

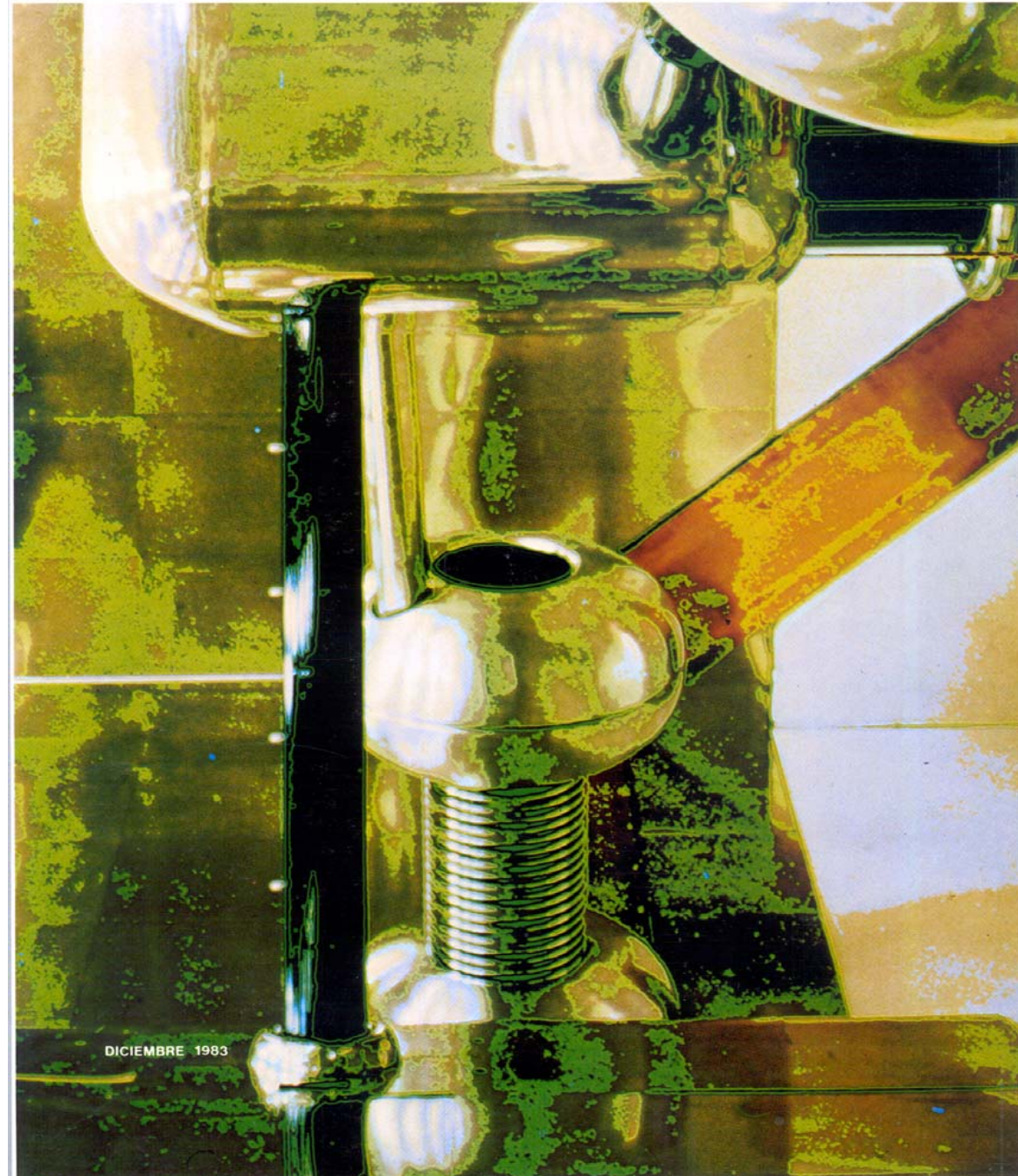
Panorama actual de la Física de Altas Energías en España

Antonio Ferrer (IFIC - Universidad de Valencia-CSIC)

Ex gestor del Programa Nacional de Física de partículas y
Grandes Aceleradores

CIEMAT, 4 de Junio de 2004 : 50 aniversario del CERN

El fructífero 1983



Física de Altas Energías

España, 1983

- | | |
|-----------------------|------------|
| a) 3 grupos; | 43 físicos |
| b) Inversiones: | 130 MPtas |
| c) Cuota CERN | 980 Mptas |
| d) Presupuesto de I+D | 0,4% |

Física de Altas Energías

España, 2003

- a) 13 grupos; 250 físicos (x 5,8)
- b) Inversiones: 10 M€ (x 12,5)
- c) Cuota CERN 45 M€ (x 7,5)
- d) Presupuesto I+D 1,1% (x 2,9)

La Física de Altas Energías en el V Plan Nacional (2004-2007)

Uno de los 23 Programas Nacionales de I+D :

Investigación Básica: **Astronomía & Astrofísica**
Física de Partículas
Física, ...

Prioridades del Programa Nacional

1. Física de Partículas Elementales (CERN).

" Quarks & Leptones, Astroparticulas, Neutrino, Hadrones, Teoría.

2. Física de Astroparticulas & Cosmología.

3. Física Nuclear Experimental (N-TOF, ISOLDE, GSI).

4. Tecnologías GRID.

5. Tecnologías de Detectores and Acceleradores.

Recursos humanos

	(1999)	(2002)			
Experimental	(200)	(270)	Staff	42%	
			Fellows	29%	
			Contracts	17%	(4% RyC)
			Technical	12%	
Theoretical	(190)	(220)	Staff	41%	
			Fellows	36%	
			Contracts	22%	(12% RyC)
PhD's (exp) outside Spain:			24	(11% of total exp.)	
			11	got Ramón y Cajal contract	

HEP Geographical (Spain)



Número de Proyectos (2003)

1. Theory	15	(5+5+5)
2. LHC	12	(5+5+3)
3. HERA	2	
4. ASTROPARTICLES	12	(6+5+1)
5. ISOLDE & ions	7	(3+2+2)
6. Neutronics	6	(6+0)
7. Sync. Rad.	4	

Acciones Especiales...

(2 CDF, 1 BABAR,...)

Programa Nacional (2003)

1.	Theory	7	%
2.	LHC (ATLAS, CMS, LHC-b)	46	%
3.	GRID (ATLAS, CMS, LHC-b)	8.6	%
4.	HERA (Zeus)	0.7	%
5.	PS+ISOLDE (Dirac, +Legnaro, Ganil)	4.0	%
6.	Astroparticle (Auger, Canfranc, Magic, Antares, Icarus)	21	%
7.	Neutronics... N-Tof, Ions, Spallation	4.0	%
8.	Tecnologías	1.5	%

Grupos & proyectos

2. Experimental

CIEMAT (Madrid)	CMS	AMS	ICARUS	FAST	N-TOF
UAM (Madrid)	ATLAS	ZEUS (DESY)			
UCM (Madrid)		MAGIC		AUGER	
UAH (Madrid)				AUGER	
IEM (CSIC, Madrid) nuc		ISOLDE-LEGNARO-GANIL			ILL
IFAE (Barcelona)	ATLAS	MAGIC	CDF(FNAL)		K2K
UAB (Barcelona)		MAGIC			
UB (Barcelona)	LHC-b	HERA-b			
ICMB (Barcelona)	ATLAS				
UPC (Barcelona) nuc					N-TOF
IFIC (Valencia)	ATLAS	ANTARES		HARP	K2K
IFIC (Valencia) nuc	GSI	ISOLDE-LEGNARO		HADES	N-TOF
IFCA (Santander)	CMS	CDF (FNAL)			
IFAE (Santiago)	LHC-b	DIRAC	HADES	AUGER	N-TOF
IFPFN (Zaragoza)		CAST		LSC (Canfranc)	
Huelva-Sevilla nuc		ISOLDE			N-TOF
UGR			ICARUS		

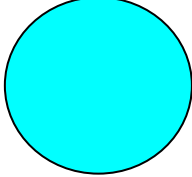
Física Nuclear Experimental en España

Barcelona, Madrid, Santiago, Sevilla-Huelva, Valencia



- Núcleos exóticos
- Reacciones de hadrones a energías intermedias
- Neutron Time of Flight

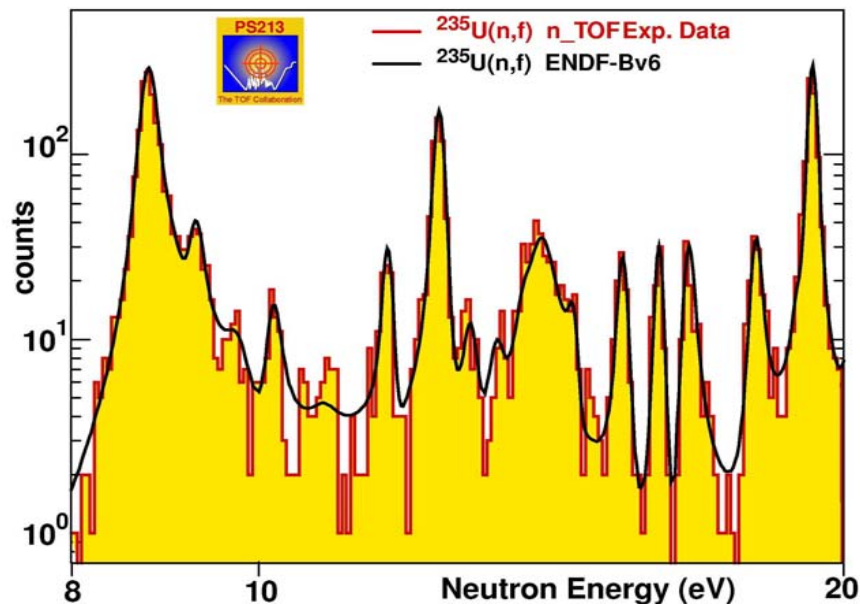
n_TOF Collaboration



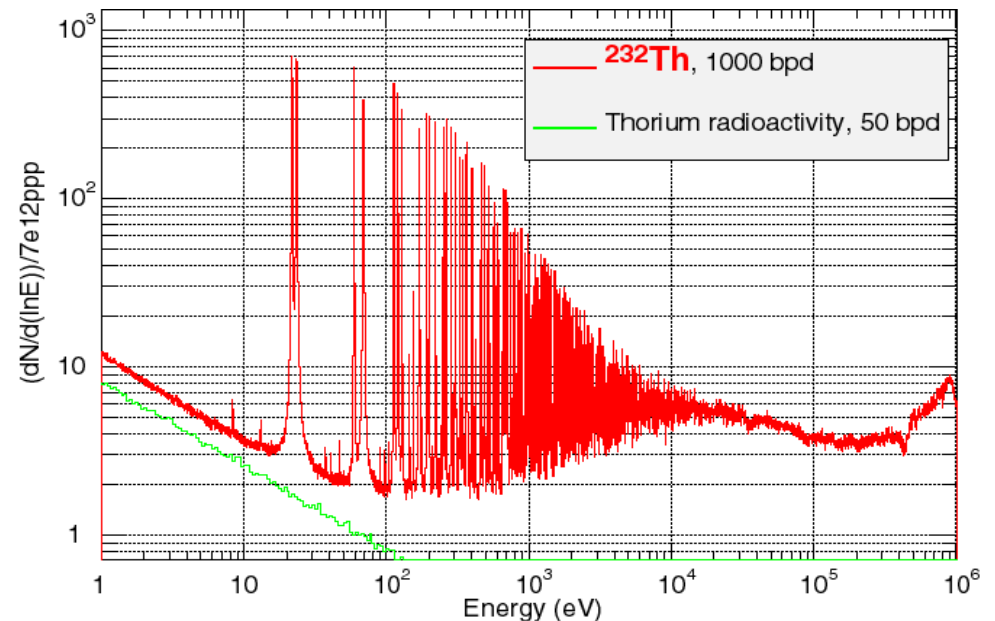
Spain: CIEMAT, CSIC-IFIC, U. Santiago, U. Sevilla, U.P. Cataluña, U.P. Madrid

Measurement of high quality neutron reaction cross sections: (n, f) , (n, γ) , (n, xn) , ..., of key interest in Nuclear Technology (ADS, transmutation), Nuclear Astrophysics and Basic Nuclear Physics

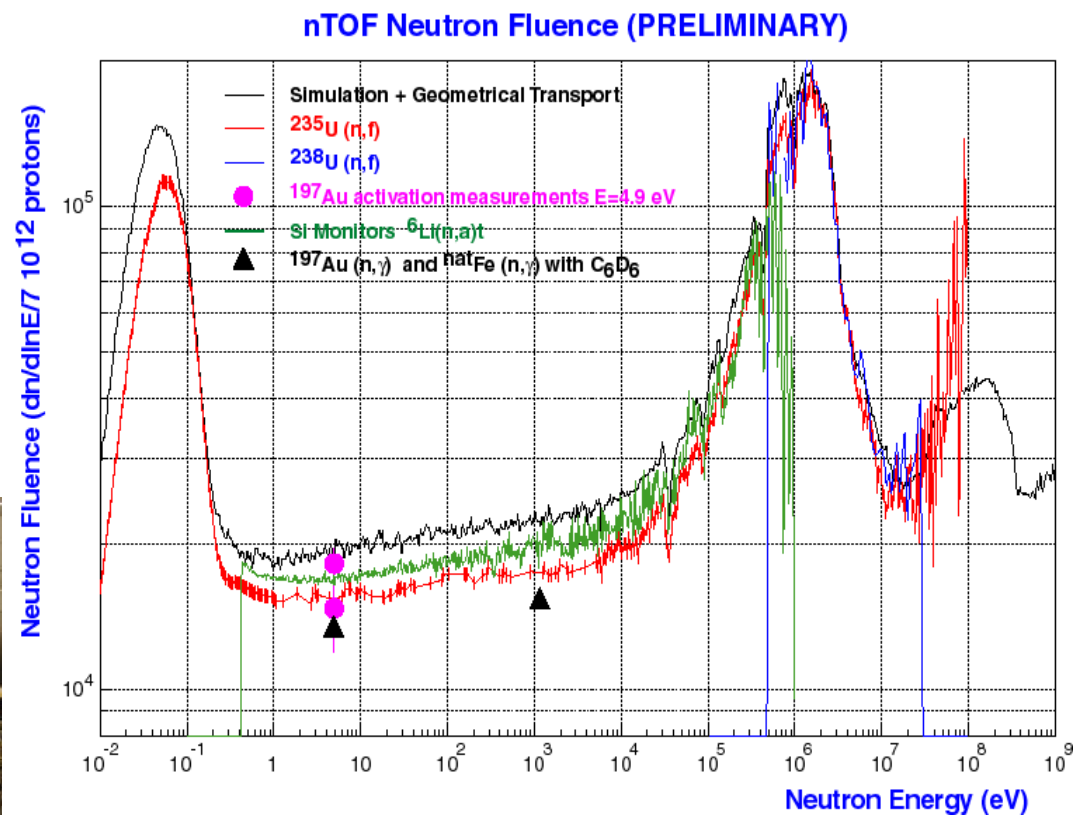
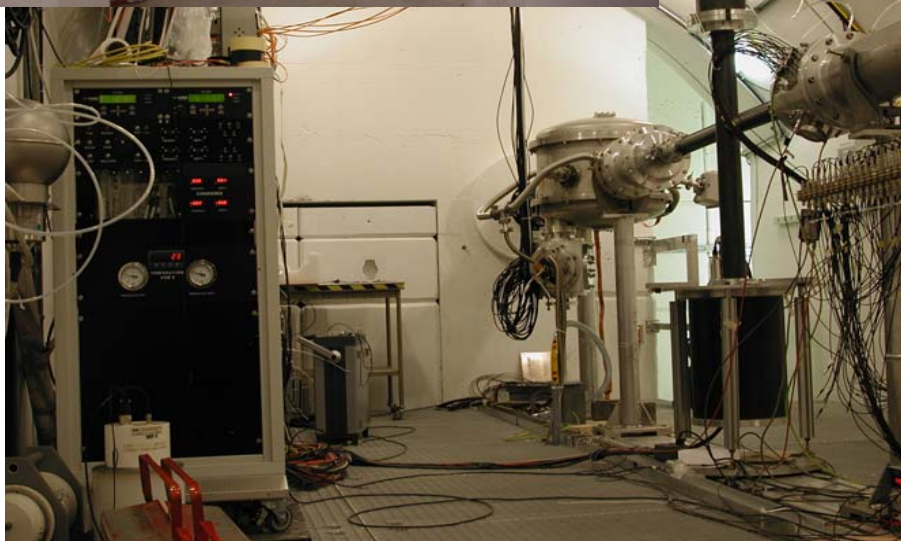
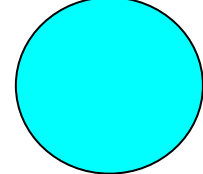
$^{235}\text{U}(n, f)$



$^{232}\text{Th}(n, \gamma)$



Construction of a neutron Time Of Flight facility at CERN: high instantaneous flux (10^6 n/bunch), low duty cycle (10^{-8}), wide energy range (1eV-250MeV), (good resolution) long flight path (185m).



Operative since 2002

Participación española en el LEP 1985-2000

1. ALEPH

(19 PhD)

IFAE- Barcelona

Luminosity Monitor (BCAL, BCAL++) &
FALCON

2. DELPHI

(28 PhD)

IFIC- Valencia

IFCA - Santander

UCM - Madrid

TOF (100%) & FEMC (20%)

3. L3

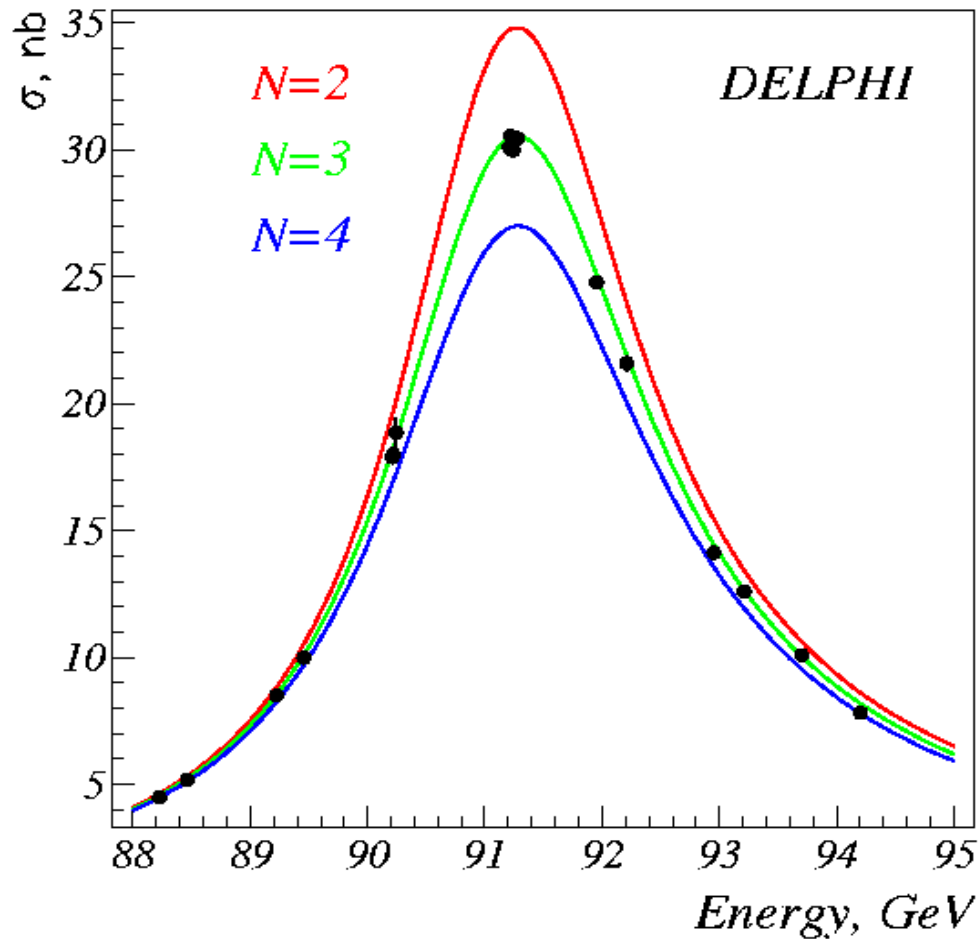
CIEMAT

(17 PhD)

Muon Chambers (100% Z, 2/3 P)

64 Ph D, unas 1000 publicaciones

El bosón Z^0



Los tres resultados más destacados:

- 3 familias de neutrinos.
- Estimación de masa top.
- Límites masa de Higgs.

Más

- Muchísimas medidas de alta precisión sobre el Modelo Estándar.

HERA (DESY, Hamburgo)

ZEUS

UAM - Madrid

U + Scint. Calorimeter

Light Guides + PMs + Electronics

RO Electronics of HES

HERA-b

UB - Barcelona

Contribuciones españolas al LHC

ATLAS	IFIC-Valencia	TiCal	315 submódulos (50% of EB) 1500 PMs ROD
	IFIC-Valencia	STC	200 módulos de silicio (+IMB)
	Barcelona IFAE		315 submódulos
		TiCal	65 módulos (1 Extended Barrel)
	Madrid UAM		Forward LAr Calorímetro

CMS	CIEMAT	Cámaras MB2
		Electrónica
	IFCA Santander	Alineamiento
	Madrid UAM	Trigger, Electrónica

LHCb	USC	Si Tracker
	UB-URL	RICH (PM, Electronica)

Contribuciones españolas al LHC

ATLAS

	Core	Fund	
SCT (IFIC)	1.2		
TiCal (IFAE)	1.2		
TiCal (IFIC)	0.9		
LAr (UAM)	2.4		
<i>Total</i>	<i>5.7</i>	<i>4.1</i>	<i>9.8 MCHF (2.0%)</i>

CMS

	Core	Fund	
Mu (CIEMAT)	3.5		
Align (IFCA)	0.7		
<i>Total</i>	<i>4.2</i>	<i>1.8</i>	<i>6.0 MCHF (1.3%)</i>

LHCb

	Core	Fund	
Calo (UB)	0.63		
SiT (USC)	0.80		
<i>Total</i>	<i>1.43</i>	<i>0.57</i>	<i>2.0 MCHF (2.7%)</i>



FABRICADO POR
MANUFACTURED BY

WORLDWIDE
Felguera, S.A.



felguera
construcciones
mecánicas, S.A.

LANGREO - ASTURIAS - ESPAÑA -
1984



INSTITUTO DE FÍSICA DE ALTAS ENERGÍAS
Bilbao

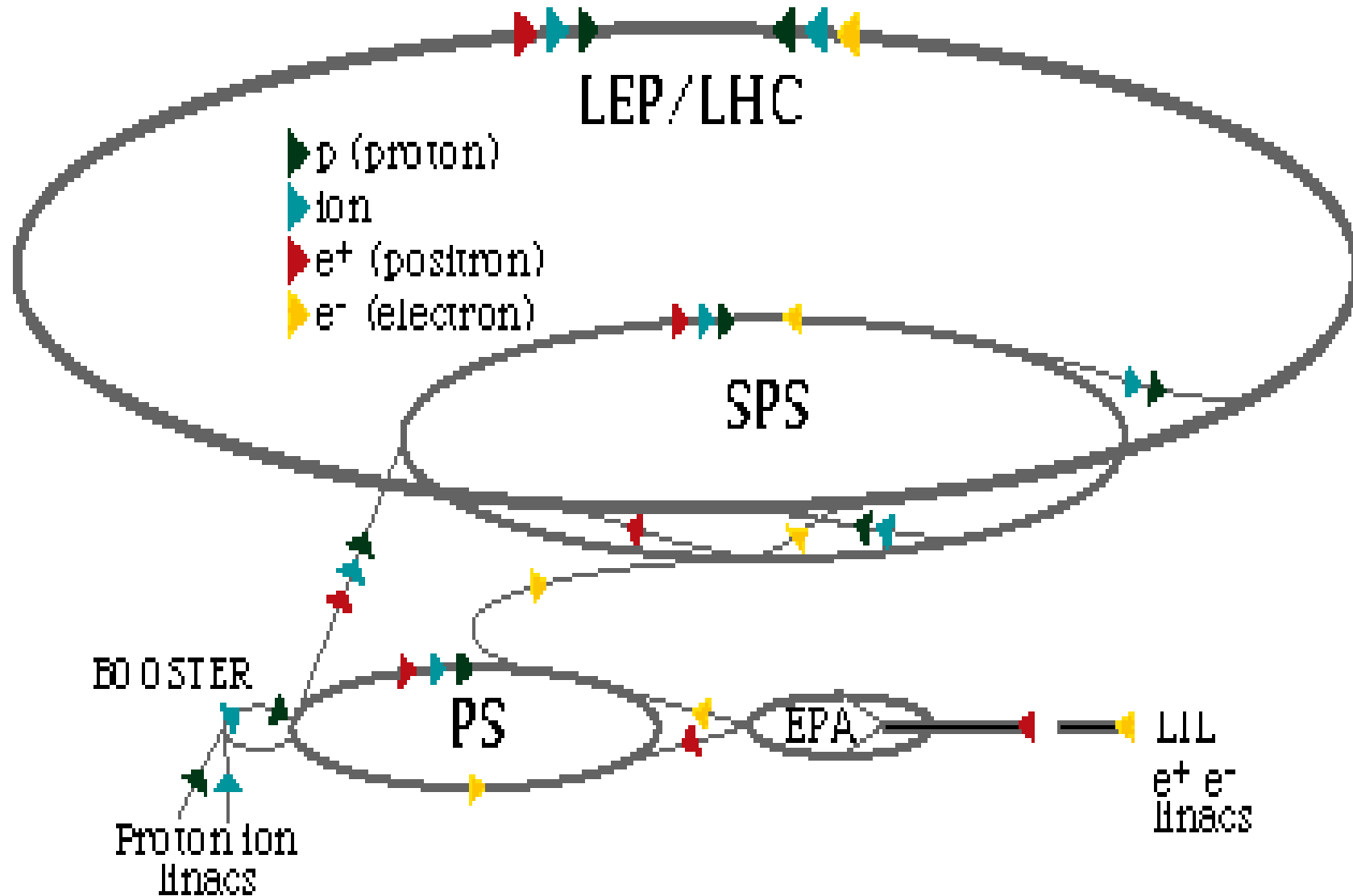
Barba

Barba

El colisionador LHC del CERN



El complejo de aceleradores del CERN



El desafío del LHC

" p + p 14 TeV s = 100 mb

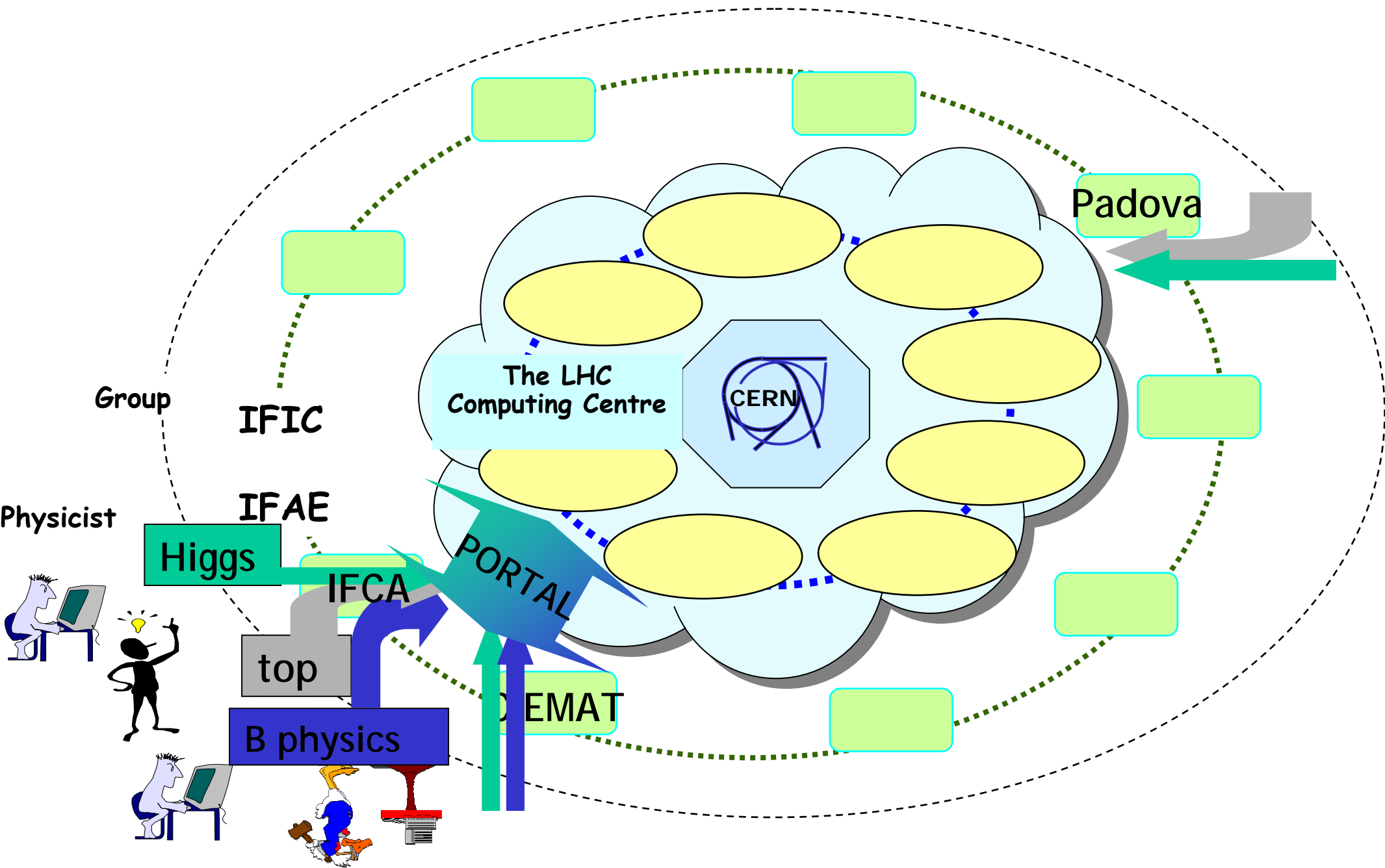
" L = 10^{34} cm⁻² s⁻¹ 10^9 collisions/s

" ~ 100 events registered/s 100 Mbytes/s
" 10^7 events/year 1 Pbyte/year

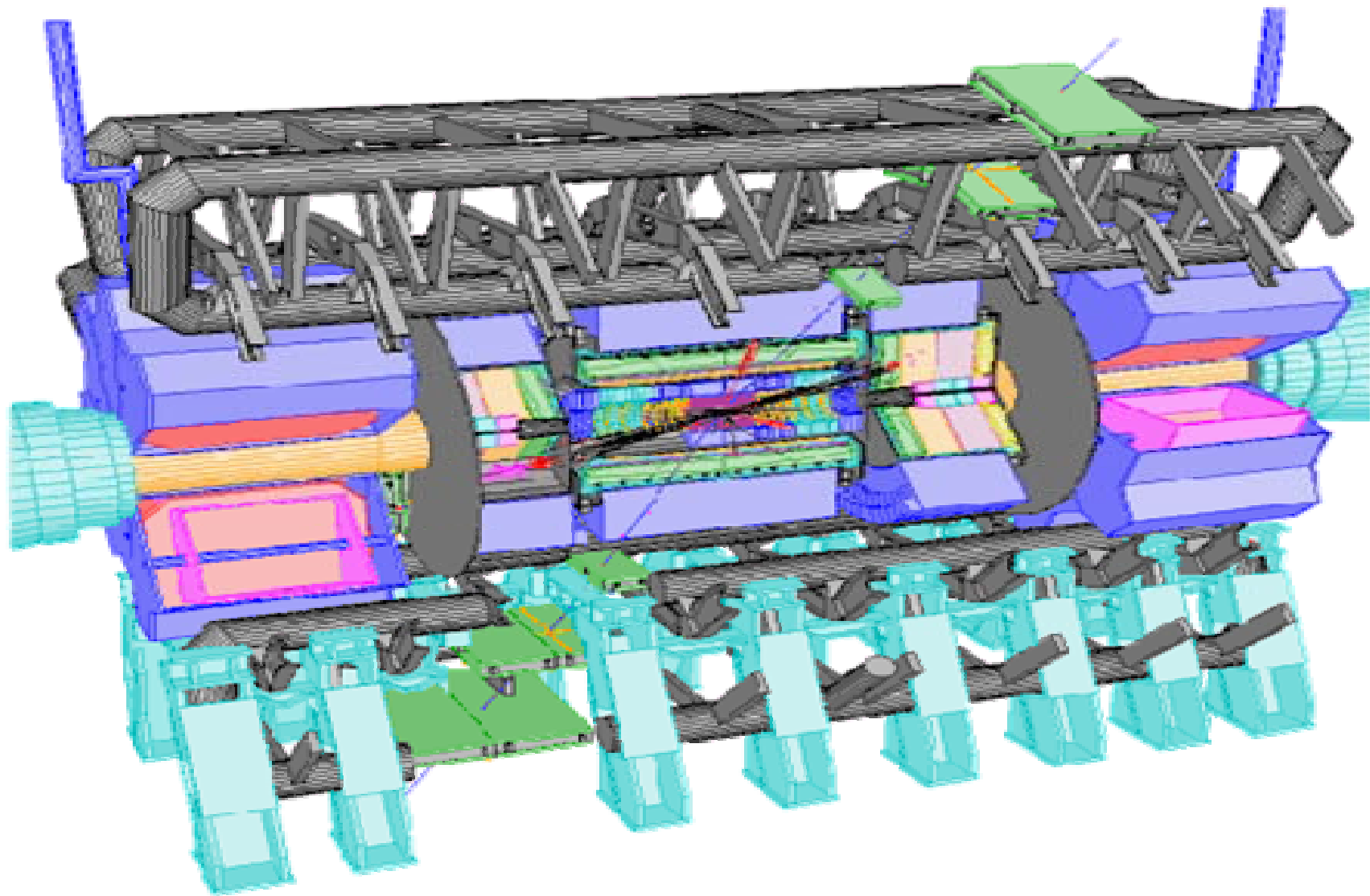
Un nuevo desafío para el cálculo científico:

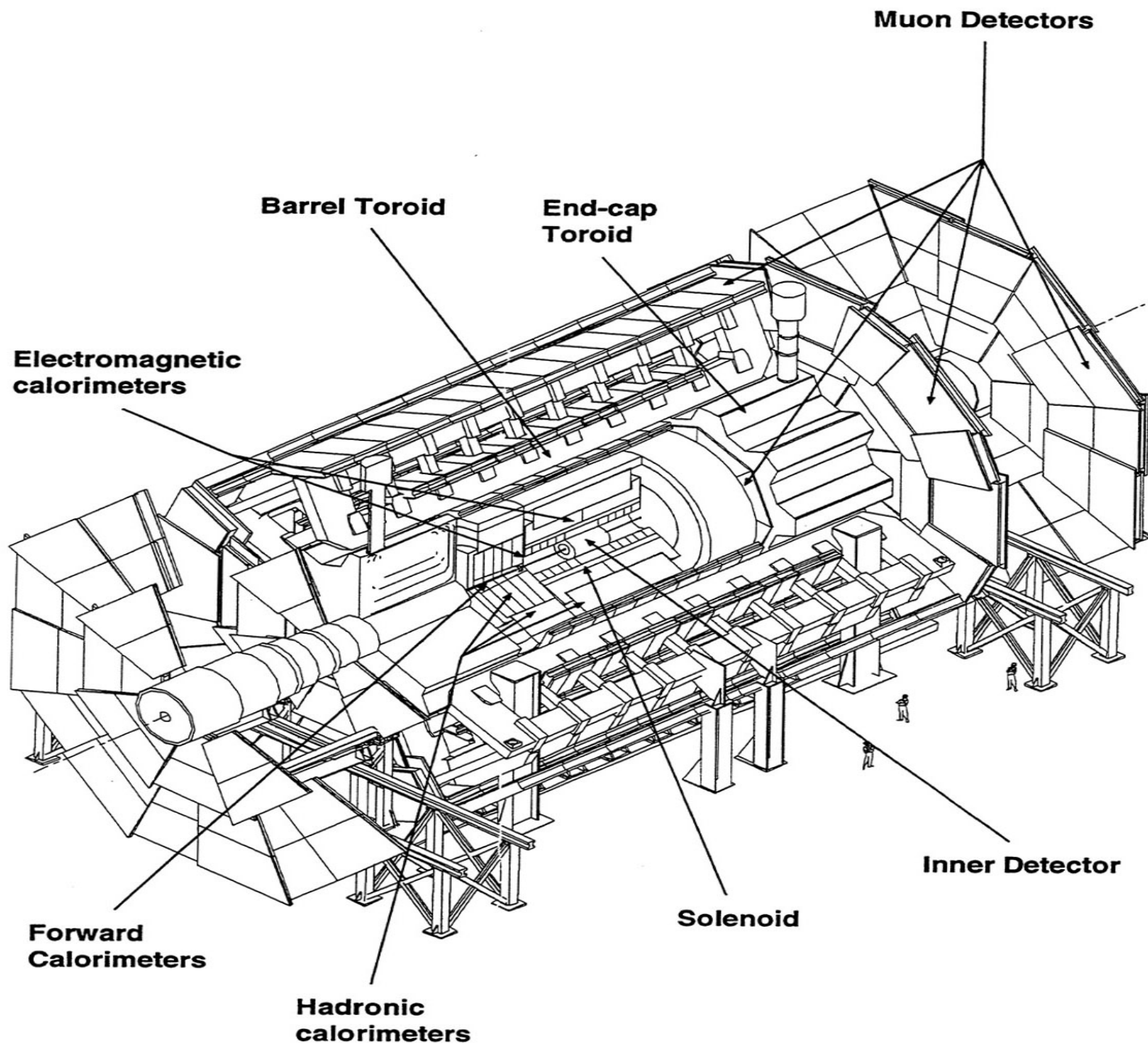
el GRID

LCG en España



El espectrómetro ATLAS



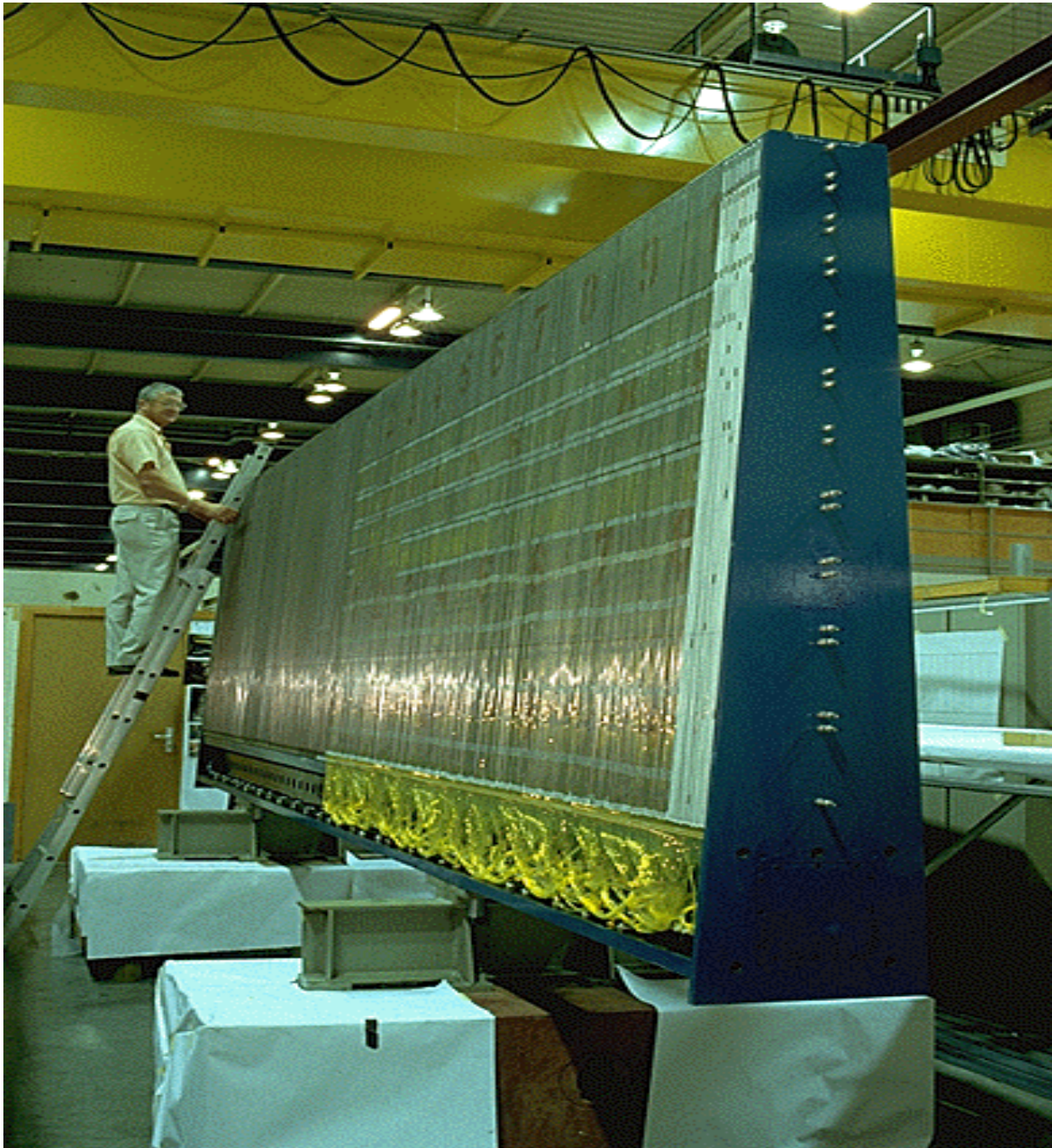


ATLAS-1: The ATLAS Detector for LHC

Submódulo del Calorímetro *TileCal*



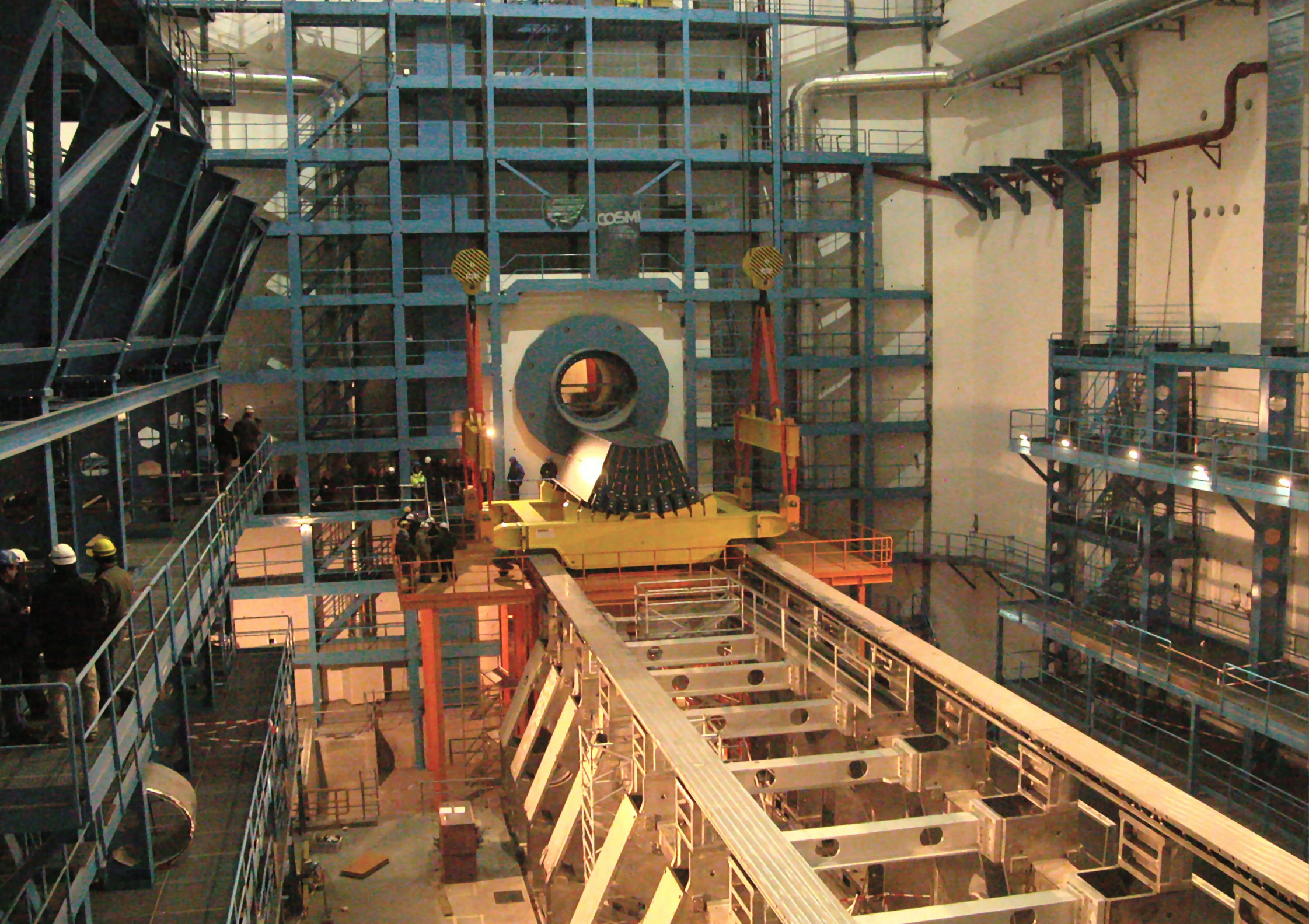
Módulo del Calorímetro *TileCal*



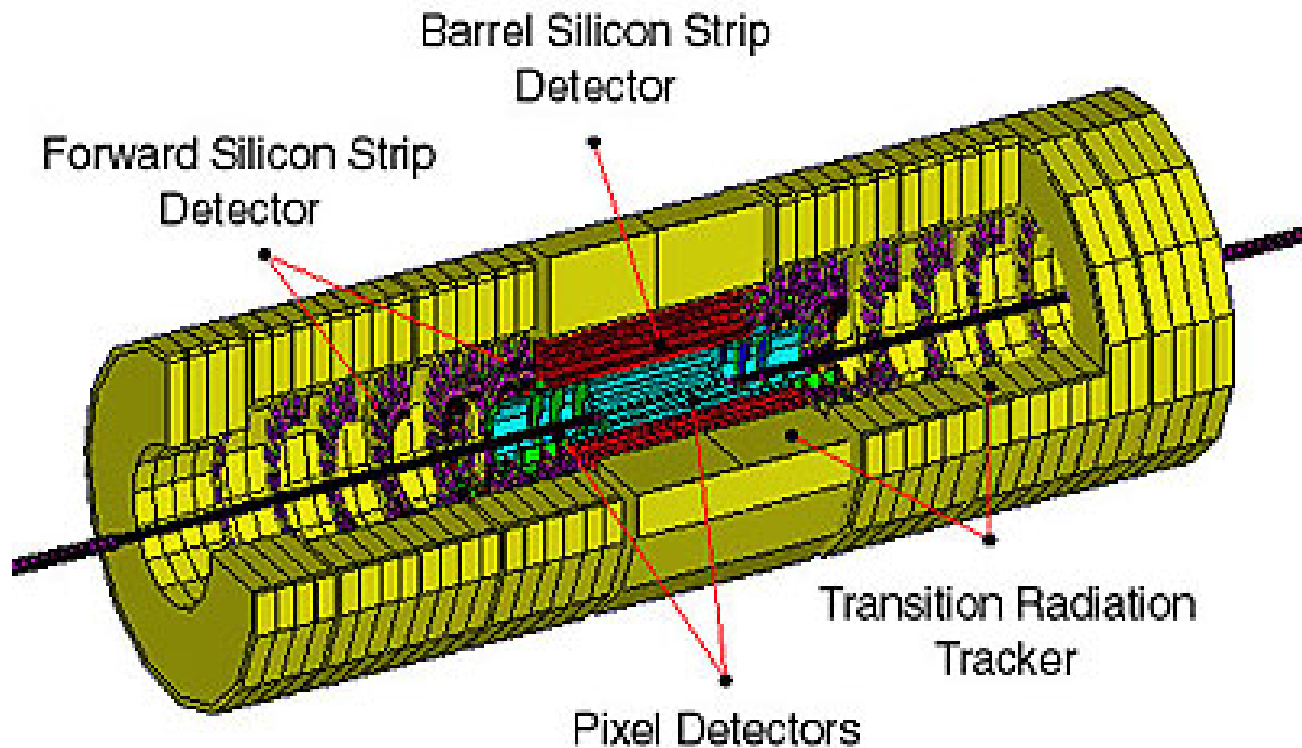
España construye 1 EB
= 64 módulos
640 Toneladas

50% submódulos en
Valencia (IFIC)
50% submódulos en
Barcelona (IFAE)

Extended Barrel montado
e instrumentado en IFAE



SCT (Inner Tracker)



IFIC - Valencia
CNM-Barcelona

2 Forward Wheels

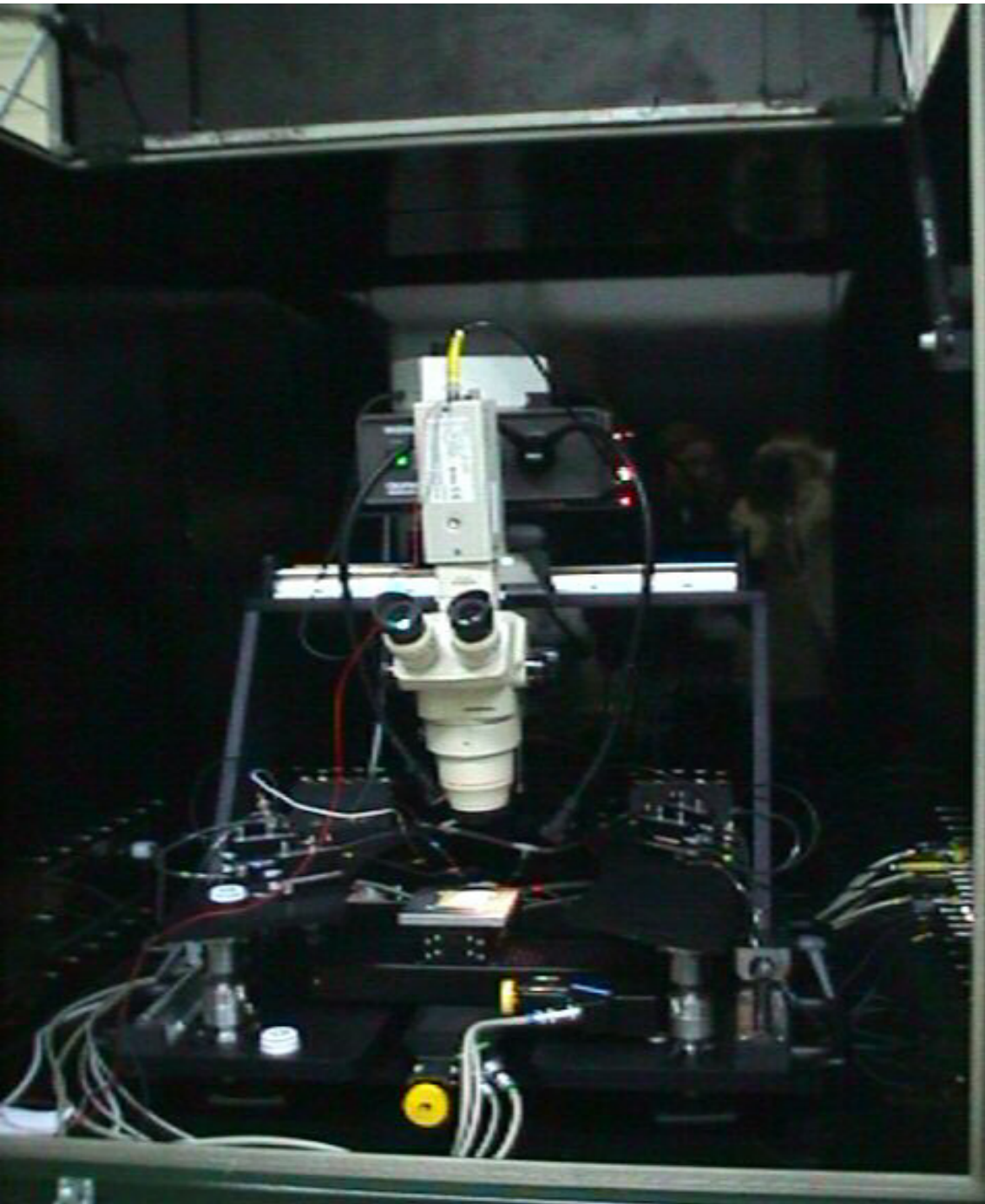
200 modules

Test, Bond, Mount

Inner Tracker



IFIC SCT Lab

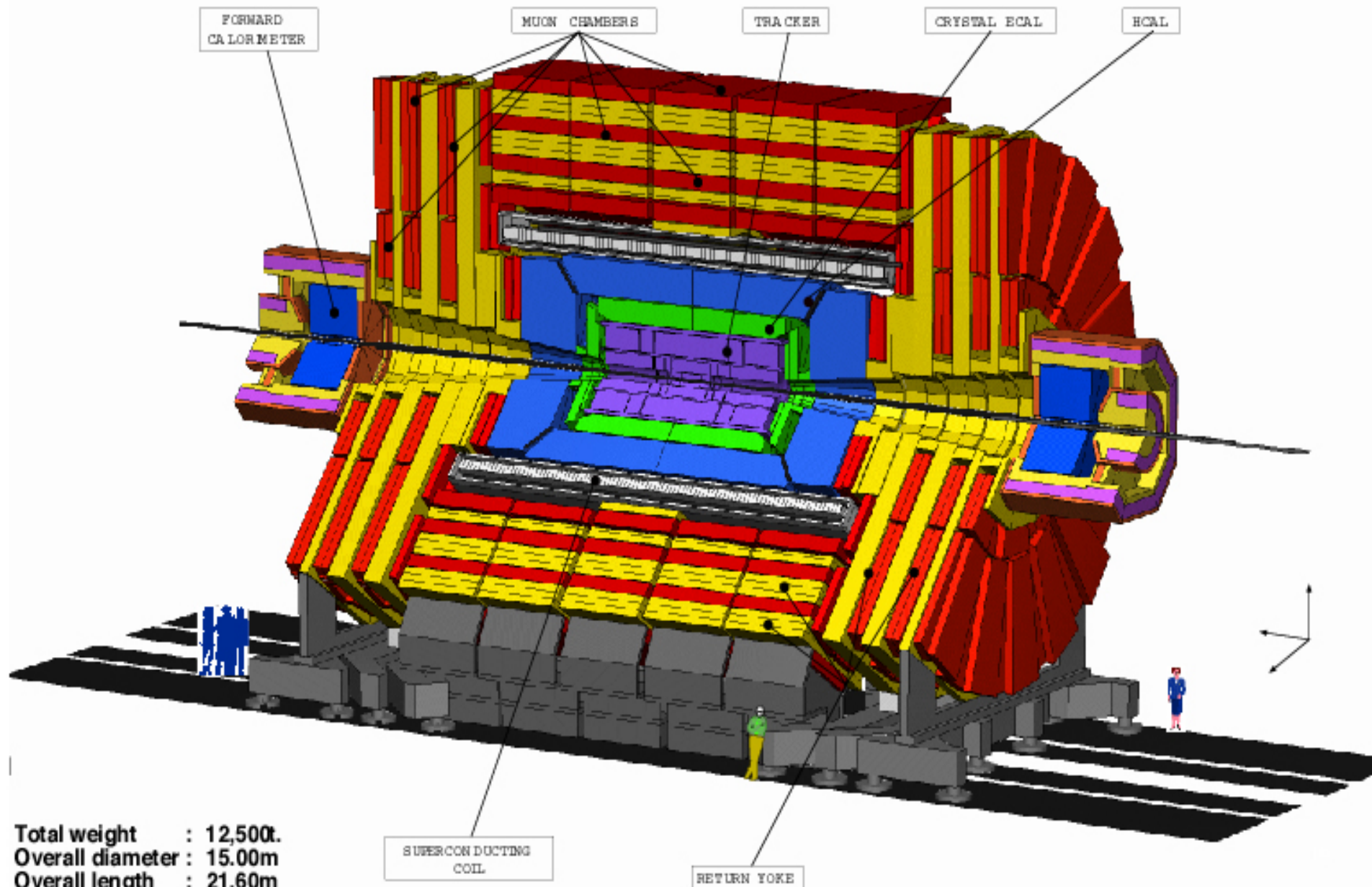


IFIC, sala blanca (SCT)



CMS

A Compact Solenoidal Detector for LHC



Total weight : 12,500t.
Overall diameter : 15.00m
Overall length : 21.60m
Magnetic field : 4 Tesla

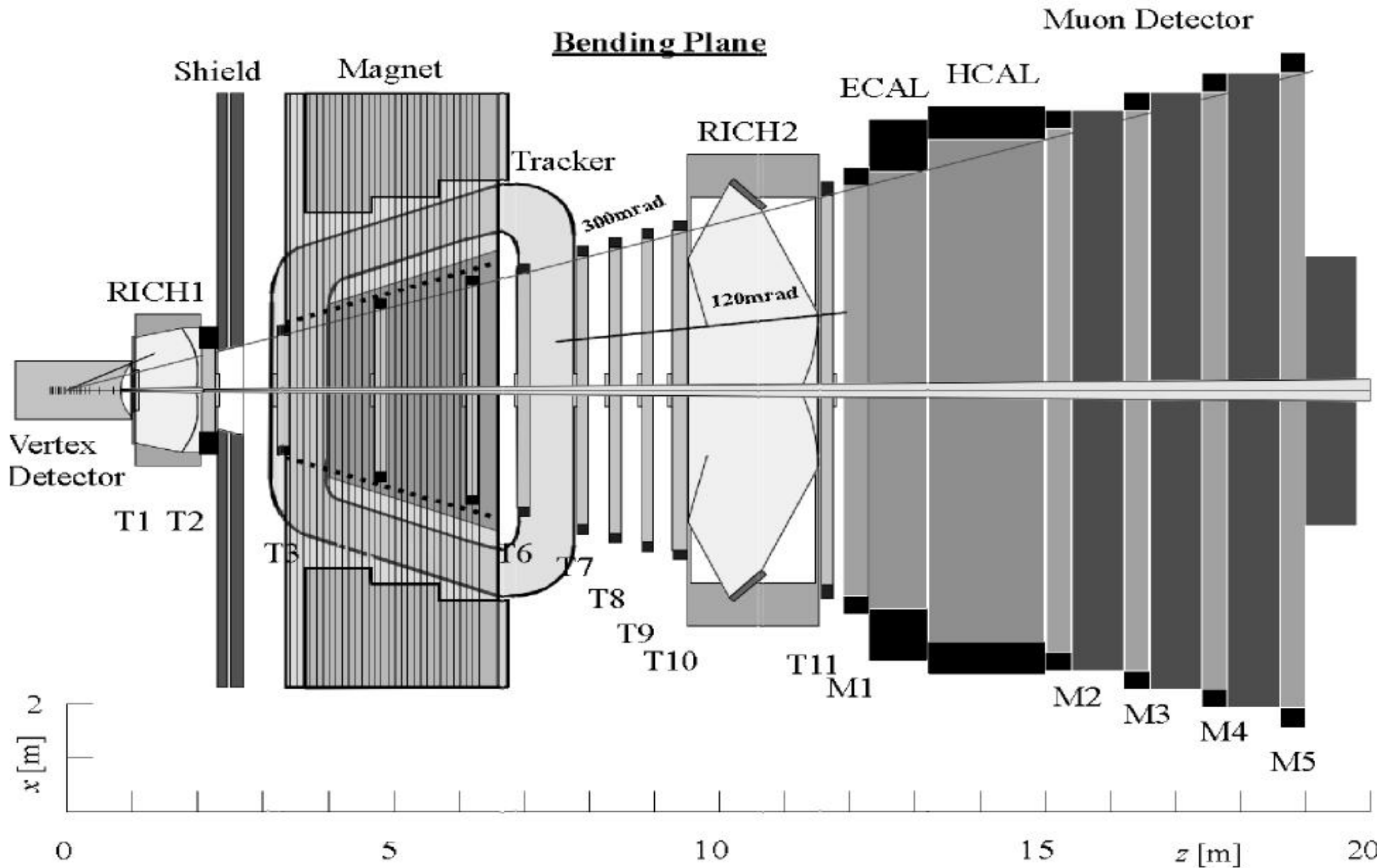
Construcción de cámaras de muones en el CIEMAT



First MB2 Chamber Assembled at CIEMAT



El espectrómetro LHCb



Astropartículas+neutrinos

1. Experimentos en el LSC CANFRANC + CAST
UZ
2. ANTARES IFIC
3. AMS CIEMAT
4. MAGIC IFAE - UAB - UCM
5. AUGER USC-UCM-UAH
6. K2K IFAE+IFIC (HARP)
7. ICARUS UGR - CIEMAT



THE CANFRANC UNDERGROUND LABORATORY

PHYSICS RESEARCH PROGRAM STATUS, RESULTS AND PROSPECTS



**Laboratory of Nuclear and High Energy Physics
University of Zaragoza**

LSG LABORATORIO SUBTERRÁNEO DE CANFRANC

CANFRANC UNDERGROUND ASTROPARTICLE LABORATORY

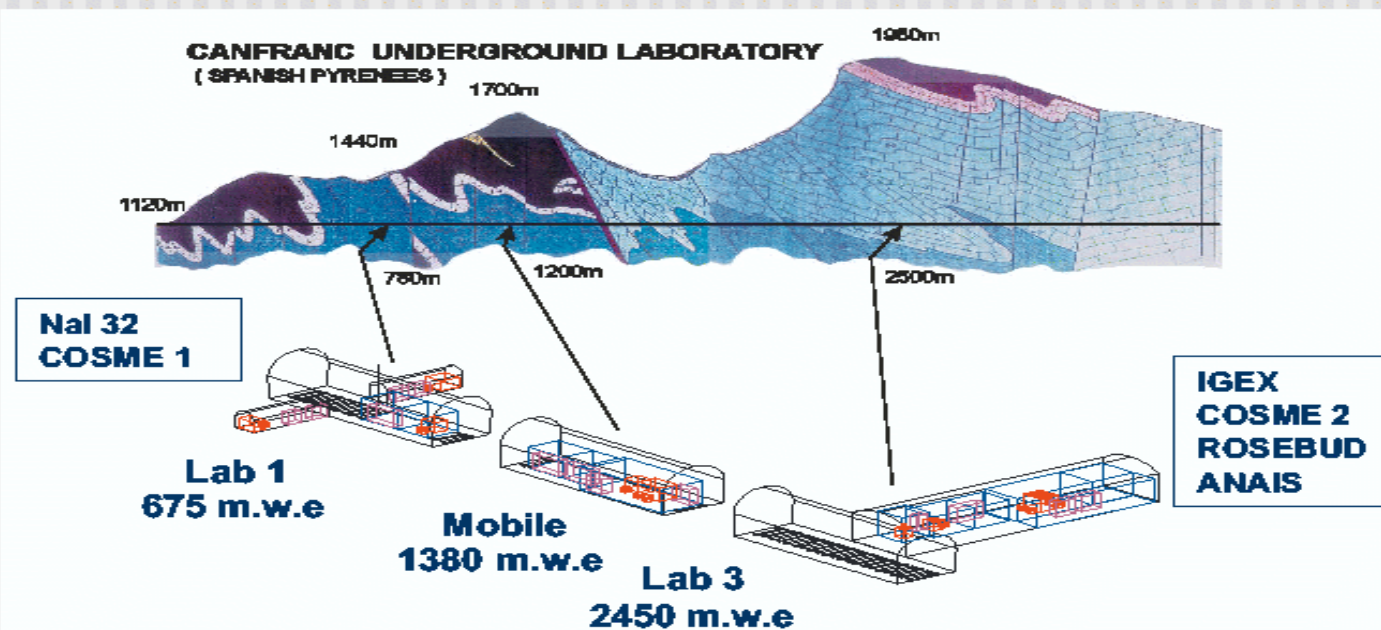
SPAIN



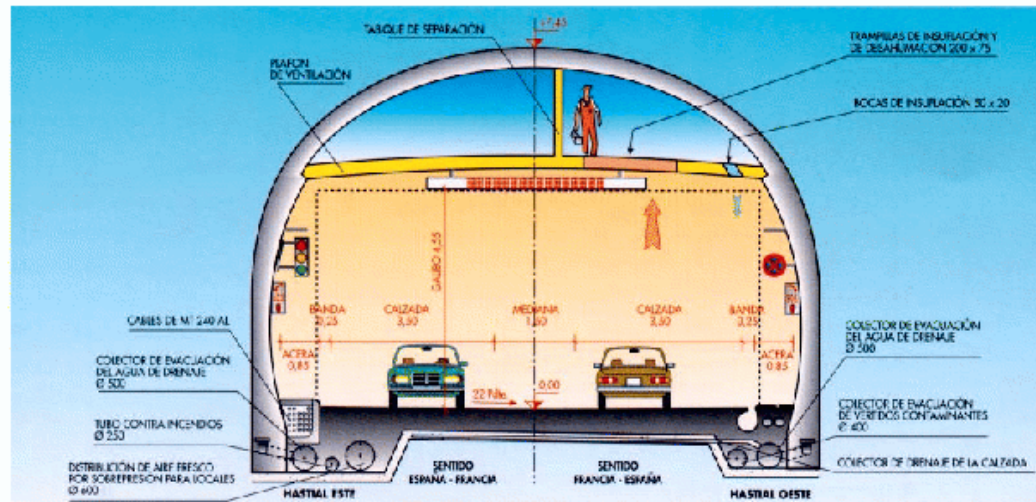
Spanish Pyrenees



Railway tunnel (not in use)



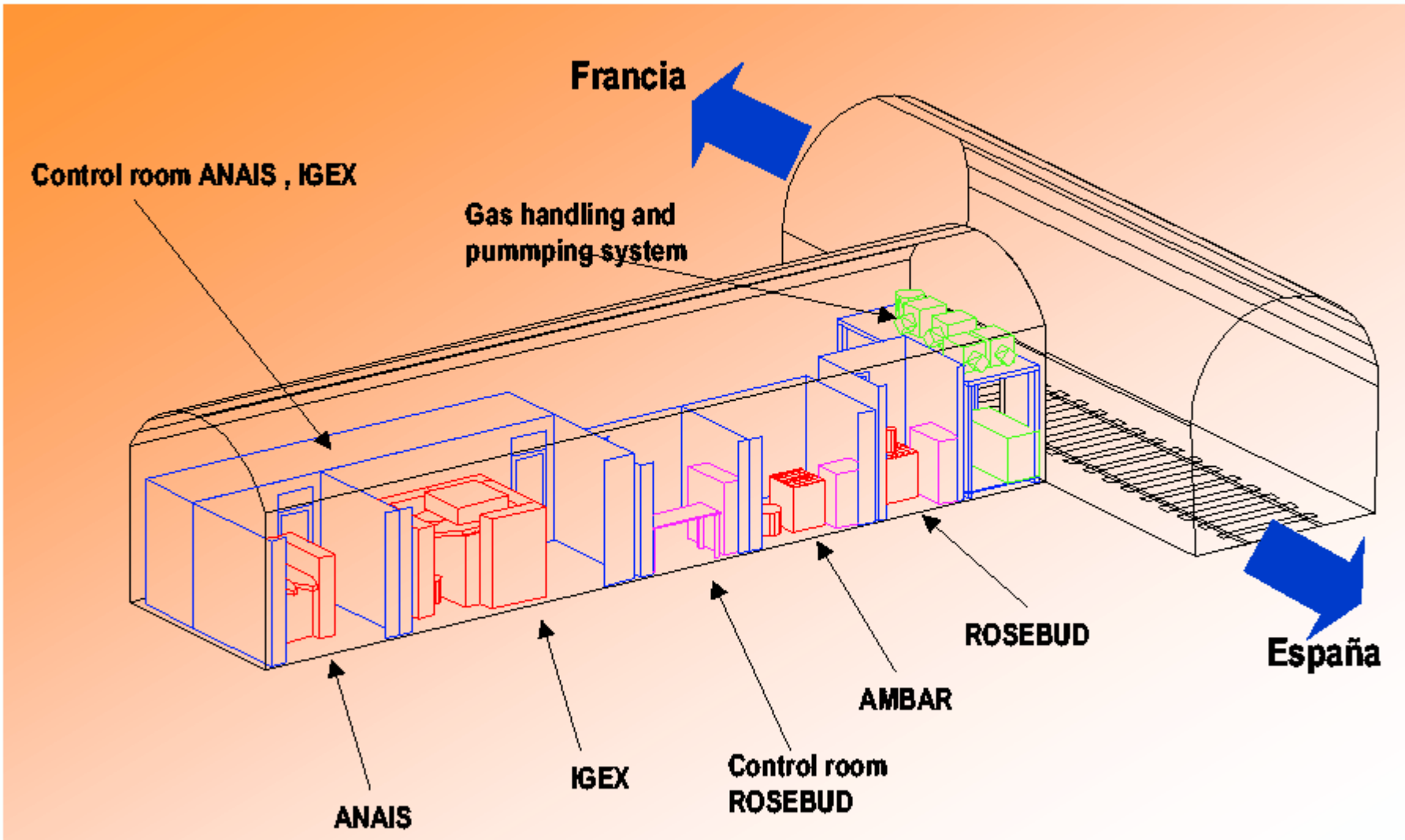
TUNEL DE SOMPORT



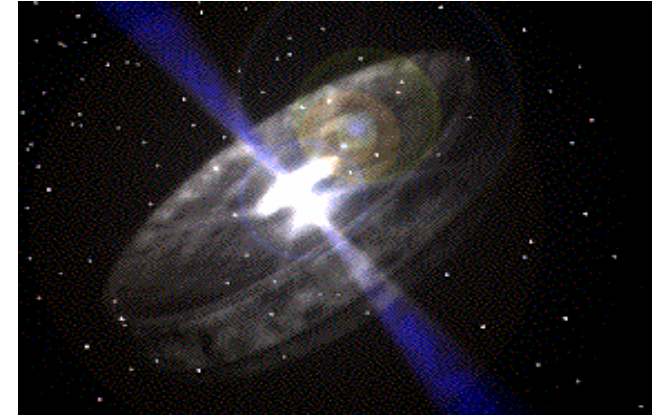
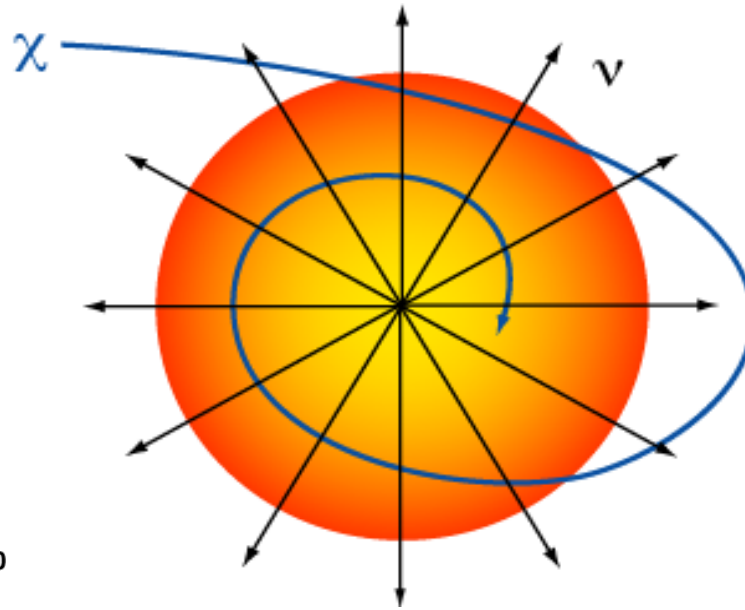
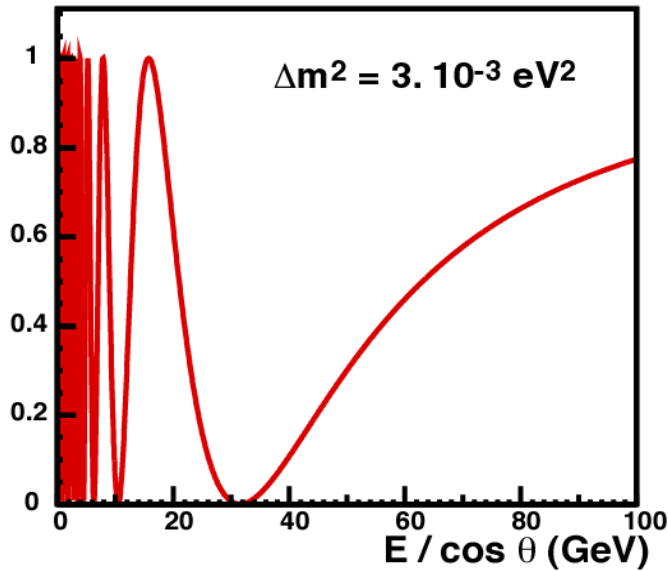
Tunnel section



Canfranc Underground Laboratory



Antares; objetivos científicos



Low Energy

$$10 \text{ GeV} < E_\nu < 100 \text{ GeV}$$

ν oscillations

(Observation of first oscillation minimum)

Medium Energy

$$10 \text{ GeV} < E_\nu < 1 \text{ TeV}$$

Neutralino search

Self-annihilation at center of Earth, Sun, Galaxy



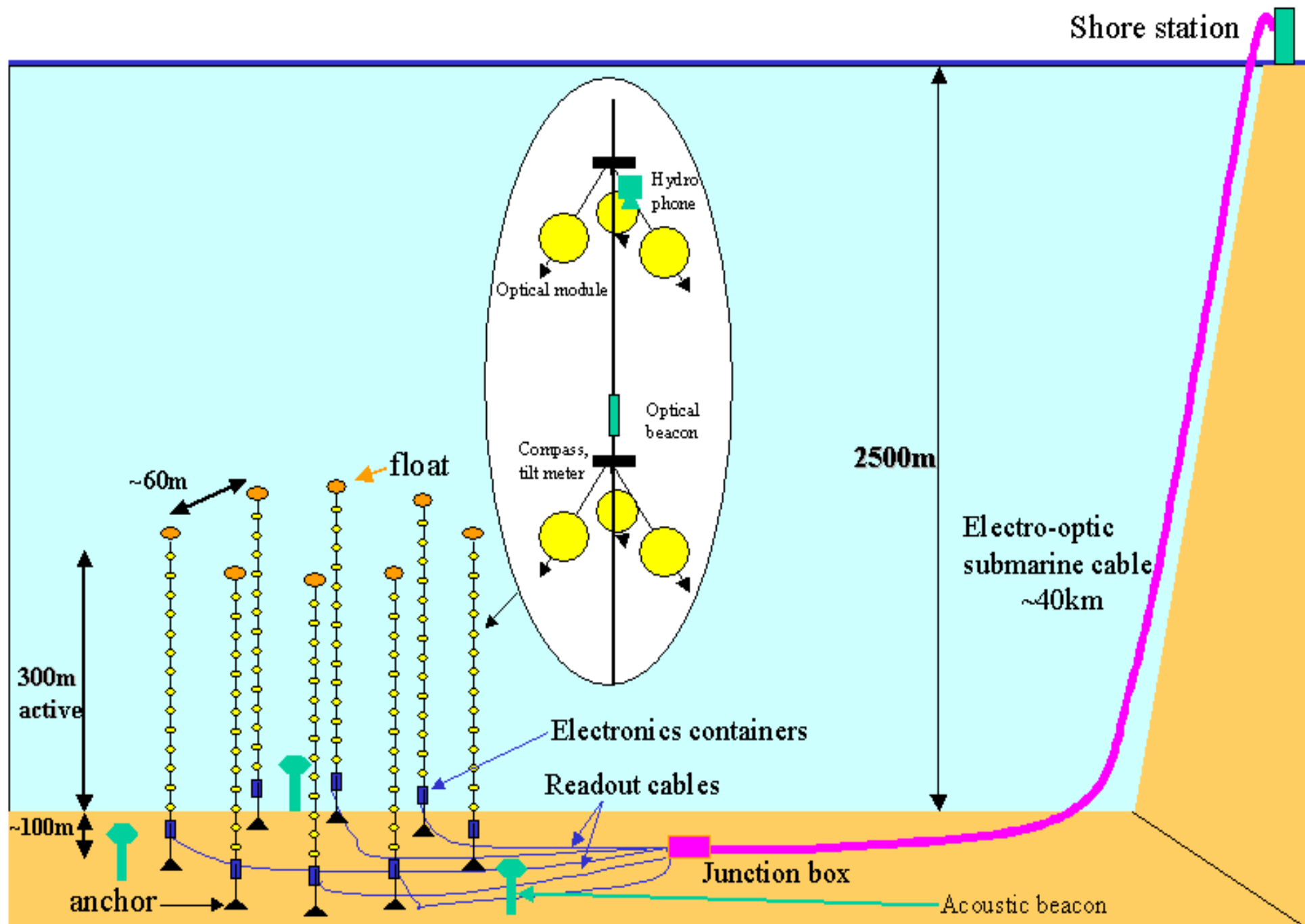
High Energy

$$E_\nu > 1 \text{ TeV}$$

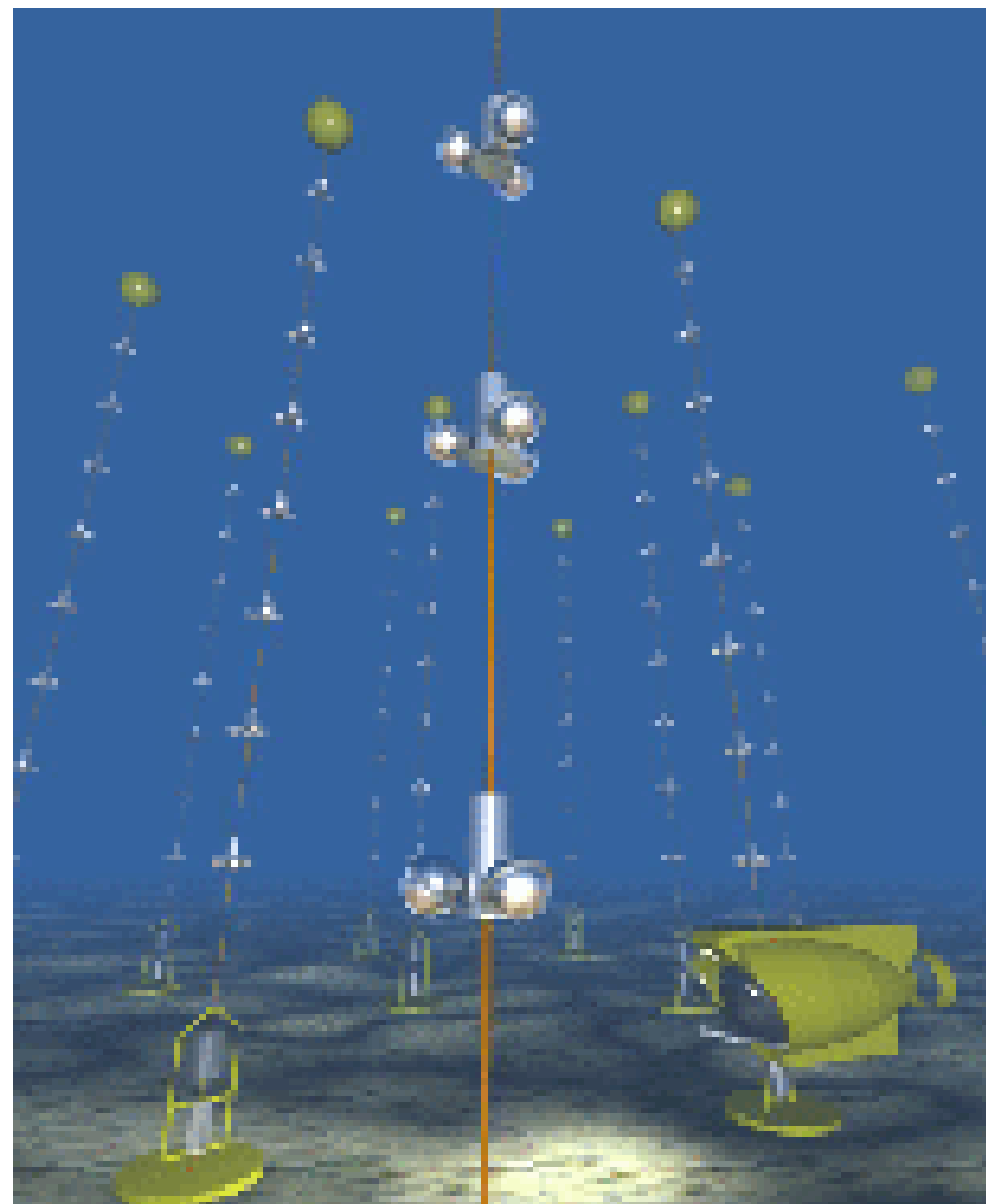
ν from (extra-) galactic sources

SN remnants, AGN, GRB, ...

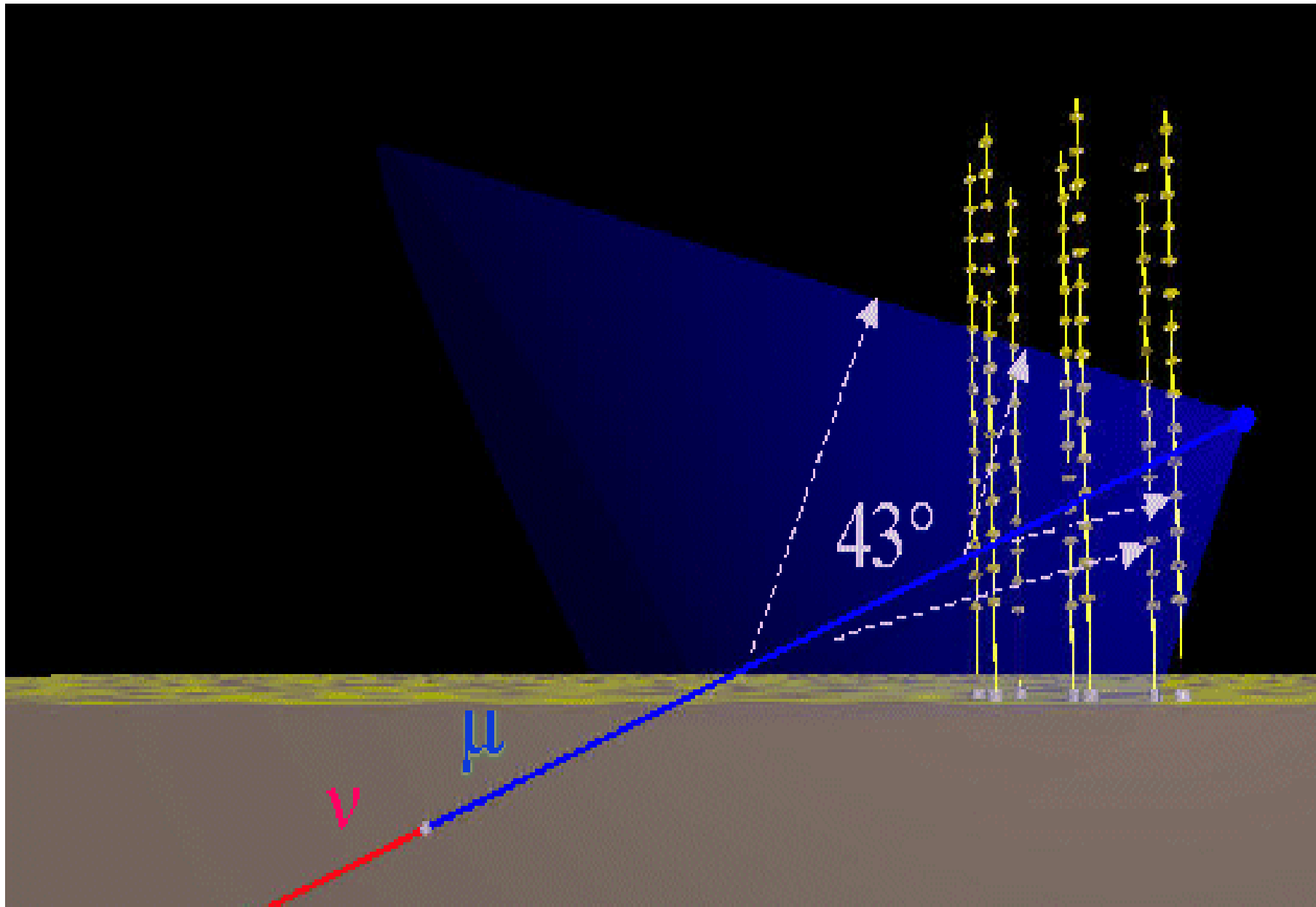
ANTARES 0.1km² Detector



ANTARES



ANTARES (Detección de μ)



ANTARES



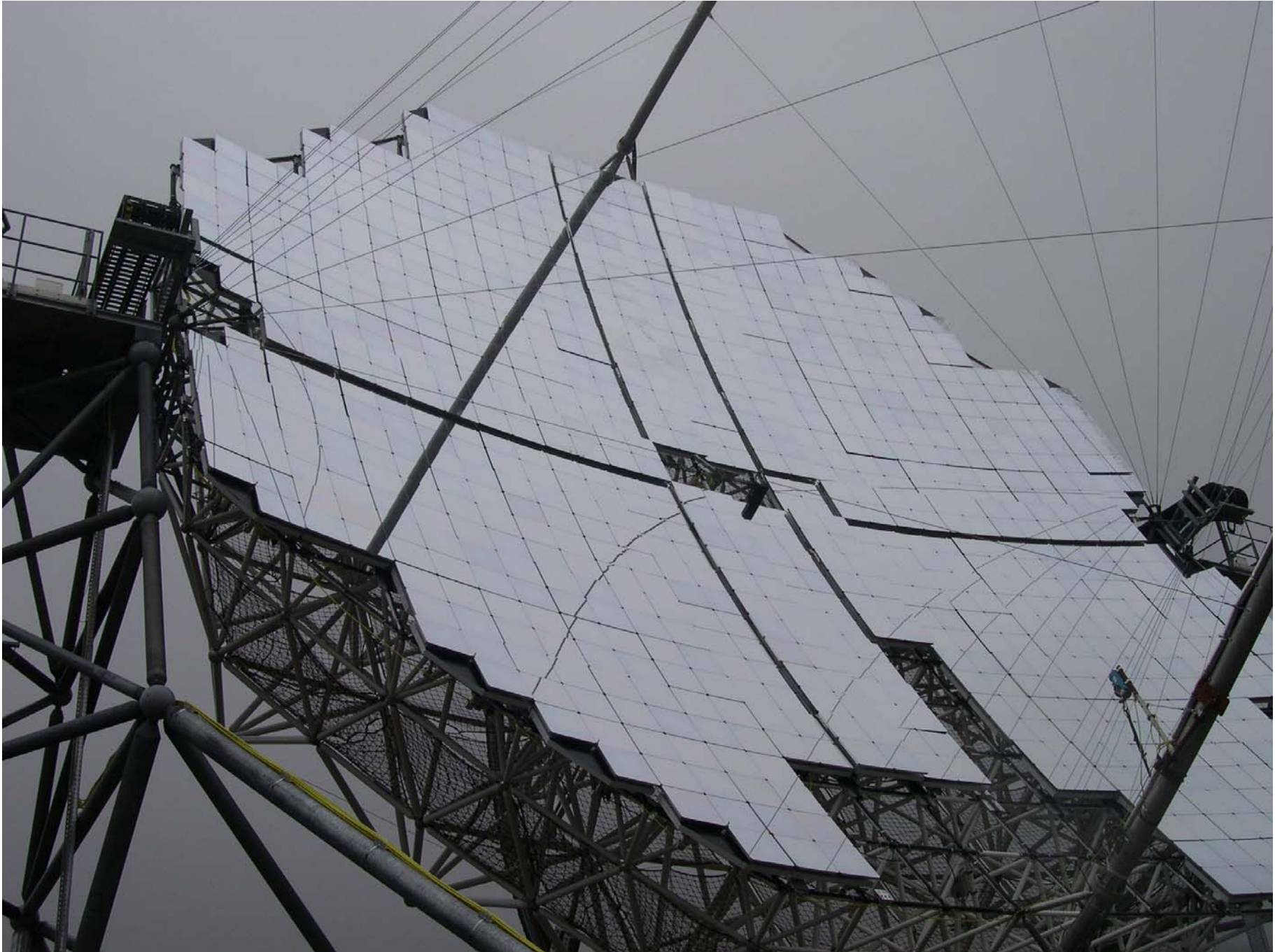
HEGRA & MAGIC (El Roque de los Muchachos)



El Roque de los Muchachos (MAGIC)



Magic, the inauguration day



El Proyecto AUGER

Propósito: Detectar y descubrir el origen de los rayos cósmicos con $E > 10^{19}$ eV

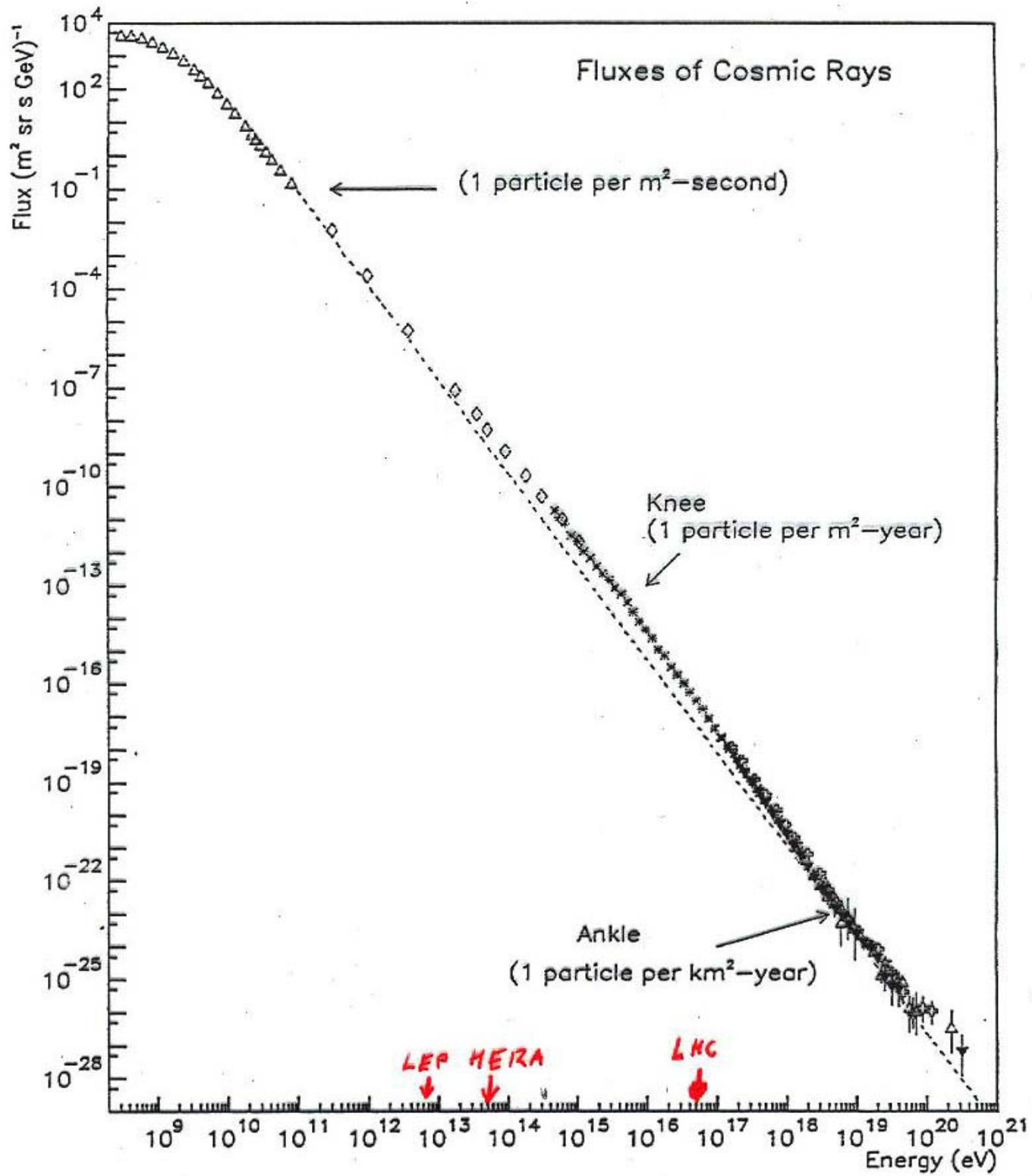
2 despliegues (uno por hemisferio; coste 50 M\$)

En cada hemisferio:

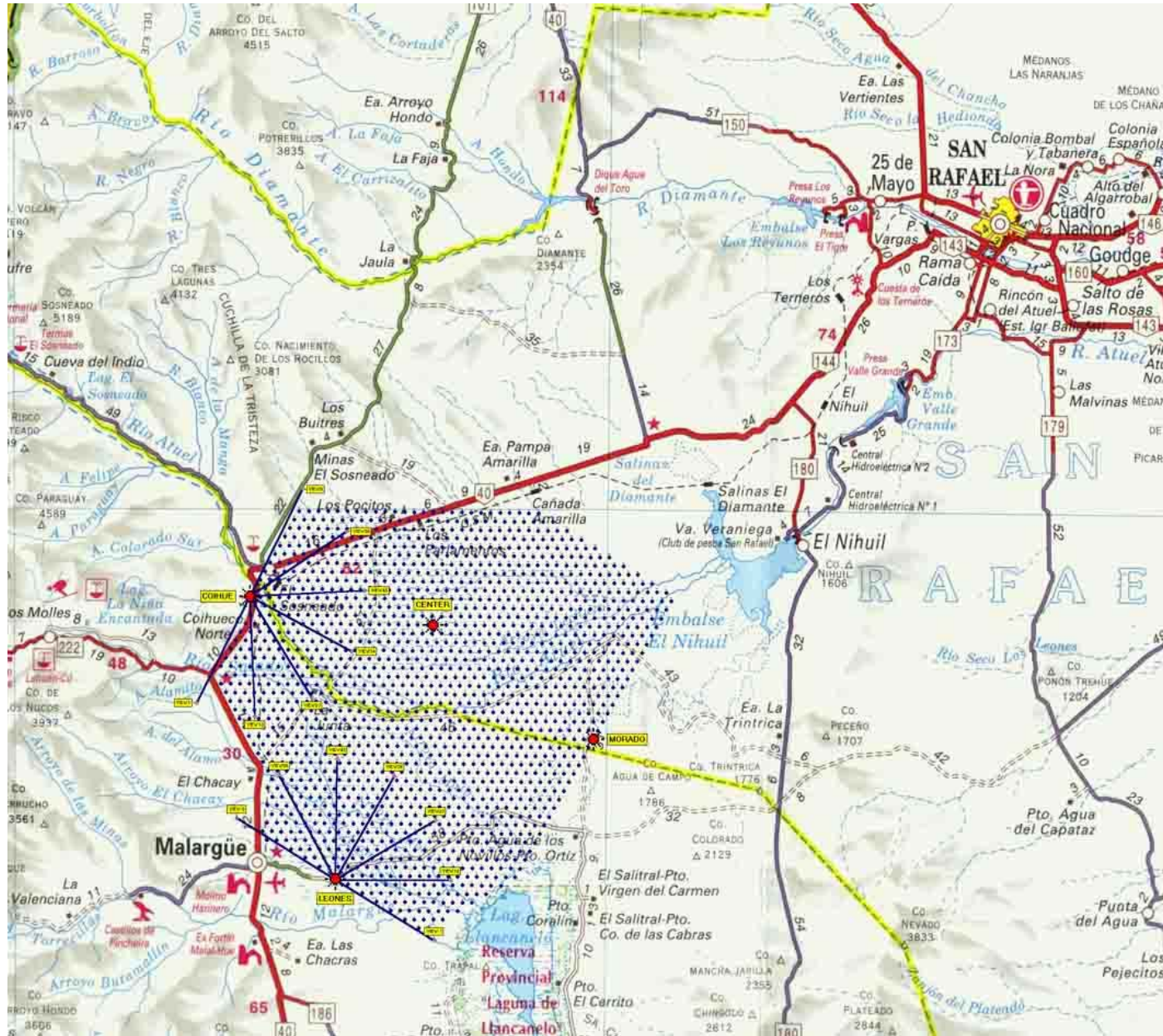
1600 detectores (de superficie) y 30 telescopios de fluorescencia desplegados en 3000 km^2

Sur: Provincia de Mendoza, Argentina

Norte:



Observatorio Auger en el Hemisferio Sur



El Proyecto AUGER

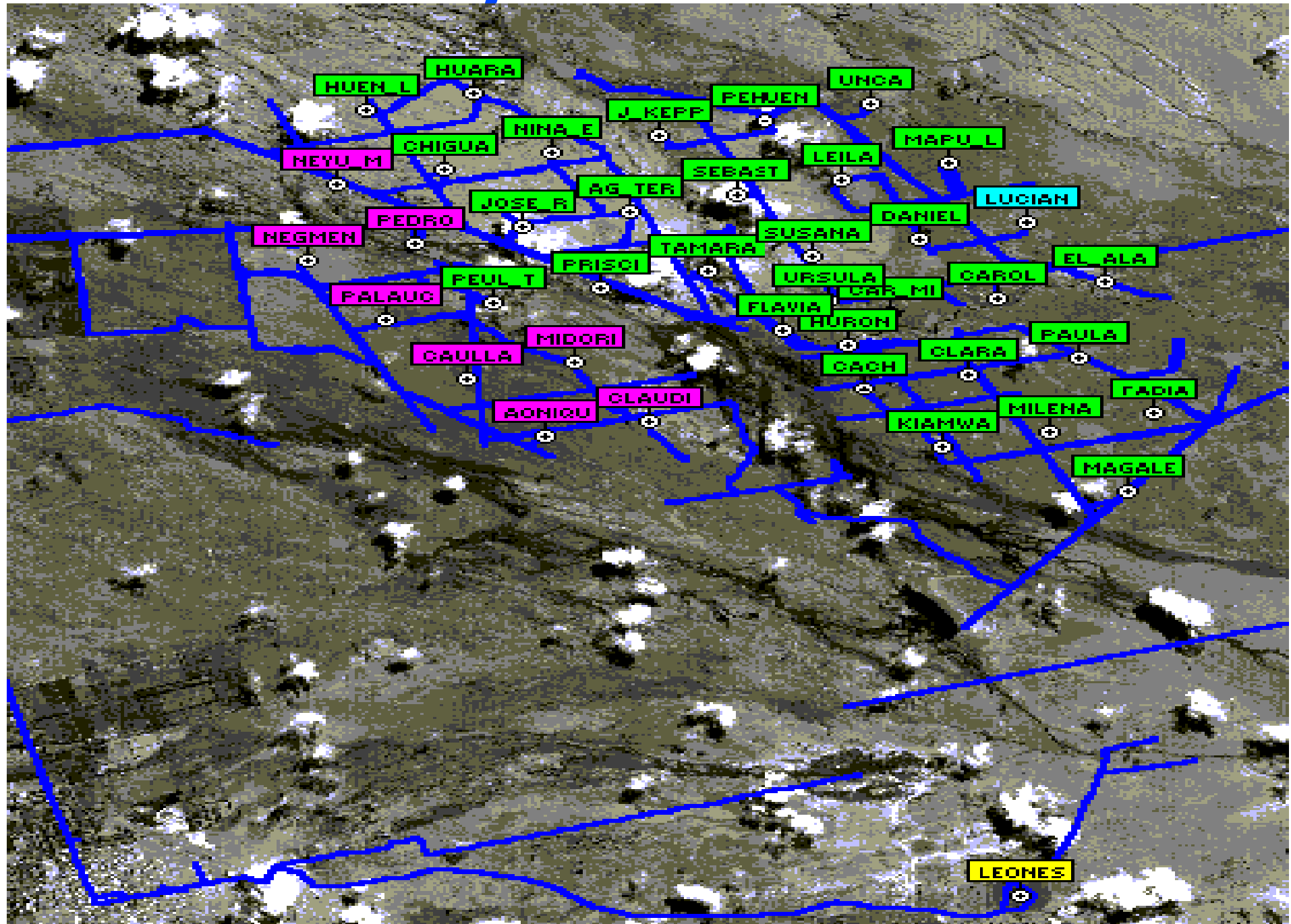


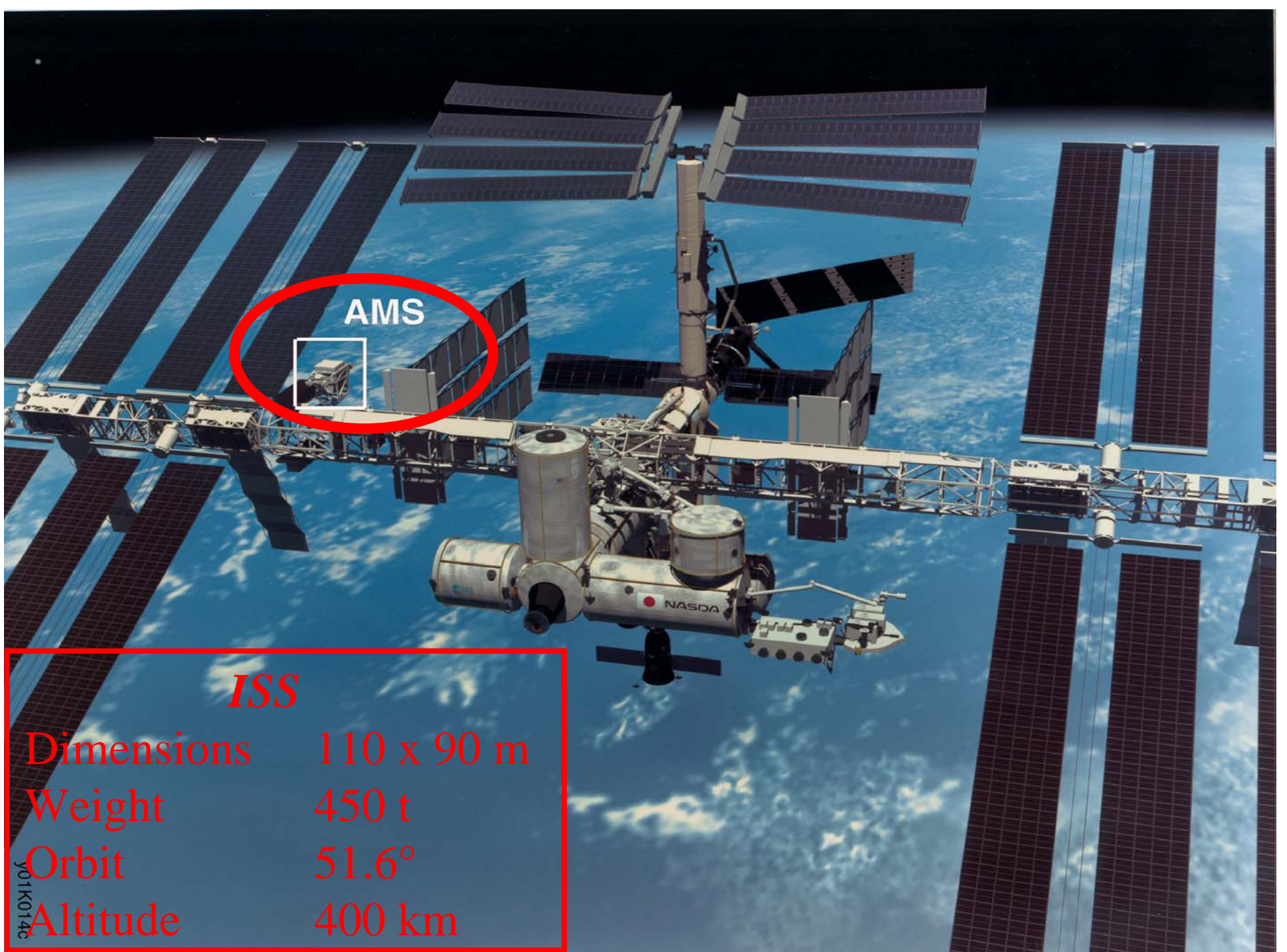
Contribución
española:

Paneles solares
(1000) de los
detectores de
superficie
(Cerenkov)

Simulación de
cascadas

El Proyecto AUGER





AMS

ISS

Dimensions 110 x 90 m

Weight 450 t

Orbit 51.6°

Altitude 400 km

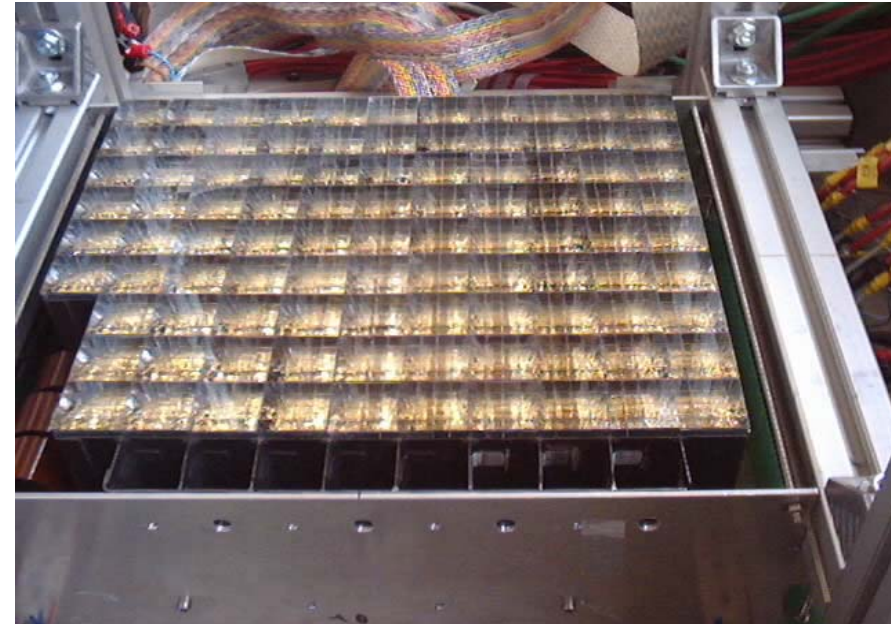
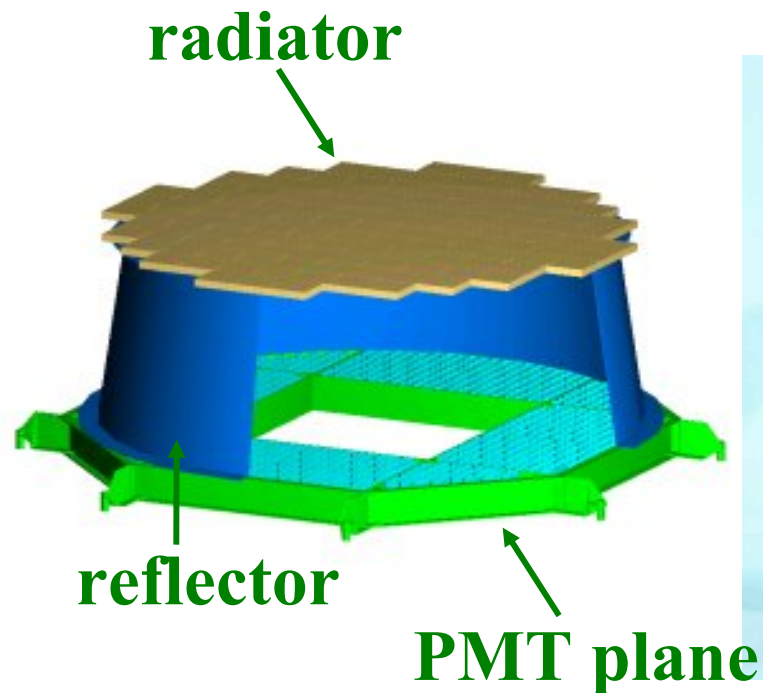
yo1k014c

AMS-02 Ring Imaging Cerenkov Counter

3 cm silica aerogel ($n=1.05$) radiator

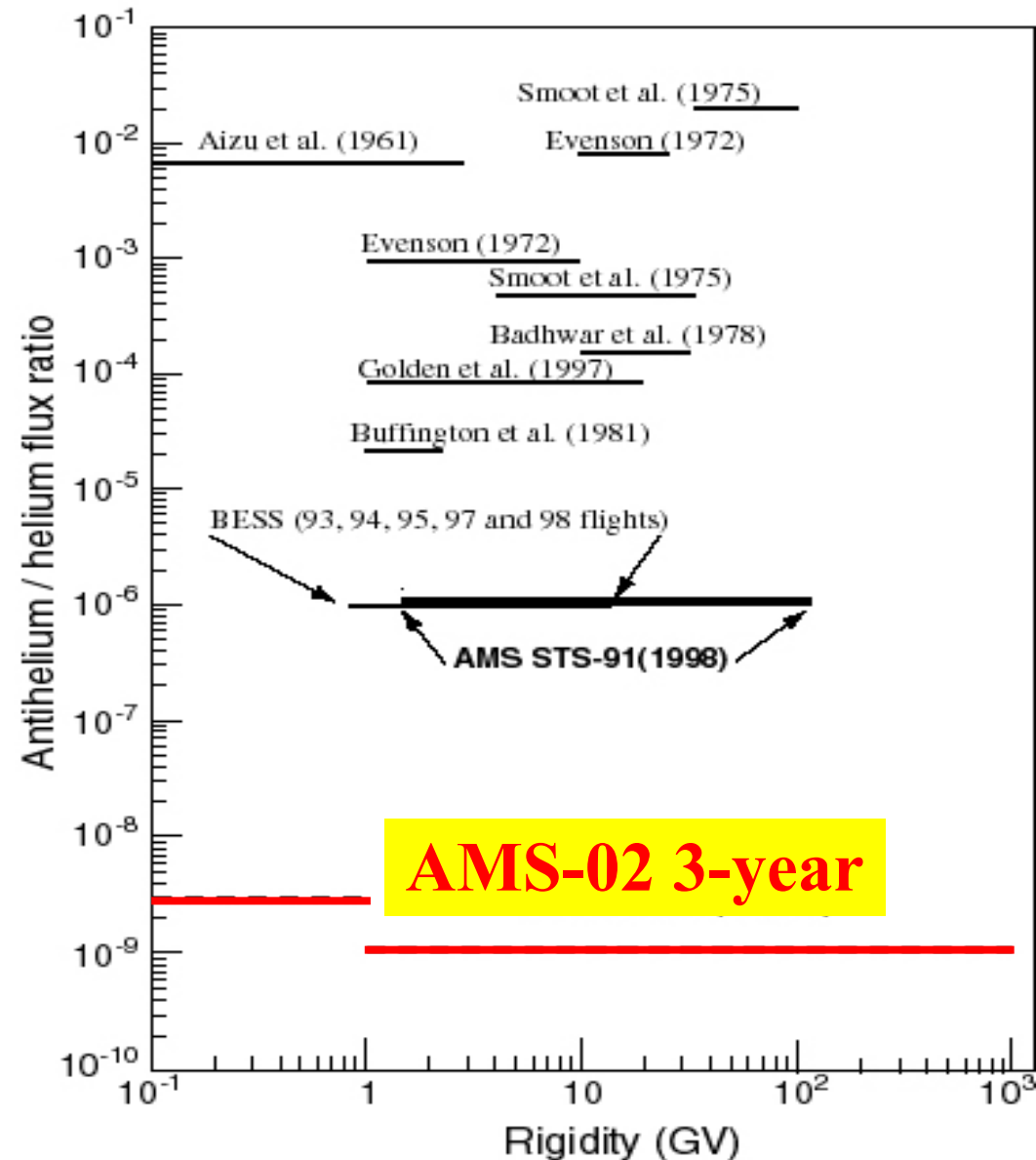
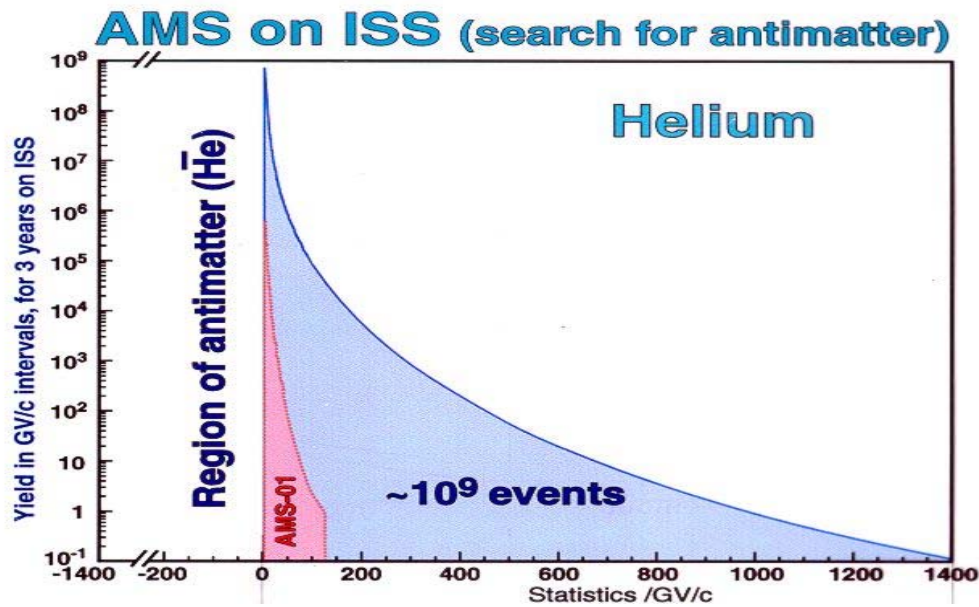
680 multianode (4x4) PMTs

$\sigma(\beta)/\beta = 0.1\%$ @ $\beta = 1$ (protons)

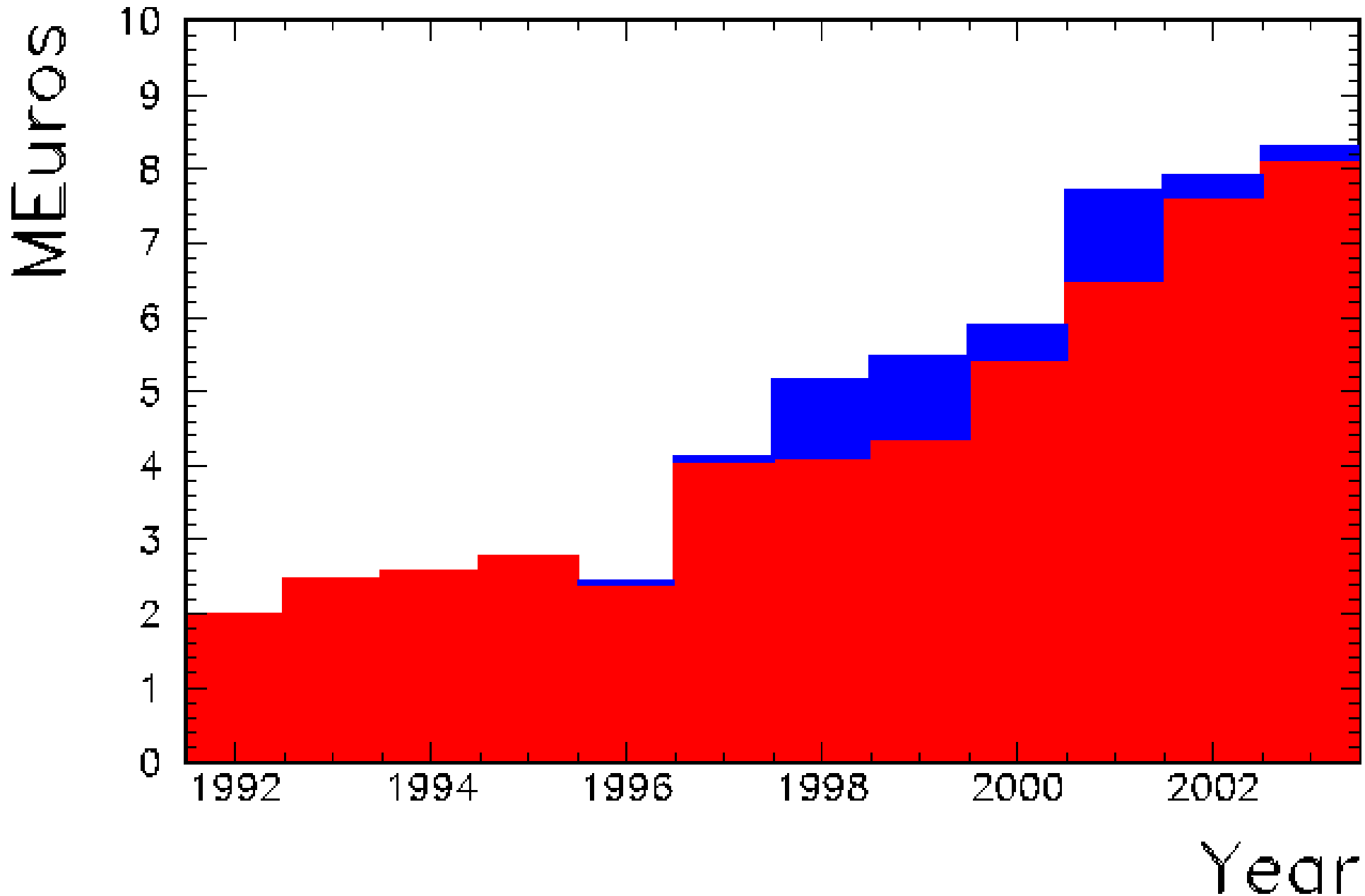


AMS-02 Antimatter Sensitivity

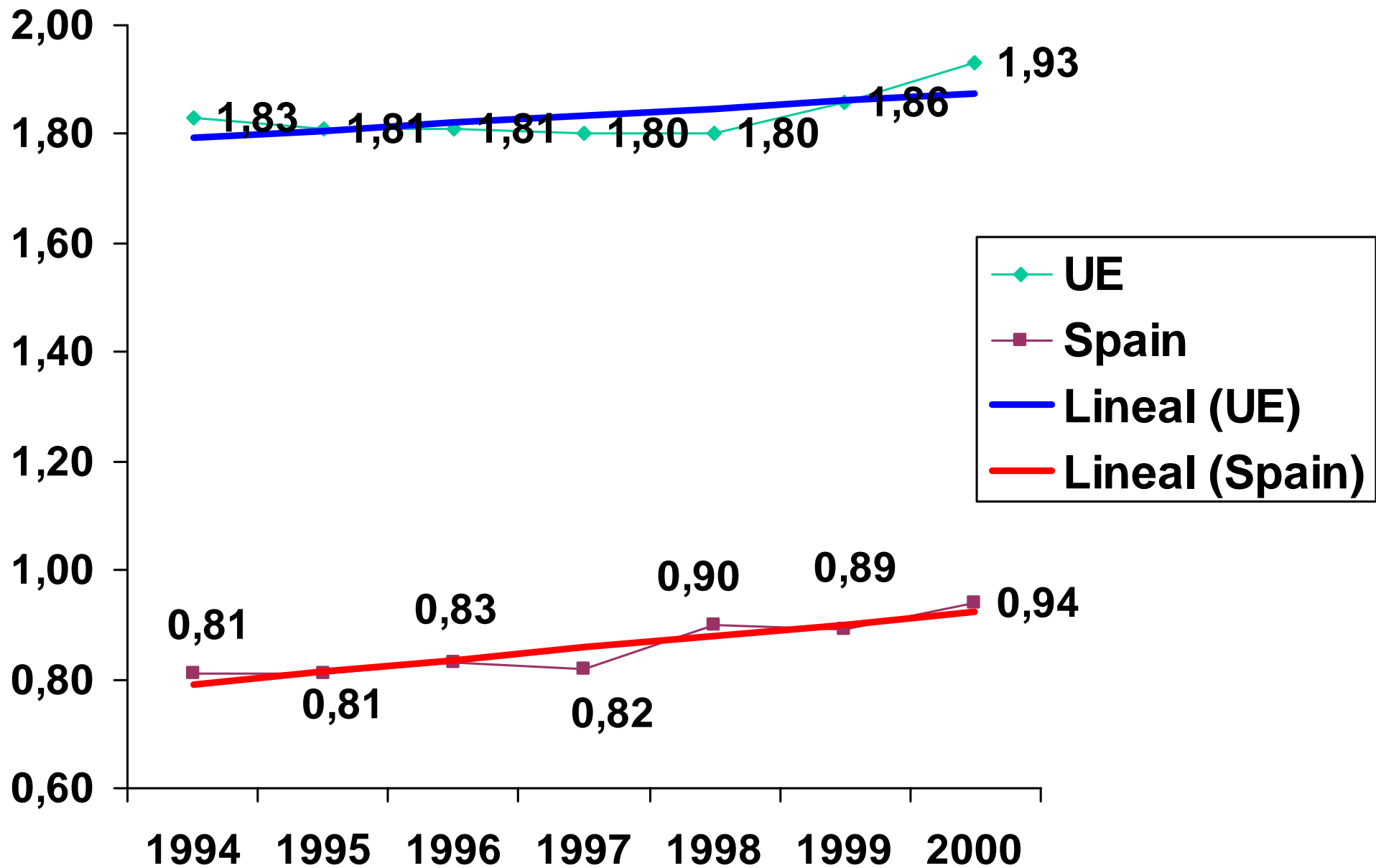
In 3 years AMS
will collect 10^9 He
with $E \lesssim 1$ TeV



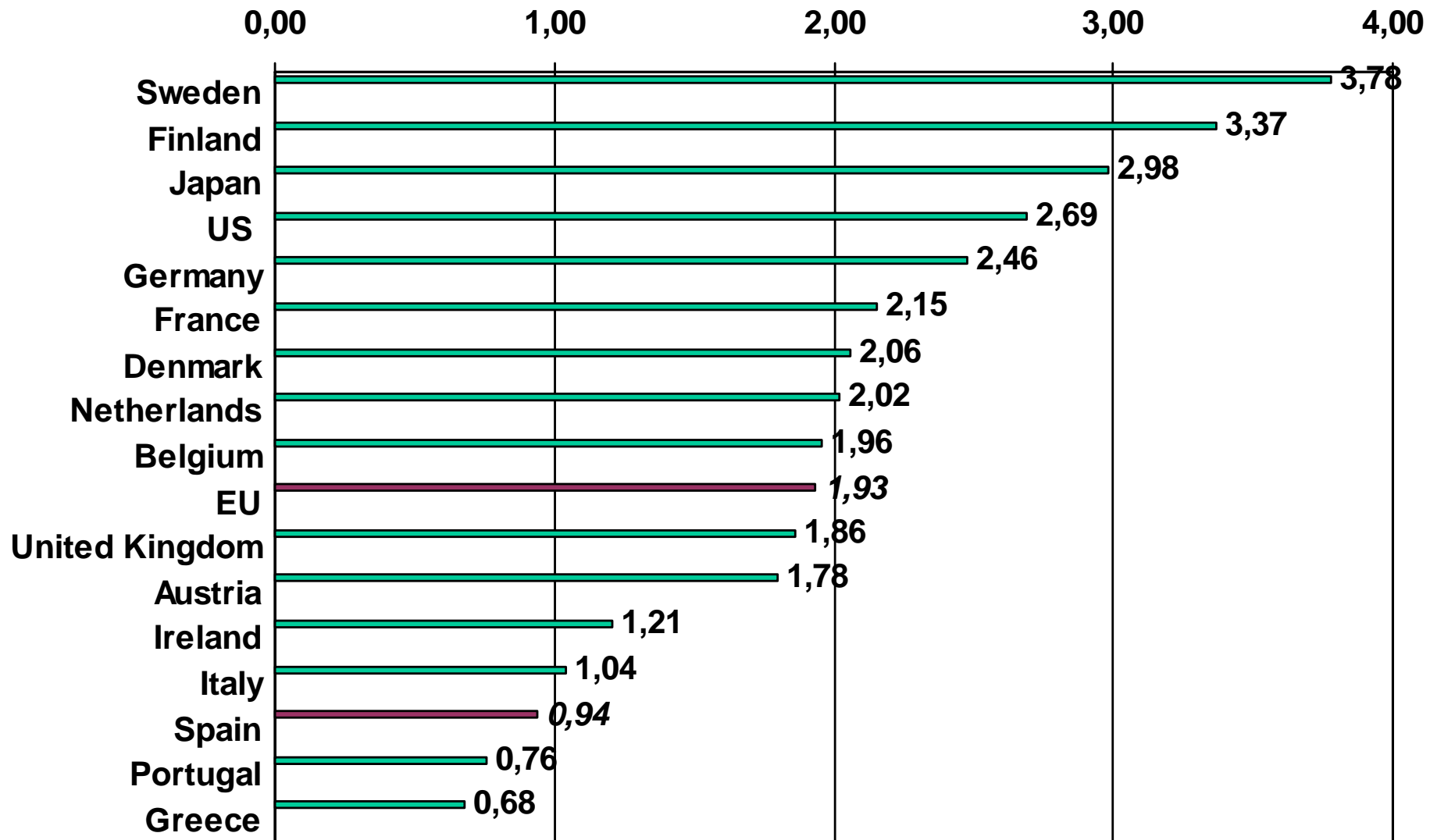
Financiación en los 12 últimos años



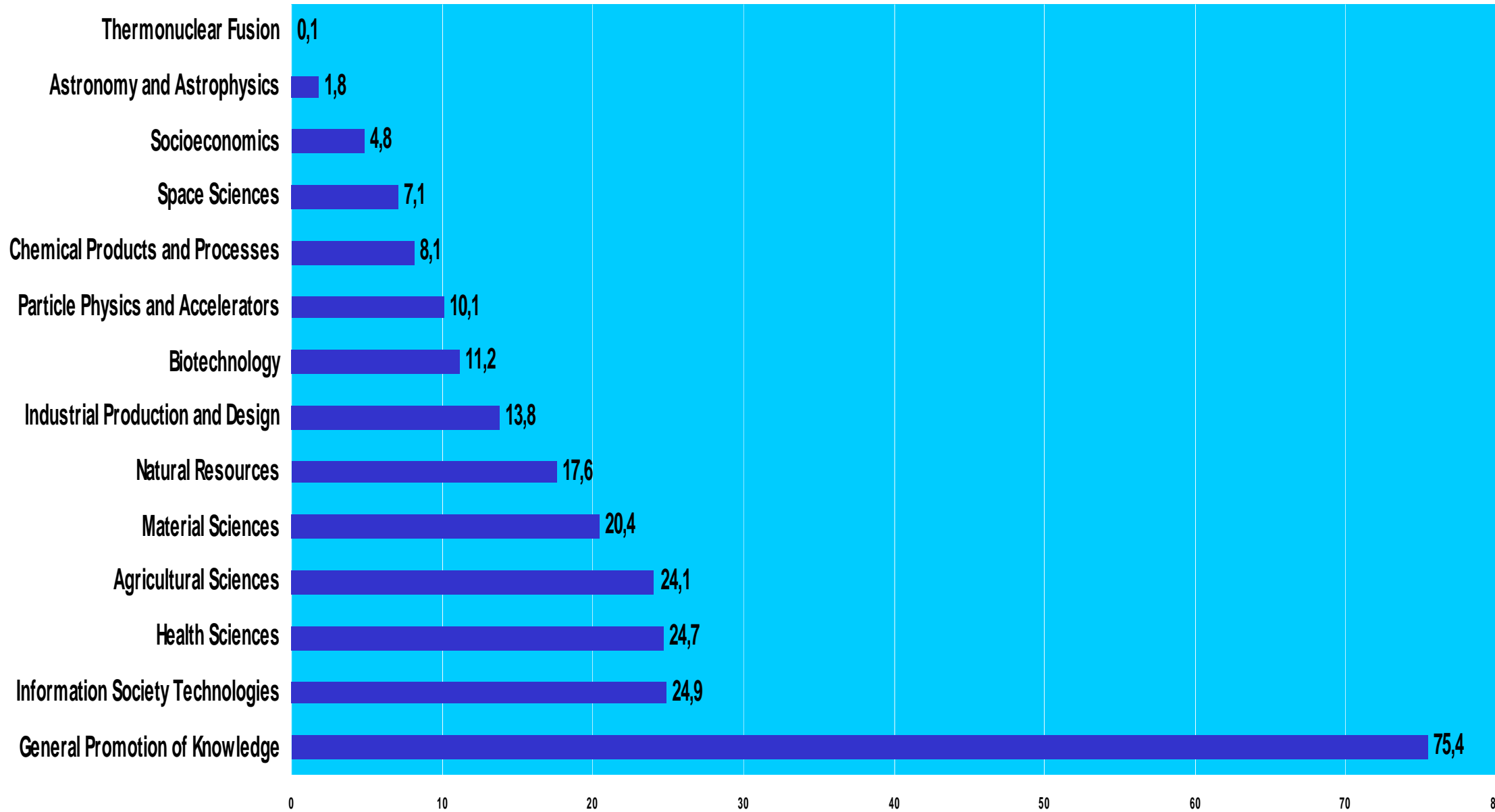
Gasto de I+D respecto al PIB



Gasto I+D respecto PIB (2002)



Fondos de I+D por Programa Nacional (2002)



España y el CERN

Spain's CERN budget	7.0%	Staff:	85	(3.3%)	
Excellent Fellows candidates:			29	(13.4%);	low EP high TH
Paid Associates			22	(7.5%)	
Students			25	(15.8%)	

Unpaid Associates			181	(3%)	

Reasonable industrial return (since 1998, about 80%).

Special contributions:

CNGS	4	MCHF
LHCG	0.7	MCHF

+5 men-year during phase 1

Futuro (Perspectivas)

(Mejorar los retornos científicos & tecnológicos)

1. Integrar PhD's en extranjero a través del Programa "Ramón y Cajal"
Reforzar la participación en el LHC (Técnicos)
CREAR el INFP para mejorar la coordinación
2. *Computing* para LHC (Data GRID).
3. Participar en I+D de tecnologías de aceleradores
Neutrino beam al Gran Sasso
TESLA Linear Collider + XFEL