



# Suspensions 3G

Meeting ET Italia (teleconf)  
20/6/2018

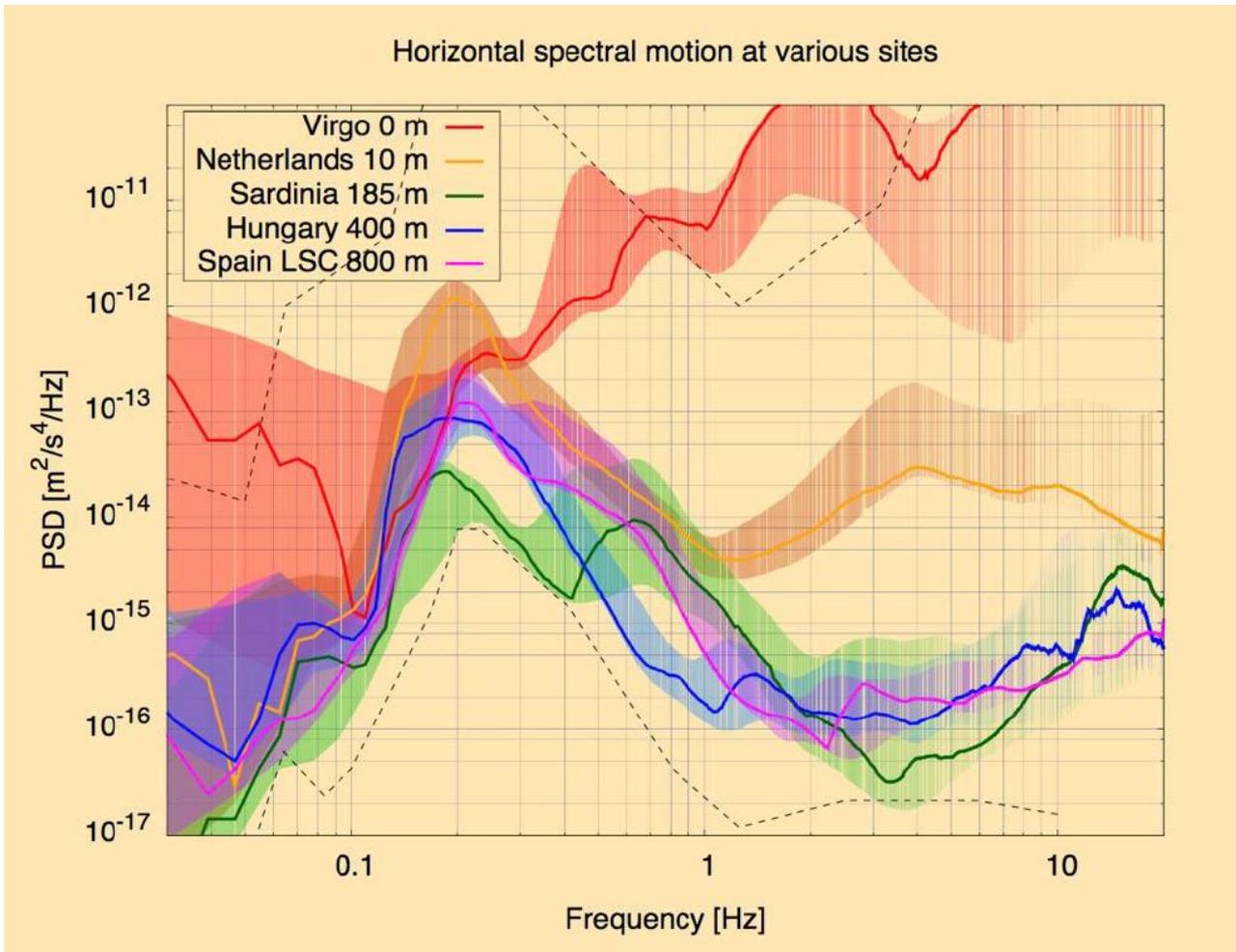
A.Gennai per il gruppo INFN-Pisa

# Sommario

- A partire dal novembre 2017, il gruppo di Pisa ha iniziato riunioni settimanali tese a studiare in maniera concreta possibili soluzioni per le sospensioni di terza generazione
- In queste poche slides presentiamo i punti chiave a cui siamo giunti ad oggi

# SA Requirements

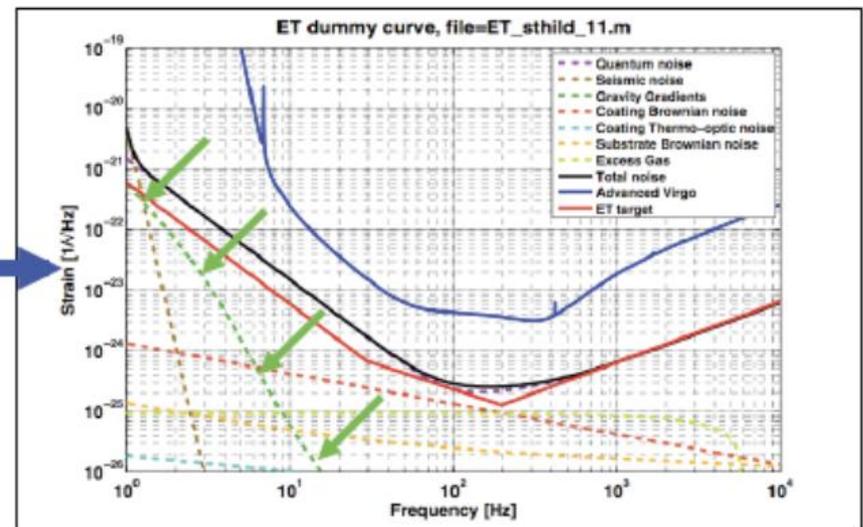
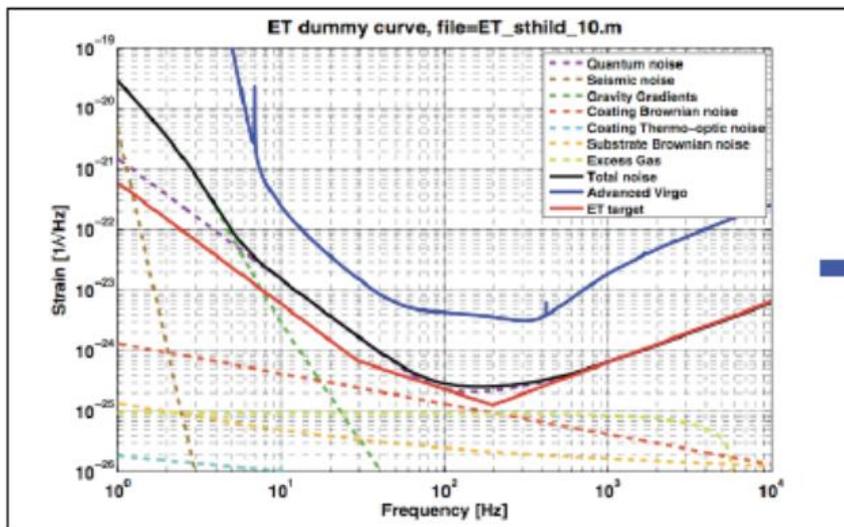
- Seismic noise



# Specs1/2 (S.Hild - 2008)



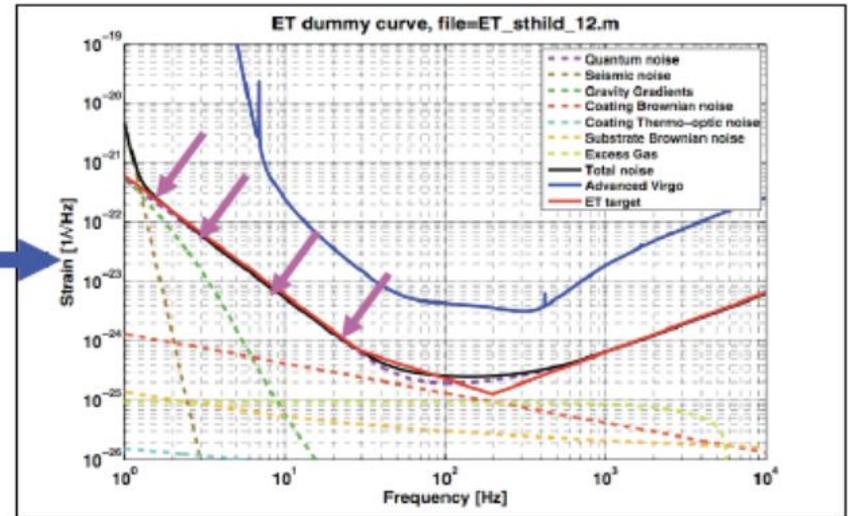
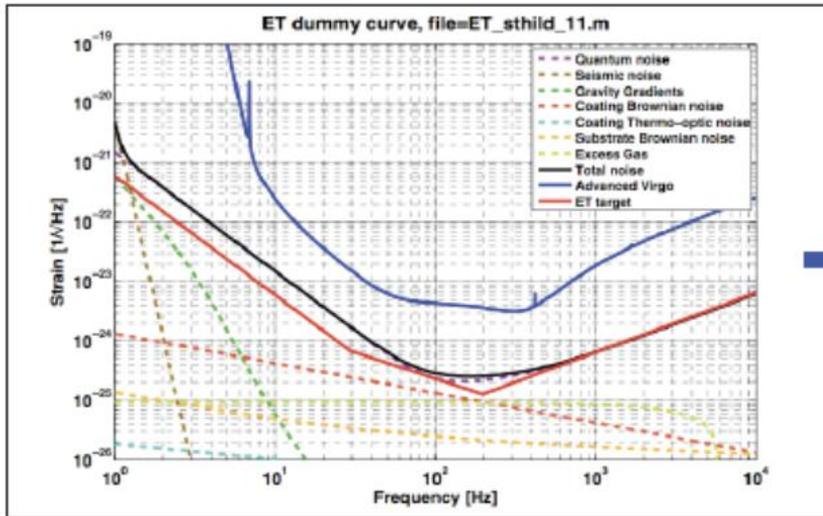
## Step 9: Gravity gradient suppression



# Specs2/2 (S.Hild - 2008)



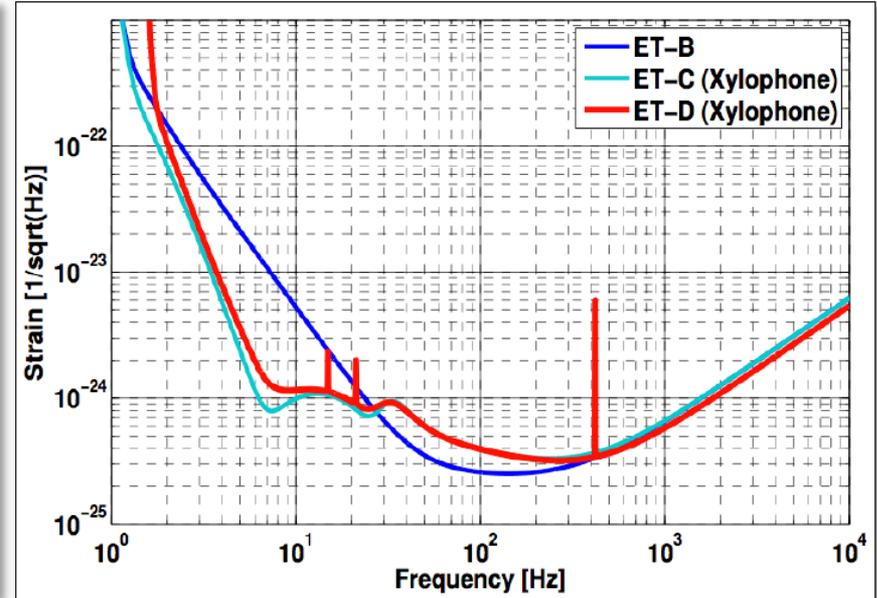
## Step 10: Heavier mirrors





# ET Sensitivity evolution

Parameter	ET-D-HF	ET-D-LF
Arm length	10 km	10 km
Input power (after IMC)	500 W	3 W
Arm power	3 MW	18 kW
Temperature	290 K	10 K
Mirror material	Fused silica	Silicon
Mirror diameter / thickness	62 cm / 30 cm	min 45 cm / TBD
Mirror masses	200 kg	211 kg
Laser wavelength	1064 nm	1550 nm
SR-phase	tuned (0.0)	detuned (0.6)
SR transmittance	10 %	20 %
Quantum noise suppression	freq. dep. squeez.	freq. dep. squeez.
Filter cavities	1 × 10 km	2 × 10 km
Squeezing level	10 dB (effective)	10 dB (effective)
Beam shape	LG <sub>33</sub>	TEM <sub>00</sub>
Beam radius	7.25 cm	9 cm
Scatter loss per surface	37.5 ppm	37.5 ppm
Partial pressure for H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>	10 <sup>-8</sup> , 5 · 10 <sup>-8</sup> , 10 <sup>-9</sup> Pa	10 <sup>-8</sup> , 5 · 10 <sup>-8</sup> , 10 <sup>-9</sup> Pa
Seismic isolation	SA, 8 m tall	mod SA, 17 m tall
Seismic (for f > 1 Hz)	5 · 10 <sup>-10</sup> m/f <sup>2</sup>	5 · 10 <sup>-10</sup> m/f <sup>2</sup>
Gravity gradient subtraction	none	none



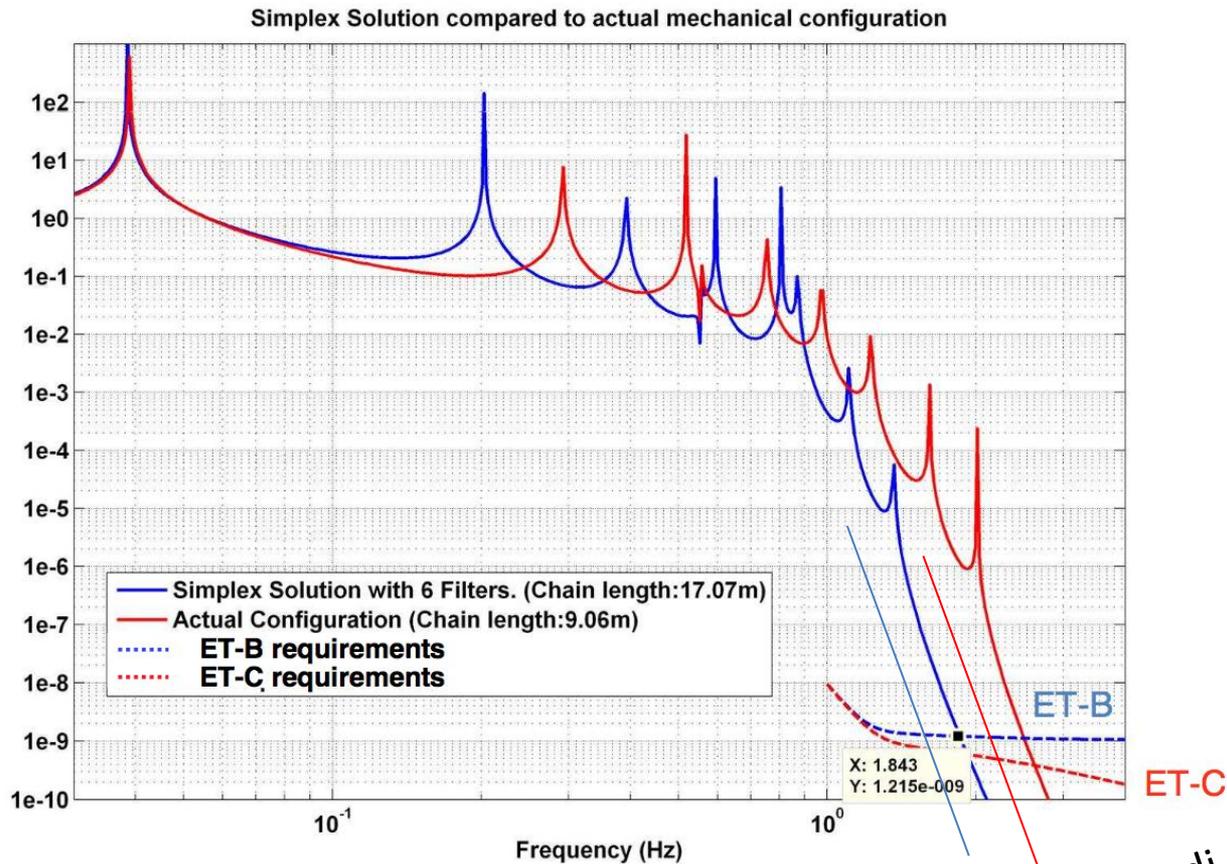
- Data from ET-LF and ET-HF can be coherently or incoherently be added, depending on the requirements of the analysis.
- Sensitivity data available for download at: <http://www.et-gw.eu/etsensitivities>
- For more details please see S.Hild et al: 'A Xylophone Configuration for a third Generation Gravitational Wave Detector', CQG 2010, 27, 015003 and S.Hild et al: 'Sensitivity Studies for Third-Generation Gravitational Wave Observatories', CQG 2011, 28 094013.

# SA Specs

- Seismic Noise Rejection
  - Dalla ET Sensitivity:
    - Req1: la sensibilità in h a 2 Hz deve essere minore di  $10^{-22} \frac{1}{\sqrt{\text{Hz}}}$ . Assumendo una lunghezza di 10 km per i bracci, in metri abbiamo  $10^{-18} \frac{\text{m}}{\sqrt{\text{Hz}}}$  (sempre a 2 Hz). Oggi a 2 Hz attenuiamo il rumore sismico di 6 ordini di grandezza. Il rumore sismico a Virgo a 2 Hz e' dell'ordine di  $3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{m}}{\sqrt{\text{Hz}}}$ . A 2 Hz abbiamo quindi circa  $3 \cdot 10^{-14} \frac{\text{m}}{\sqrt{\text{Hz}}}$ . Sempre attorno ai 2 Hz in sagedna abbiamo un guadagno sul sisma di un fattore 100 (300). A 2 Hz siamo quindi a tra 1 e  $3 \cdot 10^{-16} \frac{\text{m}}{\sqrt{\text{Hz}}}$ . Dobbiamo guadagnare ancora almeno un fattore 100.

# ET BASELINE

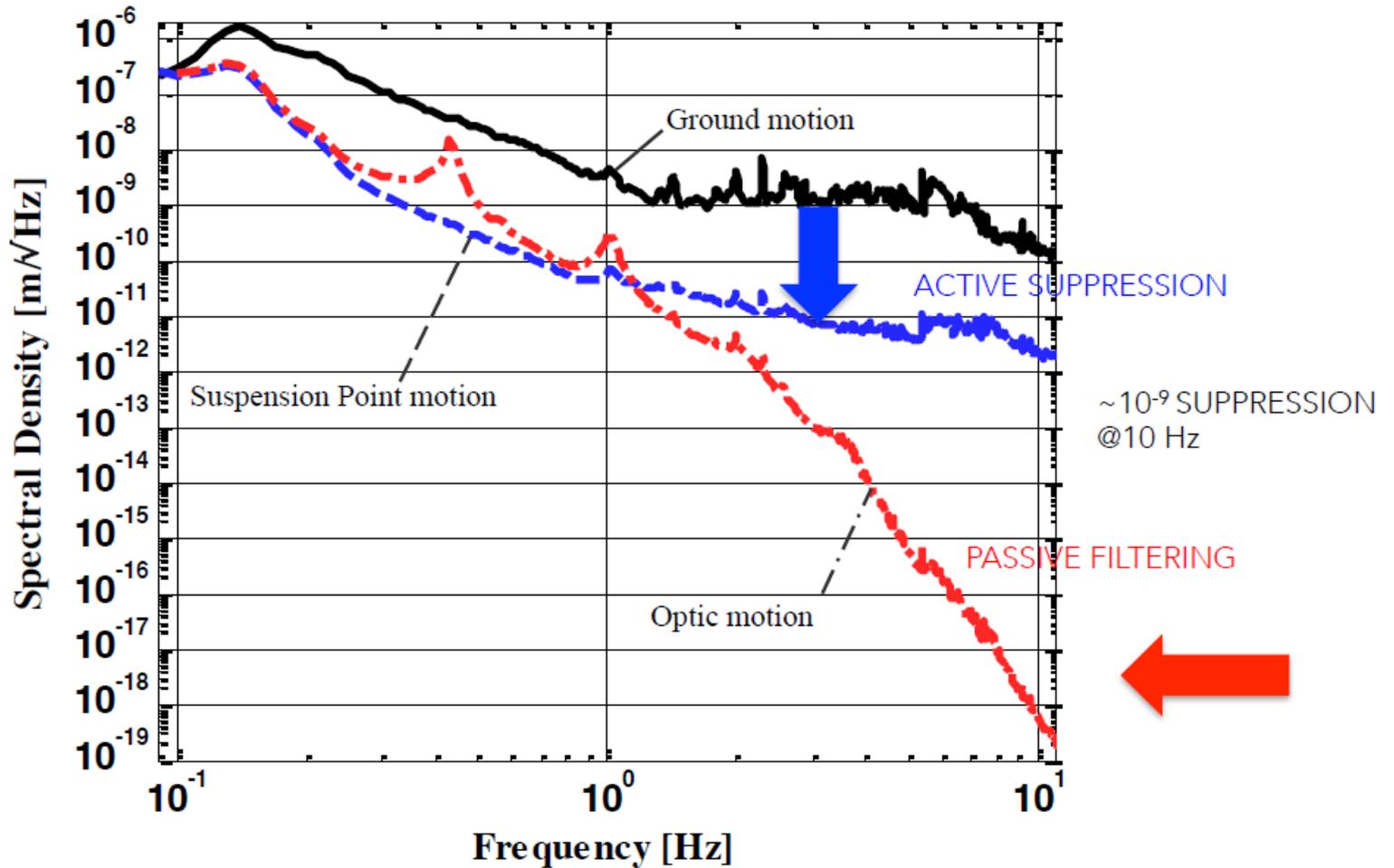
A 17 m SUPERATTENUATOR. ALTERNATIVES BEING STUDIED



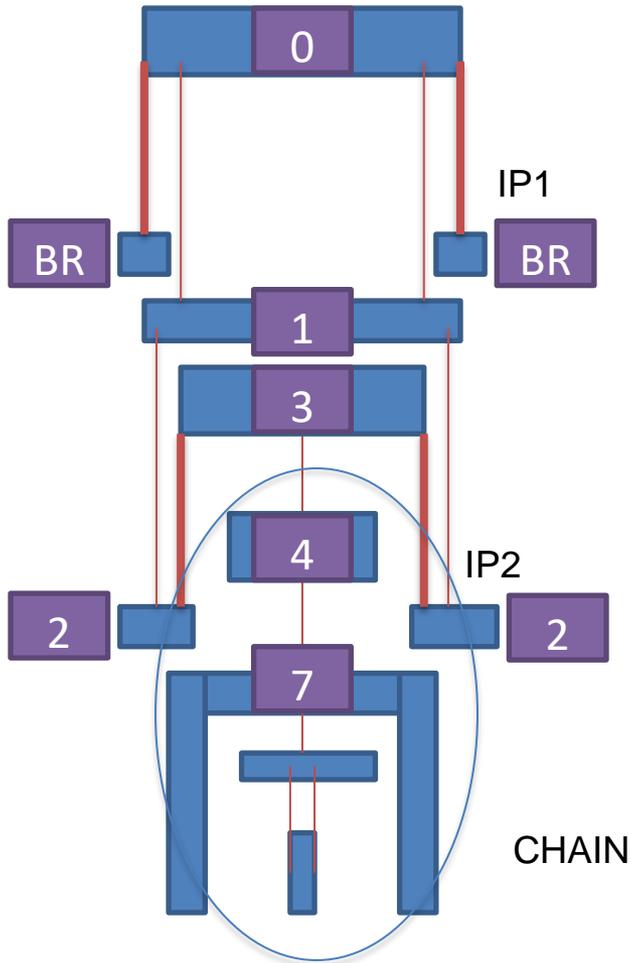
Sisma scalato di un fattore 30

# Conclusione preliminare

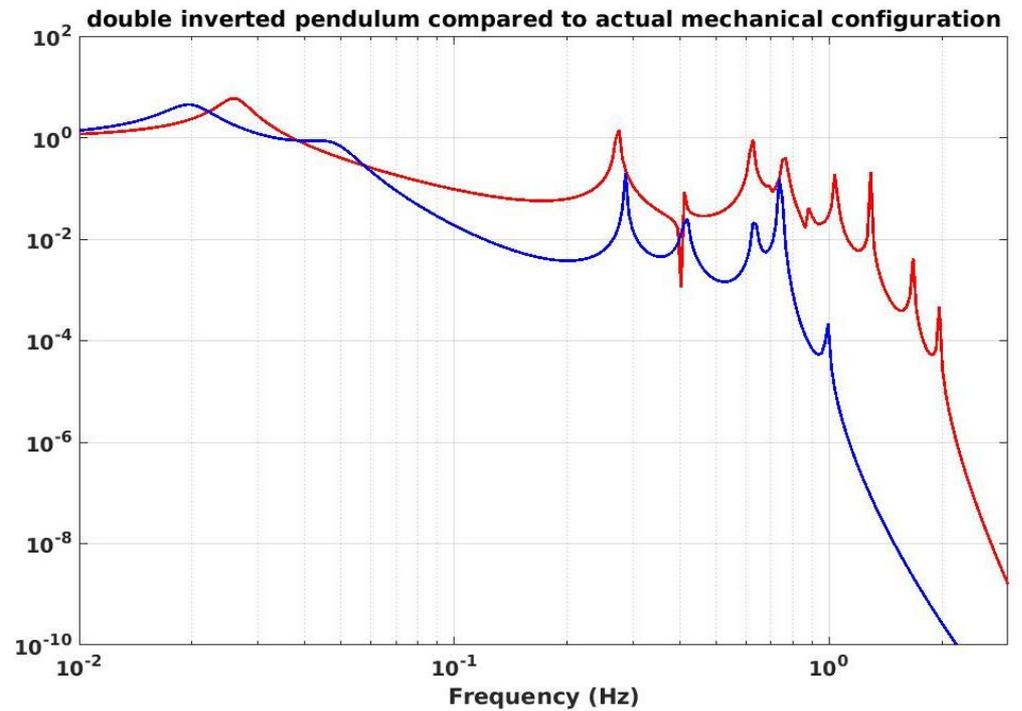
- Sembra possibile ottenere le specifiche con un SA simile a quello di Virgo (singolo IP), solo leggermente più lungo (circa 12-13 metri).
- Aggiungendo alla base un preisolatore attivo possiamo ridurre ulteriormente il sisma.



# ALTERNATIVES

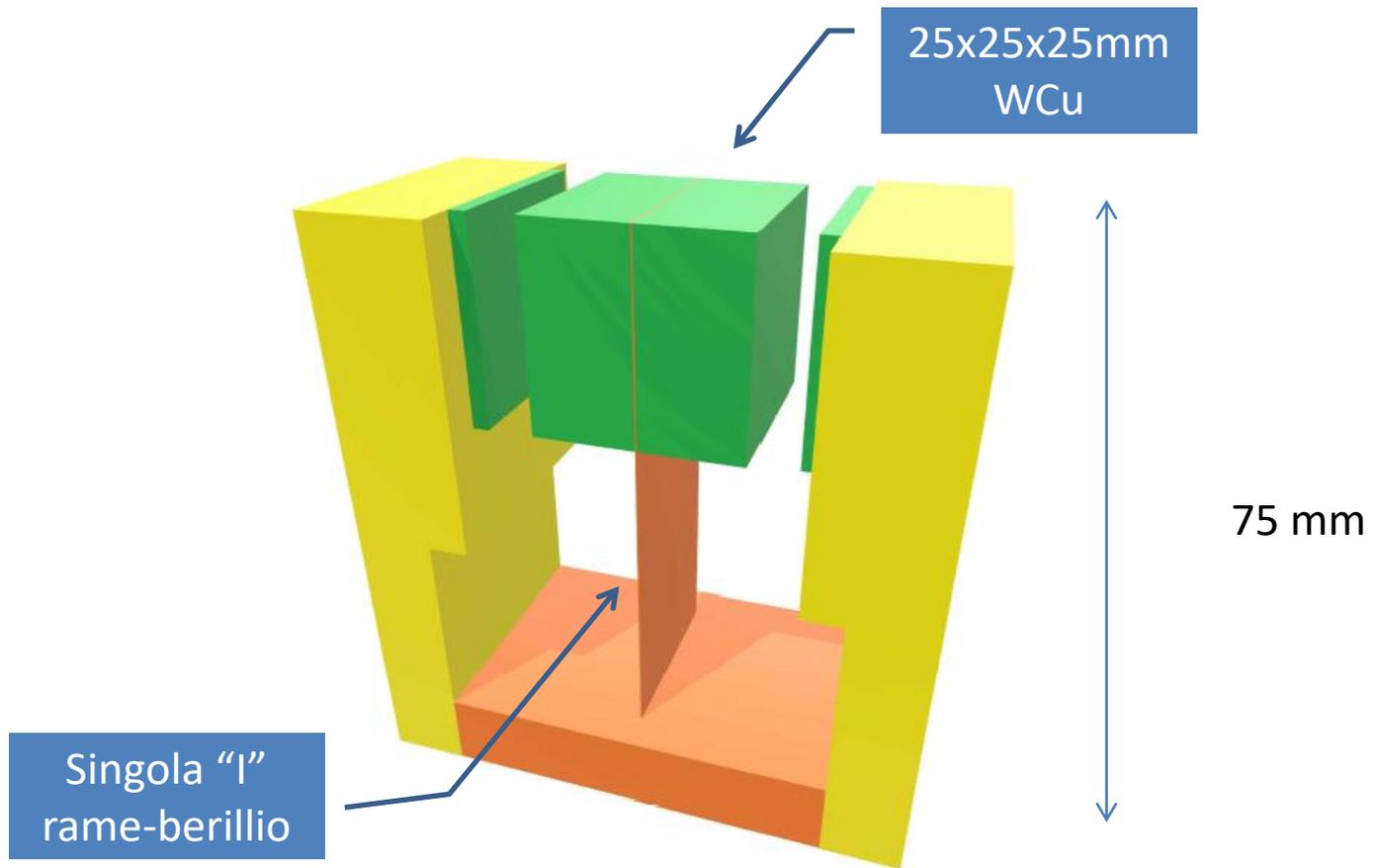


P Ruggi



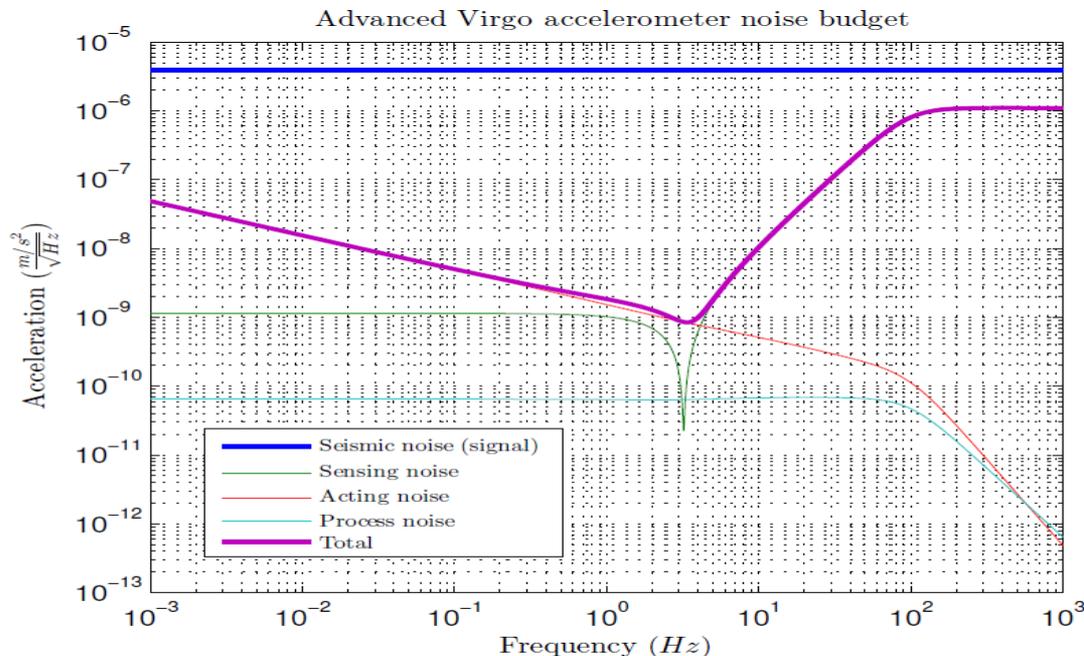
G Losurdo - INFN Pisa

# NUOVO ACCELEROMETRO



# ACCEL SPECS

- Accelerometro Virgo:
  - M = 430 gr
  - Fres = 3 Hz
  - Noise sensore (nominale):  $3 \cdot 10^{-12} \text{ m}/\sqrt{\text{Hz}}$



Tesi di Laurea Cerretani

Figure 9.6.: Advanced Virgo accelerometer noise budget

# ACCEL SPECS (II)

- Vogliamo mantenere più o meno la stessa frequenza di risonanza che abbiamo in Virgo (aumentandola si perde sensibilità a bassa frequenza e diminuendola troppo si rischia di avere un pendolo poco stabile)
- 2 opzioni per il sensore di posizione:
  - Capacitivo: più o meno potrebbe avere lo stesso rumore dell'LVDT ma il vantaggio di non avere fili sull'equipaggio mobile -> Utilizzo in Virgo o in applicazioni di monitoraggio attività sismica
  - Interferometrico: consentirebbe (in teoria) di scendere di un paio di ordini di grandezza con il rumore -> Utilizzo in ET
- Attuatore elettrostatico:
  - Secondo una prima stima delle forze necessarie, dovrebbe bastare un attuatore elettrostatico.

# Sensors Network

- Oltre allo sviluppo di meccanica e di sistema di controllo degli accelerometri, vogliamo sviluppare un sensore wireless, alimentato a batteria e in grado di interagire con sensori vicini andando a formare una vera e propria rete di sensori dotata di capacità di calcolo “in-network”