

PRIN Proposal:

Development of innovative detectors
and advanced simulation and analysis tools for the search for hidden particles
with the NA62-dump and SHiP experiments at the CERN SPS.

Gaia Lanfranchi – LNF-INFN

La Sapienza – 26 January 2018

Dati e Struttura PRIN (come da bando)

Dati

Durata: 36 mesi

Importo complessivo: 1.2 Meuro

Unità' partecipanti: da 1 a 6.

Email di Nando: *"Progetti seri, guidati da un PI dal CV inattaccabile con poco personale da prendere e invece hardware da comprare".*

Struttura

Parte A: modulo amministrativo

Parte B1:

sintesi e successiva descrizione dettagliata del progetto, contenente gli obiettivi, lo stato dell'arte, la metodologia della proposta, il ruolo delle singole unità di ricerca, le modalità di integrazione e collaborazione, l'impatto previsto e gli aspetti finanziari;

Parte B2:

- **PI:** curriculum vitae (in evidenza riconoscimenti e finanziamenti nazionali e internazionali) pubblicazioni scientifiche (fino a 20 negli ultimi 10 anni, comprese monografie e libri), indice bibliometrico H-index complessivo
- **altri responsabili di unità:** curriculum vitae, pubblicazioni scientifiche (fino a 20 per ciascuno, negli ultimi 10 anni, comprese monografie e libri), e l'indice bibliometrico H-index complessivo
- **descrizione dettagliata delle unità di ricerca,** con l'indicazione dei nominativi dei professori/ricercatori ritenuti più rappresentativi, in numero massimo di 10 per ogni unità di ricerca.

PARTE B1 - 1/4

1 - Title of the project

Development of innovative detectors and advanced simulation tools for the search for hidden particles with the NA62-dump and SHiP experiments at the CERN SPS.

2-7 - Duration, ERC field, ERC sub-fields, key-words, PI.

8 - List of the Research Units

I would propose: 4 units (to match Nando's suggestions).

2 Research units among: Naples? Firenze? Perugia? Pisa? Roma1? Roma2? Torino? Ferrara?
+ LNF, Bologna.

9 - Research project abstract (max:1300 characters):

Motivations for searching for hidden sector physics, how this can be studied using beam-dump experiments at the SPS, NA62 in dump-mode and SHiP.

PARTE B1 - 2/4

1 - Abstract (max. 5.000 caratteri)

This is the “Executive Summary”.

Discuss the physics case (Search for hidden sector particles decaying into ≥ 2 -track final states) and explain how this project wants to address it by developing innovative detectors, advanced analysis tools and Monte Carlo simulations to be used by NA62 in dump-mode and later by SHiP.

Indicate clearly the main goals of the project in a three-year timescale, 2019-2021.

PARTE B1 - 3/4

2 – Descrizione dettagliata del progetto: obiettivi che il progetto si propone di raggiungere e loro interesse per l'avanzamento della conoscenza, stato dell'arte, metodologia della proposta (Max. 20.000 caratteri):

This is the bulk of the project. Here we have to explain:

2.1) objectives, challenges, novelties of the project:

- development of innovative detectors and advanced simulation tools for the search for hidden particles decaying into (at least) 2-track final states with NA62 in dump-mode and then with SHiP at the CERN SPS.
- which results NA62 can achieve with $\sim 10^{17}$ pot in dump mode collected by 2021 and how this can be seen as a first step towards SHiP sensitivities;

2.2) worldwide physics landscape

- how this project compares with past, present and other proposed experiments.

2.3) methodology: how we want to achieve the objectives

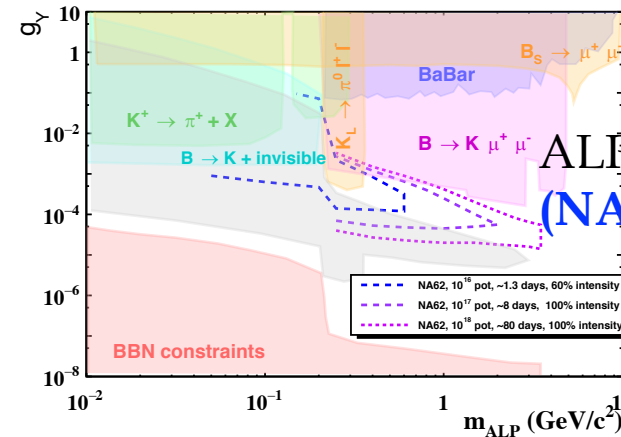
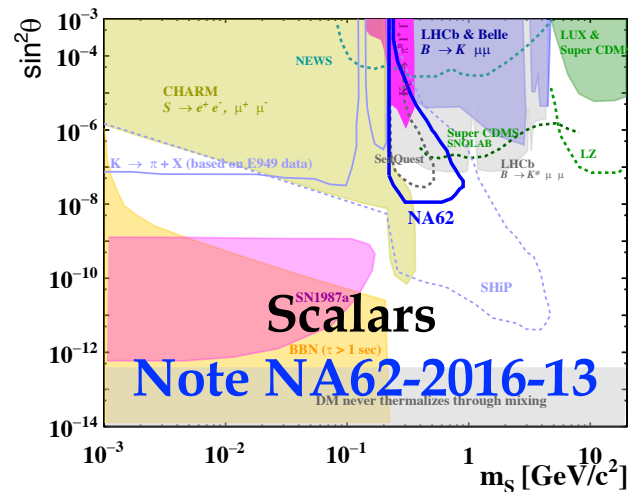
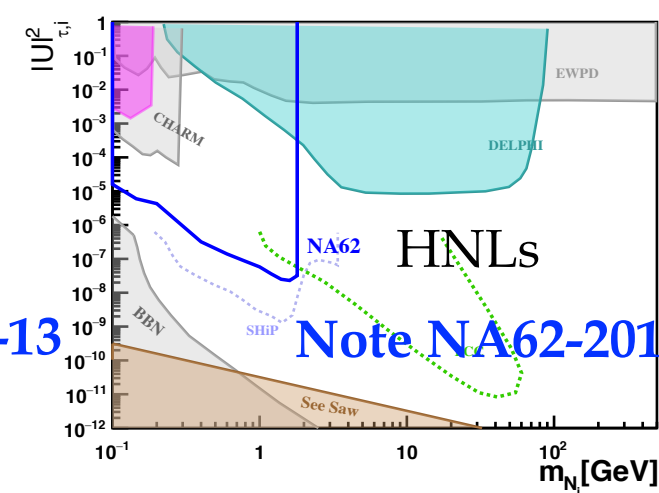
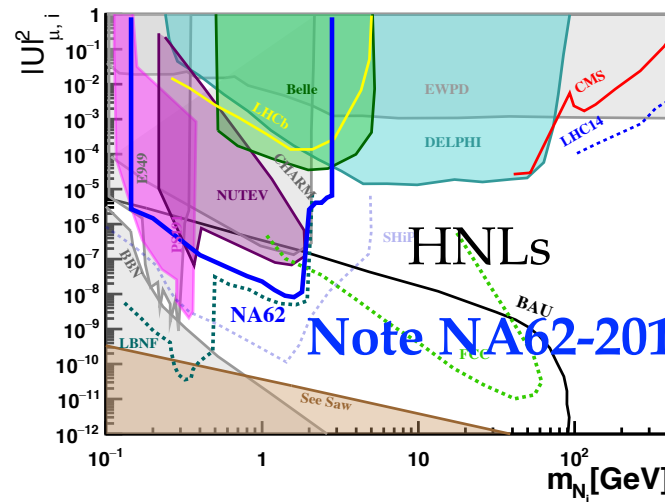
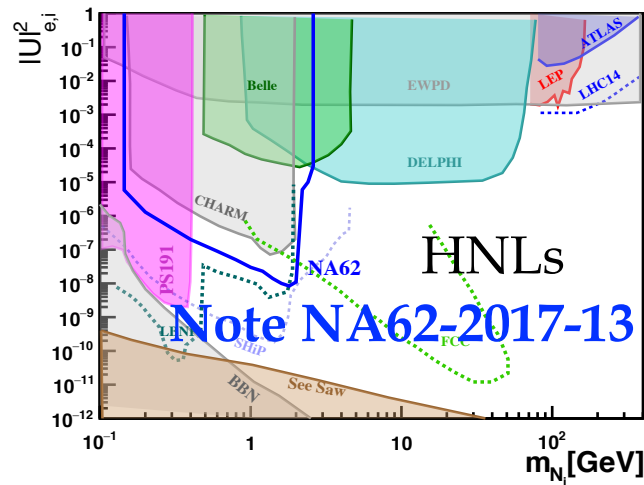
- a) implementation of theory models in toys and full Monte Carlo;
- b) study of main background sources (from the analysis of the data already taken by NA62 and from the SHiP Monte Carlo productions); analysis strategy.
- c) how an Upstream Veto in NA62 and a performant Muon System (SHiP) are crucial in reducing different background sources; which are the performance required; how these detectors can improve the physics reach.
- d) expected sensitivity and how this depends on experimental conditions (background, beam time, performance of new detectors, etc.)

Il Progetto con i suoi 4 Work Packages

3.1. Theory modelling and simulation:

A lot has been already done and will be included in the PRIN:

- sensitivity of NA62 in dump mode to Scalar particles, Heavy Neutral Leptons, and ALPs with fermion coupling studied with toys and checked with full Monte Carlo. The project will describe what is missing and how we plan to address it.

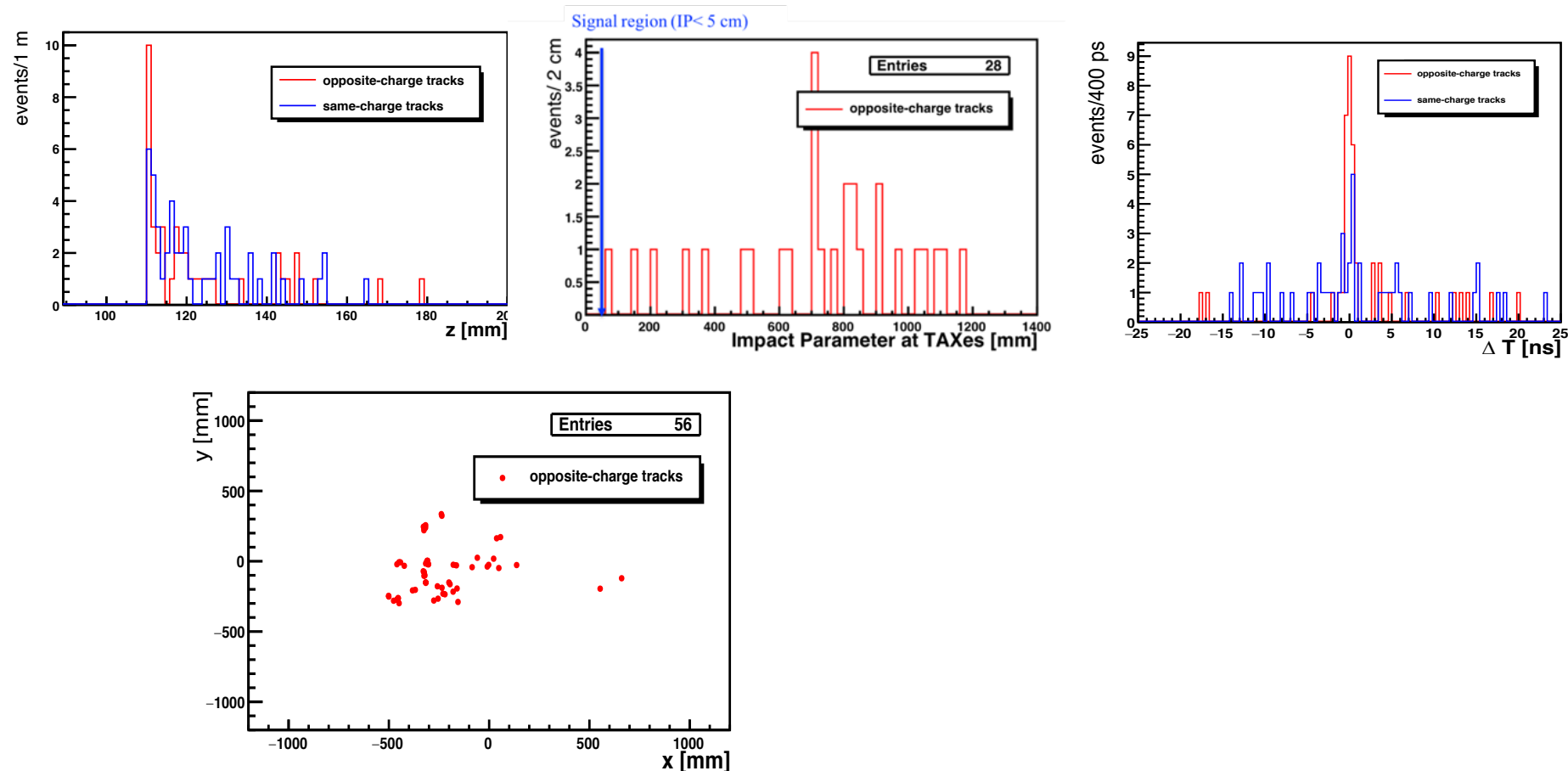


ALPs with fermion coupling
(NA62 week, 12/2017)

3.2. Measurement strategy:

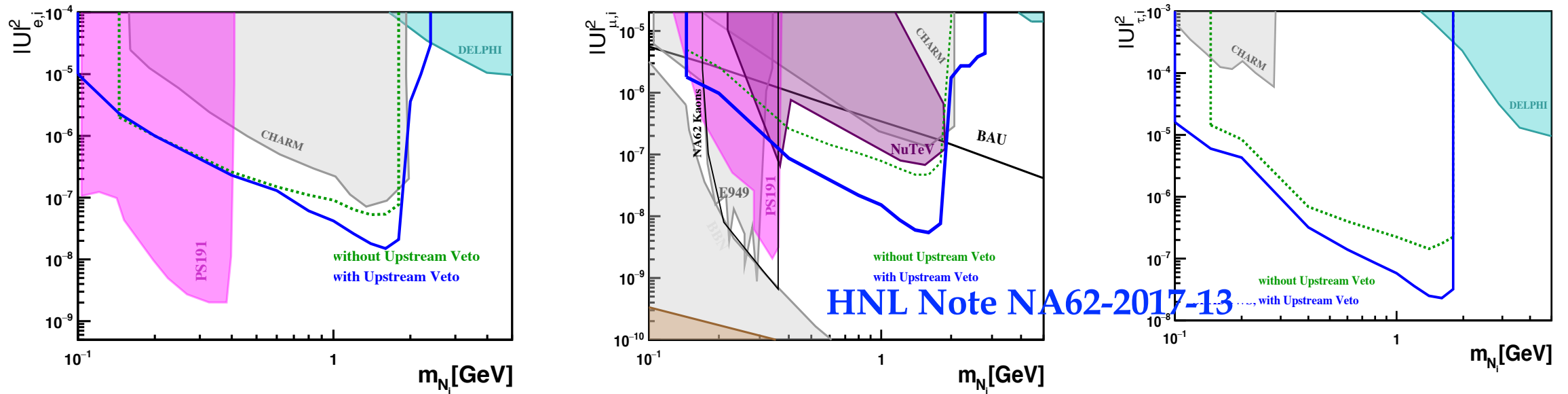
Background study, trigger strategy, determination of all the experimental efficiencies using data and monte carlo; implementation of all the experimental effects in the analysis.

Study of the background addressed in the [Note NA62-2017-012 + talk at the NA62 week in December:](#)



3.2. Measurement strategy:

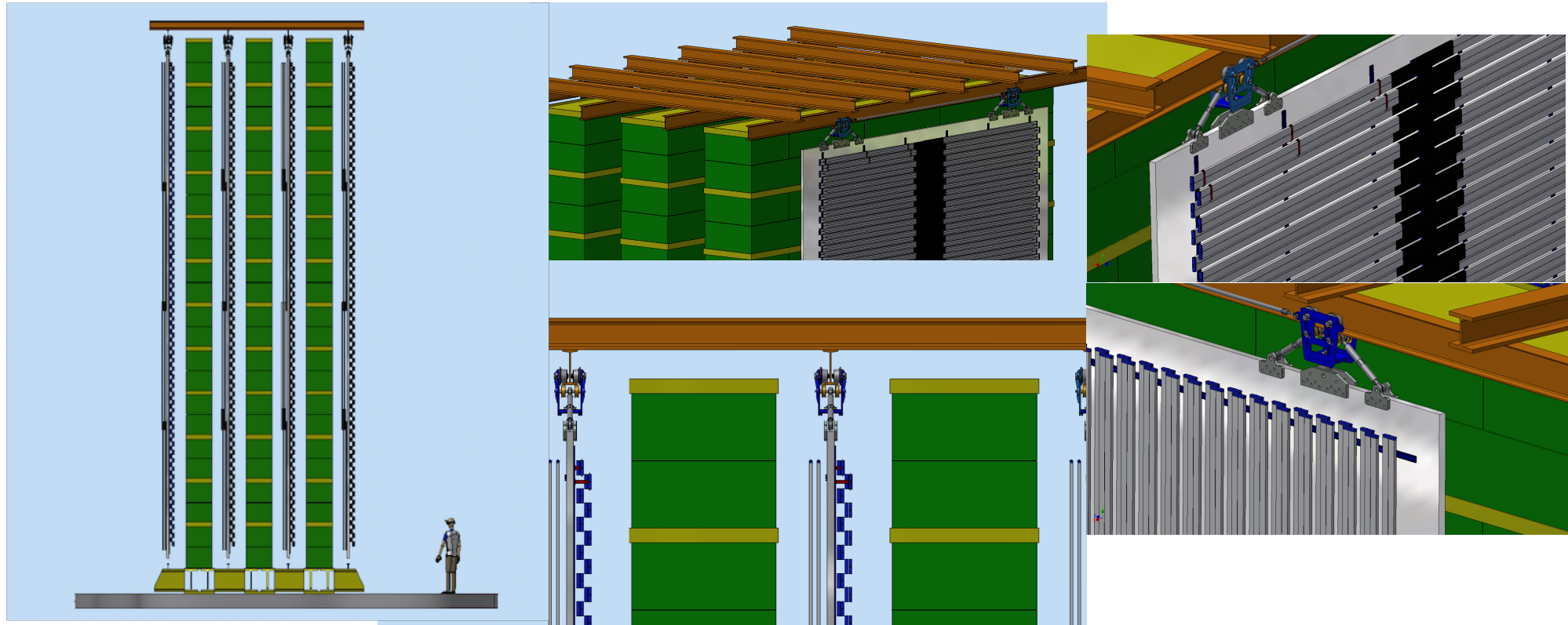
background study, trigger strategy, determination of all the experimental efficiencies using data and monte carlo; implementation of all the experimental effects in the analysis. Impact of an Upstream Veto with a given efficiency and time resolution on physics results.



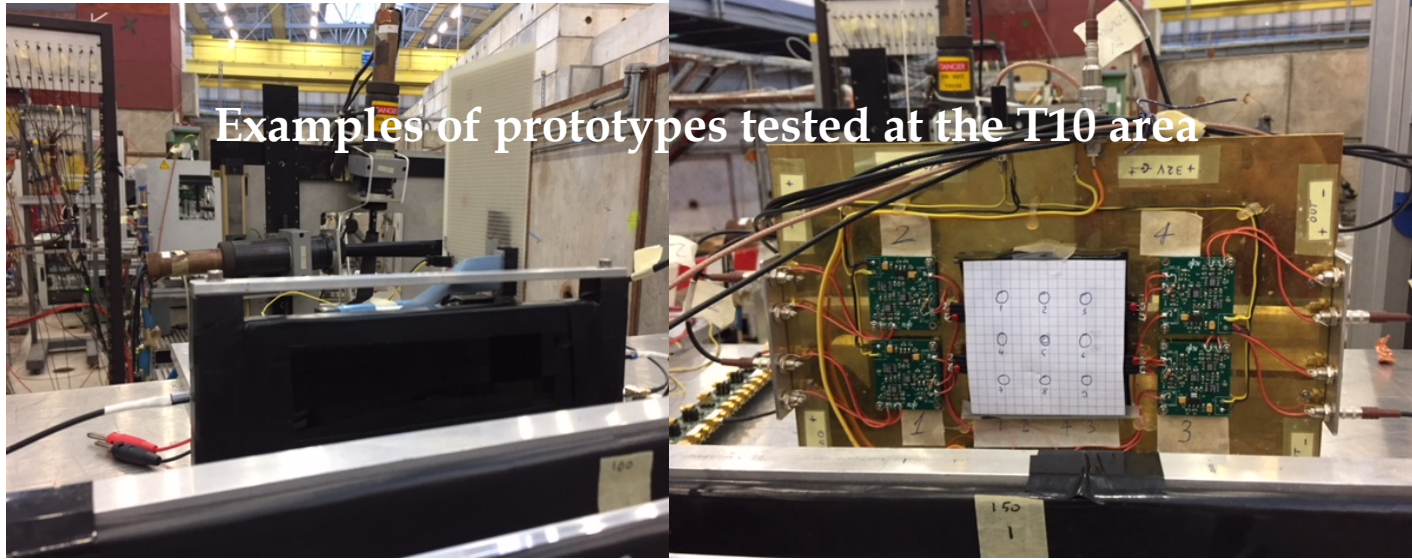
All the curves have to be recomputed for the N_{pot} in dump we can realistically get by 2021, $\sim 10^{17}$

3.3. New detectors design, FEE design, R&D, production, installation and operation:

The design of the SHiP Muon system, originally done with bars is being modified to allow for the tiles option - clearly larger tiles than those for Upstream Veto but same principle.



3.3. New detectors design, FEE design, R&D, production, installation and operation:



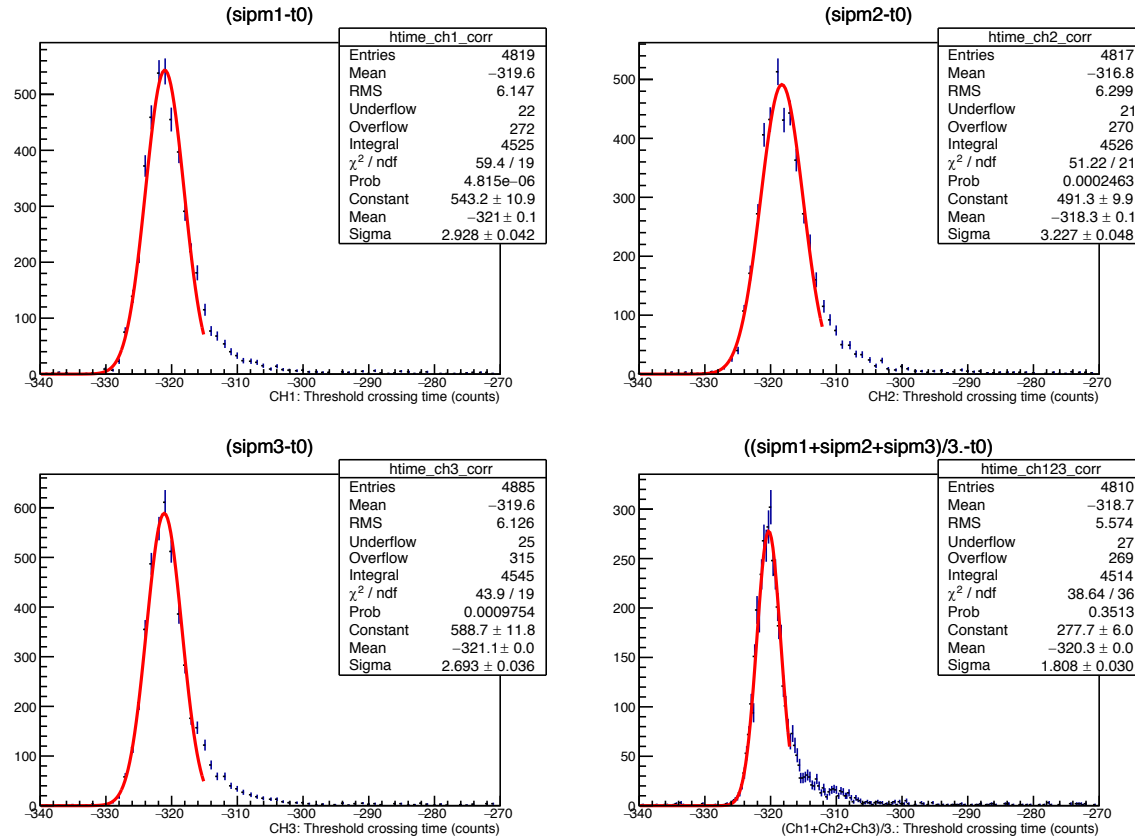
First prototypes of tiles designed, built and tested at the T10 area CERN PS in October 2017.

Preliminary results on light yield, time resolution and efficiency

New campaign of measurement foreseen during the next SHiP test beam in October 2018.

Here we profit of the large test beam campaign that is being performed for SHiP

3.3. New detectors design, FEE design, R&D, production, installation and operation:

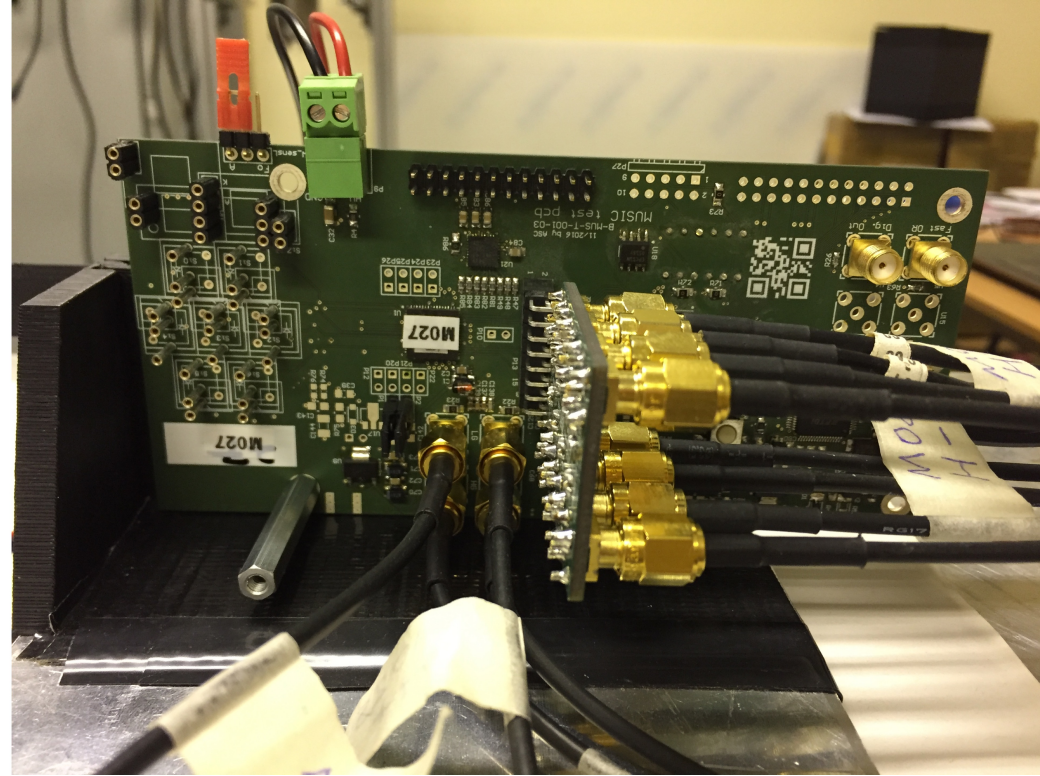
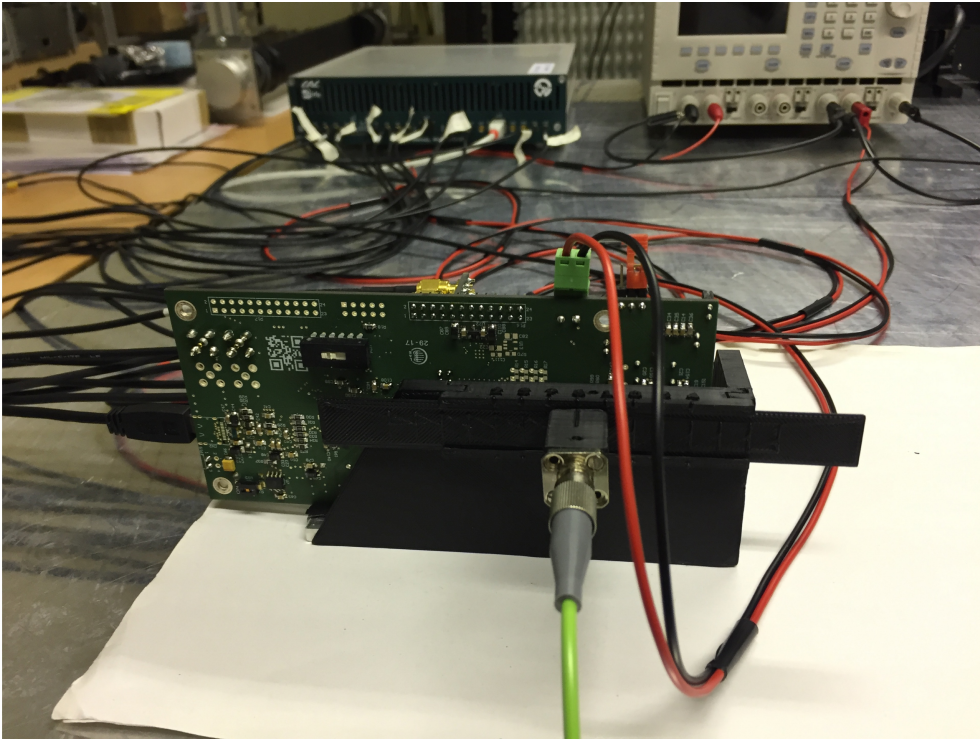


$$\sigma ((T1+T2+T3)/3) \sim 1.27 \text{ counts} = 240 \text{ ps}$$

Many results already available from the October test beam can be shown in the PRIN as proof that we know what we are doing, together with a clear work plan to address what is missing

3.3. New detectors design, FEE design, R&D, production, installation and operation:

FEE design: R&D campaign ongoing within all the detectors using SiPMs (Timing detector, SBT, Muon System) to use a customized ASIC + SAMPIC/Wavecatcher + Discriminator (ToT) + TDC on FPGA



Here we can profit of the large effort done in the context of SHiP groups (Zurich, Geneva, Berlin, Barcelona, LAL-Orsay, INFN Bologna, INFN Frascati)

(Can we fit here Dario's proposal about readout in dump mode?)

3.3. New detectors design, FEE design, R&D, production, installation and operation:

Detailed estimate of the cost for an Upstream Veto with a double layer and tiles of 8x8 cm²

	Cost/unit (€)	Quantity	Cost (€)
Scintillator	20/tile	450	9,000
SiPMs	20/pc	1800	36,000
FEE	100/channel	1800	180,000
Cables SiPM-FEE	25/channel	1800	45,000
Plugs SiPM-tiles	10/pc	900	9,000
Tiles instrumentation	30/pc	450	13,500
TDAQ interface (TEL62 boards)	7500/pc	4	30,000
Support structure	9800/pc	2	19,600
Total			342,100
Total (+15% contingency)			394,000

A few remarks:

- ❑ The focus of the project is on the hardware (detector design, FEE R&D, TDAQ integration, etc.) however the proposal includes also important activities on simulation, and analysis:
 - Hence: each research unit can find its space!
- ❑ Coordination and synergy among the four Work Packages is an important point:
 - each activity is strongly interconnected with all the others and we should highlight this feature.
- ❑ The project is embedded in an already ongoing and lively R&D:
 - we have to show which are the missing steps and how we want to achieve them;
 - we have to show that we are able to build a real detector for NA62 by the end of 2020 to be used in 2021 (and for SHiP to finalize all the necessary R&D before starting the construction)
- ❑ Physics results:
 - The project aims to have real and competitive physics results already by the end of 2021.
- ❑ Last but not least:
 - 90% of project can be written using all the information already contained in the notes NA62-2016-13, NA62-2017-01, NA62-2017-12, NA62-2017-13 + talks given in the last year or so.
 - **BUT:** suggestions and comments are more than welcome!

Valutazione PRIN

Valutazione del Progetto (annex 3) (1/2)

Massimo punteggio 100/100 punti.

- Sono finanziabili i progetti che abbiano avuto almeno 90/100 punti.

La valutazione si articola in due fasi:

- Preselezione - max 25 punti
- Valutazione scientifica – max 75 punti.

1) Preselezione - MAX 25 punti

Fatta da CDS formato da almeno 5 esperti (un CdS per ogni gruppo di ricerca ERC)

22 punti

- tutti sul PI: (CV, h-index, riconoscimenti nazionali e internazionali, finanziamenti come PI o equivalente)

→ *passano solo i progetti con almeno 15/22.*

3 punti:

- se c'e' almeno un'unita' di ricerca coordinata da un ricercatore under 40.

Valutazione del Progetto (annex 3) (2/2)

2) Valutazione scientifica - MAX 75 punti

fatta da 3 esperti anonimi.

CRITERIO n.1: - qualita' del progetto di ricerca (fino a 40 punti):

- 1.a) rilevanza e originalità del progetto proposto, sulla base dello stato dell'arte nella specifica area disciplinare [max 20 punti];
- 1.b) metodologia adottata, focalizzazione e organicità del progetto, anche in riferimento allo specifico contributo delle unità locali (se previste) ed al grado di rilevanza dello stesso ai fini della realizzazione del progetto [fino a 10 punti];
- 1.c) incremento della conoscenza nel campo specifico ed eventualmente in altri settori, con riguardo al sistema della ricerca nazionale e/o internazionale e (se applicabile) alla coerenza e rilevanza del progetto con le linee di HORIZON 2020 [max 10 punti].

CRITERIO n.2:- Composizione del gruppo di ricerca, fattibilità e congruità del progetto (fino a 20 punti)

- 2.a) capacità di realizzare il progetto proposto (qualificazione, composizione e complementarietà dei membri della compagine proposta) [fino a 8 punti];
- 2.b) organizzazione del progetto riguardo agli obiettivi proposti, ai tempi ritenuti necessari per il completamento del progetto e alle risorse richieste (strumentazione, dimensioni della compagine di ricerca, management); coerenza degli impegni temporali dei membri del progetto con le richieste economiche e assenza di duplicazione degli obiettivi con altri progetti in corso o già conclusi [fino a 8 punti];
- 2.c) capacità di formare nuovi giovani ricercatori (previsione di nuovi contratti) [fino a 4 punti].

CRITERIO n.3:- Impatto del progetto: (fino a 15 punti)

Aspetti Finanziari

FINANCIAL PART

Unità' di ricerca	A.1	A.2.1	B	C	D	E	F	Total
Responsabile 1								
Responsabile 2								
Responsabile 3								
Responsabile 4								

A.1: costo del personale a tempo indeterminato per ogni unità' (cofinanziamento)

A.2.1: costo dei contratti da reclutare

B: spese generali (60% di A.1 + A.2.1)

C: costo attrezzature, strumentazioni, prodotti software

D: costo dei servizi di consulenza e simili

E: altri costi di esercizio

F: quota premiale (calcolata automaticamente dal sistema)

FINANCIAL PART

Voce A.1: Stipendio personale staff:

Eg: Gaia: 66 897,92 Euro/anno; se partecipa al PRIN al 25% (3 mesi/anno, 3 anni): costo: 50 173,34 Euro

Se siamo 4 sezioni possiamo prevedere (a titolo puramente indicativo):

100,000 sezione del PI (pochi mesi persona, di piu' il PI);

70,000 ciascuna delle altre 3 sezioni (pochi mesi persona)

Totale stipendi personale staff: 310 kE (cofinanziamento);

Voce A.2.1: Stipendi nuovi contratti:

Assegno Junior

29.847,05 euro - importo complessivo + bonus

23.722,05 euro - importo complessivo senza bonus

19.367,04 euro - importo lordo all'assegnista (netto circa 17.000 euro)

Assegno Senior

42.224,13 euro - importo complessivo + bonus

36.099,13 euro - importo complessivo senza bonus

29.471,88 euro - importo lordo all'assegnista (netto circa 26.000 euro)

Assumiamo 4 assegni di ricerca Junior per due anni: 47 kE/assegno, 1 assegno per Research Unit, 4 assegni

Totale stipendi contratti: 188 kE

FINANCIAL PART

Voce B: spese generali. 60% di A.1 + A.2.1 = 299 kE

(missioni Italiane, costo pubblicazioni, costi per Public relation, costo elettricità, affitto locali, etc.
E' un forfait, non e' necessario dettagliarlo.

Voce A.1 + A.2.1 + B = 797 kE, quindi rimangono 400 kEuro per l'hardware+missioni.

Voce C: attrezzature, strumentazioni, prodotti software: 0

Voce D: Servizi di consulenza e simili: 0

Voce E: Consumi + spese missioni estere + spese partecipazione convegni + spese organizzazione convegni/ seminari in casa.

Costo R&D: 40-50 kEuro

stima preliminare costo Upstream Veto:

2 layers di tiles $8 \times 8 \times 0.6 \text{ cm}^3$ e 4 SiPM di lettura + FEE + interface TDAQ: 300 kE
missioni estere, conferenze, organizzazione seminari, etc: **50-60 kEuro (su 3 anni).**