

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Preventivo per l'anno 2012

CODICE	SIGLA	COMMISSIONE
	GGG	CSN II
Rapp. Naz.: Anna Nobili		

Rappresentanti nazionali:
- Anna Nobili **PI**

Informazioni generali	
Linea di ricerca	Verifica del principio di equivalenza
Laboratorio ove si raccolgono i dati	INFN di Pisa, Sede di San Piero a Grado
Sigla dell'esperimento assegnata dal laboratorio	GGG
Acceleratore usato	
Fascio (sigla e caratteristiche)	
Processo fisico studiato	Universalità della caduta libera
Apparato strumentale utilizzato	Accelerometro differenziale in rotazione veloce con masse di prova cilindriche debolmente accoppiate (progettato e costruito dal gruppo stesso)
Istituzioni esterne all'Ente partecipanti	Partecipano ASI e JPL (Jet Propulsion Laboratory di CalTech e NASA, US) - ASI ha contribuito in modo sostanziale a GGG (finanziando in toto la versione sospesa passivamente dell'accelerometro) e al progetto spaziale GG (finanziando un ulteriore studio industriale avanzato dell'esperimento spaziale). Infine, nel 2010 ASI ha autorizzato il JPL -su richiesta di quest'ultimo- ad utilizzare tutti i risultati scientifici finora ottenuti sull'esperimento spaziale e sul prototipo di laboratorio GGG allo scopo di presentare la missione spaziale GG alla NASA nell'ambito del programma EXPLORER come missione a leadership NASA con partecipazione ASI (fino ad massimo di 1/3 del costo complessivo, escluso il lancio, come previsto da NASA). - JPL ha condotto un primo studio di GG/GGG per il programma EXPLORER, ha verificato il problema sorto per la mancata disponibilità della tecnologia FEEP emersa con il ritardo della missione LISA-PF e il relativo indebolimento del progetto LISA, ha deciso di mantenere attivo lo studio di GG fino al prossimo bando EXPLORER allo scopo di: i) sostituire la tecnologia FEEP con la tecnologia cold gas thrusters ii) rafforzare l'evidenza sperimentale migliorando la sensibilità del prototipo GGG alla frequenza del segnale aspettato nello spazio (1.7e-4 Hz), in particolare implementando un sensore ottico su proposta del JPL stesso.
Durata esperimento	GGG è stato approvato da INFN nel 2003. Nel 2006 il piccolo satellite GG (per il quale GGG costituisce un esperimento preparatorio dello strumento di volo) è stato inserito nel Piano Aerospaziale Nazionale di ASI. Nel 2008 è iniziato uno studio sia scientifico che industriale di GG/GGG su finanziamento di ASI. Sulla base di questo studio, nel Giugno 2009 il JPL (Jet Propulsion Laboratory of Caltech and NASA) ha espresso ad ASI il proprio interesse ad entrare nel progetto GG per la sua presentazione alla NASA nell'ambito del programma EXPLORER come progetto a leadership NASA e partnership ASI. Il Presidente di ASI ha risposto positivamente. Nel 2010 il JPL ha condotto un primo studio di GG/GGG; tale studio, e la partecipazione al miglioramento del prototipo GGG sono in corso in vista del prossimo bando EXPLORER atteso per fine 2013.
Sezioni partecipanti	Bologna, Pisa

Mod. EC 1

(a cura del responsabile nazionale)

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Preventivo per l'anno 2012

CODICE	SIGLA	COMMISSIONE
	GGG	CSN II
Rapp. Naz.: Anna Nobili		

PREVENTIVO GLOBALE DI SPESA PER L'ANNO 2012

In K€

Struttura	A carico dell'I.N.F.N.															A carico di altri enti
	interno	estero	consumo	trasporti	manutenzione	inventario	licenze-SW	apparati	spservizi	TOTALI						
BO	2.00		0.50											2.50		
PI	2.50	7.50	3.00						22.00					35.00		
Totali	4.50	7.50	3.50						22.00					37.50		

Mod. EC/EN 4

(a cura del responsabile nazionale)

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Preventivo per l'anno 2012

CODICE	SIGLA	COMMISSIONE
	GGG	CSN II
Rapp. Naz.: Anna Nobili		

ATTIVITA' SVOLTA FINO A GIUGNO 2011

- Si allega per riferimento il file della presentazione fatta in Sezione di Pisa il 22 Giugno 2011

- E' stato misurato il livello di attenuazione passiva dei tilt del terreno grazie alla sospensione 2D laminare di tutto l' apparato implementata nel 2010. Il fattore di attenuazione e' risultato pari a 300, circa un fattore 10 peggiore di quanto aspettato teoricamente e misurato separatamente con un una massa sospesa dummy. Il peggioramento era dovuto ai fili di connessione (dalla camera alla parte sospesa, anche se non rotante). Usando fili sottili e opportunamente "twisted" il fattore di attenuazione è risultato essere circa 5000.

- E' stato sviluppato un simulatore numerico scritto in ambiente SimMechanics che e' in grado di riprodurre le principali caratteristiche dell'apparato sperimentale e che viene "istruito" in modo da riprodurre le misure fatte in modo da vincolarlo sempre di piu' a rappresentare il sistema reale. Il simulatore viene usato per quantificare disturbi che sarebbe troppo difficile produrre e misurare sperimentalmente (es: le accelerazioni orizzontali, il loro effetto rispetto a quello dei tilt del terreno e come minimizzarlo..).

- E' stato scritto e sottoposto a PRL un importante lavoro in collaborazione con il JPL dal titolo " Abatement of thermal noise in mechanical oscillators with rapidly rotating test masses" (si allega il file PDF). Il lavoro dimostra come la rotazione veloce delle masse di prova, tipica del nostro esperimento, permetta di rivelare piccoli segnali a bassissime frequenze in un tempo di integrazione molto breve perche' il rumore termico che compete con quel segnale e' quello alla frequenza di rotazione dell'oscillatore, che essendo alta risulta molto ridotto. Il lavoro dimostra anche come il segnale possa essere spostato alla alta frequenza di rotazione delle masse di prova, molto al di sopra della frequenza naturale del sistema, senza essere attenuato, come invece avviene per gli oscillatori rotanti usati finora negli esperimenti di piccolissime forze. Questo fatto è stato infine dimostrato sperimentalmente con lo strumento GGG; i risultati di queste misure saranno a breve sottoposti a PRD in un lavoro dal titolo "Up-converting low frequency signals above resonance without attenuation". Sebbene i risultati siano del tutto generali per oscillatori armonici in 2D, essi sono direttamente rilevanti per l'esperimento spaziale GG che ne risulta notevolmente rafforzato. Essi sono infatti una delle motivazioni principali che hanno spinto il JPL a collaborare.

- E' stato affrontato il problema delle armoniche superiori della frequenza naturale del sistema sospeso. Per ridurre il loro effetto è stato implementato un damper magnetico con la possibilità di variare il livello di damping. Occorre trovare il livello di damping ottimale che riduce i picchi delle armoniche (e quindi l'energia che complessivamente esse trasmettono alle masse di prova) e allo stesso tempo garantisce un buon livello di attenuazione

- Sebbene abbiamo verificato direttamente che la temperatura all'interno della camera è ben stabilizzata (alla frequenza giornaliera), e' in corso la realizzazione di una nuova elettronica (rotante) di misura che in particolare monta una parte analogica molto meno dipendente da variazioni di temperatura. Infatti una variazione del guadagno a frequenze molto basse (incluse le giornaliere) determina un segnale spurio di spostamento tra le masse di prova peggiorando la sensibilita' dello strumento.

- In generale, vista l'ottima performance della sospensione passiva per la attenuazione dei tilt del terreno, si e' lavorato per individuare, e quindi ridurre, altri effetti di rumore alle basse frequenze

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Preventivo per l'anno 2012

CODICE	SIGLA	COMMISSIONE
	GGG	CSN II
Rapp. Naz.: Anna Nobili		

ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2012

Nel quadro attuale della collaborazione con il JPL per la presentazione dell'esperimento spaziale GG alla NASA obiettivo principale dell' esperimento GGG e' di migliorare la sensibilita' dello strumento alle accelerazioni differenziali tra le masse di prova alla frequenza di 1.7e-4 Hz, dato che questa e' la frequenza che avrebbe un segnale di violazione del principio di equivalenza nell'esperimento spaziale GG (si tratta della frequenza orbitale del satellite attorno alla Terra). Naturalmente cio' richiede di ridurre in generale i disturbi alle basse frequenze, inclusa quella giornaliera.

Abbiamo verificato sperimentalmente che, come previsto, una opportuna sospensione passiva (2D, non rotante) di tutto il sistema, raggiunge un' ottima performance di attenuazione dei tilt del terreno rendendo inutile (almeno al momento) di usare anche il sistema attivo (a loop chiuso di riduzione dei tilt). Questo sistema era stato sviluppato in assenza di fondi per una camera a vuoto ad hoc dato che la precedente (acquistata di seconda mano) non permetteva, materialmente per mancanza di spazio, di implementare il sistema di attenuazione passiva. Inoltre, il sistema attivo si basa su sensori di tilt che sono troppo (per le esigenze di questo esperimento) dipendenti dalla temperatura e quindi, rischiano di introdurre effetti spuri peggiorando, invece di migliorarla, la performance del sistema passivo. In questa situazione si tratta ora di individuare, e quindi ridurre o eliminare, altre sorgenti di disturbi alle basse frequenze, tipicamente intorno a 10^{-4} Hz.

A questo scopo abbiamo previsto per il 2012 le seguenti attivita' :

1. Rendere il raccordo tra la sospensione laminare 2D (non rotante) di tutto il sistema e la flangia (non rotante) che supporta i cuscinetti a sfera e l'albero (rotante) il piu' rigido e "monoblocco" possibile allo scopo di minimizzare variazioni lente che significano variazioni lente della inclinazione dell' albero e quindi effetti relativi lenti (basse frequenze) tra le masse di prova. Tale raccordo e' gia' stato progettato e disegnato in modo da essere il piu' possibile simmetrico in senso azimutale in modo da ridurre anche gli effetti di espansione/contrazione termica
2. Implementare la nuova elettronica di lettura, con ADC sempre a 24 bit ma con componenti analogiche a piu' bassa dipendenza dalla temperatura (e altri miglioramenti)
3. Implementare il nuovo motore passo passo dotato di "gear box" in modo da migliorare l'uniformita' e la stabilita' della rotazione e da minimizzare le sue variazioni alle basse frequenze.
4. Valutare teoricamente e con l' aiuto del simulatore il ruolo delle accelerazioni orizzontali e la performance della sospensione nel ridurre, definendo in particolare il livello di damping ottimale
5. Poiche' la grandezza fisica rilevante e' la sensibilita' dello strumento ad accelerazioni differenziali tra le masse di prova (a frequenze intorno a 10^{-4} Hz) occorre rendere la frequenza naturale differenziale tra le masse piu' piccola possibile (cioe' il periodo delle oscillazioni differenziali il piu' lungo possibile). Le attuali sospensioni laminari 2D in CuBe, costruite per elettroerosione, hanno buone qualita' meccaniche ma presentano asimmetrie nelle due direzioni che rendono difficile lavorare con periodi lunghi. Sono state studiate sospensioni a celloso 2D, ma sono emersi altri inconvenienti che rendono difficile superare queste asimmetrie. Si pensa di studiare e disegnare sospensioni a singolo filo: dato il notevole livello di bilanciamento e centratura raggiunti, e la facilità con cui il sistema viene di routine messo in rotazione supercritica (passando cioe' la risonanza) si ritiene che le sospensioni a filo non dovrebbero subire rotture o danni. Le sospensioni laminari furono progettate perche' la larghezza delle lamelle permette di sostenere il peso (10 kg per ciascuna massa di prova) e di resistere ai disturbi nelle fasi di messa in rotazione, mentre la loro sottigliezza garantisce un debole accoppiamento. Nella situazione attuale le sospensioni a filo sembrano possibili verranno progettate (con opportuni accorgimenti per ridurre le dissipazioni). Il materiale usato sara' sempre CuBe e la tecnica di manifattura quella per elettroerosione.
6. Verranno misurati sperimentalmente nel sistema attuale gli effetti di patch di cariche elettriche (usando il metodo sperimentale gia' inventato e usato nel vecchio apparato). Lo scopo e' di accertare che anche in assenza di coating (che sarebbe molto costoso), e con un livello ridotto di gap tra le piastre capacitive e i cilindri di prova (1 mm a confronto dei 5 mm del passato), questi effetti non costituiscono una limitazione
7. Nell' ambiente terrestre e con l' aiuto del simulatore si studia la costante elastica delle sospensioni (e quindi in ultima analisi la sensibilita' dello strumento alle accelerazioni differenziali) e limita anche la costante di elasticita' delle sospensioni di tutto il sistema (e quindi la capacita' di attenuazione dei disturbi sismici locali). L'apparato GGG monta masse di prova di 10 kg ciascuna (esattamente come previsto per l'analogo strumento di volo). La ragione di una tale scelta, nonostante i suoi svantaggi in presenza di peso, e' stata finora dettata dalla necessita' di garantire una capacita' abbastanza alta per la piastre dei ponti capacitivi che misurano gli spostamenti tra i cilindri di prova: se questi sono grandi (10 kg), la superficie delle piastre affacciate puo' essere abbastanza grande, e cosi' anche la capacita' senza dover ricorrere a gap primitivamente piccoli. Tuttavia, la proposta del JPL di usare un sensore ottico, rimuove tale vincolo e ci permette di progettare un sistema analogo all'attuale ma con cilindri di prova di minore massa (e.g. di 1 o 2 kg ciascuno).. Si noti che in presenza di un sensore ottico non e' affatto necessario avere piccoli gap e quindi con gap grandi (almeno 2 cm) si rendono del tutto ininfluenti gli effetti dei patch di cariche elettriche (i quali sono inversamente proporzionali al quadrato della distanza). Il vantaggio dal punto di vista della bassa elasticita' delle sospensioni sarebbe notevolissimo: infatti, mentre lo spessore delle lamelle diminuisce proporzionalmente al peso da sospendere, la costante elastica diminuisce con il cubo dello spessore. Ad esempio, un peso 5 volte minore di quello attuale puo' essere sostenuto da lamelle 5 volte piu' sottili di quelle attuali le quali pero' avrebbero una costante elastica $5^3=125$ volte inferiore a quella delle lamelle attuali (si ricordi che la frequenza naturale diminuisce con la radice quadrata della costante elastica, e quindi diminuirebbe di un fattore 11.2).
8. Alla luce di quanto discusso al punto 7, verra' studiato e progettato uno strumento GGG con masse di prova meno massicce (di un fattore circa 5) rispetto a quelle attuali, con relative sospensioni a bassa costante elastica, sia per le masse di prova che per la sospensione passiva dell' intero apparato. Per tale strumento verra' studiato, in collaborazione con il JPL, un sistema di lettura ottica degli spostamenti tra le masse. Non si tratta di installare la laser gauge interferometria del JPL, prevista per l'esperimento spaziale GG, ma di un sistema ottico intermedio di costi e complessita' ridotte che tuttavia risulta adeguato per uno strumento GGG di minore massa e migliore sensibilita' alle accelerazioni differenziali tra le masse di prova.
9. Lo strumento di massa ridotta di cui al punto 8 permette di usare invece degli attuali "ball bearings" (con palline in ceramica) dei sistemi a minore umore, soprattutto alle basse frequenze, come ad esempio i "magnetic bearings". Si noti che l'esperimento spaziale non richiede ne' motore ne' bearings, mentre in laboratorio essi costituiscono un ingrediente fondamentale dell'esperimento e quindi occorre minimizzare il rumore che introducono. Verra' quindi studiato un sistema di magnetic bearings che sia facile da implementare nel nostro caso e che sia facile da reperire e a basso costo. Anche in questo campo ci avvarremo della esperienza e della collaborazione del JPL.

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Preventivo per l'anno 2012

CODICE	SIGLA	COMMISSIONE
	GGG	CSN II
Rapp. Naz.: Anna Nobili		

FINANZIAMENTI AVUTI NEGLI ANNI PRECEDENTI (Dati estratti dalle assegnazioni)										
Anno	interno	estero	consumo	trasporti	manutenzione	inventario	licenze-SW	apparati	spservizi	Totale
2005	6.00	3.00	17.50			23.50		26.50		76.50
2006	8.50	2.50	12.70			20.00		18.10		61.80
2007	5.00	4.00	13.00			10.00		20.00		52.00
2008	4.00	3.00	10.00			10.00		13.00		40.00
2009	4.00	2.00	6.00					28.00		40.00
2010	4.00	2.00	7.00			2.00		15.00		30.00
2011	2.50	2.50	5.00			1.00		14.00		25.00

Mod. EC 5 Pagina 3

(a cura del responsabile nazionale)

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Preventivo per l'anno 2012

CODICE	SIGLA	COMMISSIONE
	GGG	CSN II
Rapp. Naz.: Anna Nobili		

Piano finanziario globale di spesa										
Anno	interno	estero	consumo	trasporti	manutenzione	inventario	licenze-SW	apparati	spservizi	Totale
2012	4.50	7.50	3.50					22.00		37.50
2013	4.50	13.50	3.50			3.50		30.00		55.00
Totali	9.00	21.00	7.00			3.50		52.00		92.50

Mod. EC/EN 6

(a cura del responsabile nazionale)

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Preventivo per l'anno 2012

CODICE	SIGLA	COMMISSIONE
	GGG	CSN II
Rapp. Naz.: Anna Nobili		

Descrizione	Data completamento
Implement new rotating read-out electronics with lower thermal dependence and reduce noise	30-06-2012
Design and prepare the required hardware for implementation of the optical read-out proposed by JPL	31-12-2012

Mod. EC/EN 8

(a cura del responsabile nazionale)

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Preventivo per l'anno 2012

Struttura
Pisa

CODICE	SIGLA	COMMISSIONE
	GGG	CSN II
Resp. Loc.: Anna Nobili		

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA (In K€)

Capitolo	Descrizione	Parziali		Totale	
		Richiesta	SJ	Richieste	SJ
INTERNO	1. Riunioni INFN; qualche meeting in Italia di stretto interesse per l' esperimento; viaggi presso ditte che eseguono lavori per l'esperimento. NOTA: la sede del laboratorio (San Piero) permette il rimborso delle spese mensili di viaggio, ma tale rimborso NON viene richiesto. 2.50			2.50	0.00
INTERNO					
ESTERO	1. 6 KE: 2 settimane presso JPL, (1 settimana ciascuno per 2 persone) , MINIMO ESSENZIALE per lo sviluppo dell'esperimento (vedi punti 8 e 9 della attivita' prevista per il 2012). 1.5 KE per 1 convegno in Europa di stretto interesse e con presentazione di talk 7.50			7.50	0.00
ESTERO					
CONSUMO	1. Si tratta strettamente di materiale da laboratorio e non di materiale tipo ufficio/cancelleria, che e' stato fondamentalmente eliminato 3.00			3.00	0.00
CONSUMO					
SEMINARI					
TRASPORTI					
PUBBLICAZIONI					
MANUTENZIONE					
INVENTARIO					
APPARATI	1. 16 KE: modifiche hardware (complete di disegni costruttivi) per rimplementazione del read-out ottico proposto dal JPL 6KE : set di 3 sospensioni in CuBe lavorate in elettroerosione. 22.00			22.00	0.00
APPARATI					
LICENZE-SW					
SPSERVIZI					

Totale GGG Pisa

35.00	
-------	--

Mod. EC/EN 2

(a cura del responsabile locale)

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Preventivo per l'anno 2012

Struttura
Pisa

CODICE	SIGLA	COMMISSIONE
	GGG	CSN II
Resp. Loc.: Anna Nobili		

Ulteriori informazioni riguardo la richiesta finanziaria

Facciamo presente che la richiesta finanziaria presentata NON e' stata gonfiata in vista di possibili "tagli lineari". Essa rappresneta il MINIMO che onestamente riteniamo indispensabile per l'attivita' sperimentale.

Osservando inoltre il diagramma che rappresenta visivamente con vari codici di colore la suddivisione dei fondi ricevuti nel corso degli anni tra le varie voci di spesa, si nota che:

- a) la voce ESTERO costituisce una percentuale piccolissima del totale
- b) la voce APPARATI rappresneta la maggior paret delle spese sostenute

Questo dimostra che si e' lavorato allo sviluppo dell'esperimento viaggiando ben poco all'estero (e anche in Italia). Se adesso si cheide un incremento delle spese per misisoni all'estero cio' e' dovuto al fatto che la collaborazione con il JPL (che si trova in Claifornia) e' di fondamentale importanza per lo sviulppo dell'esperimento GGG in vista delle misisoen spaziale GG.

NOTA DEL RESPONSABILE NAZIONALE IN MERITO ALLE RICHIESTE FUTURE (anno 2013):

L' anno 2013 e' quello in cui e' previsto (tipicamente in Novembre) il Call Explorer di NASA. Per tale scadenza l'esperimento GGG deve aver raggiunto la migliore sensibilita' per accelerazioni differenziali a circa 10^{-4} Hz.

Le spese previste per il 2013 sono:

Interno: 4.5 KE (invariata)

Estero: 13. 5 KE (aumentata di 6 KE perche' di prevedono 4 settimane invece di 2 di soggiorno al JPL, la cui collaborazione e' fondamentale)

Consumo: 3.5 KE (invariata)

Inventario: 3.5 KE (se necessario per sostituire computer o apparecchiatura elettronica)

Apparati: 30 KE (per la costruzione del nuovo apparato di massa ridotta e con nuovo sistema di bearings- si tratta dello strumento che riteniamo possa raggiungere la migliore sensibilita' , fatto di grande rilevanza per rafforzare la proposta di esperimento spaziale GG)

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Preventivo per l'anno 2012

Struttura
Bologna

CODICE	SIGLA	COMMISSIONE
	GGG	CSN II
Resp. Loc.: PAOLO BALDI		

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA (In K€)

Capitolo	Descrizione	Parziali		Totale	
		Richiesta	SJ	Richieste	SJ
INTERNO	1. Si tratta di permettere ai colleghi di Bologna di venire a Pisa-San Piero dove si trova l'esperimento per discutere del loro contributo e seguirne gli sviluppi (vedi Nota in allegato EC2a)	2.00		2.00	0.00
INTERNO					
ESTERO					
CONSUMO	1. Si tratta di piccole spese di consumo di tipo informatico	0.50		0.50	0.00
CONSUMO					
SEMINARI					
TRASPORTI					
PUBBLICAZIONI					
MANUTENZIONE					
INVENTARIO					
APPARATI					
LICENZE-SW					
SPSERVIZI					
Totale GGG Bologna				2.50	

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Preventivo per l'anno 2012

Struttura
Bologna

CODICE	SIGLA	COMMISSIONE
	GGG	CSN II
Resp. Loc.: PAOLO BALDI		

Ulteriori informazioni riguardo la richiesta finanziaria

Per il 2012 il gruppo di Bologna contribuirà alla valutazione di possibili sistemi di magnetic bearings che possano sostituire, senza eccessive modifiche e ad un costo ridotto gli attuali ball bearings. Inoltre per l'esperimento spaziale, approfittando della partecipazione di Paolo Tortora, si occuperanno di valutare possibili effetti di plasma alla quota del satellite e in presenza di "venting to outer space", cioè di una apertura dello spacecraft allo spazio vuoto (scelta storica del satellite GG che evita di mettere in orbita una camera a vuoto e riduce notevolmente i costi).

In questa attività qualche membro del gruppo di Bologna deve visitare il laboratorio GGG a Pisa-San Piero per aggiornarsi sugli sviluppi dell'esperimento e per discutere il proprio contributo.

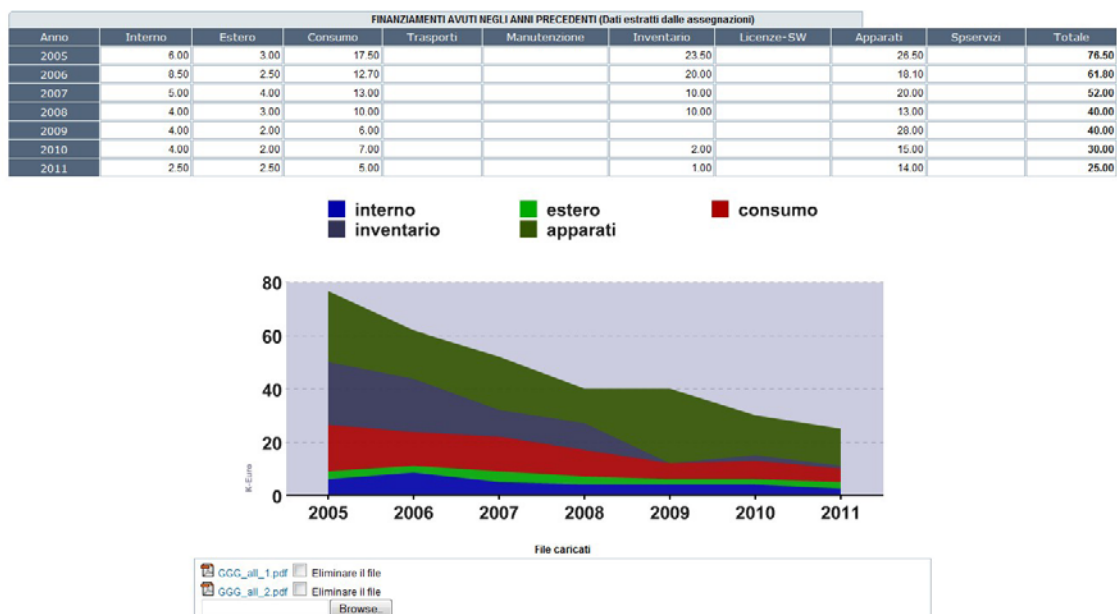


Figura 1: Andamento nel tempo dei fondi INFN-CSNII all'esperimento GGG disaggregati per capitoli di spesa. È evidente: 1) la costante decrescita nel tempo; 2) la netta predominanza della voce costruzione apparati (verde scuro) e, nella fase iniziale, la voce inventario; 3) la scarsissima incidenza delle spese per missioni all'estero e anche quella per missioni in Italia, a riprova del fatto che i fondi sono stati spesi quasi in toto in laboratorio per l'esperimento. Per il 2012, con la collaborazione con JPL (USA, California) che è cruciale per il futuro dell'esperimento e della missione spaziale, si chiede un aumento, contenuto e fortemente motivato dei fondi per missioni estero

Struttura	A carico dell'INFN									
	interno	estero	consumo	trasporti	manutenzione	inventario	licenze-SW	apparati	speservizi	TOTALI
BO	2.00		0.50							2.50
PI	2.50	7.50	3.00					22.00		35.00
Totali	4.50	7.50	3.50					22.00		37.50

Mod. EC/EN 4

(a cura del

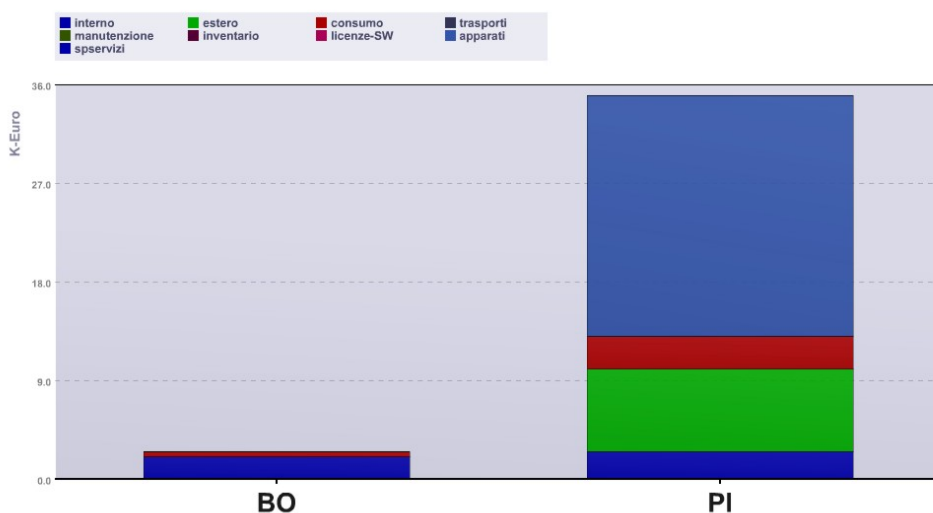


Figura 2: Fondi richiesti per il 2011 e loro disaggregazione per capitoli di spesa. Si nota che: 1) essendo il laboratorio localizzato a Pisa - San Piero, le spese richieste per Pisa sono dominanti e quelle di Bologna sono essenzialmente per alcuni viaggi a Pisa; 2) anche per il 2012 la voce dominante è quella per costruzione apparati, dimostrando ancora una volta la priorità dello sviluppo e miglioramento dello strumento; 3) la voce inventario è nulla perché si cerca di usare con la massima parsimonia gli strumenti disponibili in laboratorio; 4) come discusso in Figura 1, la voce missioni estero per il 2012 deriva dalla collaborazione con il JPL, è stata valutata al minimo possibile ed è cruciale per il futuro dell'esperimento e della missione spaziale