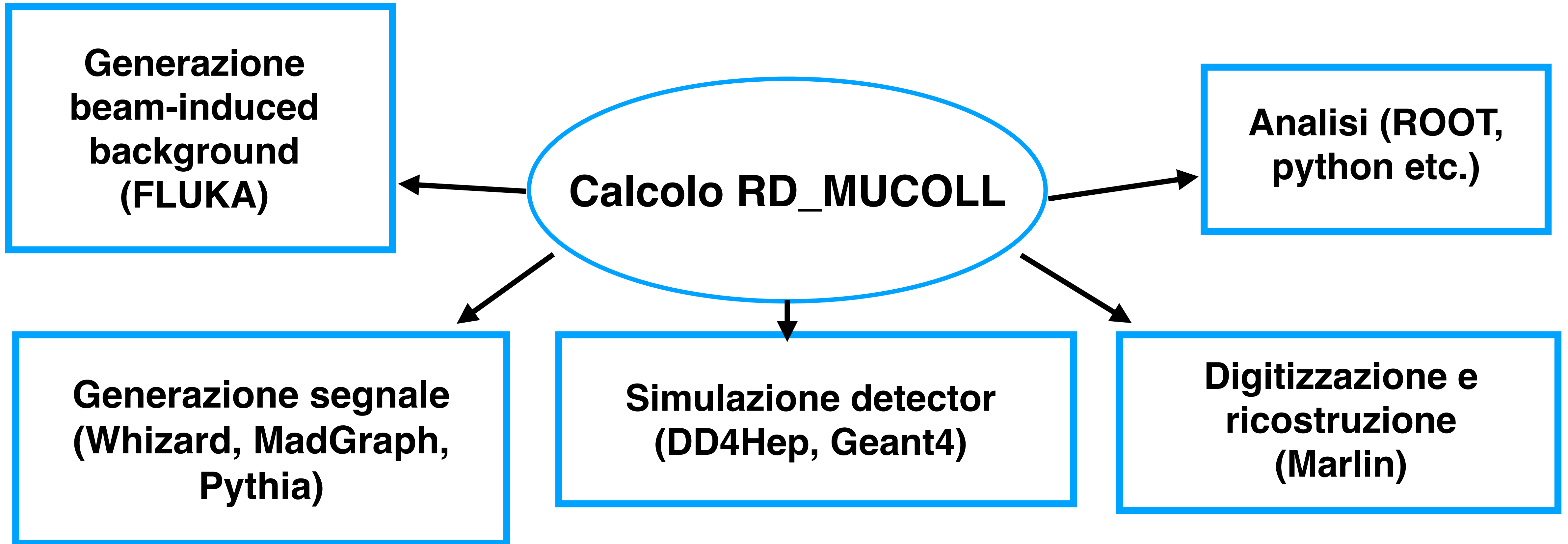




Calcolo RD_MUCOL

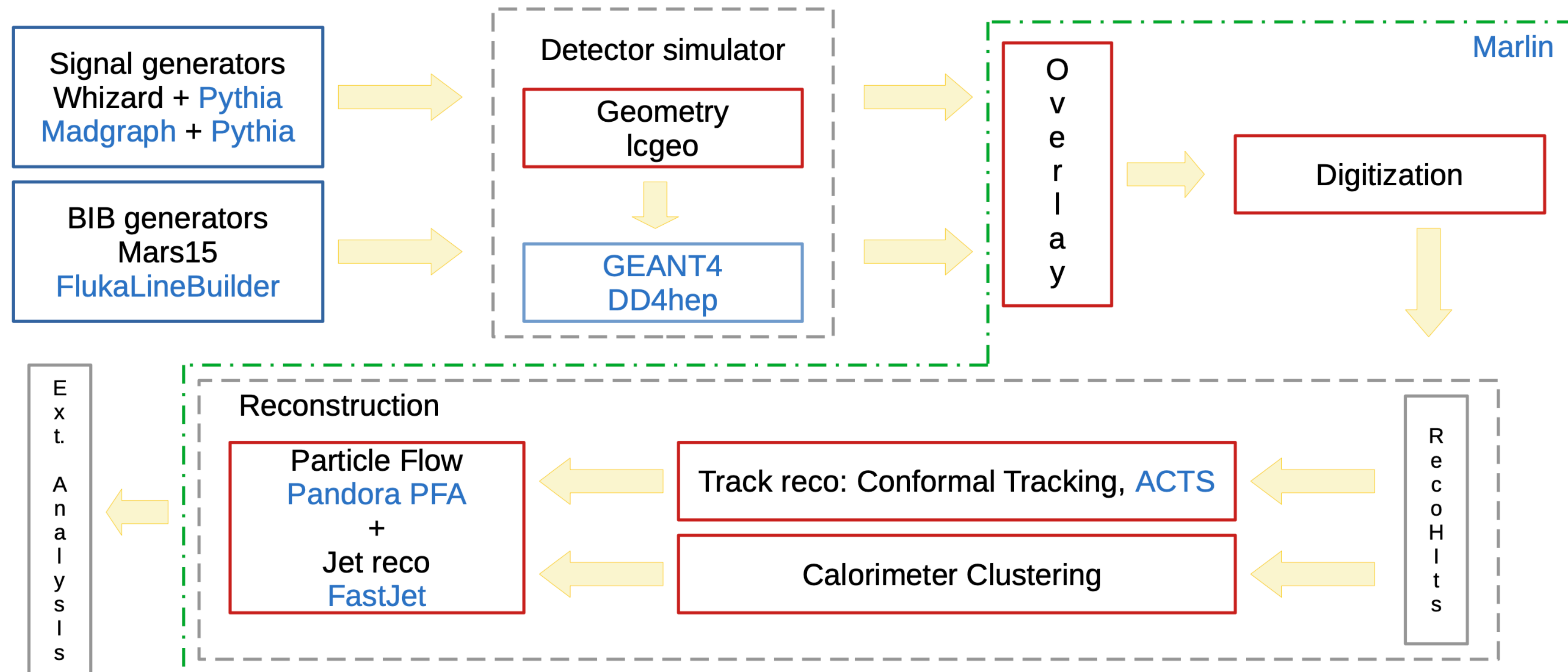
Lorenzo Sestini - INFN Padova

Meeting nazionale di RD_MUCOL - Pavia - 21/12/2022



Struttura software

Da presentazione Paolo Andreetto ad ICHEP 2022: https://agenda.infn.it/event/28874/contributions/169190/attachments/94243/128880/ICHEP_MC_Computing.pdf



- I processi più dispendiosi in termine di risorse di calcolo sono la simulazione del Beam-Induced Background (BIB, 30M di particelle per bunch-crossing) e la ricostruzione del segnale + BIB (combinatorio elevato)

Sviluppo e distribuzione software

Da presentazione Paolo Andretto ad ICHEP: https://agenda.infn.it/event/28874/contributions/169190/attachments/94243/128880/ICHEP_MC_Computing.pdf



Development and production previously based on CentOS 8
Temporary moved to CentOS 8 Stream
Waiting for a final solution from CERN/FermiLab



Development tools and guidelines from iLCSoft
The code is available in [Github](#)
A Github-based CI has been configured by BerkeleyLab people

The reference artifact for the production is a docker container, published in [Docker Hub](#)

Conversion from docker image into singularity one is performed

The singularity container:

- is distributed via storage element for batch processing at INFN-CNAF
- will be available via CVMFS at CERN (**still work in progress**)

Mantenimento del software e gestione risorse: [Alessio Gianelle e Paolo Andretto](#) (tecnologi INFN-PD)



Documentazione Software

<https://confluence.infn.it/display/muoncollider>

<https://gitlab.cern.ch/kkrizka/mcdwiki/>

The screenshot shows the 'Muon Collider Home' page on the Confluence platform. The page features a navigation sidebar on the left with sections for 'Muone Collider', 'Pagine', 'Blog', and a tree structure of the page content. The main content area includes a 'Dashboard' section with the title 'Muon Collider Home' and two large 3D visualization images of the detector. Below the images, there is a section for mailing lists with three links: muon_collider_studies@lists.infn.it for general questions, muon_collider_software@lists.infn.it for software issues, and muon_collider_detectors@lists.infn.it for detector issues. The top of the page includes a search bar and a login button labeled 'Accedi'.

The screenshot shows the 'Muon Collider Software Tutorial' page on the GitLab platform. The page has a dark theme and a sidebar on the left with a search bar and a navigation menu. The main content area features the title 'Muon Collider Software Tutorial' and a paragraph explaining the purpose of the wiki. Below the text is a list of topics, including 'Computing Setup', 'Event Generation', 'Simulation', 'Digitization and Reconstruction', 'Study of Object Performance', 'Algorithm Development', and 'Advanced Topics'. The sidebar on the left contains a list of project-related items such as 'Project information', 'Repository', 'Issues', 'Merge requests', 'CI/CD', 'Security & Compliance', 'Deployments', 'Packages and registries', 'Infrastructure', 'Monitor', and 'Analytics'.

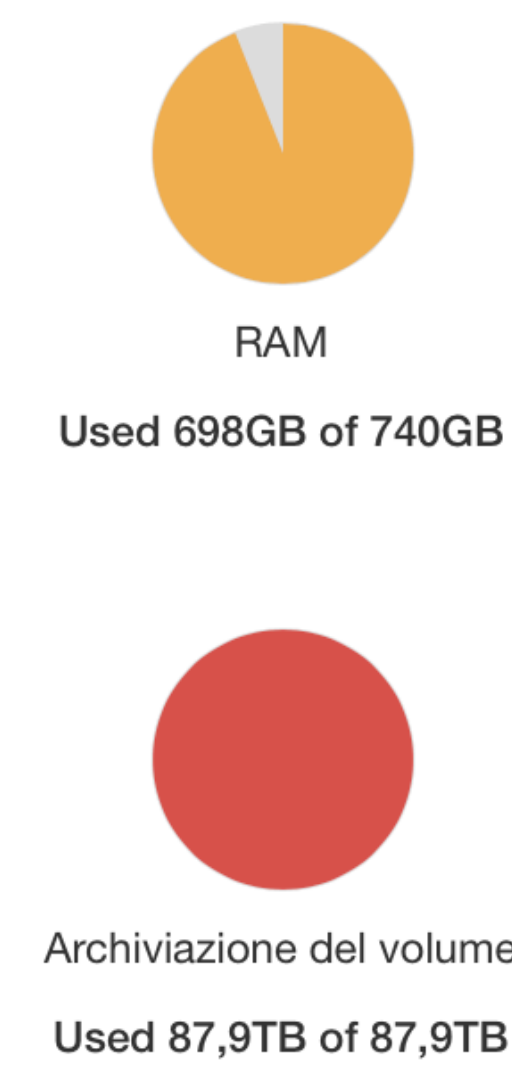
Elenco siti risorse

- **Cloud-Veneto**: 200 VCPU, 740 GB di RAM, ~100 TB di storage
- **CNAF**: batch system basato su HTCondor, 150 TB di storage, 6 CE
- **CERN**: batch system basato su HTCondor, 100 TB di storage su CERN EOS
- **IBISCO-Bari**: risorse condivise con altri progetti allocate al momento della richiesta
- **Risorse locali**: Farm Trieste (modalità opportunistica), Pavia etc.

Cloud-Veneto

Report sull'utilizzo per periodo	2021-12-19	2022-12-19				
ID progetto	1d4bbed70b794917acaaaa69990873fb					
Istanze attive:	17					
Utilizzo totale VCPU (Ore):	1228095	13				
RAM totale attiva (MB):	714752					
Utilizzo totale memoria (Ore):	6019346885	43				
Dimensione totale disco (GB):	425					
Utilizzo totale disco (Ore):	3480075	7				
Nome Istanza	VCPU	RAM (MB)	Disco (GB)	Utilizzo (Ore)	Age (Seconds)	Stato
MuonC_Laura	8	32768	25	7987,21	28753956	Attivo
MuonC_05	8	32768	25	5353,14	19271321	Attivo
MuonC_Lorenzo	8	16384	25	8769,71	35065947	Attivo
MuonC_UI	8	8192	25	7362,58	26505300	Attivo
MuonCServer	2	4096	25	8769,71	46897997	Attivo
MuonC_04	8	32768	25	7655,95	27561423	Attivo
Whizard_MPI	8	16384	25	7701,97	27727107	Attivo
MuonC_01	8	32768	25	8707,35	31346472	Attivo
ILC_Nazar	8	32768	25	8769,71	64102766	Attivo
MuonC_Users_01	8	32768	25	8769,71	34995274	Attivo
MuonC_copy	16	2048	25	235,27	846972	Attivo
MuonC_Monster	32	348160	25	8661,86	31182678	Attivo
MuonC_Stream	8	32768	25	5353,09	19271116	Attivo
Whizard2	4	8192	25	8769,71	66159381	Attivo
MuonC_Users_02	8	32768	25	7727,97	27820702	Attivo
MuonC_02	8	32768	25	8707,32	31346366	Attivo
MDI	8	16384	25	8769,71	45368182	Attivo

Istanze attive: 17
RAM attiva: 698GB
Ore-VCPU di questo perio... 1228094,58
Ore-GB di questo periodo: 3480073,60
Ore-RAM di questo perio... 6019344408,95



- Risorse in condivisione tra INFN e Università
- **Accesso via INFN IdP, necessita account centralizzato**
- Grazie alla flessibilità della Cloud (ad es. nessun limite ad allocazione RAM o al tempo massimo di esecuzione), riusciamo a girare qualunque tipo di job (generazione, simulazione, ricostruzione etc.)
- Spesso le risorse Cloud-Veneto sono al limite, sia per l'esaurimento dello storage che per le CPU occupate

- Attuale occupazione Disco: 114 TB/150 TB



- **Accesso via VOMS**, istruzioni <https://confluence.infn.it/display/muoncollider/Storage+Element>
- Utilizzato per la simulazione di BIB e come storage
- Sono stati simulati 1000 bunch-crossing di BIB a 1.5 TeV
- Ricontrati problemi dovuti al limite della RAM per job, o ad errori di time-out, soprattutto per jobs di ricostruzione
- **Attualmente scarica di jobs, dobbiamo pensare in breve tempo come impiegare queste risorse**

CERN

- **Per poter accedere necessario account al CERN**
- Iscrizione su e-groups *muoncollider-readers*, *muoncollider-writers*, *muoncollider-batch*
- 100 TB di spazio disco su EOS
- Attualmente riempito con 44/100 TB
- Tutti e 1000 i bunch crossing di BIB simulati al CNAF sono stati copiati su EOS
- Possibilità di sottomettere jobs con HTCondor, potenzialmente abbiamo delle code dedicate
- In questo momento viene utilizzato per job di simulazione segnale/ricostruzione

IBISCO-Bari

- **Le risorse di IBISCO-Bari sono state effettivamente disponibili dall'inizio di quest'anno (2022)**
- La richiesta del 2022 era stata calcolata sul progetto proposto dal gruppo di Bari: 7k HS06 e 300 TB
- Destinata alla produzione campioni di b, c e light jets (full simulation + ricostruzione con BIB) per studiare algoritmi di ricostruzione/identificazione basati su machine learning, e a campioni per lo sviluppo di HCAL-gas
- Le risorse sono attualmente condivise con gli altri progetti, vengono allocate al momento della loro richiesta
- L'accesso avviene tramite account a Bari, può essere aperto anche da utenti di altre sedi
- **Necessario stabilire un accounting delle risorse per la prossima review**

Campioni simulati (Set. 2020-Set.2021)

Campioni full simulation ricostruiti (segnale a 3 TeV+BIB):

- $H \rightarrow bb$ 3k eventi in totale (1.5k eventi in due configurazioni diverse)
- $\mu\mu \rightarrow bb$ 3k eventi in totale (1.5k eventi in due configurazioni diverse)
- $\mu\mu \rightarrow cc$ 1.5k eventi
- $\mu\mu \rightarrow$ light jets 1.5k eventi

9k eventi di segnale (+60k di particle gun) con full simulation e BIB

Campioni per studi di tracking (particle guns):

- muons: 1800k particelle + 60k particelle ricostruite con il BIB
- pions: 240k particelle
- electrons: 120k particelle
- photons: 100k particelle

Campioni con solo segnale (full simulation + ricostruzione senza BIB):

- $HH \rightarrow (4b)$ 10k eventi per 7 valori diversi del coupling (70k in totale)
- 10k eventi di $\mu\mu \rightarrow 4b$ + 10k eventi di $\mu\mu \rightarrow H b b$ (fondi HH)
- 60k eventi di $\mu\mu \rightarrow bb$
- 60k eventi di $\mu\mu \rightarrow cc$
- 60k eventi di $\mu\mu \rightarrow$ light jets
- 100k eventi $\mu\mu \rightarrow \mu\mu$ (per studi misura luminosità)
- 100k eventi $\mu\mu \rightarrow \mu\mu$ Bhabha (per studi misura luminosità)
- 40k eventi di $H \rightarrow \mu\mu$ + 4M eventi fondo
- Dark Photons: 60k eventi di segnale + 420k eventi di fondo

Campioni simulati (Set. 2021 - Set.2022)

Campioni full simulation ricostruiti (segnale a 3 TeV+BIB):

- H → WW: 10k eventi
- Fondi H → WW 40k eventi
- H → cc: 20k eventi
- Z → cc: 10k eventi
- H → bb: 10k eventi
- Z → bb: 10k eventi
- HH → bbbb: 80k eventi (10k per ogni ipotesi di trilinear coupling)
- Fondi HH: 20k eventi
- Campioni per misura Higgs width: 53k eventi
- Campioni per studi su calorimetro Crilin: 20k eventi (jets, fotoni)
- Campioni per studi su HCAL: 10k eventi (jets)

Circa 300k eventi ricostruiti con full simulation e BIB (ma nessuna richiesta di calcolo è stata fatta per il 2022)

Da Settembre 2022 ad oggi altri 500k eventi di full simulation sono stati simulati e ricostruiti!

Lista campioni: <https://confluence.infn.it/display/muoncollider/Monte+Carlo+Simulated+Samples>

Attività 2023

- **Analisi in corso/pianificate**

- Misura della Higgs width
- $H \rightarrow \gamma\gamma$
- Studi di jet flavour tagging
- Ricostruzione fotoni/elettroni

Lista attività: [https://docs.google.com/document/d/](https://docs.google.com/document/d/1pZR9EAbxJV0ERLS0YIgNToEyQm2QwUkNHkO3TzbrhII/edit?usp=sharing)

[1pZR9EAbxJV0ERLS0YIgNToEyQm2QwUkNHkO3TzbrhII/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1pZR9EAbxJV0ERLS0YIgNToEyQm2QwUkNHkO3TzbrhII/edit?usp=sharing)

- **MDI e generazione beam-induced background**

- Produzione BIB a 3 TeV con Fluka
- Produzione BIB a 10 TeV con Fluka
- Simulazione BIB su detector a 3 e 10 TeV

- **Sviluppo detector**

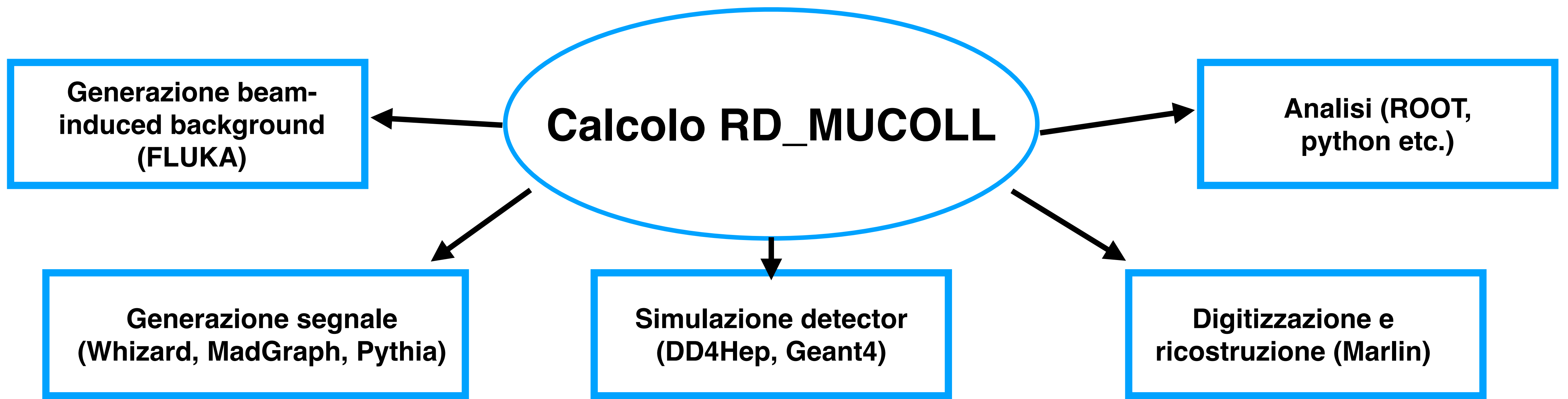
- Crilin ECAL
- HCAL gas
- Muon Detector (picosec)
- Tracking
- Studi per detector a 10 TeV

Con l'espandersi della collaborazione prevediamo un intensificarsi delle attività. Ci aspettiamo inoltre un periodo di sviluppo di codice, algoritmi e design detector

Software in continua evoluzione, susseguirsi di release a breve scadenza

Nuove risorse 2023: Cloud INFN

- **Richiesta di calcolo 2023 per RD_MUCOL è stata di un server per la Cloud-INFN**
- **le risorse di tipo Cloud sono quelle che meglio si adattano al nostro modello di calcolo e le risorse Cloud-Veneto già a nostra disposizione sono al limite**
- La richiesta è stata accordata dai referee: verranno assegnate risorse Cloud già disponibili nel 2023, e successivamente verranno acquistate con fondi PNRR (non prima del 2024)
- Confrontabile in termini di CPU e storage con quello già disponibile per la Cloud-Veneto: **512GB di RAM e spazio disco di 300 TB** (circa 150 TB effettivamente disponibile per lo storage)
- **L'acquisizione delle risorse avverrà in modo graduale, discussione in corso**



- **Cloud-Veneto**: generazione beam-induced background, generazione segnale, simulazione detector, ricostruzione, analisi.
- **CNAF**: simulazione beam-induced background su detector
- **CERN**: simulazione detector, ricostruzione
- **IBISCO-Bari**: studi HCAL, jet flavour tagging

Considerazioni e prospettive future

- **Il modello di calcolo è piuttosto complesso**, ma è la conseguenza di lavorare su un ambiente nuovo (e.g. BIB, combinatorio elevato) e in costante sviluppo (algoritmi, detector etc.)
- Avere il calcolo distribuito su piattaforme eterogenee non è un vantaggio, **molte criticità (ad es. spostare i file da un sistema all'altro)**
- Migrazione del framework su **Key4hep**: al momento in fase di valutazione, potrebbe implicare importanti cambiamenti, **criticità su forza-lavoro necessaria**
- **Utilizzare sistemi con cui non si ha confidenza richiede uno sforzo maggiore, ma è necessario per poter dimostrare di aver utilizzato le risorse assegnate, e richiederne in futuro quando c'è la necessità**