

# MTR / MID

M. Gagliardi  
Università degli Studi e INFN Torino

# The ALICE (ex-)muon trigger system (MTR → MID)

## Rivelatori

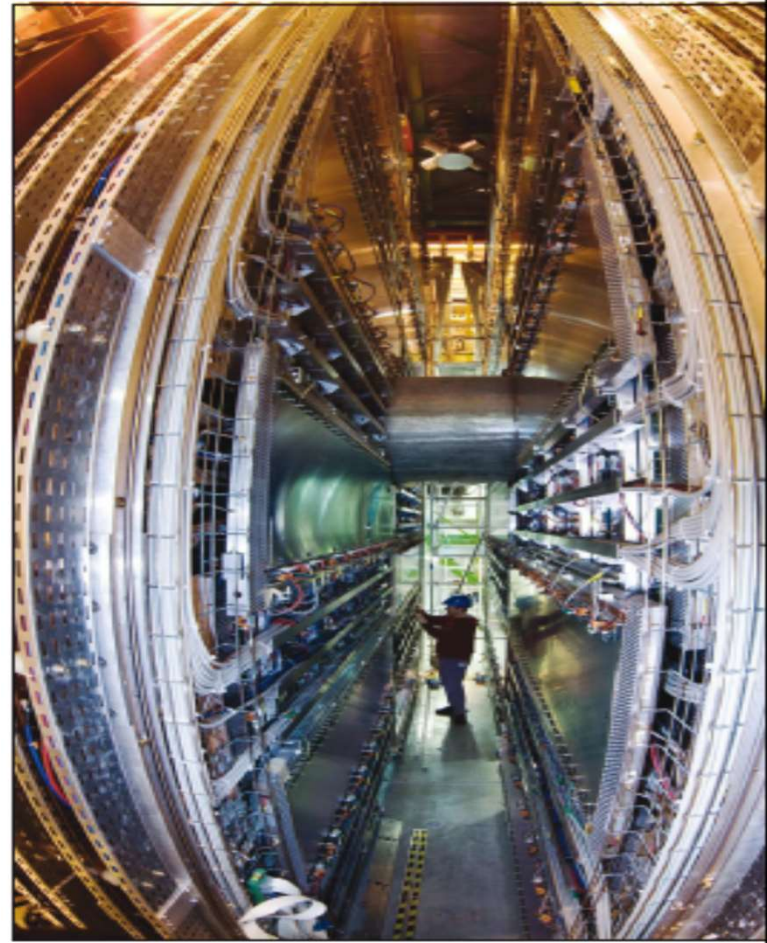
- 72 RPC disposte su 4 piani di rivelazione, per un'area totale di circa 140 m<sup>2</sup>

## Gruppi italiani coinvolti:

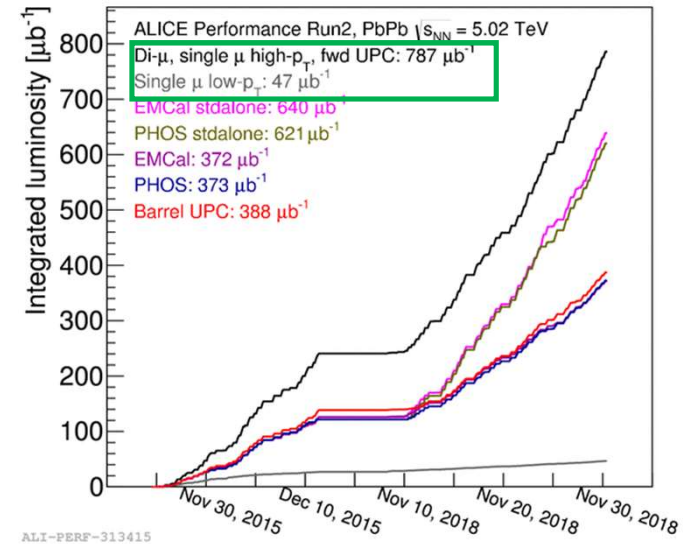
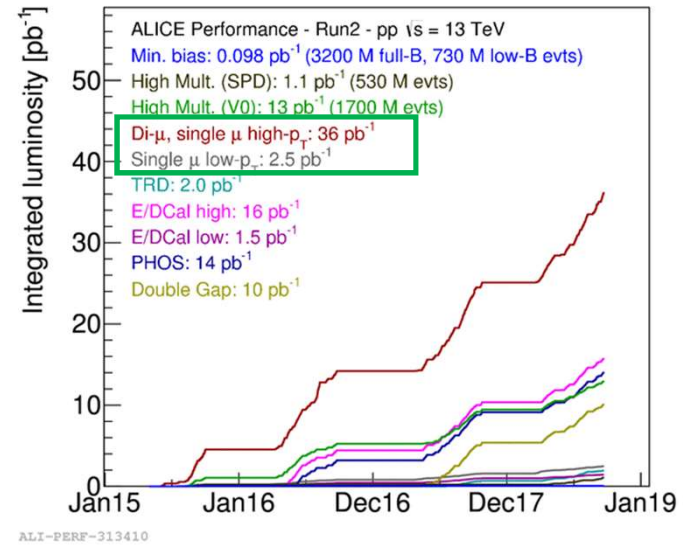
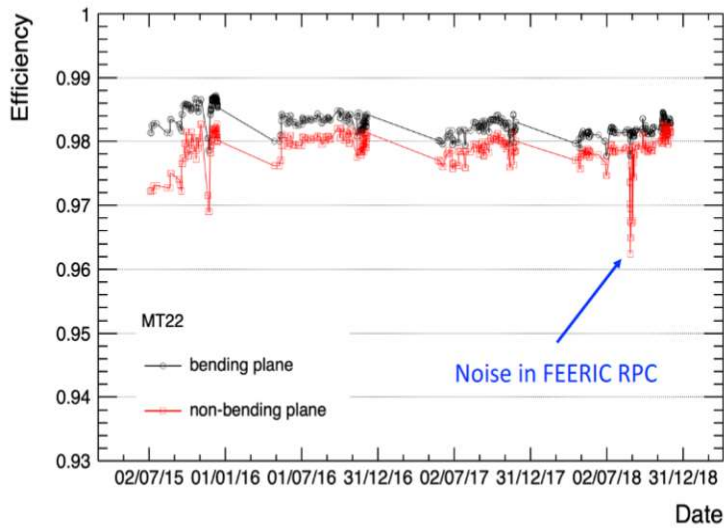
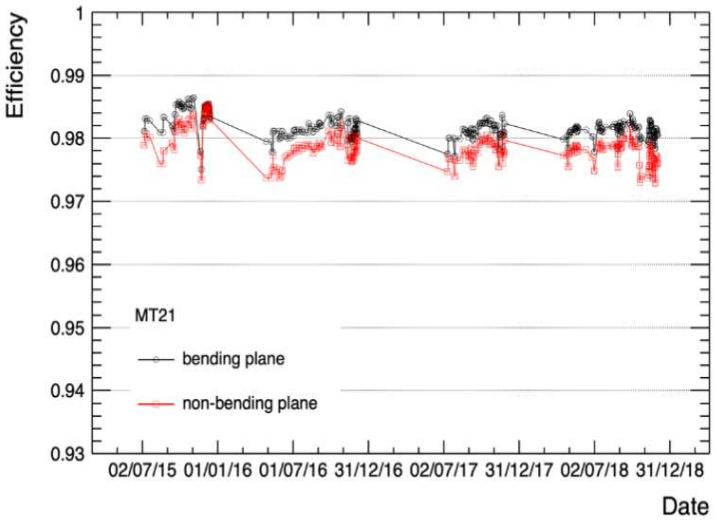
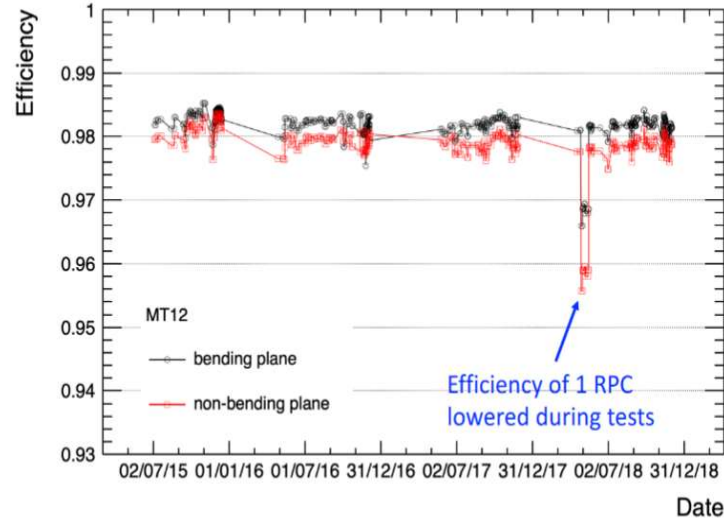
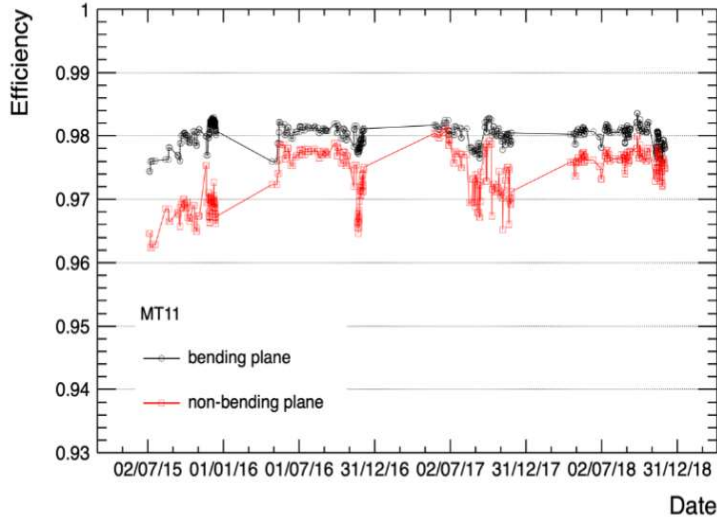
- Sez. INFN Torino
- Gruppo collegato Alessandria  
Camere RPC

## Gruppi stranieri coinvolti:

- LPC Clermont-Ferrand  
FEE & elettr. trigger
- Subatech Nantes  
Readout
- Gangneung (Korea)  
(+ iThemba LABS, SA)



# MTR performance in Run2



## The Muon Trigger upgrade to Muon Identifier (MID)

- ❑ **Running conditions:** data taking at 50 kHz interaction rate in Pb-Pb (and up to 1 MHz pp)
- ❑ **Goal #1:** detector performance and safe long-term operation in such a scenario
  - > **detector and FEE upgrade** (INFN Torino, LPC Clermont-Ferrand)
    - a) reduce charge-per-hit by a factor 3-5 by developing FEE cards with amplification  
→ **DONE**, installation ongoing
    - b) replace ~30% most irradiated RPCs → **in progress**
- ❑ **Goal #2:** dead time-free readout (vs present 150  $\mu$ s)
  - > **readout electronics upgrade** (Subatech Nantes, LPC Clermont Ferrand)

Responsabilità di INFN-TO in MID:

- Deputy Upgrade Coordinator (A. Ferretti)
- Muon Spectrometer Technical Coordinator (P. Mereu)



# FEE upgrade: status del progetto FEERIC



LPC Clermont-Fd

## MID : FEERIC

FE Electronics for the RPC detectors



- **Goal: slow down RPC aging after LS2**
  - FE with amplification (**FEERIC**) for RPCs
  - 20992 ch., **2384 FEERIC cards** (2720 cards spare incl.)



FEERIC cards conditioning @CERN

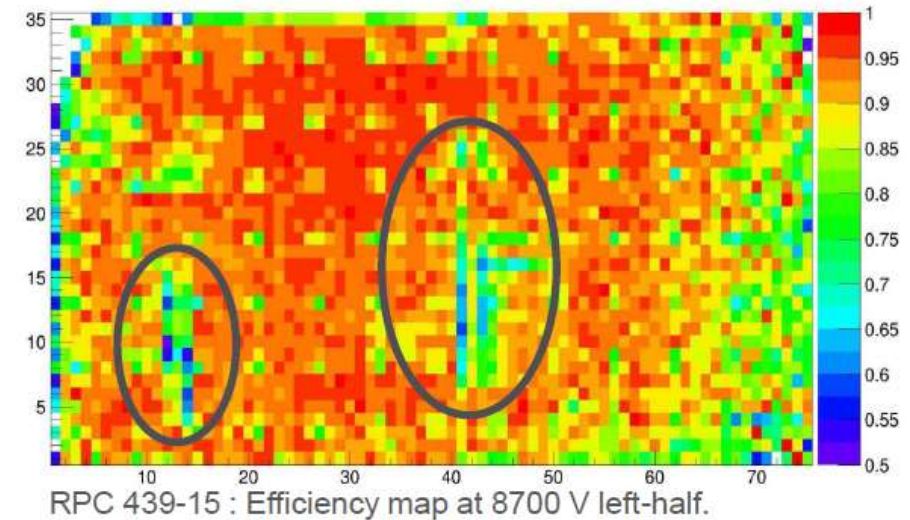
- **RPC equipped with 39 FEERIC cards in ALICE cavern since 02/15**
  - **Factor 4 less charge released in the RPC gas with FEERIC => reduced aging**
  - Very satisfactory performance and stability
- **FEERIC card production**
  - CERN price enquiry DO-30313/EP/FEERIC
  - **Production completed since 01/18**
- **Installation, commissioning**
  - **Installation completed since 05/19 in less than 2 months by staff provided by EN/EA**
  - Commissioning after installation ongoing (up to end of July 19 at least), in-situ test tools ready



In-situ installation

# Produzione e test nuove RPC: status e piani

- Scopo: **sostituzione delle RPC più centrali** (tipologie S e C) e/o che mostrino segni di invecchiamento a fine Run 2
- Numero di rivelatori da sostituire: ~20
- Stato produzione:
  - ~50 finanziate
    - di cui ~25 completate
      - di cui 16 testate
        - di cui 8 accettate
- Basso rate di rivelatori accettati:
  - catena di produzione automatica dismessa presso General Tecnica
    - incollaggio manuale
    - problemi principali sulla produzione 2015 (2014 ~ OK):
      - disuniformità di efficienza
      - punto di lavoro più alto di ~600 V
- Si è effettuato un sopralluogo presso la ditta e concordata una nuova procedura di incollaggio
  - test su una camera prodotta con la nuova procedura non soddisfacente
    - ulteriori tests (pressure tests) hanno riscontrato un problema sistematico sugli spaziatori (aderenza colla – bakelite?)
    - nuova iterazione con la ditta in corso, produzione ancora on hold



# Produzione e test nuove RPC: status e piani

- Risoluzione del problema con General Tecnica e validazione della procedura di produzione
- Completamento dei tests della produzione  
RPC da testare:
  - ~10 da prod. 2015 (basso accept rate)
  - ~18-36 da assemblare (18 staz. 2 o 36 staz. 1)
  - ~10 spares pre-2014
- RPC necessarie:  
~20 da installare + 50% spares → ~30
- Se a test ultimati il numero di rivelatori accettati non fosse sufficiente, occorrerà costruirne di nuovi  
→ richiesta di ~12 kEuro Apparati sub-judice ai risultati dei test (~10 RPC)
- Installazione in ALICE (1.5 mesi per 4 persone → ~18 kEuro missioni)
- NB: tempistiche non critiche, se le nuove RPC non saranno disponibili in tempo per la presa dati non si procederà all'installazione, mantenendo le attuali RPC in funzione e le nuove come spares



# Studio di miscele gassose



INFN Turin

## Study of eco-friendly RPC gas mixture for MID



- ❑  $C_2H_2F_4$  (tetrafluoroethane) and  $SF_6$  (sulphur hexafluoride), components of present RPC-MTR gas mixture, are greenhouse gases and are phasing out of production ( $\Rightarrow$  higher cost) due to recent EU regulations
- ❑ Studies performed with  $C_3H_2F_4$  (tetrafluoropropane, trade mark HFO1234ze) with very low GWP (Global Warming Potential) and addition of  $CO_2$  for the avalanche mode ( $50 \times 50 \text{ cm}^2$  RPC equipped with FEERIC)
- ❑ Role of  $SF_6$  and  $i-C_4H_{10}$  (isobutane) in such mixture investigated in detail
- ❑ **Goal : change MID RPC gas mixture between Run3 and Run4**
- ❑ **But still many R&D efforts (aging, etc) to be carried on  $\Rightarrow$  similar problematic in ATLAS & CMS hopefully**
- ❑ Much more details in a paper in preparation (A. Bianchi et al.) ...

Mixture  $C_2H_2F_4/iC_4H_{10}/SF_6$  (89.7/10.0/0.3):

● efficiency

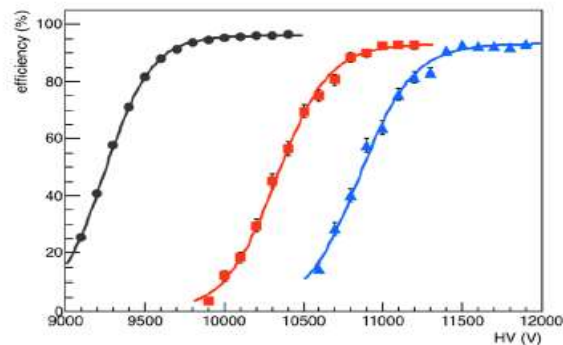
Mixture  $CO_2/C_3H_2F_4/iC_4H_{10}/SF_6$  (50.0/39.7/10.0/0.3):

■ efficiency

Mixture  $CO_2/C_3H_2F_4/iC_4H_{10}/SF_6$  (50.0/39.0/10.0/1.0):

▲ efficiency

**Most promising gas mixtures so far**





Backup

# Profilo di spesa FEERIC

|                           | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | Tot  |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| MoU (kCHF)                | 16.5 | 32   | 30.5 | 10   | 5    | 0    | 94   |
| Effettivo (kCHF)          | 17.5 |      | 48   | 0    | 10   | 0    | 75.5 |
| Finanziamento INFN (kCHF) | 30   | 32   | 3.5  | 0    | 10   | 0    | 75.5 |

# Profilo di spesa RPC + gas system

|                           | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020    | Tot        |
|---------------------------|------|------|------|------|------|---------|------------|
| MoU (kCHF)                | 41   | 17   | 7    | 37   | 0    | 0       | 102        |
| Effettivo (kCHF)          | 41   | 17   | 7    | 0    | 23   | 14 s.j. | 88+14 s.j. |
| Finanziamento INFN (kCHF) | 41   | 17   | 7    | 0    | 23   | 14 s.j. | 88+14 s.j. |

- Richiesta di 12 kEuro (14 kCHF) per il 2020, da destinare alla costruzione di ulteriori ~10 RPC (s.j. ai risultati dei test)

# Status RPC installate in ALICE

Summary of RPC effective voltages\* and currents

| MT11 INSIDE |                | MT12 INSIDE |                | MT21 INSIDE |                | MT22 INSIDE |                 |
|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|-----------------|
| RPC 1       | 10397 V 3.1 µA | RPC 1       | 10362 V 5.3 µA | RPC 1       | 10211 V 1.3 µA | RPC 1       | 10308 V 10.8 µA |
| RPC 2       | 10344 V 0.6 µA | RPC 2       | 10368 V 1.5 µA | RPC 2       | 10253 V 2.0 µA | RPC 2       | 10295 V 24.0 µA |
| RPC 3       | 10291 V 1.5 µA | RPC 3       | 10249 V 3.0 µA | RPC 3       | 10252 V 2.3 µA | RPC 3       | 9998 V 1.1 µA   |
| RPC 4       | 10449 V 7.7 µA | RPC 4       | 10245 V 1.0 µA | RPC 4       | 10152 V 7.5 µA | RPC 4       | 10145 V 1.6 µA  |
| RPC 5       | 10335 V 8.2 µA | RPC 5       | 10170 V 4.5 µA | RPC 5       | 10114 V 8.3 µA | RPC 5       | 10357 V 2.8 µA  |
| RPC 6       | 10189 V 4.2 µA | RPC 6       | 10344 V 4.7 µA | RPC 6       | 10077 V 2.1 µA | RPC 6       | 10152 V 11.2 µA |
| RPC 7       | 10257 V 0.8 µA | RPC 7       | 10386 V 0.5 µA | RPC 7       | 10191 V 0.5 µA | RPC 7       | 10051 V 1.9 µA  |
| RPC 8       | 10338 V 1.2 µA | RPC 8       | 10198 V 0.3 µA | RPC 8       | 10168 V 1.6 µA | RPC 8       | 10060 V 6.2 µA  |
| RPC 9       | 10372 V 0.7 µA | RPC 9       | 10358 V 0.4 µA | RPC 9       | 10237 V 1.3 µA | RPC 9       | 10147 V 1.6 µA  |

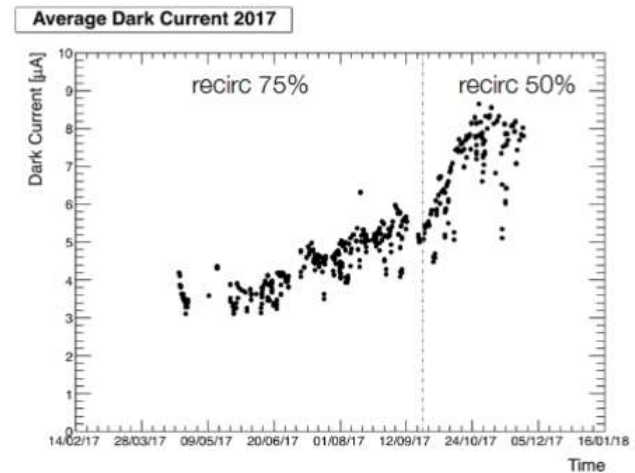
| MT11 OUTSIDE |                | MT12 OUTSIDE |                 | MT21 OUTSIDE |                 | MT22 OUTSIDE |                 |
|--------------|----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
| RPC 1        | 10305 V 7.2 µA | RPC 1        | 10408 V 13.0 µA | RPC 1        | 10199 V 19.6 µA | RPC 1        | 10242 V 18.3 µA |
| RPC 2        | 10346 V 3.4 µA | RPC 2        | 10385 V 17.4 µA | RPC 2        | 10361 V 5.3 µA  | RPC 2        | 10243 V 6.7 µA  |
| RPC 3        | 10170 V 7.4 µA | RPC 3        | 10248 V 1.3 µA  | RPC 3        | 10208 V 3.0 µA  | RPC 3        | 10141 V 18.5 µA |
| RPC 4        | 10353 V 1.6 µA | RPC 4        | 10315 V 1.3 µA  | RPC 4        | 10090 V 6.0 µA  | RPC 4        | 10086 V 15.4 µA |
| RPC 5        | 10155 V 2.3 µA | RPC 5        | 10304 V 3.6 µA  | RPC 5        | 10258 V 3.7 µA  | RPC 5        | 10213 V 7.3 µA  |
| RPC 6        | 10365 V 1.7 µA | RPC 6        | 10194 V 2.4 µA  | RPC 6        | 10494 V 8.2 µA  | RPC 6        | 10182 V 29.1 µA |
| RPC 7        | 10133 V 4.1 µA | RPC 7        | 10118 V 0.5 µA  | RPC 7        | 10186 V 2.0 µA  | RPC 7        | 10245 V 3.8 µA  |
| RPC 8        | 10140 V 1.0 µA | RPC 8        | 10419 V 0.4 µA  | RPC 8        | 10315 V 1.0 µA  | RPC 8        | 10217 V 0.7 µA  |
| RPC 9        | 10246 V 1.3 µA | RPC 9        | 10391 V 1.1 µA  | RPC 9        | 10277 V 2.3 µA  | RPC 9        | 10238 V 1.5 µA  |

\*Effective voltage:  
 $V_{eff} = V_{mon} * (P_0/P)^*(T/T_0)$   
 $T_0 = 20^\circ\text{C}$   $P_0 = 970$  mbar

Average current  
5.01 µA

Colour code for currents  
I < 5 µA  
5 µA < I < 10 µA  
I > 10 µA

Alcune camere mostrano un aumento di corrente di buio.

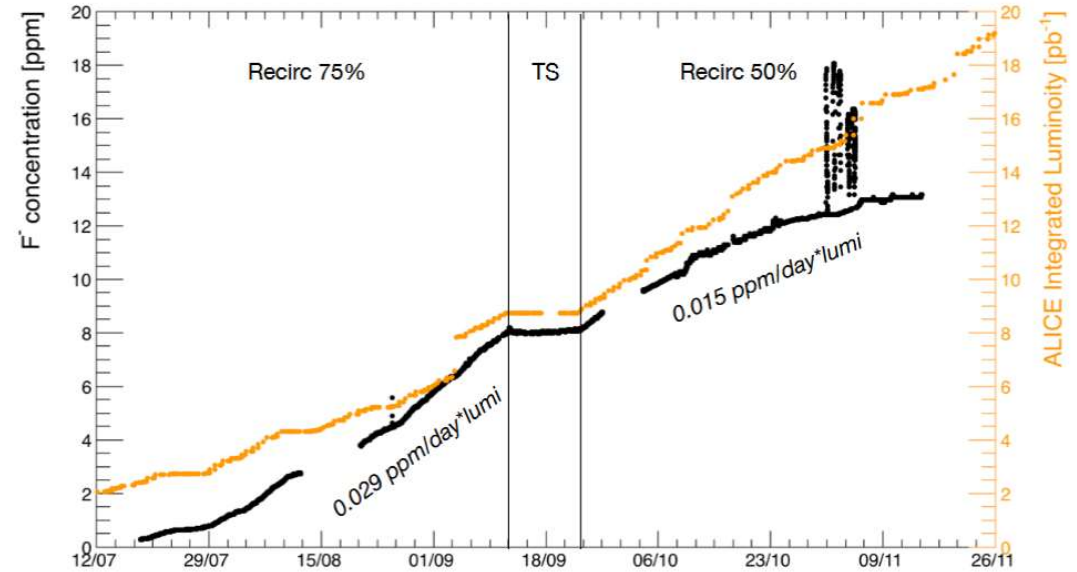
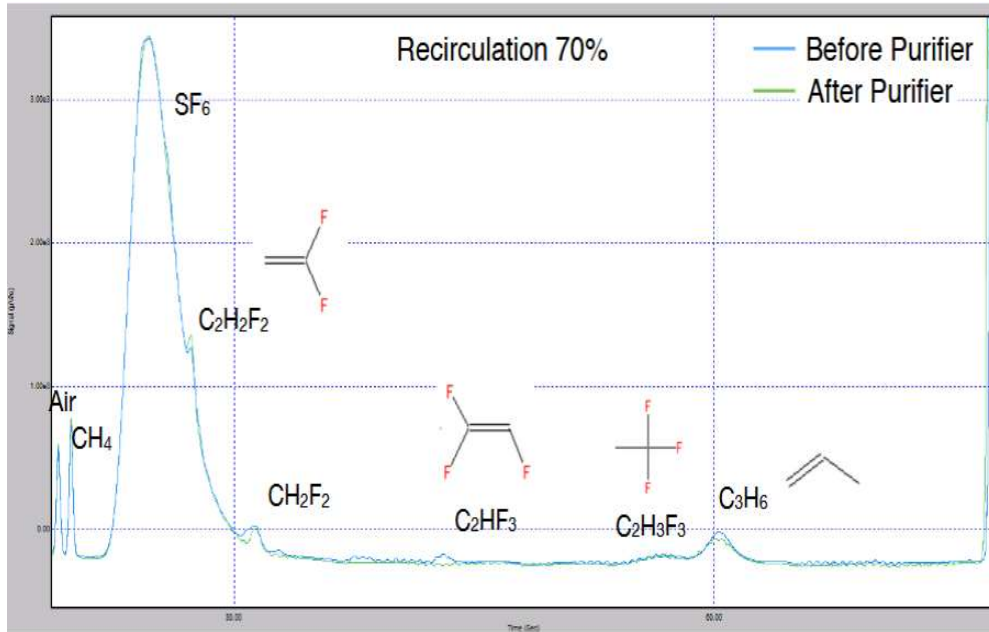


Scelta delle camere da sostituire in corso.  
 Possibile criterio:

Sostituire tutte RPC > 10 µA e centrali > 5 µA  
 → 17 RPC



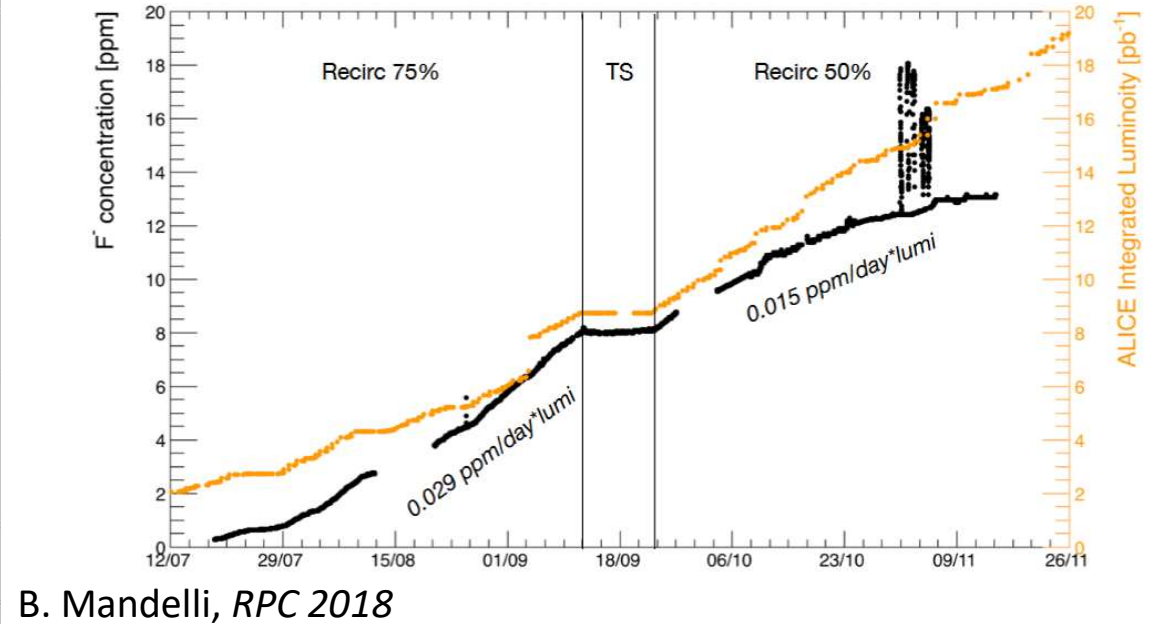
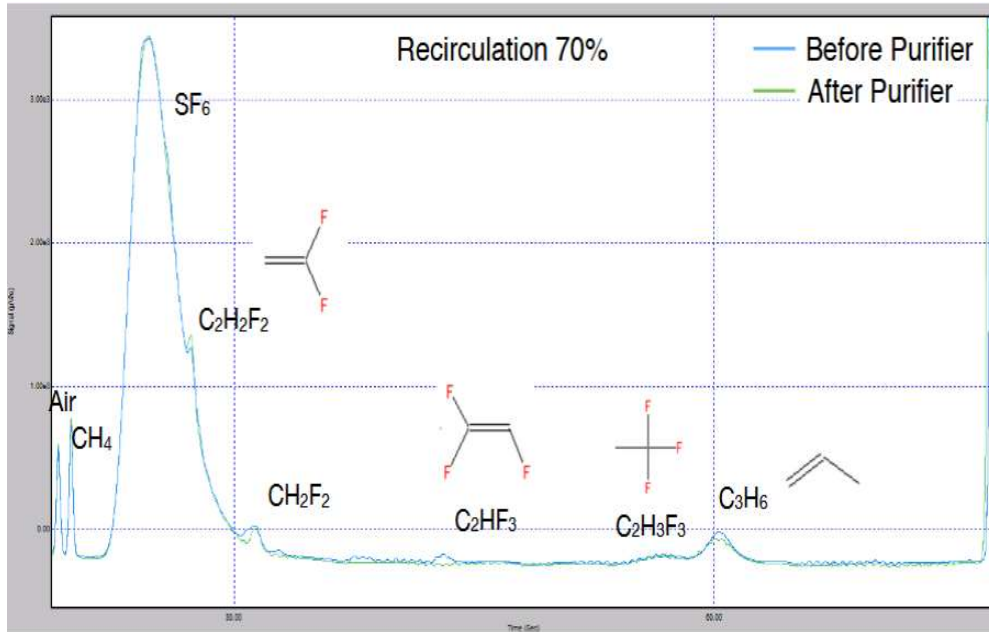
# Upgrade del sistema di gas



B. Mandelli, *RPC 2018*

- Accumulo di impurità nel sistema monitorato sporadicamente in Run2 dopo il passaggio a un sistema a ricircolo
  - monitoraggio delle performance del purifier
  - aumento di ioni F<sup>-</sup> con la luminosità → possibile causa di aumento della corrente di buio
- In Run 3, con l'aumento del tasso di interazione, è necessario un monitoraggio continuo, mediante l'acquisto di
  - un gas-cromatografo dedicato (20 kCHF)
  - una stazione Ion Selective Electrode (ISE) per la concentrazione di ioni fluoro (3 kCHF)
 → richiesta **20 kEuro Apparati**

# Upgrade del sistema di gas



B. Mandelli, *RPC 2018*

- Accumulo di impurità nel sistema monitorato sporadicamente in Run2 dopo il passaggio a un sistema a ricircolo
  - monitoraggio delle performance del purifier
  - aumento di ioni F<sup>-</sup> con la luminosità → possibile causa di aumento della corrente di buio
- In Run 3, con l'aumento del tasso di interazione, è necessario un monitoraggio continuo, mediante l'acquisto di
  - un gas-cromatografo dedicato (20 kCHF)
  - una stazione Ion Selective Electrode (ISE) per la concentrazione di ioni fluoro (3 kCHF)
 → richiesta **20 kEuro Apparati**

Richieste per M&O-B 2019:30 kCHF = **27 kEuro SPServizi**

| budget description                            | Spesa (kCHF) | Commenti |                                      |
|---|--------------|----------|--------------------------------------|
| Mechanics                                     | 4            |          |                                      |
| Gas Systems                                   | 4            |          |                                      |
| Cooling Systems                               |              |          |                                      |
| FEE spares                                    |              |          |                                      |
| Standard Electronics LV/HV PS                 |              |          |                                      |
| Standard Electronics Crates                   |              |          |                                      |
| Standard Electronics R/O modules              |              |          |                                      |
| Controls (DCS & DSS)                          |              |          |                                      |
| Sub-Detector spares                           | 5            |          |                                      |
| Areas   |              |          |                                      |
| Communications                                | 1            |          |                                      |
| Store Items                                   | 1            |          |                                      |
| Technical Manpower @ CERN: Industrial Support |              |          |                                      |
| Technical Manpower @ CERN: subsistence        | 15           |          |                                      |
| <b>Totale</b>                                 | <b>30</b>    |          | 47% della spesa totale MTR (64 kCHF) |