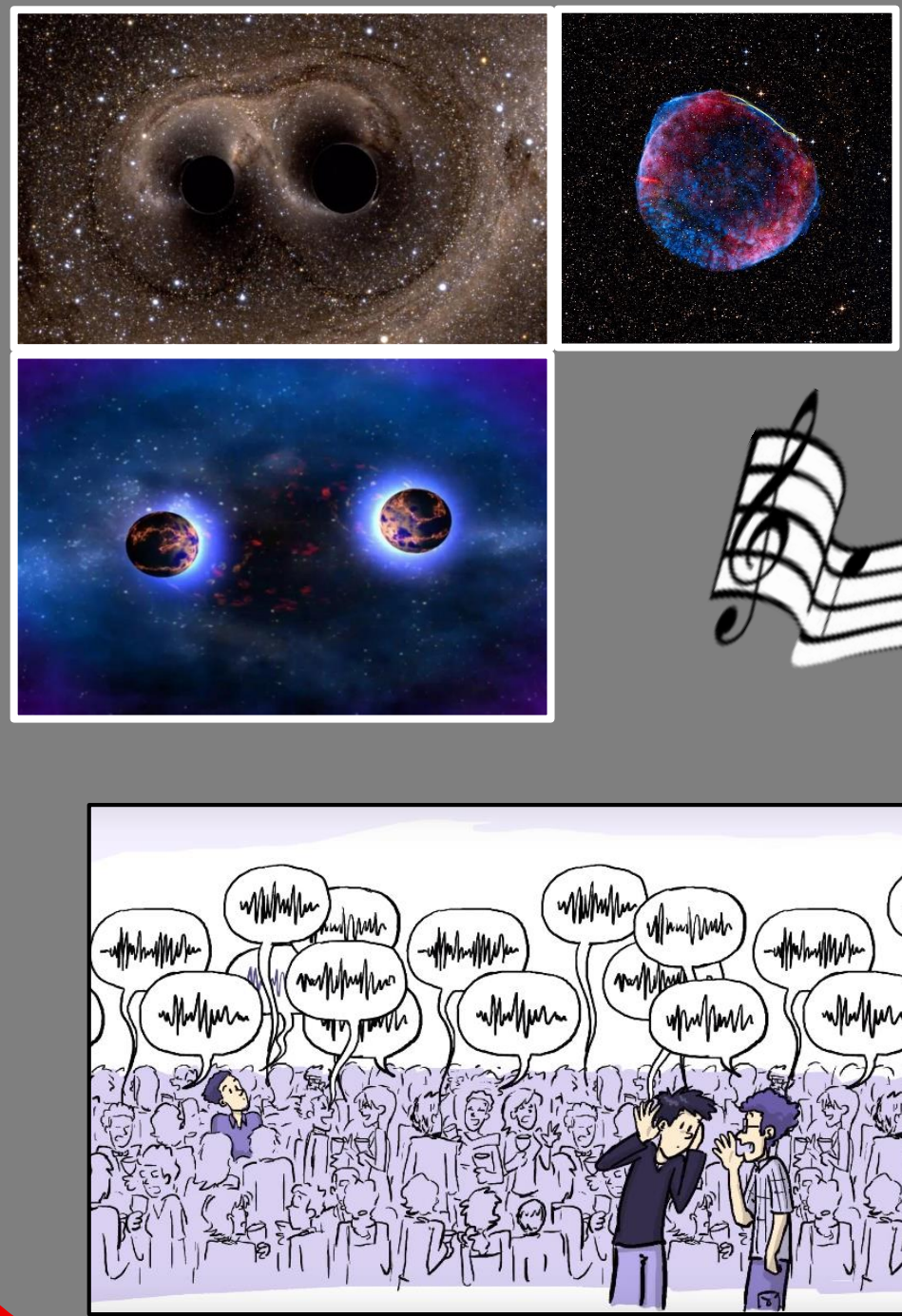


Rumore magnetico presso l'interferometro di Onde Gravitazionali Virgo

Alessio Cirone_(1,2), in rappresentanza del gruppo di rumore ambientale di Virgo

(1) Università degli studi di Genova (UNIGE), Italia; (2) INFN, sezione di Genova, Italia.

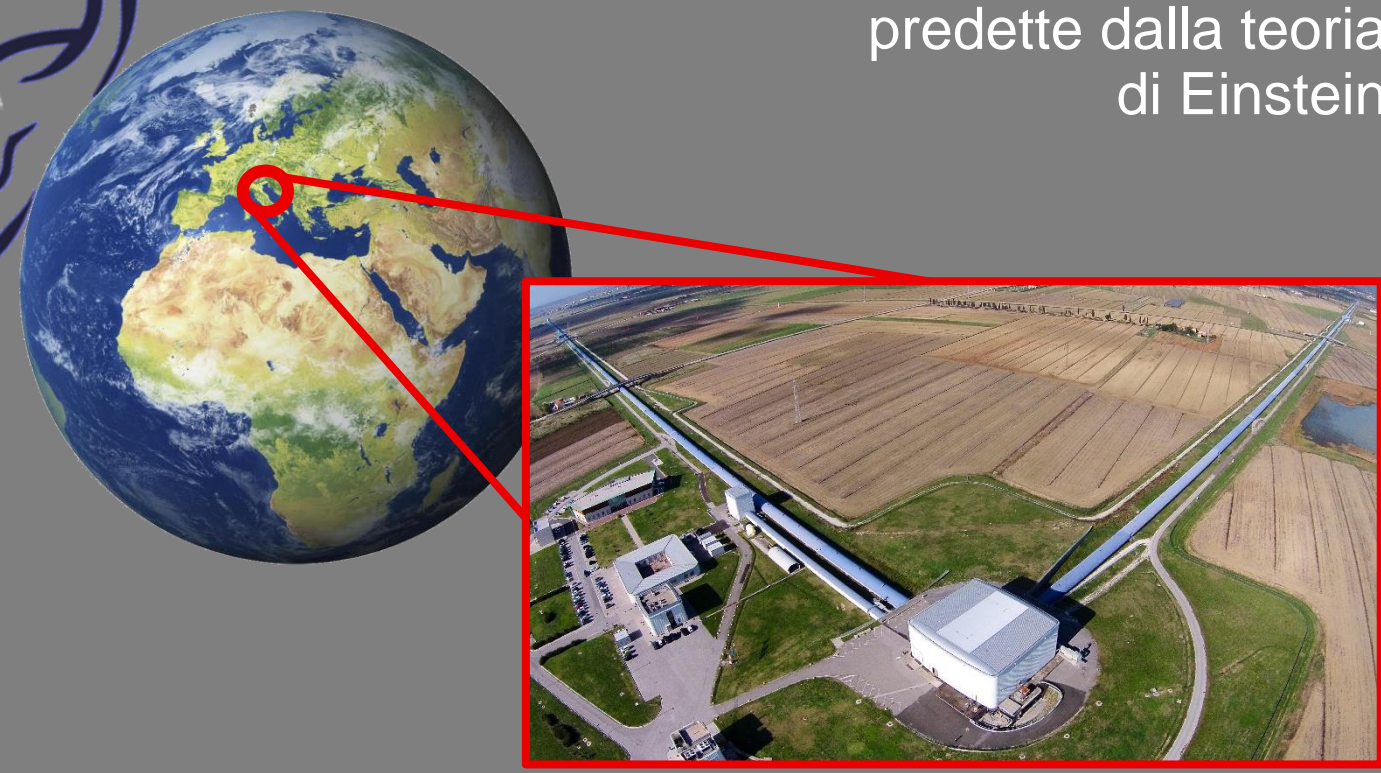
Virgo e le Onde Gravitazionali



Suoni gravitazionali

L'effetto delle onde gravitazionali è talmente piccolo e nascosto tra una miriade di segnali di rumore casuale, che servono tecniche di analisi dati molto astute per rivelerle

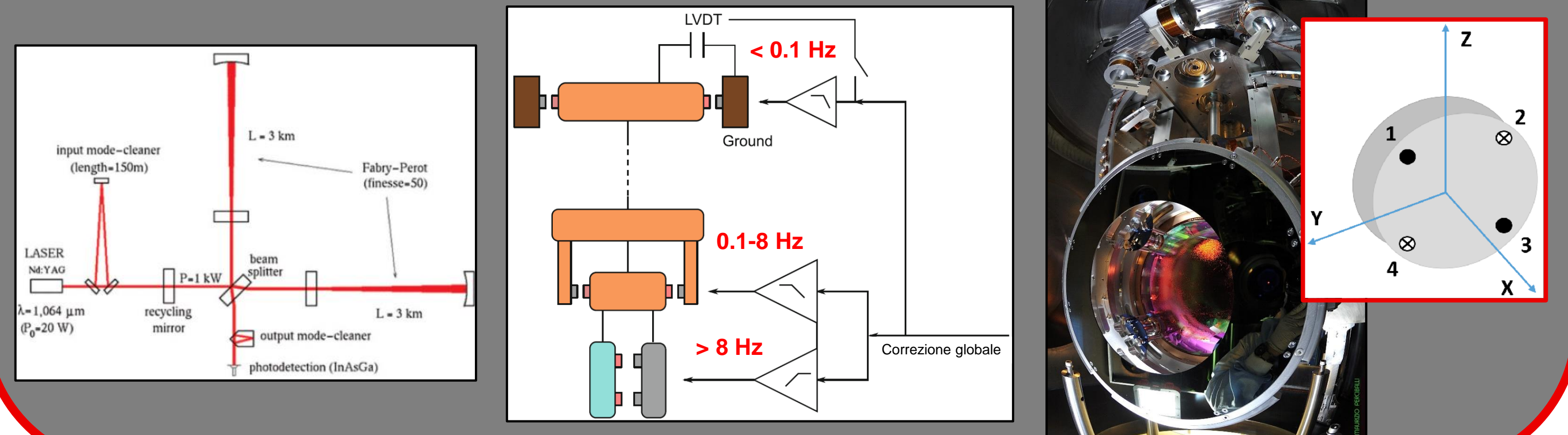
In pratica si cerca di identificare il loro profilo confrontando le increspature misurate sperimentalmente con quelle predette dalla teoria di Einstein



Rumore e accoppiamento magnetici

Attuatori delle masse di test

- Virgo utilizza attuatori elettro-magnetici (coppie magnete-bobina induttiva) per le correzioni di posizione degli specchi e degli stadi superiori del sistema di attenuazione del rumore sismico
- Il campo magnetico ambientale si accoppia direttamente con i magneti, causando momenti torcenti e traslazioni degli specchi, mimando così un segnale di onda gravitazionale

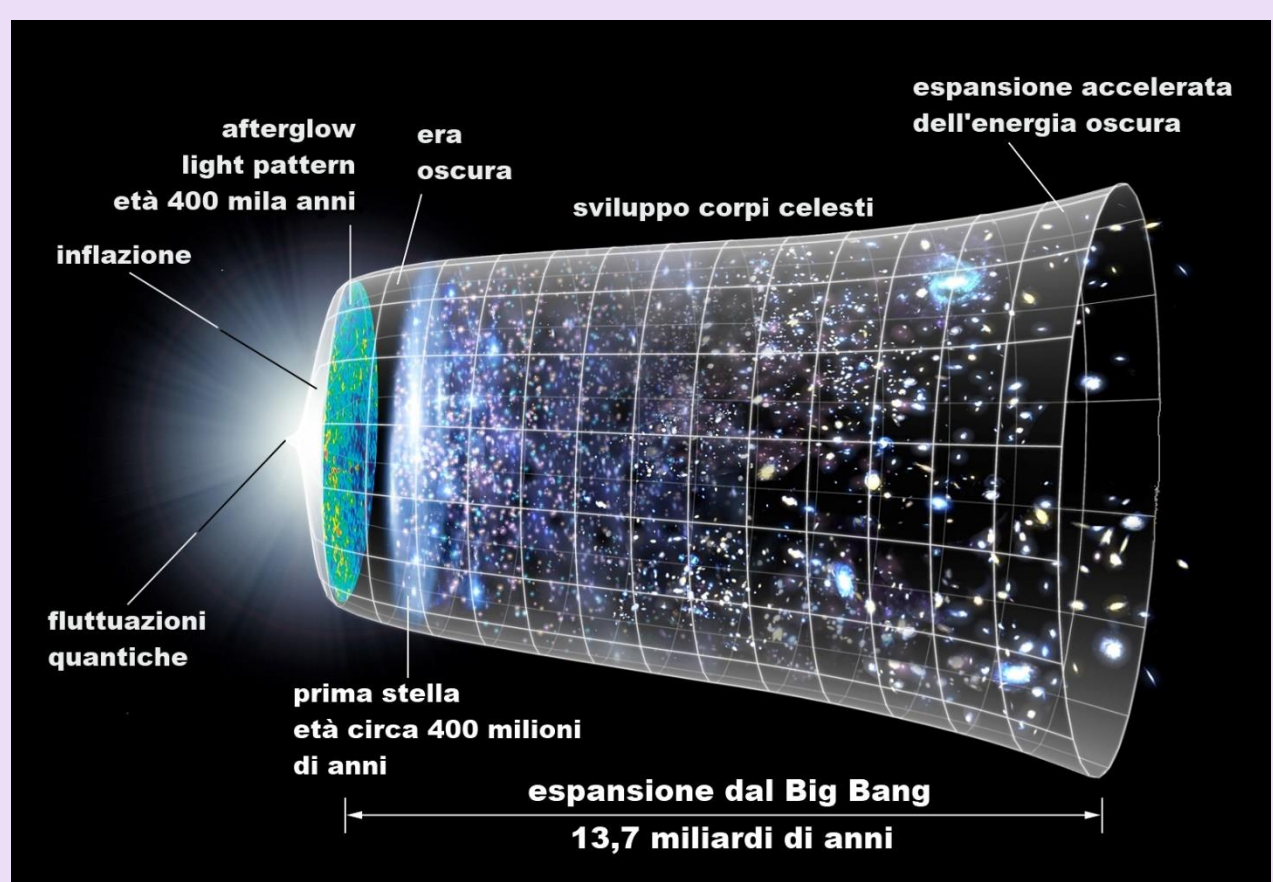


Rumore magnetico globale

Fondo stocastico di GW

- Origine cosmologica:
 - Inflazione, transizioni di fase...
- Origine astrofisica:
 - Supernovae, magnetar, binarie coalescenti...
- Si manifesta come un rumore aggiuntivo non risolvibile.
- Soluzione: correlazione incrociata tra coppie di rivelatori:

$$\langle h_i(t)h_m(t') \rangle = \int e^{i2\pi f(t-t')} \gamma(r_{im}, f) H^2(f) df$$



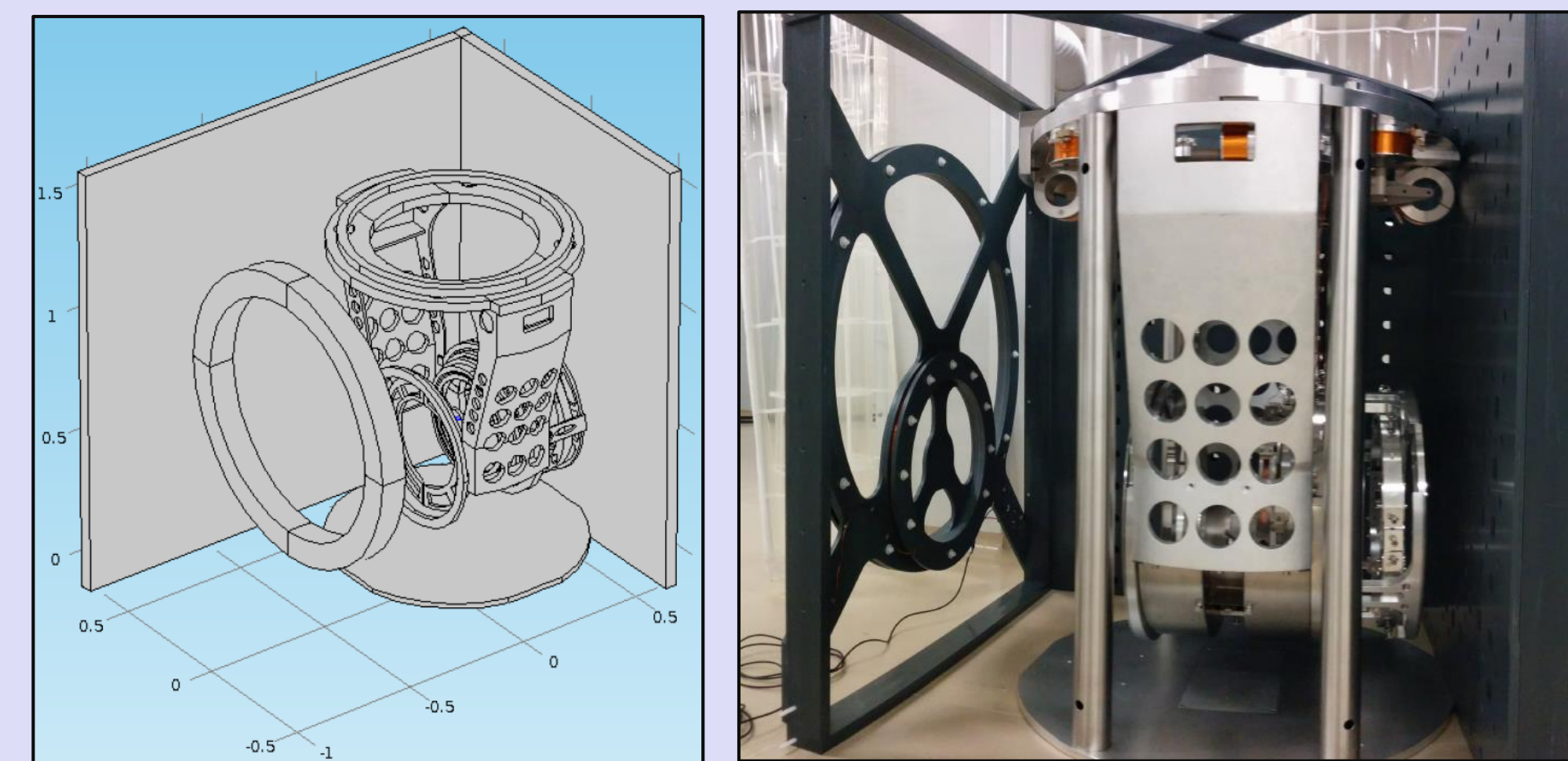
Attenzione al rumore magnetico correlato tra diversi interferometri!

Rumore magnetico locale

Simulazione

- Analisi agli elementi finiti della risposta magnetica della struttura di supporto degli specchi
- Validazione sperimentale del modello
- Calcolo del contributo del rumore magnetico alla sensibilità dell'interferometro:

$$h_{mag} = \frac{\sum \nabla(\vec{\mu} \cdot \vec{B})}{L_0 M (2\pi f)^2}$$

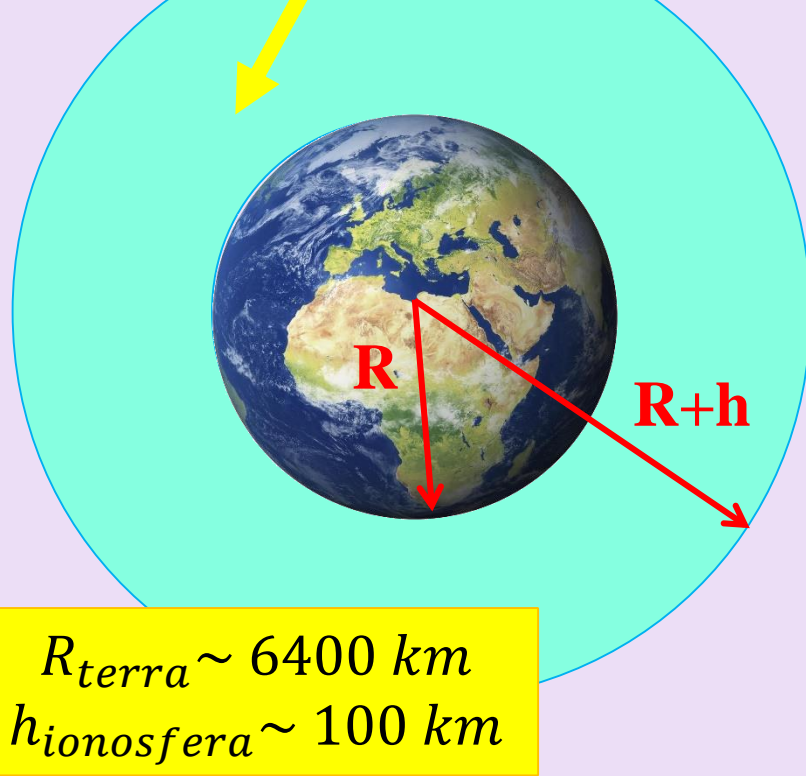


Risonanze di Schumann

- Eccitate da scariche elettriche tra ionosfera e superficie terrestre
- Risonanze globali se $\lambda \approx 2\pi R$
- La guida d'onda si comporta da risonatore a bassa frequenza
- Per una cavità ideale vale:

$$f_n = \frac{c}{2\pi R} \sqrt{n(n+1)}$$
- Frequenze dei picchi misurate: 7.8-14.3-20.8-27.3-33.8 ... Hz

Strato sottile dielettrico: cavità con proprietà di guida d'onda sferica



$R_{terra} \sim 6400 \text{ km}$
 $h_{ionosfera} \sim 100 \text{ km}$

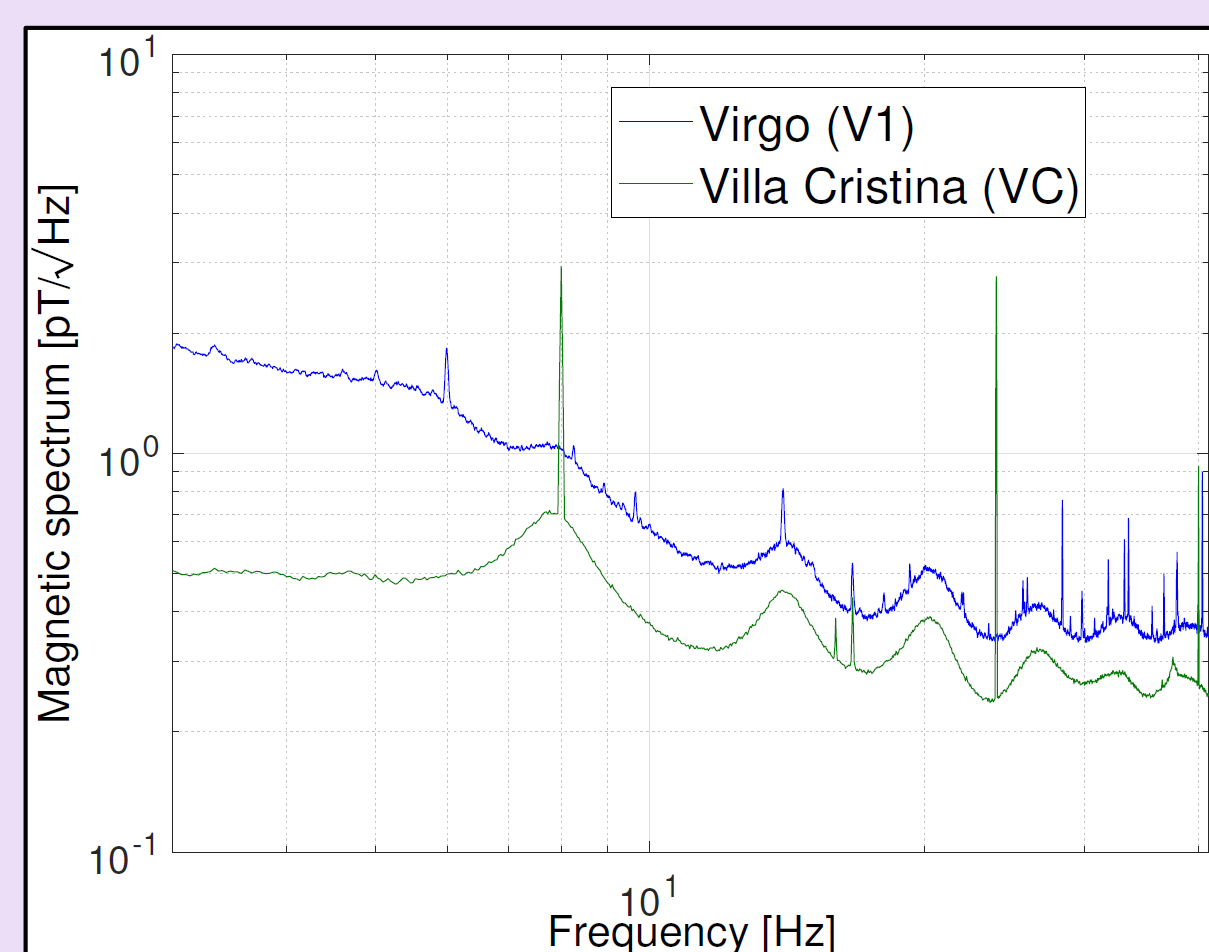
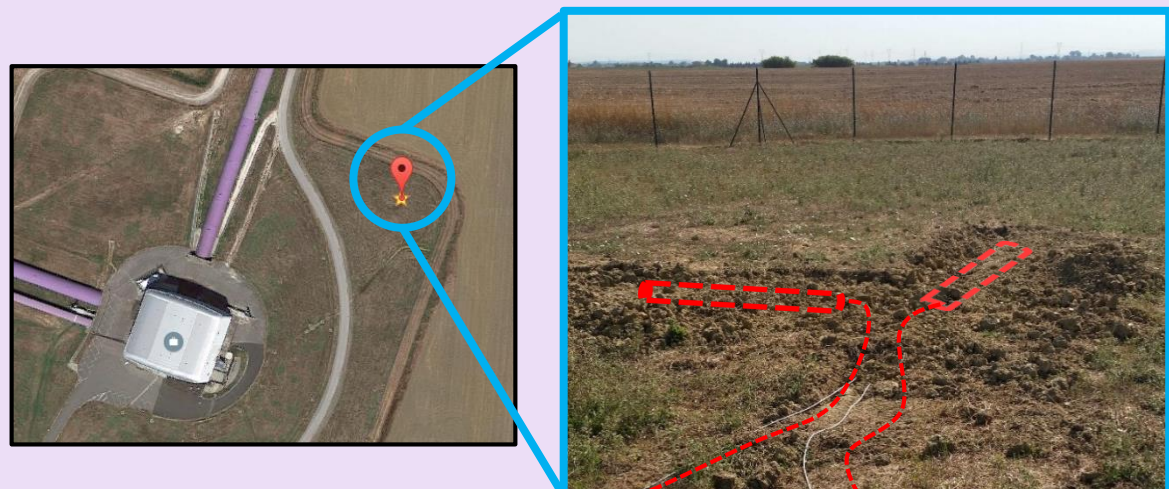
E in Virgo?

Si cercano siti con attività magnetica sufficientemente bassa da misurare le risonanze, nei pressi degli interferometri, dato che, maggiore è la coerenza tra luoghi lontani, più significativa sarà la potenziale sottrazione del segnale

Villa Cristina: Casa scout, 12 km da Virgo. Rivelate 7 risonanze di Schumann con una ripetibilità >90%

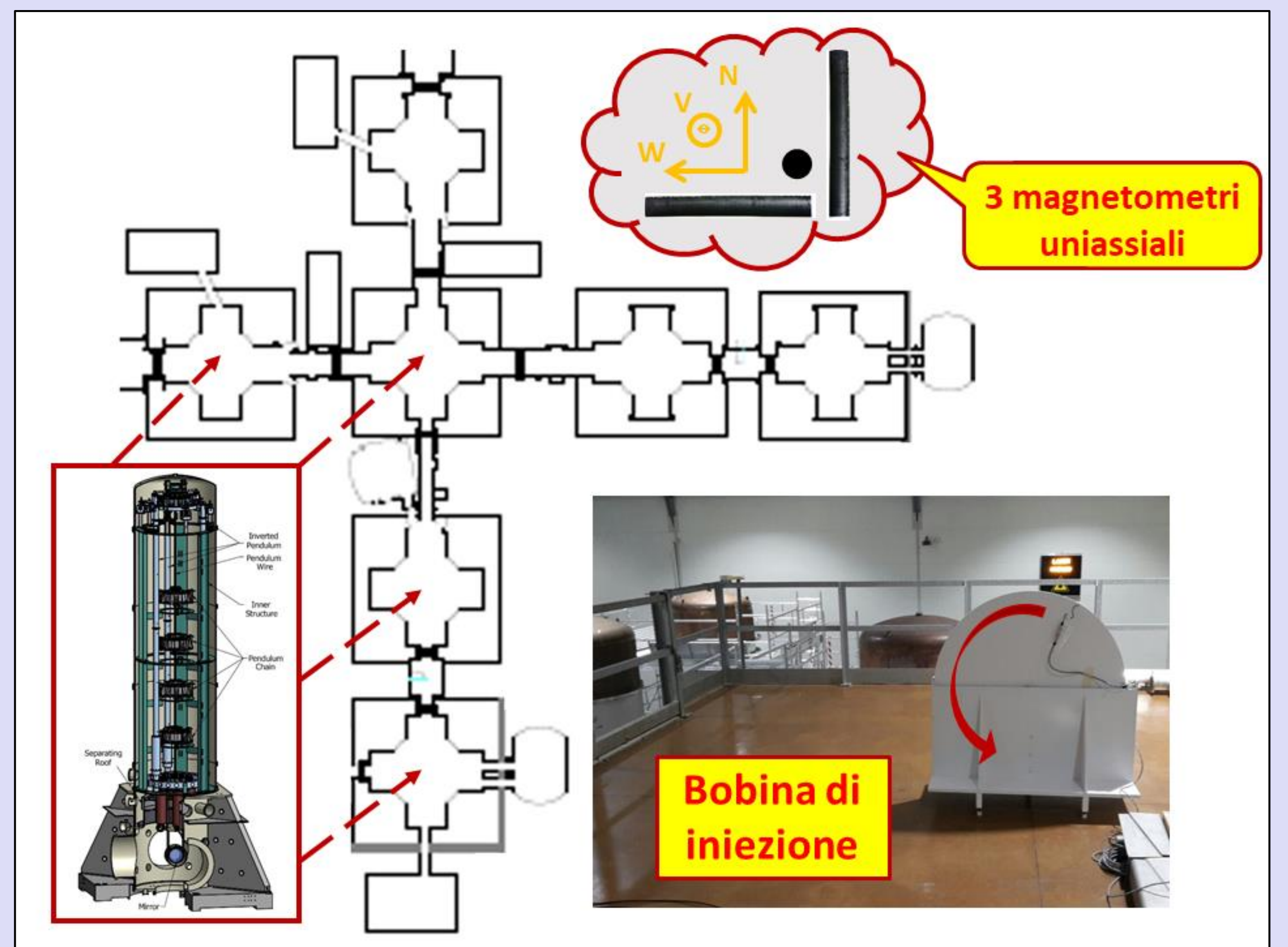


Virgo: 80 m dall'edificio centrale. Spettro più rumoroso ma ancora rivelabili le prime 6 risonanze



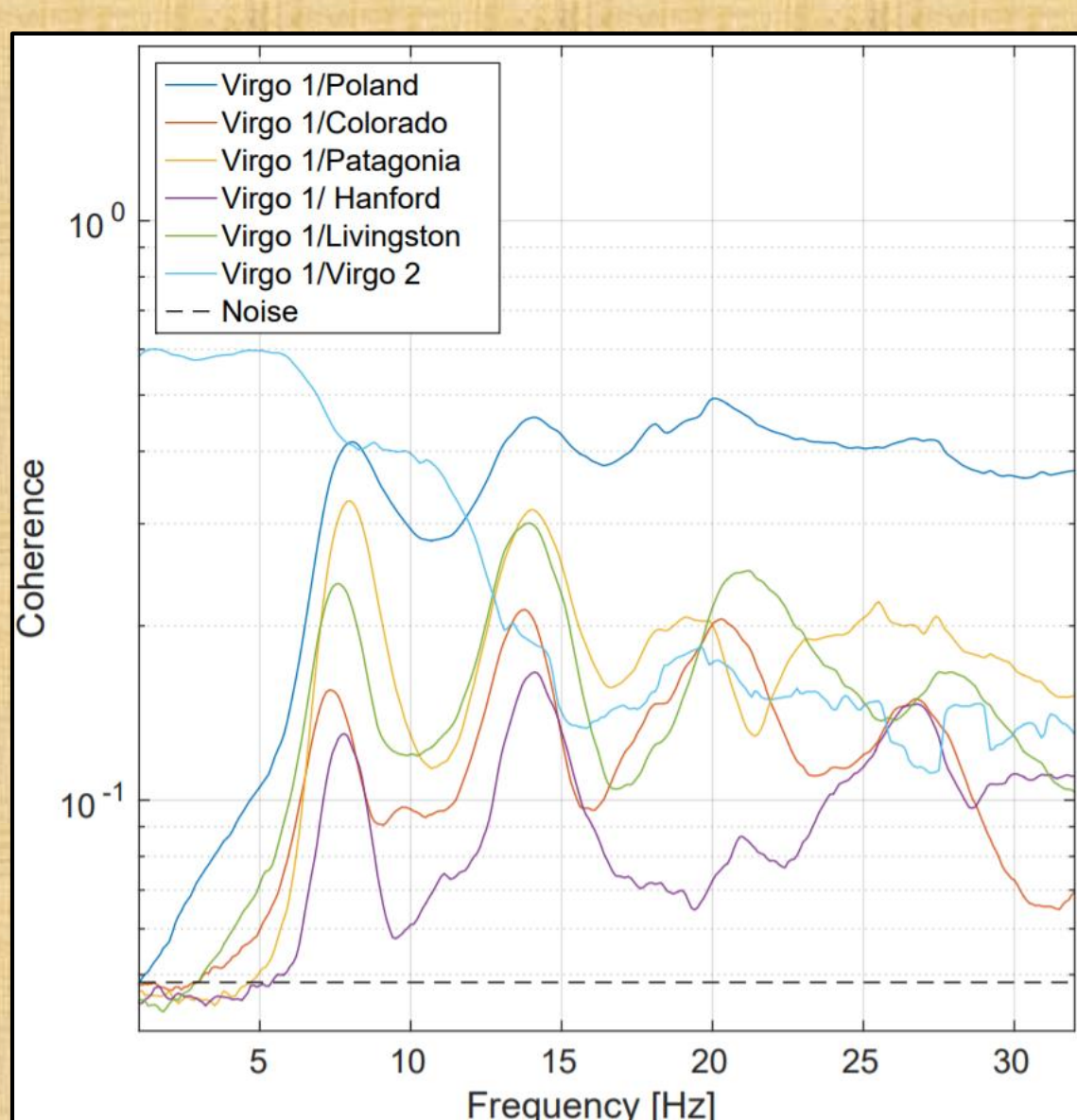
Iniezioni magnetiche

La relazione tra il rumore ambientale e il segnale di uscita dell'interferometro viene investigata iniettando uno stimolo intenzionale e analizzando la risposta sia dei sensori magnetici che dello strumento

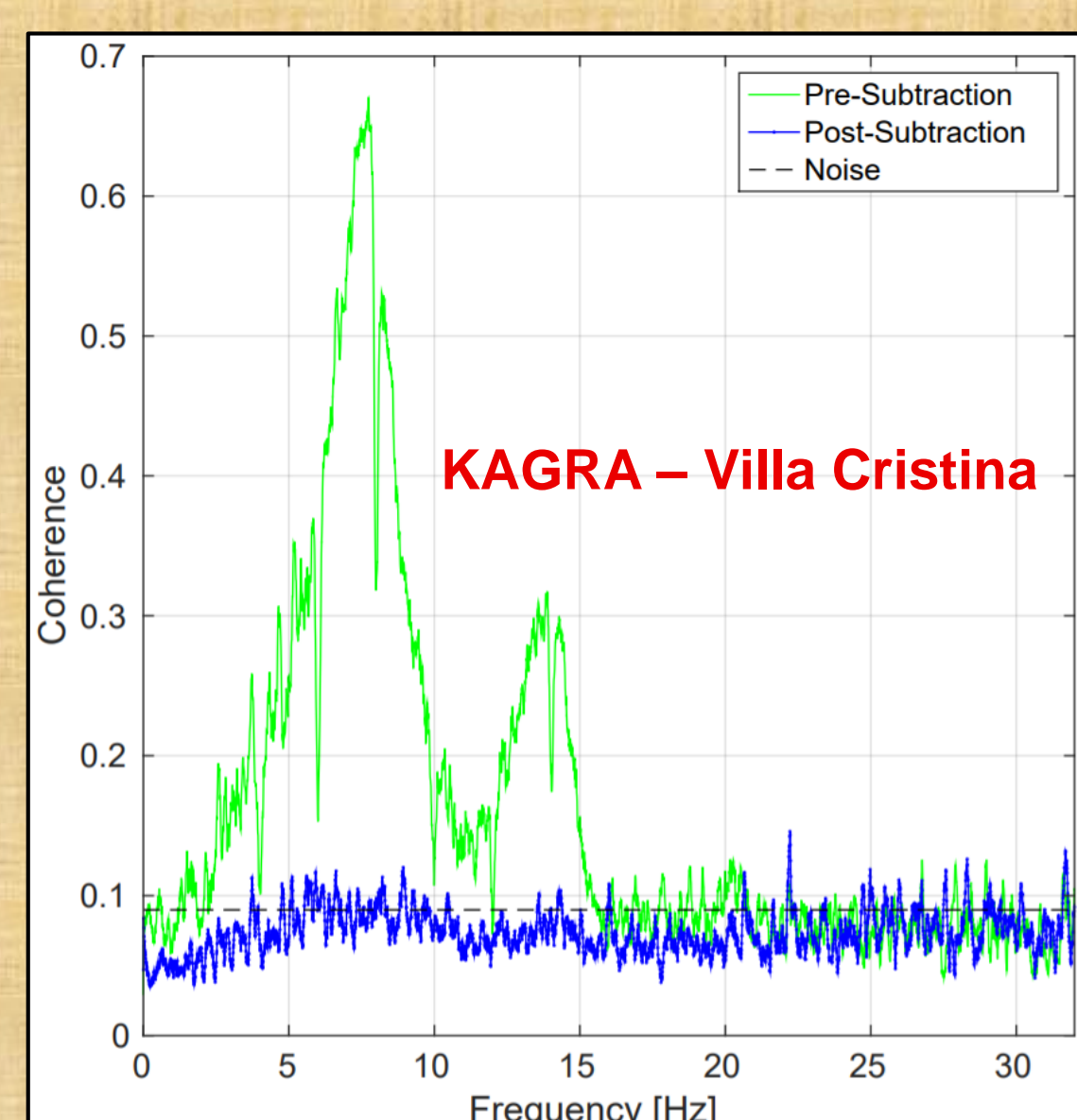


- Funzione di trasferimento tra magnetometri (m) e interferometro (h) $\rightarrow TF_{mh}(h/nT) = \frac{ASD_{hm}(f)}{ASD_{mm}(f)}$
- Proiezione magnetica, moltiplicando TF per uno spettro magnetico standard (no iniezione) $\rightarrow P(h/\sqrt{Hz}) = TF_{mh} \cdot ASD_{mm}(\text{quiet})$

Studi di correlazione: misure in coincidenza



Sottrazione del rumore correlato mediante filtro di Wiener



Buona compatibilità tra le proiezioni magnetiche sperimentale e simulata

