

# CERN: Haciendo la ciencia

Miguel Castaño Arques

- La conferencia empezará en breves momentos.
- Apague la cámara y el micrófono.
- Abra el chat (abajo-dcha)

# Conferencia virtual

## Formato

- Presentación: 40 minutos (Haz preguntas!)
- Preguntas y respuestas: 20 minutos (Más preguntas!)

## Durante la presentación

- Haz las preguntas en el chat.

## Después de la presentación

- Haz la encuesta de la página de INDICO.
- Material y otros links disponibles en la página INDICO



un  
ingeniero  
en el CERN



$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + V\psi = E\psi$$

$$U_{ef} = \frac{U_m}{\gamma} \quad E = \hbar\omega$$

$$\vec{B} = \mu_0 \frac{NI\sqrt{2}}{r}$$

$$k = \frac{p^2}{2m} \quad m_0 = \frac{M_m}{N_A} = \frac{M_r \cdot 10^{-3}}{N_A}$$

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \iint_S \vec{J} \cdot d\vec{S}$$

$$v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kTN_A}{M_m}} = \sqrt{\frac{3R_m T}{M_r \cdot 10^{-3}}}$$

$$\Phi_e = \frac{L}{\Delta t} \int \frac{1}{2\pi} = \frac{\lambda_1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r} \frac{\lambda_2}{2} \lambda_2$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$4\pi r^2$$

$$X_L = \frac{U_m}{I_m} = \omega L = 2\pi f L$$

$$T = \frac{4n_1 n_2}{(n_2 + n_1)^2}$$

$$F_m = \vec{B} I l = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi d} l$$

$$F_g = \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$R_m = \frac{c}{T} \quad k = \pm \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} (E - V_0)}$$

$$E = \frac{E_c}{a} \int_{-a/L}^{+a/L} \sin(\omega t + \phi) dy$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \cdot \mu_r}}$$

$$F_x = \frac{1}{2} c \rho \beta^2$$

$$\frac{\Delta I_B}{X} + \frac{\omega_2}{X'} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{v}$$

$$E = m c^2$$

$$\beta = \frac{\Delta I c}{E} \quad \phi_e = \frac{\Delta E}{\Delta t} \frac{\omega_1}{X} + \frac{\omega_2}{X'}$$

$$\phi = \frac{2\pi \sin^2 \theta}{\lambda}$$

$$E_k = \frac{h^2}{8mL^2} \quad \oint \vec{J} \cdot d\vec{S} = Q^*$$

$$E = \hbar k^2 \quad 1 \text{ pc} = \frac{1 \text{ AU}}{c}$$

$$R = \frac{U}{I} \quad \psi_2 = U_e I t$$





¿Qué significan las siglas CERN ?

Conseil  
Européen pour la  
Recherche  
Nucléaire

European  
Council for  
Nuclear  
Research

“Organización Europea de Investigación Nuclear” 1953



# Estados Miembros

Presupuesto (2020)  
1000 millones de euros

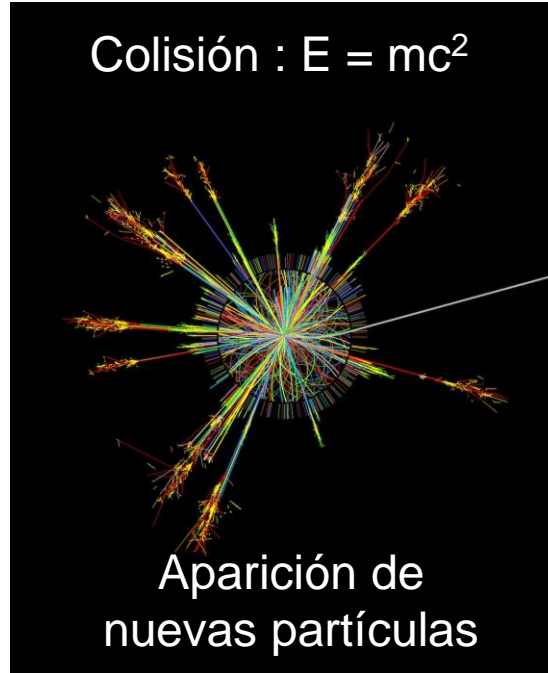


 Austria (1959)	 Sweden (1953)
 Belgium (1953)	 Switzerland (1953)
 Bulgaria (1999)	 United Kingdom (1953)
 Czech Republic (1993)	
 Denmark (1953)	
 Finland (1991)	
 France (1953)	
 Germany (1953)	
 Greece (1953)	
 Hungary (1992)	
 Israel (2014)	
 Italy (1953)	
 Netherlands (1953)	
 Norway (1953)	
 Poland (1991)	
 Portugal (1986)	
 Romania (2016)	
 Serbia (2019)	
 Slovakia (1993)	
 Spain (1961-1968, 1983-)	
	 Croatia (2019)
	 Cyprus (2016)
	 India (2017)
	 Lithuania (2018)
	 Pakistan (2015)
	 Slovenia (2017)
	 Turkey (2015)
	 Ukraine (2016)

## Asociados



# Cómo se descubre una partícula





# CERN

*1 – Acelerar y colisionar partículas*

*2 – Detectar nuevas partículas*

*3 – Estudiar nuevas partículas*

# Acelerando y colisionando

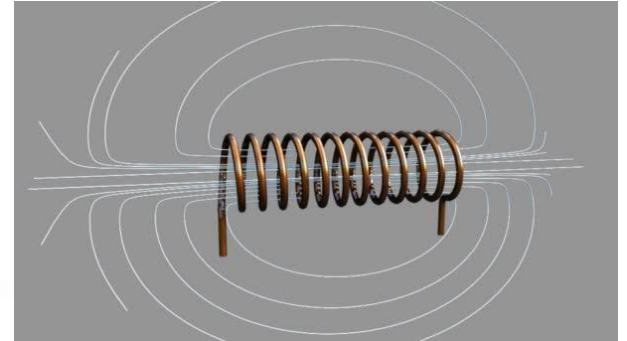
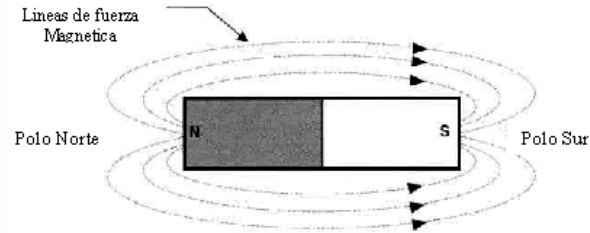
$$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Más velocidad... mas energía!

# Atracción electromagnética



# Acelerar los protones: campos eléctricos y magnéticos (I)



# Los imanes más potentes

# Niveles de energía increíbles

7 TeV



La energía equivalente a  
100'000'000'000 de mosquitos  
chocando contra ti.

# La máquina más grande del mundo



El LHC es, en cierto modo, como una circunvalación...







# Los imanes más potentes

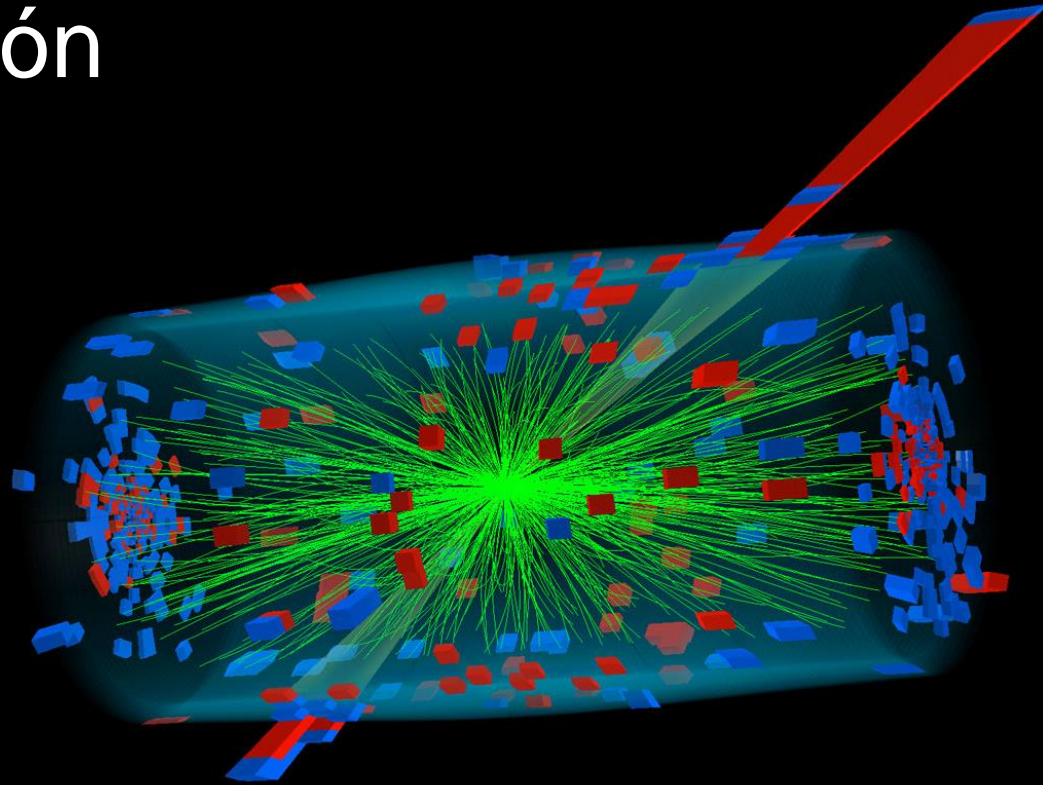


Las temperaturas más gélidas



# El vacío más extremo

# La colisión



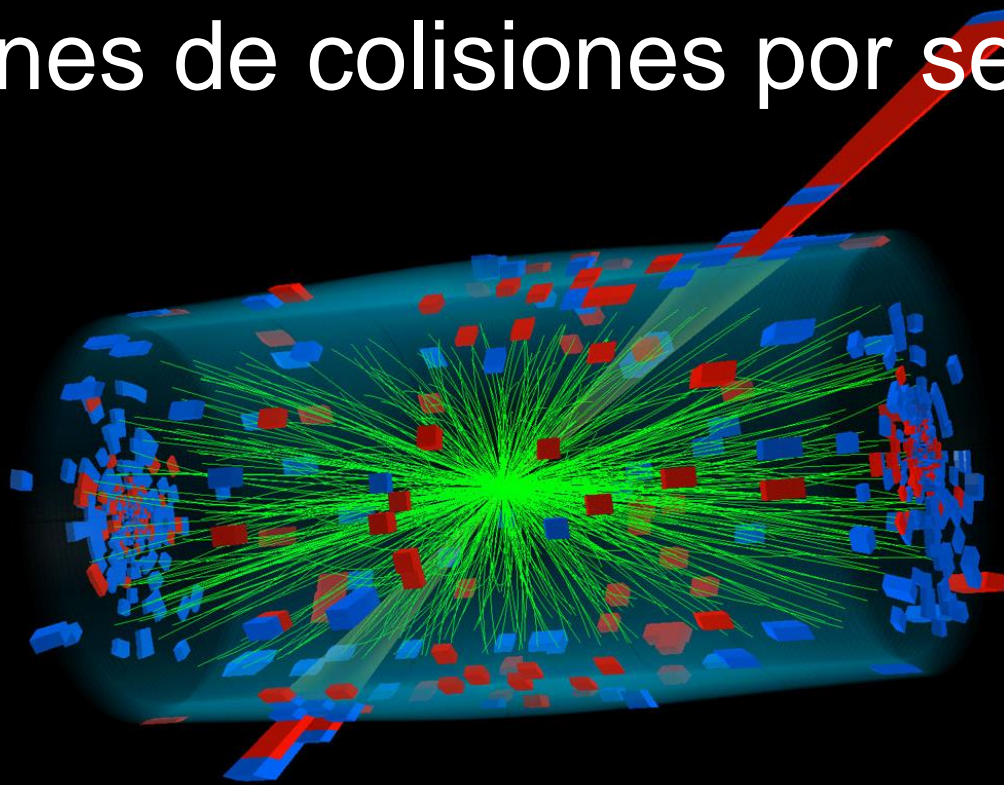
# CERN

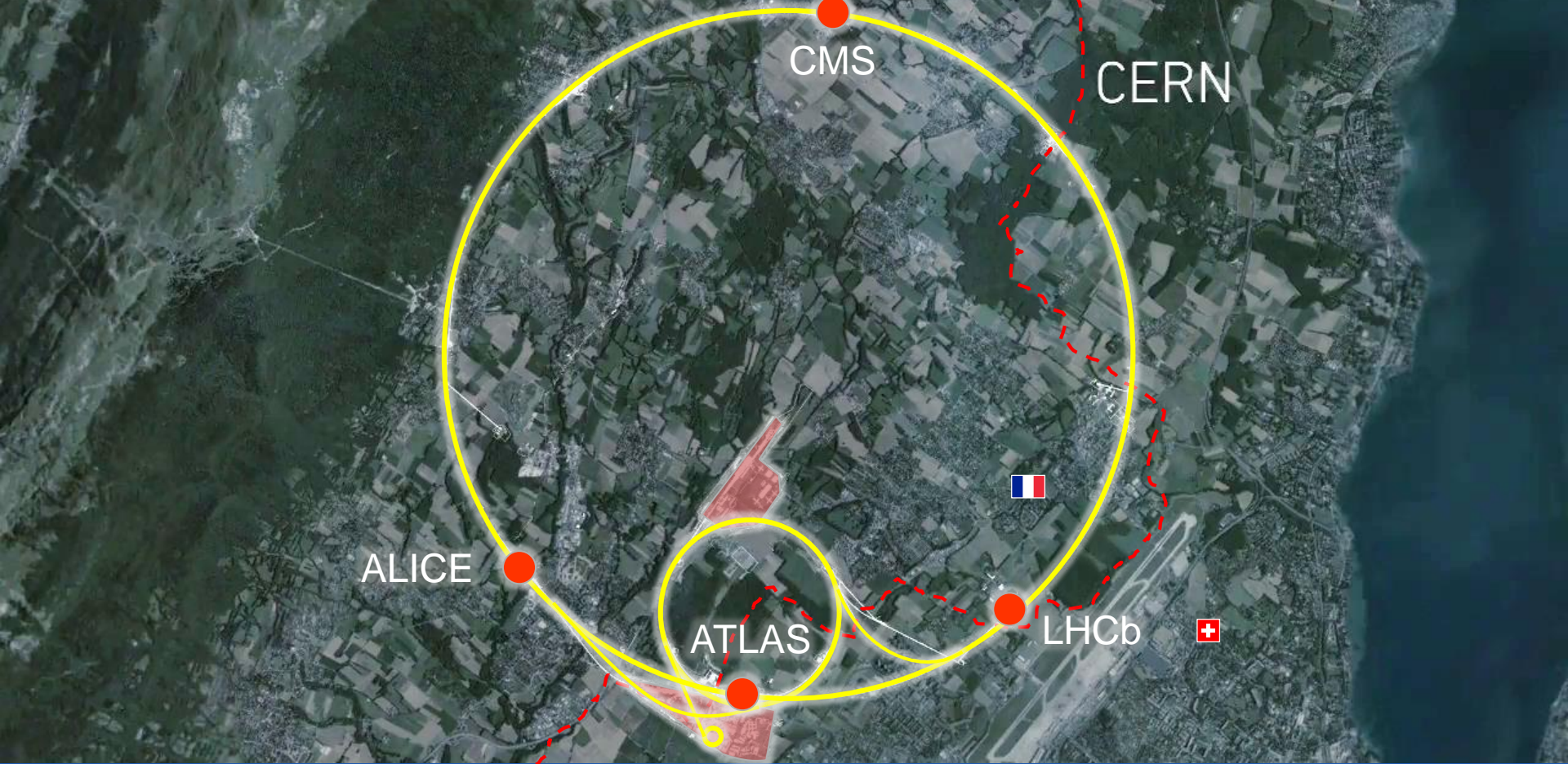
*1 – Acelerar y colisionar partículas*

*2 – Detectar nuevas partículas*

*3 – Estudiar nuevas partículas*

600 millones de colisiones por segundo





CMS

CERN

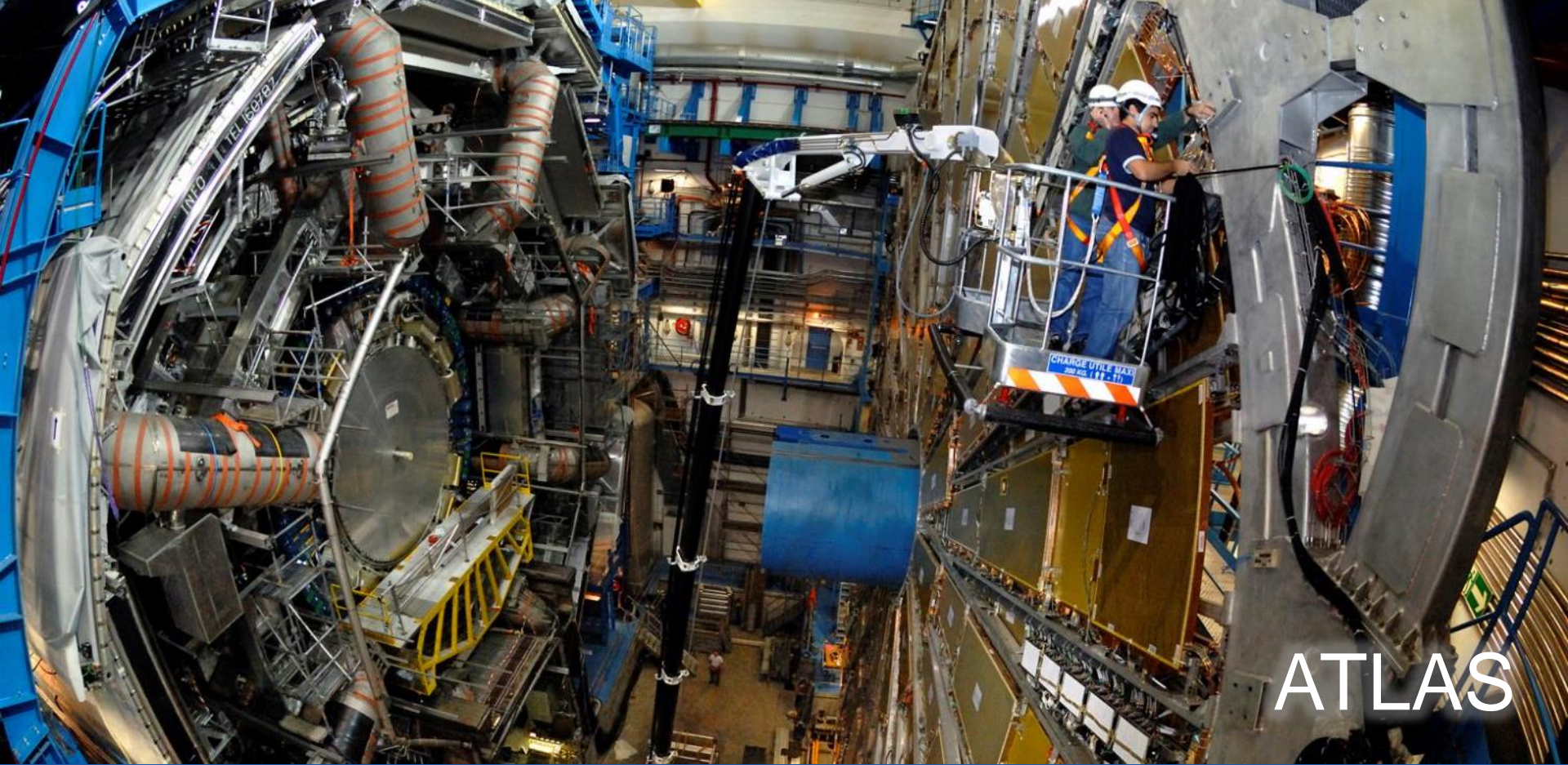
ALICE

ATLAS

LHCb

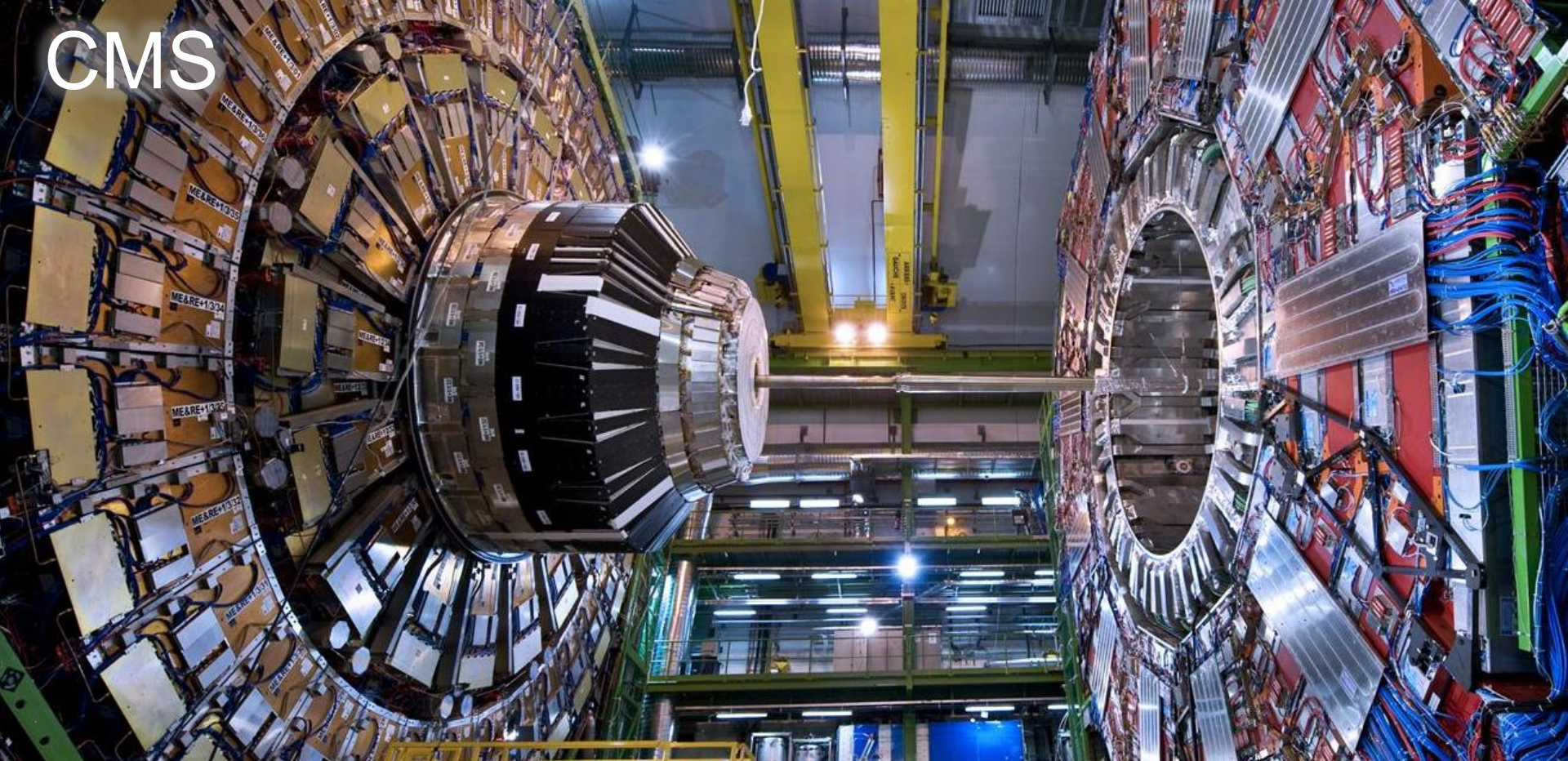




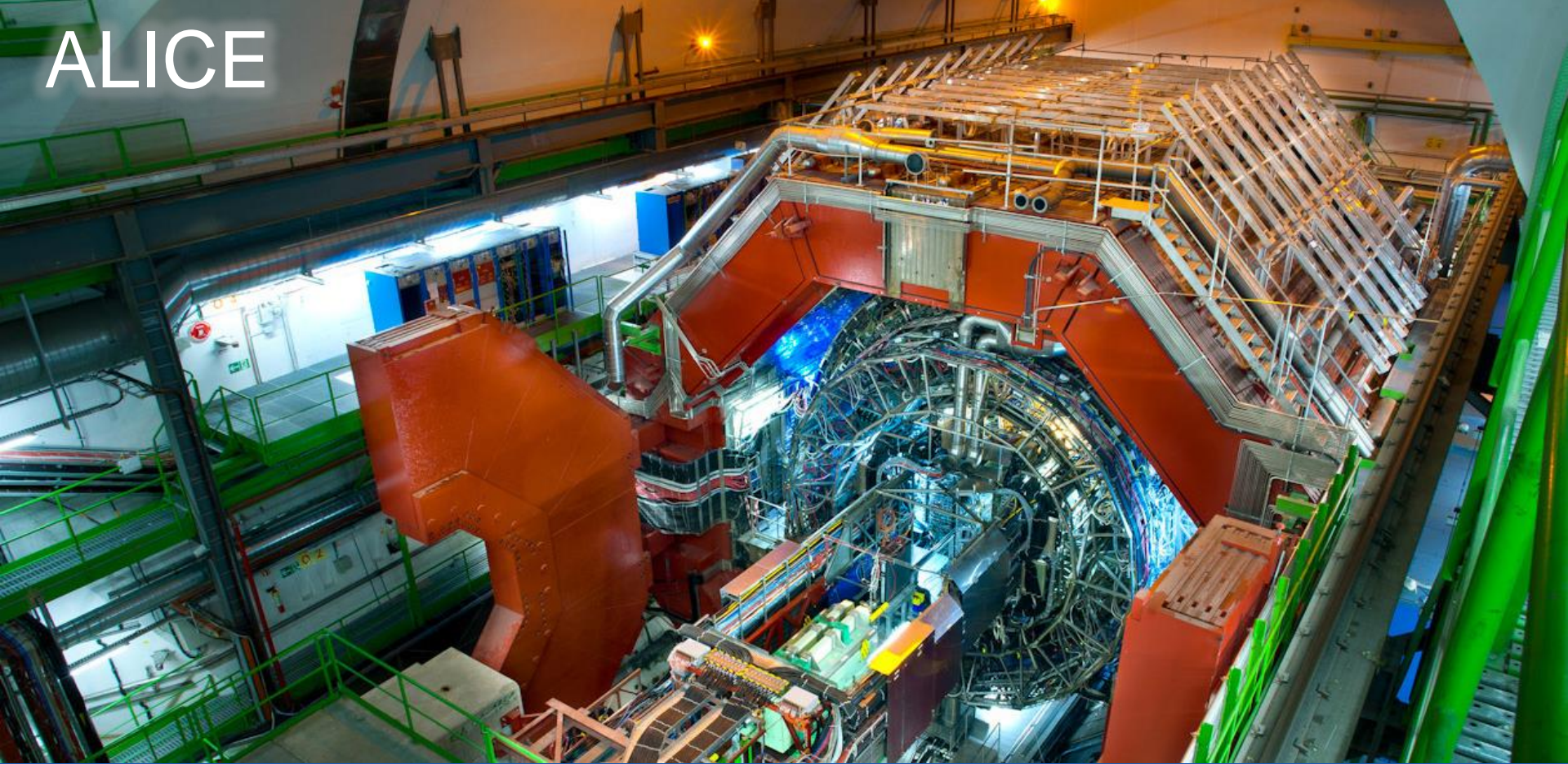


ATLAS

# CMS



# ALICE





LHCb

# El modelo estándar

Imágenes:  
[www.particlezoo.net](http://www.particlezoo.net)



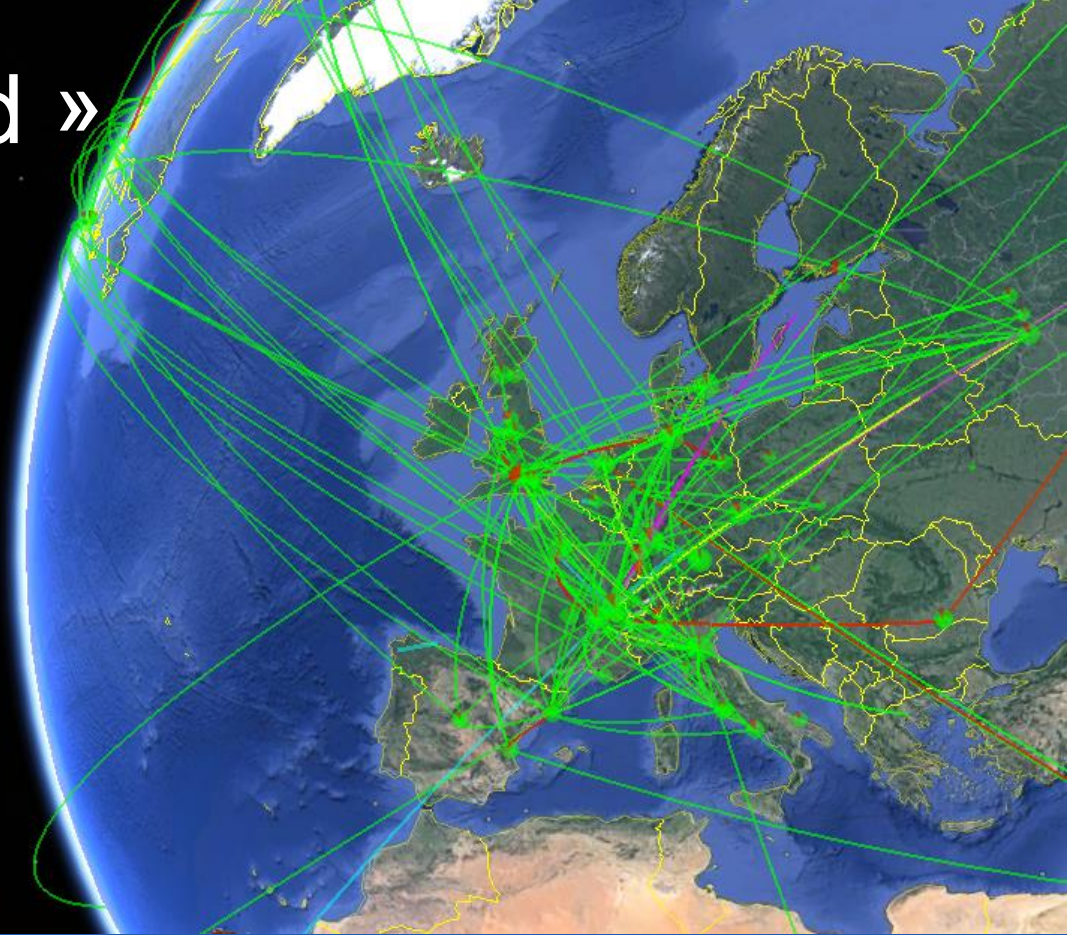
# CERN

1 – *Acelerar y colisionar partículas*

2 – *Detectar nuevas partículas*

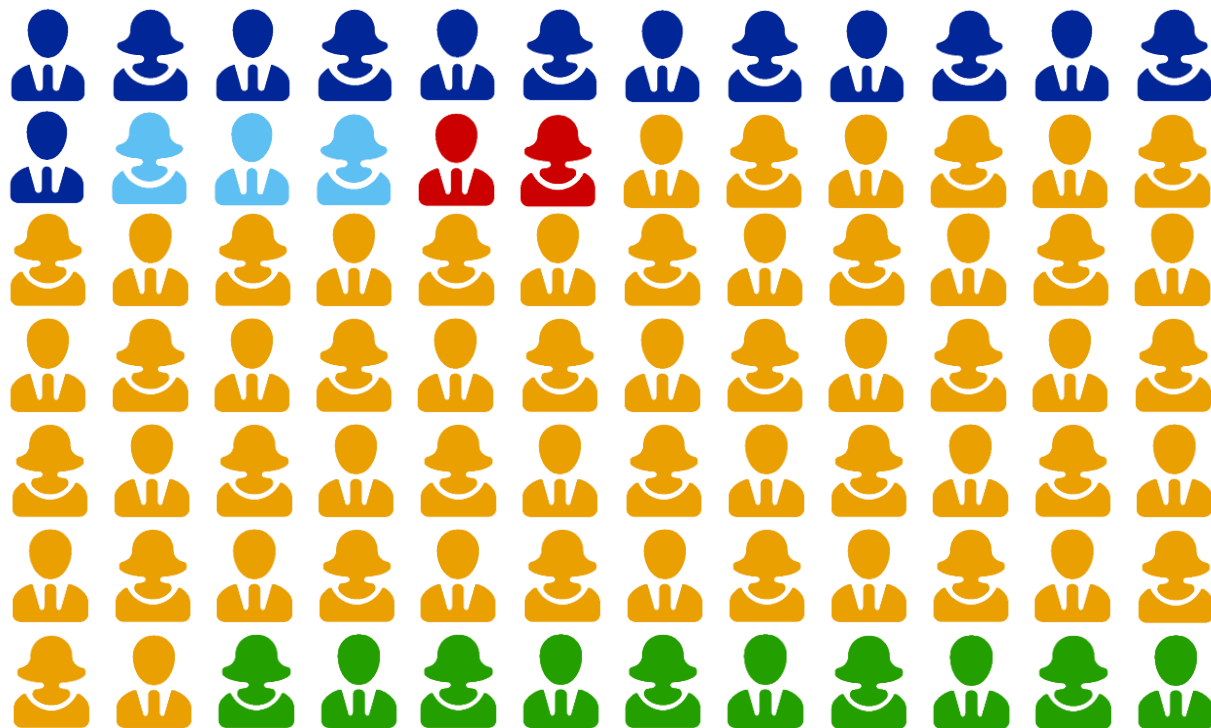
3 – *Estudiar nuevas partículas*

El « computing grid »  
más grande  
del mundo.



# ¿Personal en el CERN?

20 000!



2 600 staff

800 fellows

aprendices

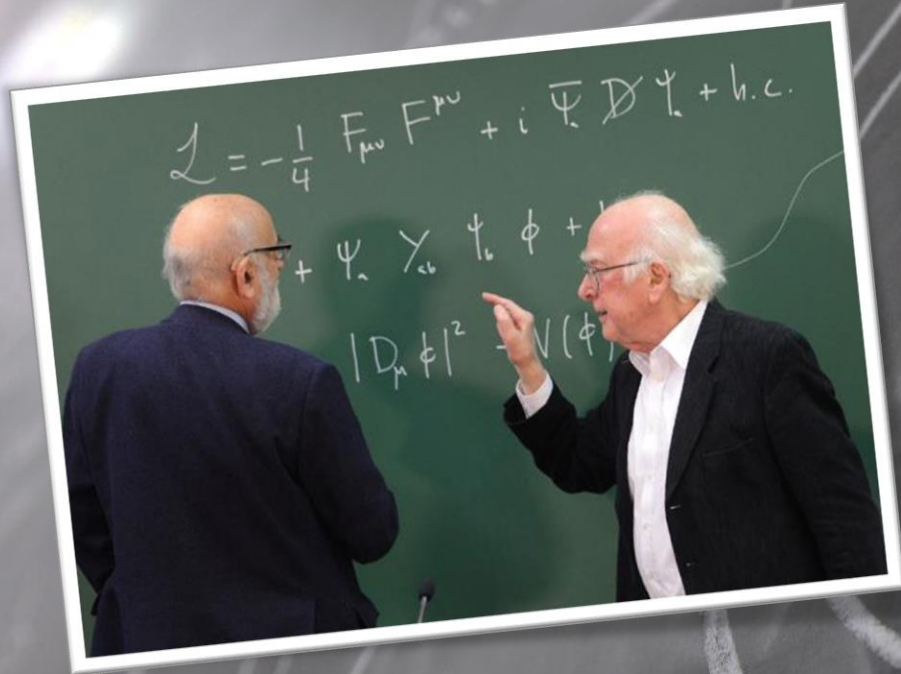
550 Estudiantes

15 000 usuarios

2 000 Empresas  
externas



# Realizando descubrimientos...



Higgs

Higgs

CERN

*¿Para qué sirve?*



# Investigación Fundamental



# CERN

*Más allá de la investigación fundamental*

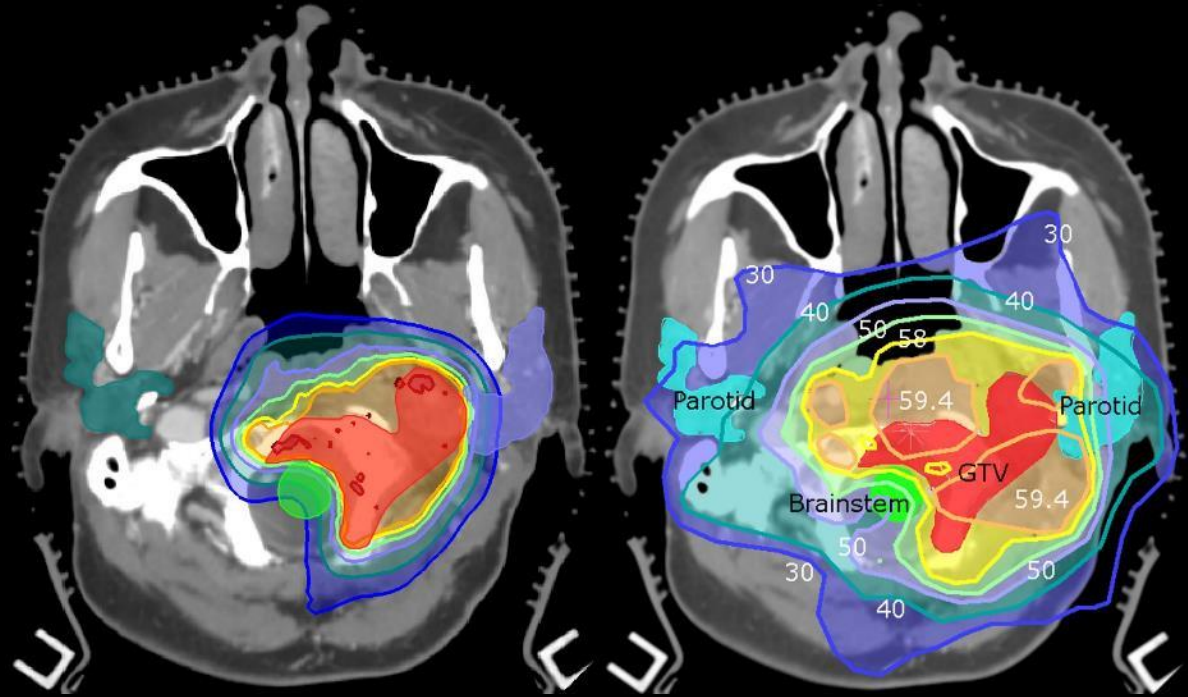


# World Wide Web

WWW



# Aplicaciones médicas



# Avances tecnológicos



CERN

*¿ Entonces qué?*

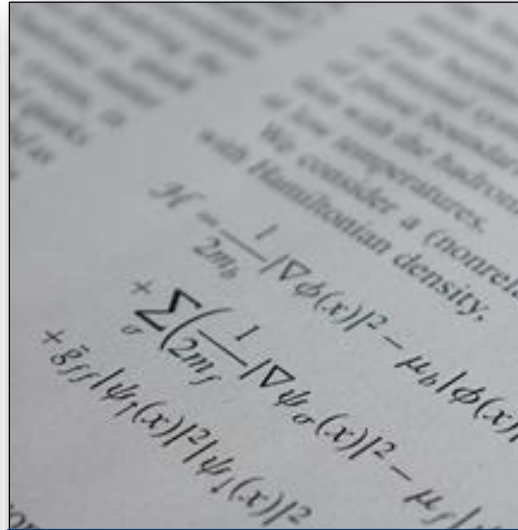




# En resumen... ¿Qué es el CERN?



Colaboración  
científica

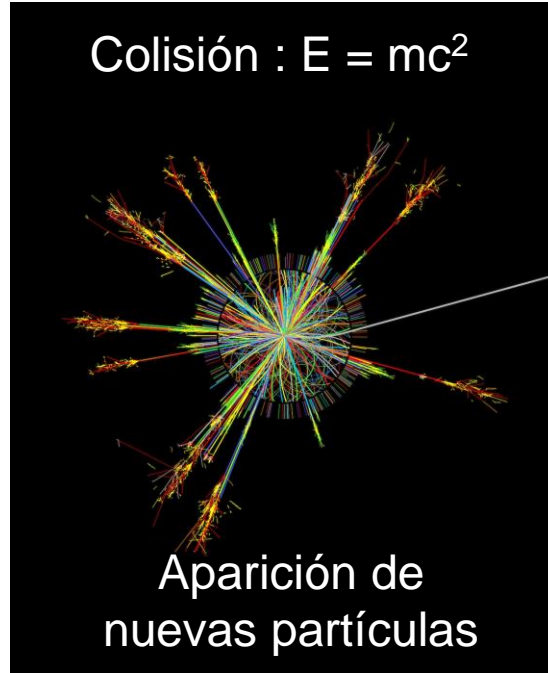


Investigación  
Fundamental



Transferencia  
tecnológica

# En resumen... ¿Qué se hace?



# Gracias por vuestra atención!

## Para saber más...

- [home.cern](http://home.cern)
- [visit.cern](http://visit.cern)
- [careers.cern](http://careers.cern)
- [miguel.castano.arques@cern.ch](mailto:miguel.castano.arques@cern.ch)

Gracias por  
completar la  
encuesta!

- Por qué se escogió construir el CERN en el lugar donde se encuentra actualmente?
- Desde el momento en que se puso en marcha por primera vez, qué cambios se han hecho en el CERN? ¿Se prevé que la instalación tenga una vida útil limitada?
- Es energéticamente muy costoso mantener la instalación activa? ¿ De dónde proviene esta energía?
- ¿Cuánta demanda tiene la instalación? ¿Cuál es el proceso de admisión para que un grupo de investigación pueda utilizar las instalaciones del CERN?
- ¿El CERN también está a disposición de empresas privadas, o sólo de centros de investigación?

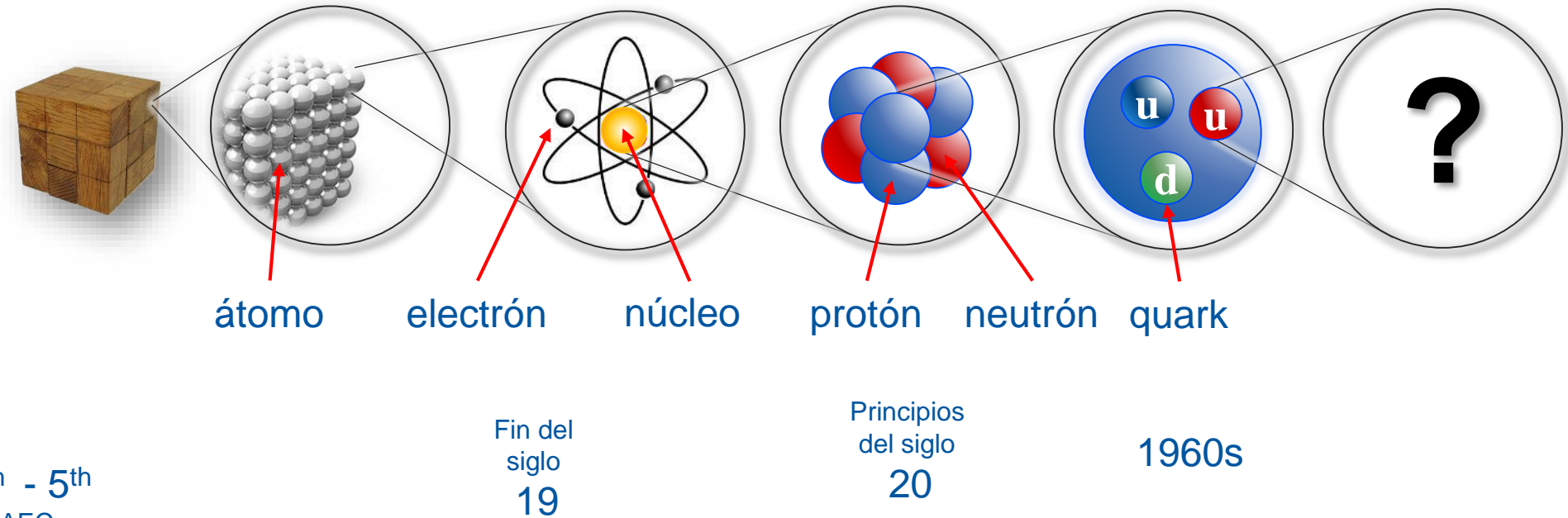
- ¿Qué formación tienen las personas que trabajan en el CERN? ¿Son sólo físicas de formación?
- ¿Cuál cree que será el futuro del CERN para los próximos años? ¿Prevé algún cambio relevante, relacionado con las nuevas ramas de la ciencia que a día de hoy están ganando importancia?
- ¿Para la comunidad científica es suficiente que haya un acelerador de partículas de las características del CERN en todo el mundo, o cree que debería haber más?
- ¿Hay algún proyecto a nivel internacional que tenga la intención de construir alguna otra instalación de las características del CERN?

CERN

*Extra Slides*



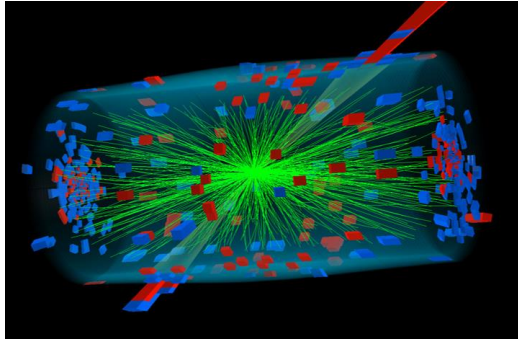
# ¿De qué está hecha la materia?



h - 5th  
AEC

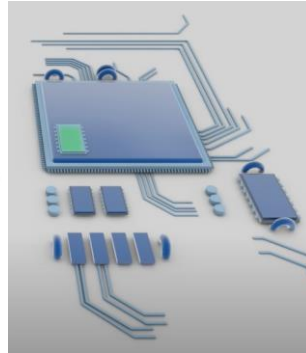
# Tratamiento de datos

600 millones de colisiones por segundo



100 PB/s ( $10^{17}$ )

Filtrado de eventos por electrónica rápida



100 GB/s ( $10^{11}$ )

Centro de datos (CERN)  
Red de computación (mundial)



<https://www.youtube.com/watch?v=jDC3-QSiLB4>



# ¿Nuclear?

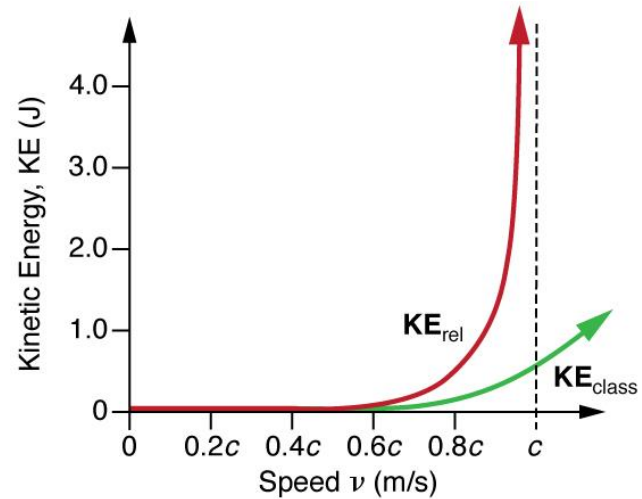


**Laboratorio Europeo de Física de Partículas**

# Límite a la velocidad... no a la energía

$$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$E = mc^2$$



Si aumentas la energía no aumenta la  
velocidad... aumenta la masa!

7 TeV



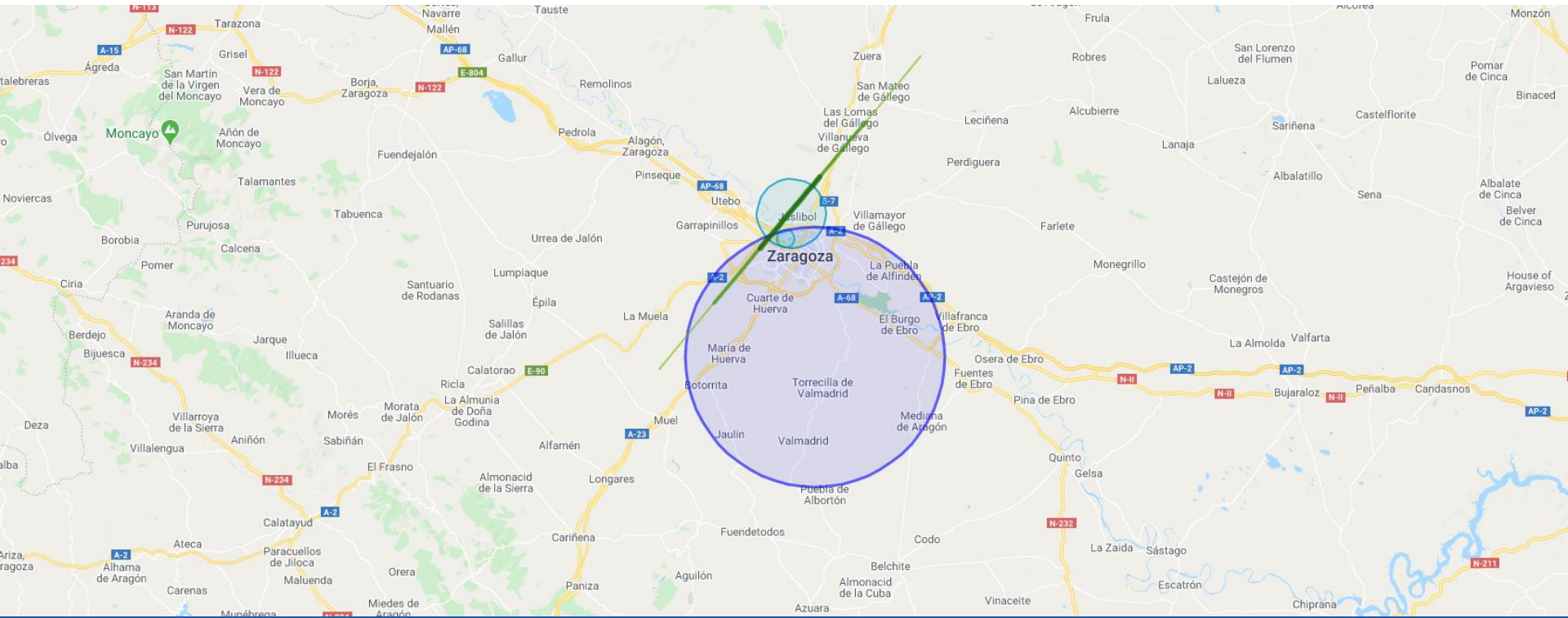
La energía equivalente  
100'000'000'000'000'000'000'000'000 protones en un  
sólo protón.

# Para enfriar los imanes... Helio líquido superfluido

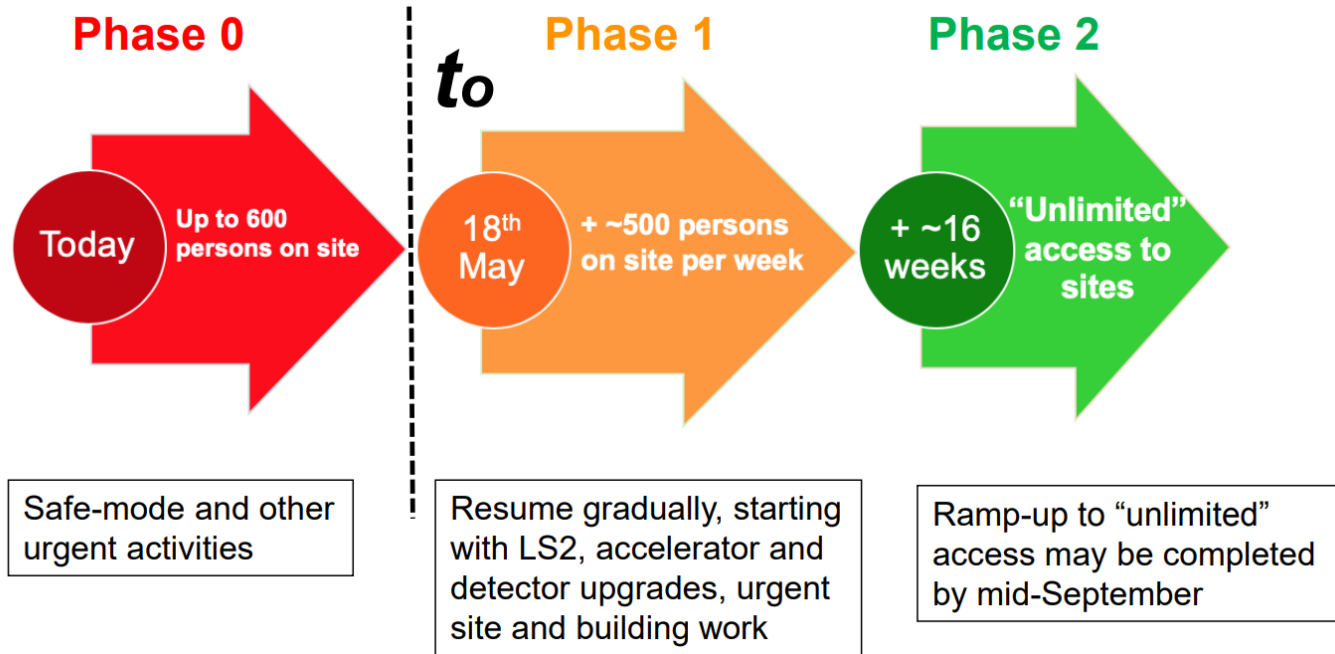


<https://www.youtube.com/watch?v=2Z6UJbwxBZI&t=71>

# ¿Futuros aceleradores?



# ¿Cerrado por coronavirus?



# ¿Trabajar en el CERN?

Durante Estudios Universitarios / Grados medios y superiores (técnicos)

**Summer Student** : <https://home.cern/students-educators/summer-student-programme>

**Short Term Internship** : <https://jobs.smartrecruiters.com/CERN/743999669564258-short-term-internship>

Proyectos fin de grado / fin de master

**Technical Student / Administrative Student**: <https://hr-dep.web.cern.ch/content/technical-doctoral-and>

Para diplomados universitarios, ligados a proyectos con universidad:

**Doctoral Student**: <https://jobs.smartrecruiters.com/CERN/743999673031233-doctoral-student-programme>

**Project Associate**: <https://jobs.smartrecruiters.com/CERN/743999669564291-scientific-associateship>

Con poca experiencia laboral (con título universitario ó grado medio/superior)

**Fellowship**: <https://careers.smartrecruiters.com/CERN/fellowships>

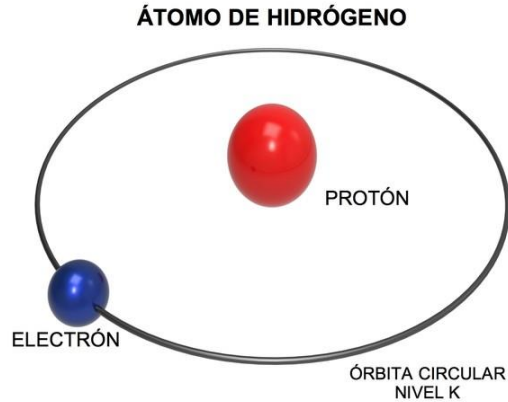
**Technical Training Experience**: <https://careers.smartrecruiters.com/CERN/tte>

**Información general**: <http://careers.cern/>

## Mi consejo más importante: APRENDED IDIOMAS

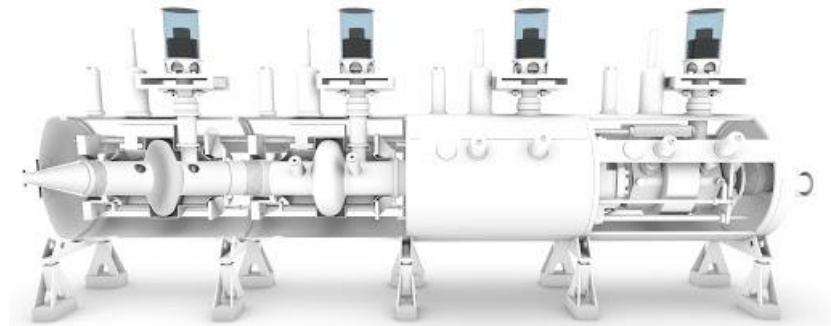
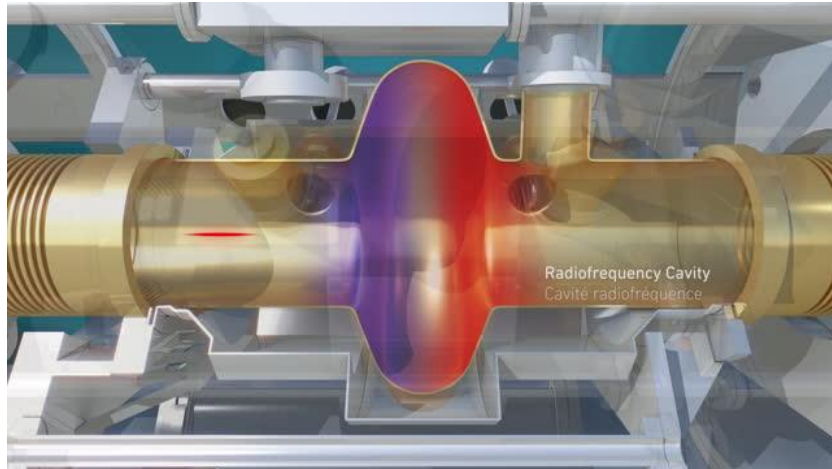


# Dipolos: curvar la trayectoria de los protones

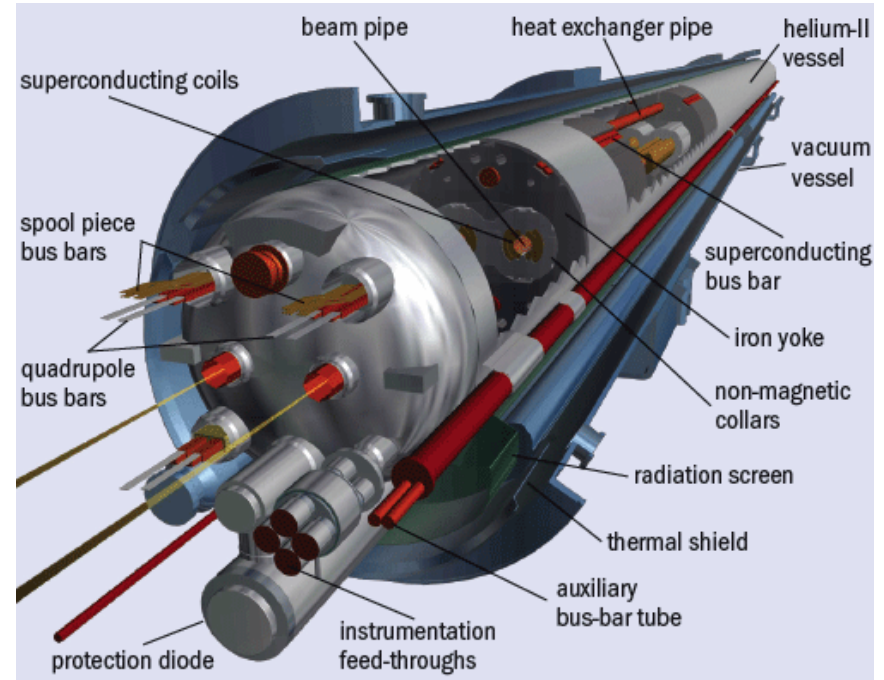
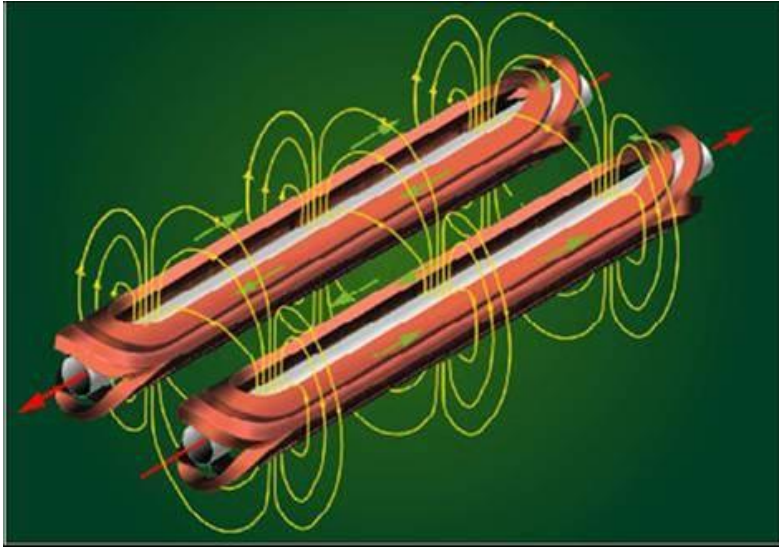




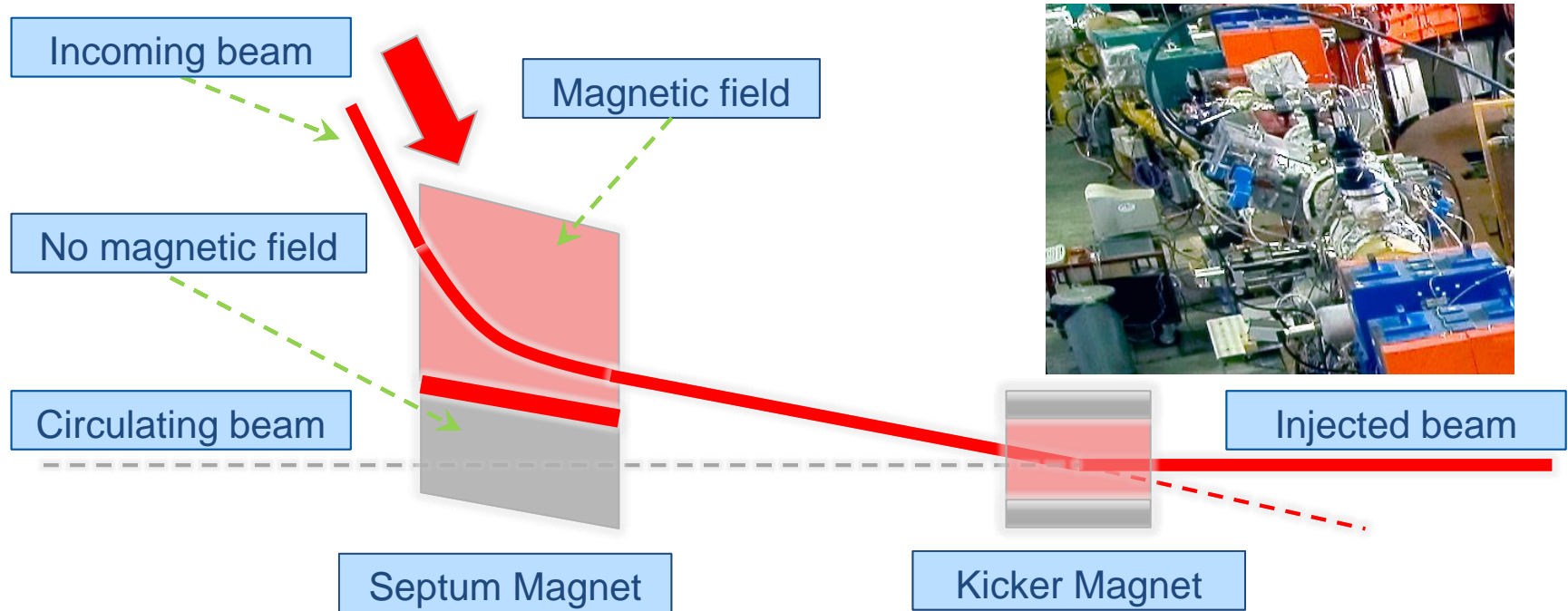
# Cavidades: acelerar los imanes



# Dipolos: curvar la trayectoria de los protones



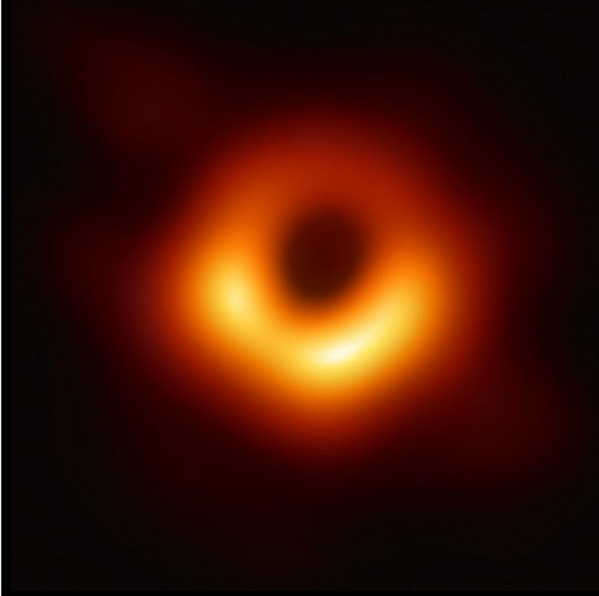
# Transmisión de protones entre aceleradores



# Colaboraciones



# Agujeros negros



<https://www.youtube.com/watch?v=Do2A8626oBc>