

PID

Roberto Mussa

Gruppo TOP Torino

R.Mussa

U.Tamponi

S.Marcello (dal 2015)

1 AdR (dal 2015)

B.Giraud

M.Mignone

O.Brunasso

Attività 2014:

- readout MCP-PMT 2 e 16 canali
- simulazioni ottica
- misure laser beam divergence
- risoluzione temporale:
 - intrinseca MCP-PMT
 - in fibre SM corte e lunghe
- prototipo SM fiber bundle
- studi piping efficiency

ENTRAMBI I GRUPPI contribuiscono con tecnici e tecnologi all'assemblaggio delle QBB

Gruppo TOP Padova

E.Torassa

M.Posocco

R.Stroili

S.Lacaprara

P.Sartori

A.Gaz (da 12/2014)

M.Benettoni

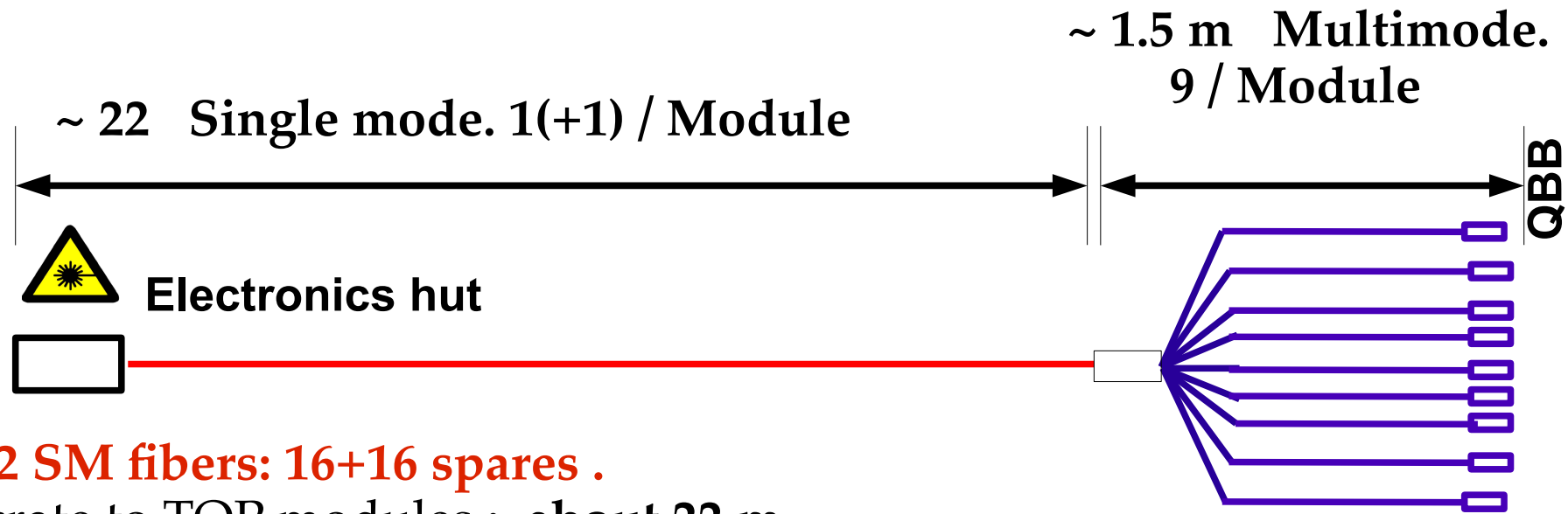
L.Ramina

M.Rebeschini

Attività 2014:

- readout MCP-PMT
- disegno connessione fibre QBB
- definizione procedure assemblaggio QBB
- misure time resolution
- prototipi MM fibers, GRIN lenses,
- misure NA fibre MM e SM
- misure NA fibre+GRIN lens
- FEA del TOP frame
- tests irraggiamento a LNL

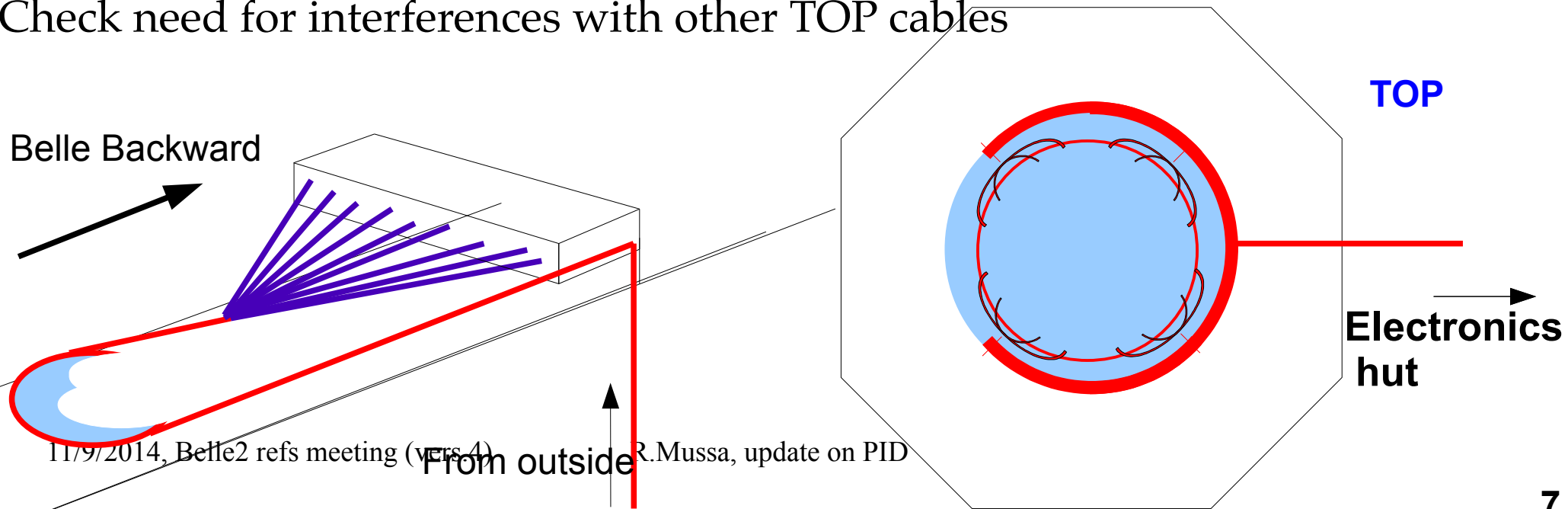
Routing delle fibre verso il TOP



Routing 32 SM fibers: 16+16 spares .

From F-2 crate to TOP modules : **about 22 m**

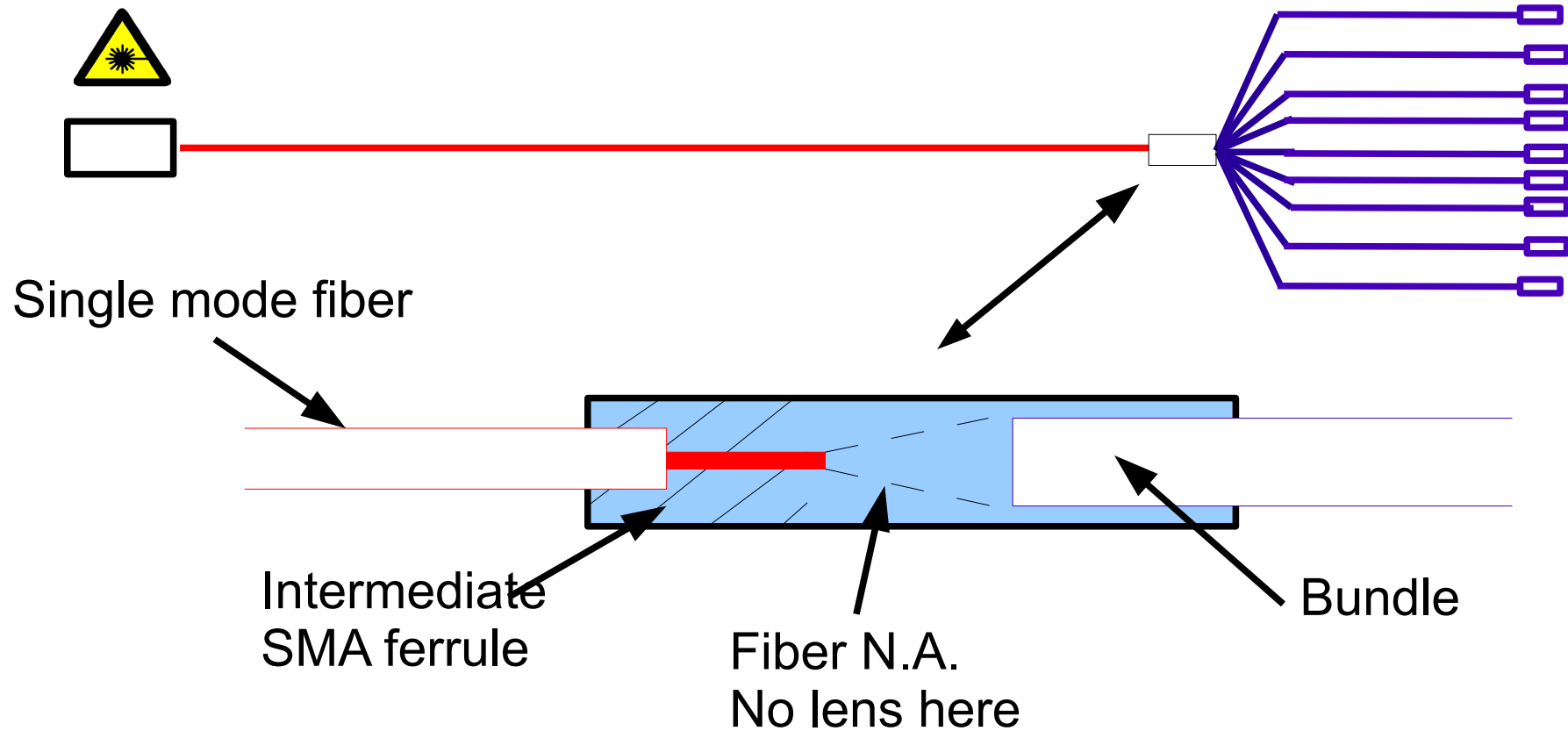
Check need for interferences with other TOP cables



11/9/2014, Belle2 refs meeting (vers.4)

R.Mussa, update on PID

Geometria dei bundles

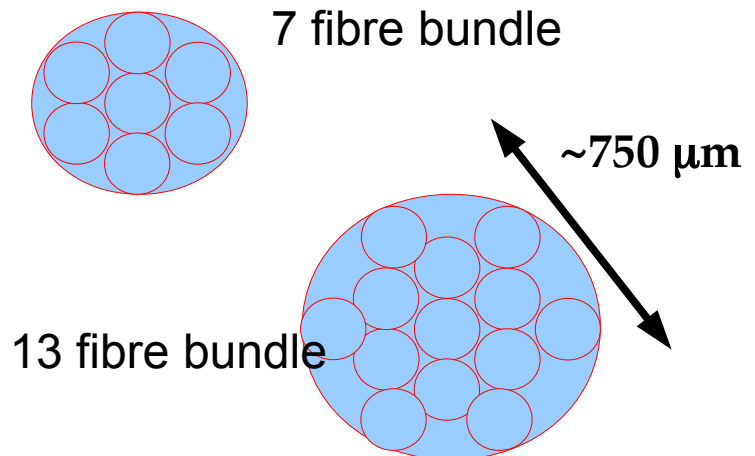


Single mode core+cladding: 125 micron
Multimode core: 150 micron

Stable geometries: 7, 13, 17 fibers
→ 13 would be the best option

11/9/2014, Belle2 refs meeting (vers.4)

R.Mussa, update on PID

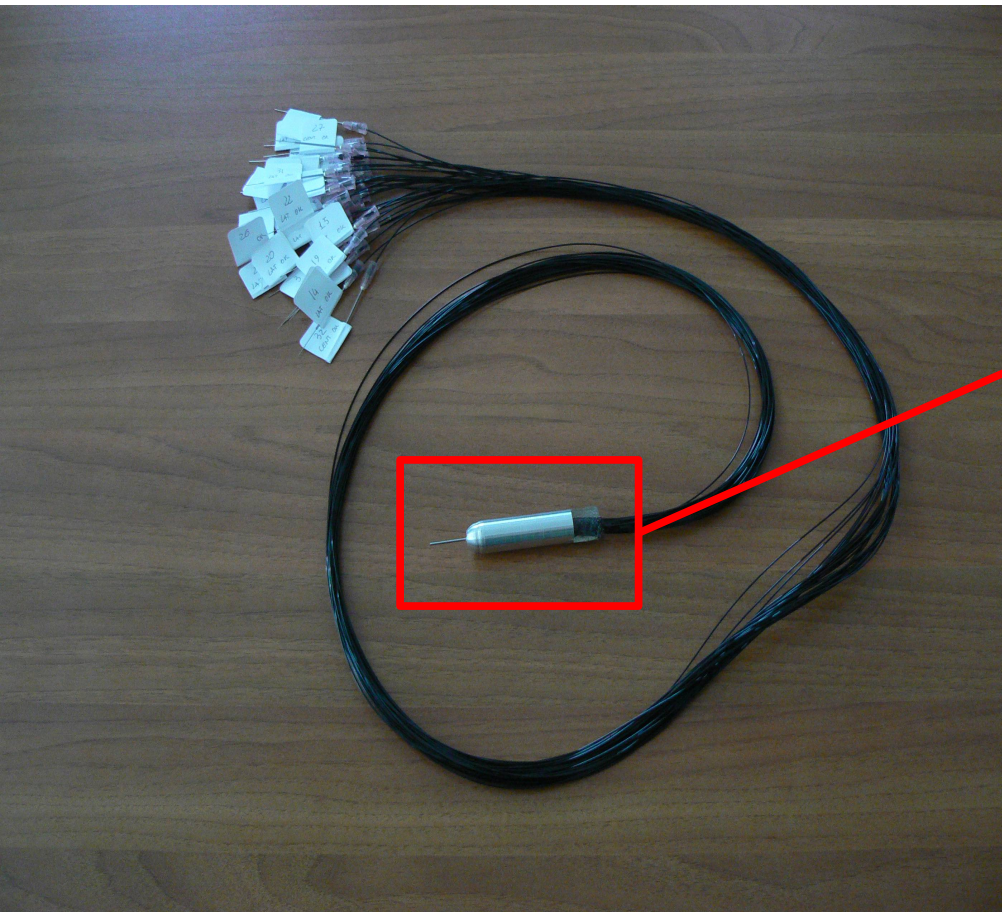


SM fiber Bundle prototype

The first SM fiber bundle has been assembled in INFN-TO workshop by Oscar Brunasso

$\lambda = 405 \text{ nm} \rightarrow$ Cladding = $125 \text{ }\mu\text{m}$
Core = $4 \text{ }\mu\text{m}$

Prototype: 32 fibers x 1.5 m



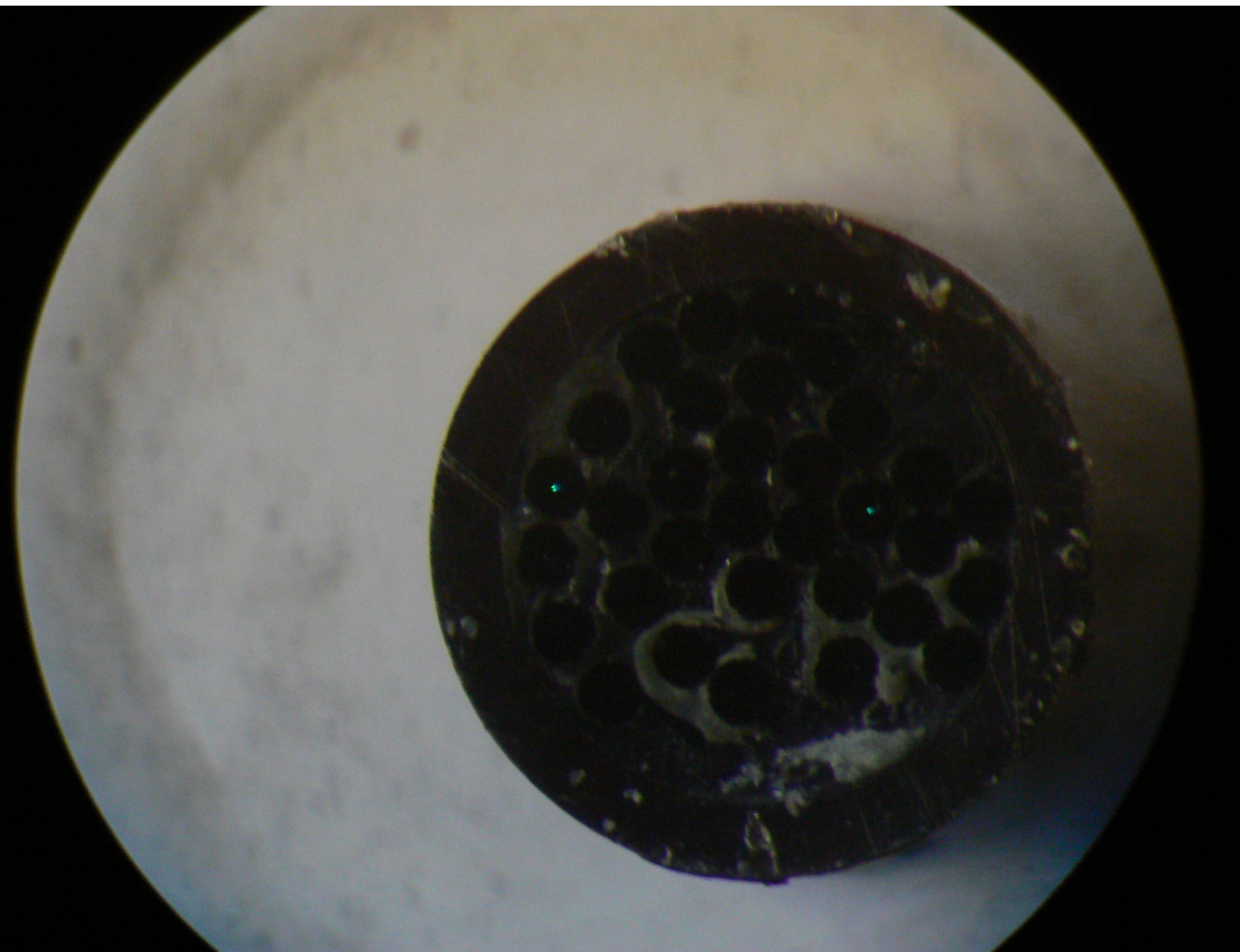
Bundle's head hosting 32 fiber cores

update on PID

SM fiber Bundle prototype

The first SM fiber bundle has been assembled in INFN-TO workshop by Oscar Brunasso

$\lambda = 405 \text{ nm} \rightarrow$ Cladding = 125 μm
Core = 4 μm



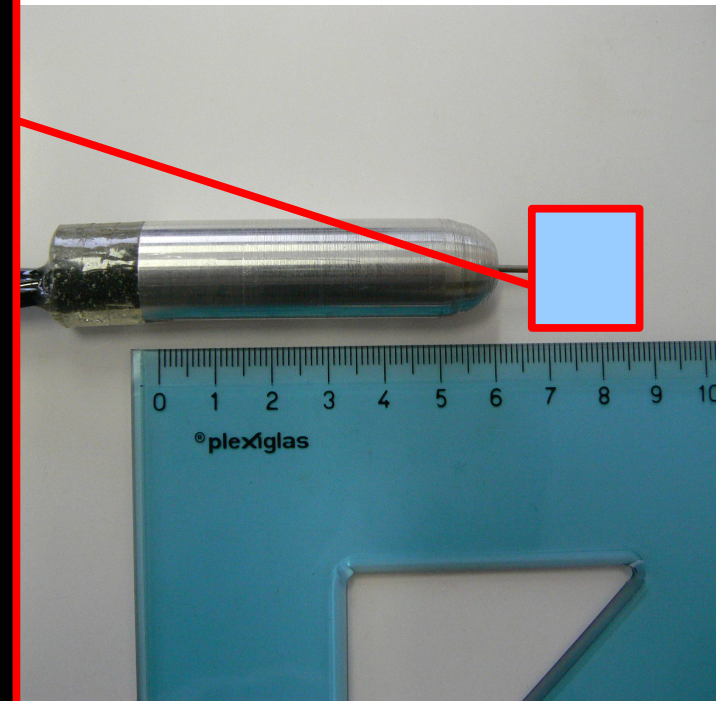
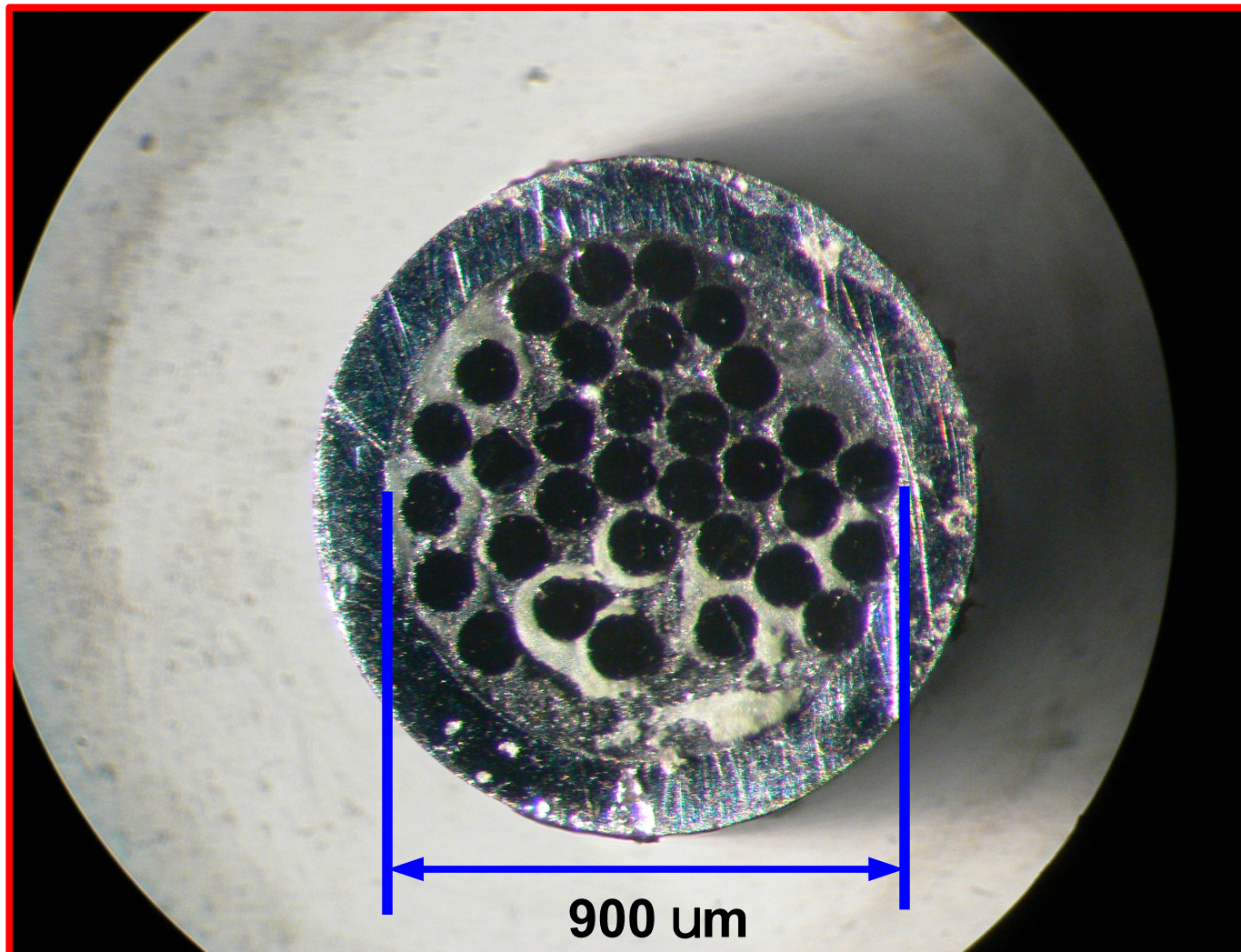
Next steps:

- Determine piping efficiency
- Check time resolution
VS radial position in the
bundle

SM fiber Bundle prototype

The first SM fiber bundle has been assembled in INFN-TO workshop by Oscar Brunasso

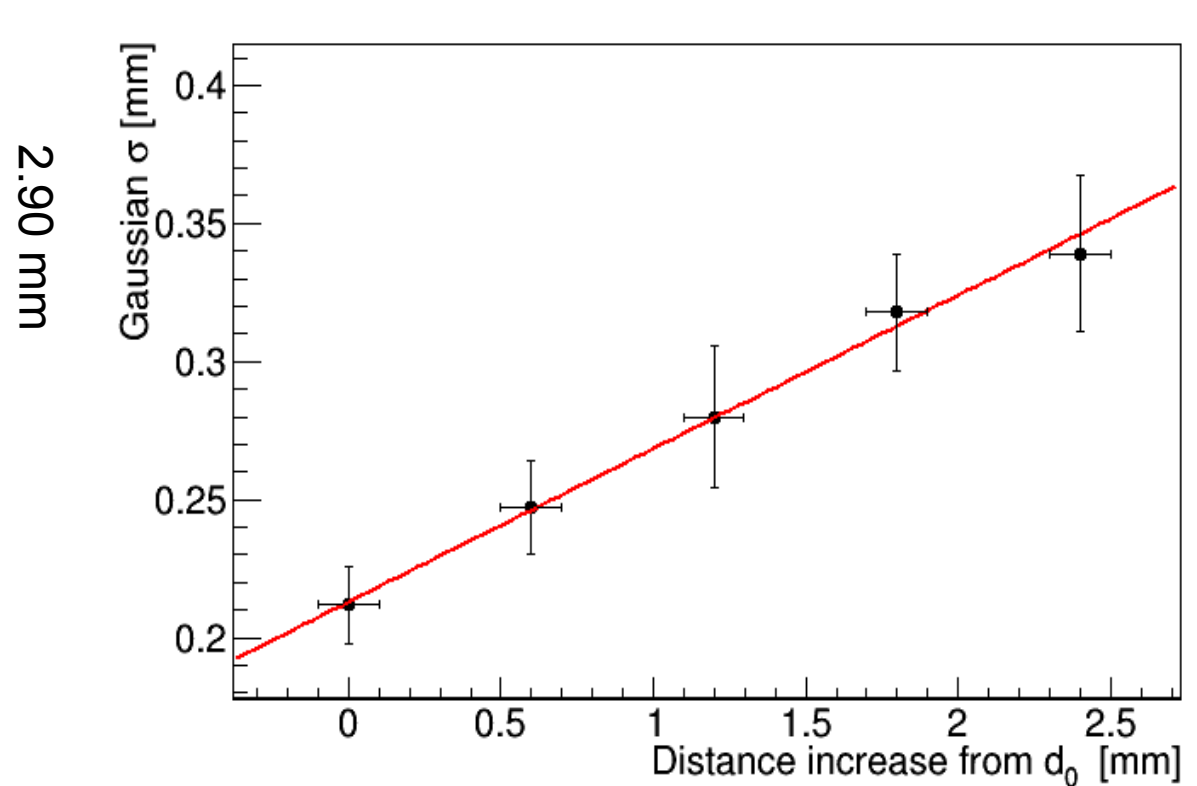
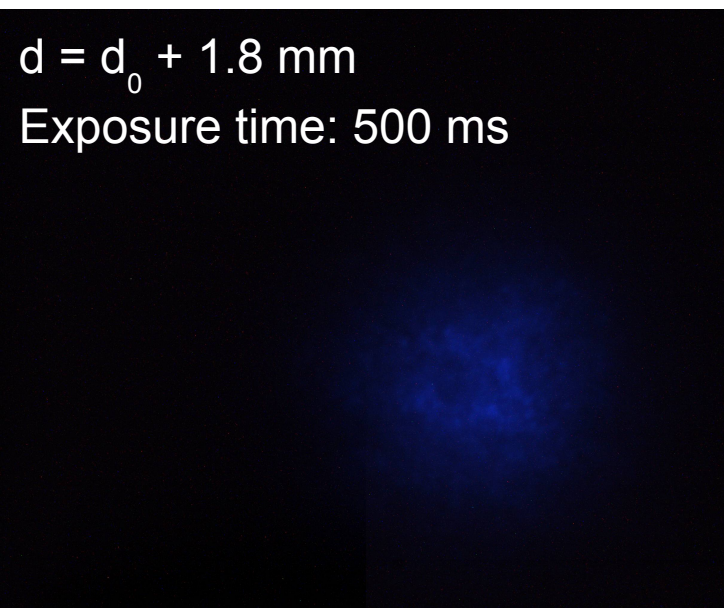
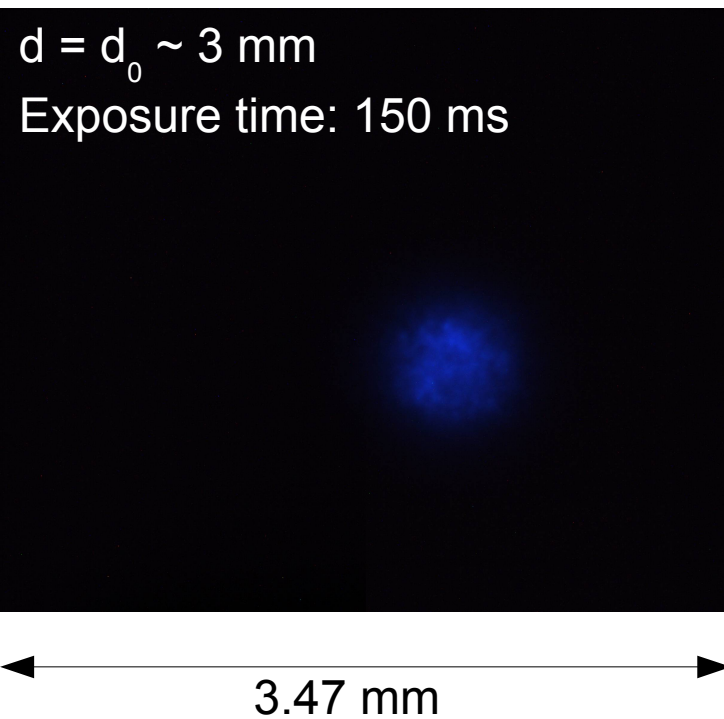
$\lambda = 405 \text{ nm} \rightarrow$ Cladding = $125 \text{ }\mu\text{m}$
Core = $4 \text{ }\mu\text{m}$



Bundle's head
hosting 32 fiber cores

Laser beam divergence

In collaboration with
Alessandro Re (INFN Torino)



From the linear fit:
 $\tan(\theta/2) = 0.056 \pm 0.014$
 $\theta = 0.11 \pm 0.02 \text{ rad}$

Determination of the optimal
distance between the laser head
and the SM fiber bundle.

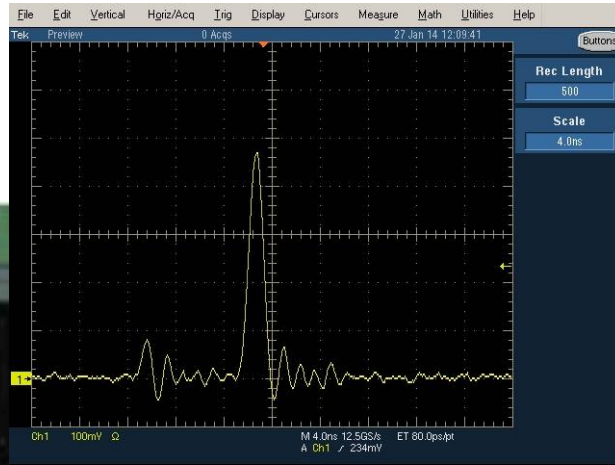
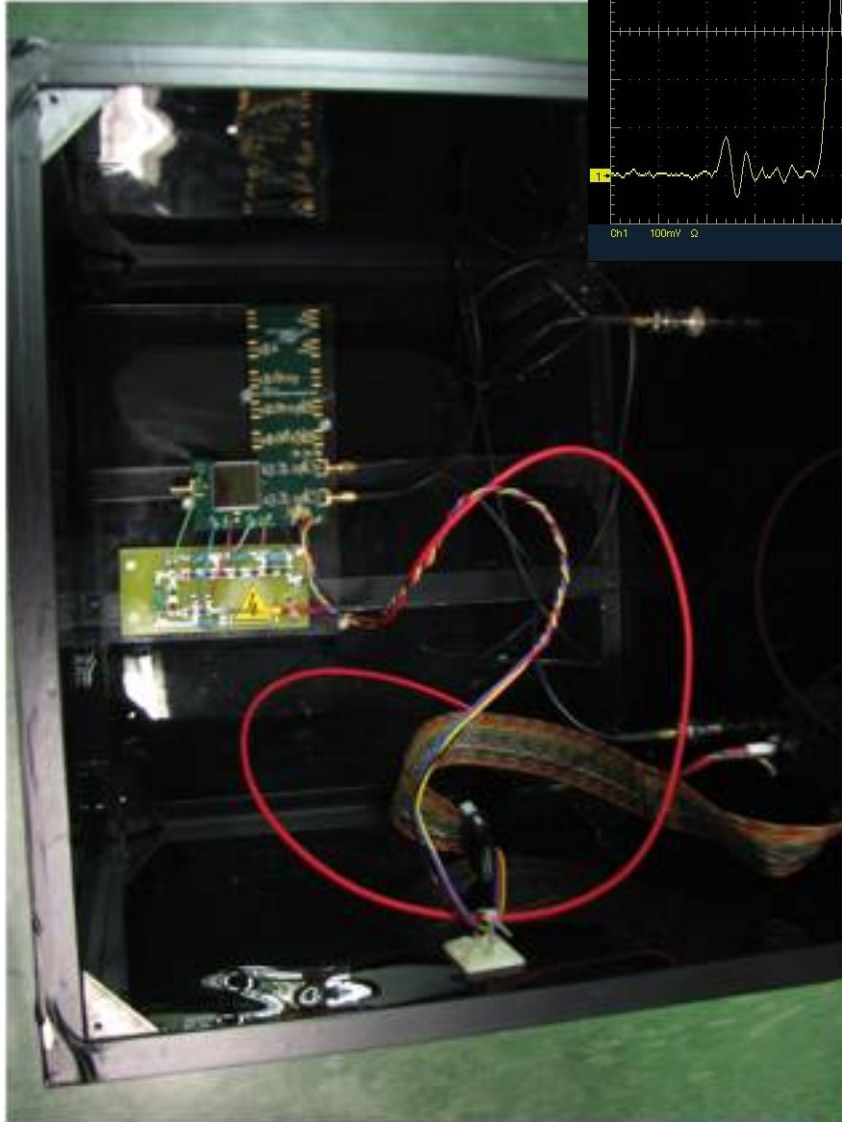
For a 0.450 mm radius bundle:

R. Mussa, update on PID
to illumination with fiber at $\sim 8.0 \text{ mm}$

Readout electronics e fotosensori

Torino:

- 2 black boxes
- 1 MCPMT
- 1 PiLas
- Ampli catena standard

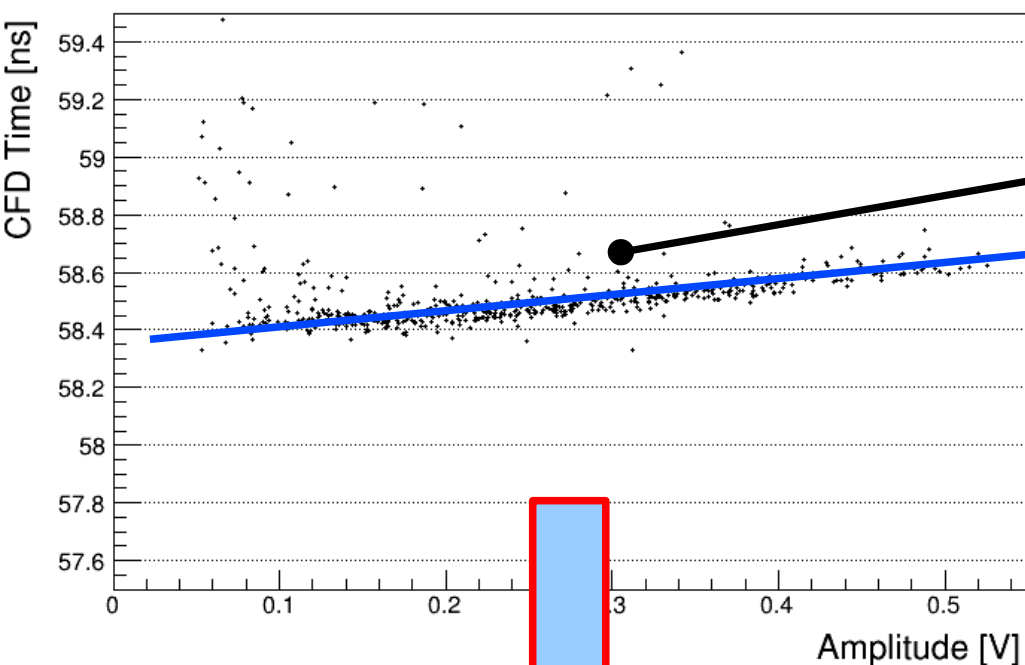


.Mu

Padova:

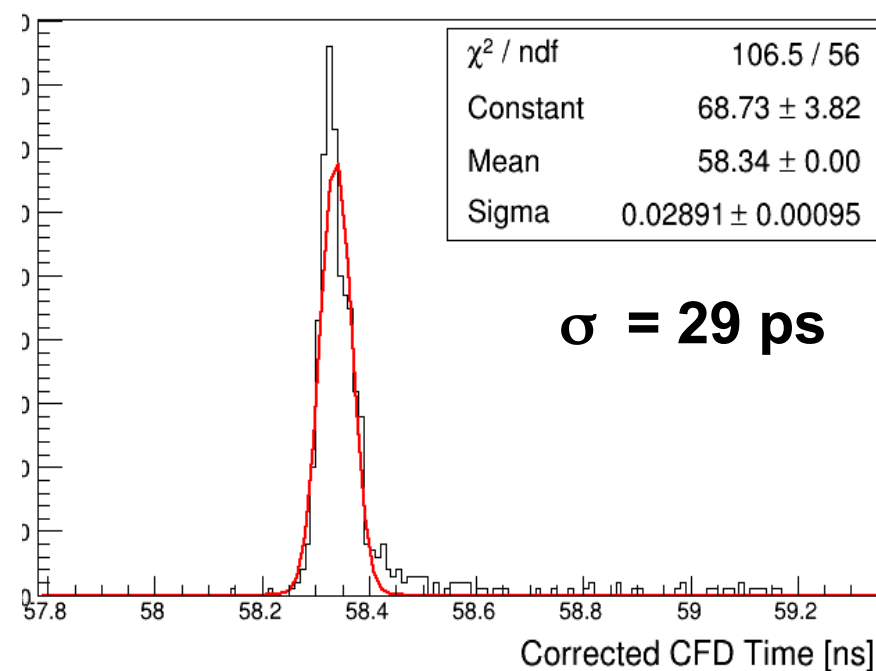
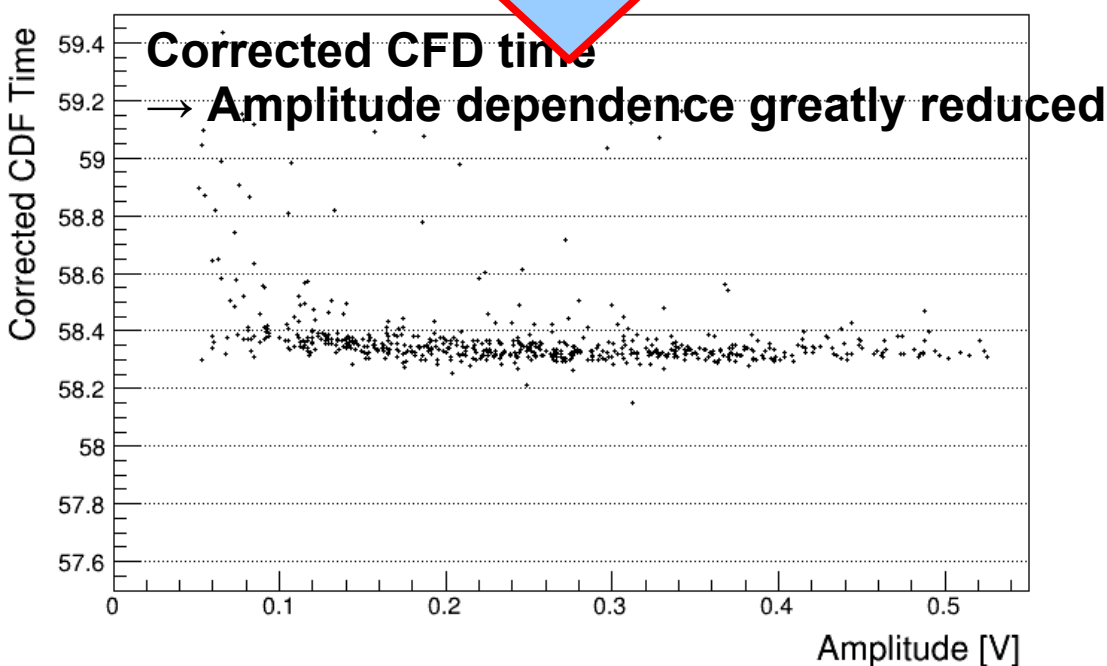
- 2 black boxes
- 1 MCPMT
- 1 PiLas
- Ampli custom made





**Linear fit of the
Amplitude VS CFD time
Distribution**

Determination of:
→ corrected CFD time



Time resolution: results

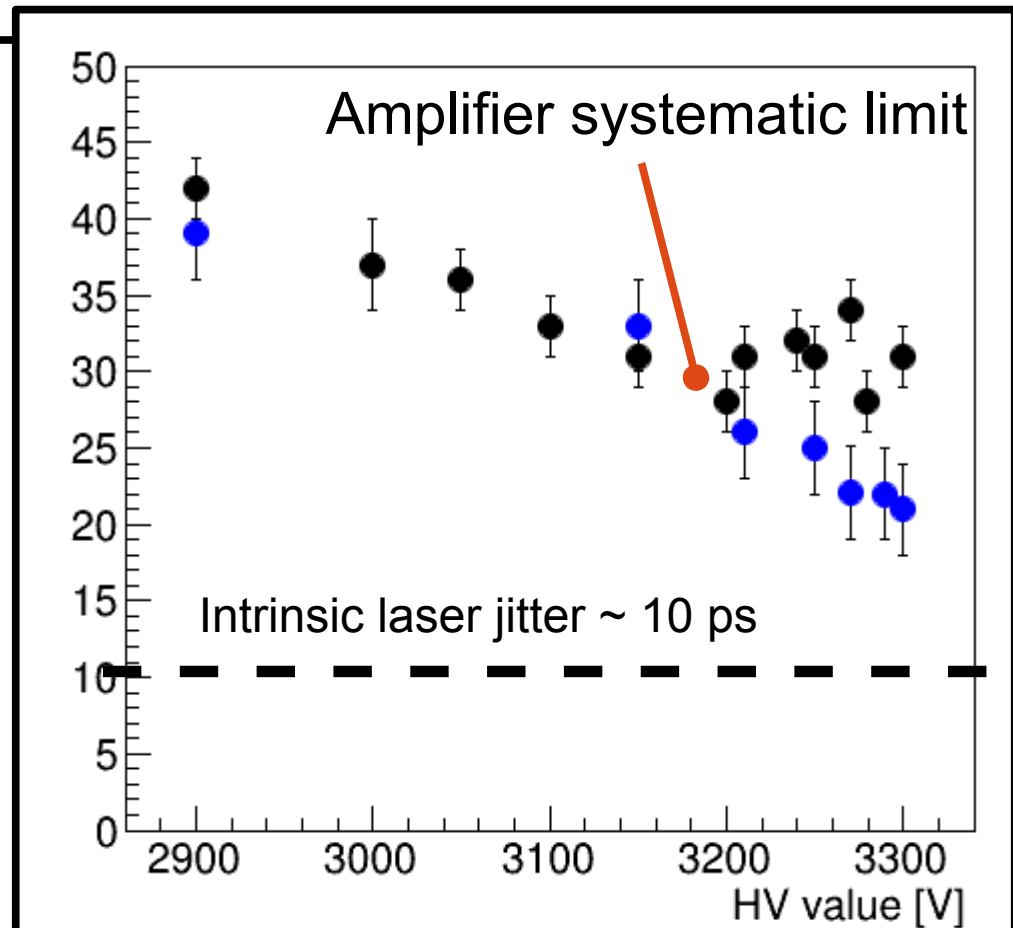
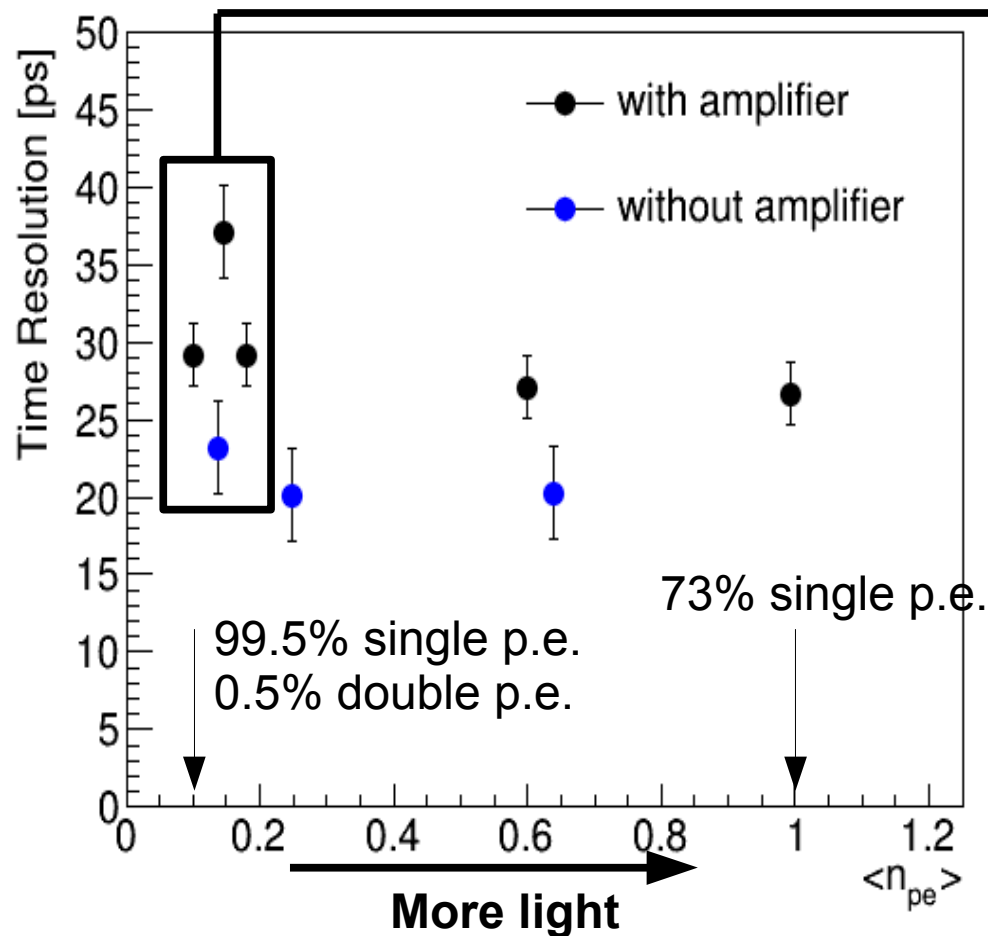
Torino

Time resolution study repeated for different laser tunings and different HV values
Resolution is expected to drop with reduced gain

- only one study is available so far
- confirmation is highly desired

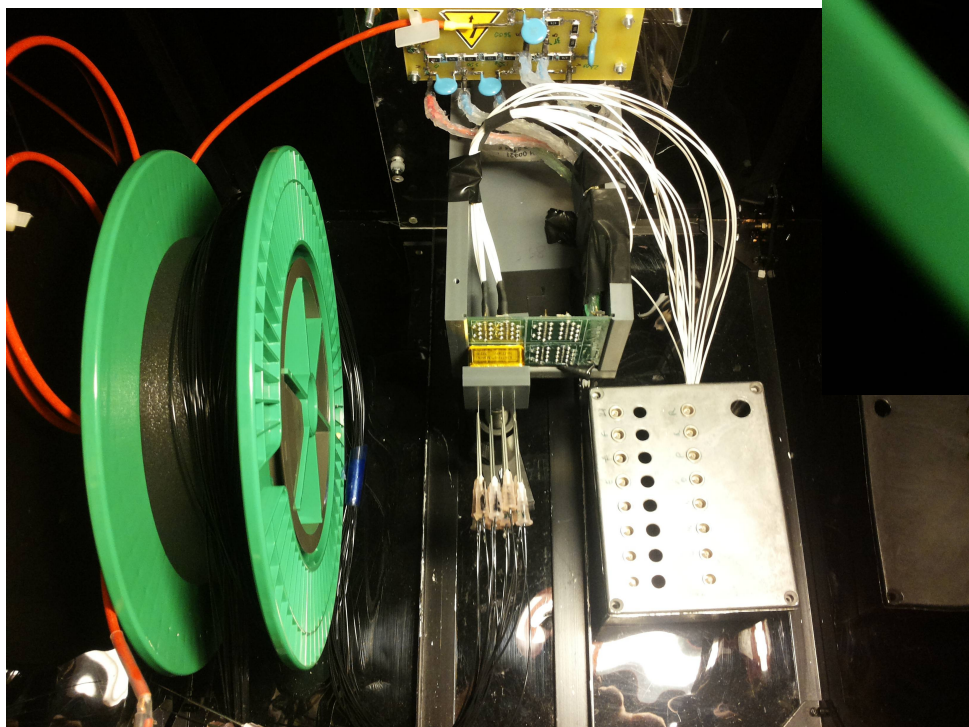
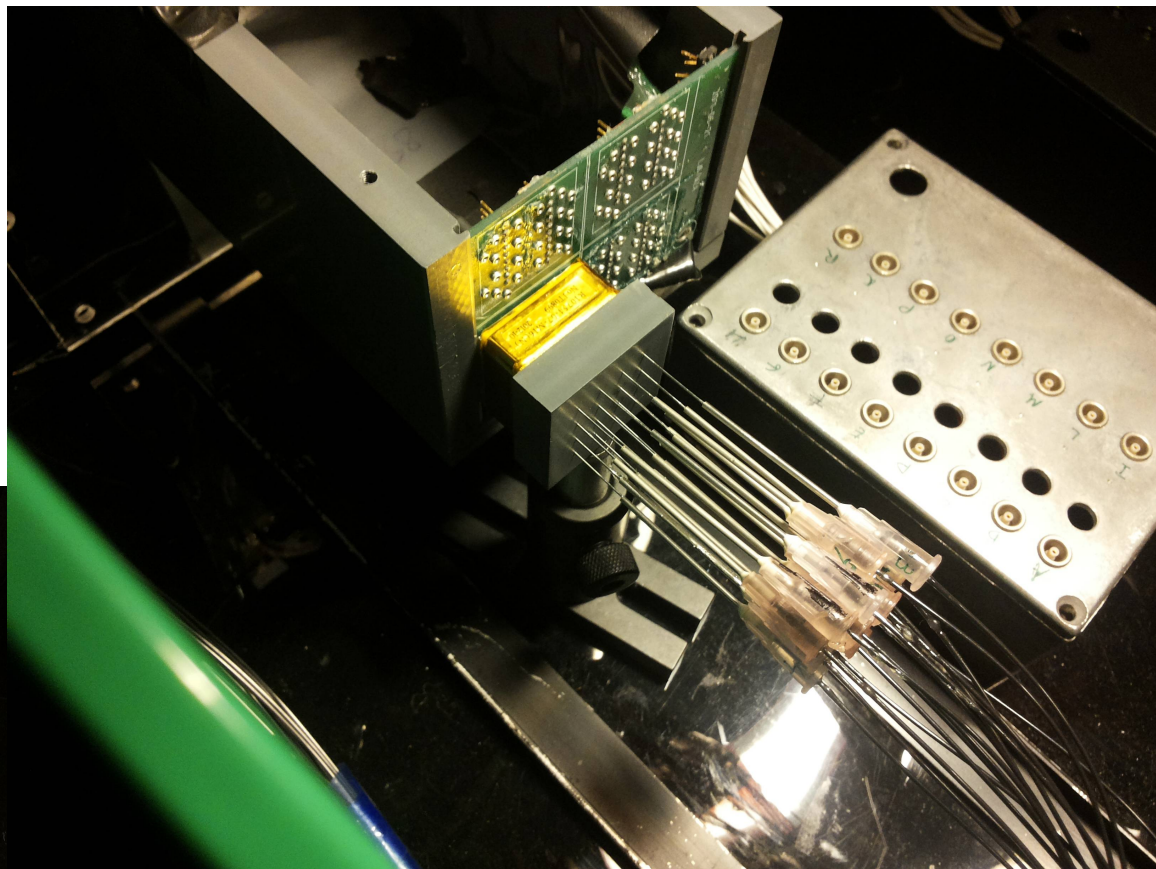
Time resolution < 30 ps with offline CFD

- Goal resolution for the validation and test of the calibration system
- Torino can effectively contribute to different PMT and readout studies
- Working on cross check with independent electronics (TOF-PET ASIC)
- Active discussion with G.Varner and G. Visser

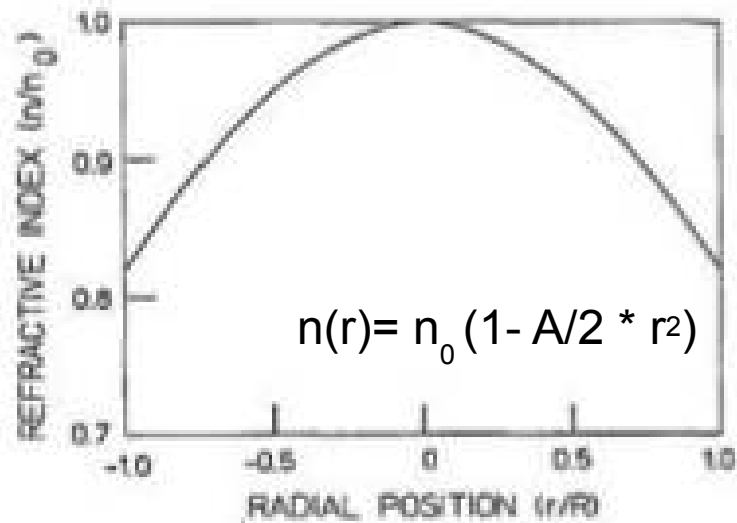


Misure di piping efficiency (Torino)

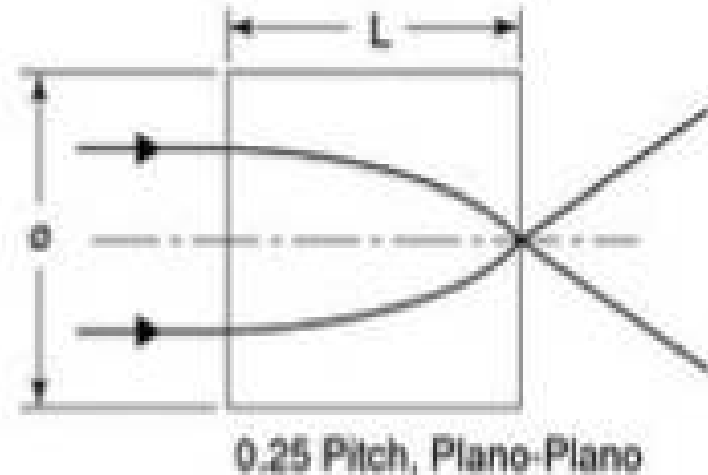
Work in progress per la lettura contemporanea dei 16 canali del MCP-PMT



Scelta delle ottiche per l'iniezione nel prisma



- Gradient Index (GRIN) micro lens
- Material: SELFOC® radial gradient index oxide glass
 - Transmission: $\geq 89\%$ 320–2000 nm
 - 1.8 mm diameter
 - 3.65 mm length
 - NA = 0.6



Necessità di studiare la radiation hardness delle GRIN lenses:
previsto uno studio a LNL con un campione di lenti

Richiesta di fascio a LNL per misure di danneggiamento da radiazione

Richiesti 4 giorni ad Ottobre 2014 (a giorni conosceremo la risposta alla richiesta)

II. PROPOSED EXPERIMENT

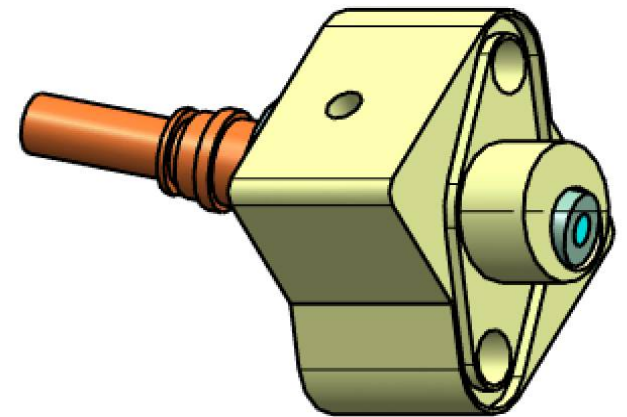
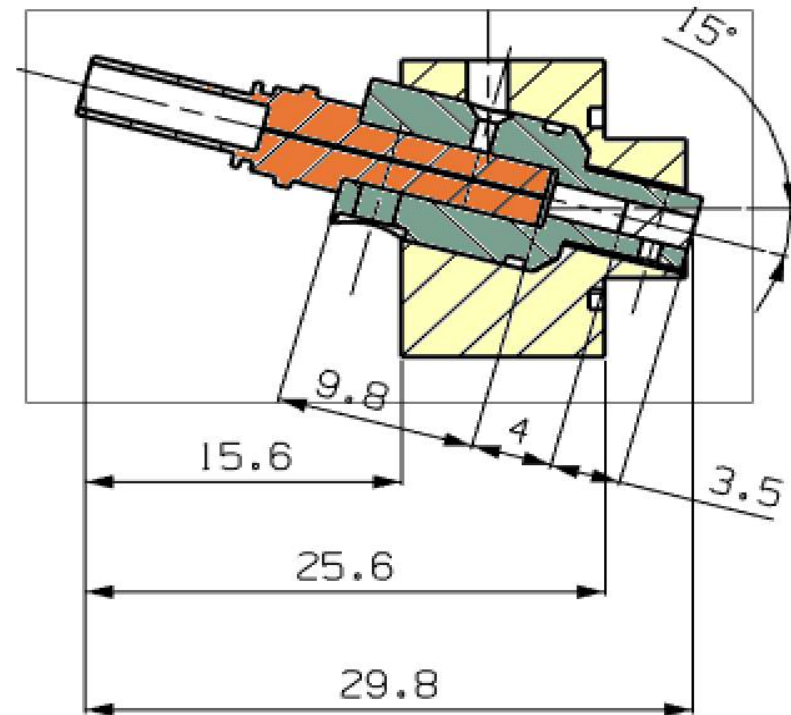
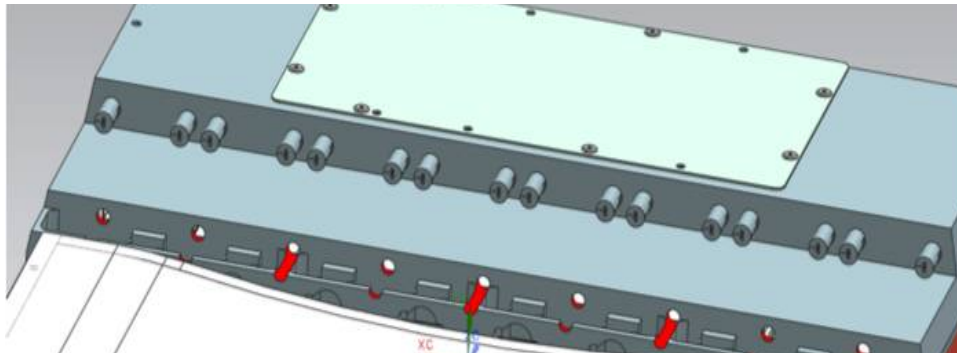
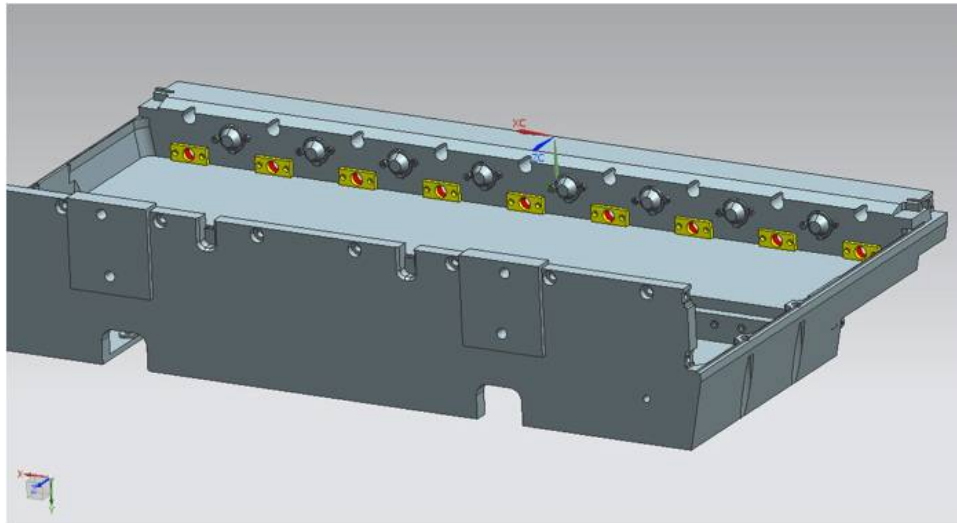
We propose to measure effects of high neutron fluences on GRIN and optical components by comparing light transmission before and after irradiation with neutrons. We plan to irradiate several identical components with different fluences after having measured their transmission in the visible light range with a monochromator and measuring it again after irradiation.

III. BEAMLINE AND BEAM TIME REQUESTED WITH JUSTIFICATION

We need a 4 MeV deuterium beam in continuum mode on a beryllium target in the -45° channel at the CN accelerator. The maximum foreseen current is 500 nA. We request two periods; two days each one. We need two days to reach a maximum fluence of the order of 10^{12} neutrons/cm² and two periods to measure different lens and components types.

Progettazione del punto di iniezione

M.Benettoni (PD) :
CAD design di tutte le componenti
(integrato nel disegno generale, PNNL)
studio delle interferenze con il webcam
system di PNNL



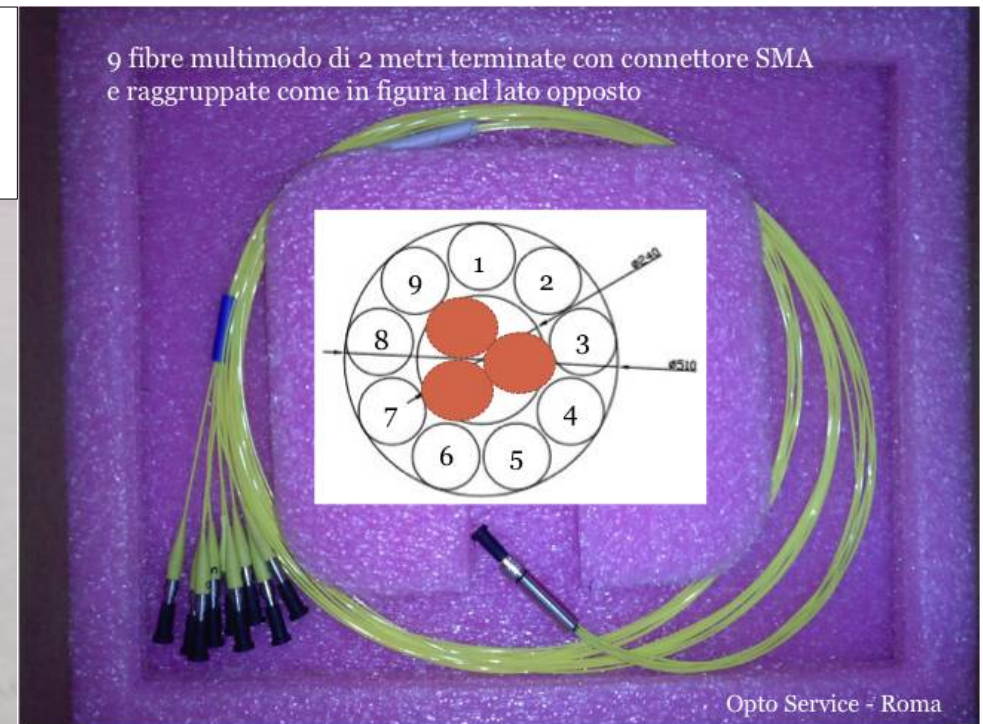
Bellell TOP
Fiber Lens support

INFN PD - Benettoni

update on PID

Prototipo del sistema fibra MM+GRIN lens per iniezione nel prisma (PD)

- acquistato 1 bundle di 9 fibre MM
- realizzati 10 blocchetti di allineamento
- acquistate 50 GRIN lenses + colla



11/9/2014, Belle2 refs meeting (vers.4)

1 fibra monomodo di 5 metri da interfacciare al bundle di 9 fibre
2 fibre multimodo di 2 metri per misure di apertura numerica

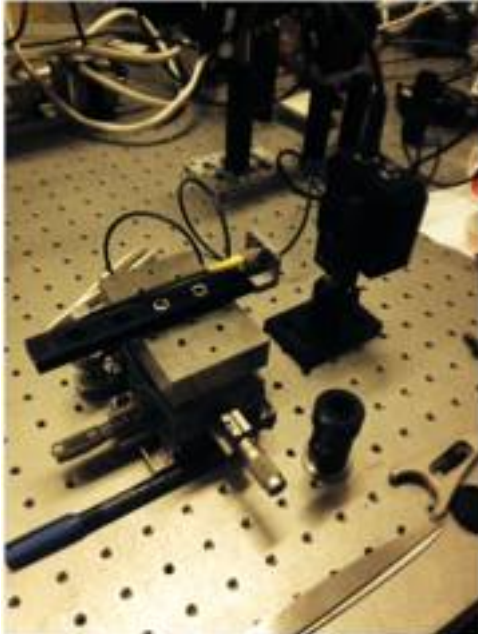
Costruzione del primo modulo del sistema di calibrazione

- rifatti i cilindretti causa eccessiva tolleranza del foro posteriore
- modificato il sistema di tenuta del gas relativamente al foro passante, non più affidato all'incollaggio della lente ma ad un o-ring posto sulla ferula della fibra. Ciò comporta una definizione a priori della distanza fibra - lente

Nuovi cilindretti con la parte posteriore da finalizzare in attesa dei risultati delle misure di apertura numerica

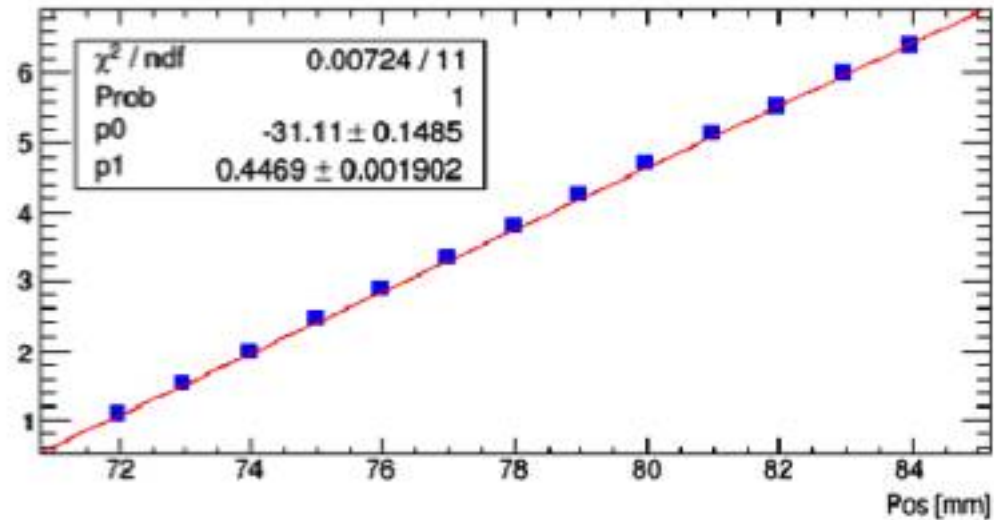


Misure apertura numerica (PD)



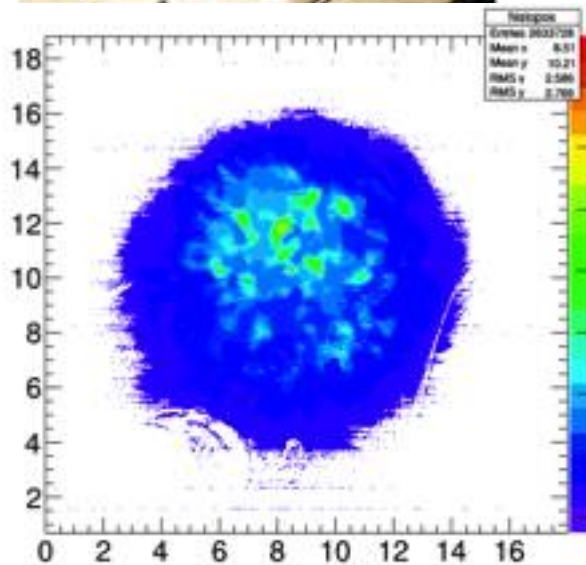
Laser + fibra monomodo + fibra multimodo step-index + lente

Misura con CCD lineare a diverse distanze tra lente e CCD



Ferula in battuta all'interno del cilindretto
equivale e distanza fibra lente pari a 3.5 mm

Distanza fibra – lente	NA
3.5 mm	0.45
5.5 mm	0.66



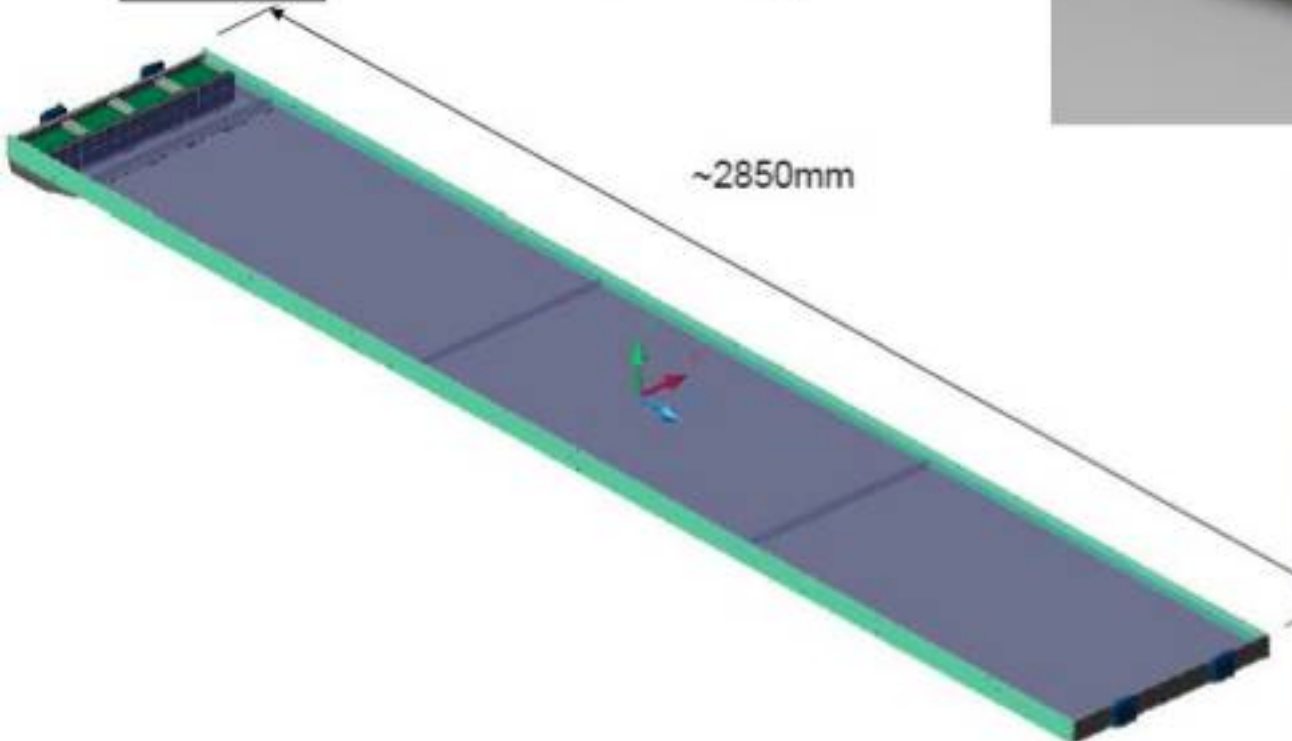
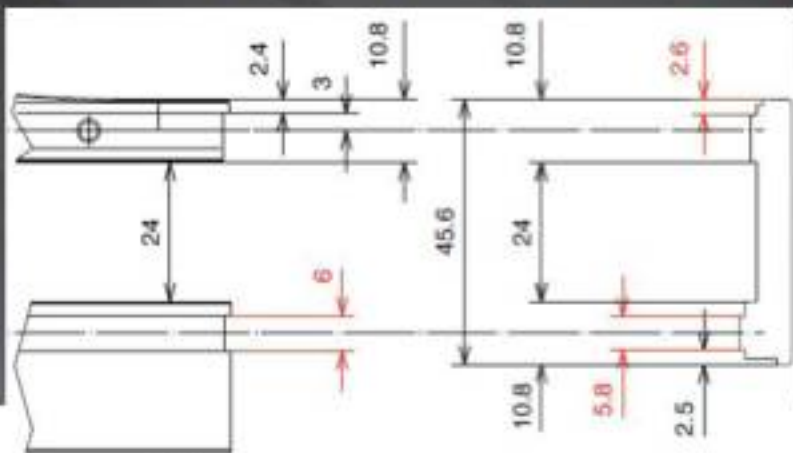
Schedule assemblaggio delle barre di quarzo (ottobre 2014)

6 – 19 Ottobre test finale procedure incollaggio Benettoni - Ramina
dal 22 Ottobre costruzione Modulo 1 Torassa

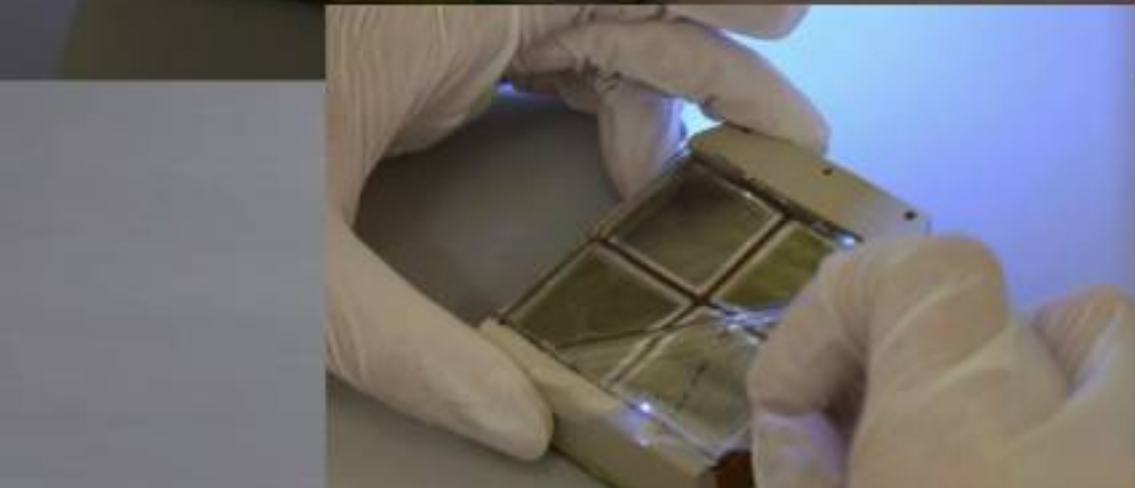
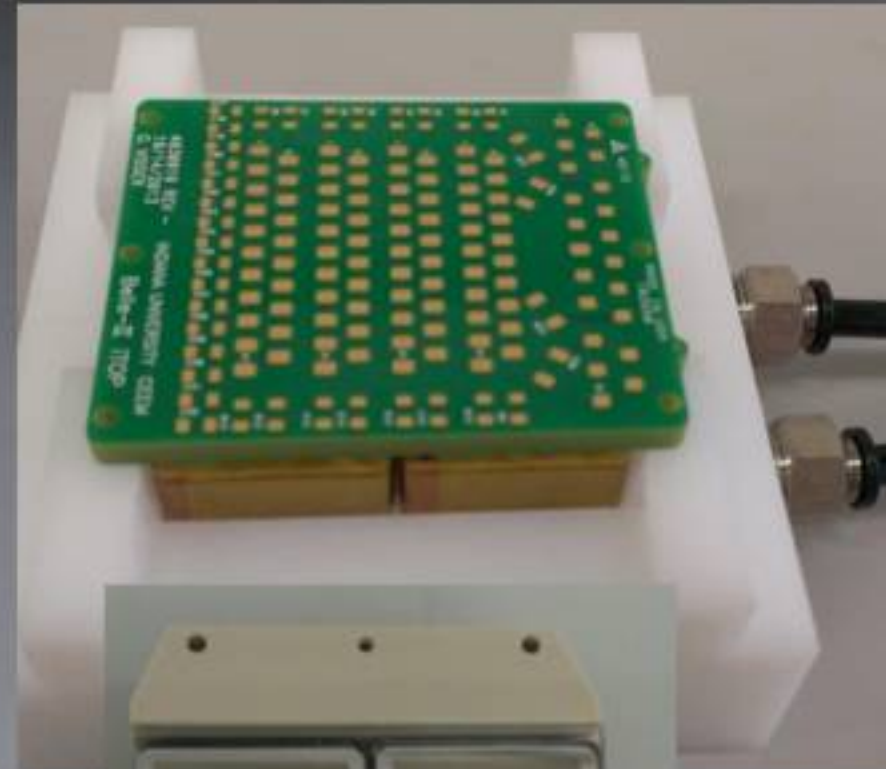
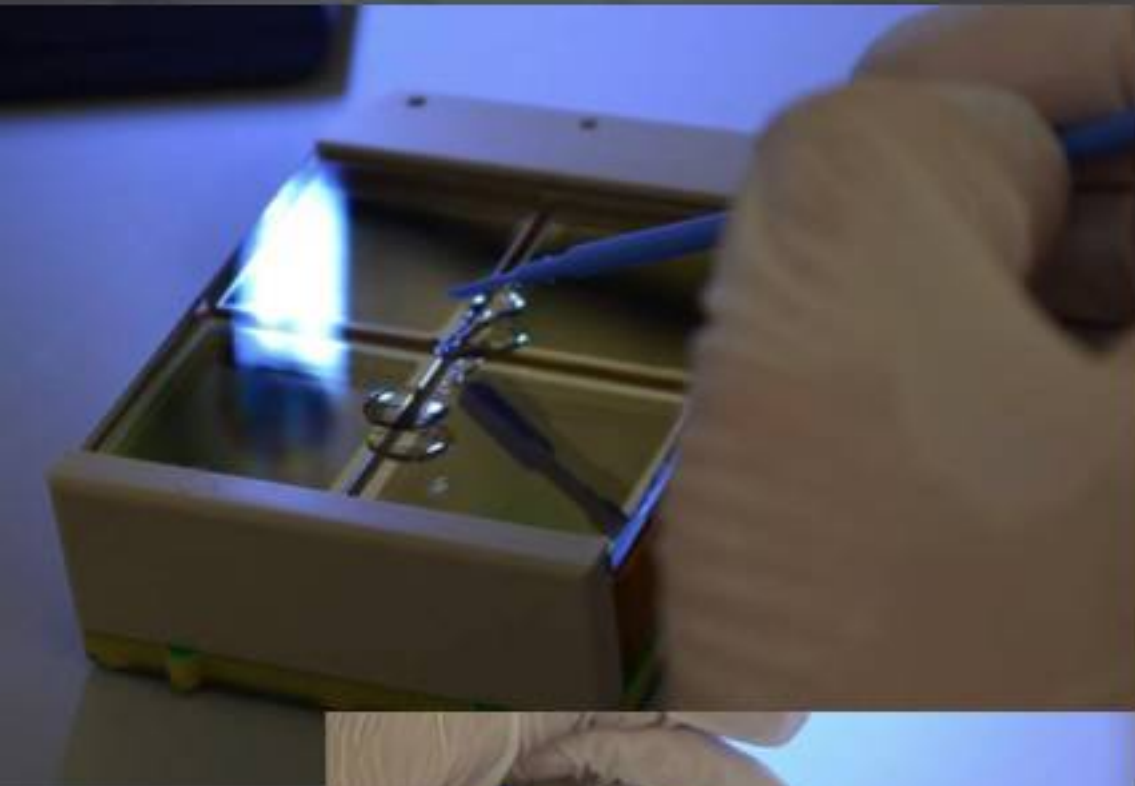
Oct 6, 2014	Tue 7	Wed 8	Thu 9	Fri 10	Sat 11	Sun 12
QA measurements on bars for Module 01						
Final dry run before Module 01 (Massimo Benettoni, Loris Ramina)						
13	14	15	16	17	18	19
QA measurements on bars for Module 01						
Final dry run before Module 01 (Massimo Benettoni, Loris Ramina)						
+1 more...	+1 more...	+1 more...	+1 more...	+1 more...		
20	21	22	23	24	25	26
Module 01 assembly?						
	Jim Fast - Module 01 Assembly through BPAC (Jim Fast, Ezio Torassa)					
27	28	29	30	31	Nov 1	2
Module 01 assembly?						
Jim Fast - Module 01 Assembly through BPAC (Jim Fast, Ezio Torassa)						
	+1 more...	+1 more...				
3	4	5	6	7	8	9
Jim Fast - Module 01 Assembly through BPAC (Jim Fast, Ezio Torassa)						
B2GM				BGM		BPAC SVD review
10	11	12	13	14	15	16
Jim Fast - Module 01 Assembly through BPAC (Jim Fast, Ezio Torassa)						
BPAC SVD review		BPAC iTOP Review				

Turni predisposti sino a Gennaio 2015 ma ancora da definire per i primi 4 moduli

QBB – Design finalized! Ready to produce for first several production modules

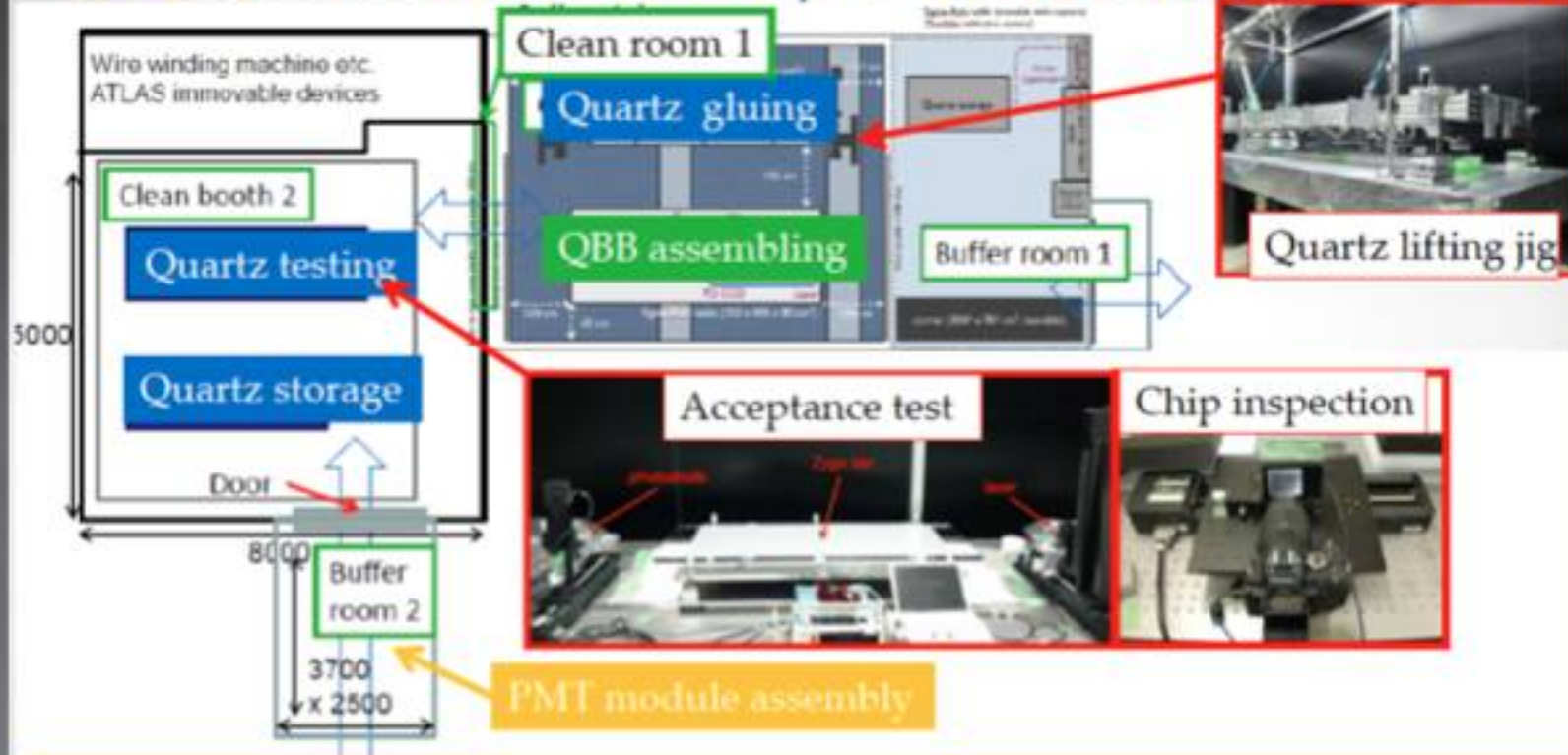


MCP-PMT Subassemblies – these are first PRODUCTION units for iTOP



Quartz Assembly Readiness

TOP Assembly Room (ver.3)



- TOP assembly room remodeling/renovation is near completion (ver.2 → ver.3).
 - ◆ Class 100-1,000 large cleanrooms + class <5,000 buffer room + booth
 - ◆ Cleanroom 1: Quartz gluing / QBB assembly
 - ◆ Cleanroom 2: Quartz testing / Temporal(?) quartz storage



Summary:

Significant progress made on many fronts

- ▶ Preproduction optics from Zygo and ITT completed and high quality
 - Ready to build 3 modules now
- ▶ Production readout confirmed – ready for production runs soon
 - IRSX core looks very good...serial interface should be working in days
- ▶ QBB design completed 2 months ago, but concern with IDS/ECL has delayed start of fabrication
 - Module 1 schedule is limited by QBB and much later than hoped
 - Heard at this meeting that QBB will not be available until October
 - We thought late August was possible with July 1 order of parts
- ▶ Calibration system developed by Italian groups
 - Prototype parts made and under test – very rapid progress since joining!
- ▶ ALD MCPPMT studies showing promise
 - Several methods studied – some look very good

Un'altra headache per
Massimo....

Assemblaggio dei moduli

Accolta la richiesta di Jim Fast di far partecipare Benettoni alla:
“Finite Element Analysis” per il sollevamento dei moduli assemblati

We need to understand the lifting fixture for the assembled quartz better as a system. It is essentially a bunch of coupled springs. The upper frame, which hangs from a hoist, is Misumi rail and is not rigid at the levels we care about – it deflects about 200 microns. We then have a series of suction cups mounted by springs. The spring mounts are there to allow angular deviations without breaking vacuum and to allow some tolerance for the changing shape of the frame as it is lifted and moved. Finally we are supporting the quartz which is not rigid.

There are a series of questions we need to look at:

What is the ideal placement of the suction cups (4 per bar, 1 on mirror and two on prism), specifically the ones on the bars?

What ratio of spring constants should be used for the different cups (bar vs. mirror vs. prism)? We want equal displacement under the load of the quartz to first order and want to compensate for the aluminum frame bending at second order.

Considering a single cup vacuum failure, what is the preferred absolute spring constant (vertical motion) for the vacuum cup coupling to the frame? If the springs are too soft the shift in loading will cause large motion of the quartz locally and distortion of the shape, which we want to keep planar to <0.5 mm.

Attivita' fine 2014

- TO : ordinazione fibre SM
- PD : tests irraggiamento a LNL
- TO+PD : assemblaggio QBB (2mu)

Attivita' 2015

- TO+PD: SLAC test a inizio anno sul full module 1
- TO: realizzazione del SM fiber bundle
realizzazione della test board per misura ritardi fibre a KEK
Installazione di PiLas e SM fiber bundle sul Belle Detector
(estate?)
- PD: produzione e assemblaggio di 8 (o 12) MM fiber bundles
+ connettori e lenti
- TO+PD : assemblaggio delle QBB (4mu)

Nb: l'installazione del TOP , prevista per Giugno 2015, scivola a Febb.2016 (parziale) OPPURE a Giugno 2016 (tutto il TOP)

Richieste Finanziarie 2015: Padova

Capitolo	Descrizione	Parziali		Totale	
		Richiesta	SJ	Richieste	SJ
MISSIONI	1. Metab: 1 m.u/FTE + 1.5kE/FTE *3.4FTE	25.50		73.00	0.00
	2. PID:Assemblaggio QBB a KEK	15.00			
	3. PID:installazione+commissioning TOP-TC a KEK	12.00			
	4. PID:2 TOP workshops x 3 pers x 2	12.00			
	5. COMP:Workshop computing (2 persone * 2 workshop)	7.00			
	6. PHT:B2TIP meeting	1.50			

CONSUMO	1. Metab: 1.5kE/FTE *3.4FTE	5.00		15.00	0.00
	2. PID:consumi lab.elettronica	6.00			
	3. PID:consumi meccanica	4.00			

APPARATI	1. PID:attuatori ottici	4.00		54.00	0.00
	2. PID:8 (+4 s)) bundles fibre MM	50.00			

Ricercatori					
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff. %
1	Lacaprara Stefano		Dipendente	Ricercatore	CSN I 30
2	Posocco Mario		Associato	Senior researcher	CSN I 100
3	Sartori Paolo		Associato	Ricercatore	CSN V 60
4	Stroili Roberto		Associato	Prof. Associato	CSN I 80
5	Torassa Ezio		Dipendente	Primo Ricercatore	CSN I 40
Numero Totale Ricercatori				5	FTE: 3.1

Tecnologi					
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff. %
1	Benettoni Massimo		Dipendente	Primo Tecnologo	CSN I 20
2	Dal Corso Flavio		Dipendente	Primo Tecnologo	CSN V 10
Numero Totale Tecnologi				2	FTE: 0.3

Richieste Finanziarie 2015: Torino

Capitolo	Descrizione	Parziali		Totale	
		Richiesta	SJ	Richieste	SJ
MISSIONI	1. PID:2 TOP workshops x 1 pers x 2 kE	4.00		53.50	0.00
	2. PID:Assemblaggio QBB a KEK	6.00			
	3. PID:Coordinamento TOP	5.00			
	4. PID:installazione+commissioning TOP-TC a KEK	9.00			
	5. COMP:Workshop computing (1 persone * 2 workshop)	3.50			
	6. COMP:Coordinamento Computing	5.00			
	7. PHT:B2TIP meeting	1.50			
	8. Metab: 1 m.u/FTE + 1.5kE/FTE *2.6FTE	19.50			

CONSUMO	1. PID:consumi lab.elettronica	3.00		13.00	0.00
	2. PID:consumi lab.tecnologico	4.00			
	3. PID:circuiti stampati x MCPPMT	2.00			
	4. Metab: 1.5kE/FTE *2.6FTE	4.00			

INVENTARIO	1. PID:FPGA +eval.board per lettura MCPPMT	3.00		3.00	0.00
------------	--	------	--	------	------

APPARATI	1. PID:picolaser PiLas 040X e accessori	25.00		27.00	0.00
	2. PID:sensori luce temperatura e umidita' x interlock MCPPMT box	2.00			

Ricercatori					
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff. %
1	Stanchi Fabrizio		Associato	Prof. Associato	CSN I 30
2	Marcello Simonetta		Associato	Prof. Associato	CSN III 30
3	Mussa Roberto		Dipendente	Primo Ricercatore	CSN II 60
4	Tamponi Umberto		Associato	Dottorando	CSN I 100
Numero Totale Ricercatori				3	1.9

Tecnologi					
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff. %
1	Girauda Giuseppe		Dipendente	Primo Tecnologo	CSN III 5
2	Luca Stefano		Dipendente	Tecnologo	CSN III 20

Profilo funding a lungo termine revisionato

ITEM	Sede	CAT	TOT COST	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Laser(s)		ATTR	78	28	0	25	0	25	
Componenti ottici + fibre		CORE	82	12	28	25	12	5	
Fotosensori di riferimento		ATTR	24	0	12	0	12		
Meccanica/elettronica di supporto		CORE	78.5	2	26.5	30	10	5	5
subTotale Calibration system			262.5	42	66.5	80	34	35	5
Power supplies		CORE	50	0	0	0	25	25	0
Missioni testbeam+cosmici		MISS	32	9	13	5	5		
Missioni commissioning e run		MISS	117	8	27	30	20	20	12
Missioni coordinamento		MISS	30	5	5	5	5	5	5
Totale PID			491.5	64	111.5	120	89	85	22

Il nuovo profilo (sopra) tiene conto delle variazioni di schedule generale e della definizione piu' accurata del progetto del sistema di calibrazione temporale.

ITEM	Sede	CAT	TOT COST	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Laser(s)		ATTR	56	6	25	25			
Componenti ottici + fibre		CORE	170	20	75	75			
Fotosensori di riferimento		ATTR	44	24	10	10			
Meccanica/elettronica di supporto		CORE	40		30	10			
subTotale Calibration system			310	50	140	120	0	0	0
Power supplies		CORE	55	7	6	18	24		
Missioni testbeam+cosmici		MISS	40	9	10	5			
Missioni commissioning e run		MISS	73	8	20	30	15	10	10
Missioni coordinamento		MISS	20	5	5	5	5	5	5
Totale PID			498	79	181	178	44	15	15

Sommario

Il progetto del time calibration system (milestone 30/6/2014) puo' dirsi completo, anche se dobbiamo ancora testare l'intera catena.

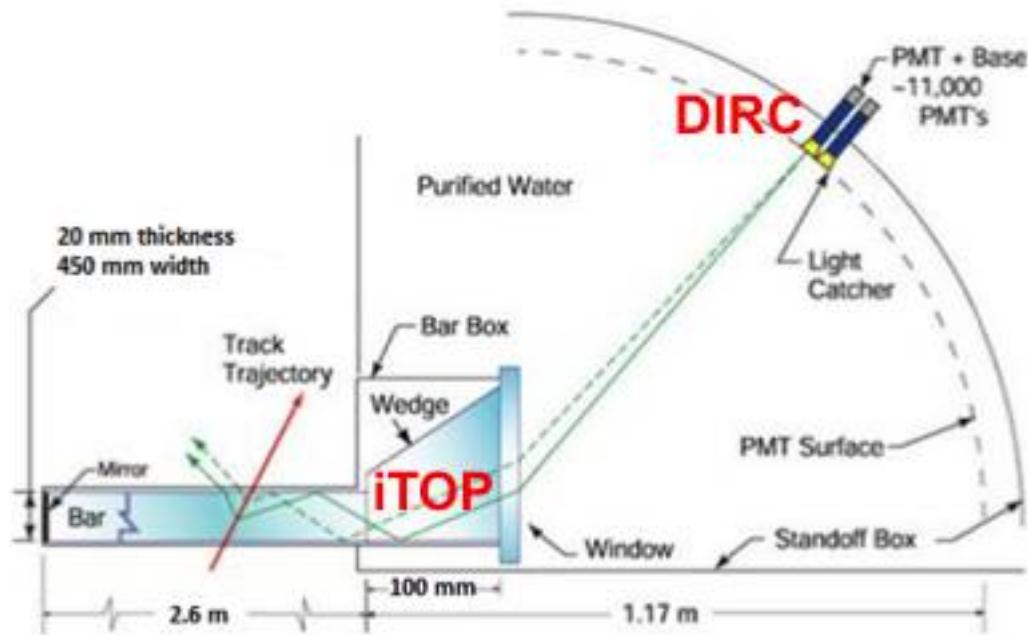
Siamo riusciti in Italia a riprodurre i risultati di risoluzione temporale previsti per i MCPPMT, necessari per poter ambire a costruire un sistema di calibrazione affidabile.

Il progetto delle barre di quarzo ha subito notevoli ritardi, per via di un'interferenza tra il supporto dell'ECL e quello del TOP. E' stata necessaria un'analisi approfondita dei carichi statici in caso di eventi sismici durante la fase di montaggio. Questo ha ritardato di parecchi mesi la luce verde all'assemblaggio delle barre.

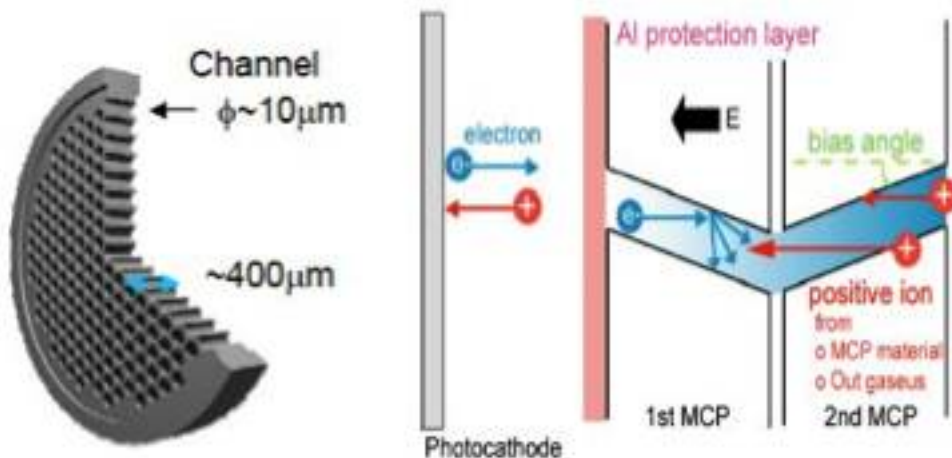
Le componenti per realizzare 4 moduli sono pronte, e l'assemblaggio del primo partira' a ottobre. Questo fara' slittare il test a SLAC a inizio 2015.

Al momento, abbiamo meta' MCPPMT di tipo standard, e meta' di tipo ALD, i quali pero' soffrono una sostanzialmente maggiore riduzione del gain in campo magnetico.

Barrel PID: imaging Time Of Propagation (iTOP)



L' iTOP è un nuovo tipo di rivelatore Cherenkov in cui l'immagine viene ricostruita in uno spazio di 100 mm (10 volte meno rispetto al DIRC di Babar) grazie ad una combinazione tra elevata risoluzione temporale (tradotta in spazio) ed utilizzo di fotomoltiplicatori a microcanali (MCP-PMT)



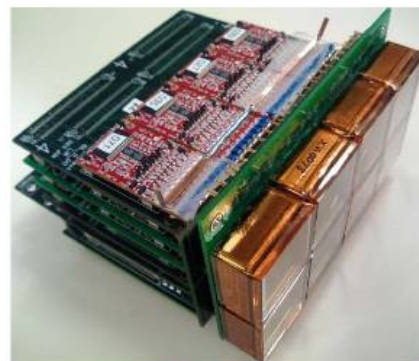
Vengono utilizzati fotomoltiplicatori a microcanale di ultima generazione ALD MCP-PMT in cui uno strato protettivo del fotocatodo permette di aumentare il tempo di vita dei PMT di un fattore pari a circa 5.

Produzione PMT

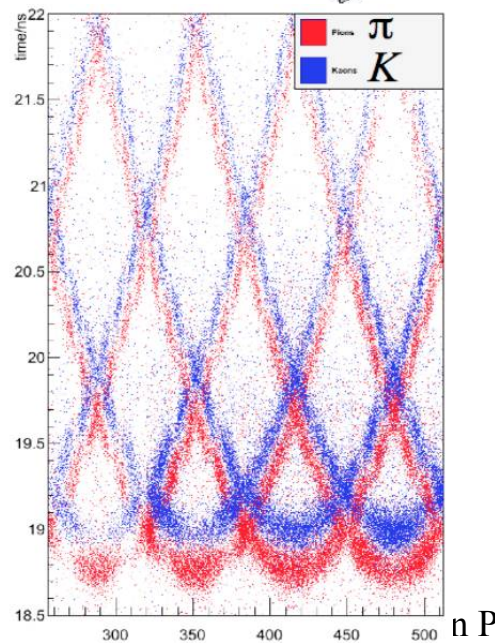
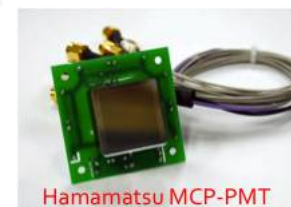
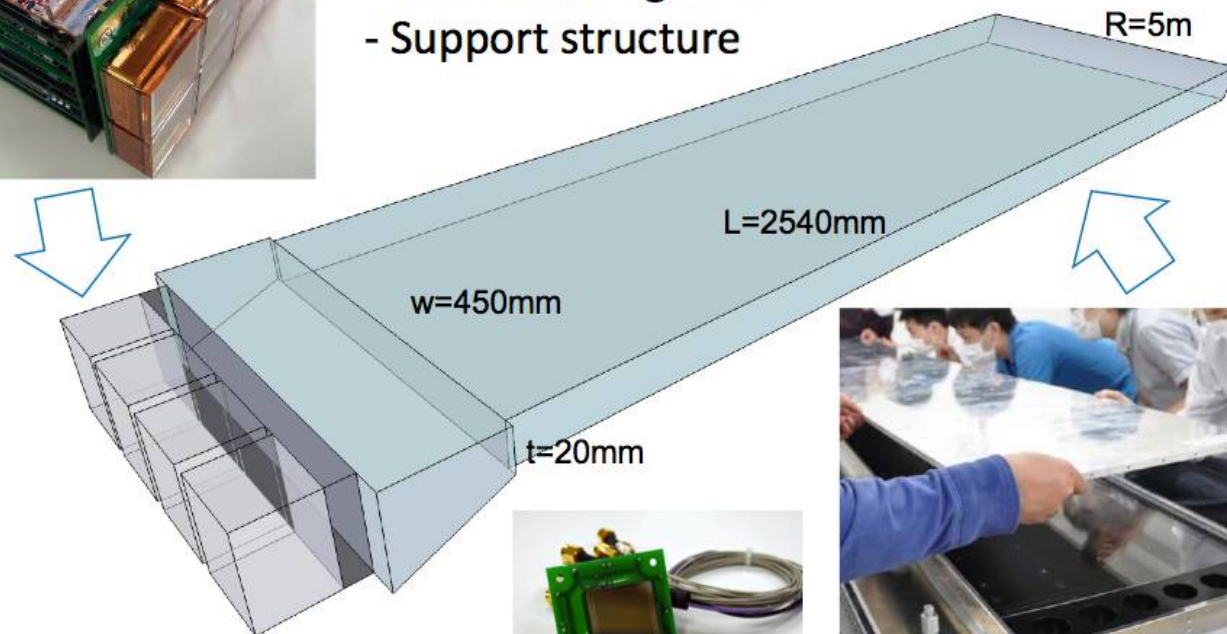
Il contratto con l'Hamamatsu prevede la fornitura dei 512 MCP-PMT (+ 12% spares) entro Aprile 2014

293 MCP-PMT di tipo standard sono già stati prodotti e testati. 282 saranno di tipo ALD (179 prodotti, 120 testati)

44 MCP-PMT verranno usati per test di invecchiamento. Nagoya sta rinegoziando il contratto per avere un numero maggiore di spares.



- Quartz radiator, mirror and wedge
- MCP-PMT
- Waveform digitizer
- Support structure



Produzione dei quarzi

¼ del detector pre-finanziato dal DOE:

Barre: Zygo+Okamoto (1+1 arrivate, altre 4 in arrivo entro fine marzo)

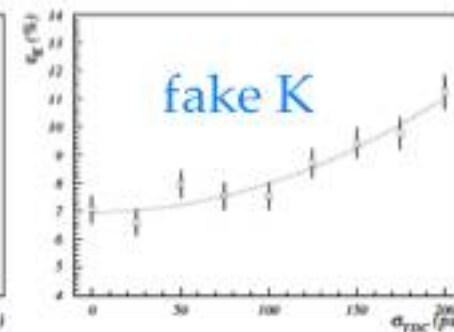
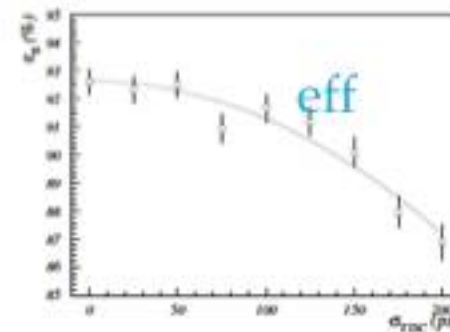
Specchi: ITT Exelis (3/4 pronti)

Expansion Boxes: Zygo (4 arrivati, OK)

CD2/3 in Marzo cruciale per

sbloccare l'ordinazione del resto del materiale.

time resolution vs fisica



Belle-II
Belle-I

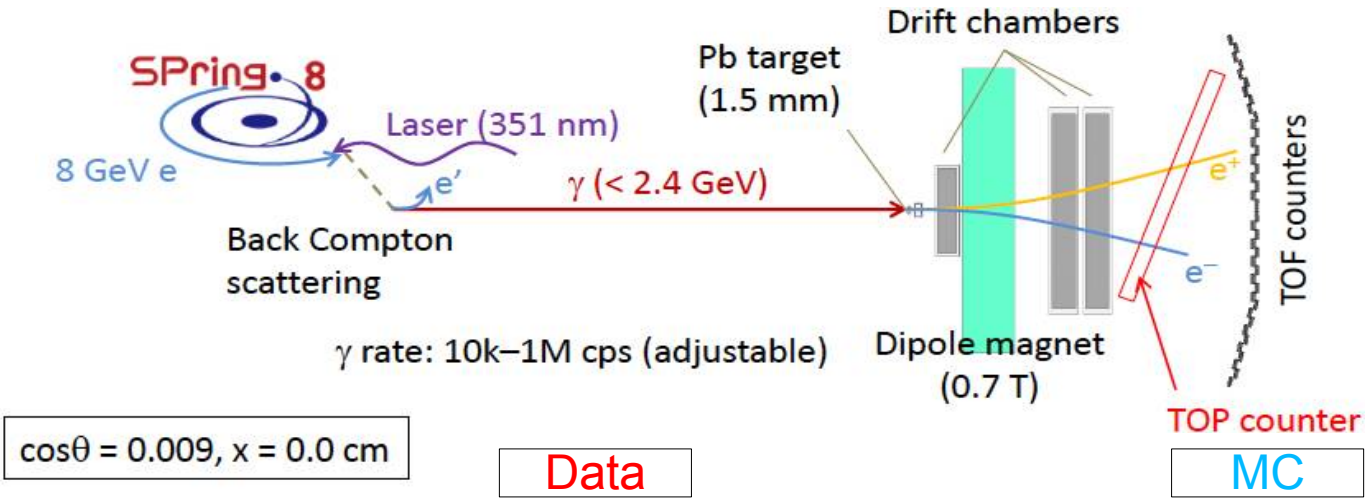
B→ππ eff.
90.4%
88.5%

B→κπ fake
7.1%
11.6%

Cosmic Ray e Beam Tests

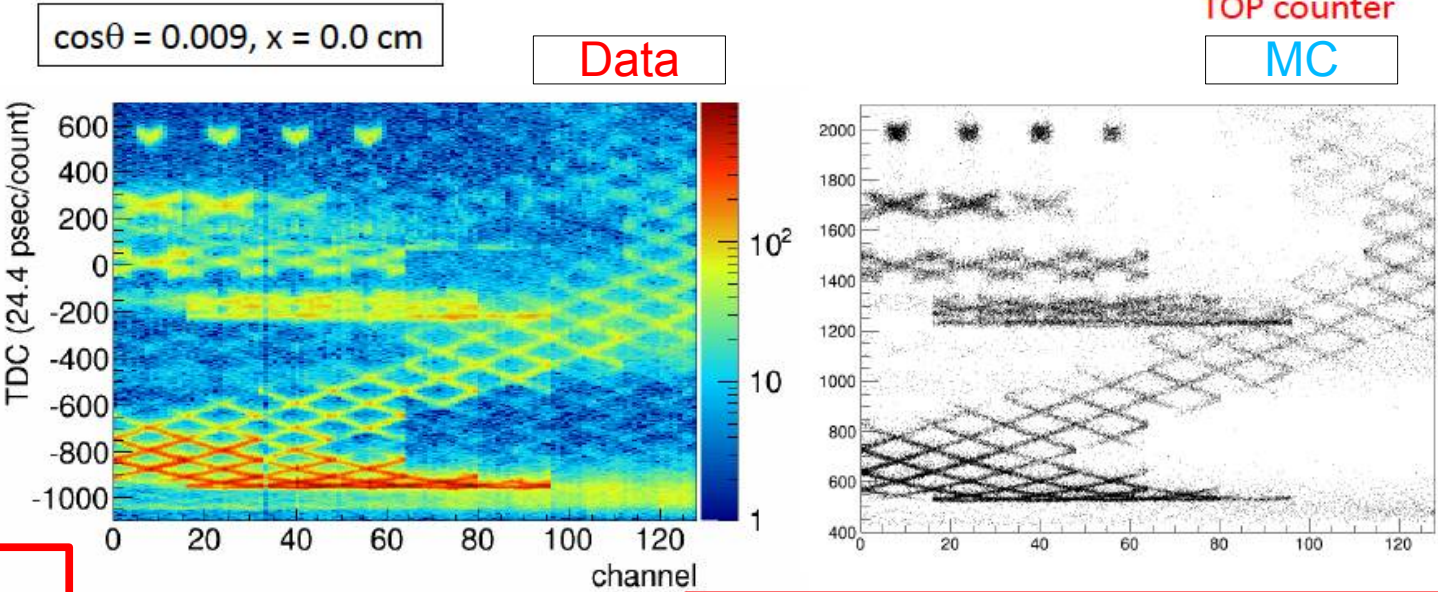
Beam test a Spring-8

- (4-20 giugno 2013)
- presa dati con positroni da 2GeV
 - End-to-end test di ottiche e FE



Cosmic Ray Test stand a KEK

- (da Maggio 2013)
- messa a punto del FE
 - Atlas tracker per full acceptance
 - testa fino a 4 moduli alla volta
 - controllo finale di qualita' pre-install



Test beam a SLAC

Fissato per fine luglio, inizio agosto 2014. (2 settimane)

TO+PD : test end-to-end del prototipo di catena di calibrazione.

11/9/2014, Belle2 refs meeting (vers.4)

Modifiche al frontend (Hawaii)

ASIC: ISRX in preparazione

Miglioramento della timebase (+ filtraggio, + isolamento termico)
Nuovi ampli LHM6629
(2x gain, 4x risetime, 2x dyn range)
R.Mussa, update on PID

Single photon timing

Resolution from Beam test:

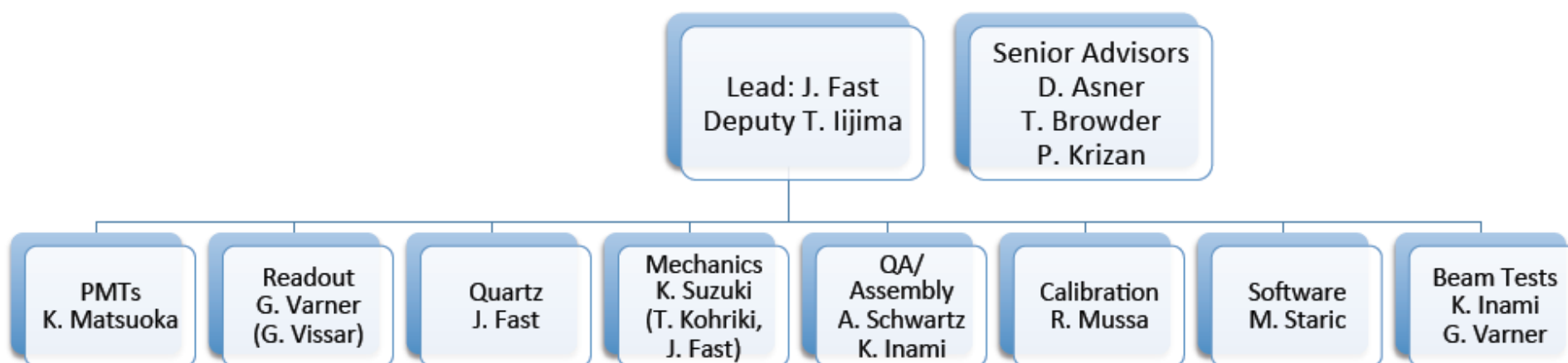
$$\sqrt{[120 \text{ ps}]^2 + [100 \text{ ps}]^2} = 156 \text{ ps}$$

Ultimate goal: portare il time jitter del frontend da 100 a 50 ps

Contributi italiani al TOP counter

Gruppi PD+TO gia' ben inseriti nel gruppo PID:

- partecipazione di U.Tamponi (TO) al CRT a KEK
- R.Mussa responsabile del sistema di timing calibration
- E.Torassa contact person per la costruzione del sistema di timing calibration
- partecipazione di M.Benettoni (PD) ai test di incollaggio delle barre di quarzo
- in prospettiva futura: R. Mussa responsabile della data quality iTOP



► New groups joined iTOP effort

- Padova and Torino – Calibration system, data quality management
- U. South Carolina – Nitrogen and dry air purge systems

+ KEK, Nagoya, UH Manoa, PNNL, Cincinnati, Lubiana

Partecipazione all'assemblaggio delle barre di quarzo (2014-16):

Nagoya ha richiesto un totale di 60 mu ai gruppi PID per l'assembly line che si effettuera' a KEK a partire da Aprile 2014. Prima milestone: almeno 8 barre pronte entro Aprile 2015. **Il ritardo nel funding delle barre di quarzo ci costringe a partire nel 2016 con meta' detector (il resto si installera' nello shutdown 2017)**

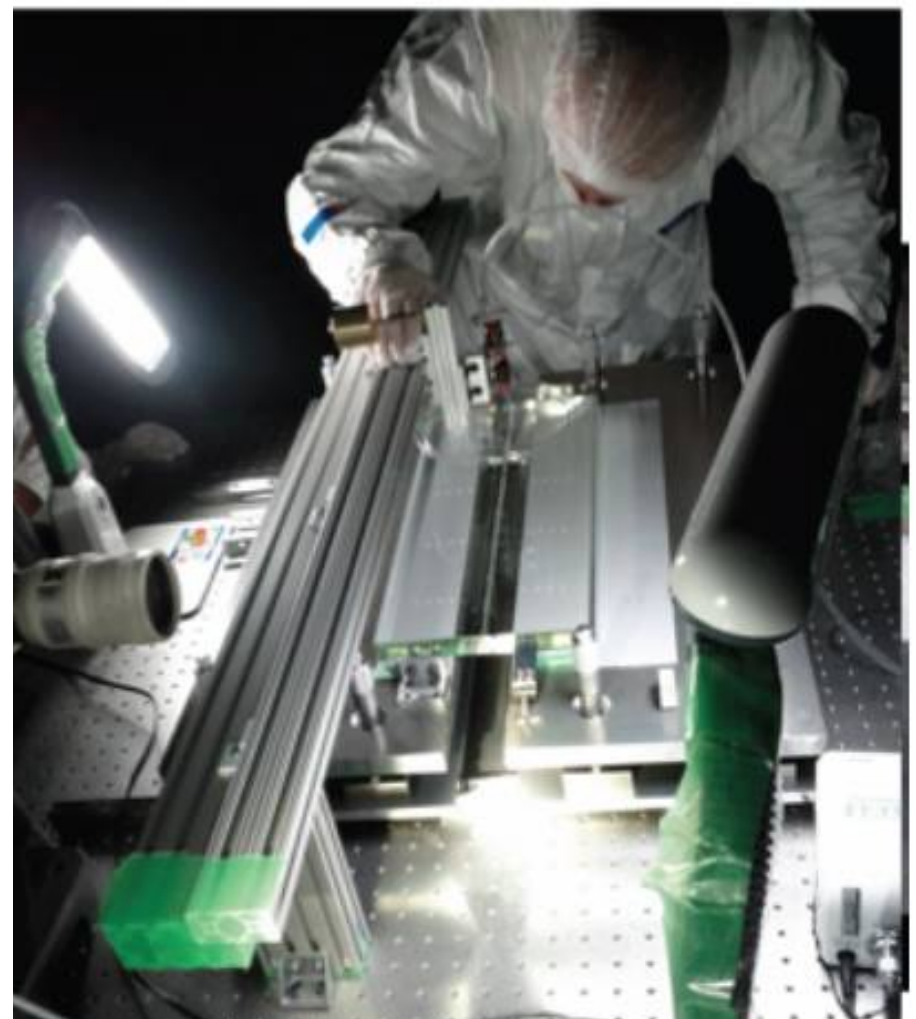
Per far fronte alle necessità e alle disponibilità degli altri gruppi Torino+Padova vorrebbero contribuire con ~7 mu di personale tecnico, e con un tecnologo per la preparazione della produzione.

Tecnologi:

- **M. Benettoni** (PD): definizione delle procedure di incollaggio; assemblaggio QBB n.1 (ME: 1.5 mu) .

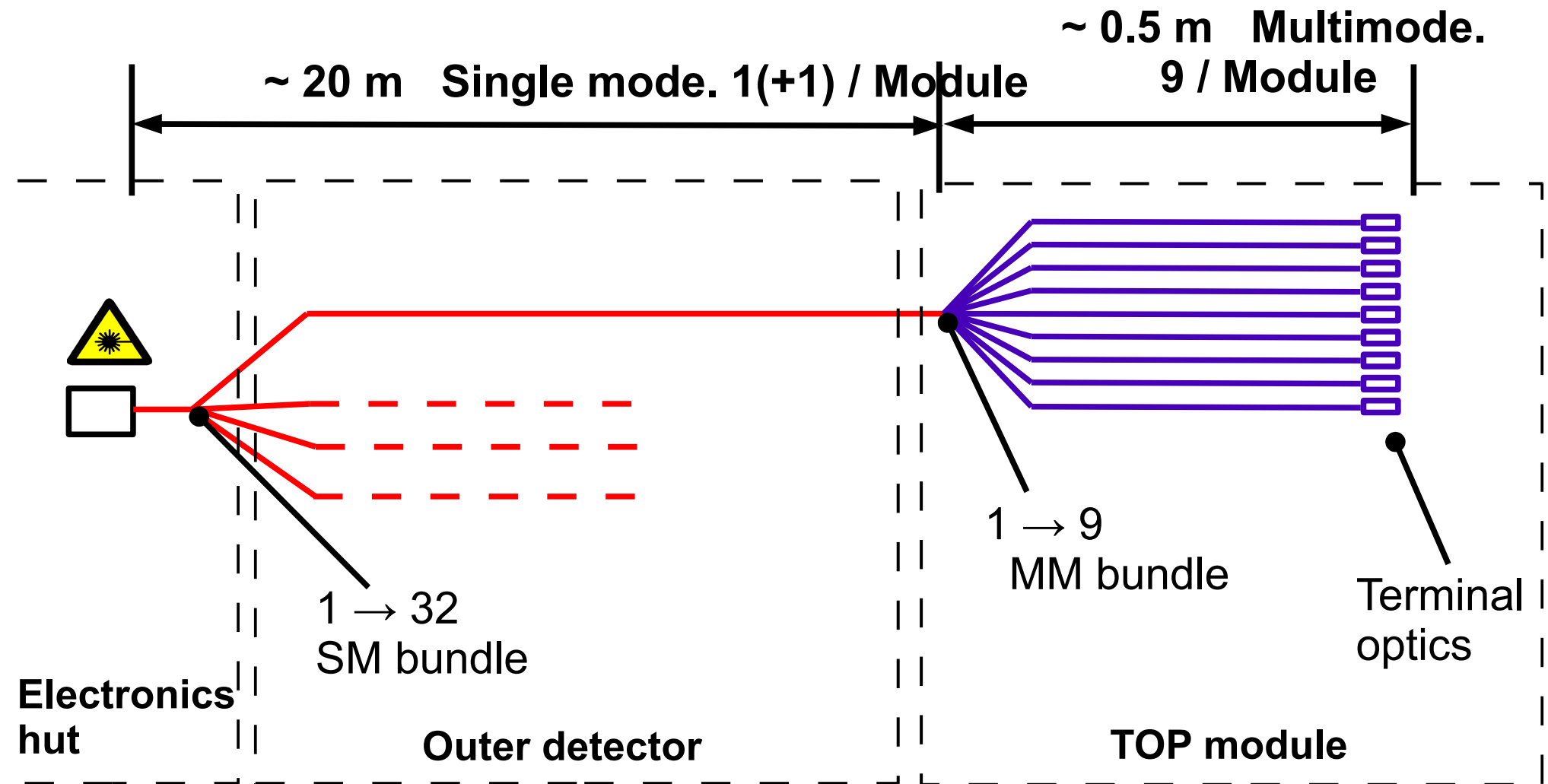
Tecnici:

- Ramina e Rebeschini (PD) : 1.5 mu a KEK.
- Brunasso (TO): 1 mu a KEK



- ▶ First practice Nov. 2013
- ▶ Second practice at KEK Feb. 4-5
- ▶ Alan and Boqun (UC), Jure (JSI), Massimo (Padova), Hayakawa-san (Nagoya)
- ▶ Practice with glass dummies

Light distribution



Tasks in Torino

- Time resolution of the calibration system
- SM → SM bundle
- MC simulation

11/9/2014, Belle2 refs meeting (vers.4)

R.Mussa, update on PID

Tasks in Padova

- SM → MM bundle
- Terminal optics
- Light injection mechanics
- Radiation tests

Equipment in Torino

Hamamatsu 16 ch MCP-PMT (same model used for the TOP)
Readout board with prototype of the custom amplifier (G. Visser, Indiana Univ.)
Black box (45 x 45 x 45 cm)
Black box with optical bench (90 x 70 x 50 cm)

Picolaser

$$\lambda = 405 \pm 2 \text{ nm}$$

Time Jitter = 10 ps with internal clock

LeCroy 4ch scope WaveRunner 62

BW = 2.5 GHz

Sampling rate = 0.2 – 40 GS/s

Amplified channels

Bare channel

PMT HV supply

11/9/2014, Belle2 refs meeting (vers.4)

R.Mu

