

GINGER, aperta nel 2022

- 1 anno di stallo per rifinire il progetto meccanico e aspettando che ci fosse spazio disponibile a LNGS
- CDR presentato al CS di LNGS a Ottobre
- GINGER: TDR ri-consegnato il 1 luglio 2022, presentazione in CSN2 il 12 luglio

GINGERINO results

Phys. Rev. Res. **2**, 032069(R) (2020)

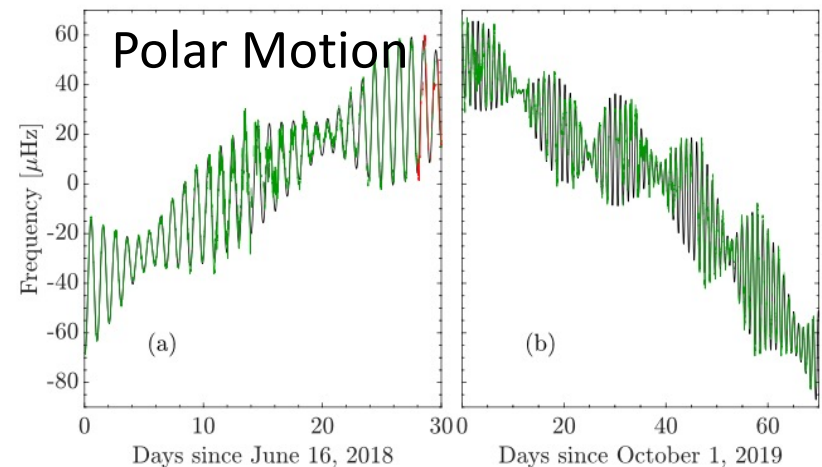
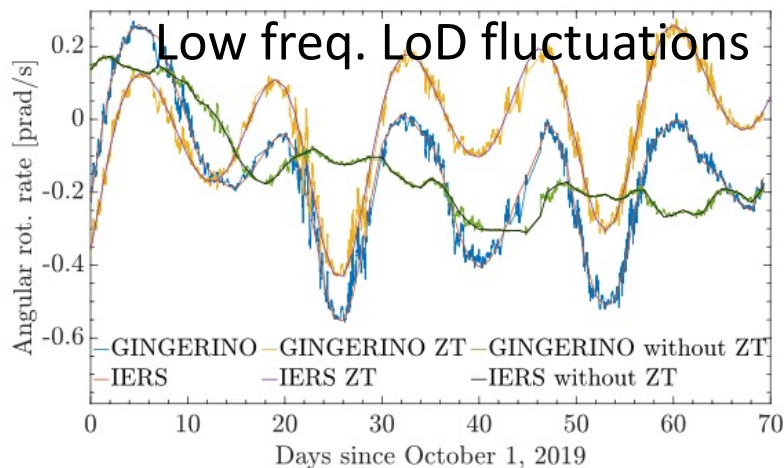
Eur. Phys. J. **C 81**, 400 (2021)

GINGERINO @ LNGS

- Demonstrated sensitivity: 0.1 femtorad/sec (LNGS noise compatible with GINGER operation)
- Suitable for geodesy: e.g. polar motion and Length of the Day fluctuations (LoD) measurements ...
- Suitable for geophysics: e.g. teleseisms, rotational seismology,... (collaboration with INGV)



Comparison between GINGERino (local) and Earth rotation (global) measurements by IERS



CONCLUSIONI

- I giroscopi Sagnac, interferometri altamente 'simmetrici', permettono di investigare il grado di libertà 'rotazionale', sia in geofisica che in fisica fondamentale, oltre che la natura del fotone stesso.
- Per essere significativi per la fisica fondamentale occorre investigare le rotazioni a livello ≥ 1 parte in 10^9 di $\Omega_{\oplus}$ (ordine 10^{-14} rad/s)
- Usiamo i segnali geodetici come 'test beam' per studiare l'apparato

Shot noise limit della misura tenendo conto dell'accoppiamento tra i due modi: sotto esame con Porzio, Bajardi, Ciampini e David Vitali

GINGER Gyroscopes IN General Relativity (nuova sigla)

**GINGER: Test GR extension/modification and Lorentz violation
with a very accurate measurement of Earth's rotation rate
(picorad/sec) using an array of ring lasers**



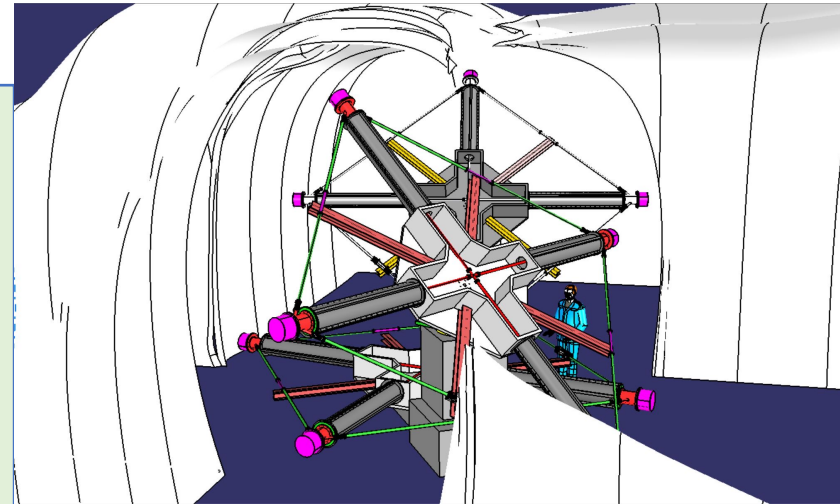
**INFN: Pisa/LNL/Napoli/LNGS
and**

**INGV: L'Aquila, ROMA
Univaq**

Scientific goals: test GR (modif/ext) on Earth;
test of Lorentz invariance ...

Gyroscope goals: measure the Earth angular
rotation Ω relatively to the local inertial frame
better than 1 part in 10^9 i.e. reach a rotational
sensitivity of 0.1 femtorad/sec (impact on
Geodesy and Geophysics)

LoD



GINGER direct measurement

*controllable, repeatable, replicable,
here and now*

- GINGER is an Earth based apparatus, the de Sitter and Lense-Thirring are observed by their effect on the difference between the geodetics of the two counterepropagating light beams. **It is the direct effect on the apparatus.'**
- It depends on a small number of experimental parameters: the masses, the speed, the angular momentum, the distance from the center of mass, the temperature, the size, the wavelength etc. etc. all fixed and known to a large extend
- Only the IERS measurement is required (no other external variable data is required)
- **First direct measurement of a Post Newtonian effects on the Earth surface**
- **Valuable Lotentz Violation tests, gravity sector, with sensitivity better than 1 part 10^9 of the Earth rotation rate**

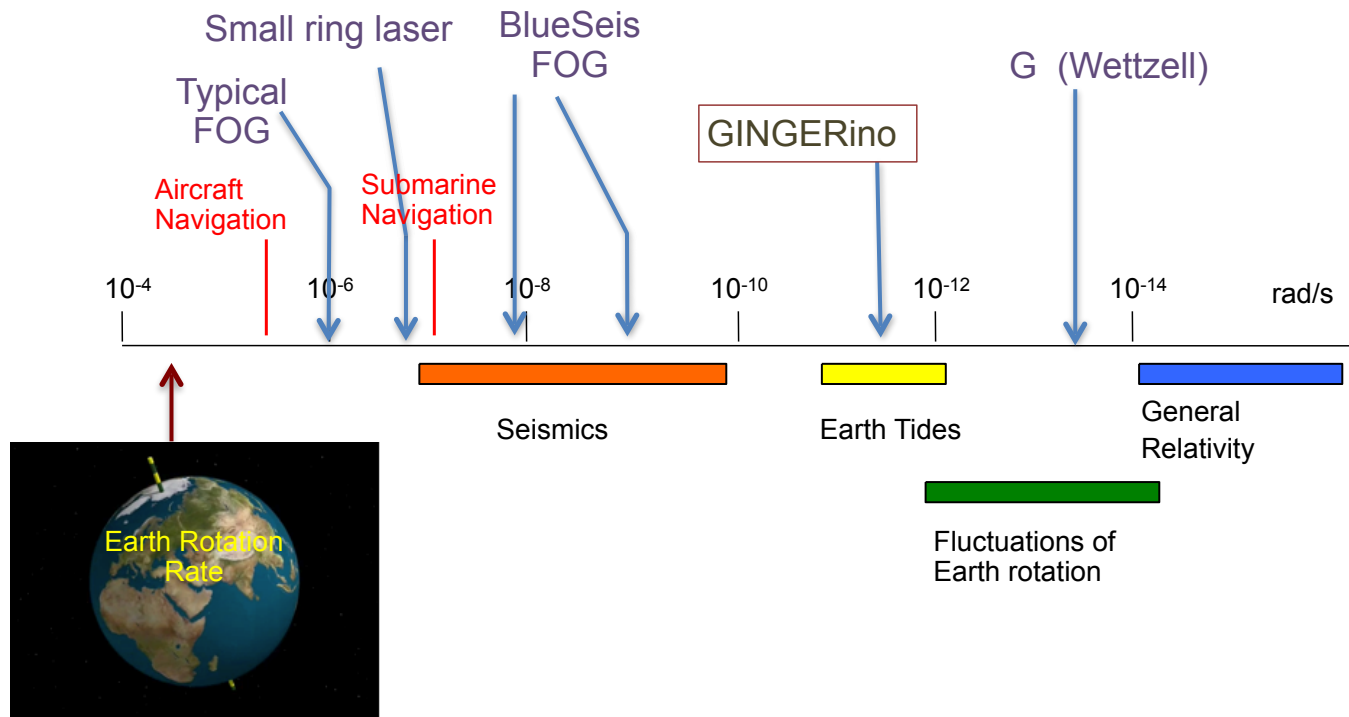
de Sitter and gravitomagnetism

- De Sitter and Lense Thirring (gravitomagnetism) precessions are the two larger effects of GR on Earth, and they cannot be explained with the only newtonian gravity, GR is necessary
- In the PPN parametrization the connections are the following: de Sitter gives information on γ (spatial curvature), while LT gives information on a combination of γ and α_1 (preferred frame effects).
- Different theories can have different parameters, α , β and γ are not exhaustive parameters
- Finally numerical relativity is a reality for GR, but we are not ready to do the same with alternative theories.
- Do to the non linearity of GR, measurements at different curvature are required

....not only fundamental physics

- GINGER is part of the underground geophysics laboratory (GEOFISICA UNDERGROUND) under development at LNGS in collaboration with INGV
- INGV and Camerino (UniCam) have discussed and approved its construction
- INGV has asked us to build a reduced size RLG for seismological application TRIO-Camerino (Transportable Ring Interferometer Observatory)

Measuring rotations

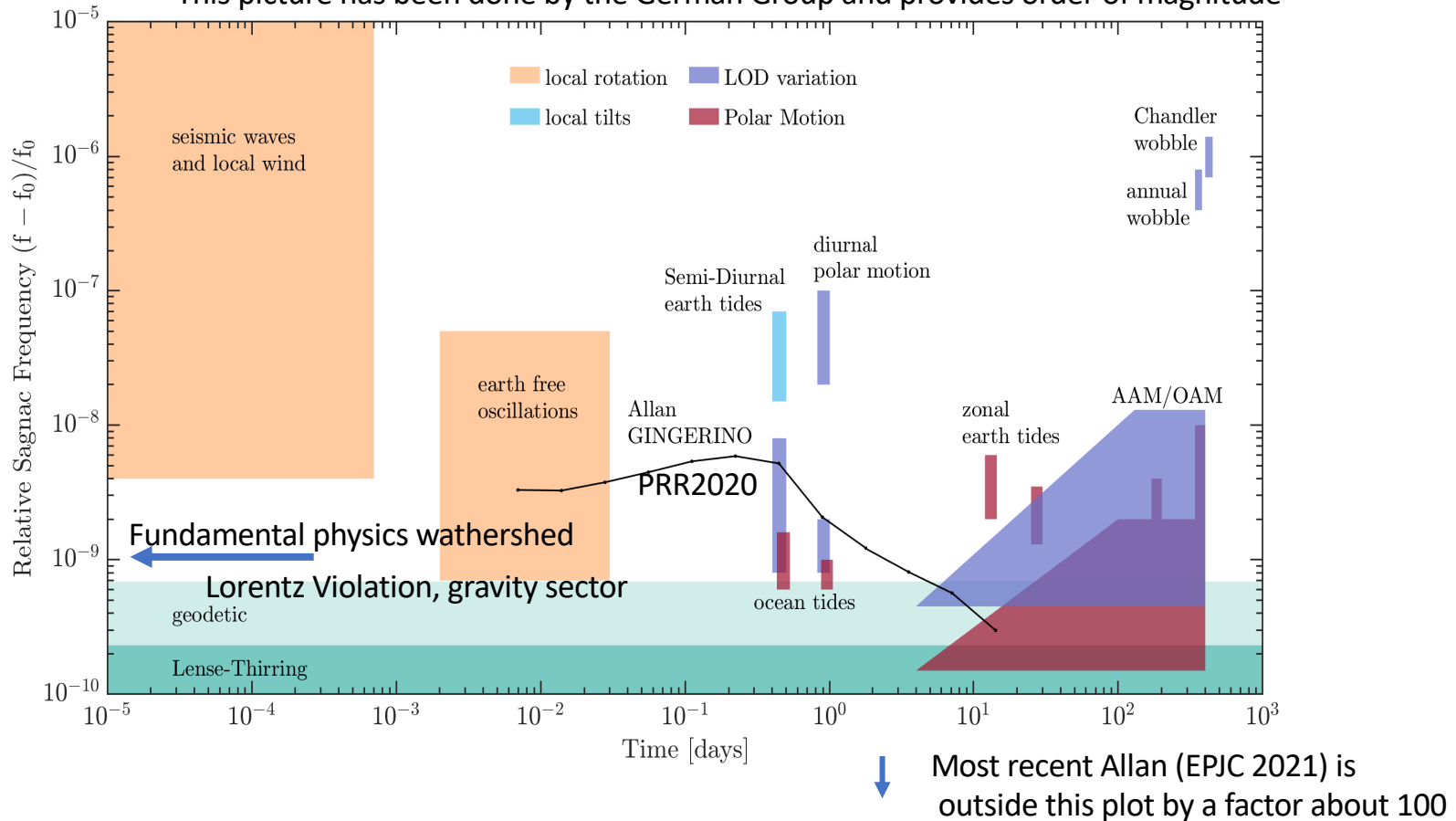


x

The Earth is a natural test beam for GINGER

Signals affecting angular rotation (global and local) and local tilts

This picture has been done by the German Group and provides order of magnitude



PEOPLE

INFN Sez. di Pisa

Angela D. V. Di Virgilio

Fabio Morsani

Università di Pisa

Andrea Basti

Nicolò Beverini

Giorgio Carelli

Donatella Ciampini

Giuseppe Di Somma

Francesco Fuso

Enrico Maccioni

Paolo Marsili

INGV

INFN Laboratorio del Gran Sasso

Thomas Braun

Gaetano De Luca

Giuseppe Di Stefano

Roberto Devoti

Alberto Frepoli

Aladino Govoni

Università dell'Aquila

Ivan Giorgio

Francesco Dell'Isola

Marco Tallini

Politecnico delle Marche

Fabrizio Davì

Università di Sassari

Emilio Barchiesi

Emilio Turco

INFN Laboratorio di Legnaro

Antonello Ortolan

Università di Torino

Matteo Luca Ruggiero

INFN Sezione di Napoli

Università di Napoli

Carlo Altucci

Francesco Bajardi

Salvatore Capozziello

Alberto Porzio (CNR-SPIN)

Raffaele Velotta

Università di Salerno

Gaetano Lambiase

- GINGER: membri storici di G-GranSasso (Pisa, Napoli, LNL e To)+
Salvatore Capozziello (Na) e Gaetano Lambiase (Sa)
INGV: Bauer, De Luca, Di Stefano, Devoti, Govoni. (CNT, ROMA1 e Arezzo)
Univ. Dell'Aquila (ingegneria): Dell'Isola, Giorgio, Tallini, Bartchiesi e Turco (SS)

Il GranSasso è una delle aree più importanti da un punto di vista sismologico e geofisico

nel Gran Sasso stiamo costituendo un osservatorio multiparametrico: sismometri, gravimetri, GNSS e GINGER

Accordo di programma INGV-INFN e convenzione con LNGS

Cosa è successo lo scorso inverno

- Nel 2022 era pianificato GINGER-0, RLX e RLH, di lato 2m nella sezione di Pisa, perchè LNGS non aveva spazi a disposizione
- INGV ha proposto l'osservatorio multiparametrico del Gran Sasso all'interno di alcuni progetti per la ricostruzione delle aree terremotate del centro italia
- TRIO-Camerino + una parte di GINGER dentro l'osservatorio geofisico
- Per questo motive GINGER-0@PI è stato abbandonato
- **QUESTI PROGETTI STANNO ANDANDO AVANTI COME PROPOSTI**

NUOVO TDR sottomesso il primo luglio, presenta 2 opzioni

- GINGER, RLX RLH RLV
5m di lato
- A LNGS dove possibile
- progetti modulari
spostabili ed espandibili
- INFN + INGV
- *766200E +
50000E/anno (con IVA)*
- GINGER-0 4m di lato,
compatibile con
contributo INGV
- *397000E +
30000E/anno (con IVA)*

Attività 2022-2023

- Analisi dati di GINGERINO sempre in evoluzione
- GP2 test sul controllo della geometria
- GINGERINO on e dati su EIDA finchè ci sono
- (smontare GINGERINO?)
- GINGER finalizzare I progetti e bandi per GINGER
- TRIO-Camerino è un oggetto da costruire a Pisa, riguarda solo Pisa e INGV
- Abbiamo diversi articoli in scrittura

Le richieste dipendono dall'approvazione di GINGER

Alte tecnologie e officina

- (0.5 MU montaggio)
- 4MU Basti
- (1MU preparazione e smontaggio GINGERINO)
- 2MU officina

Elettronica e calcolo

- 1MU elettronica
- 1MU calcolo

Apparato con pesi inferiori a GINGERINO

SPAZI

- Laboratorio di ottica.
- Cabinet nella camera pulita, importante per la costruzione di GINGER e TRIO-CAMERINO.

People

- Giorgio Carelli
- Donatella Ciampini
- Angela Di Virgilio
- Francesco Fuso
- Giuseppe di Somma,
dottorando
- Nuovo assegno GSSI
- Andrea Basti
- Enrico Maccioni
- Fabio Morsani
- Paolo Marsili
- (Giuseppe Terreni)