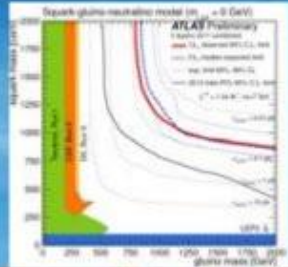


De los datos en bruto a los resultados de Física

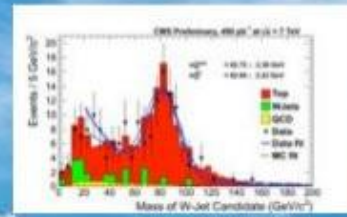
José M. Hernández
CIEMAT, Madrid

Programa español para profesores IES
CERN, 25 Junio 2015

Experimentación en Física de Partículas

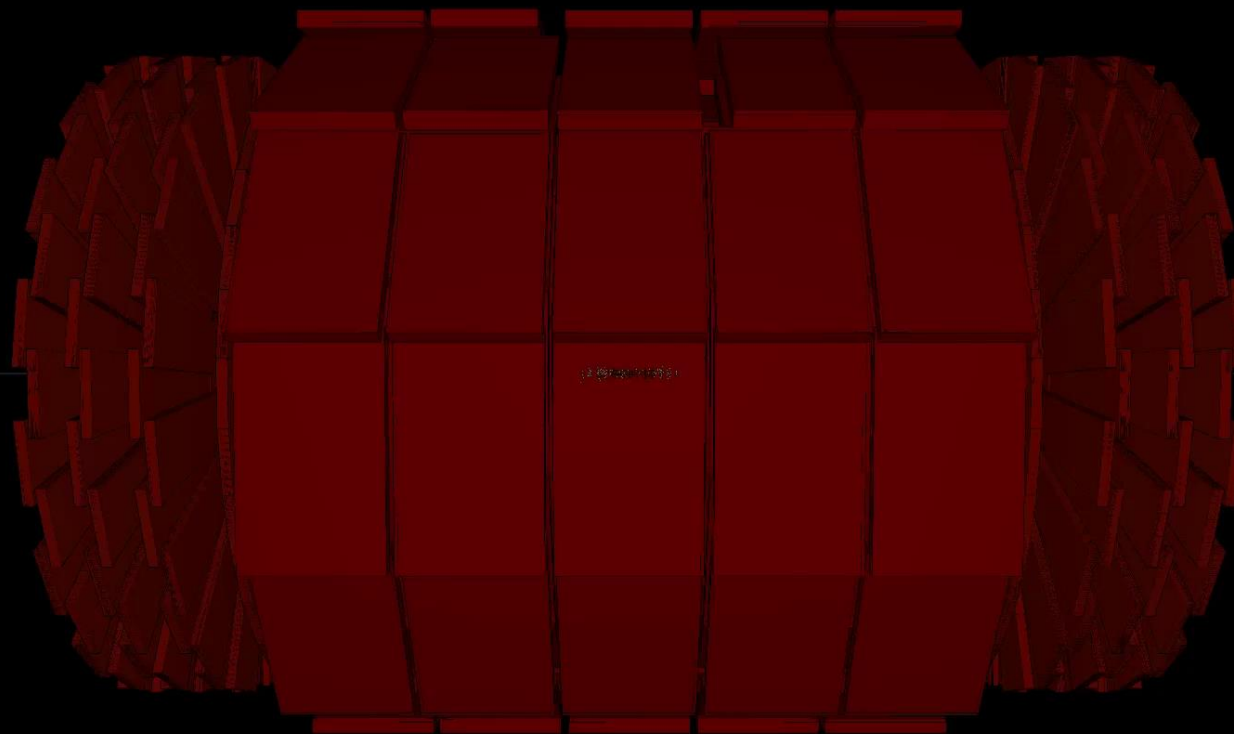


Physics
Analysis

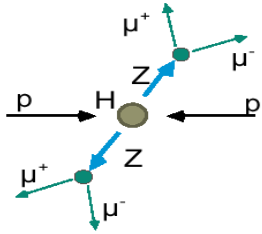


¿Qué son los datos? ¿Cómo se generan?

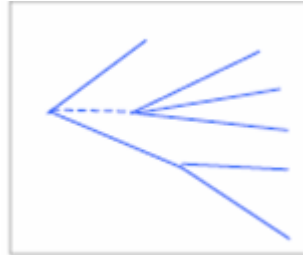
CMS Experiment at the LHC, CERN
Tue 2010-Mar-30 13:23:00 CET
Run 132440 Event 4285681
C O M Energy 7 00TeV



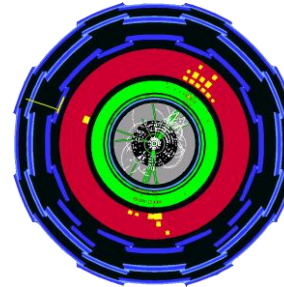
Los datos en bruto



Interacción
entre
partículas
elementales



Desintegración de
partículas secundarias
inestables, interacción
con el material del
detector



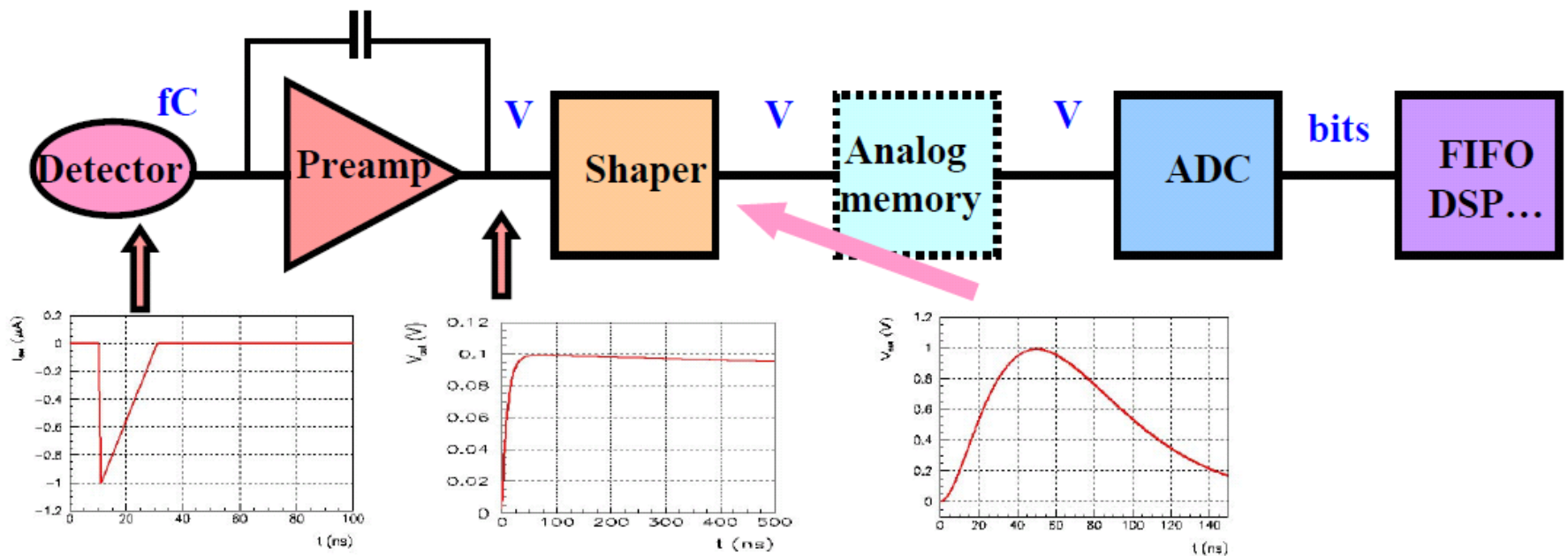
Señal captada
por los sensores
del detector
(eficiencia,
resolución,
ruido...)

```
0100011101001010010  
1001001010010101110  
1010000101101010100  
1001001010101010100  
1001010100100101010  
1010101001010101010  
1110101000001010101  
0110101010101011010  
1011111010101010101
```

Datos en
crudo...
montañas de
bits

- Señales eléctricas generadas por la interacción de las partículas con el material del detector
 - Carga de ionización o de conversión de luz (fotoeléctrico)
- Señales muy débiles que es necesario amplificar, discriminar, moldear y digitalizar

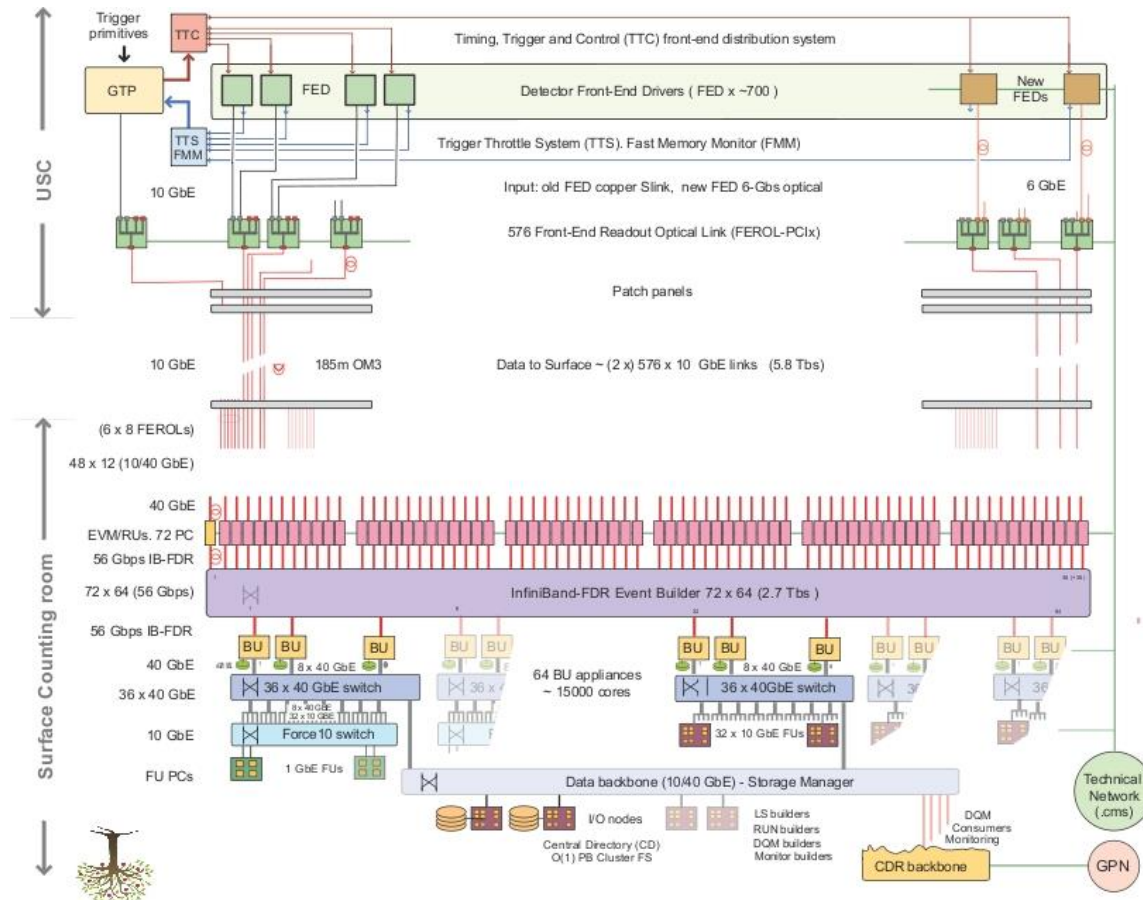
Procesado de las señales



- Detección de electrones de ionización/fotoeléctricos: señales muy débiles → **amplificación**
- **Moldeado, Discriminación, Digitalización**
- Medida de la amplitud de la señal (proporcional a la energía de la partícula depositada),
- Media del tiempo transcurrido en detectar la señal (reconstrucción de la posición espacial)

Sistema de adquisición de datos (DAQ)

- Electrónica especializada que recolecta de forma sincronizada la información generada por el detector en cada cruce de haces (40 millones de veces por segundo)

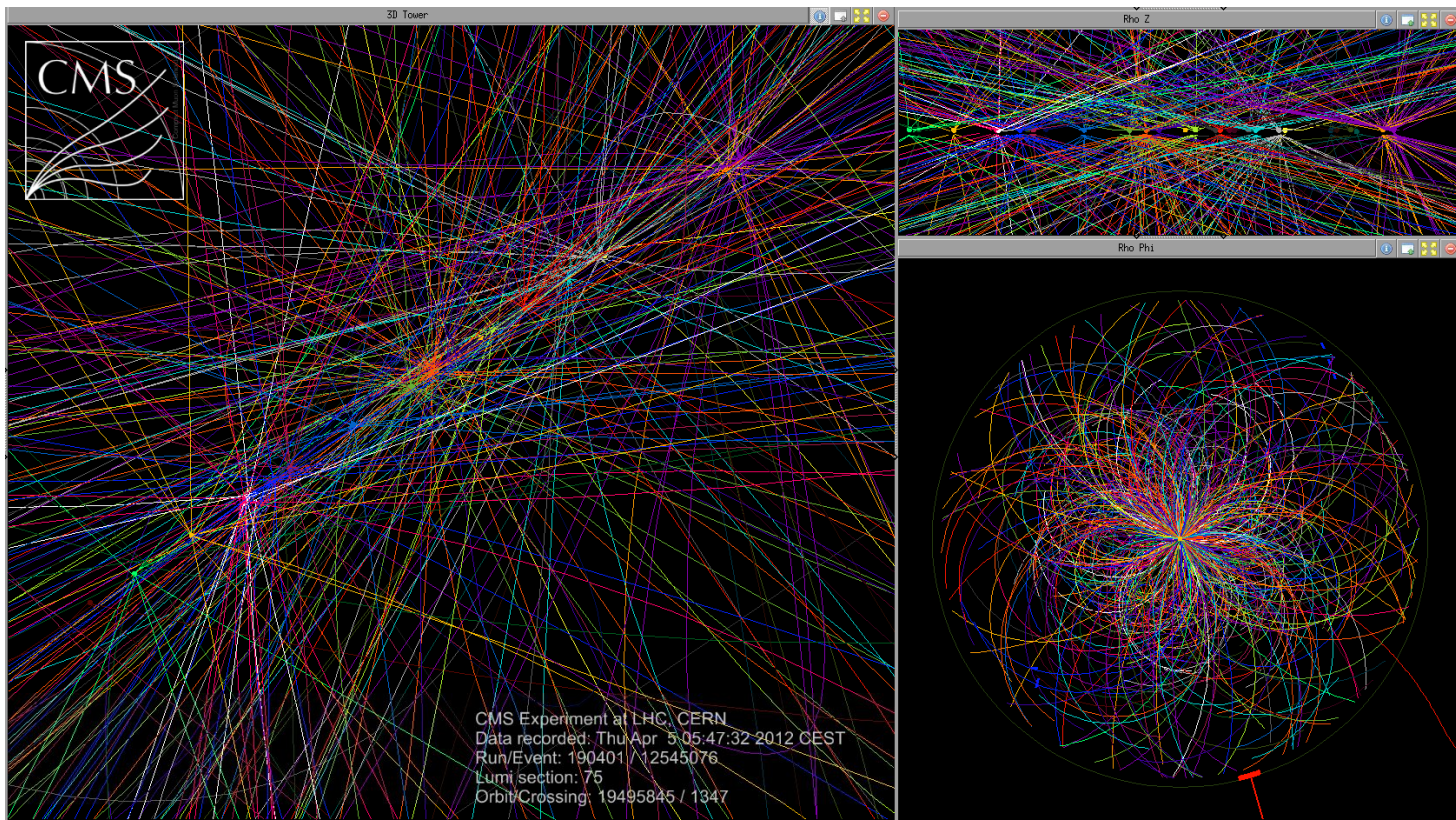


Electrónica del sistema de adquisición de datos



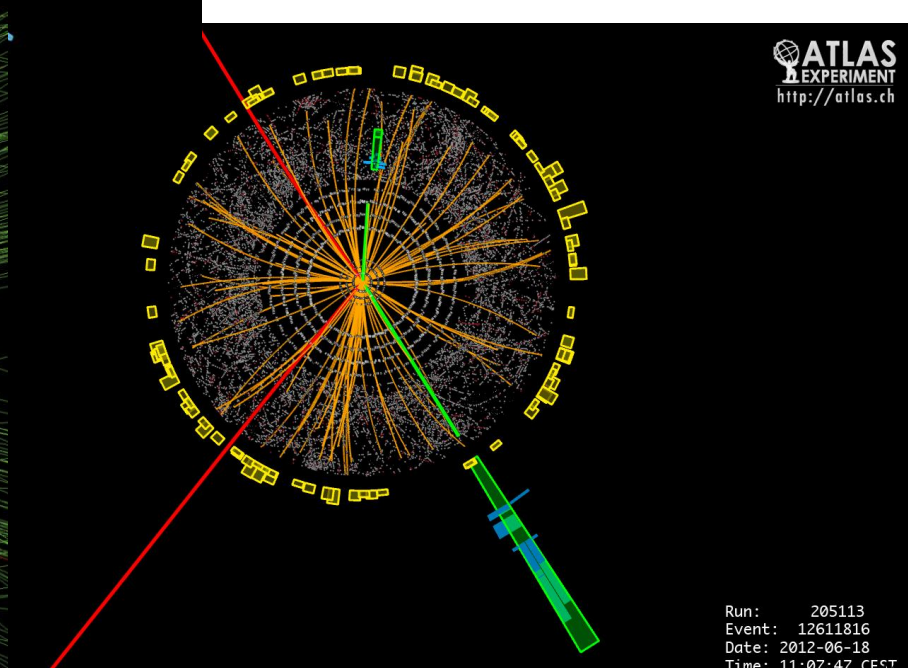
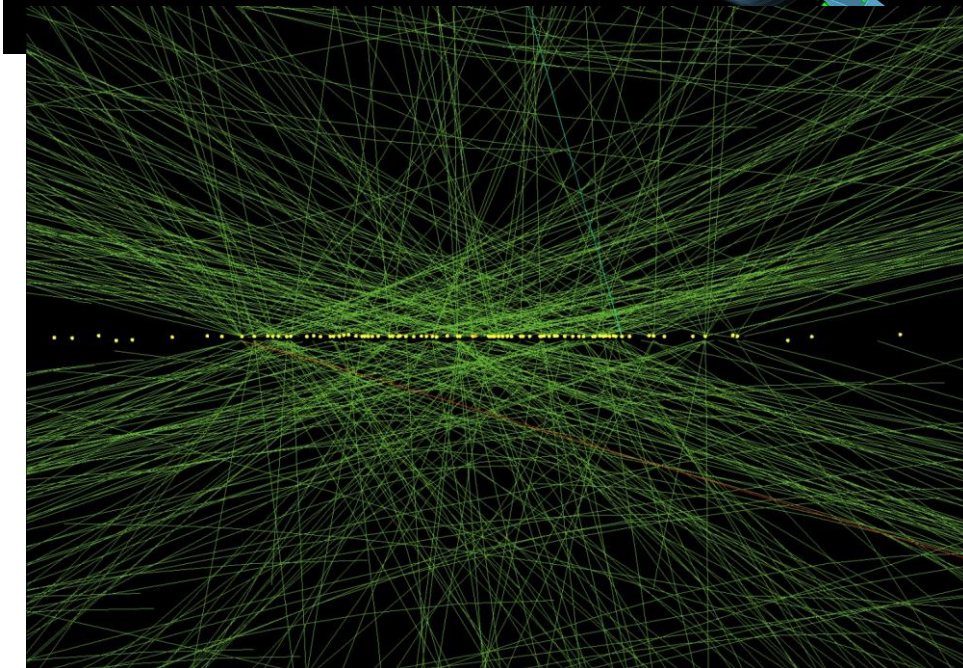
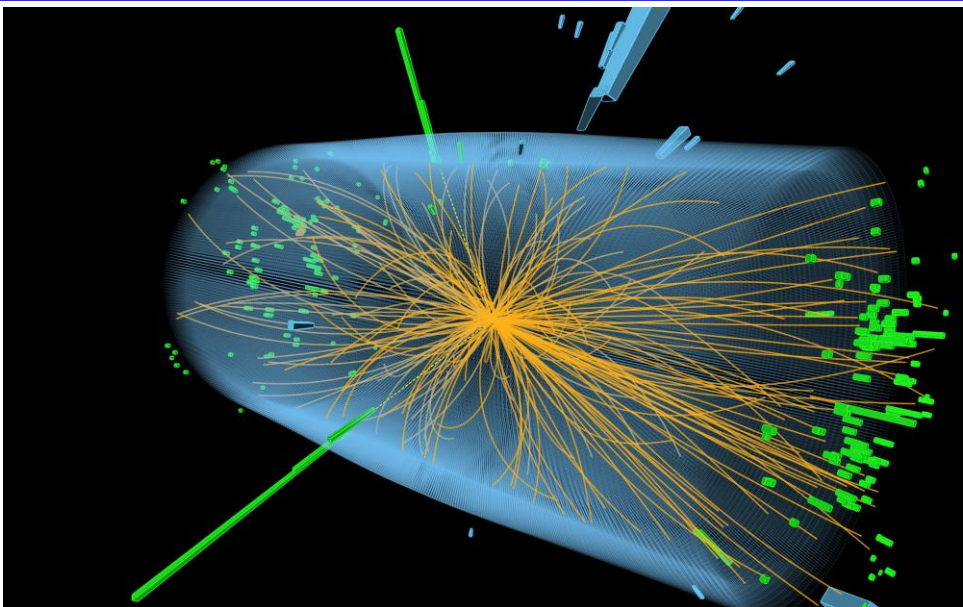
Reconstrucción

- A partir de las señales eléctricas se deduce la energía, la trayectoria/posición de las partículas, tipo de partícula
- Proceso muy complejo que produce un volumen de datos similar al de los datos en bruto



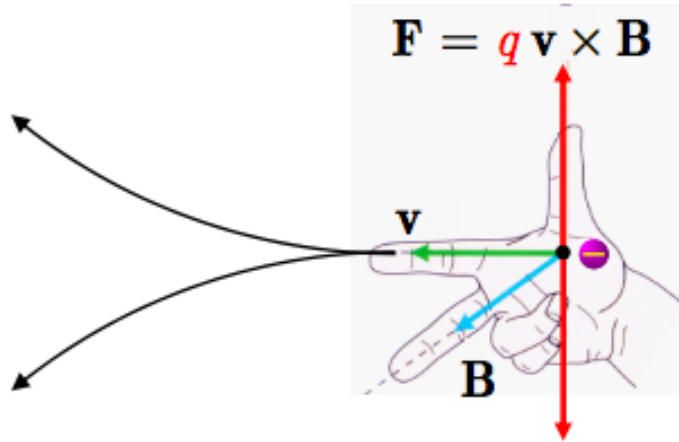
Datos reconstruidos

La segmentación de los sensores del detector es muy fina para resolver distancias muy pequeñas y un flujo grande de partículas

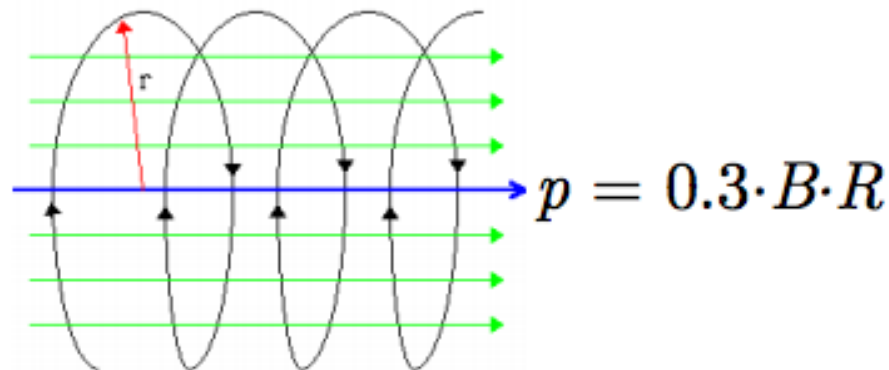


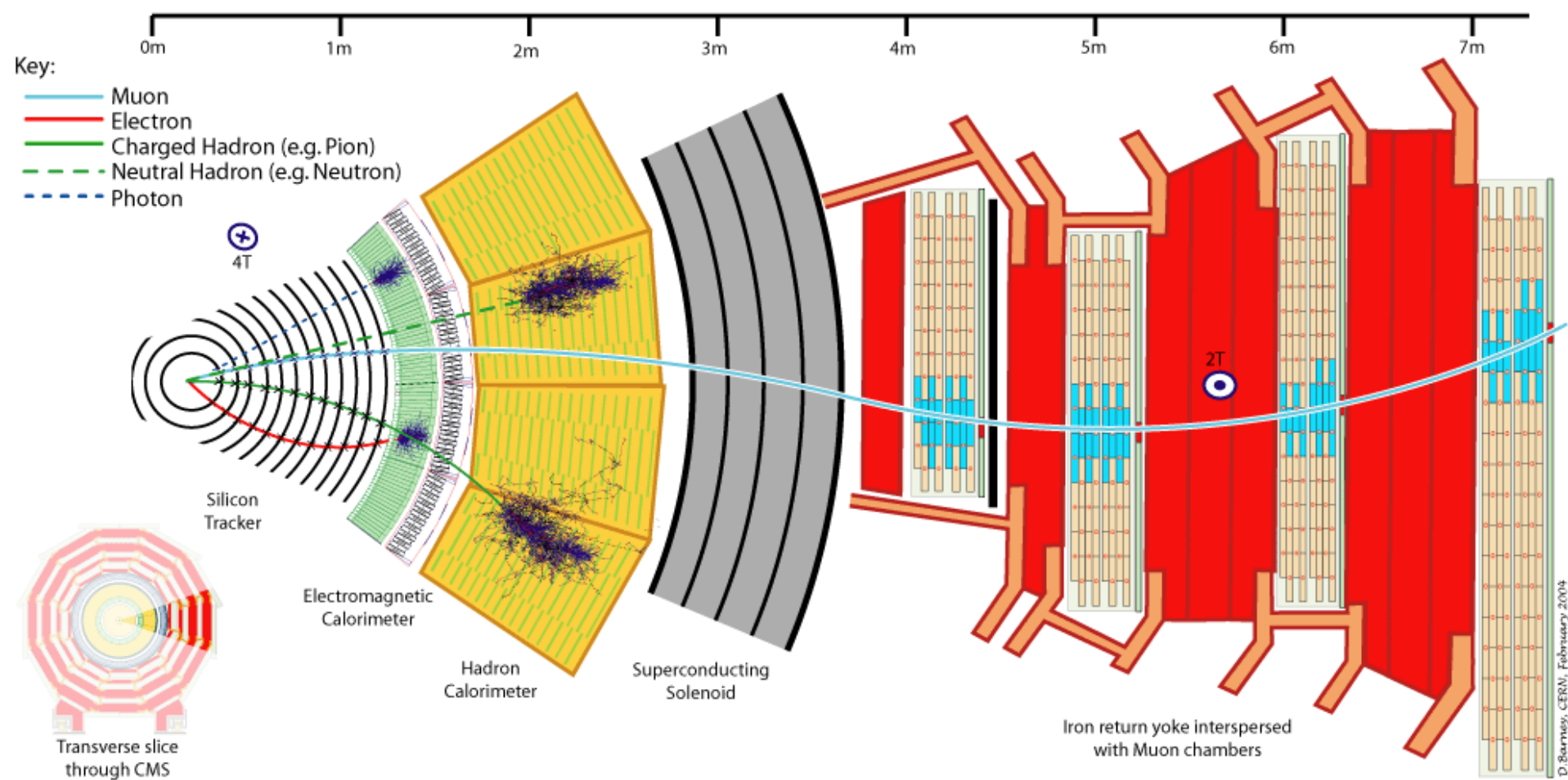
Reconstrucción trayectorias y momento

- La trayectoria de las partículas cargadas es una hélice
- El momento lineal se determina a partir de la medida del radio de curvatura



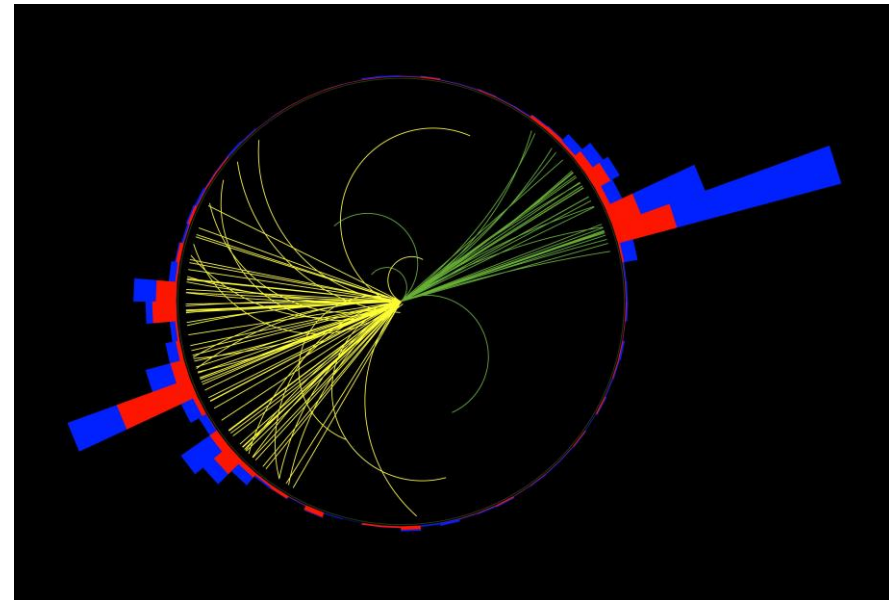
$$qvB = mv^2/r$$
$$p = rqB$$





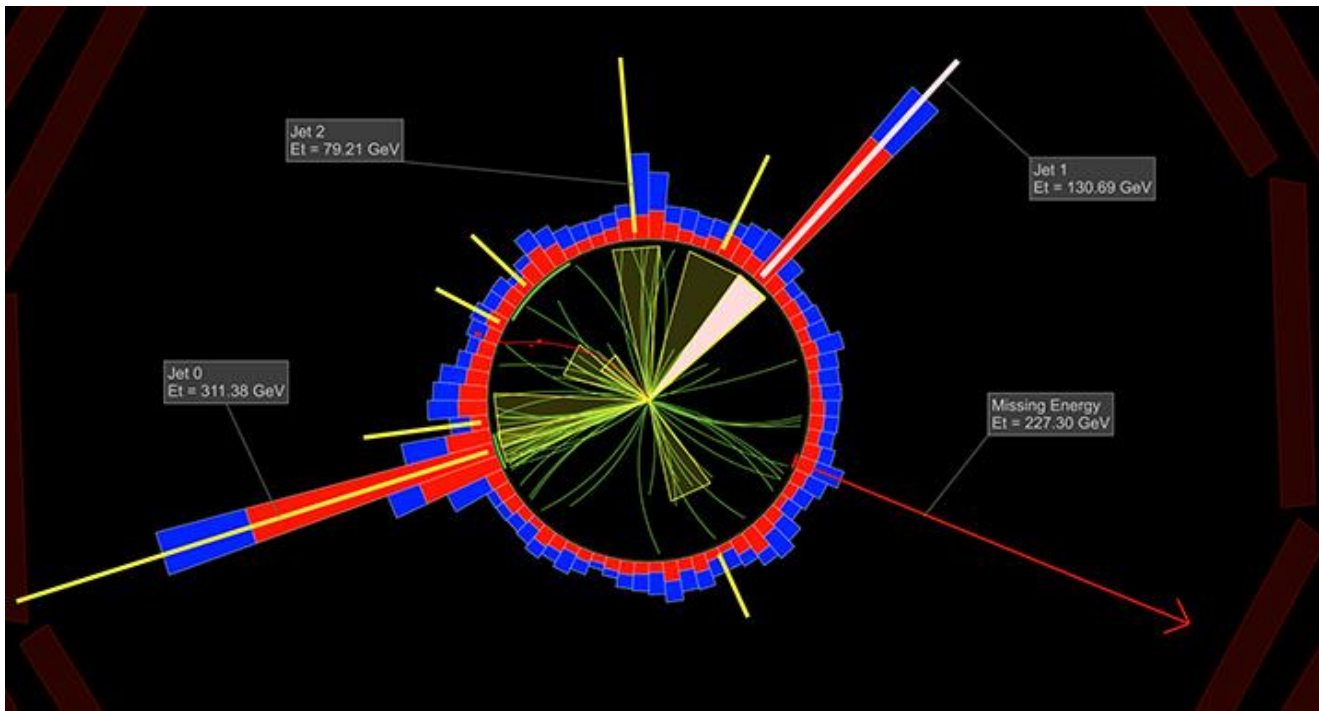
Reconstrucción de quarks: jets

- Jets: the manifestation of quarks and gluons
- Due to color confinement quarks and gluons cannot exist individually. They combine with quarks and antiquarks spontaneously created from the vacuum to form hadrons
- Fragmentation or hadronization is the process of producing final state particles from the parton produced in the hard scattering
- The cone of particles created by the hadronization of a single quark/gluon is called a jet
- A jet is represented by its 4-momentum which is an approximation of that of the initiating parton

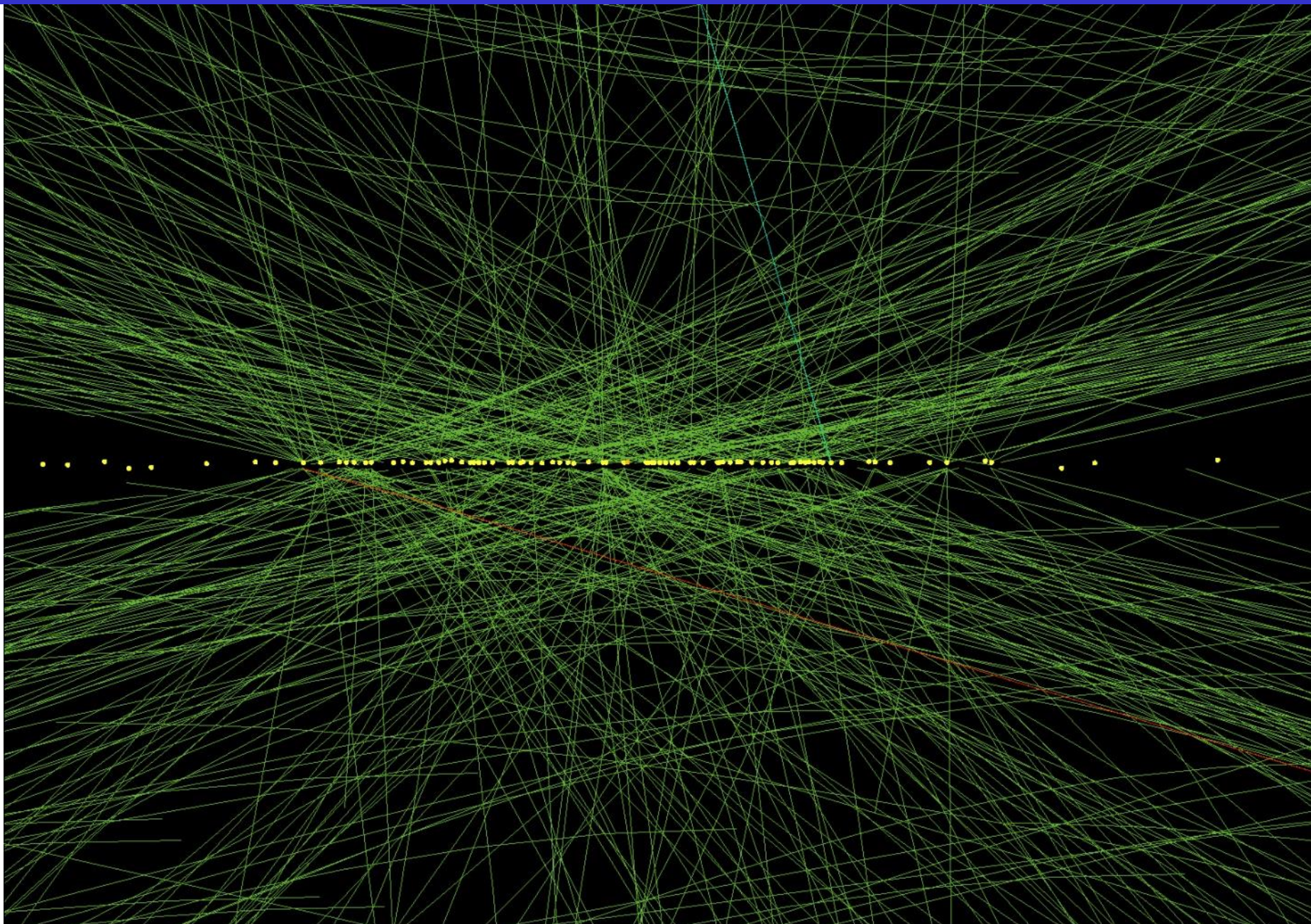


Reconstrucción de neutrinos: missing transverse energy

- The total transverse momentum before ($p_T^{\text{tot}}=0$) and after the collision must be the same
- Neutrinos do not interact with the detector and therefore will produce an imbalance in total momentum
- When $m \ll E \rightarrow E=p$
- Missing transverse energy (MET) definition: $\cancel{E}_T = -|\sum \vec{p}_T|$



Reconstrucción del vértice de la interacción

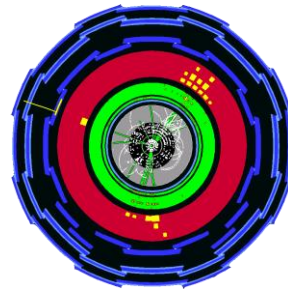


De los datos a la física

Con el **análisis**, tratamos de desandar ese camino

```
0100011101001010010
1001001010010101110
1010000101101010100
1001001010101010100
1001010100100101010
1010101001010101010
1110101000001010101
0110101010101011010
1011111010101010101
```

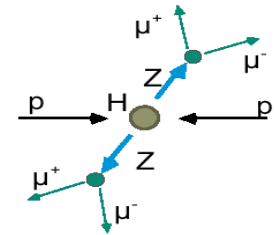
Datos en
bruto
Asociarlos a
cada sensor



Respuesta del
detector
Aplicar
calibración y
alineamiento,



Reconocimiento de
patrones (trazas,
vértices, depósitos
de energía) e
identificación de
partículas



Análisis:
determinar
eficiencia,
resolución,
comparación con
los modelos
teóricos, etc

1ª Fase: Reconstrucción

2ª Fase: Análisis

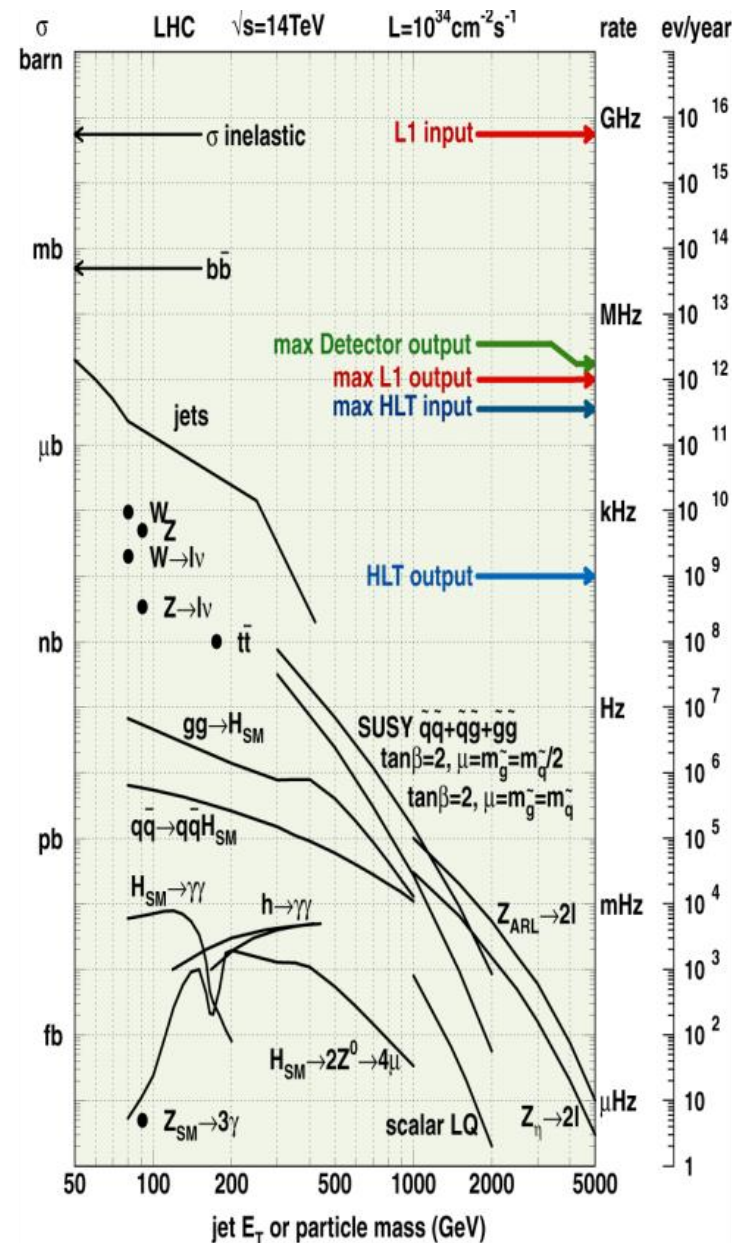
**¿Por qué los experimentos
de LHC generan una
enorme cantidad de datos?**

Avalancha de colisiones en LHC

- Estudiamos/buscamos procesos raros de baja probabilidad de ocurrencia
 - p.e. bosón de Higgs
- No hay manera de seleccionar un proceso determinado
 - Naturaleza probabilística
- A mayor energía de colisión mayor probabilidad de producción
 - 7,8 → 13 TeV
- Tasa de colisión lo más alta posible
 - Flujo de protones (luminosidad instantánea)
 - ~3000 paquetes de $\sim 10^{11}$ protones, sección transversal $\sim 10 \mu\text{m}$, que se cruzan cada 25 nanosegundos (40 MHz)
 - ~25 colisiones por cruce de haces
- Tasa colisión LHC: ~1 GHz
- Tasa producción nueva Física: ~mHz

Se necesitan acumular suficientes datos y filtrar 1 de cada

1.000.000.000.000 colisiones

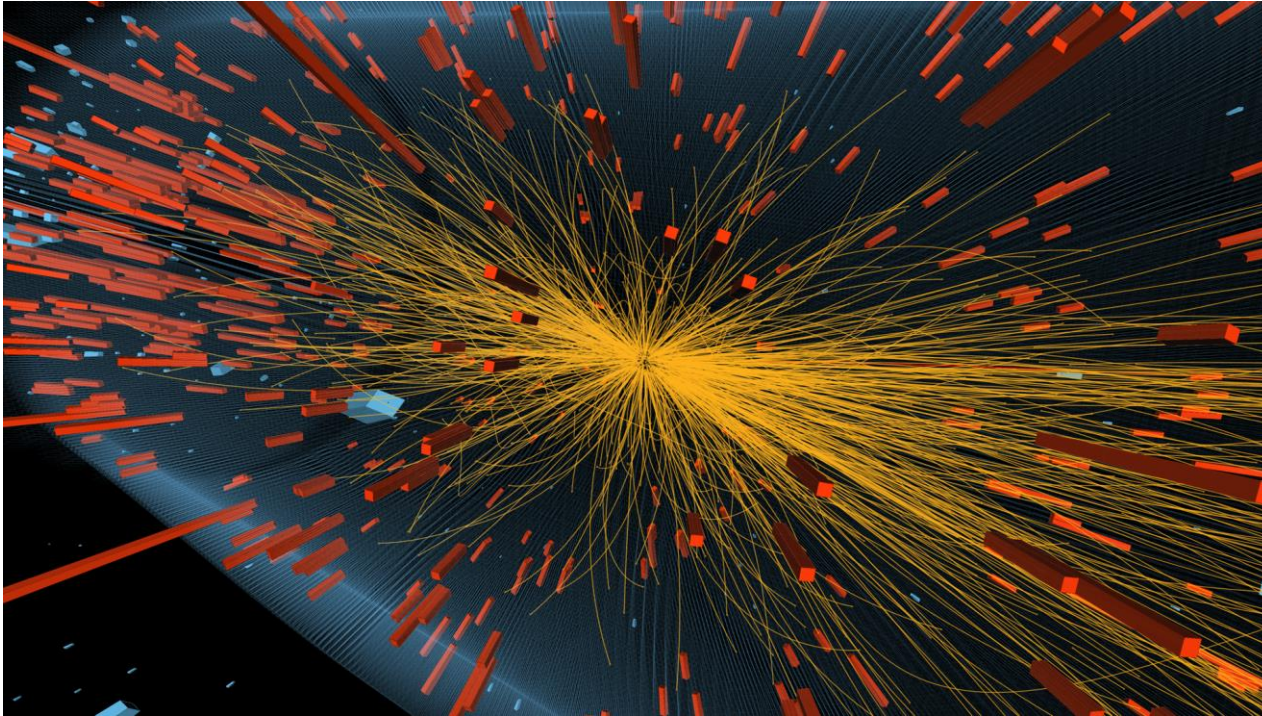


¡Demasiados datos!

Volumen de datos

- Si se almacenaran todas las colisiones el volumen de datos sería gigantesco
 - Tamaño registro promedio: ~ 1 Mbyte
 - Número registros/s = 40 MHz
- $\sim 1\text{MB}/\text{registro} \times 40 \times 10^6/\text{s} = 40 \text{ TB/s}$
(0.4 Zettabyte/año)
- Se necesita filtrar las colisiones interesantes en tiempo real a una tasa manejable
→ “Trigger”

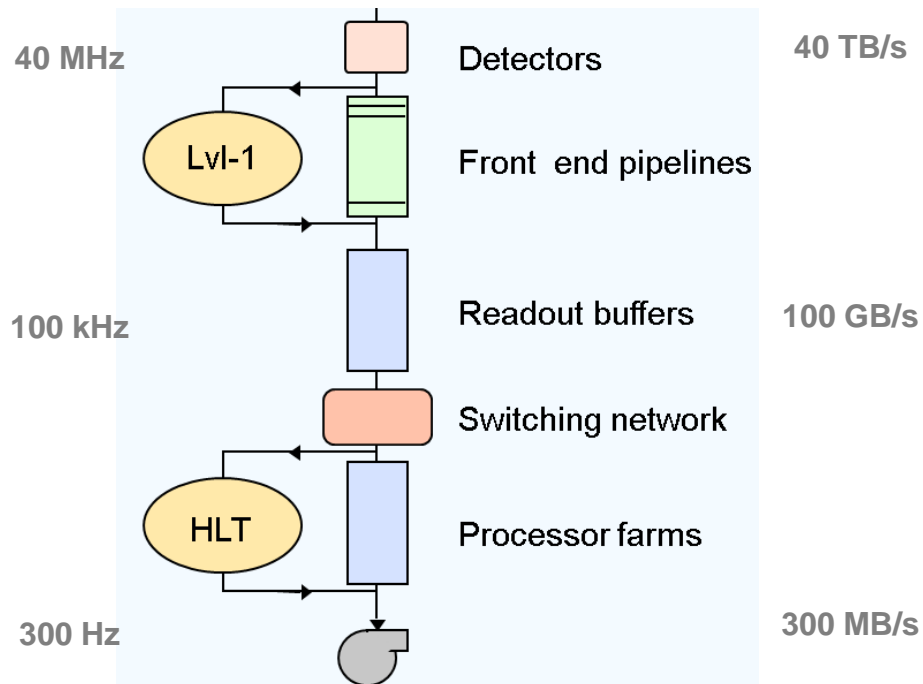
Trigger



- En LHC hay que filtrar sucesos como éste (1 in 10^{12}) con una frecuencia de 40 millones de sucesos por segundo

Trigger system

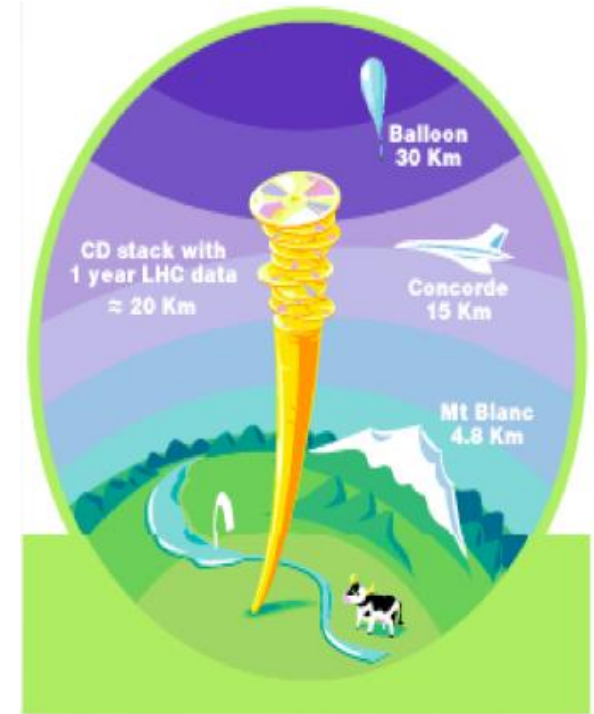
- Nowadays we use a very complex electronic system
- Multi-level, data buffering, parallel processing
- **First Level Trigger**
 - Specialized hardware processors
 - Limited information, simple algorithms
 - 40 MHz \rightarrow 100 kHz
 - 3.2 μ s latency (128 pipeline),
~100 GB/s throughput
- **High Level Trigger** (software)
 - Linux PC farm
 - Flexible software algorithms
 - 100 kHz \rightarrow 300 Hz
 - ~100 ms latency (10000 processors)



Avalancha de datos

- Tasa aceptación Trigger: ~ 300 Hz
- Volumen de datos anual:
1 MB/registro \times
300 registros/s \times
 10^7 s/año =
3.000.000 Gbytes/año =

3 Pbyte/año



**Hay que almacenar y
procesar los datos**

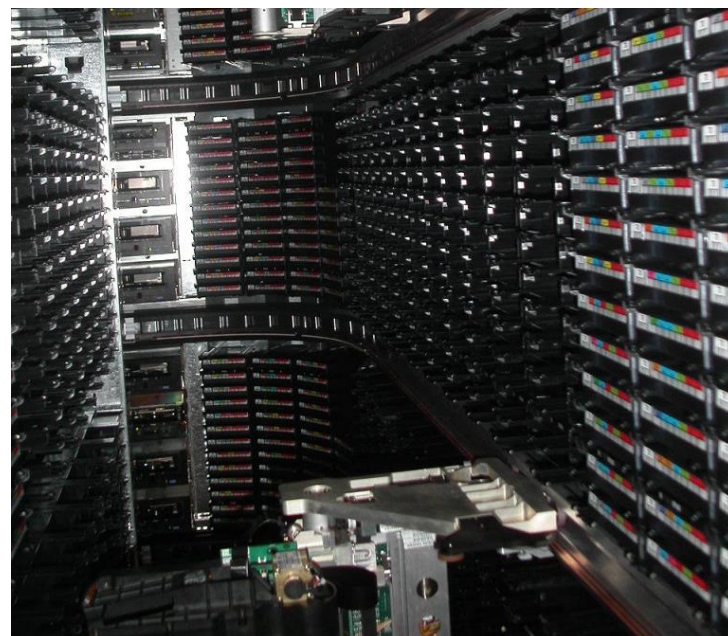
El reto de los datos del LHC

- Los datos en bruto deben procesarse (**reconstrucción**) lo cual genera un volumen de datos similar
- Es necesario producir **datos simulados** para entender la respuesta del detector, estudiar predicciones de modelos teóricos, comparar con los datos reales, etc.
- En total se producen **~10-20 PB** datos anualmente por experimento
- El **análisis** añade un nuevo reto a la gestión de los datos
- La reconstrucción, simulación y análisis involucran cálculos muy complejos que requieren de una potencia de cálculo muy grande equivalente a **cientos de miles de PCs**

Almacenamiento en cinta magnética



Para manejar estas cintas de forma eficiente usamos una librería automatizada en la que un **brazo robótico** localiza y accede a los datos guardados



La cinta magnética permite una alta densidad de información
... **pero**, pero un acceso lento a los datos

Almacenamiento en discos duros

Hoy en día, un disco duro puede tener una capacidad de 4000 GigaBytes = 4 TeraByte

Los discos nos permiten acceder a cualquier parte de los datos en todo momento, sin rebobinar



~200 TB/fileserver
4 TB/disk, 10GE uplinks

pero consumen electricidad y **disipan calor**

Servidores de cálculo

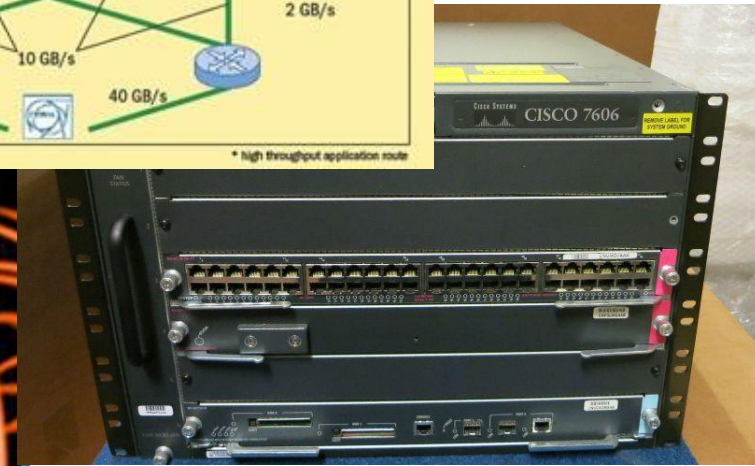
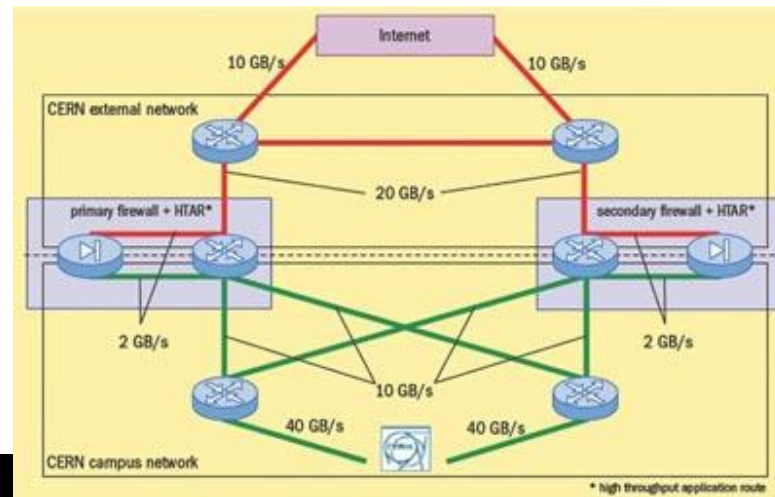
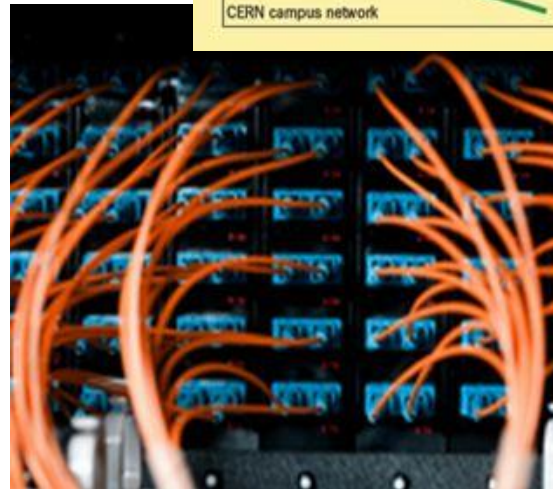
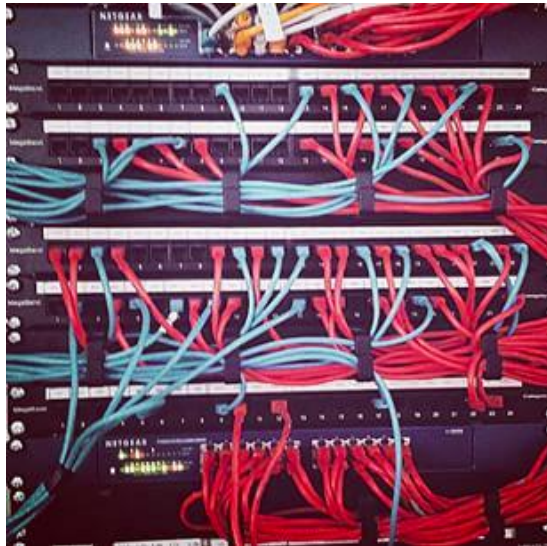


quad/six core procs, blades
→ ~500-700 cores/rack

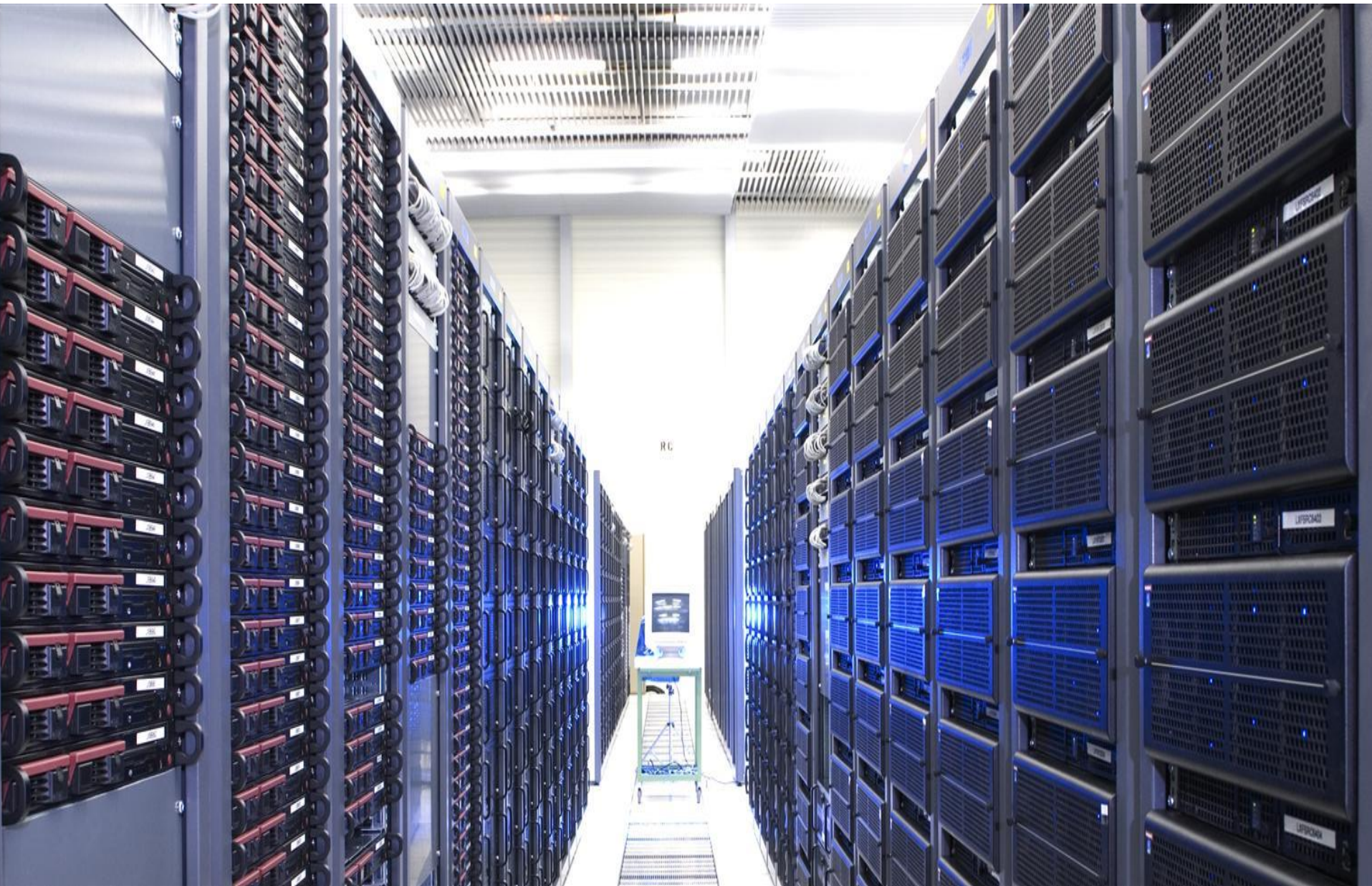


Red de comunicaciones Ethernet

- Los equipos de almacenamiento y procesamiento de datos se interconectan a través de una red de comunicaciones de alta capacidad



Centro de Computación en el CERN



El reto de los datos del LHC

En el LHC, por primera vez en la historia de la física de partículas, ha resultado **imposible** almacenar y analizar los datos en **un único centro** de computación

- **LEP, 1989-2000**

- Generó en más de una década menos de 1 por mil de los datos de un año de LHC

- **Tevatron, 1983-2011**

- Generó en toda su vida útil aproximadamente un 25% de los datos de un año de LHC

Divide y vencerás

- El problema del procesamiento y análisis de los datos de LHC se puede dividir y distribuir
 - Cada colisión registrada se puede procesar independientemente
- No es necesario un superordenador
 - Recursos muy caros y de difícil acceso
 - Utilizado para una única aplicación compleja que se puede paralelizar y ejecutar en muchos nodos a la vez y que requiere una comunicación muy rápida entre nodos y un acceso común a la memoria del superordenador → *High Performance Computing*
 - Grandes requisitos de memoria, procesamiento, velocidad
 - Aplicaciones de Meteorología, fusión nuclear, etc

High Throughput Computing

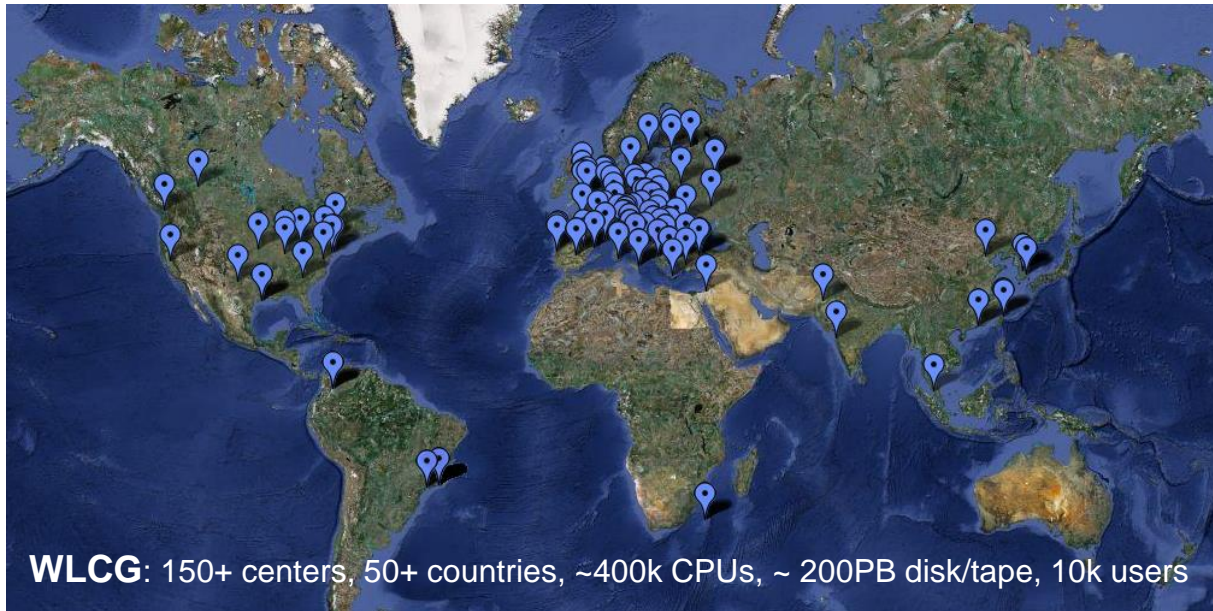
- Requerimientos de potencia de cálculo y memoria para ejecutar una aplicación de procesamiento de datos de LHC son modestos
- Se pueden utilizar ordenadores personales ordinarios
- Lo importante es el resultado agregado de procesar miles de millones de colisiones a través de cientos de miles de trabajos
- High Throughput Computing
- Propuesta para el procesamiento y análisis de datos de LHC
 - Utilicemos los recursos informáticos disponibles en los centros que participan en los experimentos
 - Desarrollemos un sistema para **federar** esos **recursos heterogéneos y dinámicos**

Computación Grid

El Grid de computación de LHC (WLCG)

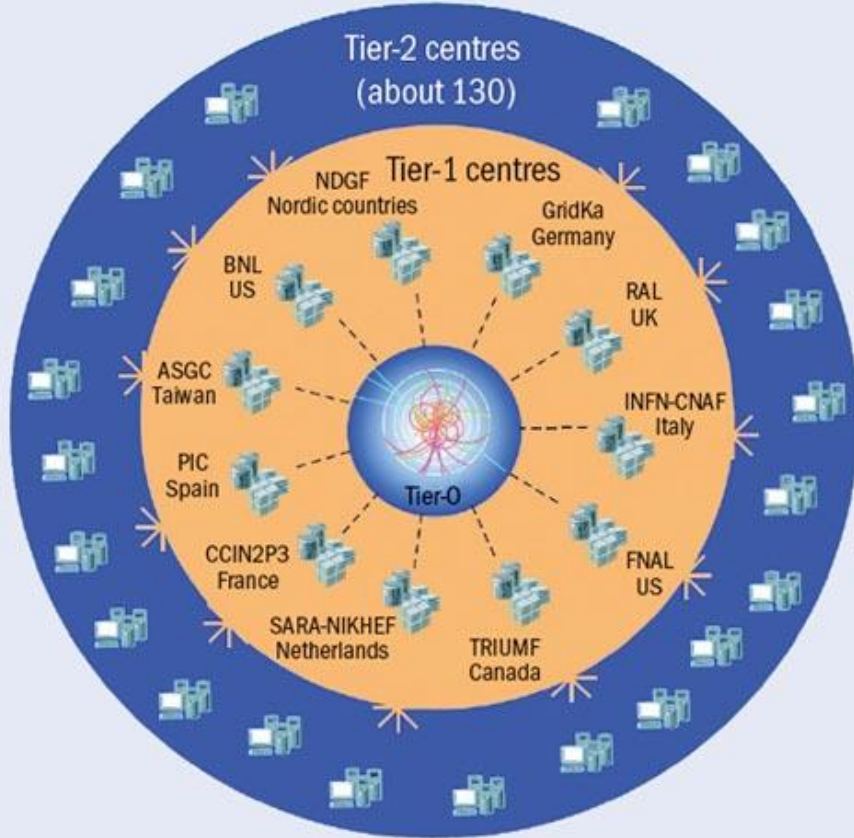
El Grid de LHC es la infraestructura informática que nos permite

- conectar todos los centros de computación de LHC e integrarlos en un único “super-ordenador”
- hacer accesibles los recursos a miles de científicos que a su vez están distribuidos por el mundo

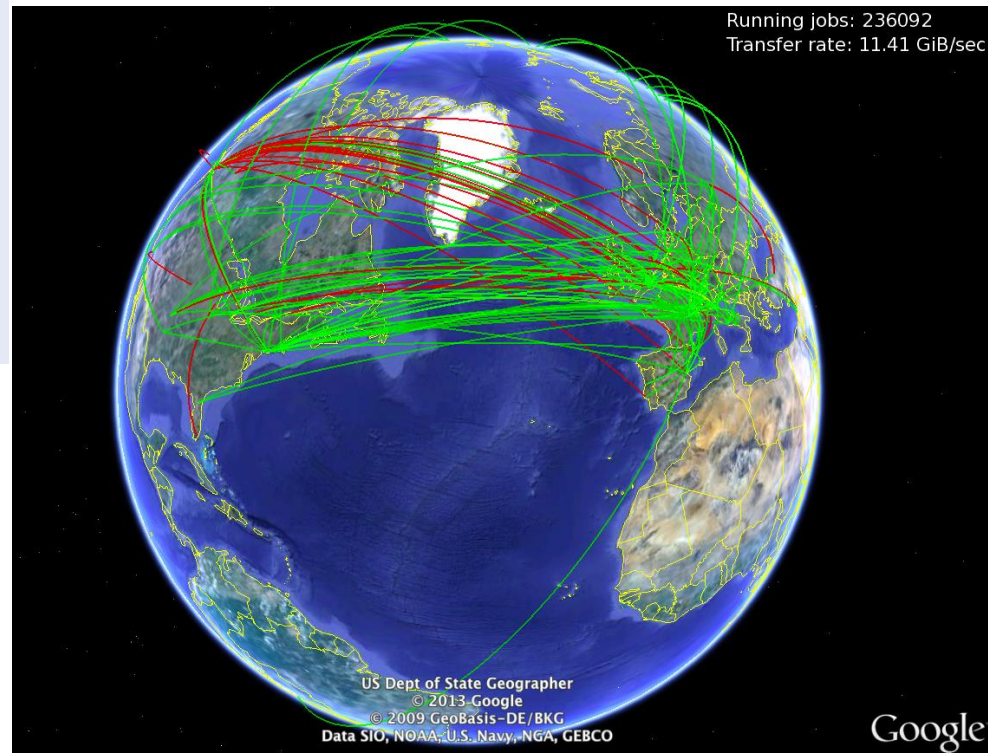


**Estamos ante una auténtica globalización
de los datos del LHC**

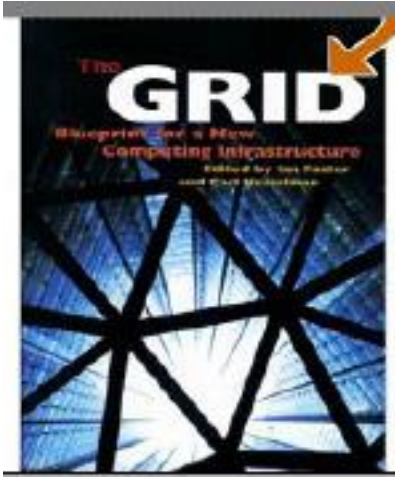
Topología de WLCG



WLCG: 150+ centers,
50+ countries, ~400k CPUs,
~ 200PB disk/tape, 10k users



“The Grid” (Ian Foster y Carl Kesselman, 1998)

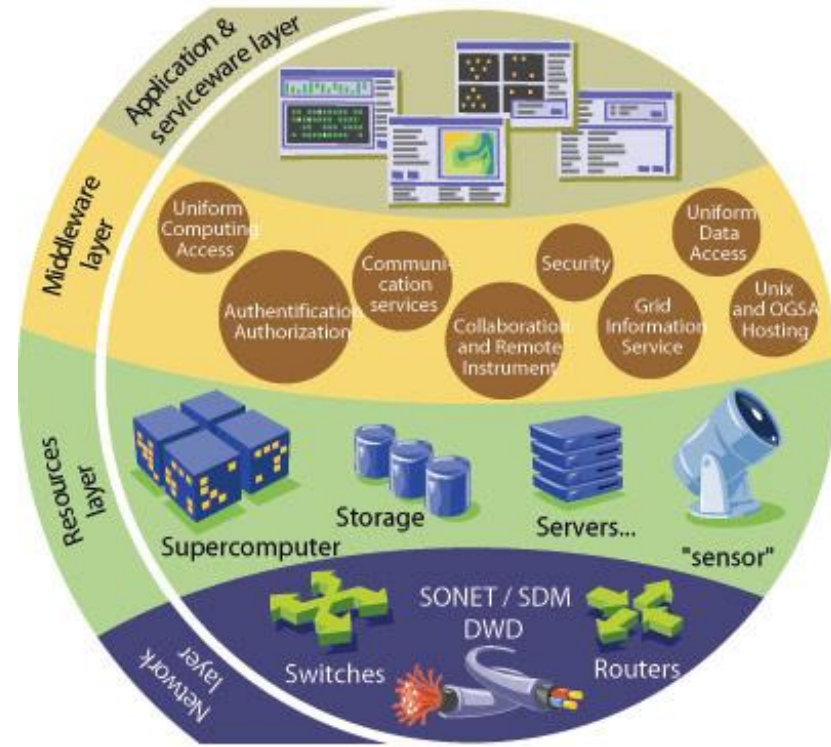


- 1990's boom of accessible computing (PC, better communication networks, Internet, Linux, etc)
- State of computing similar to the development of electricity at the beginning of 1900
- The real revolution of electricity was the possibility to distribute it over a network
- The use of computational services should be as transparent as using a power plug
- Users don't need to know from where the computing power is coming from
- Computing revolution similar to the invention of the Web at CERN



Arquitectura Grid

- **Recursos**
 - Computadores, almacenamiento, redes de comunicaciones
 - Heterogéneos, distribuidos geográficamente, dinámicos
- **Middleware**
 - Software que permite conectar y coordinar los recursos
 - Servicios básicos de información, seguridad, gestión de datos y ejecución de tareas de computación, monitorización
- **Aplicaciones**
 - Interacción del usuario con el Grid

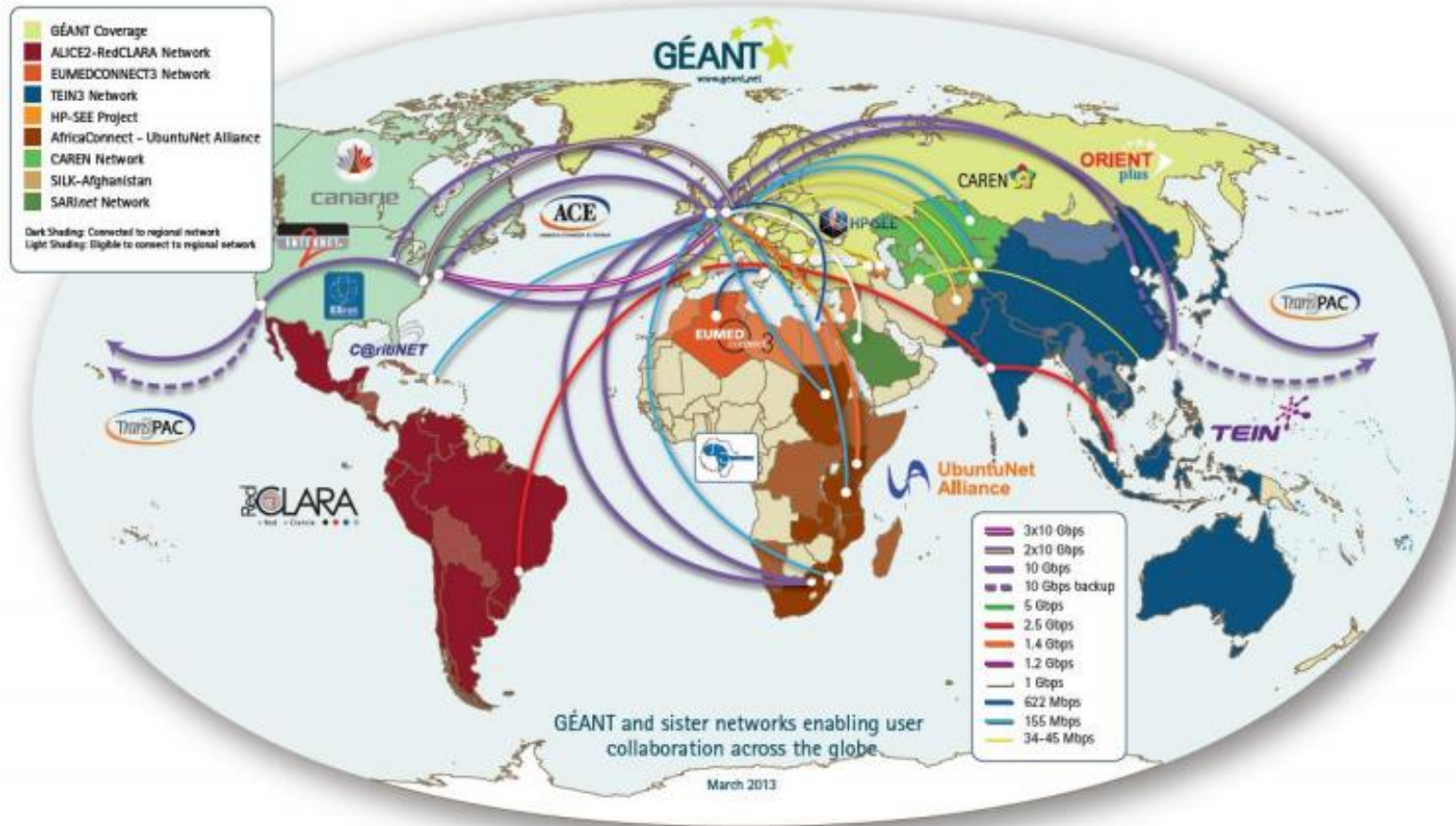


Computación Grid

- El **Grid**, integrando conectividad, computación e información, proporciona una **plataforma virtual para cálculo y gestión de datos**, del mismo modo que la Web integra recursos para formar una plataforma virtual para la información
- El Grid provee la posibilidad de **enlazar dinámicamente recursos heterogéneos** que soportan **ejecuciones a gran escala**, uso intensivo de recursos y **aplicaciones distribuidas**
- El Grid debe proveer **calidades de servicios** no triviales (service level agreements)
- **Complejos sistemas de software y servicios** son necesarios para permitir un **acceso sencillo y seguro** al usuario a través de **protocolos estándar**, para que los recursos sean usados eficientemente, y permitir que las comunidades puedan coordinar sus recursos de forma estable

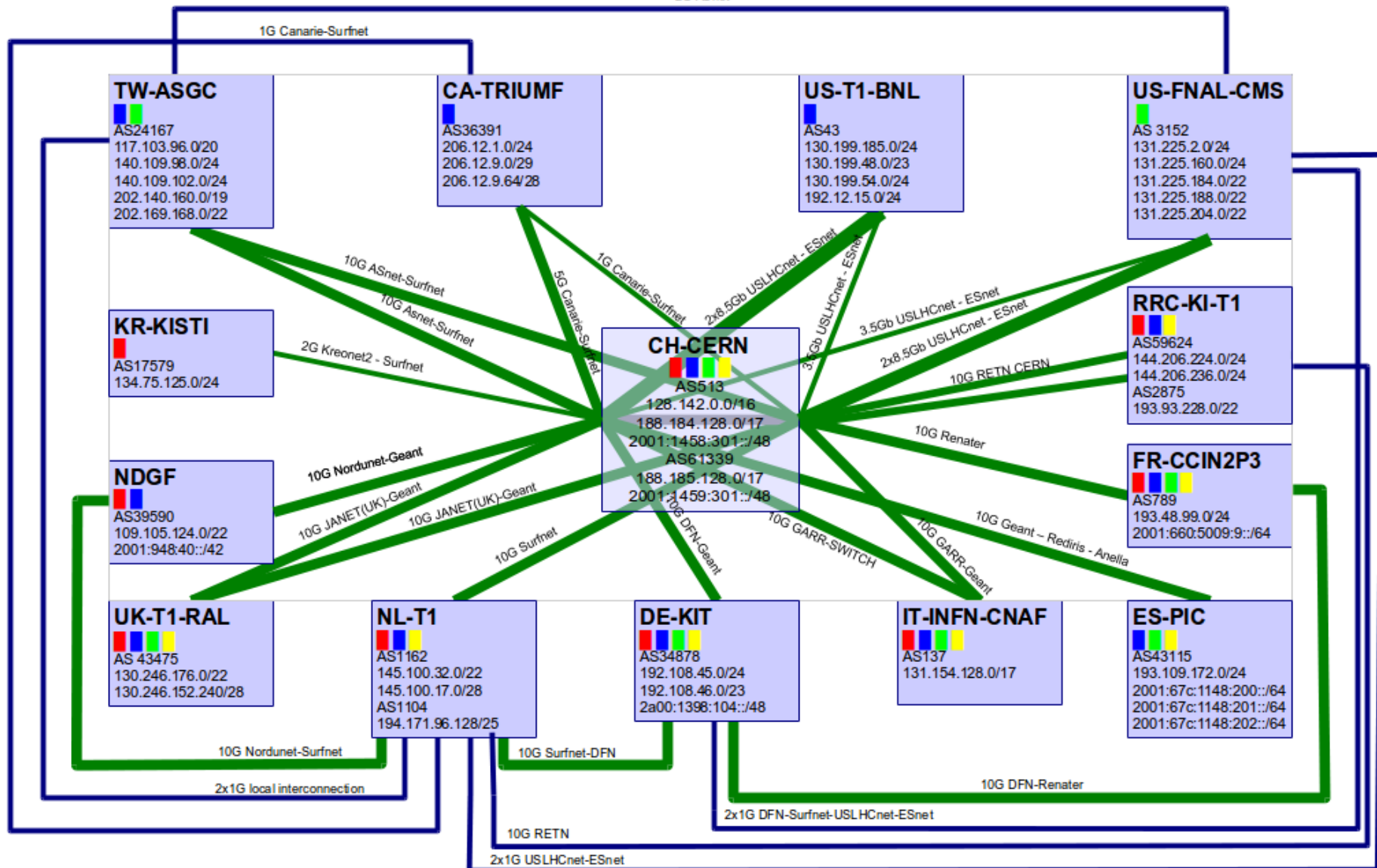


Internet académica a nivel mundial



LHCOPN

2G ASnet



— T0-T1 and T1-T1 traffic
— T1-T1 traffic only
 Not deployed yet
 (thick) >=10Gbps
 (thin) <10Gbps

■ = Alice ■ = Atlas
■ = CMS ■ = LHCb

p2p prefix: 192.16.166.0/24 - 2001:1458:302::/48
 edoardo.martelli@cern.ch 20140620

PIC Tier-1 (Barcelona)

El centro Tier-1 español:
Puerto de Información
Científica (PIC), Barcelona
Gestionado for CIEMAT e IFAE
4k CPUs, 6 PB disco, 8 PB cinta



Centros Tier-2

Hay más de 150 centros secundarios que forman también parte del sistema.



Tier-2s asociados a Tier-1 PIC

An inset map of Europe showing Tier-2 centers associated with Tier-1 PIC. The map features several yellow pins and one green pin, each with a label. A red arrow points from the main world map to this inset. A red dashed arrow points from the CERN location in the top right to the Barcelona area.

IFCA [Santander]
USC [Santiago]
LIP [Coimbra]
CIEMAT [Madrid]
UAM [Madrid]
IFIC [València]
LIP [Lisboa]
IFAE [Barcelona]
PIC [Barcelona]
UB [Barcelona]

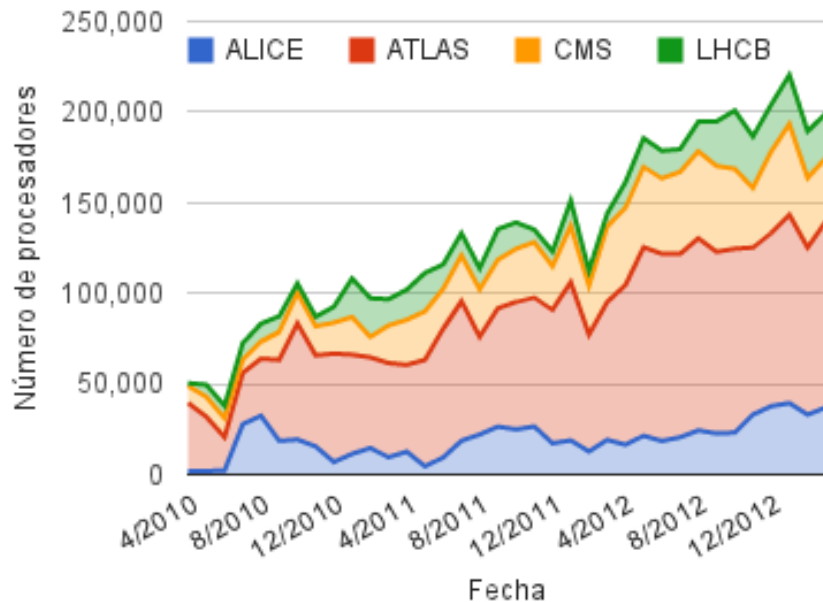
CERN

CMS: CIEMAT&IFCA – LIP_Lisbon&LIP_Coimbra
ATLAS: IFAE&IFIC&UAM – LIP_Lisbon&LIP_Coimbra
LHCb: UB&USC

Estos se especializan en la simulación de sucesos y el análisis final de los datos

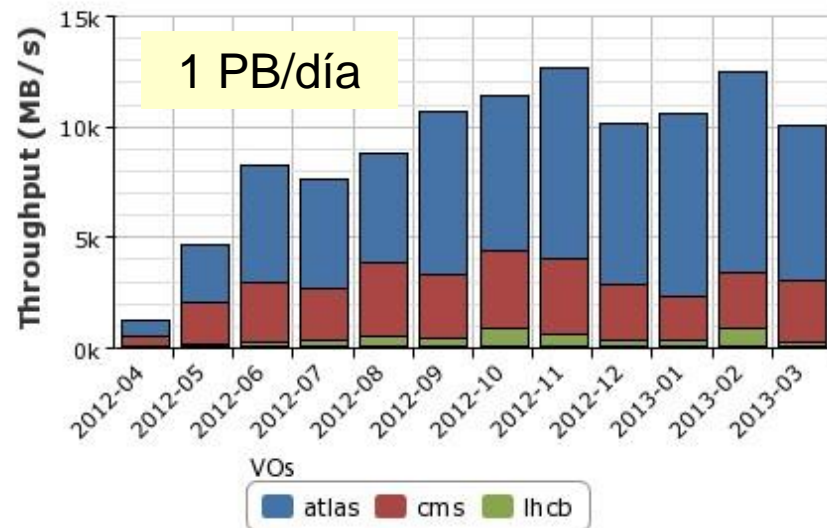
Utilización de WLCG 2010-2012

Utilización de WLCG

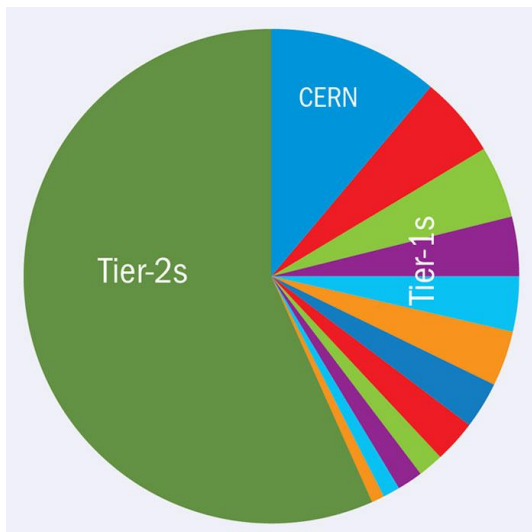
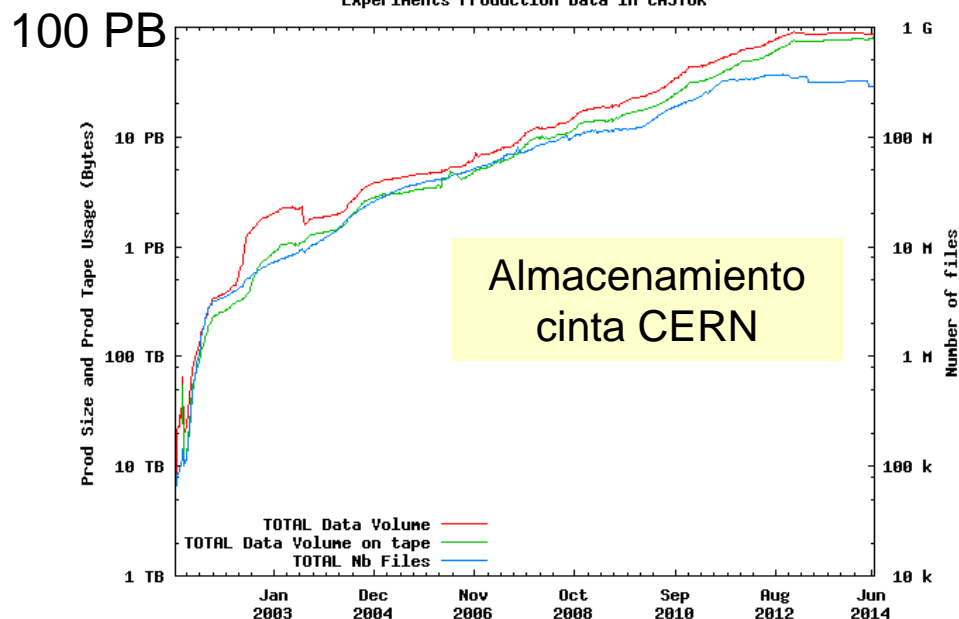


Throughput

2012-04-01 00:00 to 2013-03-31 00:00 UTC

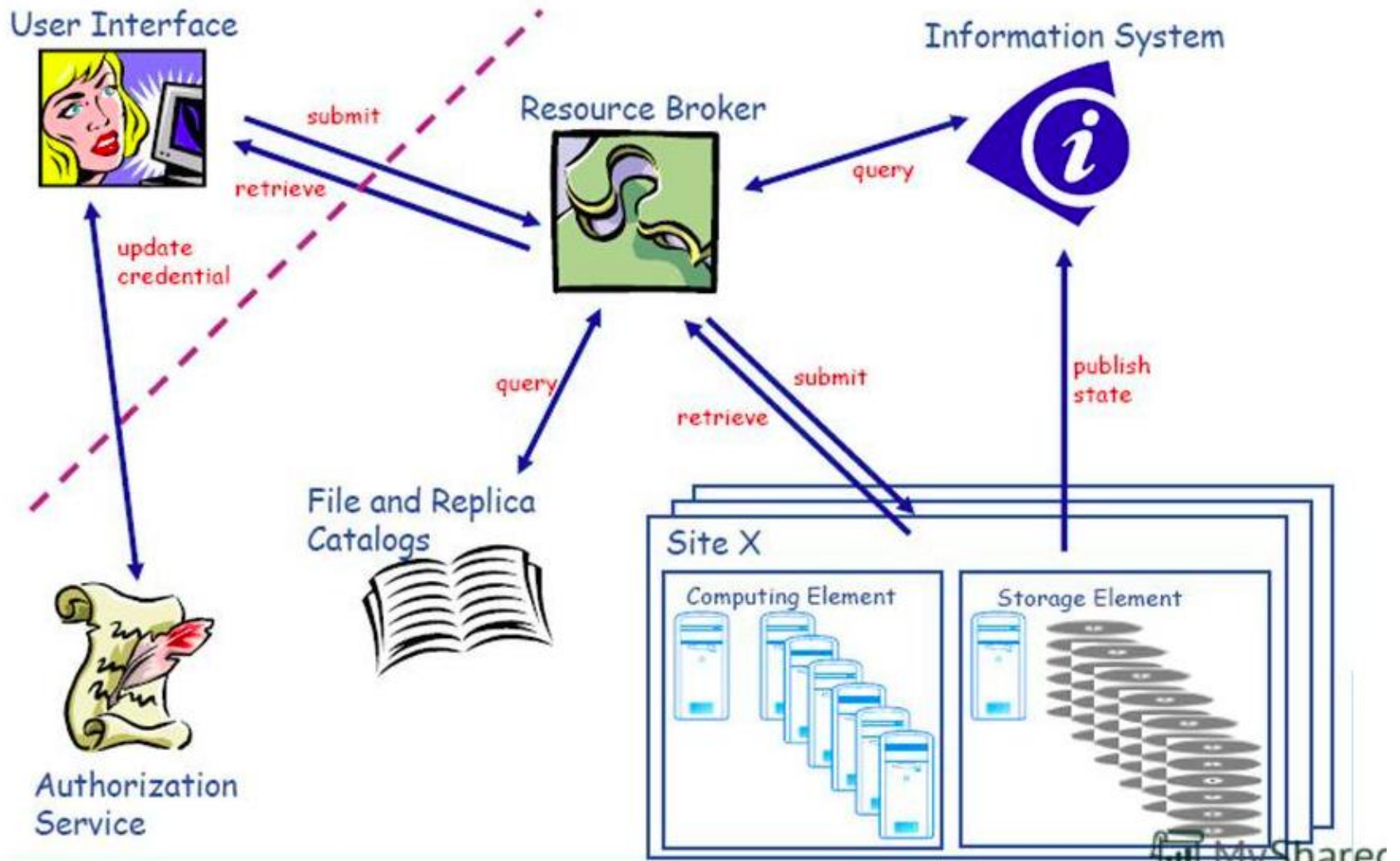


Experiments Production Data in CASTOR



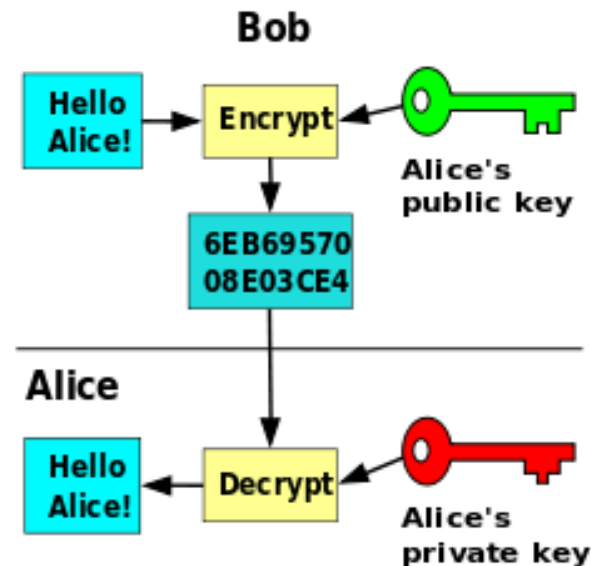
Los servicios del Grid

Servicios del Grid de LHC



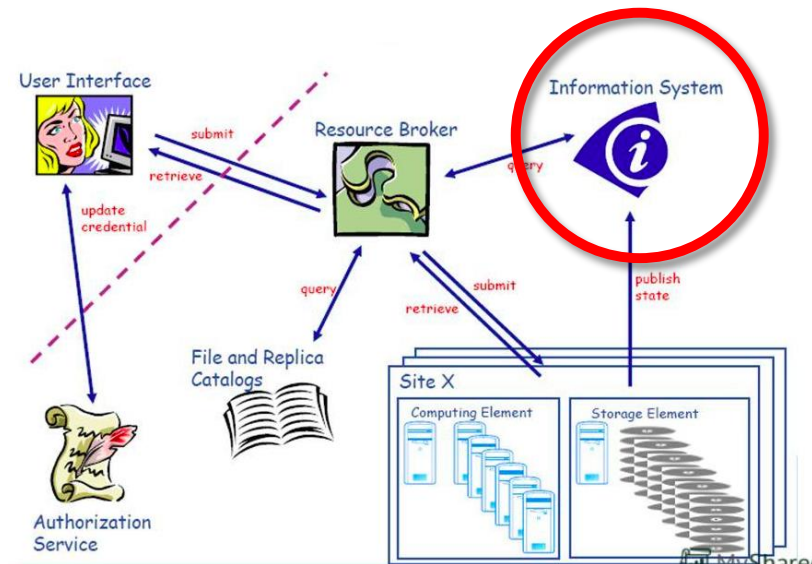
Sistema de autenticación y autorización

- La **seguridad** es uno de los mayores retos
- Uso de **certificados digitales**
 - Clave pública y clave privada otorgadas al usuario por un organismo certificador fiable
 - Los mensajes se encriptan utilizando la clave pública y se desencriptan usando la clave privada (secreta)
- Autenticación**
 - Los servicios Grid utilizan las claves de los usuarios para comprobar su identidad
- Autorización**
 - Qué operaciones están permitidas a un usuario al utilizar un recurso
 - Servicio suministrado por la organización a la que pertenece el usuario
- Delegación**
 - Certificado de corta duración usado por un servicio en nombre del usuario



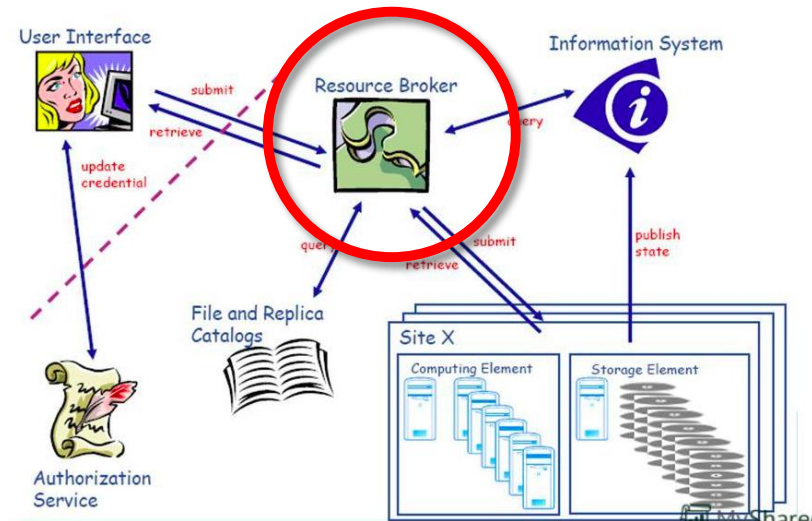
El sistema de información

- Suministra información sobre los recursos existentes y su estado
- Cada recurso publica su existencia y características
- Servicio central recopila la información de todos los recursos existentes
- El servicio central puede ser interrogado por usuarios o servicios para descubrir los recursos existentes y tomar decisiones



Sistema de gestión de tareas

- Servicio central (*resource broker*) que controla la ejecución de los trabajos de los usuarios
- Recibe las peticiones, comprueba los recursos existentes, y las envía al centro de ejecución (*computing element*) adecuado
- Controla prioridades y reparto del uso de recursos entre usuarios
- Cada centro de ejecución dispone de un servicio de conexión al Grid (*gatekeeper*), de un número de nodos de ejecución (*worker nodes*) y de un sistema de control local (*batch system*) para poner en espera y ejecutar los trabajos de los usuarios

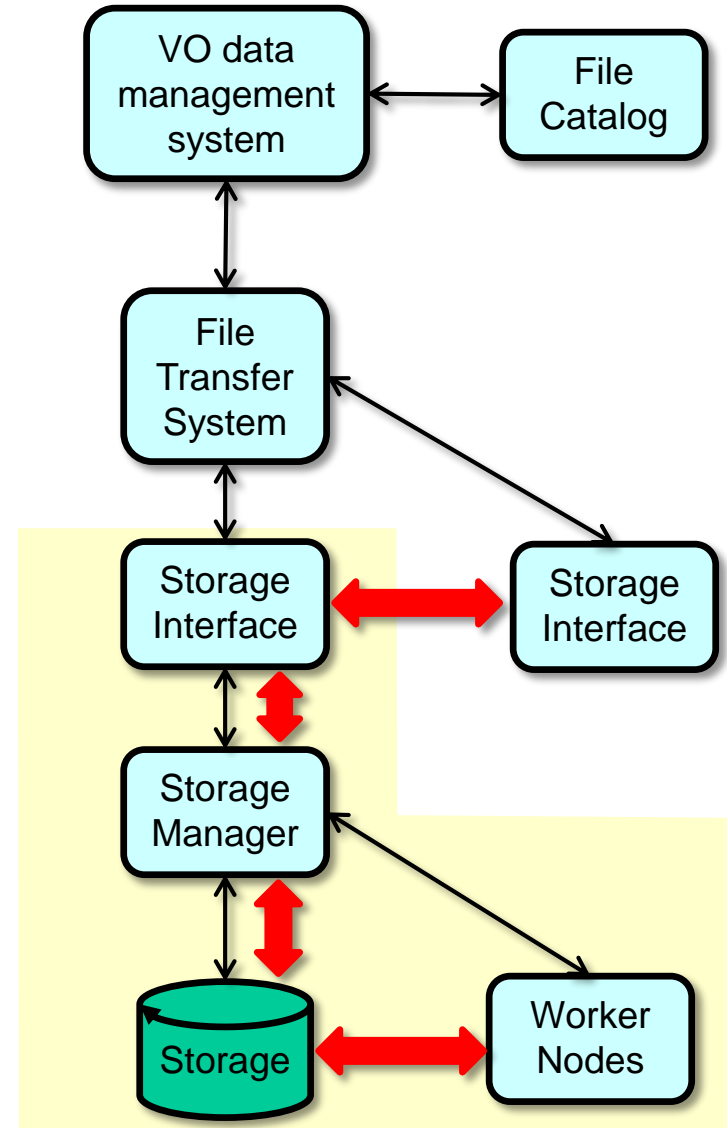


Workflow manager

- El control de un gran número de tareas es complejo
- Con frecuencia las tareas que se ejecutan en el Grid están acopladas
 - La salida de datos de una puede ser la entrada de datos de otra
- Un **sistema de control del flujo de las tareas** se encarga de especificar y ejecutar las tareas
 - Componente específica de cada experimento que interacciona con los servicios genéricos del Grid
 - Controla las dependencias entre los distintos pasos de un proceso y gobierna el flujo de datos
 - **Gestiona errores y re-envío de tareas fallidas**
 - **Gestiona prioridades y reparto de los recursos** entre los miembros de la organización

Sistema de gestión de datos

- En cada centro los recursos de almacenamiento se agregan y controlan en un sistema distribuido de ficheros usando un *storage manager*
- Cada centro dispone de un servicio que conecta sus recursos de almacenamiento al Grid (*storage resource interface*)
- Un *sistema de transferencia de datos* global controla las copias de ficheros entre centros
- Los ficheros y su localización están registrados en un *catálogo* central
- Los trabajos de los usuarios ejecutados en nodos acceden localmente a los datos

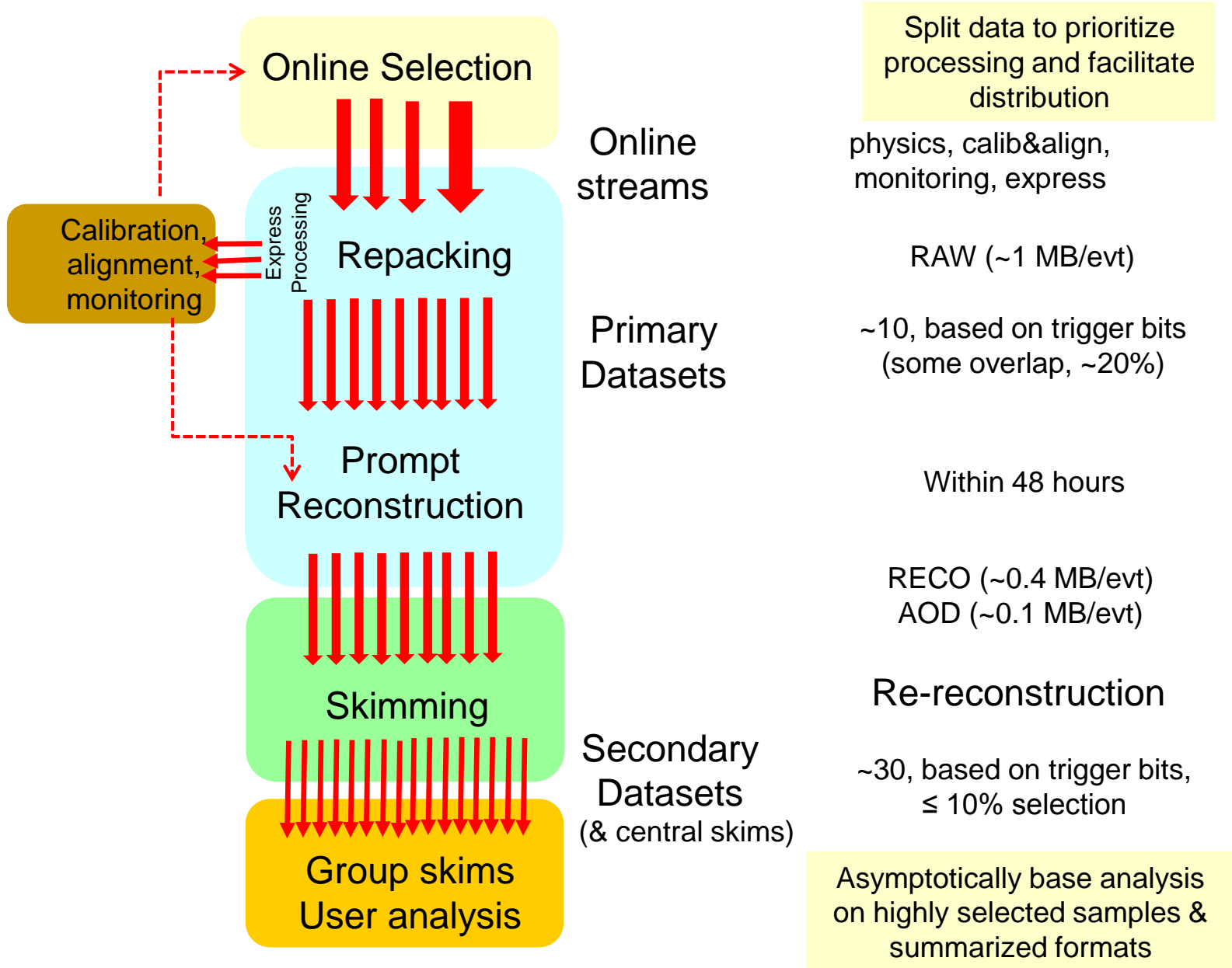


Organización, reducción y análisis de datos

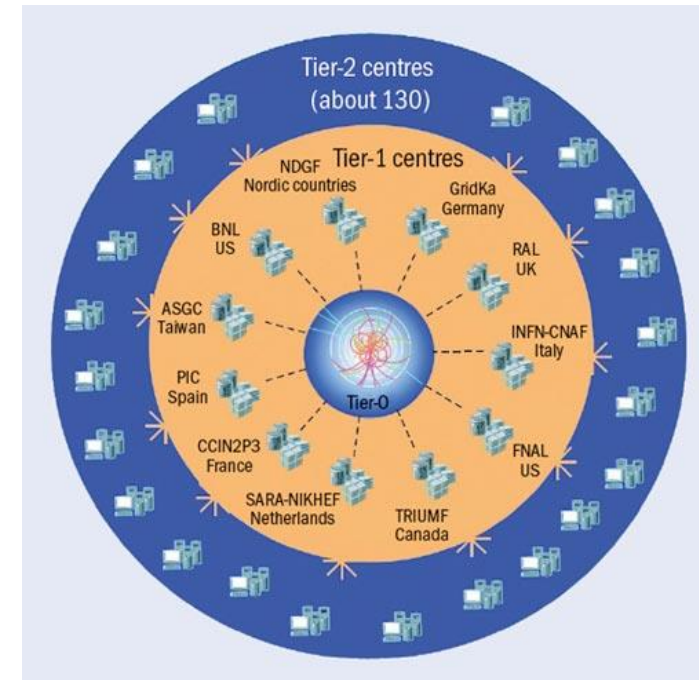
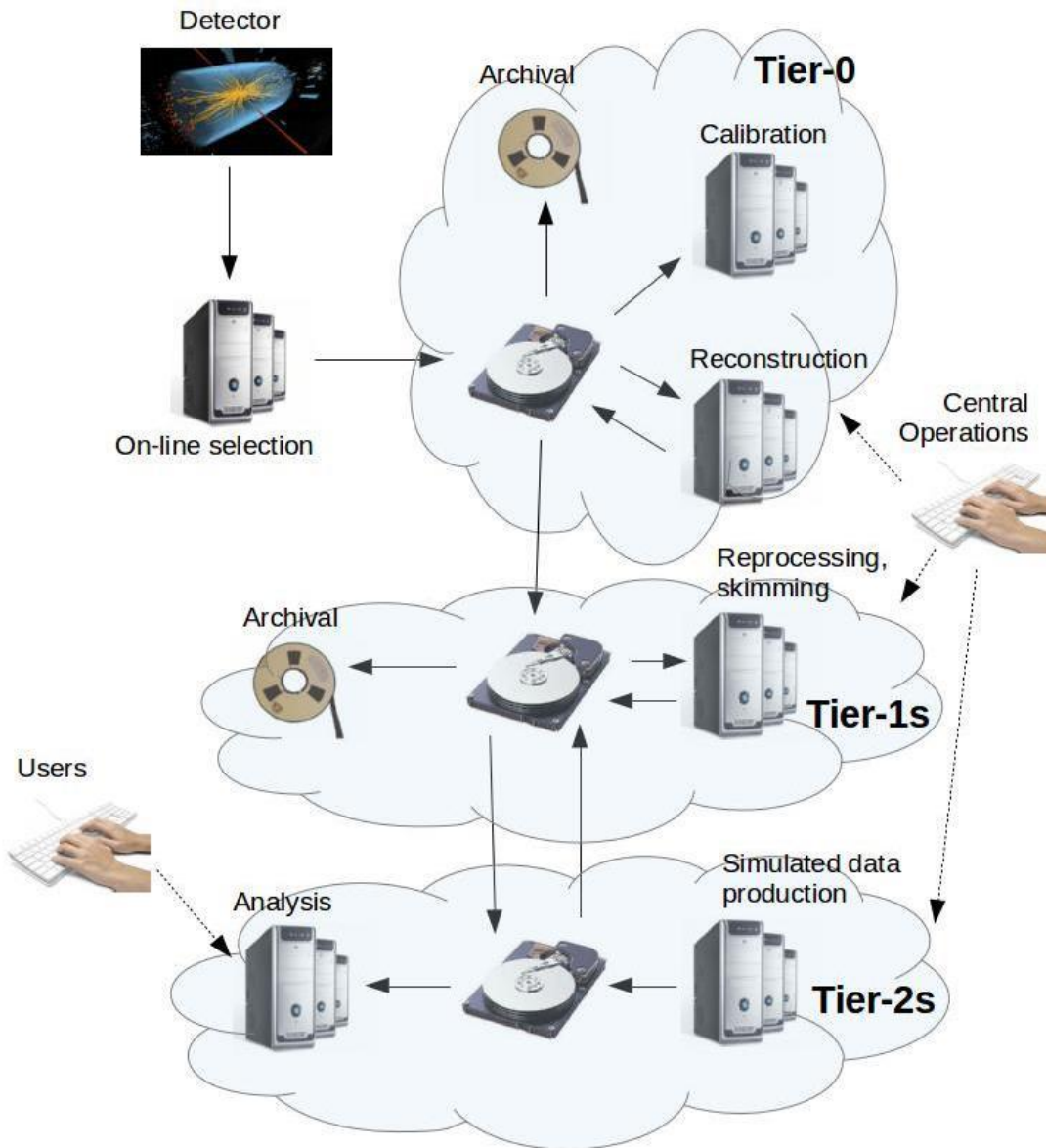
Organización y reducción de datos

- Los datos de las colisiones que pasan el *trigger* se organizan en **datasets**
 - Atendiendo al contenido físico de las colisiones
 - Cada análisis procesa uno o varios datasets determinados
 - Un dataset (~10-100 TBs) está compuesto de ficheros de datos (~GBs) que contienen colisiones (~MB) con un cierto formato
- El primer paso del análisis consiste en la **reducción** del número de colisiones o del contenido de las mismas
 - De 10-100TBs a TBs
 - Filtrado centralizado, organización en grupos de análisis
- En el siguiente paso cada individuo procesa su selección favorita realizando una selección final
 - De TBs a GBs
- Por último, la selección final se analiza interactivamente con programas especializados de análisis estadístico

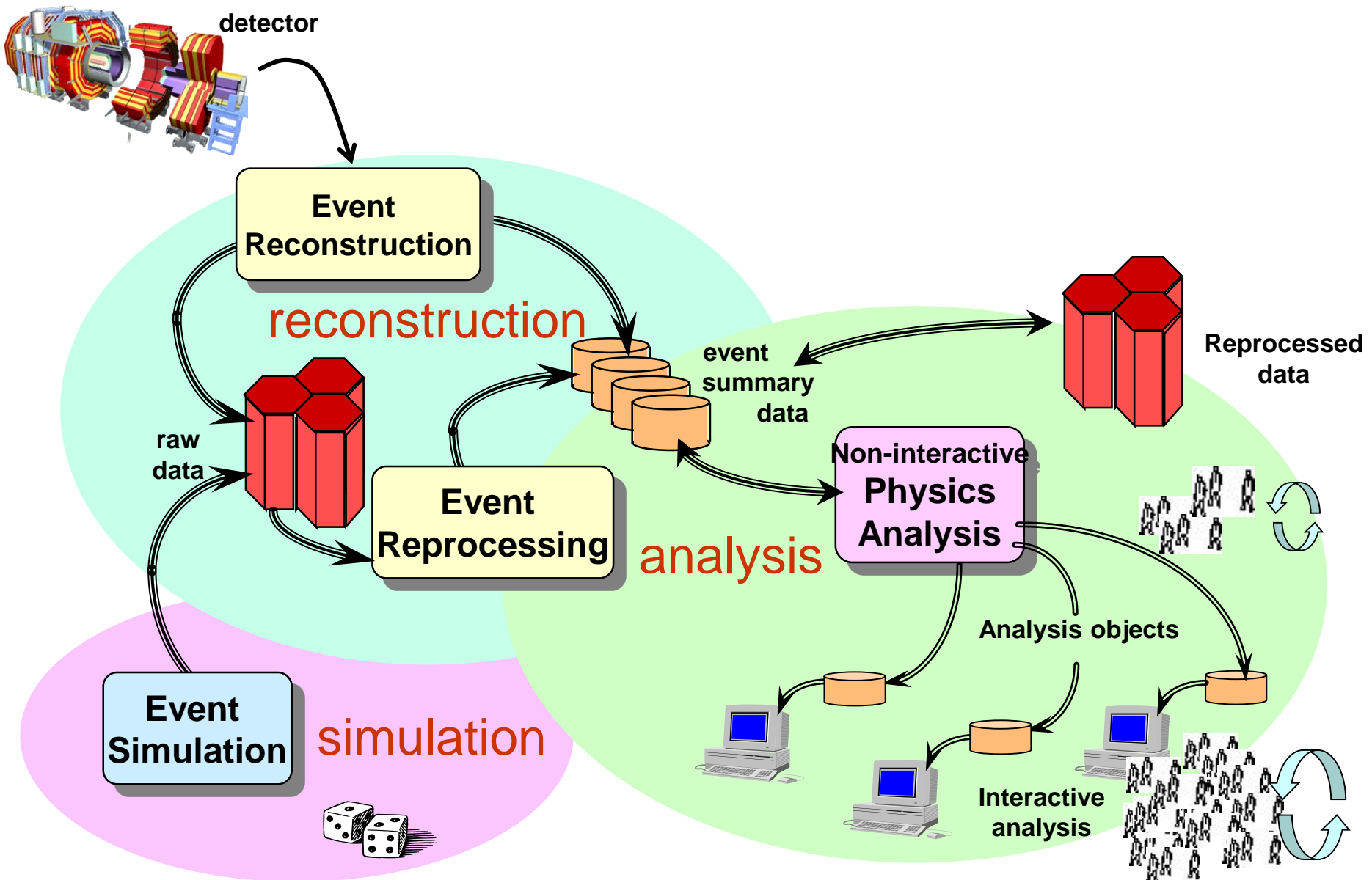
Procesamiento y reducción de datos



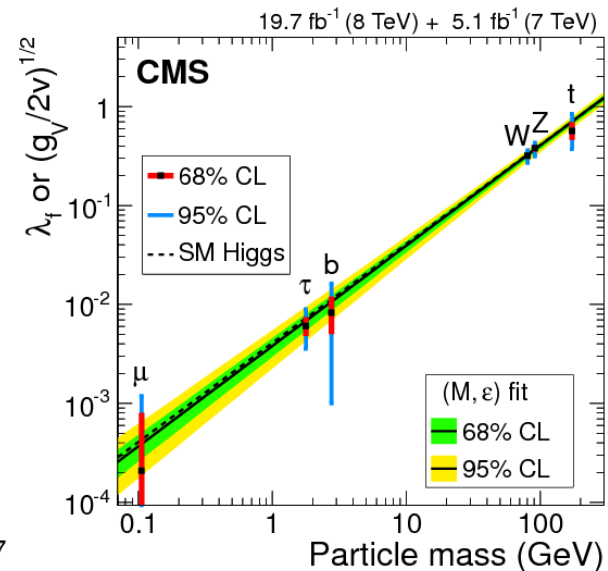
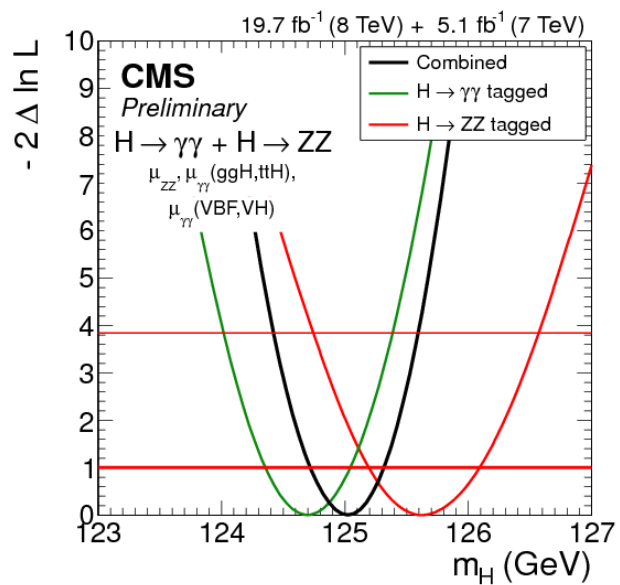
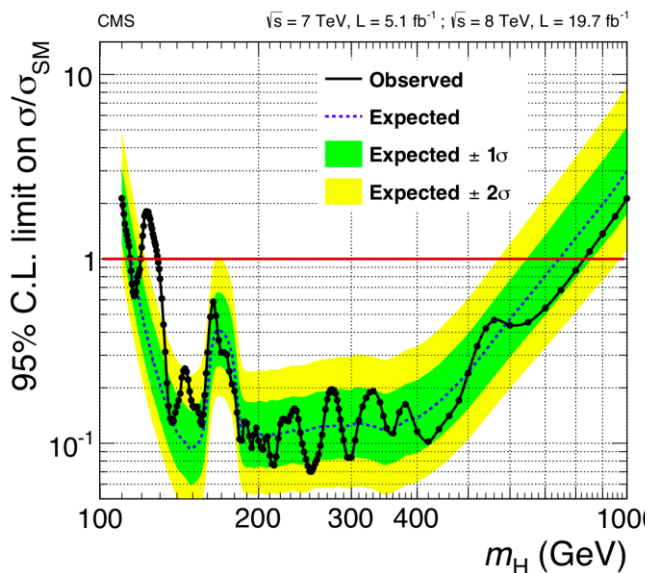
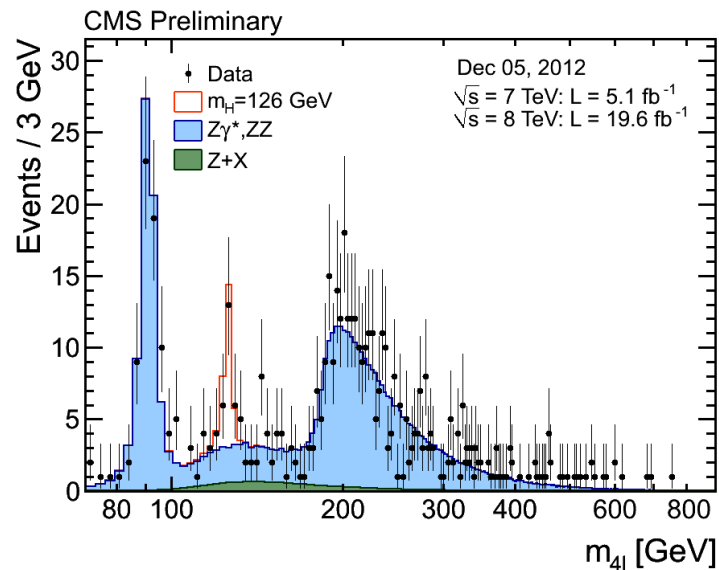
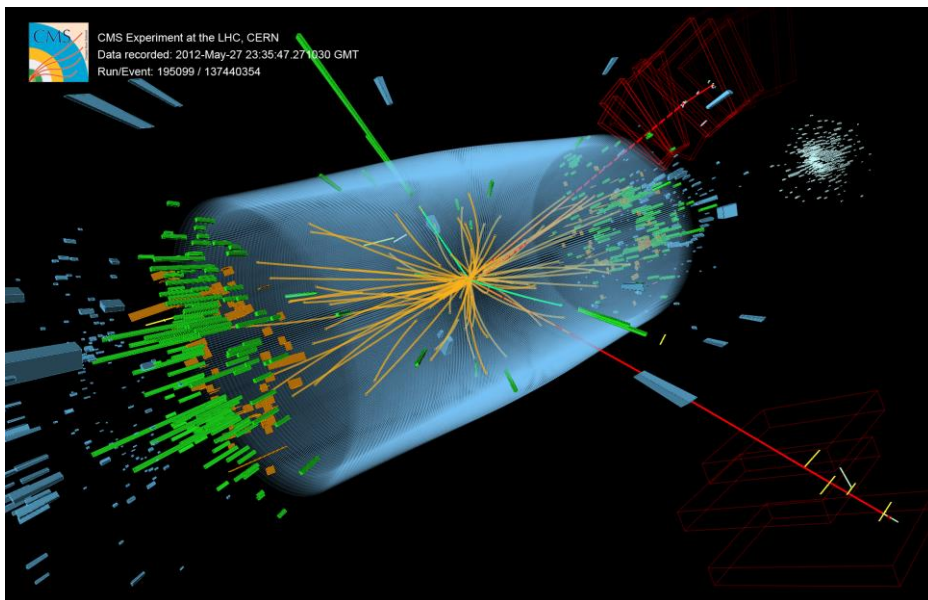
Procesamiento jerarquizado



Data processing model



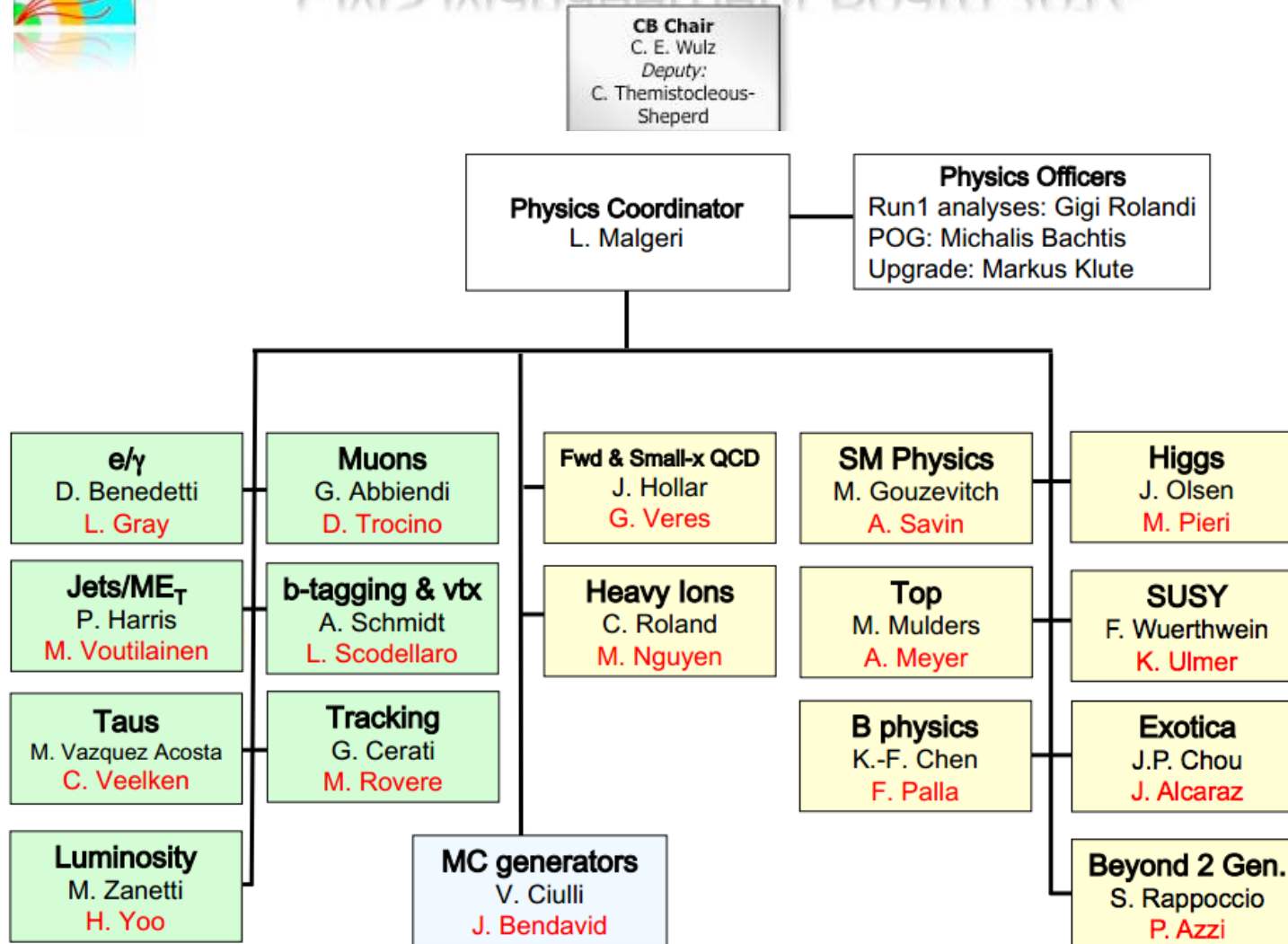
Análisis estadístico



Organización



CMS Management Board 2014



Compleja organización de coordinación, áreas, comités, representación

El área de Física se organiza en torno a grupos de reconstrucción y de análisis

Meetings



Restricted

Europe/Zurich

J. Hernandez Calama

Everywhere



Home Create event Room booking My profile Help

Home » Experiments » CMS meetings

CMS meetings (events overview)

Go back to category page

< Monday 14 July 2014 - Sunday 20 July 2014 >

July, 2014						
?	<	Today	>			
Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
1	2	3	4	5	6	
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Select date

Display options:

Period:

Detail level:

Legend:

- CMS meetings
- Portugal

Mon 14/07	Tue 15/07	Wed 16/07	Thu 17/07	Fri 18/07
02:00 Group Meeting (Beijing: Physics Building North216)	00:00 UMissHep Weekly Meeting (Cremaldi, Lucien; Holzbauer, Jenny Lyn; Kroeger, Robert Stuart; Perera, Lalith; Quinn, Breese; Sanders, David; Summers, Don; Kraus, James Alexander; Rahmat, Rahmat) (University of Mississippi: 228 Lewis Hall)	02:00 Group Meeting (Beijing: Physics Building North216)	02:00 Group Meeting (Beijing: Physics Building North216)	02:00 Group Meeting (Beijing: Physics Building North216)
07:00 Higgs Working Meetings (weekly) (Olsen, Jim; Pieri, Marco) (CERN: Main Auditorium)	02:00 Group Meeting (Beijing: Physics Building North216)	08:00 UZH Weekly BJK Group Meeting (Other Institutes: 36J81)	08:00 UZH Weekly BJK Group Meeting (Other Institutes: 36J81)	08:00 UZH Weekly BJK Group Meeting (Other Institutes: 36J81)
08:00 UZH Weekly BJK Group Meeting (Other Institutes: 36J81)	08:00 UZH Weekly BJK Group Meeting (Other Institutes: 36J81)	08:00 Weekly Offline Meetings (Dr. Elmer, Peter; Lange, David) (CERN:)	08:00 Associative Memory L1 Track trigger Camp (CERN: Bld. 598)	08:00 Weekly Caltech Grp Meetings (CERN: 40-R-A10)
08:00 UMD Group Meeting (Other Institutes:)	08:00 Weekly Caltech Grp Meetings (CERN: 40-R-A10)	08:00 Weekly Caltech Grp Meetings (CERN: 40-R-A10)	08:00 Weekly Caltech Grp Meetings (CERN: 40-R-A10)	08:00 BPH/TOP Final Readings (Ferguson, Thomas; Castro, Andrea) (CERN: 60-2-023)
08:00 Weekly Tracker DPG Meetings (Hreus, Tomas; Cerati, Giuseppe; Rovere, Marco; Veszpremi, Viktor)	08:00 Weekly Caltech Grp Meetings (CERN: 40-R-A10)	08:00 SKKU-HEP-CMS Weekly Meeting (Prof. Choi, Youngil)	08:00 BPH/TOP Final Readings (Ferguson, Thomas; Castro, Andrea) (CERN: 60-2-023)	08:00 JINR CMS Weekly Meeting (JINR: 414)
08:00 CMS AFB Group Meeting (CERN)	08:00 BPH/TOP Final Readings (Ferguson, Thomas; Castro, Andrea) (CERN: 60-2-023)	08:00 Tier-2 Weekly Events at MIT (Goncharov, Maxim) (MIT: 24-517)	08:00 JINR CMS Weekly Meeting (JINR: 414)	08:00 CFP at Zewall City (Abdelalim, Ahmed Ali; Mohamed, Amr) (Other Institutes: CMS center at CFP, Zewall City)
08:00 Weekly Caltech Grp Meetings (CERN: 40-R-A10)	08:00 JINR CMS Weekly Meeting (JINR: 414)	08:00 BPH/TOP Final Readings (Ferguson, Thomas; Castro, Andrea) (CERN: 60-2-023)	08:00 CFP at Zewall City (Abdelalim, Ahmed Ali; Mohamed, Amr) (Other Institutes: CMS center at CFP, Zewall City)	08:00 RA2 classic (CERN: 42-R-407)
08:00 2:00 MD meeting for week of 14 Jul 14 (Other Institutes)	08:00 CFP at Zewall City (Abdelalim, Ahmed Ali; Mohamed, Amr) (Other Institutes: CMS center at CFP, Zewall City)	08:00 JINR CMS Weekly Meeting (JINR: 414)	08:00 RA2 classic (CERN: 42-R-407)	09:00 Associative Memory L1 Track trigger Camp (CERN: Bld. 598)
08:00 Weekly Caltech Grp Meetings (CERN: 40-R-A10)	08:00 RA2 classic (CERN: 42-R-407)	08:00 CFP at Zewall City (Abdelalim, Ahmed Ali; Mohamed, Amr) (Other Institutes: CMS center at CFP, Zewall City)	08:45 CMS Induction Session for Newcomers (CERN: Council Chamber)	09:00 GEM Workshop IX (CERN: Salle Bohr)
08:00 Weekly Offline Meetings (Dr. Elmer, Peter; Lange, David) (CERN:)	08:30 Muon ID (Other Institutes)	08:00 RA2 classic (CERN: 42-R-407)	09:00 Ghent Top Quark Physics (Grunewald, Martin; Benucci, Leonardo; Yazgan, Efe; Costantini, Silvia; Crucy, Shannon; Adler, Volker; Cimmino, Anna) (CERN: 42-R-406)	09:00 CMS Induction Session for Newcomers (CERN: Council Chamber)
08:00 Higgs Meetings (weekly) (Olsen, Jim; Pieri, Marco) (CERN)	09:00 GEM Workshop IX (CERN: Salle Bohr)	08:30 Warsaw Group Meeting (Hoza: sala CMS)	09:00 Bpix production CERN/TW/HIP (CERN: 27-R-015)	09:00 HGCA General Meeting (CERN: 4-S-030)
08:00 GEM Workshop IX (CERN: Salle Bohr)	09:00 DPix BI-weekly Meeting (Other Institutes)	09:00 GEM Workshop IX (CERN: Salle Bohr)	09:30 GEM Workshop IX (CERN: Salle Bohr)	11:00 SUSY2014 Approval Session (Wuerthwein, Frank; Ulmer, Keith) (CERN: 40-R-B10)
08:00 BPH/TOP Final Readings (Ferguson, Thomas; Castro, Andrea) (CERN: 60-2-023)	09:30 SKKU HEP Lab meeting (Other Institutes: CMS center)	09:00 Device Simulation Meeting (Messineo, Alberto) (EVO:)	09:30 GEM Workshop IX (CERN: Salle Bohr)	12:00 BPH WG meeting (Viegas Guerreiro Leonardo, Nuno; Galanti, Mario; Faccioli, Pietro; Yi, Kai; Covarelli, Roberto; Margoni, Martino; Pompili, Alexis) (CERN: 40-R-A10)
08:00 JINR CMS Weekly Meeting (JINR: 414)	09:30 Riunione CMS Pisa (Other Institutes: CMS center)	09:00 BPH coordination meeting (Palla, Fabrizio; Chen, Kai-Feng) (CERN:)	10:00 BRIL DAQ Development Session (Xie, Zhen) (CERN: 354)	13:30 Higgs Working Meetings (weekly) (Olsen, Jim; Pieri, Marco) (CERN: Main Auditorium)
08:00 CFP at Zewall City (Abdelalim, Ahmed Ali; Mohamed, Amr) (Other Institutes: CMS center at CFP, Zewall City)	09:30 SNU (Other Institutes: SNU 23-305)	09:00 BRIL Radiation Simulations Round Table Meeting #32 (Mallows, Sophie; Azhgirey, Igor) (CERN: 354-1-019)	10:00 Small-x QCD and forward jets group meeting (Knutsson, Albert; Szafronov, Grigory) (CERN: 40-R-B10)	14:00 Higgs Meetings (weekly) (Olsen, Jim; Pieri, Marco) (CERN)
08:00 RA2 classic (CERN: 42-R-407)	10:00 Weekly Tracker DPG Meetings (Hreus, Tomas; Cerati, Giuseppe; Rovere, Marco; Veszpremi, Viktor)	09:30 Higgs Working Meetings (weekly) (Olsen, Jim; Pieri, Marco) (CERN)	10:00 RWTH IIIA RPV Meeting	








https://indico.cern.ch/event/330057/

Cientos de reuniones cada día ...





Meetings

Restricted

Tuesday, 15 July 2014

- 14:00 - 16:20 **Higgs Combination and Properties**  [Join Vidyo](#)
VIDYO PIN 2662 ("COMB")
Conveners: Andre Tinoco Mendes (LIP Laboratorio de Instrumentacao e Fisica Experimental de Part), Dr. Mingshui Chen (Chinese Academy of Sciences (CN))
Location: 4-S-030
- 14:00 **News 5'**
Speakers: Andre Tinoco Mendes (CERN), Dr. Mingshui Chen (Chinese Academy of Sciences (CN))
- 14:10 **Discussion on tHq: HIG-14-001 and HIG-14-015 30'**
Speaker: Christian Boser (KIT - Karlsruhe Institute of Technology (DE))
Material: [Slides](#) 
- 14:45 **Missing items for the combination paper 30'**
Material: [Slides](#)  
- 16:00 - 17:00 **Higgs Coordination Meeting**  [Join Vidyo](#)
Conveners: Jim Olsen (Princeton University (US)), Marco Pieri (Univ. of California San Diego (US))
Location: 4-S-030
- 16:00 **News 30'**
Speakers: Marco Pieri (Univ. of California San Diego (US)), Jim Olsen (Princeton University (US))
Material: [Slides](#) 
- 16:30 **Report on Trigger Studies 20'**
Speakers: Maria Cepeda Hermida (University of Wisconsin (US)), Pascal Vanlaer (Universite Libre de Bruxelles (BE))
Material: [Slides](#) 

Wednesday, 16 July 2014

- 14:00 - 16:00 **Higgs-Exo Meeting**  [Join Vidyo](#)
Conveners: Alexandre Nikitenko (Imperial College Sci., Tech. & Med. (GB)), Adrian Perleanu (Rheinisch-Westfaelische Tech. Hoch. (DE)), Paolo Meridiani (Universita e INFN, Roma I (IT))
Location: 354-1-019
- 14:00 **Updates on WH->4tau 20'**
Speaker: Francesca Ricci-Tam (University of California Davis (US))
Material: [Slides](#) 
- 14:20 **Progress on NMSSM h(125)->a1a1->mumubb 20'**
Speaker: Alexandre Nikitenko (Imperial College Sci., Tech. & Med. (GB))
Material: [Slides](#)  
- 14:40 **Updates on h->2a->4mu 20'**
Speaker: Alfredo Martin Castaneda Hernandez (Texas A & M University (US))

Contribuciones
accesible para todos
los miembros de la
colaboración

Modelo
colaborativo-
competitivo

Videoconferencias

- La mayoría de las reuniones tienen lugar a través de videoconferencia
- CMS es una colaboración internacional!
- No es necesario residir en el CERN para participar en las actividades de análisis de datos

The screenshot displays a Vidyo video conference window. The main content area shows a presentation slide titled "Vidyo Drives Market Transition". The slide features a graph with a blue arc representing market segments: "Enterprise Rooms" (yellow), "VidyoWay Free B2B Interoperability Service" (green), "Desktop, Mobile & Browser Based Conferencing" (light green), and "Consumer, Social & B2C" (blue). To the right of the graph, a list of bullet points highlights key features: "Platform for consumer adoption and B2C", "Pricing enables 1000X more endpoints", "Free cloud based B2B interoperability", and "10X lower cost for interoperability and conferencing". Below the graph, it states "VidyoWare platform uniquely scales to address all markets".

On the left side of the interface, a "Participants" list shows three attendees: John Linden (annotating), Michelle Muzyka, and Mona Cociardi. A "Group Chat" window is visible on the right. At the bottom, a video feed shows two participants: a man with glasses and a headset, and a woman with blonde hair and a headset. The bottom control bar includes icons for chat, video, audio, and settings, along with a timer showing 00:00:13.

Reuniones de la colaboración

- La colaboración se reúne periódicamente para evaluar el estatus y elaborar planes



CMS Week
Miami 2014







<http://cmsweek.hep.fiu.edu>





<u>Local Organizing Committee</u>	<u>Scientific Advisory Committee</u>
Darin Acosta: UF	Tiziano Camporesi: CERN
Paul Avery: UF	Nick Hadley: UMD
Marc Baarmand: FIT	Stephan Linn: FIU
Dimitri Boulikov: UF	Luca Malgeri: CERN
Xavier Cortada: FIU	Patricia McBride: FNAL
Vasken Hagopian: FSU	Jorge L. Rodriguez: FIU
Steve Linn: FIU	
Pete Markowitz: FIU	
Guenakh Mitselmakher: UF	
Jorge L. Rodriguez: FIU	
John Yelton: UF	
Francisco Yumiceva: FIT	

FIU FLORIDA INTERNATIONAL UNIVERSITY  Florida Institute of Technology  FLORIDA STATE UNIVERSITY **UF** UNIVERSITY OF FLORIDA

Publicaciones

Largo proceso de revisión antes de cualquier publicación

Stage/event	Responsibility	Actions	Comments
Early stages of an analysis	PAG conveners	Analysis record is created on CADI web page (i).	
	Authors + WG conveners	Analysis is discussed regularly in the working group	
	Authors + POG conveners	If analysis uses non-standard tools, these must be reviewed & approved by the relevant POG	The procedure to be followed for formal pre-approval in a POG is identical to that for formal pre-approval in a PAG
Prior to scheduling pre-approval	PAG conveners	Target dates for pre-approval updated in CADI	
	PAG conveners	Request formation of ARC	Preferably at least 2 weeks before pre-approval meeting
	WG conveners	Read preliminary version of PAS & supporting AN-NOTE approximately 1 week prior to preapproval announcement. Thus decide if pre-approval can go ahead.	
Announcement of pre-approval meeting	Authors	PAS (iv) & supporting AN-NOTE(s) submitted & frozen in CADI until pre-approval	Authors can continue to edit latex in response to comments, but not submit new drafts to CADI.
	PAG conveners	Announce pre-approval meeting on Hypernews(ii)	May happen only hours after PAS put into CADI.
 AT LEAST ONE WEEK 			
Pre-Approval meeting	WG/PAG Conveners	Decide if analysis is (conditionally) pre-approved.	ARC should ideally attend (as observers).
After pre-approval meeting	Authors	Post new version of PAS (iv) & AN-NOTE(s) to CADI, taking into account comments made during pre-approval. Document all questions/answers on twiki.	
	PAG conveners	If analysis was pre-approved (or conditionally pre-approved & conditions have been met by revised documentation), set flag in CADI and announce on Hypernews (ii)	CADI status flag → Pre-App
	Authors	Discuss analysis schedule with ARC chairperson	Helps minimize time between pre-approval and approval
 N WEEKS 			
Prior to scheduling approval	Authors	Post new version of PAS (iv) & AN-NOTE(s) to CADI, taking into account comments made by ARC. Document all questions/answers on twiki.	
	ARC	Decide whether analysis is ready for approval meeting, announce this on Hypernews (iii) & set flag in CADI.	CADI status flag → ARC-GreenLight
Announcement of Approval meeting	Authors	All documentation is frozen in CADI until the approval meeting. Any plots to be made public (especially those not in PAS) should be posted to	Authors can continue to edit latex in response to comments, but not submit new drafts to CADI.
	Phys. Coord.	Announces approval meeting is on Hypernews (ii)	
	Language Editor	In exceptional circumstances only, Language Editor improves English in PAS or draft PAPER (iv). This only happens if the PAS is very badly written or if the PAS/PAPER is very important. (e.g. Discovery).	Can work on latex whilst PAS (iv) is frozen, uploading new draft to CADI only after approval meeting.
 AT LEAST ONE WEEK 			Members of CMS read the documentation.
Approval meeting	ARC	Makes statements about the analysis	Changes made to the analysis, after documentation was frozen, must be highlighted. Major changes require a return to pre-approval.
	PAG conveners/P.C.	Decide if the analysis is (conditionally) approved & announce it on Hypernews(ii)	
After approval meeting	Authors	Post new version of PAS (iv) & AN-NOTE(s) to CADI, taking into account comments made during approval. Document all questions/answers on twiki.	
	ARC	Check that authors have implemented all comments and announce this in Hypernews (iii)	
	PAG conveners	If analysis was approved (or conditionally approved & conditions have been met by revised documentation), set flag in CADI.	CADI status flag → Phys-App
	ARC	Check quality of plots on twiki that authors wish to publish. If good enough for publication, set CADI flag.	CADI status flag → PAS-readyForPub
	PAG conveners	Make plots on twiki public (v).	
	Physics Coord.	Make PAS public (v).	CADI status flag → PAS-readyForPub Phys. Coord. may decide not to make the PAS itself public if the intention is to publish almost immediately in a journal.

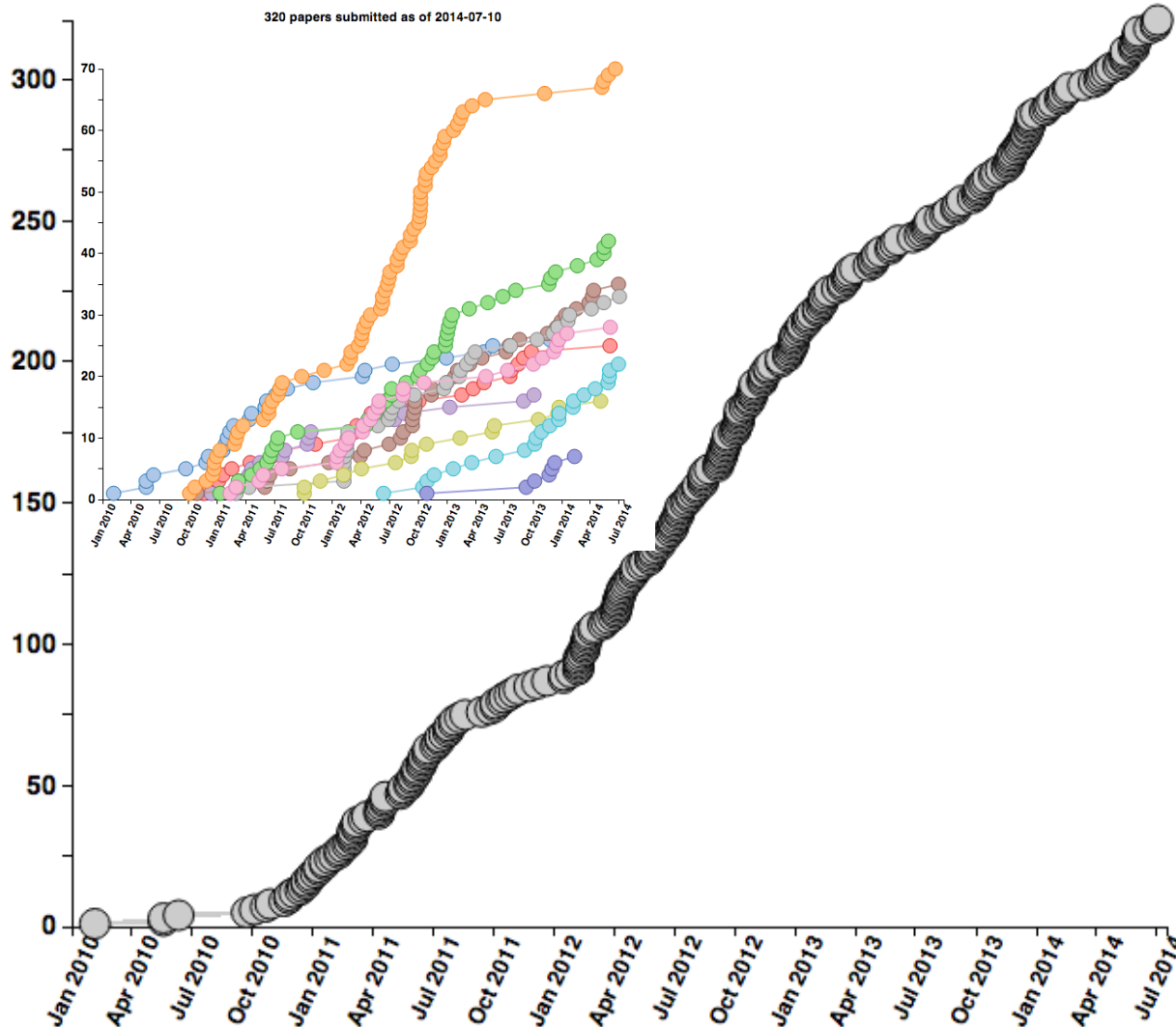
Stage/event	Responsibility	Actions	Comments
Starting Point	Analysis assumed to have already been formally "approved" & documented in PAS + AN-NOTE(s)		
Prior to Collaboration Wide Review	Authors	Write PAPER, if not already done.	This may be very similar to the PAS.
	ARC	Once decent draft paper exists, ask Pub. Comm. Board chair to assign a Language Editor to the	CADI status flag → Pub-Draft
	Language Editor	Improve English in paper.	
	ARC	Check that comments made during approval meeting have been implemented & language editor has finished. Then indicate that it is ready for CWR in hypernews (i) and by changing CADI flag.	CADI status flag → ReadyForCWR
	Pub. Comm. Chair	Copy PAPER from CADI (ii) to CDS web page (iii).	CADI status flag → CWR
Announcement of Collaboration Wide Review	Pub. Comm. Chair	Assign ~4 institutes to review it.	
	Pub. Comm. Chair	Ask Stat. Comm. to review it.	
	Pub. Comm. Chair	Announce start of CWR (iv).	
 2 WEEKS 			Members of CMS submit physics/clarity comments on PAPER via CDS web page. Authors reply to them & update PAPER in CADI.
After Collaboration Wide Review	Authors	Post new version of PAPER to CADI, taking into account comments made during pre-approval. Document all questions/answers on twiki.	
	Language Editor	Improve English in paper.	Arbitrate on English comments made during CWR & check that authors do not introduce any new English errors.
	ARC	Check that comments made during CWR have been implemented & language editor has finished. Then indicate that it is ready for FR in hypernews (i) and by changing CADI flag.	CADI status flag → ReadyForFR
Before Final Reading	Pub. Comm. Chair	Arrange Final Reading	
 A FEW DAYS AT LEAST 			Pub. Comm. members submit physics/clarity comments on PAPER via hypernews (i). Authors reply to them on twiki & update PAPER in CADI.
Final Reading	Pub. Comm.	Discuss paper, in particular any unresolved comments from Pub. Comm. Members.	ARC Chair & Analysis Contact Person (author) to attend. Both to note any action items from the meeting.
After Final Reading	Authors	Post new version of PAPER to CADI, taking into account comments made during the FR.	Should only take a few days ...
	Language Editor	Improve English in paper.	Check that no new English errors added in these final steps.
	ARC	Check that all comments have been implemented & Language Editor has finished. Then announce in Hypernews (i).	
	Pub. Comm. Chair	Submit to journal.	

Gran producción científica en LHC Run 1

320 papers submitted as of 2014-07-10

Show all Total QCD Exotica Searches Supersymmetry B Physics Electroweak
Top Physics Heavy Ion Higgs Forward Physics Standard Model Beyond the SM

320 papers submitted as of 2014-07-10

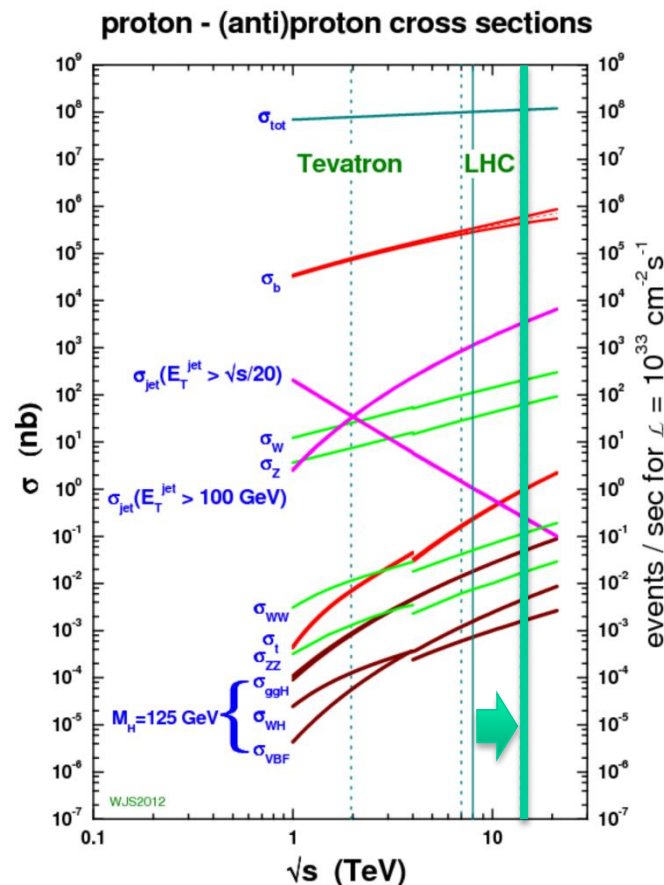
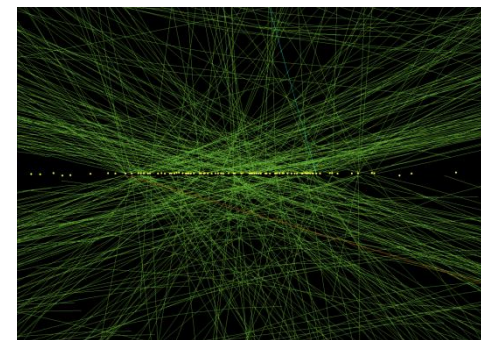


- Recogiendo la cosecha sembrada durante más de 20 años
- Más de 300 artículos publicados en revistas internacionales
- Miles de presentaciones en conferencias internacionales
- Medidas de precisión del Modelo Estándar de Física de Partículas
- Descubrimiento del bosón de Higgs
- Búsquedas de Física más allá del ME

Evolución del Grid de computación de LHC

Computing challenges for LHC Run2 (2015-2019)

- Computing in LHC Run1 was very successful but Run 2 from 2015 poses new challenges
- Increased energy and luminosity delivered by LHC in Run 2
 - More complex events to process
 - Event reconstruction time (CMS ~2x)
 - Higher output rate to record
 - Maintain similar trigger thresholds and sensitivity to Higgs physics and to potential new physics
 - ATLAS, CMS event rate to storage 2.5x
- Need a substantial increase of computing resources that we probably cannot afford



Financiación congelada ...

- No hay financiación para afrontar un aumento tan grande de los recursos ...
- Como máximo podemos contar con una financiación congelada ...
- El abaratamiento progresivo del hardware nos permite crecer ~20% anualmente
- Hay que hacer más con menos
- Es necesario ser más eficiente en el uso de los recursos
- Hay que reducir las necesidades

Evolución a un modelo más flexible

- **Uso más eficiente de los recursos** si los centros pueden realizar distinto tipo de operaciones
 - Posible gracias a la mejora en fiabilidad, prestaciones e interconexión a través de Internet
 - Tier-0
 - Reusar la granja del trigger (~10k CPUs) cuando no se tomen datos
 - Tier-1
 - Ejecutar trabajos de análisis, de simulación, incluso reconstrucción quasi en tiempo real
 - Tier-2
 - Ejecutar re-procesamiento y filtrado masivo de datos

Distribución de los datos

- Modelo Run I de **colocación estática de datos**
 - Una o varias copias de datasets de datos y simulaciones se distribuyen entre los centros Tier-2 para su análisis
- Modelo simple pero con claras desventajas
 - Procedimiento manual
 - No tiene en cuenta qué datos son “calientes” (frecuentemente accedidos) o “fríos” (no accedidos en mucho tiempo)
- Evolución hacia un **modelo dinámico**
 - Los trabajos de procesado informan a un servicio central de los datos leídos
 - Este servicio de “**popularidad de datos**” es interrogado por el servicio de colocación dinámica de datos para replicar aquellos datasets **calientes**
 - Un servicio de borrado de datasets “**fríos**” se encarga de borrar las réplicas de datasets que no accedidos en mucho tiempo

Procesamiento más eficiente de datos

- Modelo inicial de acceso a datos
 - Los datos se distribuyen/replican entre los centros con antelación
 - Los trabajos de procesamiento se envían a aquellos centros que tienen los datos solicitados donde son accedidos localmente
- Motivación
 - El ancho de banda de la red local es normalmente grande
 - El acceso local a los datos es a priori mucho más rápido y eficiente
 - Se puede controlar centralmente la distribución de los datos
- Desventajas
 - Globalmente se hace un uso ineficiente de las CPUs disponibles
 - Puede haber CPUs sin usarse en un centro porque no hay trabajos que requieren datos localizados en ese centro
 - Puede haber trabajos en espera en un centro, porque no hay otros centros que dispongan de los datos requeridos

LAN, WAN, latencia y ancho de banda

- Los datos se leen a través de Internet y la velocidad de propagación de las señales es finita (\leq velocidad de la luz)
- Los paquetes en Internet se pueden perder y el protocolo de comunicaciones tcp/ip implementa “*acknowledgments*” y retransmisiones de paquetes perdidos
- Los equipos de red introducen retrasos
- Round trip time (RTT): tiempo de ida y vuelta de un ACK
 - RTT Madrid-CERN ~20 ms
 - LAN (Local Area Network) RTT \ll 1ms
- Leer datos remotos (WAN) es típicamente mucho más lento
- Los paquetes se envían en paralelo hasta el máximo de capacidad de la línea (ancho de banda)
 - Líneas WLCG 10 Gbps
 - ADSL ~10 Mbps

Acceso remoto a los datos

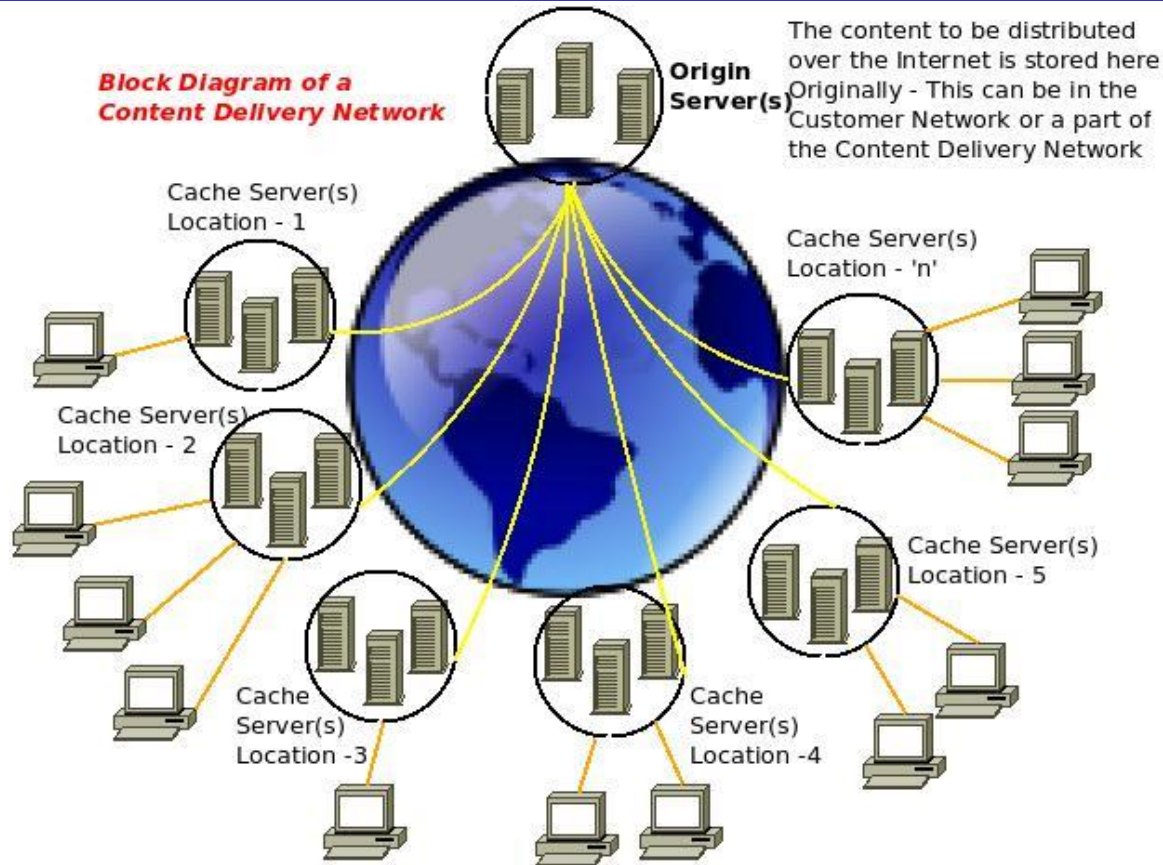
- Evolución hacia un modelo de almacenamiento distribuido donde los trabajos de procesamiento pueden **acceder a los datos remotamente** a través de la WAN
- El ancho de banda WAN ha crecido enormemente
- Mucho trabajo empleado en optimizar la lectura remota de datos
 - *Read ahead* (predicción de los datos que se van a leer a continuación, *vector reads* (paralelización de la lectura)
 - Se está trabajando en estrategias a lo *bit-torrent* en las que se leen los datos de un fichero desde múltiples fuentes
- **Data Federation**
 - Federación de sistemas de almacenamiento en la que un servicio central pone en contacto al cliente con el centro que almacena los datos solicitados

Content Delivery Network

- Evolución hacia un modelo similar al usado por proveedores de contenidos en Internet
 - Video/audio streaming
- Servidores de contenidos distribuidos geográficamente que replican/borran datos según la demanda
- Acercar los datos a la aplicación
- Optimización del acceso a los datos
- LHC tiene menor número de clientes, menos distribución, pero mayor ancho de banda por cliente y mayor volumen total de datos

	NETFLIX	HEP
Bandwidth per client	1.5Mbit	1MB
Clients	1M*	100k cores
Serving	1.5Tbits	0.8Tbits
Total Data Distributed	12TB	20PB

Content Delivery Network



Cache Server(s) located across various parts of the globe. They contain cached content (copied content) from the Origin Servers. These servers either cache all the content from the Origin Servers or only the frequently requested ones.

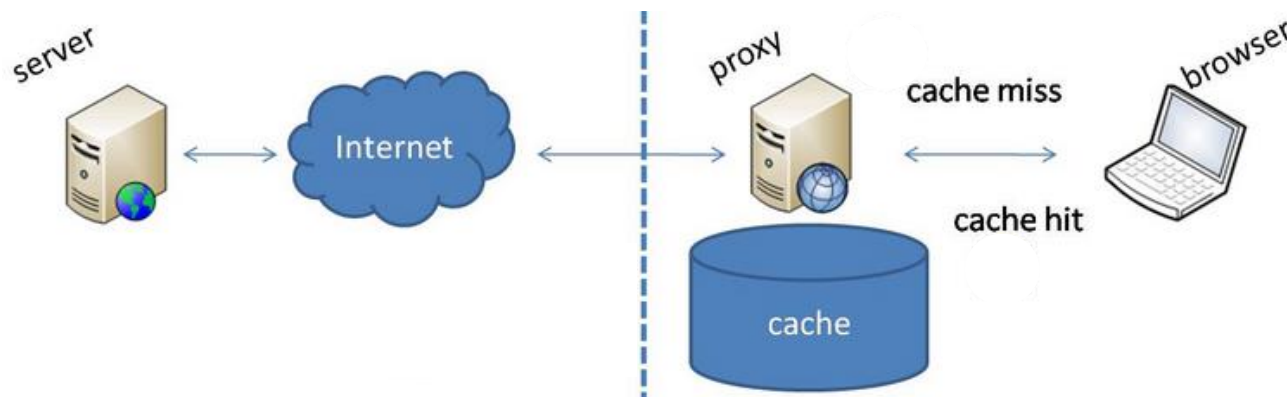
A Content Delivery Network (CDN) tries to position as many caching server(s) as possible closest to the target audience (to whom the content needs to be served).

— Optimized connection (over the internet) between the origin server(s) and the cache server(s).

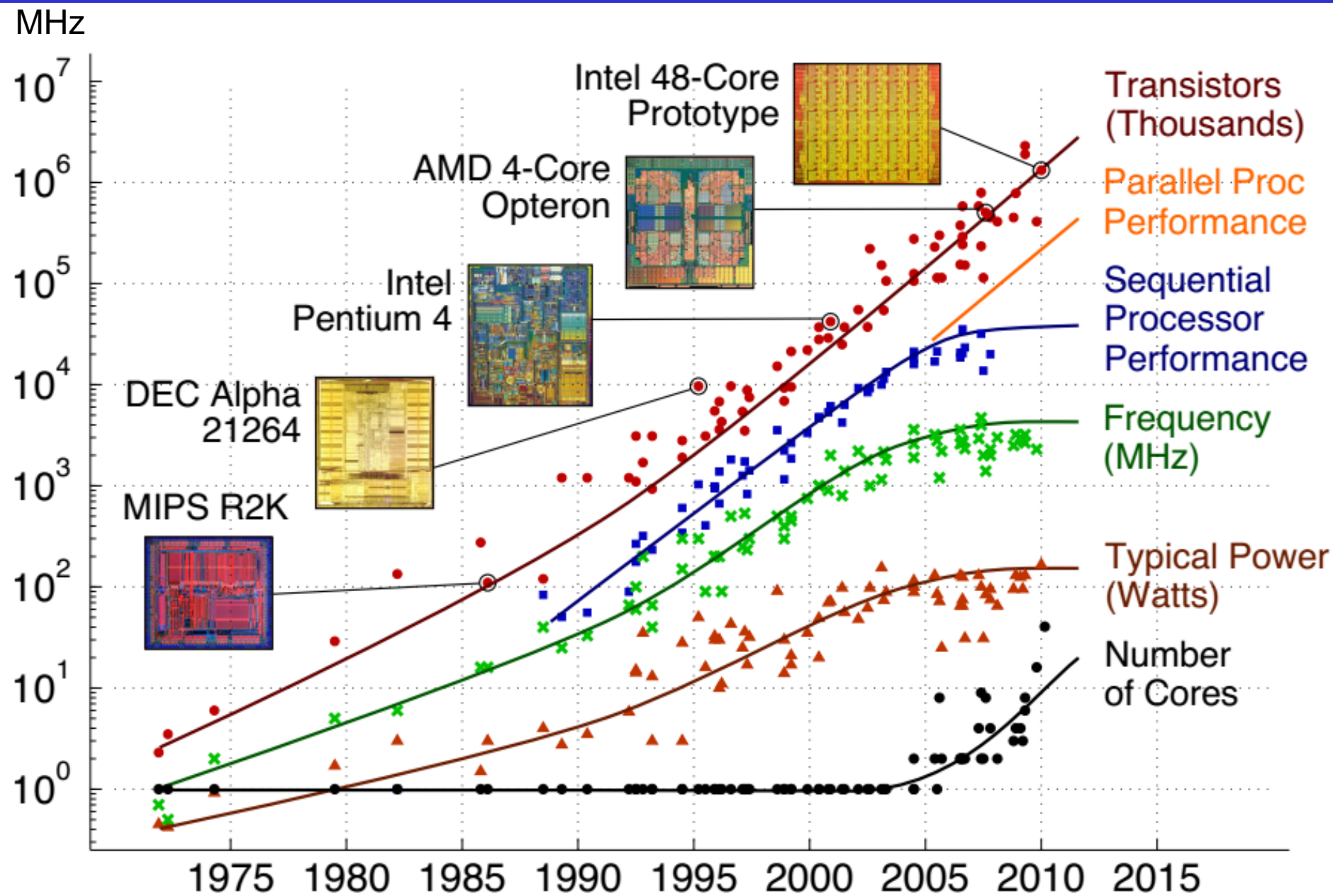
— Un-Optimized connection (over the internet) between the cache server(s) and the consumers.

Usando el modelo CDN

- **Distribución software** de experimentos a nodos de procesamiento
 - CERN Virtual Machine File system – **CVMFS**
 - Sistema distribuido de ficheros
- **Acceso a constantes de calibración y alineamiento**
 - **FronTier**, sistema de acceso a bases de datos escalable
- **Sistemas jerárquicos, escalables y basados en cachés de datos**
 - La primera copia al caché requiere cierto tiempo, pero los accesos siguientes son muy rápidos
 - Distribución automática de nuevo software. Punto único instalación
- **Tecnología usada por servidores web, cache web proxies**
 - Protocolo estándar http, seguridad

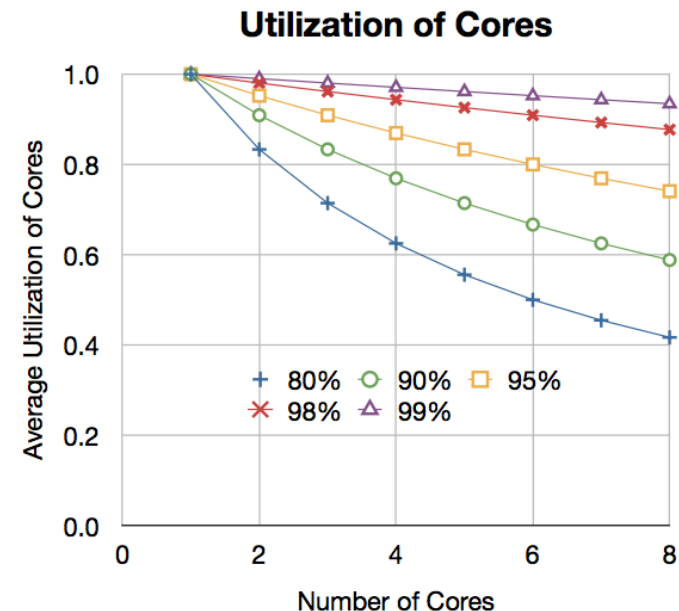


Evolución de los procesadores



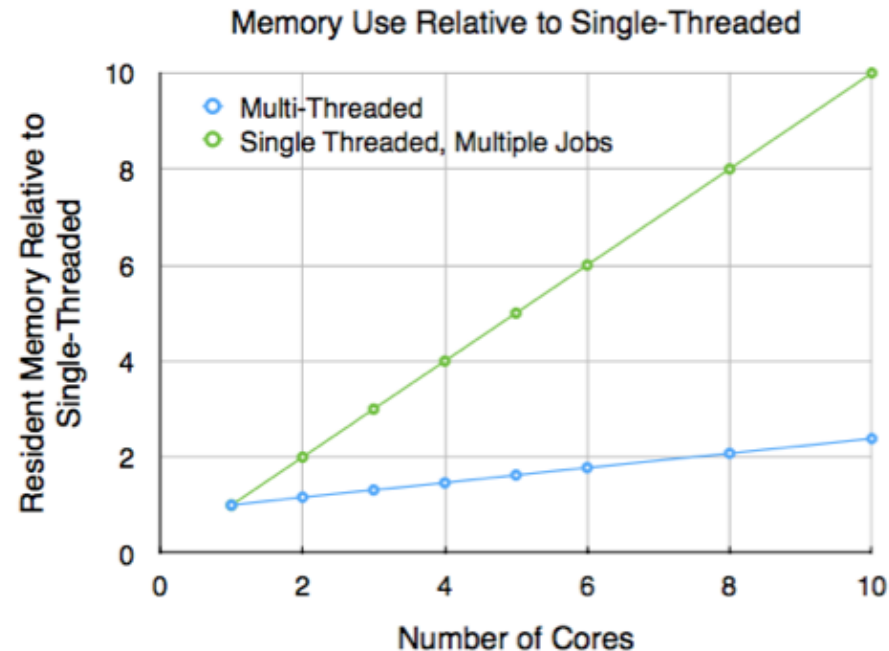
Evolución de los procesadores

- Velocidad de un procesador Intel/AMD estancada en ~3 GHz desde hace ~una década
 - Demasiado calor disipado
- La potencia de los ordenadores crece aumentando cada vez más el número de núcleos de procesamiento (cores)
- Para un adecuado aprovechamiento es necesario que la aplicación sea **paralelizable** y utilice simultáneamente los cores disponibles
 - Introduce complejidad en la aplicación
 - Las partes no paralelizadas introducen ineficiencia



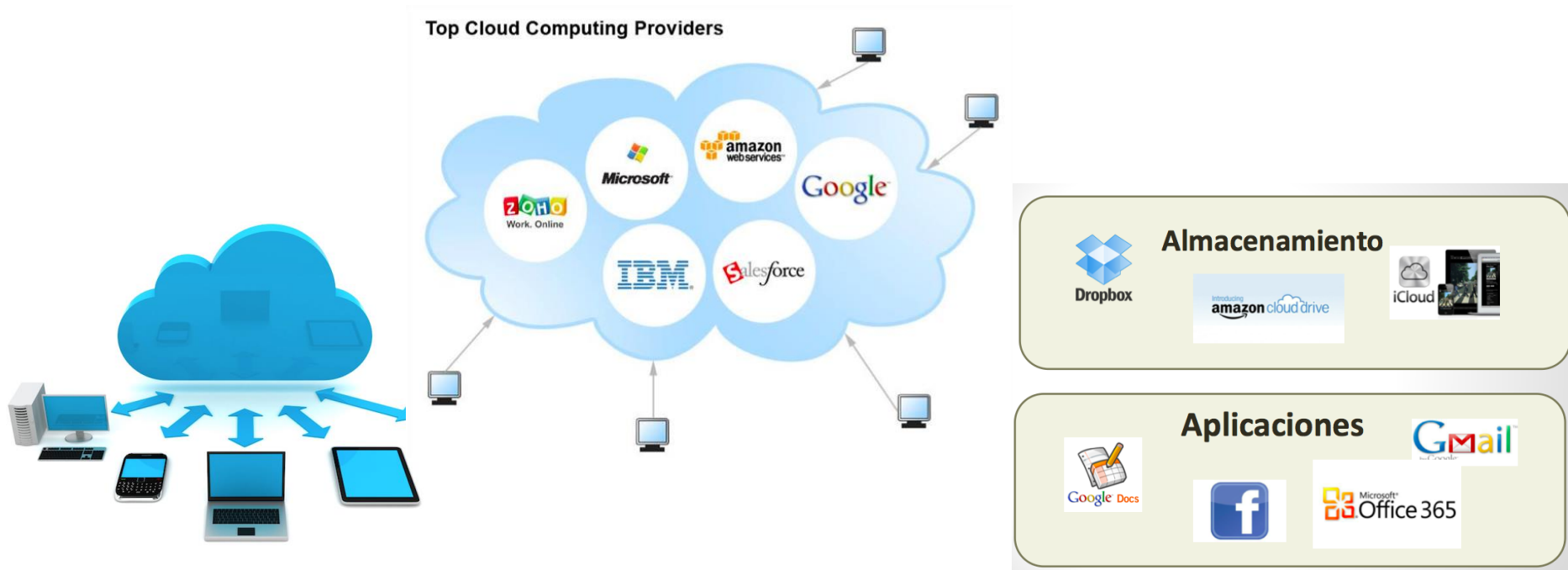
Hacia procesamiento multi-core

- Modelo de procesamiento en LHC Run 1
 - Cada trabajo de procesamiento utiliza un único core
 - En máquinas con N cores se ejecutan N procesos en paralelo
- El software de los experimentos de LHC está en proceso de cambio profundo, de adaptación a la paralelización
 - Una misma aplicación utiliza múltiples cores
- Múltiples ventajas
 - Mejor aprovechamiento de la memoria RAM y de otros recursos (acceso a disco, uso de la red)
 - Disminución del número de trabajos que el sistema de gestión del experimento debe ejecutar
 - Menor número de ficheros creados



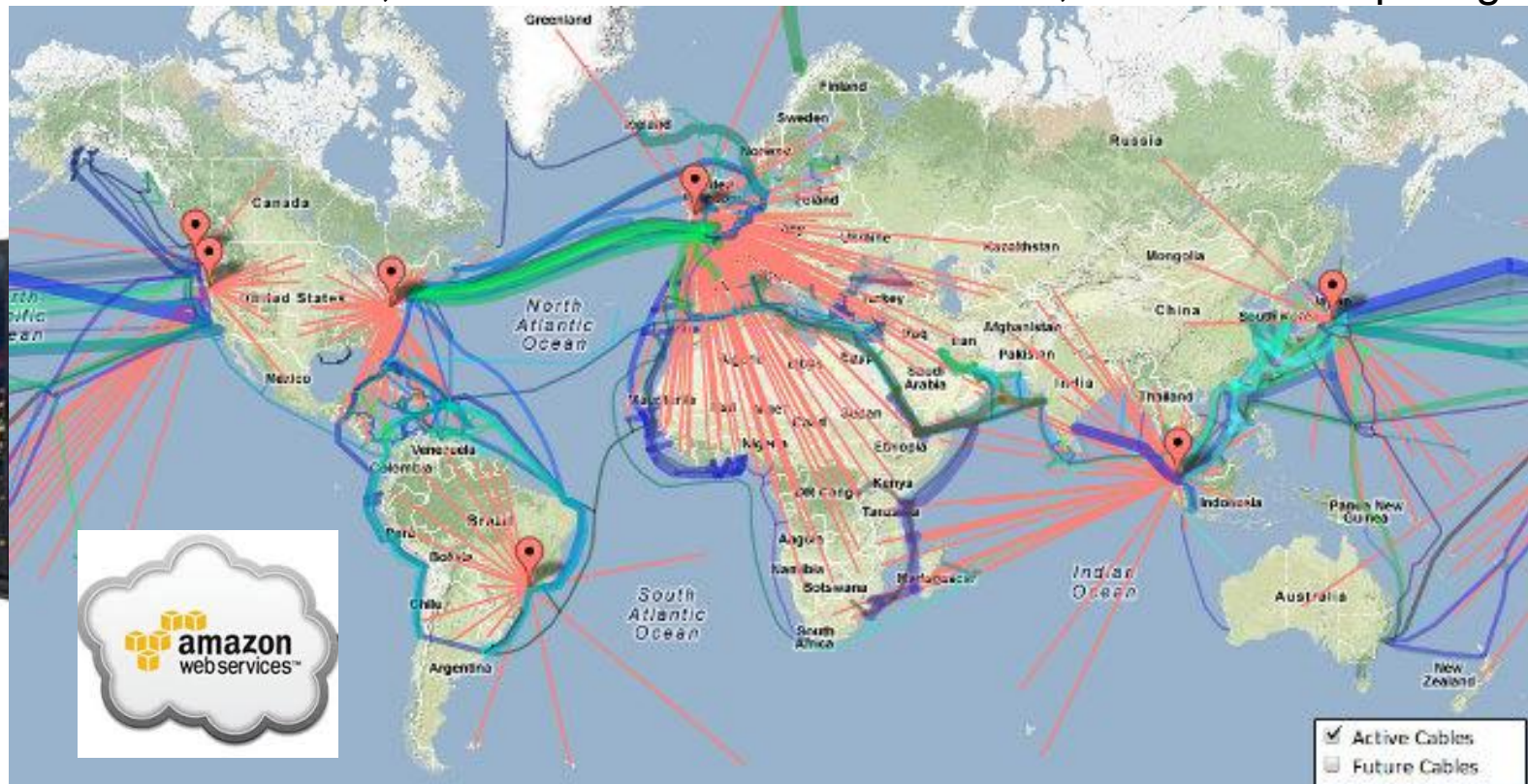
Computación en la nube

- Evolución del Grid hacia un sistema más transparente y fácil de utilizar, con menores costes de operación
- Virtualización, contenedores, elasticidad
- Adoptado por proveedores comerciales



Access to new resources for Run 2

- Access to opportunistic resources
 - Unused capacities at Grid sites that allow opportunistic usage
 - Capacities provided to the experiments for a defined period of time at High Performance Computing Centres, etc
 - Significant increase in capacity with low cost (satisfy capacity peaks)
 - HPC clusters, academic or commercial clouds, volunteer computing

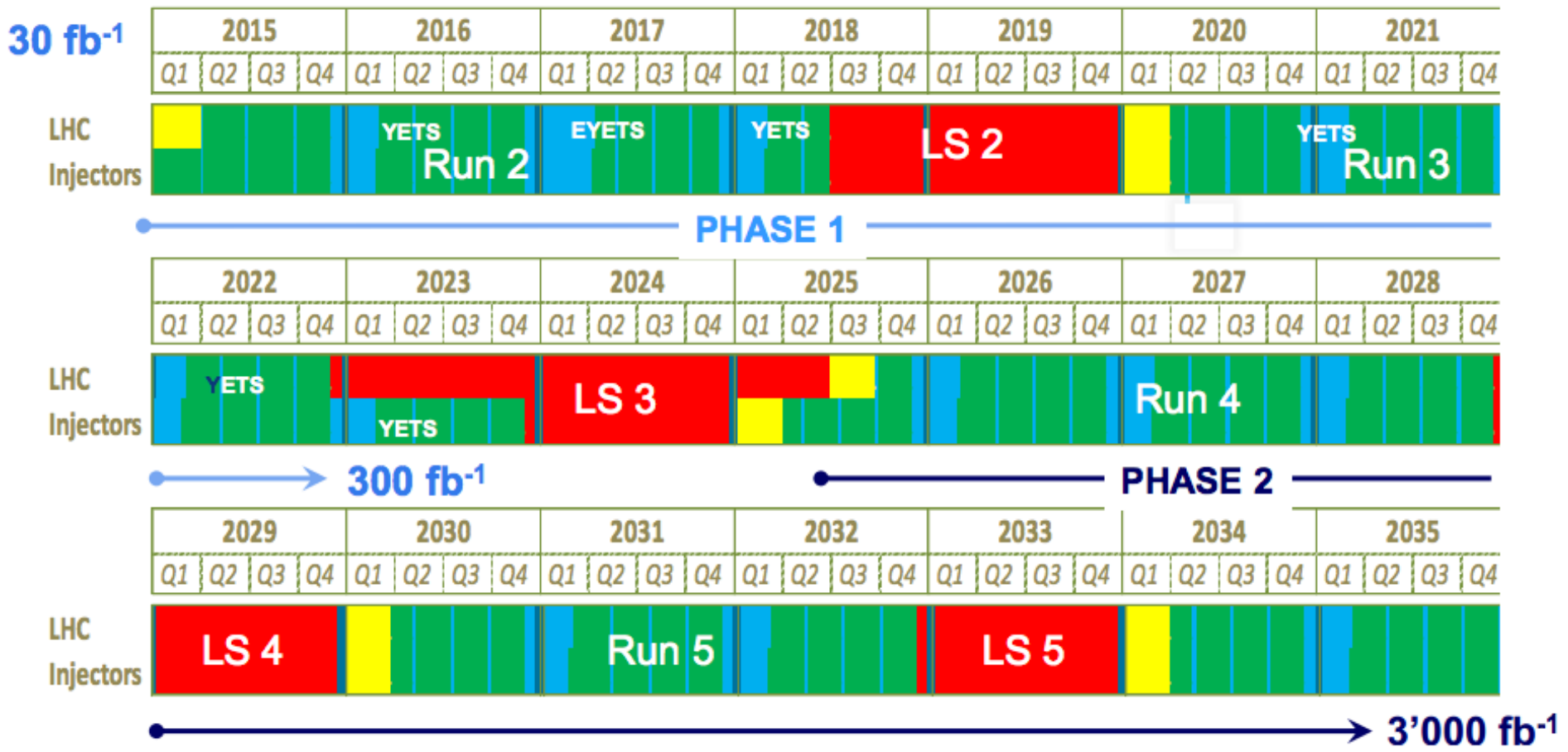


Graphics Processing Unit (GPU)

- Procesadores especializados inicialmente utilizados en tarjetas gráficas
- Se utilizan ahora como procesadores de propósito general
- Cientos de cores en una misma tarjeta
- Buena relación consumo / potencia de cálculo
- NVIDIA es el mayor proveedor comercial. Inventor de la GPU en 1999
- CUDA es la plataforma y el modelo de programación paralelo creado por NVIDIA para las GPUs



LHC roadmap



Increasing amount of data and complexity

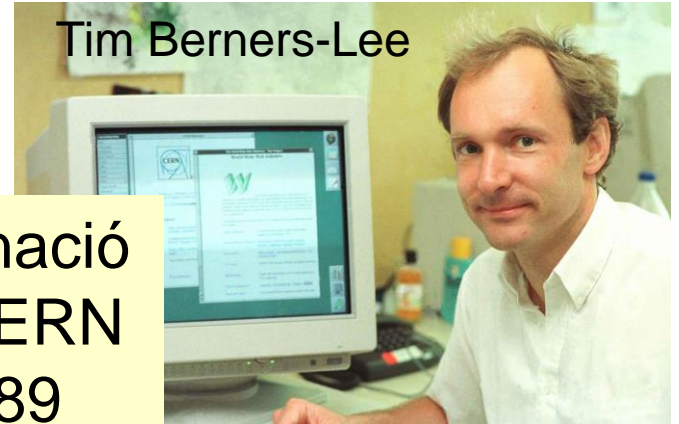
Looking ahead: LHC Run 4 (2024+)

- Run 4 w.r.t Run 2
 - Increase output rate 10x
 - 1 → 10 kHz
 - Increase event processing time 2.5x
 - 40 → 140 pileup
 - Increase event size 2x
 - 25x CPU, 20x storage needs
- Expected increase of resources with flat budget
 - CPU doubling ~every 3 years (25%/year): 8x till 2024
 - Disk doubling ~every 4 years (20%/year): 5x till 2024
- About factor 3 (CPU) and factor 4 (disk) missing
- Need long term I+D+I to achieve a **computing revolution** needed to meet these huge requirements
 - In 1997, the Run 1 challenge was equally daunting. It took 10 years to develop the "WLCG computing revolution" to meet Run 1-2-3 requirements

Impacto social de la computación en física de partículas

La Web

Tim Berners-Lee



WWW nació en el CERN en 1989

WHERE THE WEB WAS BORN

In the offices of this corridor, all the hardware technology of the first World Wide Web were developed.

Started in 1989 from a proposal made by Sir Alec Huxley in 1988, the idea was first divided between an office in building 21 of the Centre for Computing in Physics House 015.

In 1990 the team came together in their office, the building 015. It was composed of Tim Berners-Lee, Robert Callan (CERN) and one in building 21 of the Centre for Computing in Physics House 015.

All the staff of 1989 The Machine of CERN were in the Computer Centre (CC), a small web computer based in building 015. The CC was based in building 015, the Computer Centre, the Machine of CERN, a small web computer based in building 015.

At the end of 1989 The Machine of CERN was in the Computer Centre (CC), a small web computer based in building 015. The CC was based in building 015, the Computer Centre, the Machine of CERN, a small web computer based in building 015.

In 1989 The Machine of CERN was in the Computer Centre (CC), a small web computer based in building 015. The CC was based in building 015, the Computer Centre, the Machine of CERN, a small web computer based in building 015.

The CERN Centre for Computing in Physics House 015.

Vague, but exciting ...

CERN DD/OC

Tim Berners-Lee, CERN/DD

Information Management: A Proposal

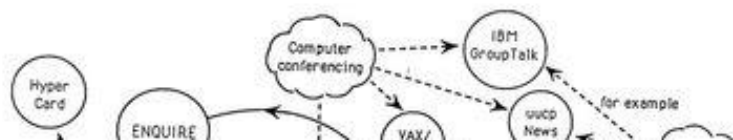
March 1989

Information Management: A Proposal

Abstract

This proposal concerns the management of general information about accelerators and experiments at CERN. It discusses the problems of loss of information about complex evolving systems and derives a solution based on a distributed hypertext system.

Keywords: Hypertext, Computer conferencing, Document retrieval, Information management, Project control



1er servidor web (www) – CERN 1991



