometro, nella campagna pisana, a Cascina, con due bracci perpendicolari di 3 chilometri, lungo i quali, in tubi a ultra-alto vuoto, si propagano due fasci laser. Quando un'onda gravitazionale attraversa il rivelatore, la lunghezza dei bracci del rivelatore varia di meno di un millesimo del diametro di un protone: una variazione infinitesima, che questo straordinario esperimento è in grado di misurare e isolare da tutte le perturbazioni dovute all'ambiente e all'uomo.

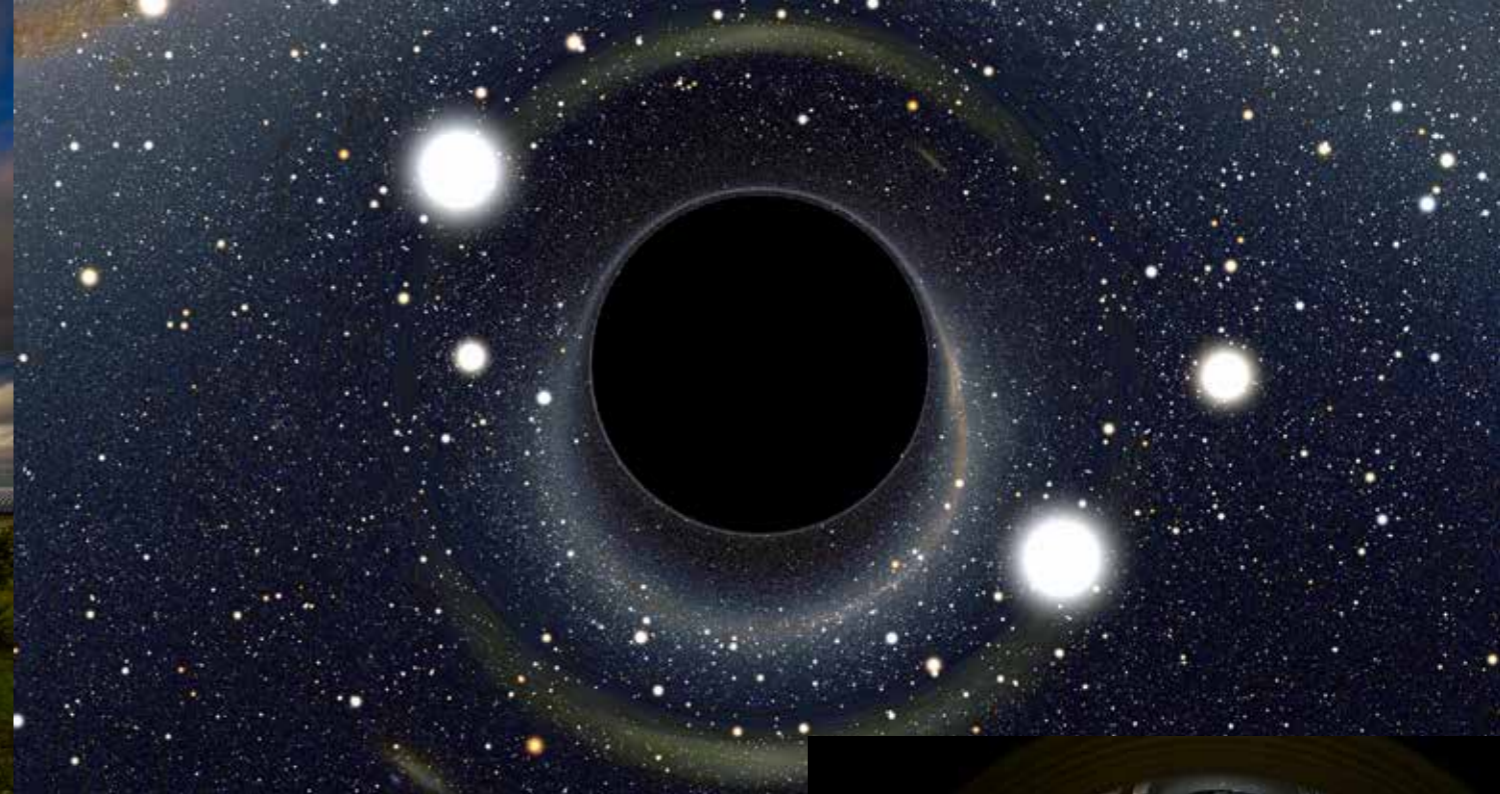
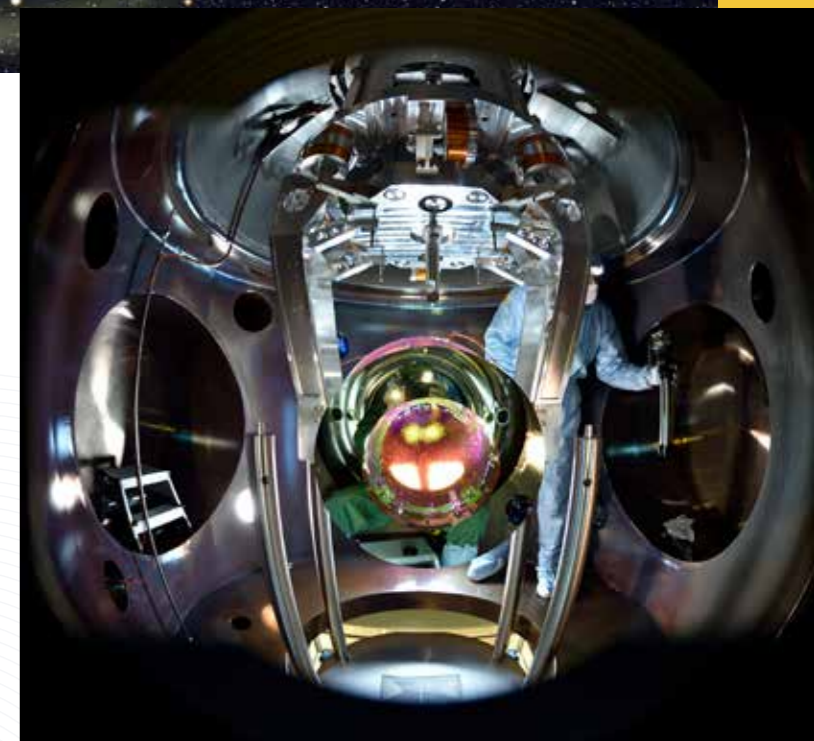
Le tecnologie di punta sviluppate per Virgo hanno promettenti applicazioni in molteplici ambiti: dallo studio dell'ambiente, dei cambiamenti climatici e dei fenomeni sismici all'intelligenza artificiale.

*In alto a destra* - Le onde gravitazionali sono generate da violenti eventi cosmici, come la fusione di buchi neri e di stelle a milioni o miliardi di anni luce dalla Terra - © Alain R.

*In basso a destra* - Installazione di uno degli specchi di Virgo nel superattenuatore sismico - © Maurizio Perciballi / EGO.

La rivelazione delle onde gravitazionali ha aperto una nuova era nell'osservazione umana del cosmo, permettendoci di studiare fenomeni cosmici a milioni o addirittura miliardi di anni luce dalla Terra: una rivoluzione della conoscenza paragonata a quella di Galileo, che puntò il suo telescopio verso il cielo.

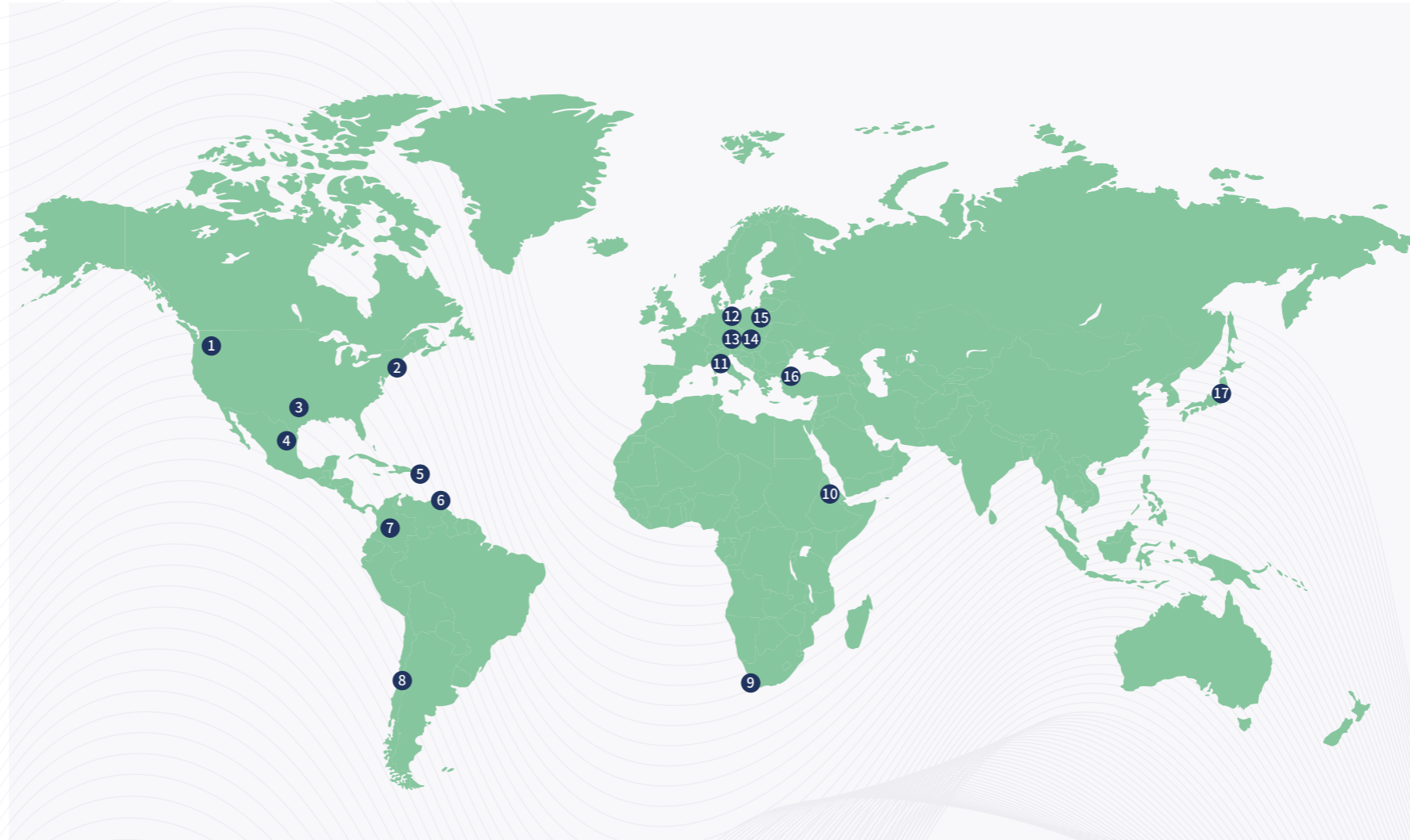
Virgo è operato da una collaborazione scientifica internazionale che coinvolge 109 istituti di 13 paesi. EGO, l'Osservatorio Gravitationale Europeo è stato fondato nel 2000 dall'italiano Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e dal francese Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), a cui si è aggiunto nel 2020 anche l'ente di ricerca olandese NIKHEF.





# COLLABORATING ECOSYSTEM

1. LIGO Hanford, Richland, Washington (USA)
2. Perkins School for the Blind, Watertown, Massachusetts (USA)
3. ArtSci Lab UT, Dallas, Texas (USA)
4. Centro de Estudios Discapacidad, Monterrey, Mexico
5. Shirohisa Ikeda Project, San Juan, Porto Rico
6. Ciencia para la inclusion, Bogotá, Colombia
7. Astronomia Inclusiva, Santiago, Chile
8. W.I.S.H (Women In Science for Hope) Foundation, Trinidad e Tobago



9. Athlone School for the Blind, Città del Capo, Sudafrica
10. Mekelle University, Mekelle, Etiopia
11. EGO-VIRGO, Pisa, Italia
12. Studio Tomàs Saraceno, Berlino, Germania
13. United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA), Vienna, Austria
14. Hilfsgemeinschaft der Blinden und Sehschwachen Österreichs, Vienna, Austria
15. Polish Association of the Blind, Varsavia, Polonia
16. Association of Barrier-Free Access, Istanbul, Turchia
17. Fukushima prefecture school for the Visually Impaired, Fukushima, Giappone



LABORATORIO DEL SILENZIO LABORATORIO  
DEL SILENZIO LABORATORIO DEL SILENZIO  
LABORATORIO DEL SILENZIO LABORATORIO  
DEL SILENZIO LABORATORIO DEL SILENZIO  
LABORATORIO DEL SILENZIO LABORATORIO  
DEL SILENZIO LABORATORIO DEL SILENZIO  
LABORATORIO DEL SILENZIO LABORATORIO  
DEL SILENZIO LABORATORIO DEL SILENZIO  
LABORATORIO DEL SILENZIO LABORATORIO  
DEL SILENZIO LABORATORIO DEL SILENZIO  
LABORATORIO DEL SILENZIO LABORATORIO  
DEL SILENZIO LABORATORIO DEL SILENZIO  
LABORATORIO DEL SILENZIO LABORATORIO  
DEL SILENZIO LABORATORIO DEL SILENZIO  
LABORATORIO DEL SILENZIO LABORATORIO  
DEL SILENZIO LABORATORIO DEL SILENZIO

