

El Centro de Láseres Pulsados Ultracortos Ultraintensos

Luis Roso

Director del CLPU

MAP OF
UNIQUE
SCIENTIFIC
AND TECHNICAL
INFRASTRUCTURES
(ICTS)



II Extreme Meeting

FUSION-a2
hacia el futuro





El Centro de Láseres Pulsados Ultracortos Ultraintensos CLPU



**El CLPU es una
instalación de usuarios**

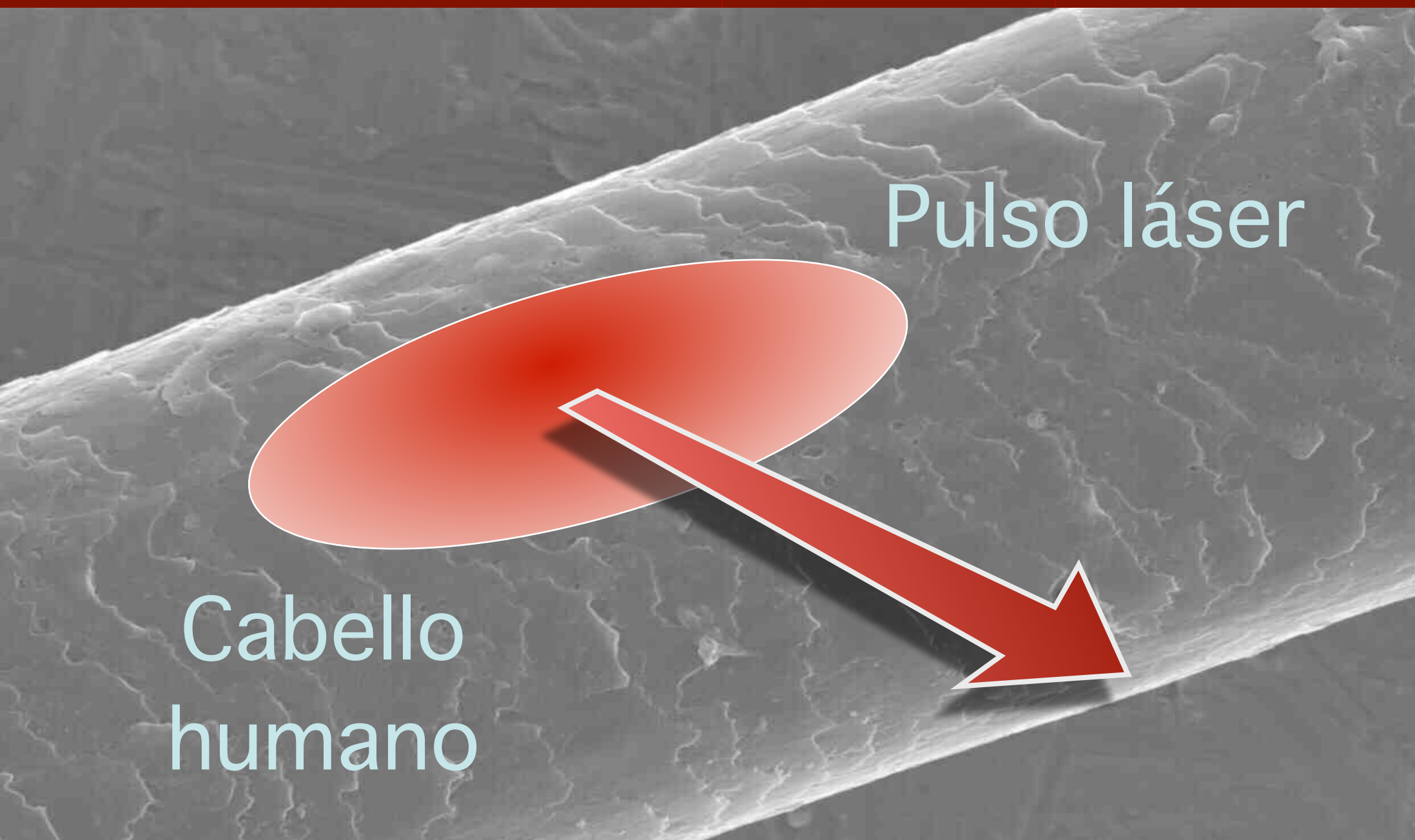
MAP OF
**UNIQUE
SCIENTIFIC
AND TECHNICAL
INFRASTRUCTURES
(ICTS)**

**Mecanismo de acceso competitivo
Comité de acceso internacional
Tres convocatorias adjudicadas
Sobre-demanda de casi 3 a 1**

Consorcio público

- 50%** Ministerio de Ciencia e Innovación
- 45%** Junta de Castilla y León
- 5%** Universidad de Salamanca

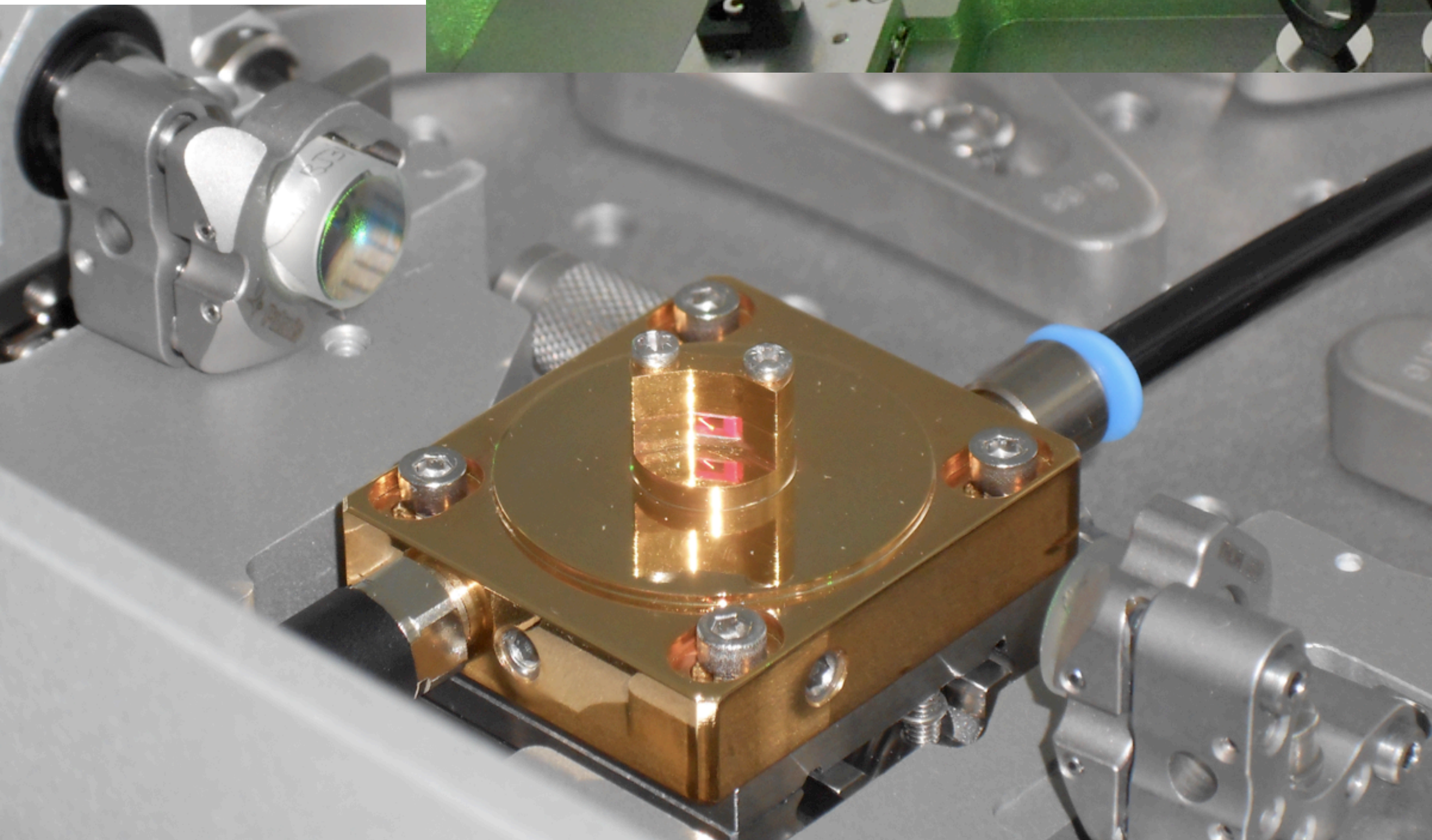
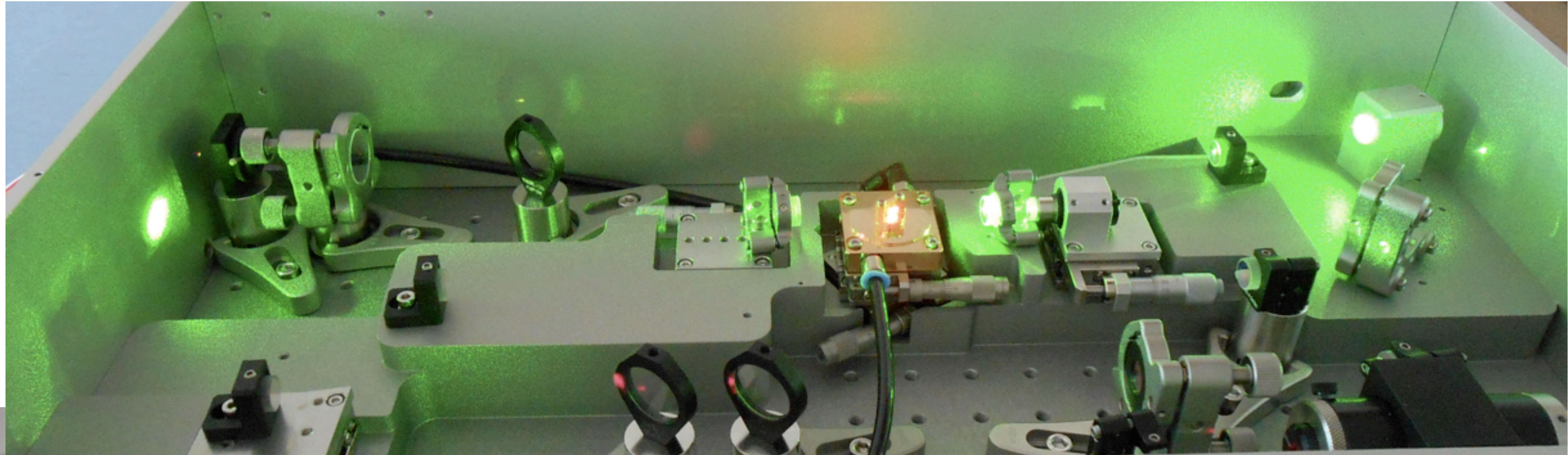
| tiempo | | | velocidad luz |
|--------------|---------|----------------------|---------------|
| segundo | s | 1s | 300 000 km |
| milisegundo | ms | 0.001 s | 300 km |
| microsegundo | μ s | 0.000001 s | 300 m |
| nanosegundo | ns | 0.000000001 s | 0.3 m |
| picosegundo | ps | 0.000000000001 s | 0.3 mm |
| femtosegundo | fs | 0.0000000000000001 s | 0.3 micras |



Escalas de tiempo

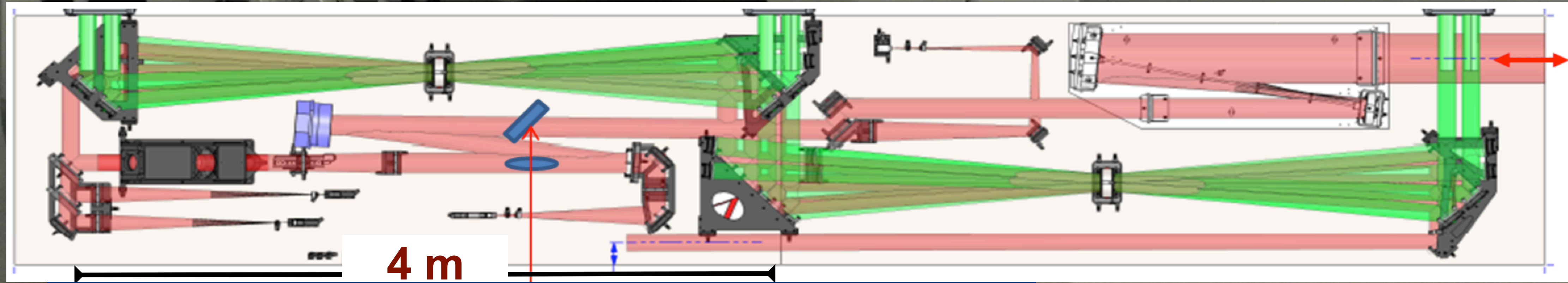
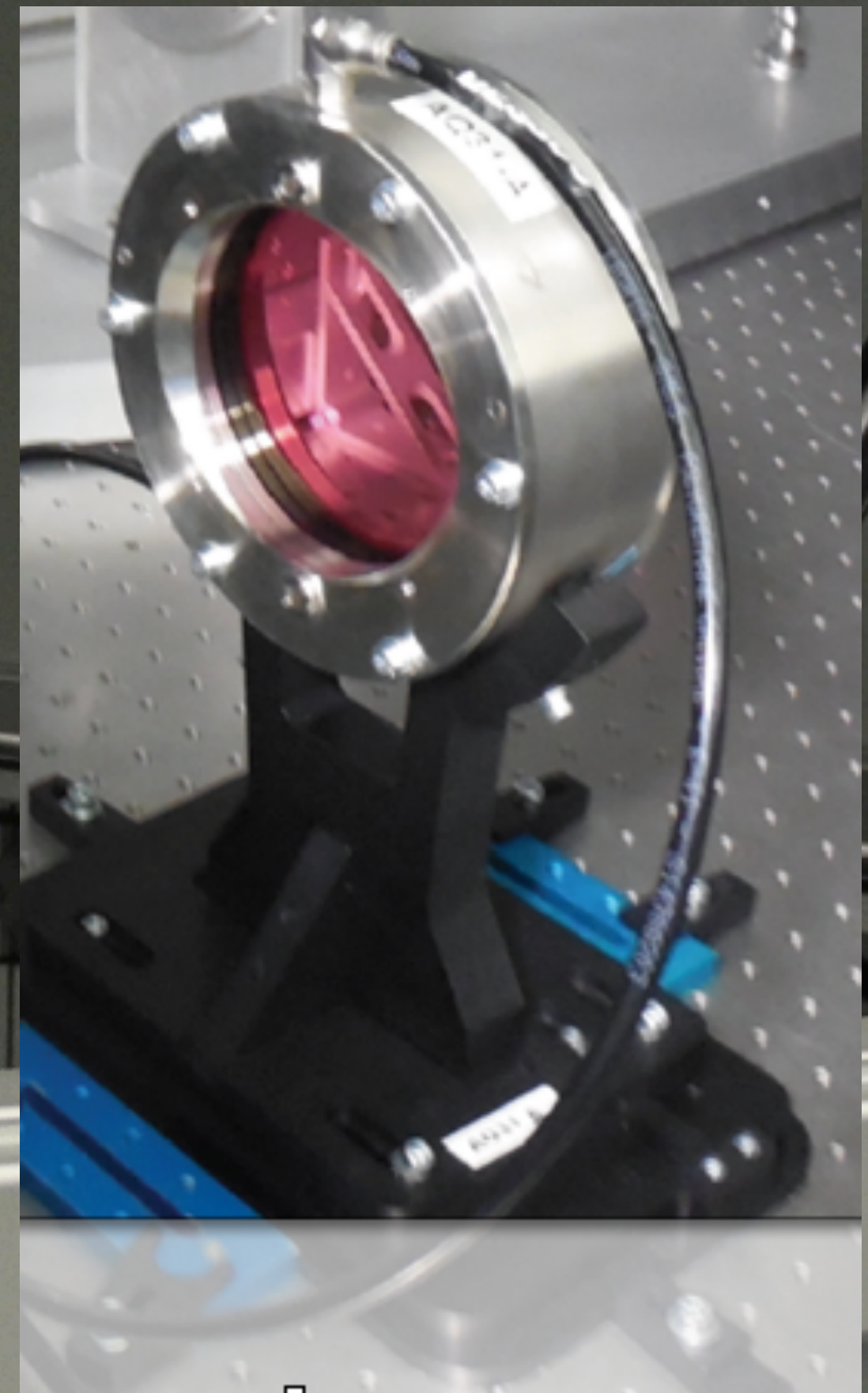
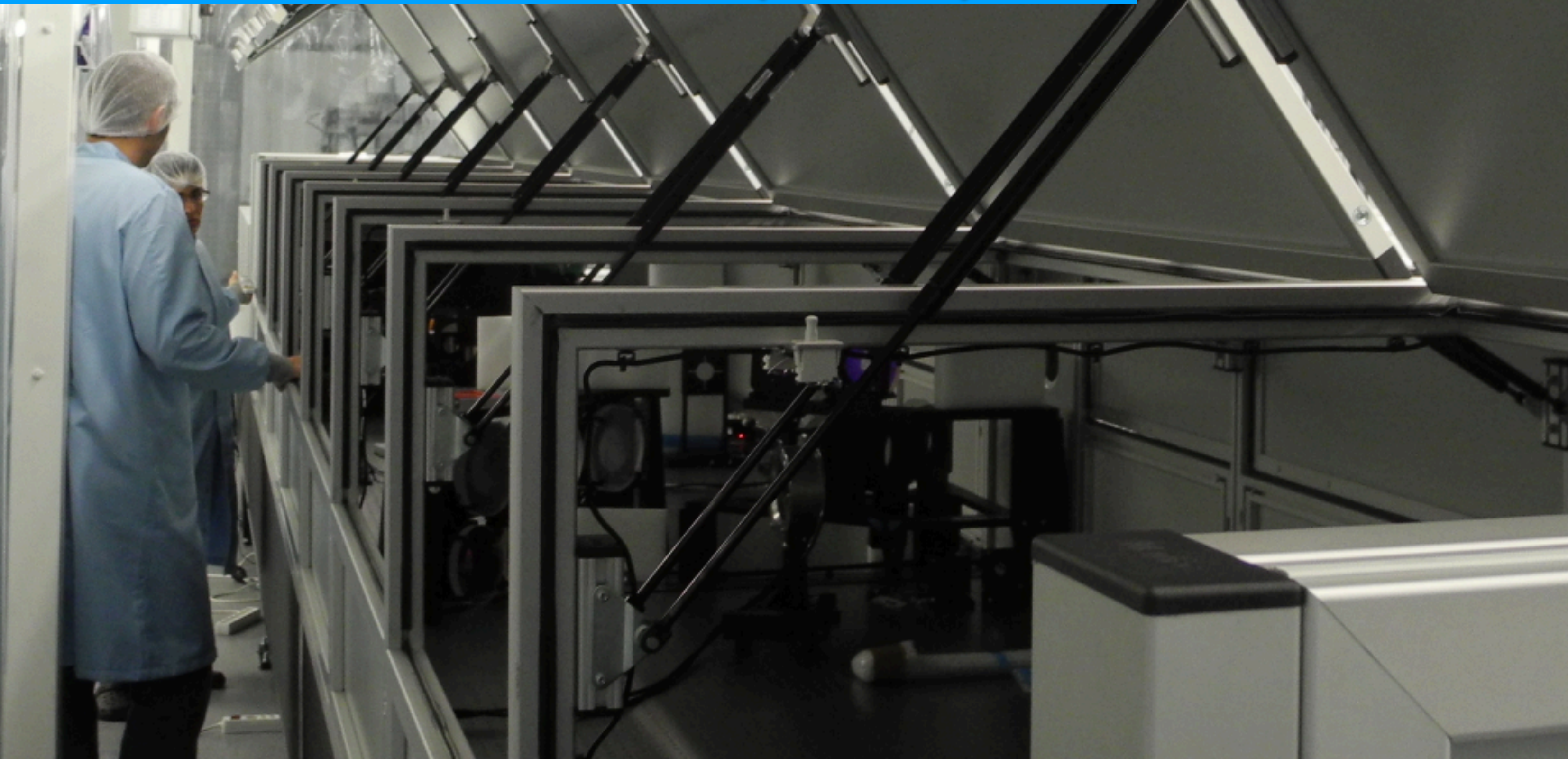
$$30 \text{ fs} = 10 \text{ micras}$$

Laser de femtosegundos



10 fs duracion pulso
800 nm long onda central

Equipamiento Singular: Láser de Petavatio (VEGA)

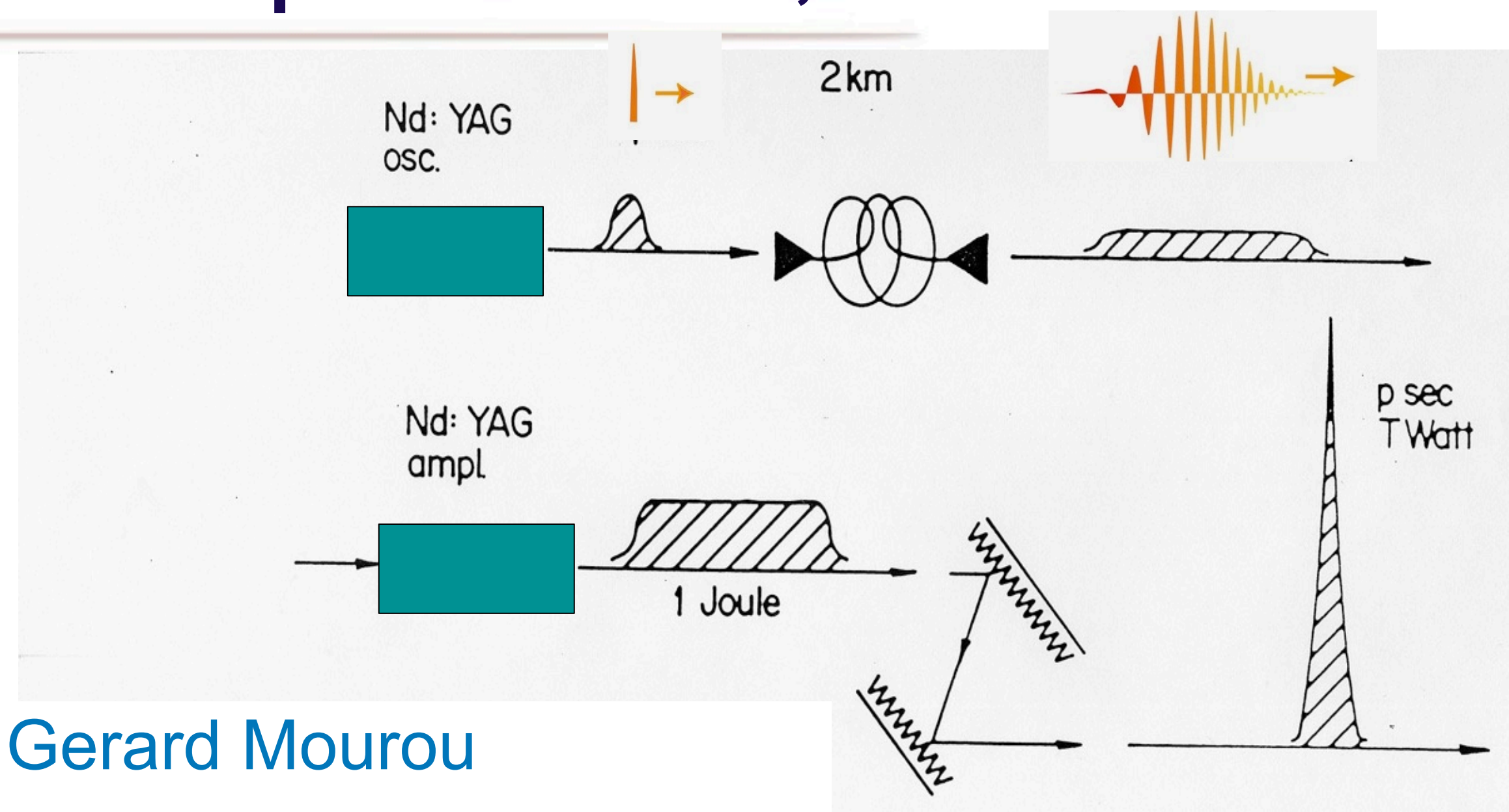




Chirped Pulse Amplification, CPA

Tres etapas

- 1.- estirar
- 2.- amplificar
- 3.- comprimir

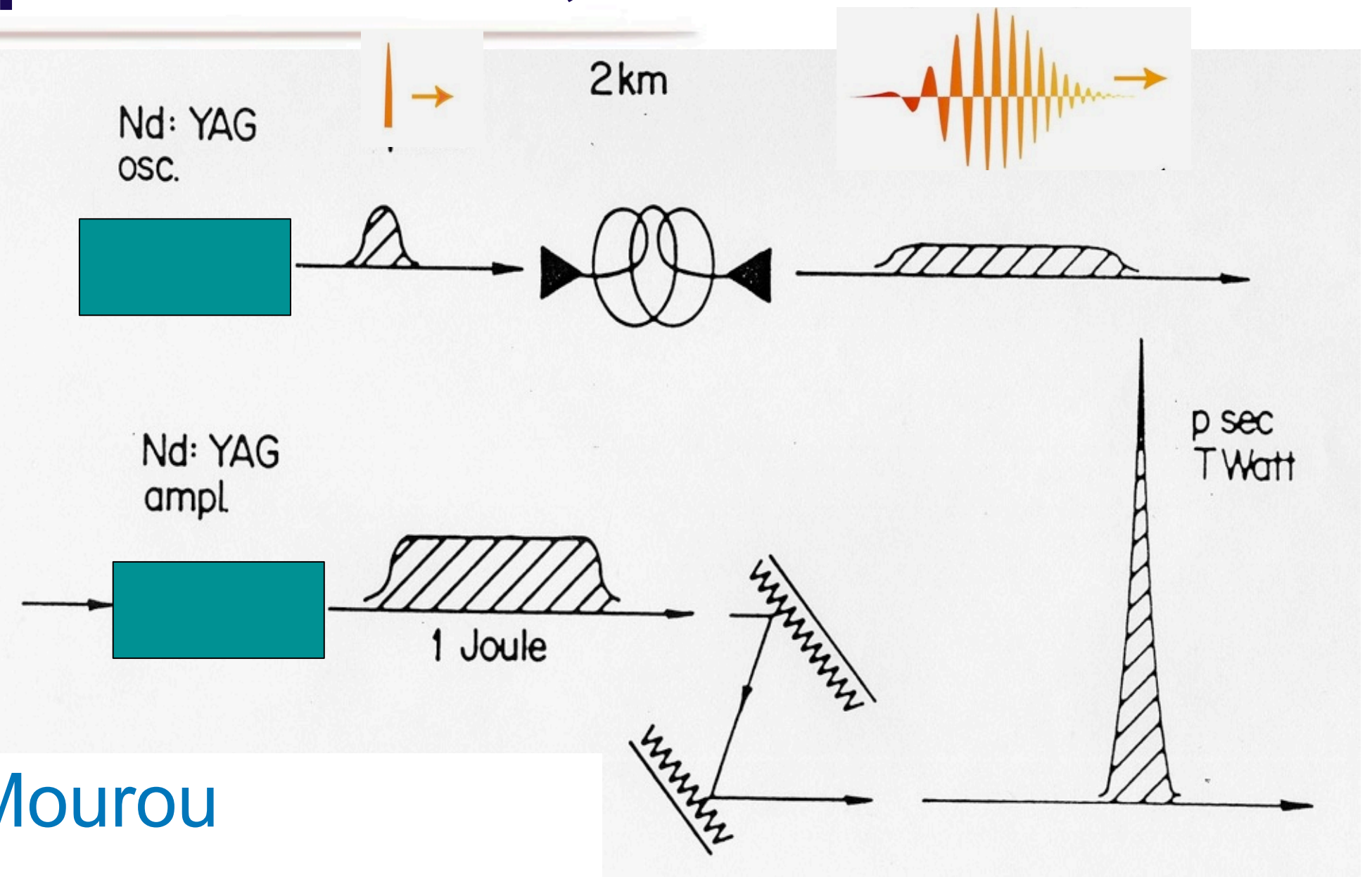


Inventada por Donna Strickland y Gerard Mourou
en Rochester NY, 1985



Premio Nobel de
Física 2018

Chirped Pulse Amplification, CPA



Inventada por Donna Strickland y Gerard Mourou en Rochester NY, 1985



Premio Nobel de Física 2018



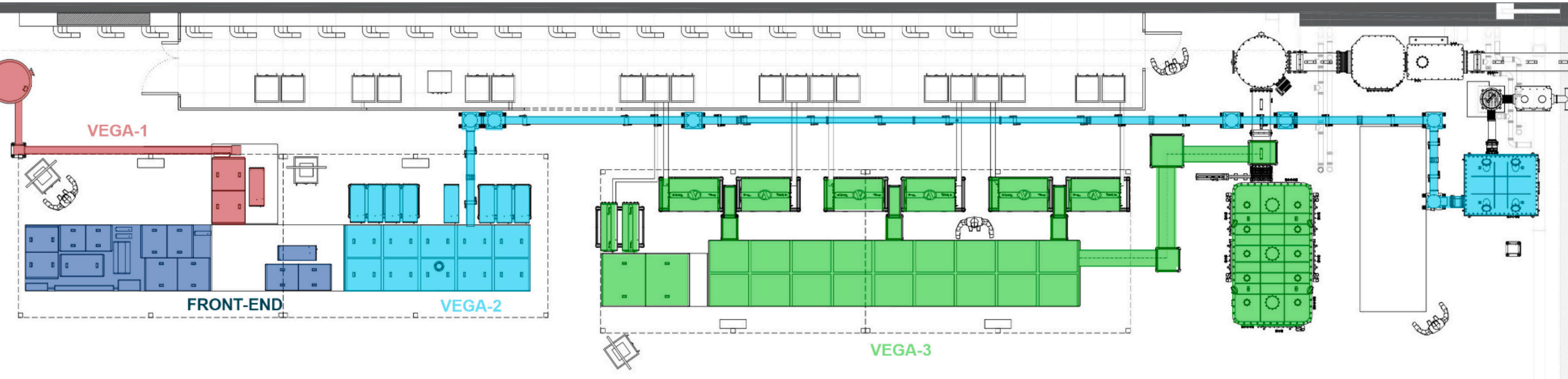


VEGA laser system

Ti:sapphire 800 nm



30 m



| VEGA | Potencia pico | Energía/pulso | Duración | Disparos/seg |
|--------|---------------|---------------|----------|--------------|
| VEGA-1 | 20 TW | 600 mJ | 30 fs | 10 / seg |
| VEGA-2 | 200 TW | 6 J | 30 fs | 10 / seg |
| VEGA-3 | 1 PW | 30 J | 30 fs | 1 /seg |



Laser de Petavatio

En Salamanca tenemos operativo un láser de 1 000 000 000 000 000 000 W (o sea PW) a un disparo/seg

$$PW = \frac{30 \text{ J}}{30 \text{ fs}} = \frac{\text{joule}}{\text{fs}}$$

Laser de Petavatio

En Salamanca tenemos operativo un láser de 1 000 000 000 000 000 000 W (o sea PW) a un disparo/seg

Pero eso no es una factura de PWh!!!

Es un láser pulsado a un disparo por segundo.

$$PW = \frac{30 \text{ J}}{30 \text{ fs}} = \frac{\text{joule}}{\text{fs}}$$



Extreme Light Petawatt in the World

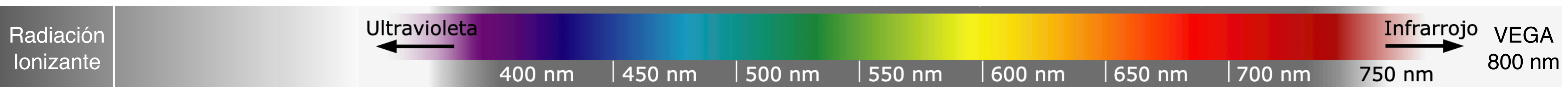




Extreme Light Petawatt in the World



Radiaciones ionizantes y BOE



100 nm

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

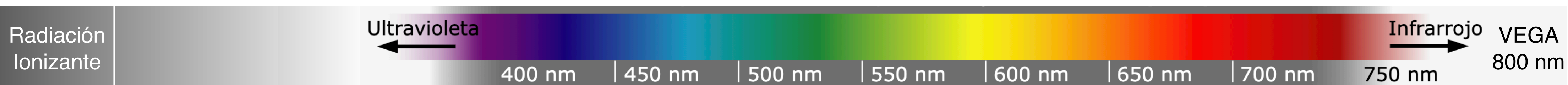
14555 *REAL DECRETO 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.*

Radiación ionizante: transferencia de energía en forma de partículas u ondas electromagnéticas de una longitud de onda igual o inferior a 100 nanómetros o una frecuencia igual o superior a 3×10^{15} hertzios, capaces de producir iones directa o indirectamente.

Radiaciones ionizantes y BOE



El CLPU es la primera IRA láser, pero hay muchas más en camino ...



IRA 3254 Consejo de Seguridad Nuclear

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

14555 *REAL DECRETO 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.*

Radiación ionizante: transferencia de energía en forma de partículas u ondas electromagnéticas de una longitud de onda igual o inferior a 100 nanómetros o una frecuencia igual o superior a 3×10^{15} hertzios, capaces de producir iones directa o indirectamente.

Cuando se llega a intensidades extremas este concepto se ha de revisar



Qué hacemos con este láser?

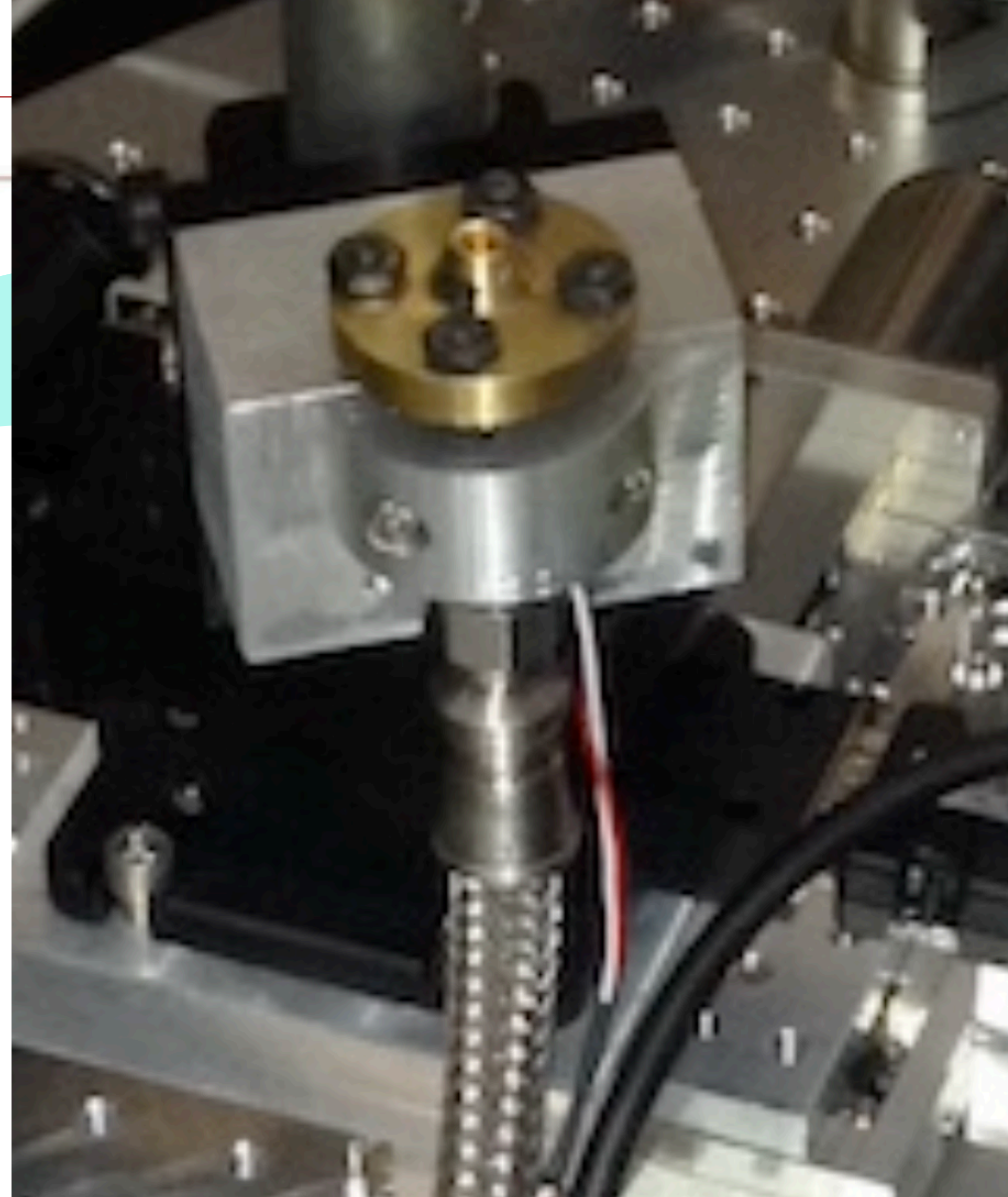
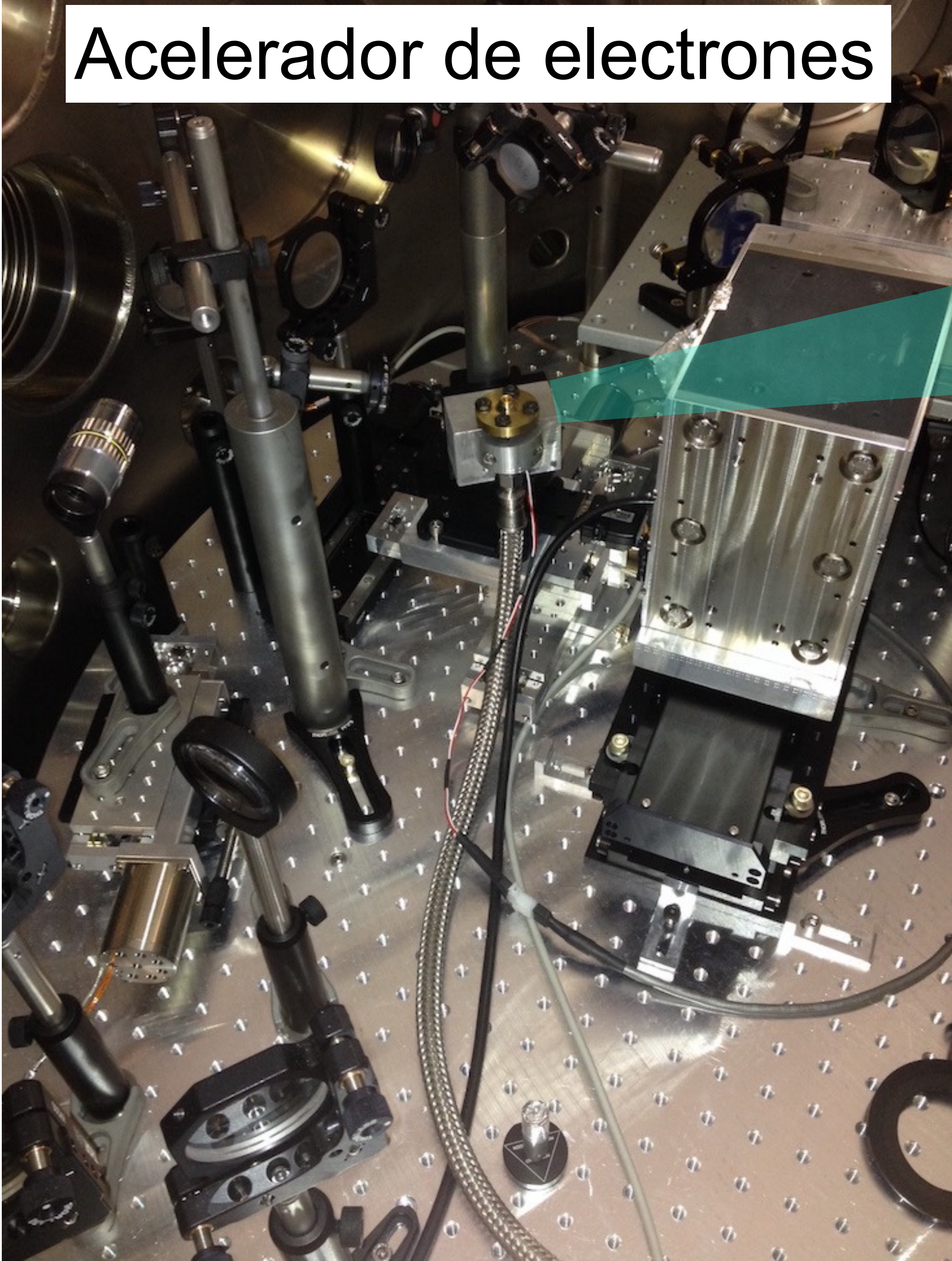


rosos@cipu.es

Check the vacuum before starting
Disconnect the cables from the feedthrough before to remove the door

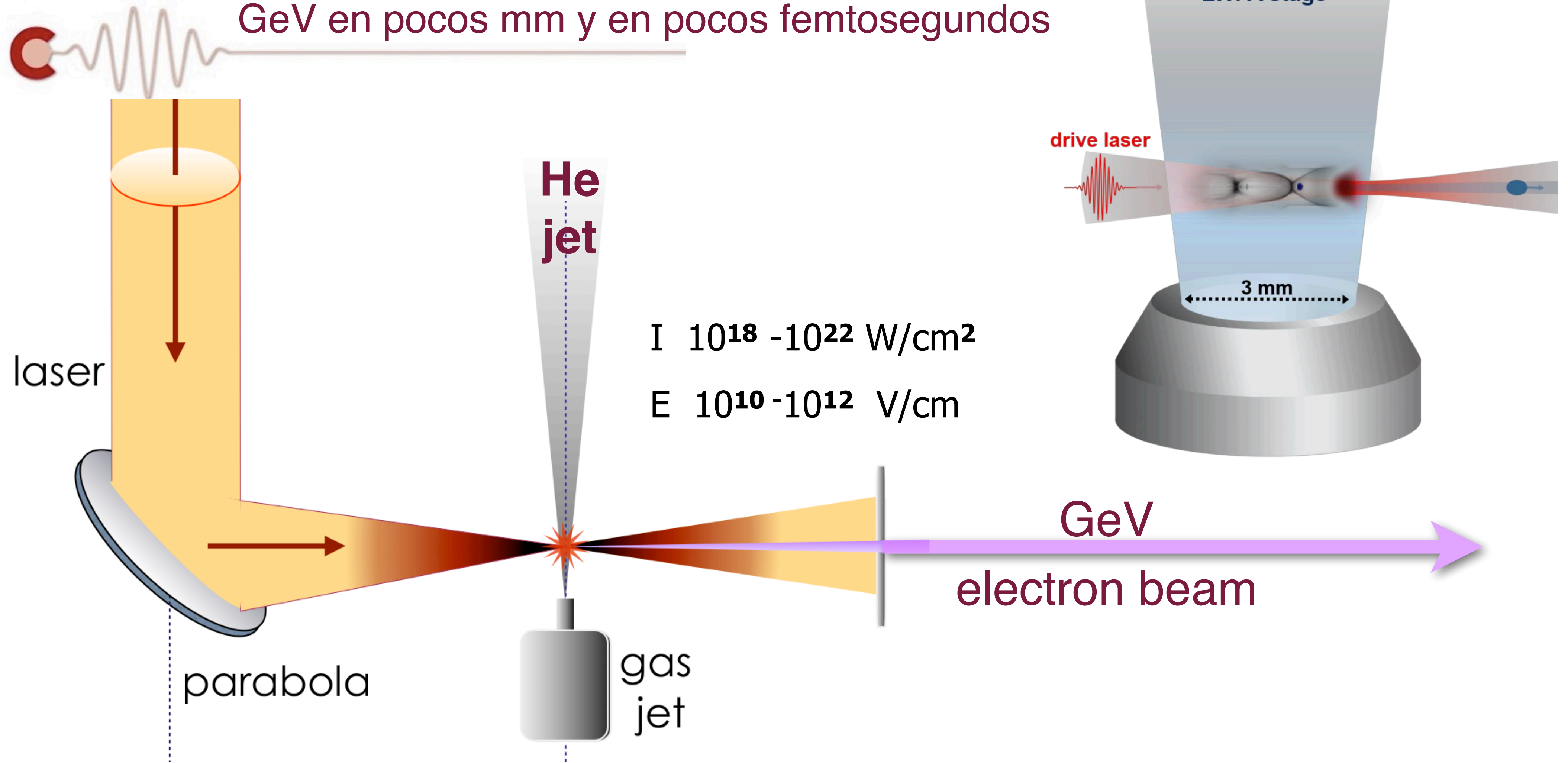
BIS
RENT

Acelerador de electrones



Electrones atómicos ionizados y acelerados a GeV en pocos mm y en pocos femtosegundos

Thomas Heinemann
Univ Strathclyde



Con láser también se pueden acelerar protones (TNSA) y generar de forma secundaria haces de neutrones o de gammas

Aceleradores láser para la sociedad

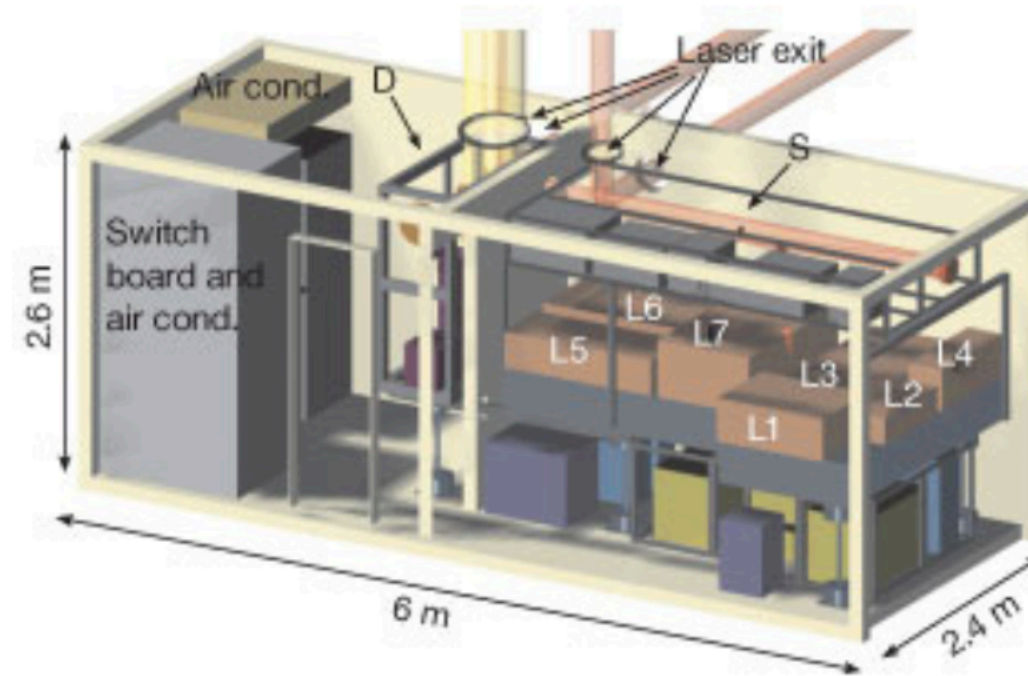
Compactos

Tecnología en evolución
Menores requerimientos
en protección radiológica

Pulsados

Fuentes de neutrones pulsadas

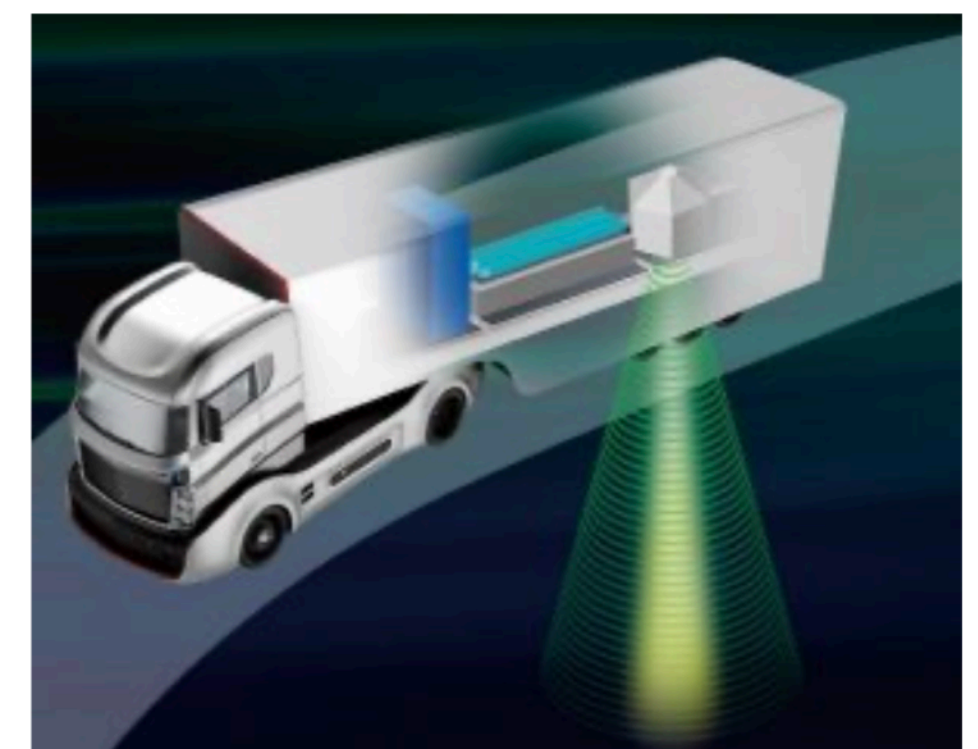
Muy poco flujo promedio,
Pero enorme flujo instantáneo



Transportables

Control de tormentas
Radioterapia entorno rural

Inspección infraestructuras
Project LANS (LAser-driven
Neutron Source) Univ Osaka



Tecnología en rápida evolución y miniaturización
Menores requerimientos en protección radiológica

Fuentes láser de neutrones

Hay tres mecanismos básicos de producción de neutrones por láser

- Via fusión:

Laser contra un blanco de D-D target (gas cluster),
U otro blanco (liquid or solid)

- Via reacciones fotonucleares:

El láser acelera electrones
y los electrones generan gammas de forma muy eficiente
Electrons generate gammas, very efficiently

- Via espalación:

El láser acelera protones o deuterones

Por ahora siempre necesitamos la asistencia de partículas cargadas



Posibilidades de los láseres extremos en

Láseres desarrollados ad-hoc para aplicaciones específicas como:

Desarrollo de un centro “compacto” de protonterapia o de radioterapia FLASH

Fuentes “compactas” de neutrones pulsados (IFNIF-DONES)

Fuentes para vulnerabilidad de electrónica a radiación (nuclear, espacial)

Sistemas móviles en Homeland Security, Highway Inspection, etc ...

CLPU ofrece apoyo en temas relacionados con láseres extremos, como:

Beam transport y beam focusing de láseres extremos

Diseño y control de vacíos para láser

Diseño de salas blancas/grises láser

Tecnologías de ópticas de gran tamaño

Propagación de láseres extremos

Protección radiológica de aceleradores láser

... otros y, desde luego, **consulting sobre láseres extremos.**



Posibilidades de los láseres extremos en

Láseres desarrollados ad-hoc para aplicaciones específicas como:

Desarrollo de un centro “compacto” de protonterapia o de radioterapia FLASH

Fuentes “compactas” de neutrones pulsados (IFNIF-DONES)

Fuentes para vulnerabilidad de electrónica a radiación (nuclear, espacial)

Sistemas móviles en Homeland Security, Highway Inspection, etc ...

CLPU ofrece apoyo en temas relacionados con láseres extremos, como:

Beam transport y beam focusing de láseres extremos

Diseño y control de vacíos para láser

Diseño de salas blancas/grises láser

Tecnologías de ópticas de gran tamaño

Propagación de láseres extremos

Protección radiológica de aceleradores láser

... otros y, desde luego, **consulting sobre láseres extremos.**

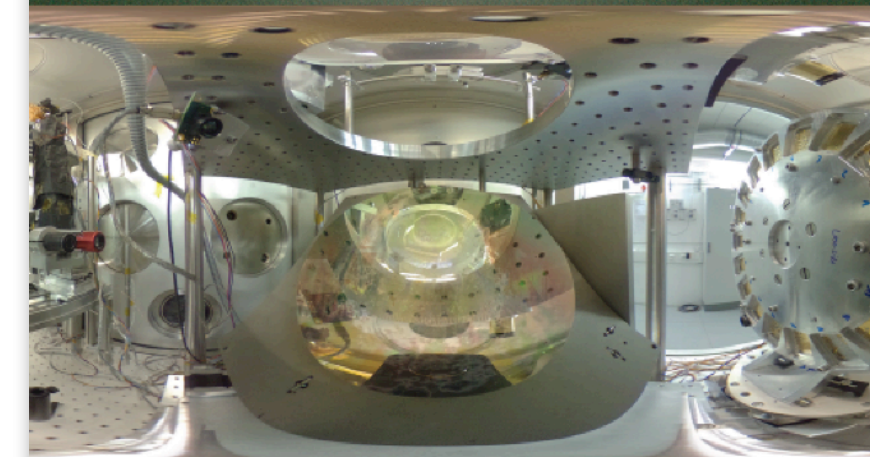
Laser

Neutron
Manifesto

July 2020

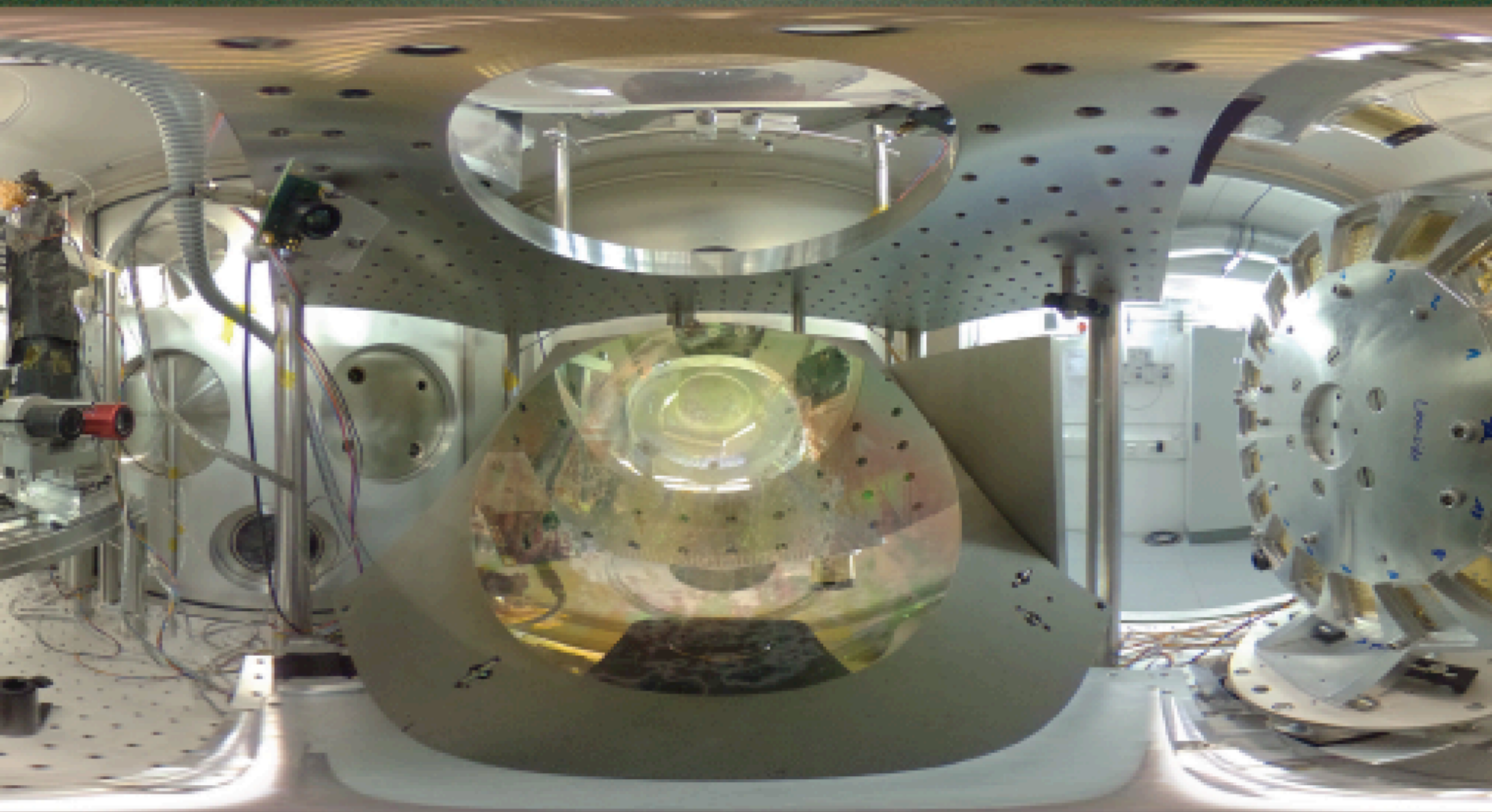
CRC Press
Taylor & Francis Group

Applications of
Laser-Driven
Particle Acceleration



Edited by
Paul R. Bolton
Katia Parodi
Jörg Schreiber

Applications of
Laser-Driven
Particle Acceleration



Edited by
Paul R. Bolton
Katia Parodi
Jörg Schreiber

**Los aceleradores láser,
basados en láseres de
multi-TW a PW o multi-PW
y con elevada frecuencia de
disparo (1 - 10 disparos /seg)
son una alternativa robusta a
considerar.**

www.clpu.es (ICTS)




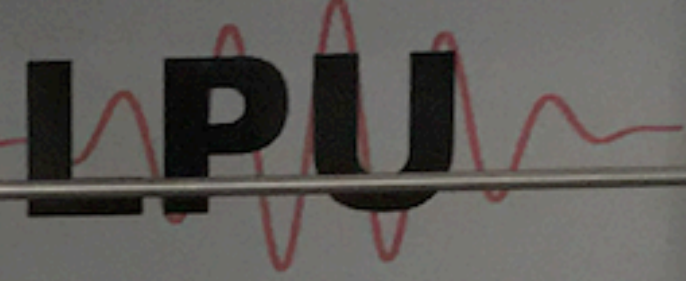
www.eli-laser.eu (ESFRI)



www.xfel.eu HIBEF (ESFRI)

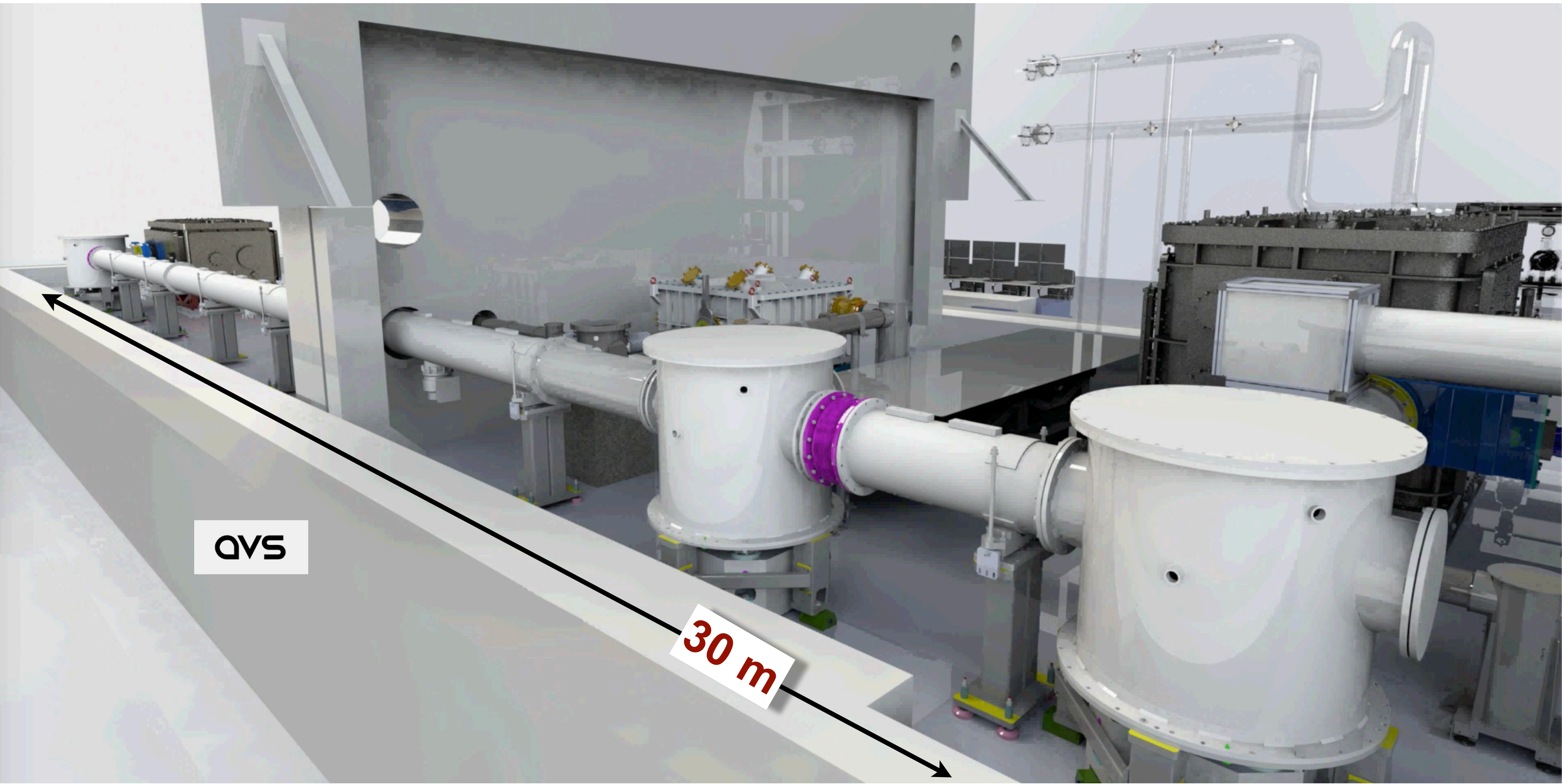




 **LPU** 



Vacío (pero vacío láser)



QVS

30 m

Cámara de focalización del láser



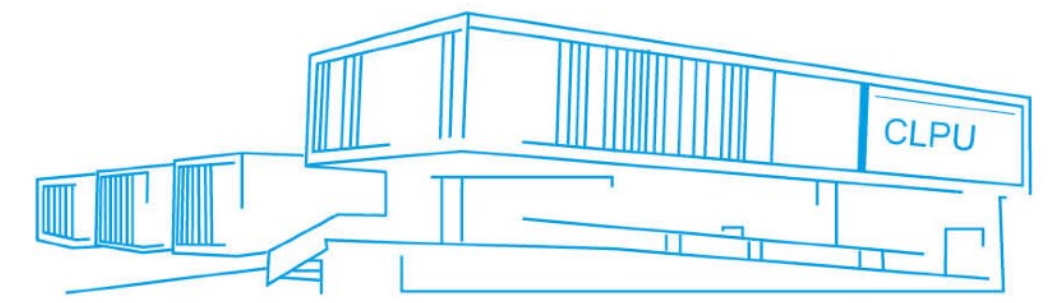
Grandes volúmenes de vacío ELI-BEAMLINES, Chequia, AVS





Pasado, presente y futuro del CLPU

Primera etapa, 2007-2021



2005-2007 preparación

2007 firma del Consorcio Proyectos de edificio y de láser

2010 Licencia obras

2011 Primera Piedra

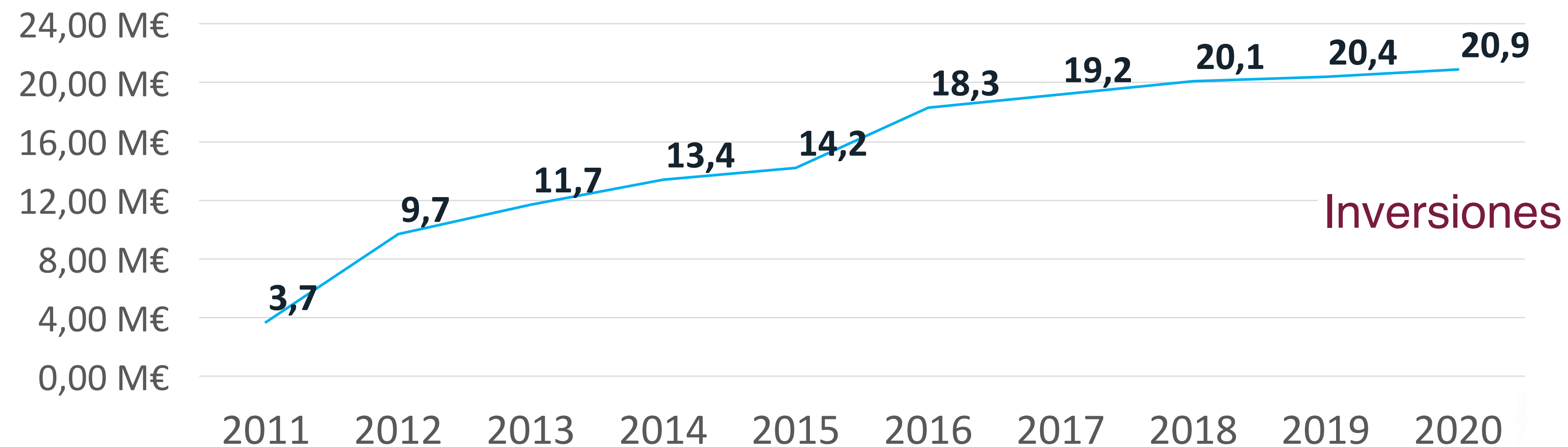
2013 Primeros accesos (sistemas “menores”, GW) IRA 3254

2014 Inclusión Mapa ICTS (renovado en 2018 y ahora en renovación de nuevo)

2016 Llegamos al PW!!!

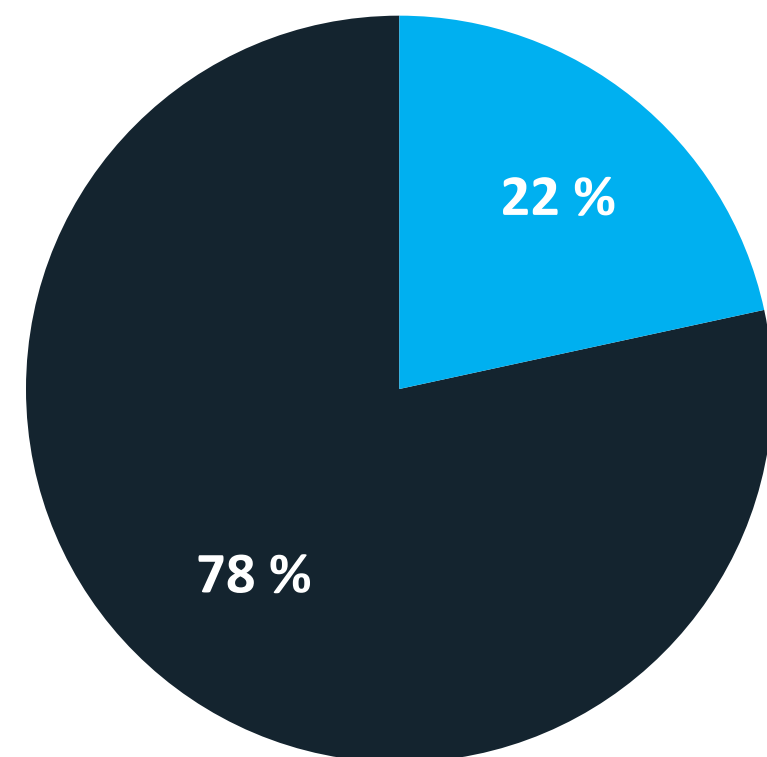
2017 Convocatoria acceso competitivo 100 TW

2018 Convocatoria acceso competitivo PW ... operación plena ...



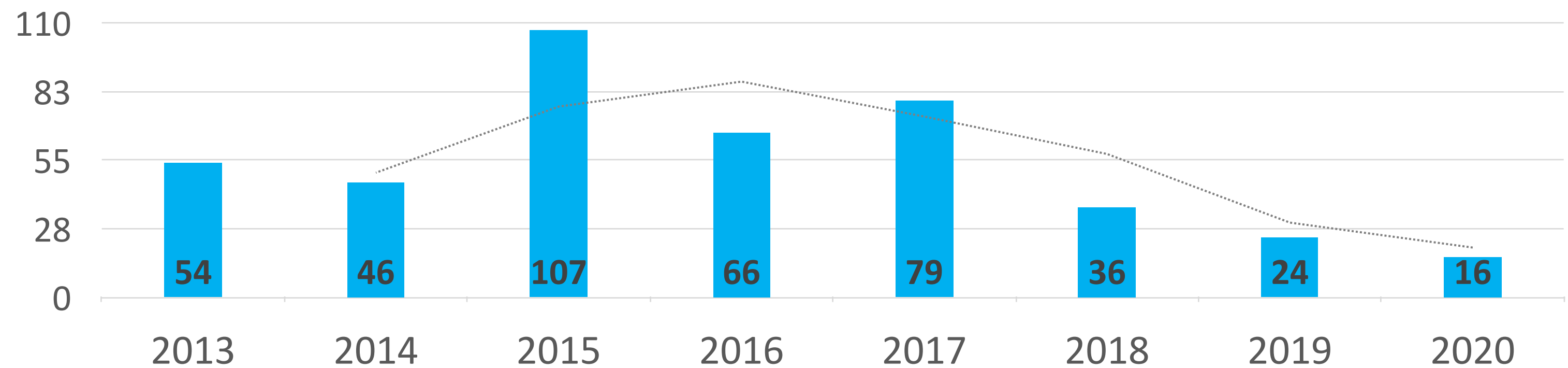
ACCESOS TOTALES

Tipos de Acceso

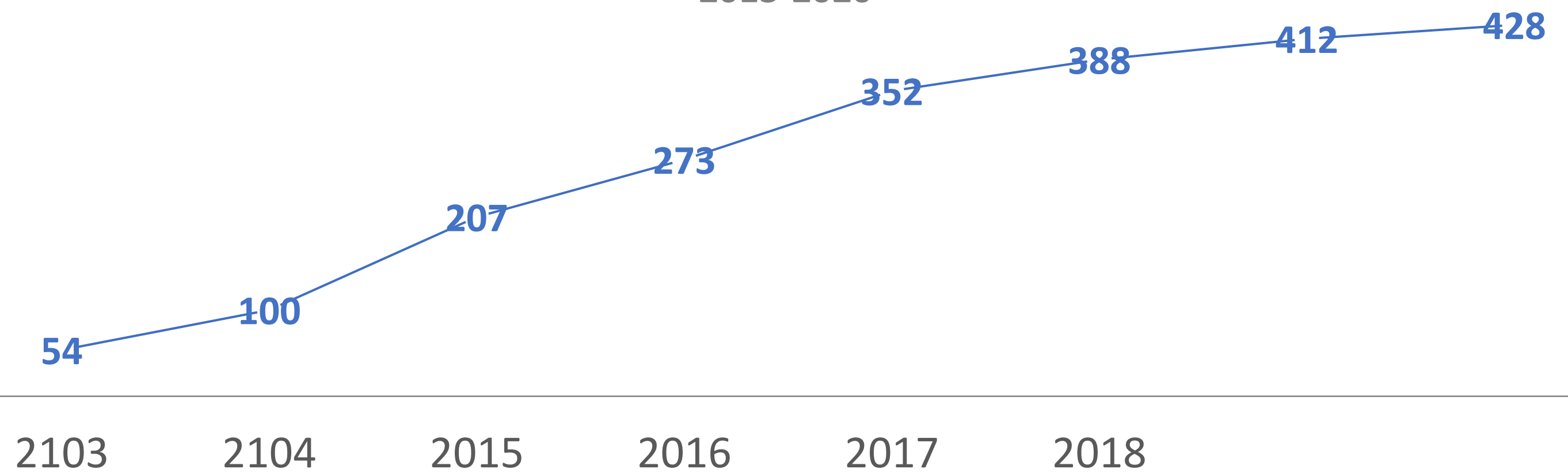


- Internos
- Externos

ACCESOS TOTALES POR AÑO

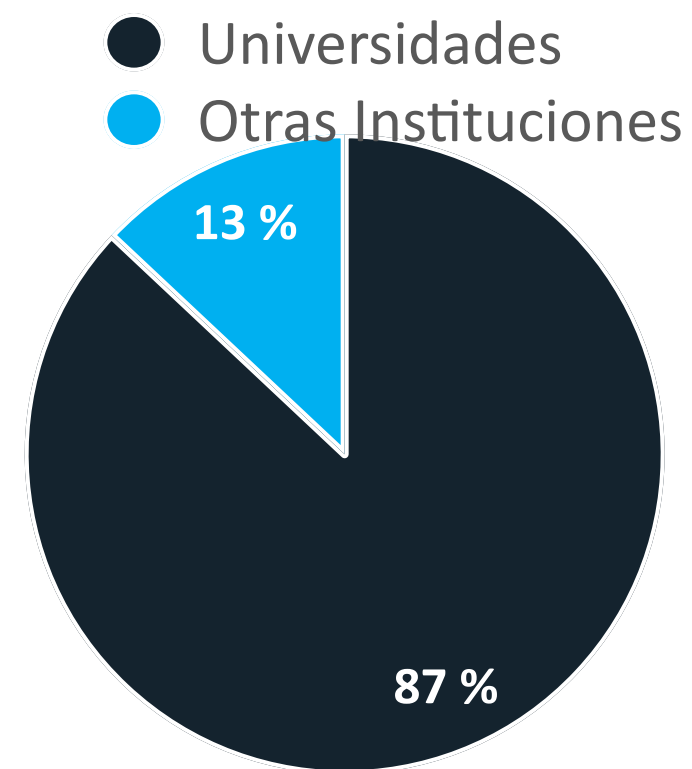


ACCESOS ACUMULADOS PERÍODO
2013-2020

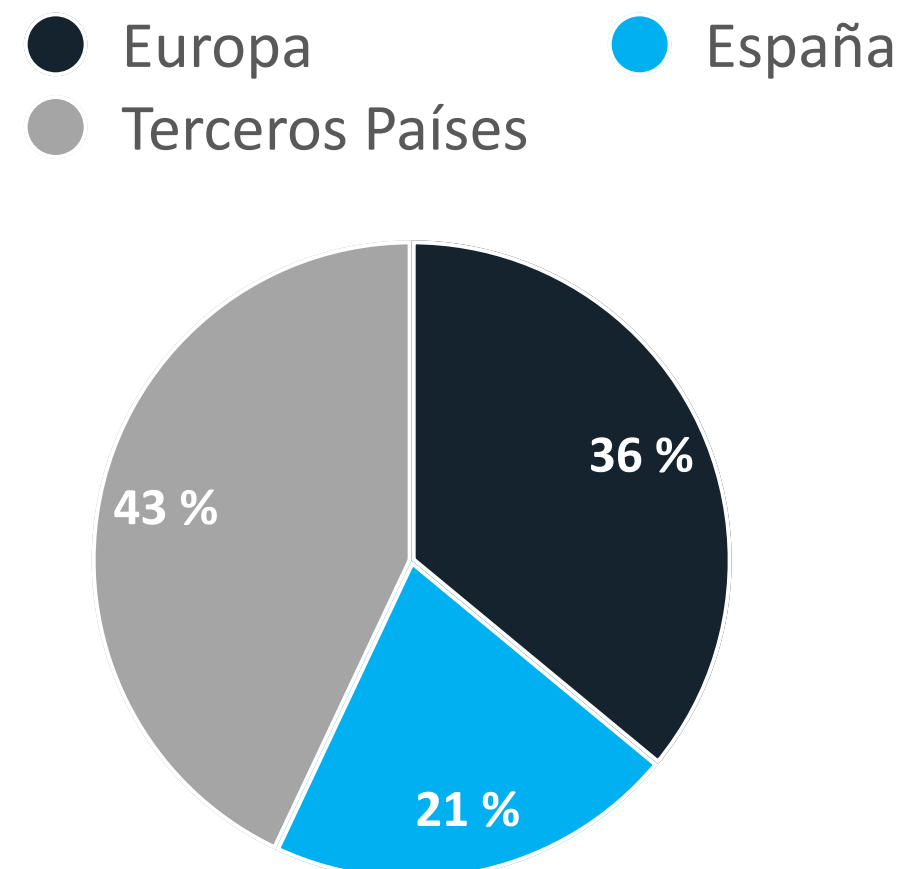


ACCESOS COMPETITIVOS

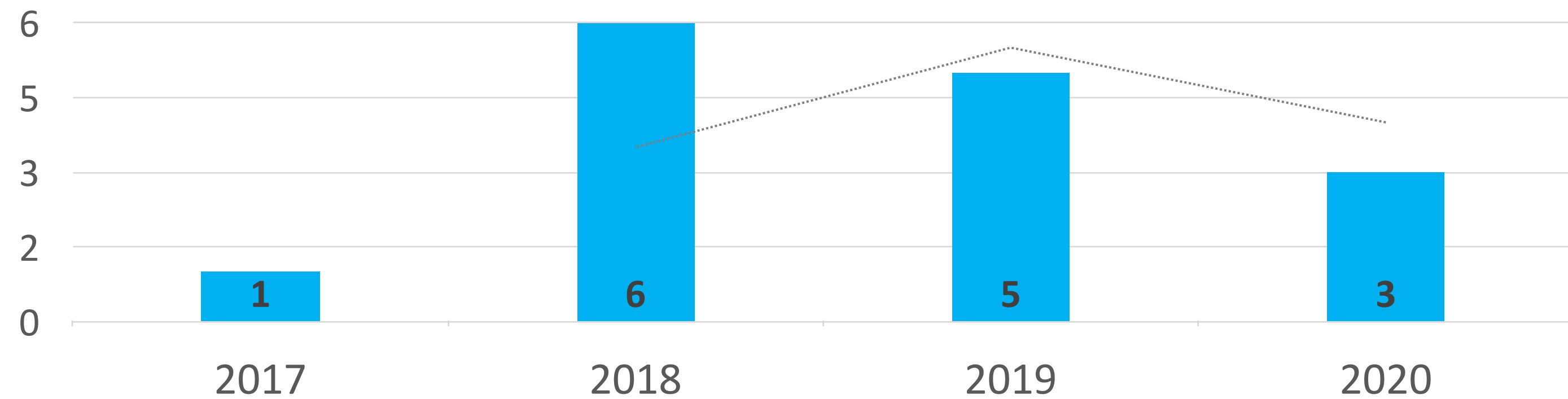
TIPOS DE INSTITUCIONES SOLICITANTES



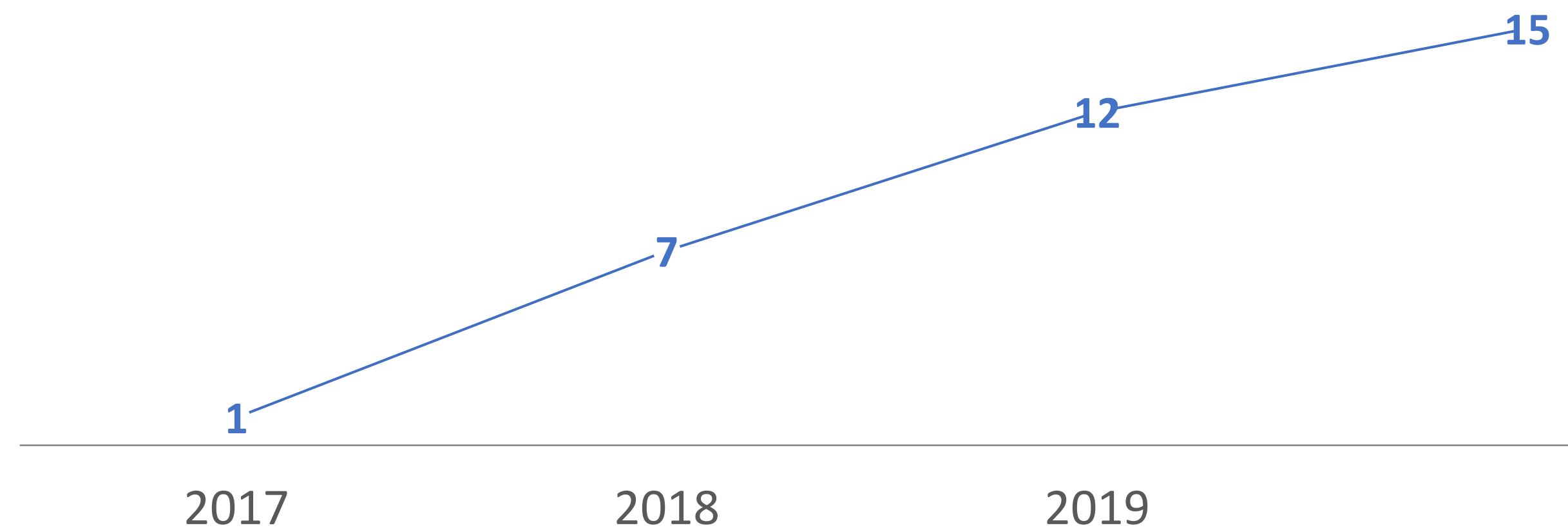
ORIGEN INSTITUCIONES USUARIOS VEGA



ACCESOS COMPETITIVOS POR AÑO

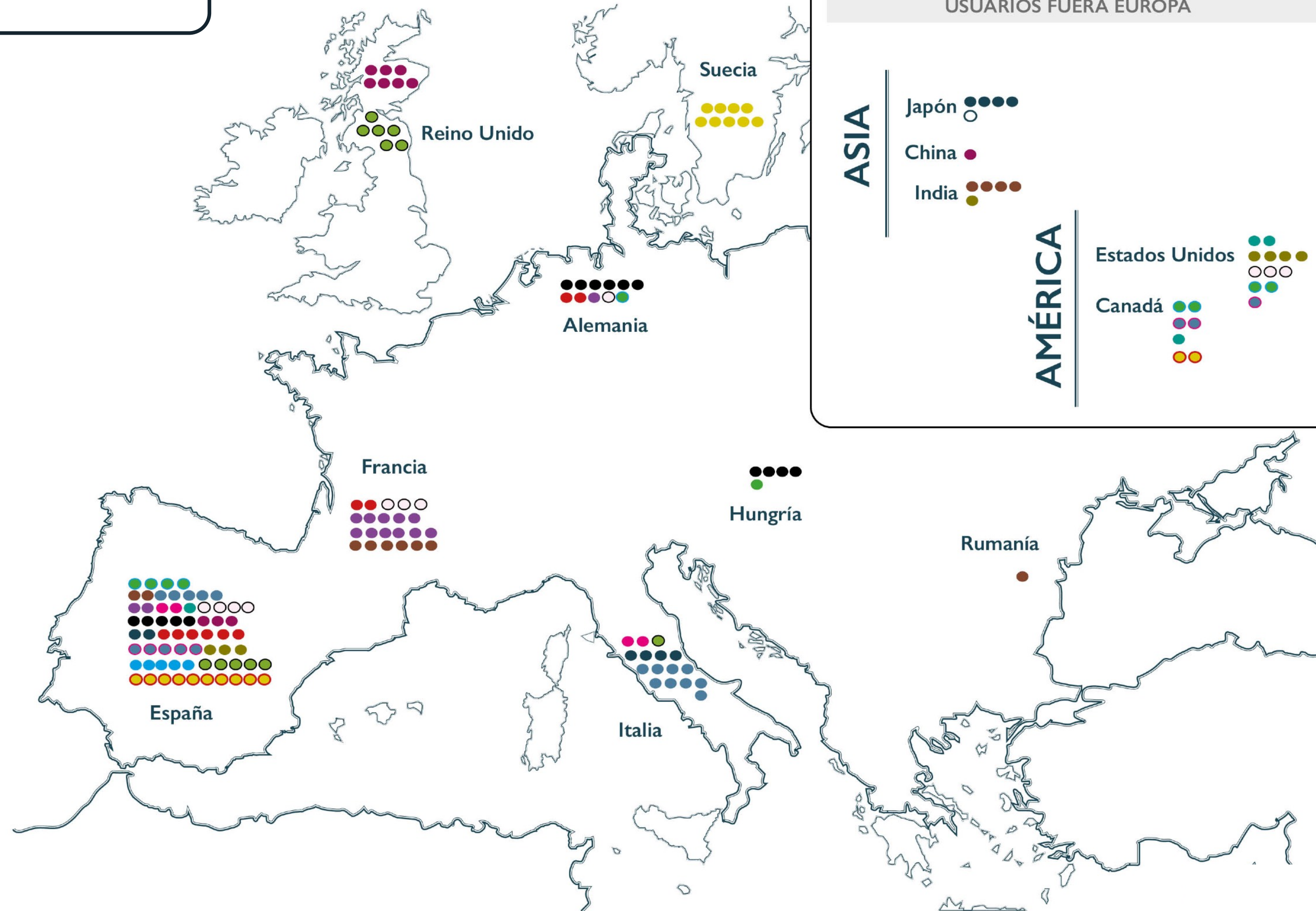


ACCESOS COMPETITIVOS ACUMULADOS PERÍODO 2017-2020



ACCESOS COMPETITIVOS

USUARIOS VEGA EUROPA



Possible configurations of VEGA

VEGA-1 (20 TW)

VEGA-2 (200 TW)

VEGA-3 (1 PW)

VEGA + CEP

VEGA + ns laser

VEGA-2 + VEGA-3

VEGA-1 + VEGA-3

VEGA-2 + VEGA-3 stretched

VEGA-1 + VEGA-3 stretched

OPERATIVE

COMMIS-
SIONING

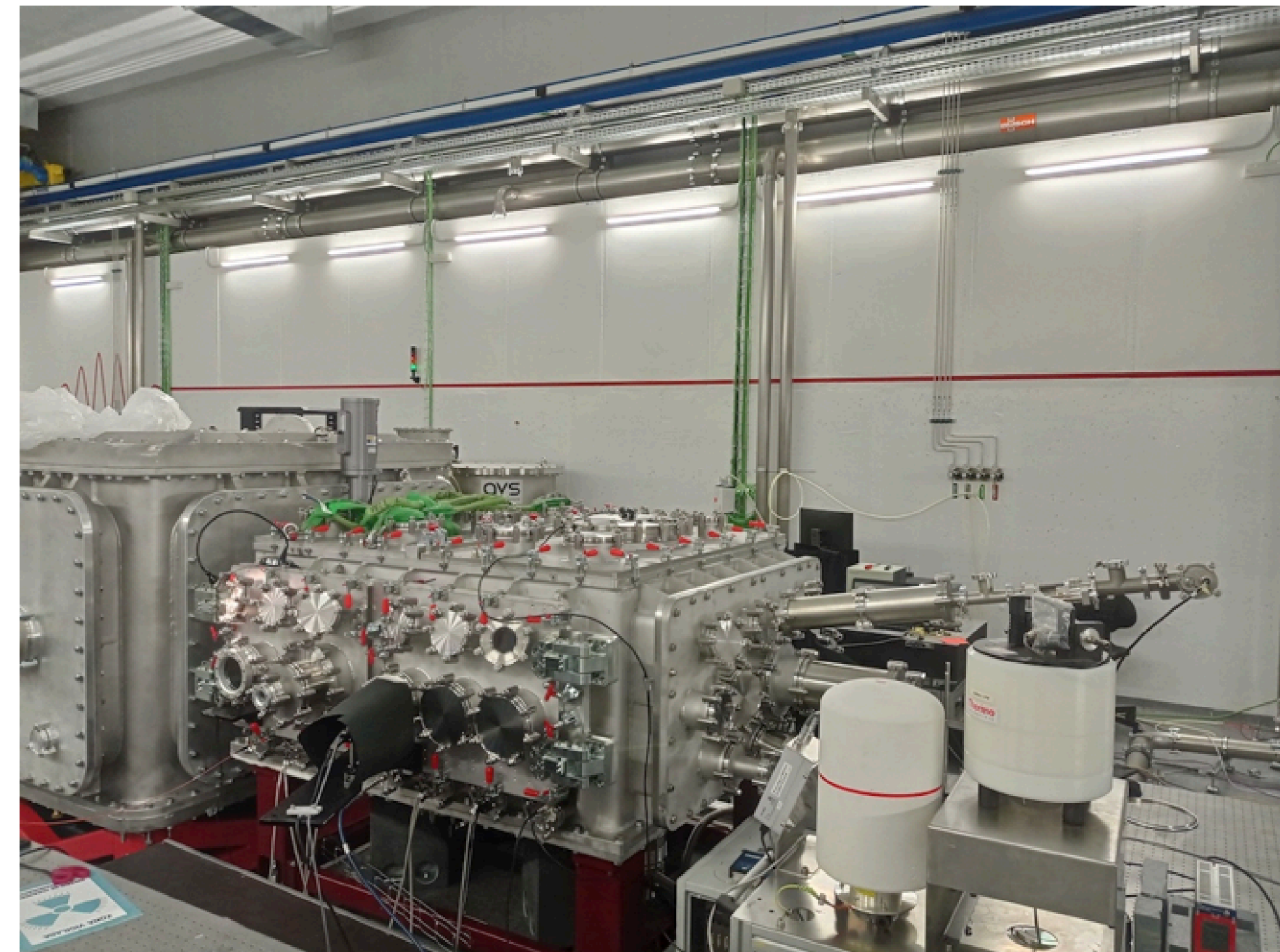
PREPA-
RATION

- **VEGA-2 parameters**

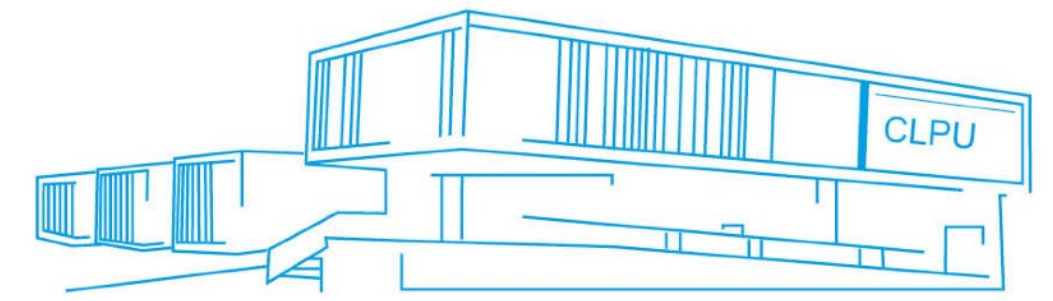
- E= 6 J
- F/3 F/4 F/13
- FWHM~ 5 6 20 μm
- $I(\text{W}/\text{cm}^2)\sim 3\times 10^{20}$ 2×10^{20} 1×10^{19}

- **VEGA-3 parameters**

- E=30 J
- F/10
- FWHM~ 14 μm
- $I(\text{W}/\text{cm}^2)\sim 6 \cdot 10^{20}$



Segunda etapa, 2022- ...



VEGA – Infraestructura Singular
Ofrecer acceso competitivo
a tecnología de vanguardia



Investigación y Formación
Fomentar ciencia de excelencia
a través de la investigación



Transferencia e Innovación
Participar y promover
ecosistemas innovadores



Divulgación y Transparencia
Fomentar la difusión del
conocimiento y la ciencia abierta



Second Target Area @ CLPU



Oportunidad de traer una ESFRI
de laser de clase exavatio a España !!!



**EXTREME LIGHT
INFRASTRUCTURE**

Colaboración Granada Salamanca



Colaboración Granada Salamanca



Directa.-

Fuentes de neutrones

Continuas / Pulsadas (mucho menor flujo promedio pero más flujo instantáneo)

Indirecta.-

Vacío

Detectores

Materiales

Implicaciones industriales

Posicionamiento de nuestro país

Encaminado a Fusión nuclear ... D/T primero
ecológica p-B11 después

Gracias !!!



roso@clpu.es