

Gli High Level Triggers in ATLAS e CMS

II Workshop sulla fisica di ATLAS e CMS

Napoli, 14 Ottobre 2004

Marco Zanetti

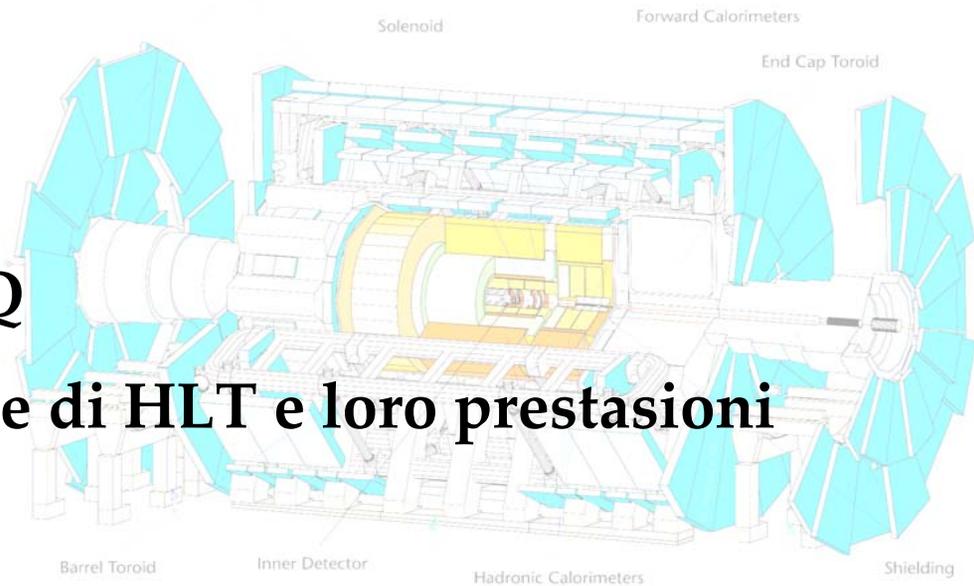
INFN Padova – CMS

Alessandro Di Mattia

INFN Roma 1 - ATLAS

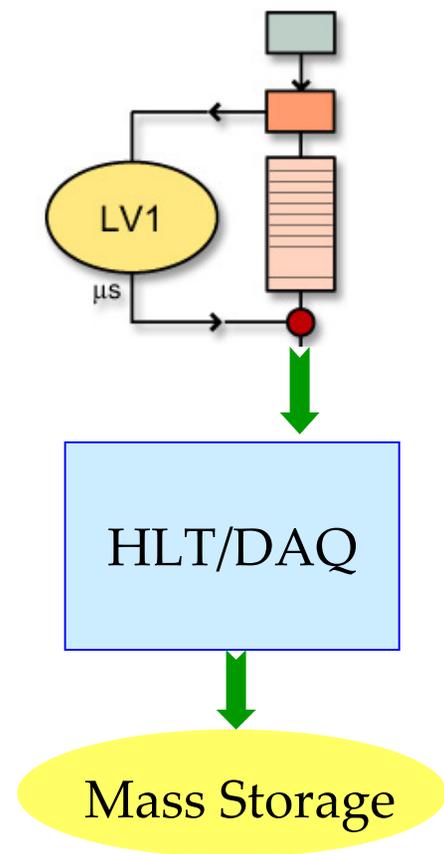


- ✓ **Introduzione**
- ✓ **Architetture di HLT/DAQ**
- ✓ **Algoritmi di ricostruzione di HLT e loro prestazioni**
- ✓ **Triggers:**
 - Inclusivi
 - Esclusivi
 - Pre-scale, calibrazione, monitor
- ✓ **Considerazioni sui primi giorni di run di LHC**

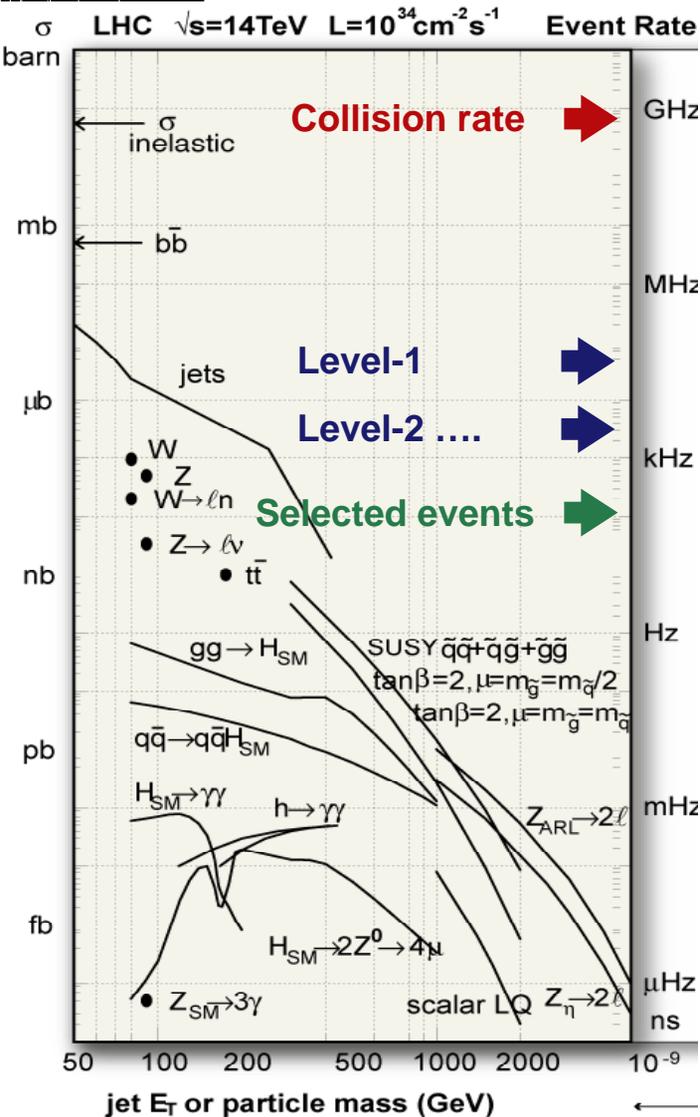




- ✓ CMS ed ATLAS sono rivelatori completamente diversi che studiano la stessa fisica con le stesse problematiche
- ✓ Una fra tutte, il **riconoscimento** e la **selezione** in tempo reale di un evento interessante su $\sim 10^7$
- ✓ Il primo passo e' il **I Livello di Trigger**. Non ci sono differenze concettuali tra ATLAS e CMS:
 - algoritmi implementati su hardware custom;
 - piccola frazione delle informazioni sull'evento disponibile;
 - massima rate in output = 100kHz;
- ✓ Il compito degli High Level Trigger e' di **raffinare la selezione** fino ad una rate di $O(100)$ Hz, con **grande efficienza** per gli eventi di segnale



High Level Trigger: Introduzione



✓ 100 Hz a $10^{34}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (L nominale di LHC) corrispondono a $10\text{nb} \sim \sigma(pp \rightarrow W^+ \rightarrow \mu^+ \nu)$

Gli HLT svolgono la prima vera analisi

La differenza e' che viene eseguita in **tempo reale**



✓ Vincoli per gli algoritmi di ricostruzione sia per il **tempo di processamento** che per la **quantita' di dati** a disposizione

✓ **Non si puo' ripetere.** Un evento una volta scartato non si recupera piu'



✓ Alla base della selezione di HLT sta la precisa ricostruzione degli oggetti fisici (e , γ , μ , jet, b-jet, ME_T , τ).

Segnatura	Esempi di canali interessanti
Elettroni	Higgs (SM, MSSM), nuovi bosoni di gauge, extra dimensions, SUSY, W, top: $H \rightarrow 4e$, $H \rightarrow eevv$, $H \rightarrow eejj$, $W \rightarrow ev$, $Z \rightarrow ee$, $H/A \rightarrow tt$, $ttH \rightarrow ttbb$
Fotoni	Higgs (SM, MSSM), extra dimensions, SUSY: $H \rightarrow \gamma\gamma$, $h/A \rightarrow \gamma\gamma$
Muoni	Higgs (SM, MSSM), nuovi bosoni di gauge, extra dimensions, SUSY, W, top $H \rightarrow 4\mu$, $H \rightarrow \mu\mu\nu\nu$, $H \rightarrow \mu\mu jj$, $H/A \rightarrow \mu\mu$, $W \rightarrow \mu\nu$, $Z \rightarrow \mu\mu$, $H/A \rightarrow tt$, $ttH \rightarrow ttbb$
	Decadimenti rari del b: $B \rightarrow \mu\mu X$, $B \rightarrow J\Psi(\Psi')X$
Jets	SUSY, compositeness, risonanze: qq , qg , gg , $W \rightarrow jj$,
Jet+missing E_T	SUSY, leptoquarks: $q+g \rightarrow LQ + \nu \rightarrow jlv$
Tau+missing E_T	Extended Higgs models (e.g. MSSM), SUSY: $H^\pm \rightarrow \tau\nu$, $H \rightarrow \tau\tau$, $W \rightarrow \tau\nu$

✓ La selezione degli eventi si svolge in 2 o piu' fasi che gestiscono una rate sempre minore e un quantita' di informazione sempre maggiore (e.g. hits nel tracciatore) consentendo un ricostruzione sempre piu' accurata.

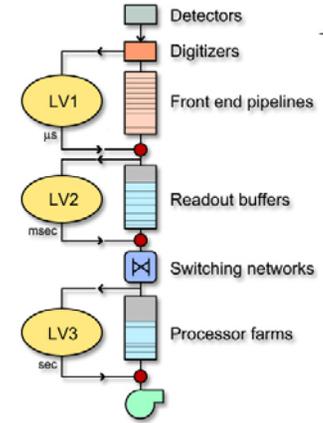
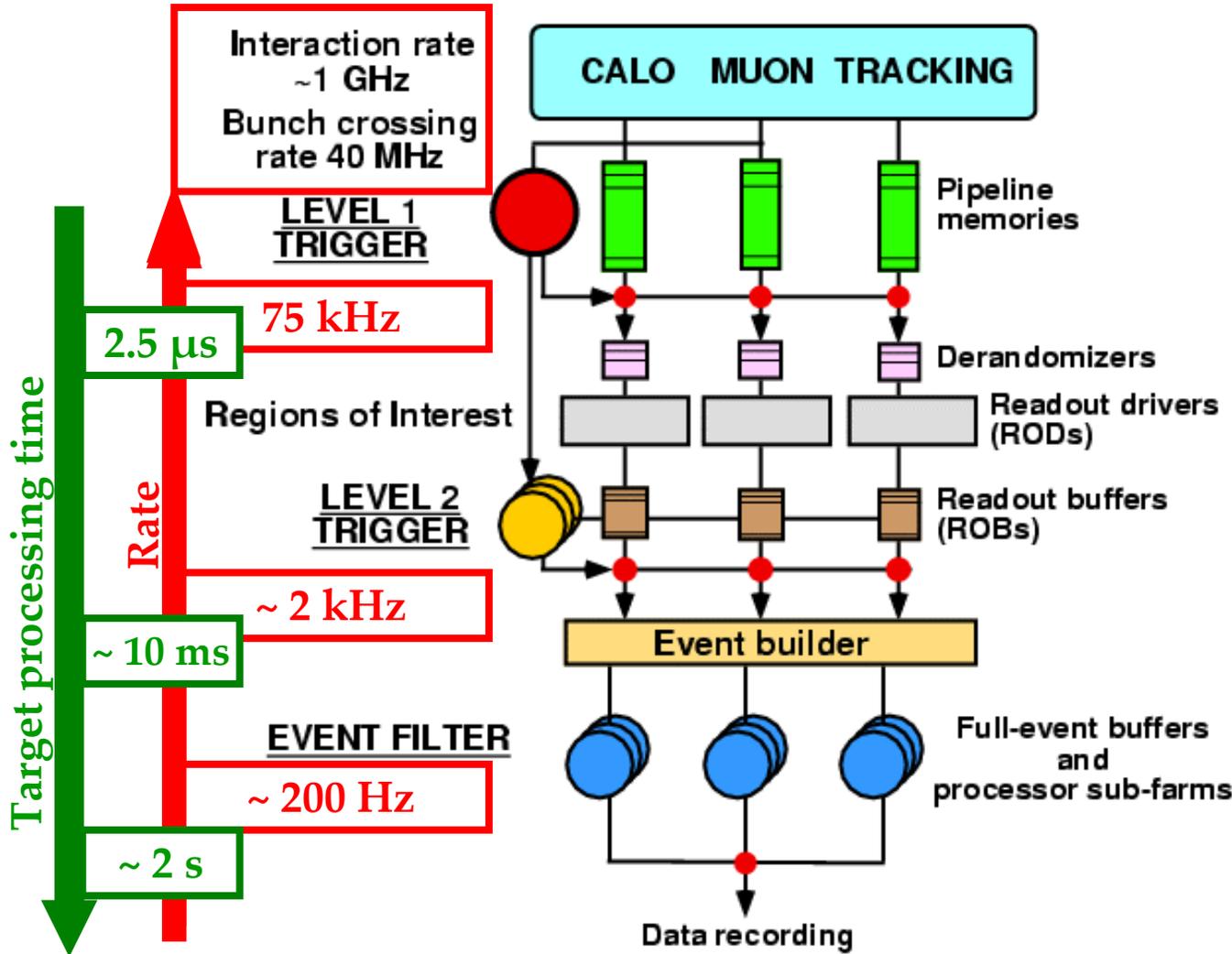


- ✓ **Flessibilita'**. Le prestazioni e le condizioni di lavoro dell'acceleratore e del rivelatore e la fisica delle interazioni p-p a 14 TeV sono variabili altamente poco prevedibili.
- ✓ **Robustezza**. Gli algoritmi non devono dipendere in maniera critica dalle variazioni delle costanti di calibrazione e allineamento
- ✓ **Rapida reiezione**. Gli eventi non passati le selezioni devono essere scartati dal flusso di dati il prima possibile
- ✓ **Inclusivita' delle selezioni**. Per avere massima efficienza per fenomeni di nuova fisica (potenzialmente ignota)
- ✓ **Validazione con i dati**. Deve essere possibile valutare l'efficienza di selezione senza affidarsi alle simulazioni
- ✓ **Sofisticatezza**. La ricostruzione on line deve essere il piu' simile possibile a quella offline. Ogni evento deve inoltre essere etichettato per facilitarne l'analisi successiva

Architettura: ATLAS



3 Livelli Fisici



High Level Triggers (HLT)
Software triggers

LEVEL 2 TRIGGER

- Regions-of-Interest "seeds"
- Full granularity for all subdetector systems
- Fast Rejection "steering"
- O(10 ms) latency

EVENT FILTER

- "Seeded" by Level 2 result
- Potential full event access
- Offline-like Algorithms
- O(1 s) latency

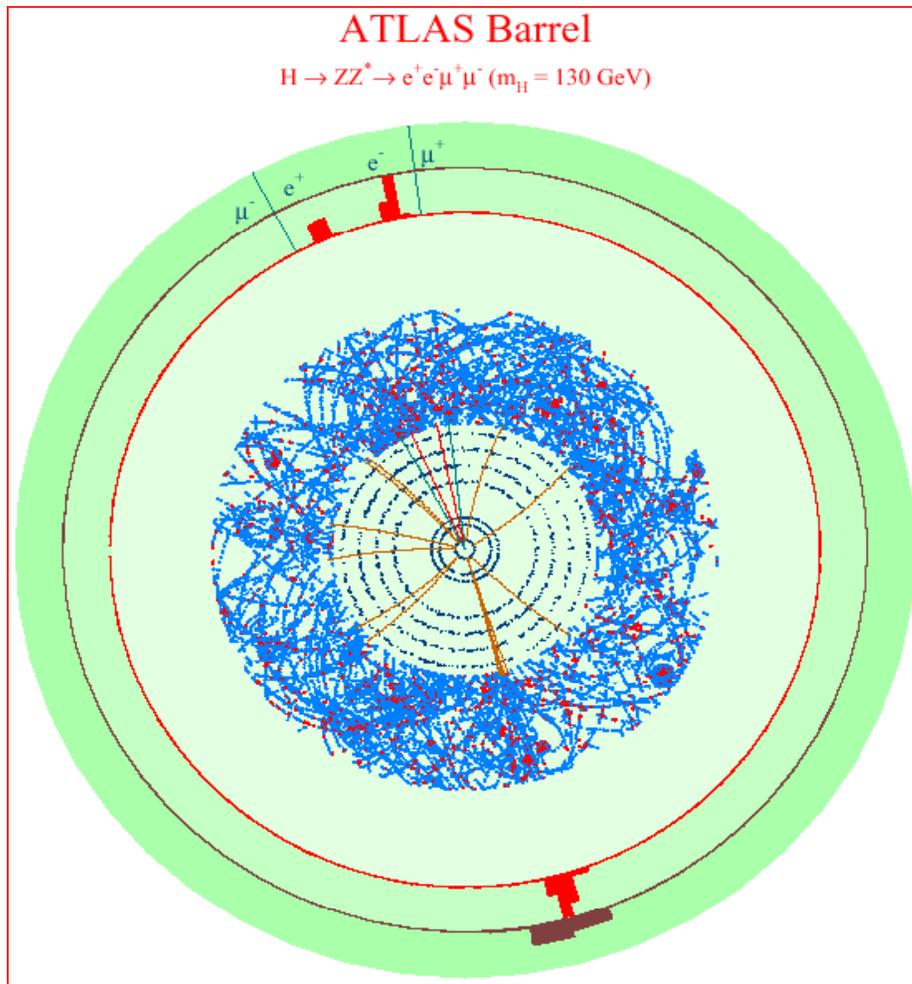


Concetto di RoI (Region of Interest)

$$H \rightarrow ZZ \rightarrow ee\mu\mu$$

ATLAS Barrel

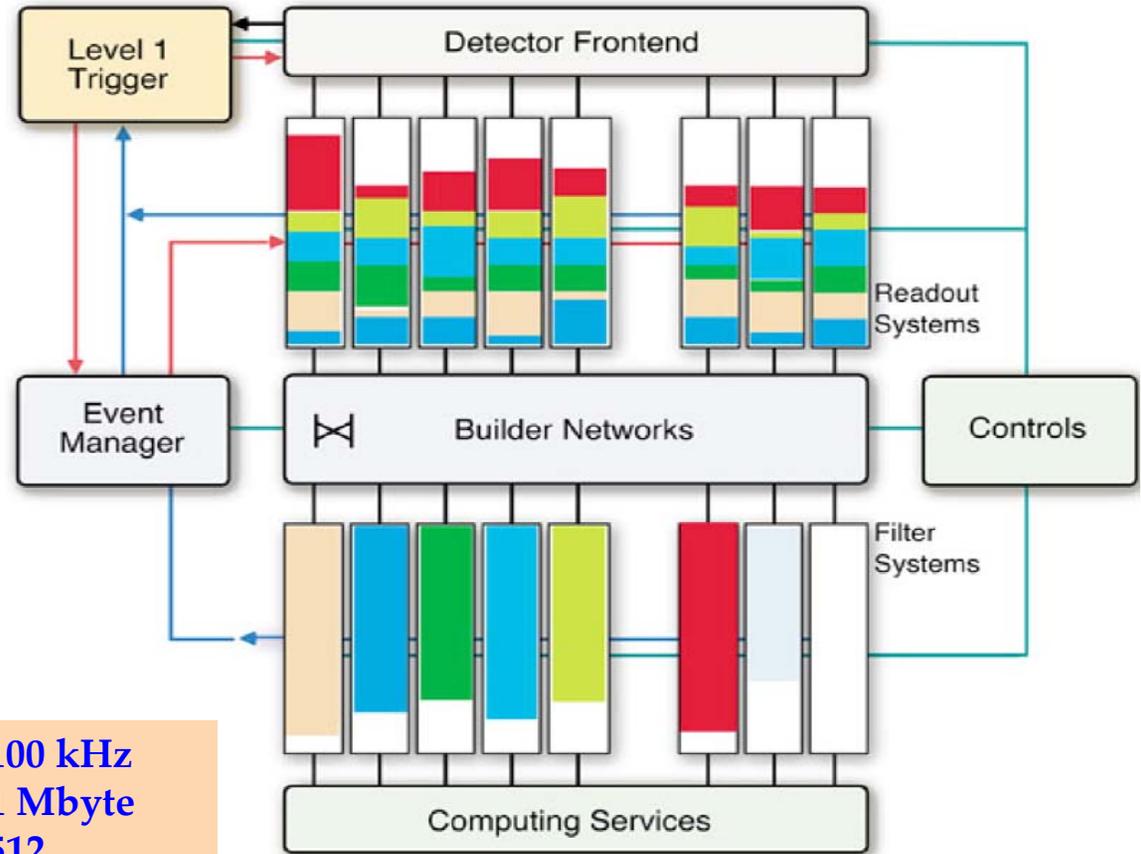
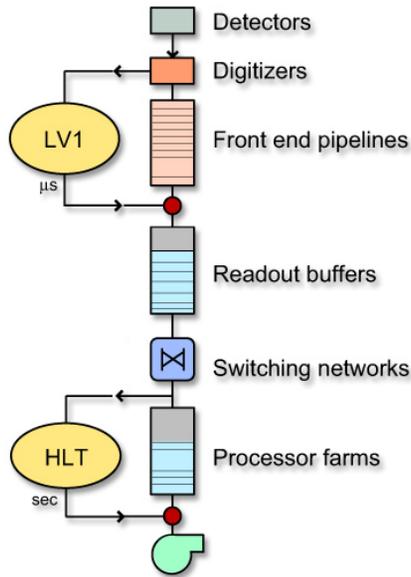
$$H \rightarrow ZZ^* \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^- (m_H = 130 \text{ GeV})$$



- Level-1
 - Uses only **coarse** calorimeter and muon spectrometer data
 - **Local signatures** dominate selection
 - **No matching of different detectors**
- RoI
 - The Region of Interest is the **geometrical location** of a LVL1 signature (identified high p_T object)
 - Allows **access to local full granularity data** of each relevant detector
 - $\langle \text{RoI/Level-1 accept} \rangle \sim 1.6$
- Level-2
 - Seeded with RoI
 - **Matching of full detector data within RoI**
 - Uses $\sim 2\%$ of the full event data for decision



2 Livelli Fisici



Level-1 Maximum trigger rate	100 kHz
Average event size	≈ 1 Mbyte
No. of In-Out units	512
Readout network bandwidth	≈ 1 Terabit/s
Event filter computing power	≈ 10 ⁶ SI95
Data production	≈ Tbyte/day
No. of PC motherboards	≈ Thousands



Architettura: CMS



Algoritmi sviluppati su una unica farm di processori

Le sfide:

- ✓ Leggere dai front end e fornire alla farm online ~1MB di dati a 100 kHz.
Bandwidth ~ 1 Terabit/s
- ✓ Processare 1MB a 100 kHz in un tempo $O(100)$ ms. Potenza di calcolo $\sim 10^6$ SI95
($O(10000)$ Pentium3 1GHz)

Scommessa sul progresso tecnologico

I vantaggi:

- ✓ Completa Flessibilita' nell'hardware, nel software e nel computing
- ✓ Scalabilita' del sistema. Si investono le risorse solamente quando necessarie
- ✓ Solo prodotti commerciali => possibilita' di sfruttarne i progressi, supporto
- ✓ Tutta l'informazione dell'evento disponibile, nessun bias introdotto da un livello intermedio

Le caratteristiche degli algoritmi:

- ✓ Per rigettare gli eventi il prima possibile, suddivisione interna in livelli intermedi: L2, L2.5, L3 ... concettualmente possibile un continuo di selezioni
- ✓ Regionalita'. La ricostruzione avviene solo dove suggerito dal livello precedente



Muoni in ATLAS

Livello 2

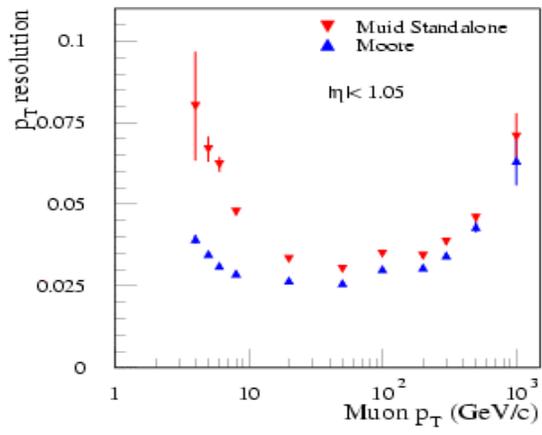
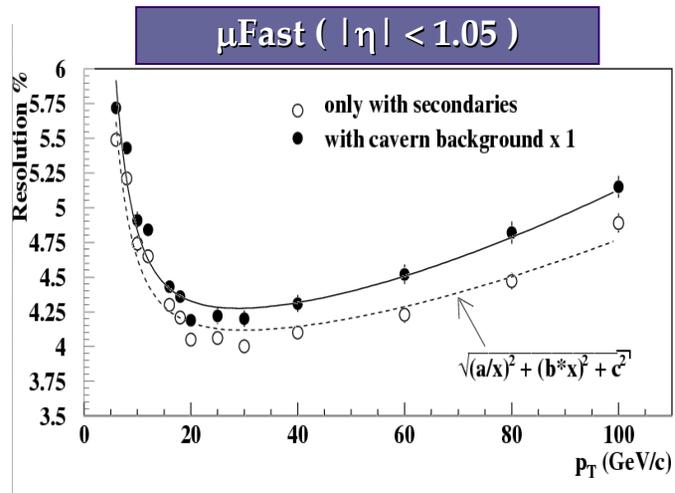
- ✓ **μ Fast (standalone)**: Fit dei segmenti nelle MDT, misura della sagitta e stima del Pt al vertice tramite Look Up Table ($\sim 1\text{ms}$)
- ✓ **μ Comb (ID info)**: Estrapolazione della traccia alla superficie dell'ID. Matching con le tracce nel SCT e ridefinizione del Pt ($\sim 0.1\text{ms}$)
- ✓ **μ SOL (Calo info)**: Isolamento (cono nel Calorimetro)

Event Filter

- ✓ **TrigMOORE (standalone)**: Fit a tutti i possibili segmenti di traccia all'interno di una camera, selezionando la miglior combinazione puntante il vertice. Fit dei hit dei segmenti con elica utilizzando mappa del campo magnetico ($\sim s$)
- ✓ **MUID (Combinato)**: Estrapolazione al vertice tramite LUT (includendo scattering multiplo e energy loss). Selezione delle tracce nell'ID. Rifit con elica attraverso l'intero detector con tutti gli hit ($\sim 0.1s$)

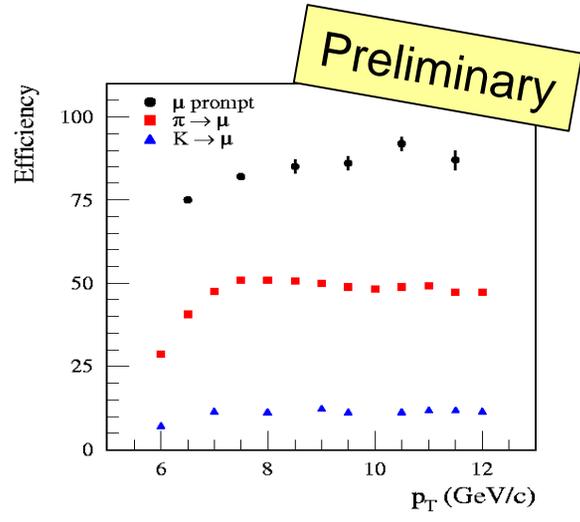
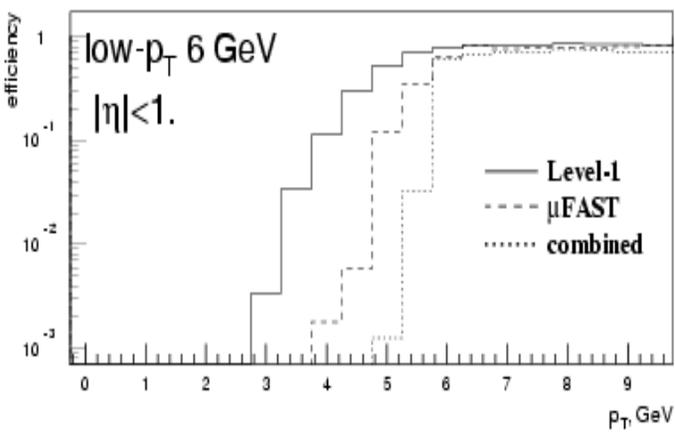
Algoritmi

Muoni in ATLAS



$L=10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Low p_t (6 GeV)	L1 (KHz)	μFast (KHz)	μComb (KHz)
K/π	7.10	2.70	0.90
b	1.40	0.75	0.58
c	0.80	0.40	0.32
Fake L1	1.0	~0	~0
Total	10.3	3.9	1.8



$L=10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

High p_t (20 GeV)	L1 rate (KHz)	μFast (KHz)
K/π	0.68	0.04
b	0.5	0.06
c	0.21	0.02
W	0.03	0.03
Fake L1	~0	~0
Total	1.42	0.15



Livello 2 (solo Calorimetro)

- ✓ Conferma candidati di L1;
- ✓ Ricostruzione con algoritmi di Super-Cluster per recuperare bremsstrahlung e dispersione in ϕ dovuta a bending
- ✓ Cluster nella regione fiduciale ($0 < |\eta| < 1.4442$, $1.566 < |\eta| < 2.5$). Soglie a 26 e 14 GeV per e singolo e doppio

Livello 2.5 (Pixel info)

- ✓ Propagazione all'indietro verso regione nel rivelatore di vertici (nessun bias grazie a "energy-weighted average impact point" in ECAL). Matching con ≥ 2 hit
- ✓ Separazione degli streams di e e γ . Ulteriore taglio su E_t dei γ .

Livello 3 Elettroni

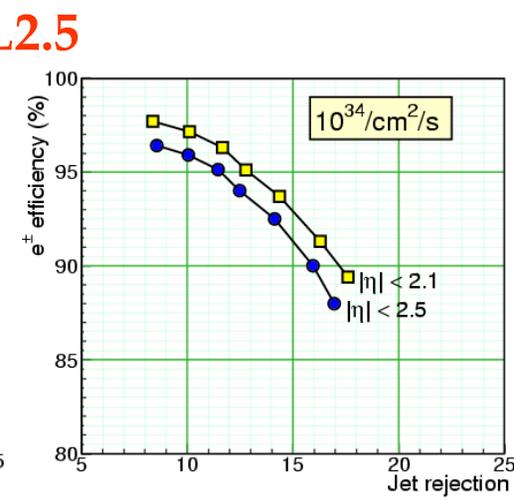
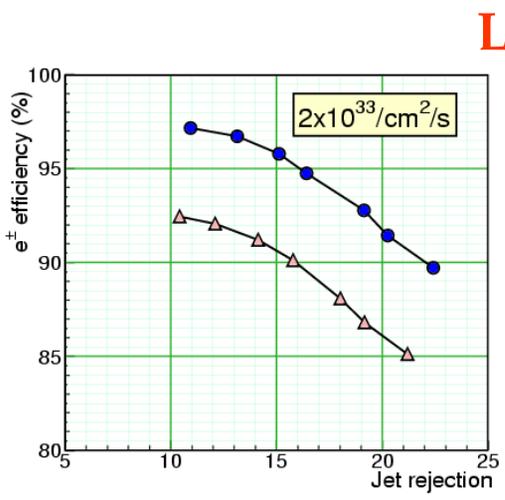
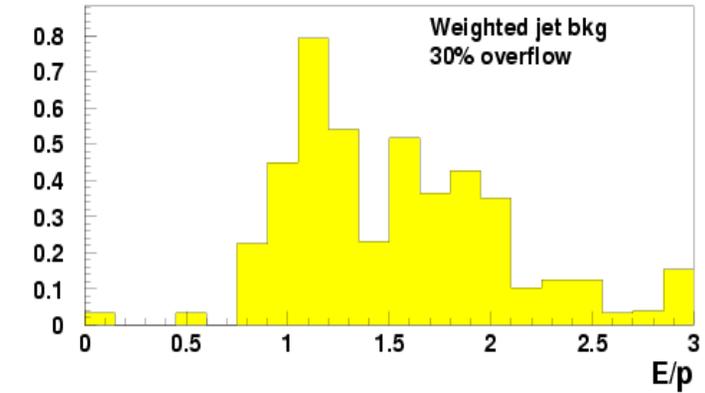
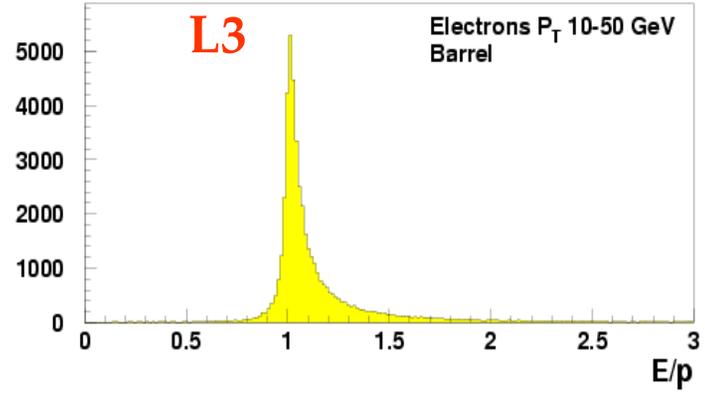
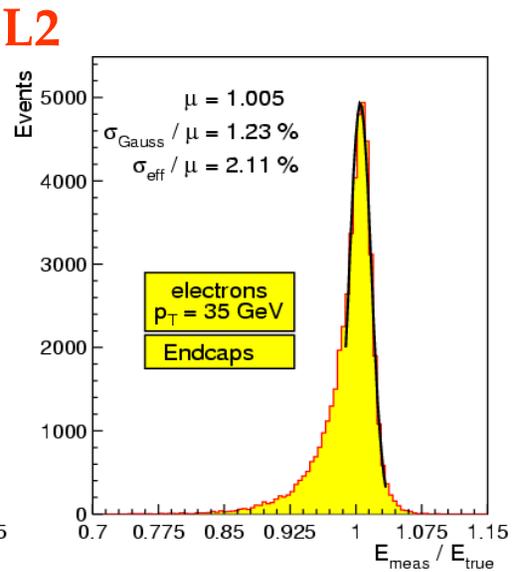
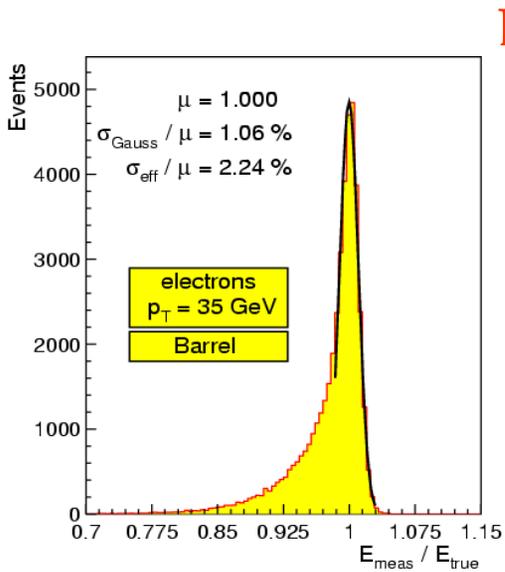
- ✓ Ricostruzione della traccia nel tracker con seed da L2.5.
- ✓ Nel barrel taglio sulla distanza longitudinale tra posizione del cluster e traccia, nell'endcap taglio su H/E (E_t in HCAL e ECAL). Per entrambe le regioni taglio su E/p.

Livello 3 Fotoni

- ✓ Taglio stringente su E_t dei γ -clusters. Soglia asimmetrica per i di- γ identica ad analisi offline H- $\rightarrow\gamma\gamma$
- ✓ Isolamento: per e e γ possibile nei pixel, nel tracker e nell'ECAL

Algoritmi

e/ γ in CMS



Step	Tempo medio di CPU (ms)
L2	154/evento di L1
L2.5	32 /evento di L1
L3	100 /evento di L1
Totale	162 /evento di L1



- ✓ La selezione degli eventi da scrivere su nastro e' condizionata dalla richiesta di **massima efficienza** per il programma di fisica, dalla **bandwidth** e dalla **potenza di calcolo disponibili**.
- ✓ Le selezioni possono essere raggruppate in classi:
 - **Trigger Inclusivi**; per coprire il grosso del programma di fisica degli esperimenti
 - **Trigger Esclusivi**; per estendere il programma di fisica a settori specifici (fisica del b)
 - **Trigger Prescalati, Calibrazione e Monitor**; per misure di sezioni d'urto e efficienze dai dati (bootstrap) e per capire lo stato e le prestazioni del rivelatore
- ✓ A ciascun trigger viene allocata parte della bandwidth a seconda della fase dell'esperimento e delle condizioni della macchina e dei rivelatori

In generale la lista delle selezioni deve essere flessibile, estendibile, non-biassante e adatta all' "inaspettato"

Tavole di Trigger

Esempio a $L=2 \cdot 10^{33} \text{ cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$



ATLAS

CMS

Oggetto di Trigger	Soglia (GeV)	Rate (Hz)	Soglia (GeV)	Rate (Hz)
Muone Isolato	20	~40	19	25
Doppio Muone	10		7	4
Elettrone Isolato	25	~40	29	33
Doppio Elettrone Isolato	15		17	1
Fotone Isolato	60	~25	80	4
Doppio Fotone Isolato	20		40, 25	5
Singolo Jet, 3 Jet, 4 Jet	400, 165, 110	~25	657, 247, 113	9
Jet + Energia mancante	70, 70	~20	180, 123	5
Tau + Energia mancante	35, 45	~5		
Tau jet inclusivo			86	3
Di-tau-jet			59	1
Elettrone + jet			19, 45	2
b-jets inclusivo			237	5
B-physics	$2\mu 6 m_B/m_{J/y}$	~10		
Altri (pre-scales, calibration, ...)		~20		10
Totale		~ 200		105



✓ Caveat 1: Solamente un “How to” per i rispettivi DAQ/HLT TDR. Molti i motivi per cui da ora allo startup ed anche in seguito, soglie e selezioni cambieranno:

- Eventuali scoperte di nuova fisica (e.g. Higgs a Tevatron)
- Migliore descrizione del modello standard (generatori MC a NLO)
- Comprensione del detector (test beam e commissioning)

✓ Caveat 2: Le rate associate a ciascun trigger sono da interpretare con cautela a causa delle diverse fonti di incertezza:

- Monte Carlo. ATLAS (CMS) $\sigma(pp)=70$ (50) mb, set di PDF, versione di Pythia
Campioni utilizzati, trattamento dei Minimum Bias
- Simulazione detector
- Algoritmi di ricostruzione tuttora in fase di sviluppo

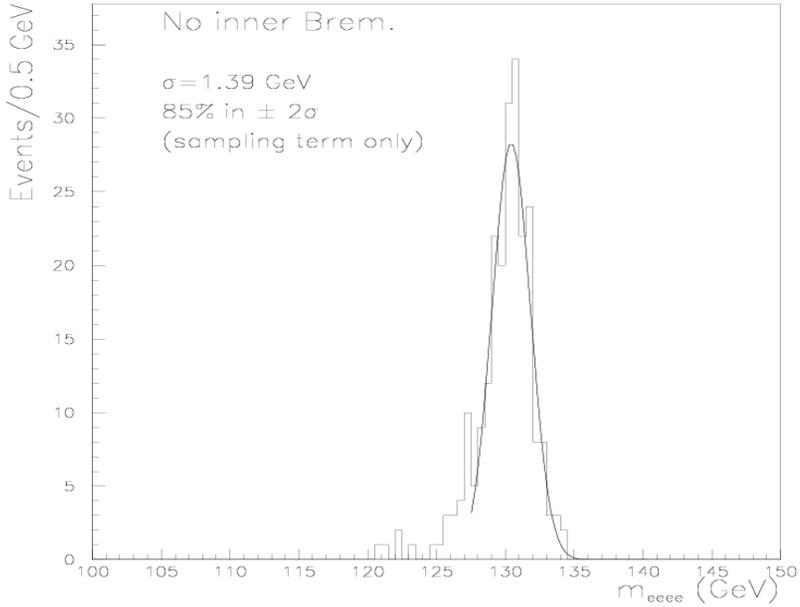
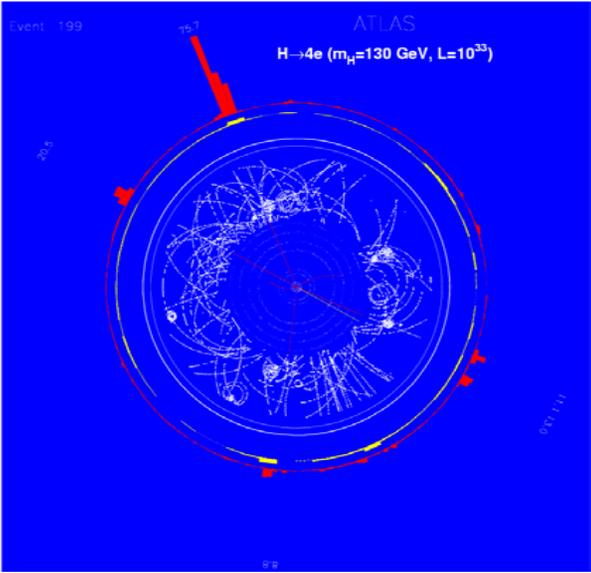
Un confronto diretto avra' senso solamente sulle rate da dati reali

Trigger Inclusivi

ATLAS



$H(m=130) \rightarrow ZZ \rightarrow 4e$



L	Trigger	Efficienza* (%)
	<i>e25i</i>	96.5 ± 0.2
$2 \cdot 10^{33} \text{cm}^{-1} \text{s}^{-1}$	<i>2e15i</i>	95.8 ± 0.2
	<i>e25i or 2e15i</i>	96.7 ± 0.2
	<i>e30i</i>	96.0 ± 0.4
$10^{34} \text{cm}^{-1} \text{s}^{-1}$	<i>2e20i</i>	94.5 ± 0.4
	<i>e30i or 2e20i</i>	95.5 ± 0.3

*Efficienza calcolata rispetto a campione con preselezioni:

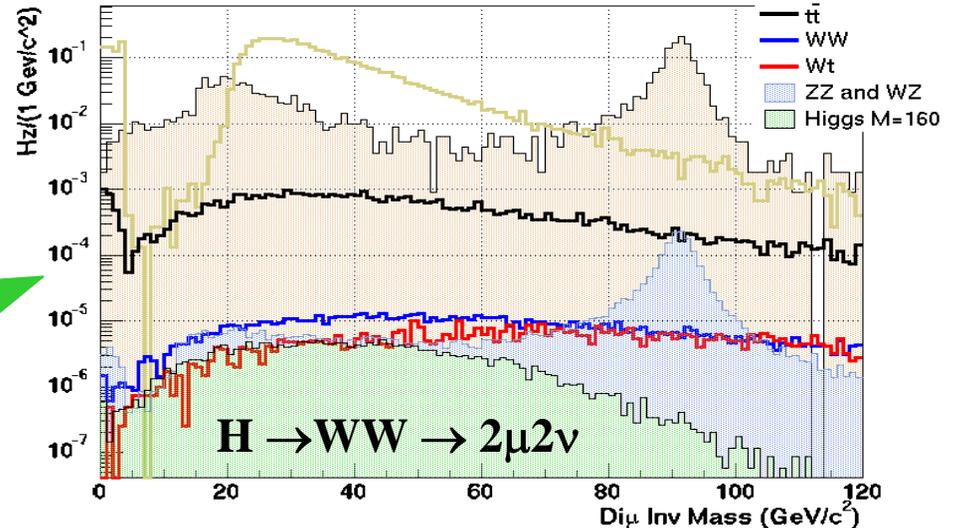
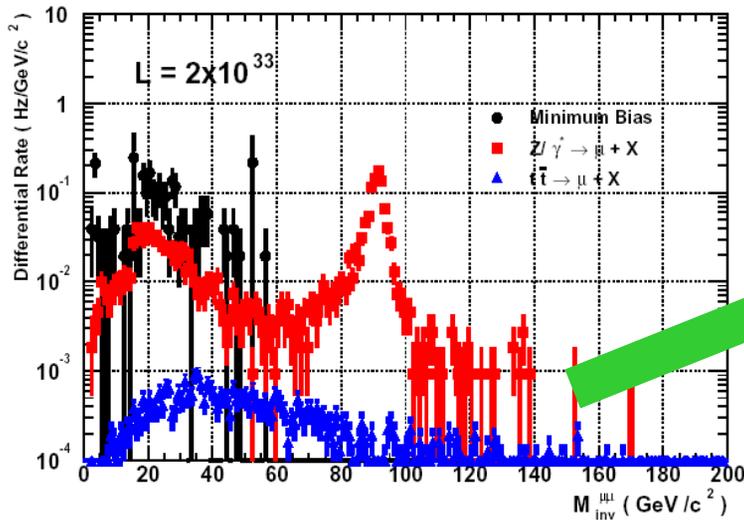
- 2 elettroni $p_T > 20 \text{ GeV}$ e $|\eta| < 2.5$;
- Secondi 2 elettroni $p_T > 7 \text{ GeV}$ e $|\eta| < 2.5$.

Trigger Inclusivi

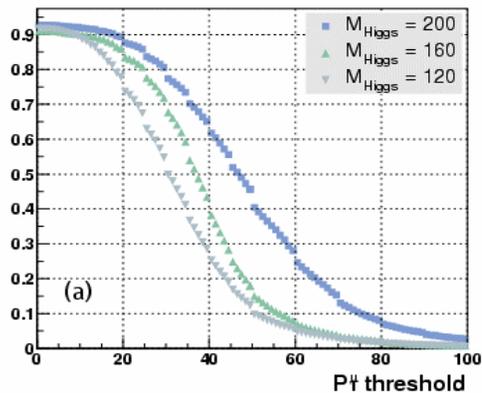
CMS



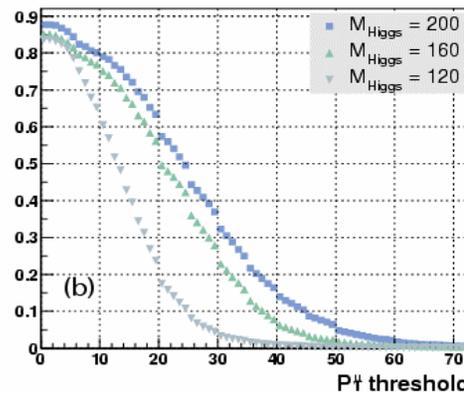
Output Stream di Muone Singolo e Doppio; Ricostruzione di L3



L3 Single μ after Iso



L3 isolated $Di\mu$



$M_H = 160$

L	Efficienz*a*
$2 \cdot 10^{33} \text{ cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$	92%
$10^{34} \text{ cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$	83%

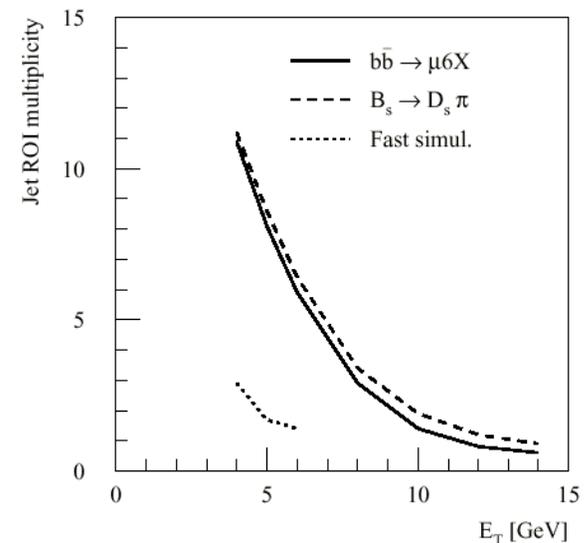
*campione con $2\mu p_T > 3 \text{ GeV}$ e $|\eta| < 2.5$



Soglie di trigger leptonici troppo alte per efficiente selezione di eventi di $b\bar{b}$ ($\sim 1/100$ a LHC). Necessari trigger topologici esclusivi

- ✓ Esempio: mixing del B_s , $B_s \rightarrow D_s X$, con $D_s \rightarrow \phi(K^-K^+)\pi$
- ✓ Trigger basato su μ a basso pt e opportune condizioni cinematiche (M_{Inv}) per tracce ricostruite nell'Inner Detector
- ✓ Le regioni dell'ID in cui ricostruire possono venire suggerite al LVL2 dal LVL1 tramite RoI secondarie, richiedendo jet ricostruiti con $E_T > 6$ GeV
- ✓ Ricostruzione del EF nelle RoI indicata da LVL2 (10% dell'ID). Maggiore risoluzione => tagli piu' stringenti

L	$B_s \rightarrow D_s X, D_s \rightarrow \phi\pi$
Eff	$\sim 60\%$
Rate a LVL2	60 Hz
Rate a EF	9 Hz



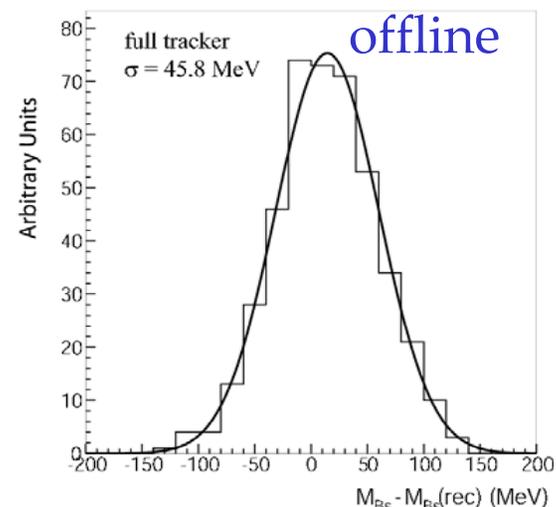
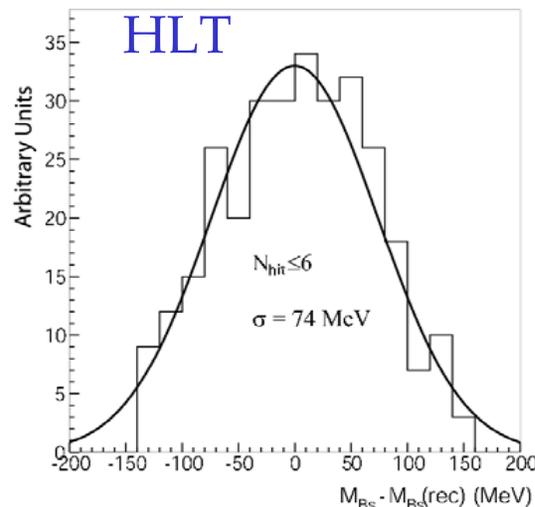
Trigger Esclusivi: Fisica del b



CMS

- ✓ $B_s \rightarrow \mu^+ \mu^- e'$ un altro esempio di selezione di HLT topologica
- ✓ A L1 vengono selezionati eventi con $2\mu p_T > 4 \text{ GeV}$ (stream dimuone)
- ✓ Ricostruzione di HLT:
 - Primo passo. Ricostruiti tutte le coppie di hit nei pixel associabili a tracce con $p_T > 4$ e $IP < 0.1 \text{ cm}$. Selezionati 3 vertici primari ottenuti fittando tali tracce
 - Secondo passo. Gli hits sono filtrati con constraint di vertice e di ΔR rispetto direzione indicata da L1. Comincia la ricostruzione nel tracker "seeded" da gli hit filtrati. Se vengono trovate 2 tracce con carica opposta si verifica se $M_{Inv} = M_{Bs} \pm 150 \text{ MeV}$. IP e χ^2 per ridurre combinatoria
- ✓ Simile all'offline ma con tagli piu' laschi e minor tempo di esecuzione (240ms a 1GHz)

L1 Eff	15.2
HLT Eff	33.5
Eventi/10 fb ⁻¹	47
Trigger rate	<1.7 Hz

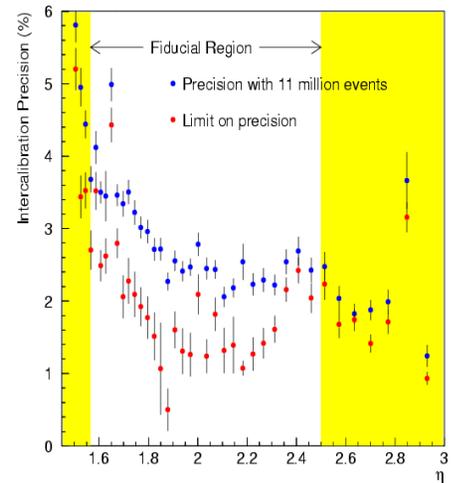
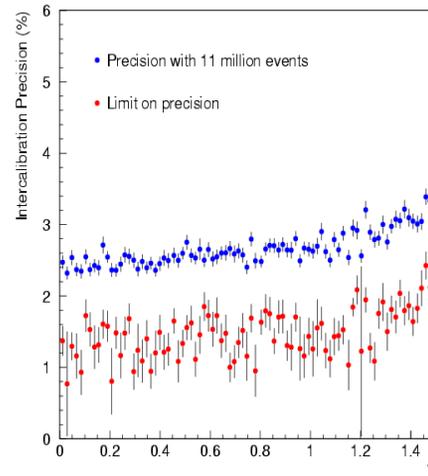




CMS

Esempio: Intercalibrazione del Calorimetro Elettromagnetico di CMS con eventi di trigger di jet

- ✓ Lo scopo e' di intercalibrare i cristalli ad $|\eta|$ fissata sfruttando la simmetria in ϕ dei depositi di energia. La intercalibrazione in η si ottiene da $Z \rightarrow ee$
- ✓ Vengono utilizzati eventi di L1 con soglia di jet singolo a $E_T > 120$ GeV. L' E_T degli L1 Jet viene corretta e la soglia portata a 150 GeV. **Gli eventi che passano il taglio saturano una banda ad alta frequenza allocata per trigger di calibrazione (~1 kHz)**
- ✓ Per non introdurre bias, vengono esclusi i cristalli colpiti dal trigger jet ($\Delta R < 1.0$) e quelli con depositi minori di 0.5 GeV (noise)
- ✓ La precisione del metodo varia da 2% a 3%. Miglioramenti includendo assimettria materiale del tracker
- ✓ Si ottengono risultati simili con trigger casuali (Minimum Bias) ma si ha il vantaggio di essere nel range di e e γ tipici di LHC



Commissioning

Idee per ATLAS



✓ Previste due fasi per il commissioning prima dell'inizio della presa dati su fascio:

- **cosmici (fine 2006 – Marzo 2007)**
rateo di cosmici con $p_{\mu} > 10$ GeV che attraversano la cavita' centrale: $\sim 1\text{Hz/strad}$ fino a $\theta \approx 75^{\circ}$.
- **fascio singolo (Aprile 2007 – Maggio 2007 ?)**

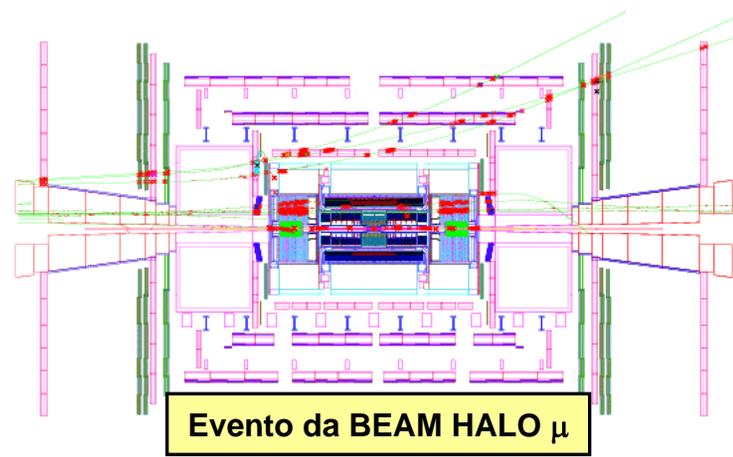
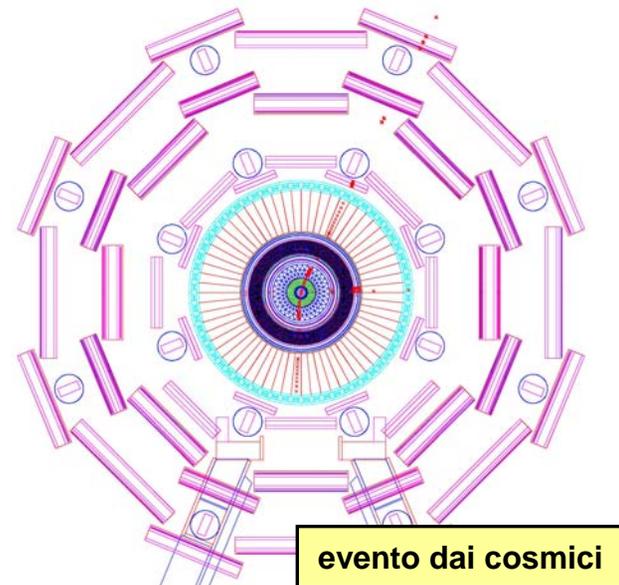
Beam Halo:

Rateo dei μ : $\left\{ \begin{array}{l} \text{Muon: } 10 \text{ Hz barrel, } 150 \text{ Hz endcap} \\ \text{E CALO (E} > 5 \text{ GeV): } 1\text{-}2 \text{ Hz} \\ \text{H CALO (E} > 20 \text{ GeV): } 1\text{-}2 \text{ Hz} \\ \text{ID: } 1\text{-}10 \text{ Hz barrel, } 2\text{-}20 \text{ endcap} \end{array} \right.$

$\left[\begin{array}{l} 3 \times 10^{10} \text{ p in} \\ 43 \text{ bunches} \end{array} \right]$

Beam gas: particelle con p_T basso il cui vertice di interazione e' distribuito lungo la beam pipe.

Rateo: 2500 interazioni / m / s



✓ Utilizzo :

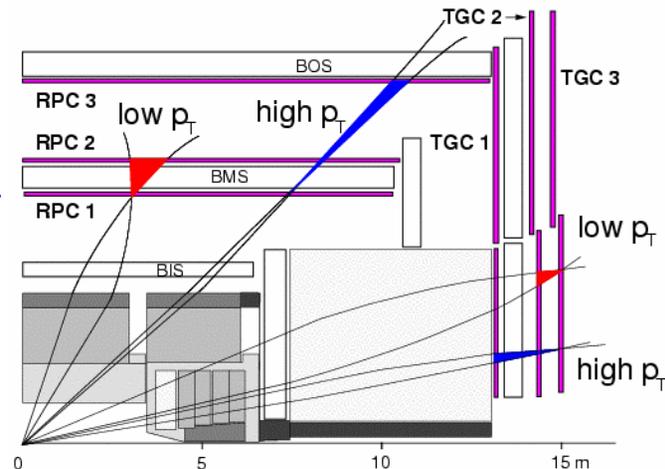
- **calibrazione allineamento e test dello Spettrometro**
- **calibrazione allineamento e timing dei Calorimetri**
- **allineamento del rivelatore centrale**



Trigger per cosmici, Beam Halo/gas

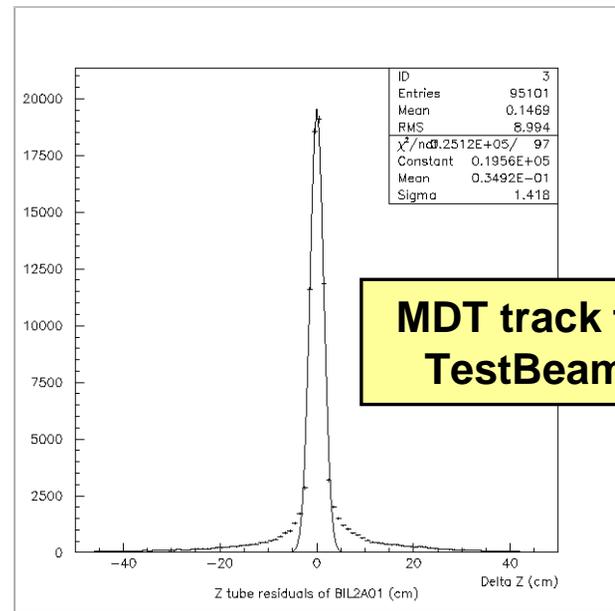
✓ Come fare il trigger:

- **cosmici: RPC**
~100 Hz di cosmici passano la soglia $low-p_T$ del LVL1 RPC.
- **Beam Halo: TGC**
~ 1 Hz di cosmici passano la soglia $low-p_T$ del livello 1 TGC.
- **Beam gas: si pensa di utilizzare scintillatori posti all'esterno del criostato del Calorimetro**



Commissioning e ruolo degli HLT:

- ✓ verificare online l'infrastruttura senza agire sulla selezione (event flagging).
- ✓ validazione offline degli algoritmi.
- ✓ trigger di cosmici utilizzando un algoritmo di track finding sugli hit delle camere MDT.



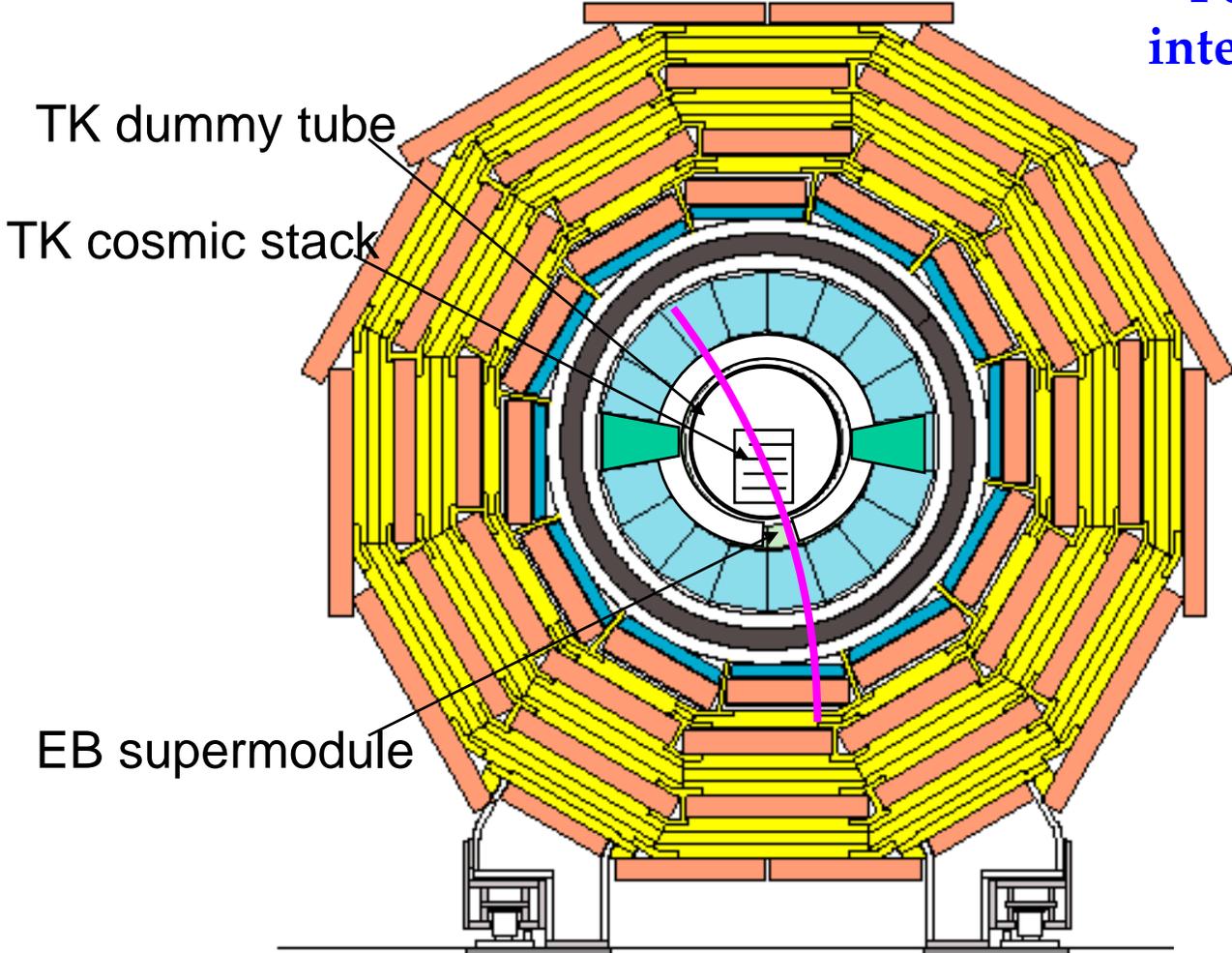
**MDT track finding
TestBeam data**



Commissioning

Test del magnete di CMS

Possibilita' di test di integrazione (fine 2005)



- Cablaggio e servizi
- Controlli e sicurezza
- L1 Trigger
- Elettronica off-det (FEDs)
- Costruire e registrare eventi con 1/8 DAQ Builder.
- Analisi eventi online
- Event Display
- databases
- data-structure/storage
- Software di analisi
- etc etc



Raccolta di “CMS PRS thoughts”

Assunzioni:

- ✓ Luminosità estremamente bassa, $10^{29} - 10^{30} \text{ cm}^{-1}\text{s}^{-1}$
- ✓ Detector e L1 Trigger “appena funzionanti” (staging, commissioning)
- ✓ Max input rate per DAQ $\sim 10 \text{ kHz}$
- ✓ Sistema di read-out funzionante, data flow debuggato

Commissioning farm on-line:

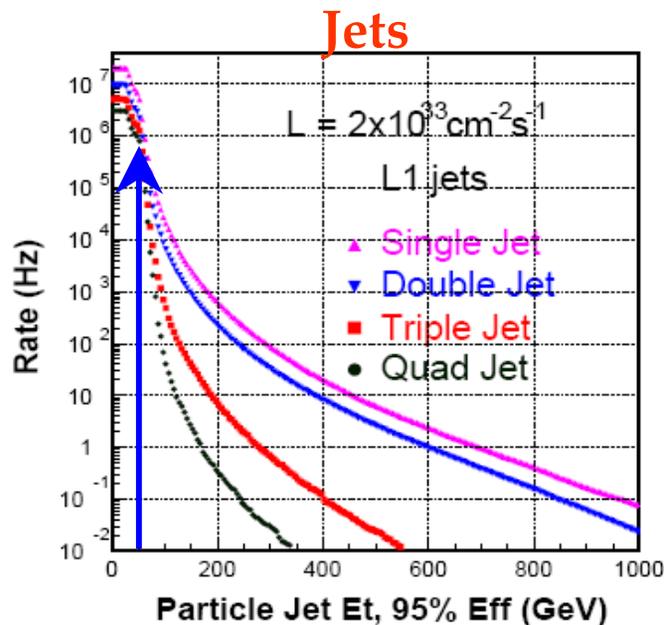
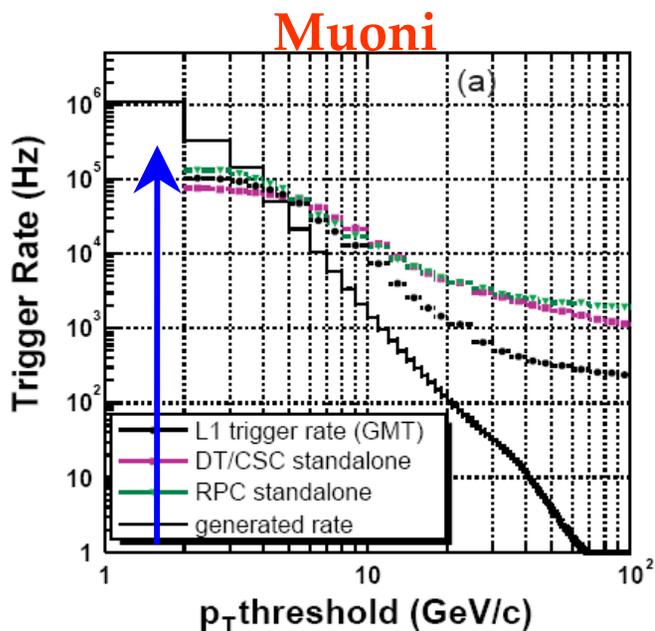
- ✓ Inizialmente (ovviamente) nessuna selezione. Gli eventi sono taggati ed il controllo/debugging viene fatto off-line:
 - Spazio disco ($\sim 80\text{TB}$) disponibile vicino al rivelatore per storing \sim settimana a 100 Hz di dati
 - Sistema agile che consenta di loopare sui dati per verificare ricostruzione oggetti fisici. Analisi “quasi real time”
 - Streams di dati indipendenti
- ✓ Nuove release del codice fatte girare su parte della farm per controllo incrociato
- ✓ Commissioning dei database di calibrazione e configurazione on e off-line
 - Stabilire procedure per update locali e globali
 - Stabilire associazione tra contenuto dei databases e eseguibili di HLT



Startup - Early Physics

Raccolta di "CMS PRS thoughts"

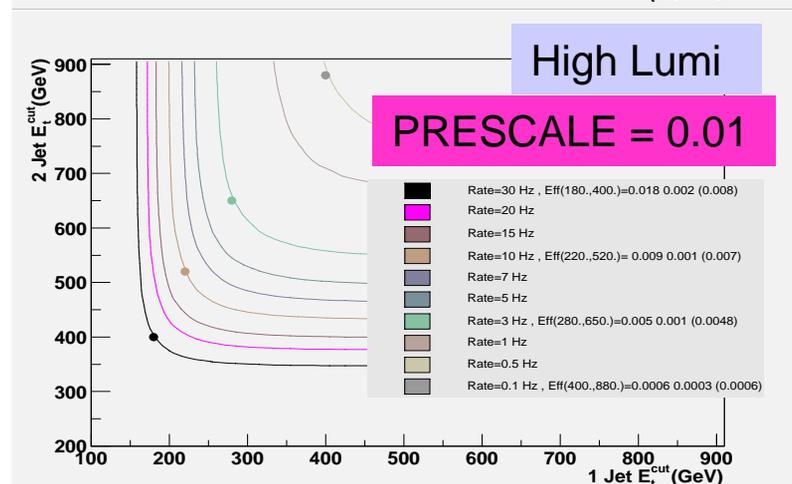
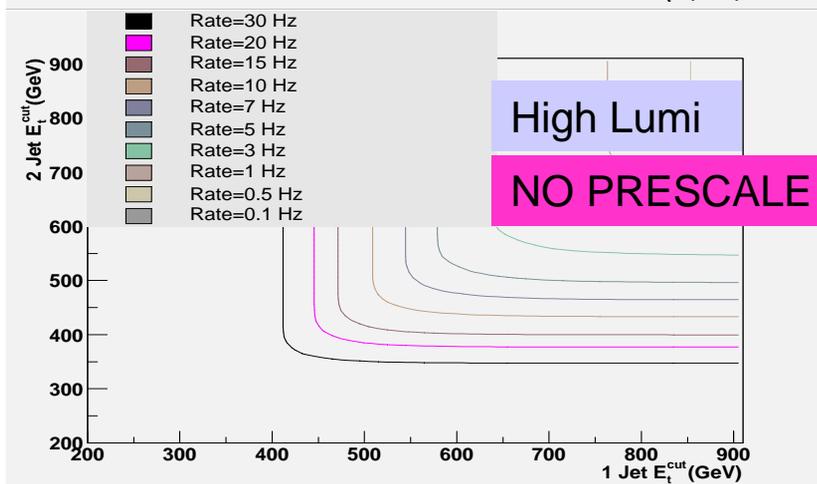
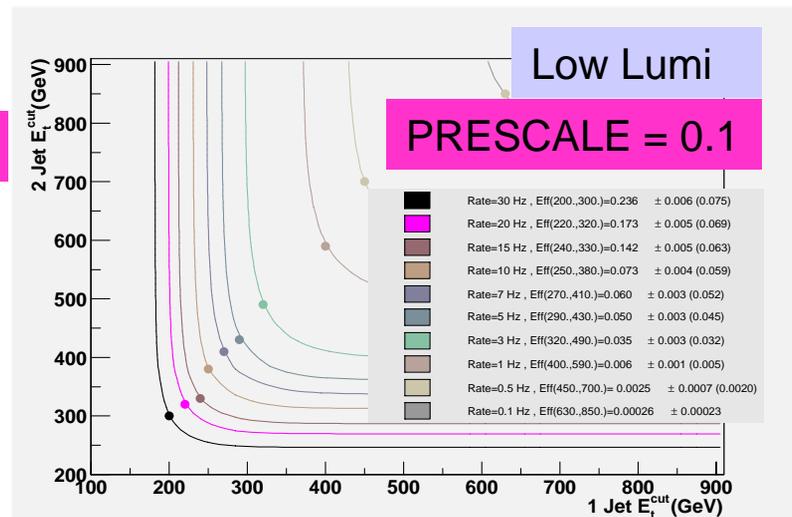
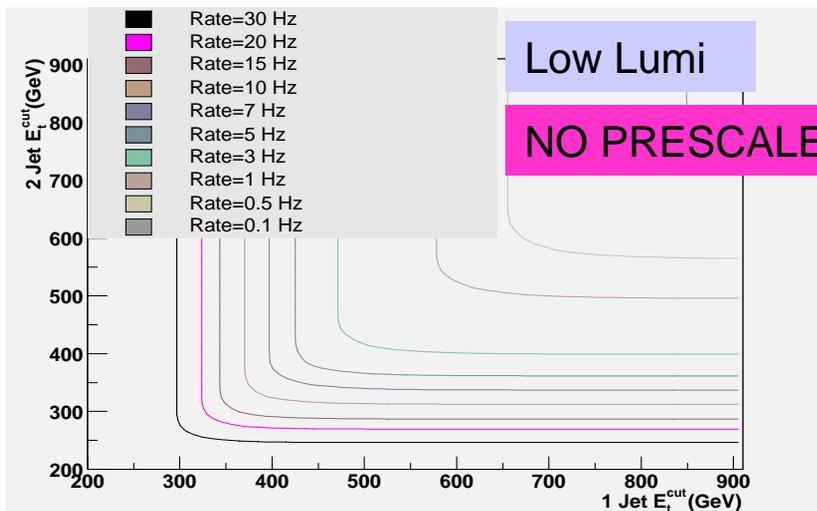
- ✓ Luminosità a $10^{30} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ implica una rate 1000 volte inferiore rispetto alla nominale => Drastico abbassamento delle soglie:
 - Jet fino a 70 GeV, $e/\gamma \sim 10 \text{ GeV}$, μ "visibili"
- ✓ Runs di calibrazione e allineamento
- ✓ Prime misure di fisica: QCD, sezione d'urto W/Z, primi eventi di top; confronto con dati di Tevatron



BAKUP SLIDES



IsoRate ($Z'700 \rightarrow 2j$) for the 1 and 2-jet trigger



Trigger di elettrone



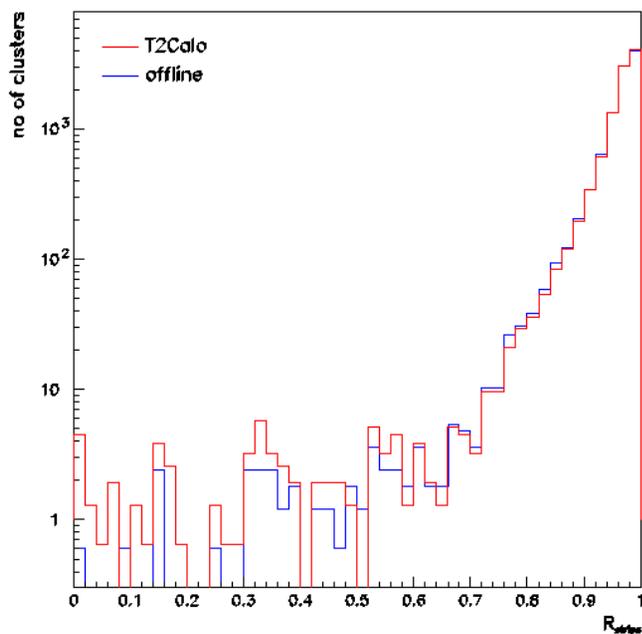
ATLAS

- ✓ Calorimeter ET and shower shape variables to identify e.m. clusters
- ✓ Tracks in the inner detector
 - matching track to calorimeter cluster (electron)
 - conversion recovery (photon). Not yet available
- ✓ Electron identification with Transient Radiation information
- ✓ Bremstrahlung recovery

Reconstruction	LVL2	EF
EM Cluster	T2Calo	LArClusterRec
Track	IDScan SiTrack TRTkalman	xKalman++ iPatRec
Combined cluster-track matching		egammaRec



Algoritmo di clustering per gli sciame EM, guidato dalla posizione della Regione di Interesse del Livello-1.



Passi dell'algoritmo:

- Seleziona cluster elettromagnetici isolati usando i depositi di energia ed alcuni parametri di profilo dello sciame.
- Raffina la posizione del cluster usando la distribuzione dell'energia nel secondo campionamento.
- Calcola l'energia trasversa totale e la perdita di energia nel calorimetro adronico.

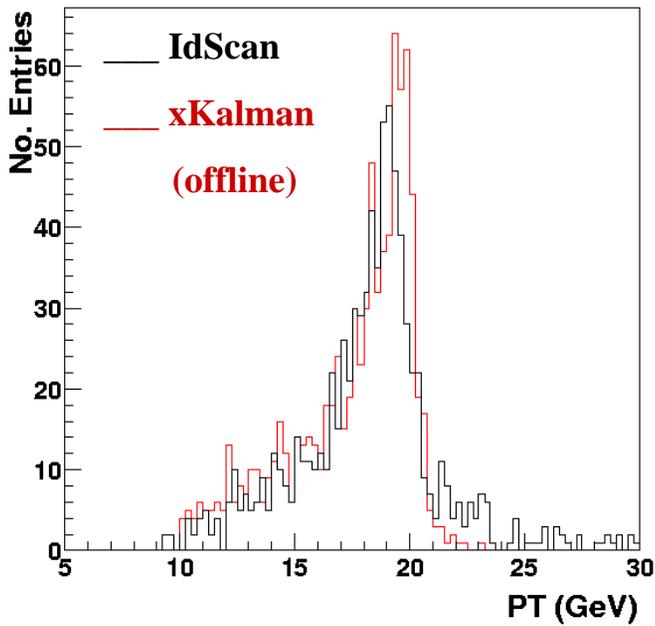
Ottimo accordo tra T2calo ed il programma di ricostruzione dell'esperimento.

IDscan: Livello-2 Inner Detector



ATLAS

Algoritmo di ricostruzione della traccia che usa I dati del Pixel detector e del Silicon Central Tracker (SCT).



Passi dell'algoritmo:

- **Z Vertex Finder**

Determine z-position of the interaction

- **Hit Filter**

Select only groups of space points consistent with the above z

- **Group Cleaner**

Remove noise hits from group

- **Track Fitter**

Fit parameters of accepted track

	Bassa luminosita'	Alta luminosita'
Z-Finder efficiency	97%	89%
Hit Filter & Track Fitter efficiency	97%	98%



ATLAS

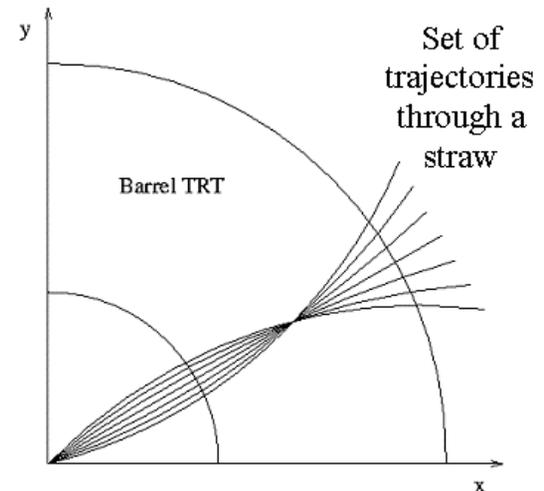
SiTrack

Identifica il vertice primario usando il LVL1 μ . Ricostruisce segmenti di traccia nei Pixel e nell'SCT

- Algoritmo di b-tagging
- Costruisce segmenti di traccia usando due hit.
- La traccia viene estesa cercando corrispondenze tra gli hit dei pixel e degli altri layer SCT
- Esiste una implementazione per l'offline ed una per l'online

TRT

- Questo algoritmo e' parte di quello usato per la ricostruzione offline
- E' basato su histogrammi di Hough



Elettrone: Event Filter



ATLAS

L'Event Filter utilizza gli algoritmi di ricostruzione offline applicando tagli meno stringenti sulle variabili di selezione

Tuning della soglia per elettroni isolati di 25 GeV (e25i)

	L2 tracking on		L2 tracking off	
	Efficienza rispetto al LVL1	Rates	Efficienza rispetto al LVL1	Rates
LVL1	100 %	8.6 kHz	100 %	8.6 kHz
LVL2 Calo	97.3 %	1.9 kHz	97.3 %	1.9 kHz
LVL2 ID	93.1 %	393 Hz	93.1 %	---
LVL2 ID and ID-Calor	91.0 %	169 Hz	91.0 %	---
EF Calo	90.0 %	124 Hz	90.0 %	1.1 kHz
EF ID	84.9 %	76 Hz	84.9 %	108 Hz
EF ID-Calor	79.8 %	38 Hz	79.8 %	46 Hz

Tracking on/off significa applicare o meno un criterio di isolamento nel tracciatore centrale