

¿Cómo se llega a investigar en el CERN?

2011 - 2015
Grado en Físicas
UCM



2015-2016
Máster
Interuniversitario
de Física Nuclear



2022 - hoy
Postdoc
LAPP, Annecy
Francia

Experimento LHCb



2015
Último curso de
Física en
Philadelphia EEUU
Temple University

**Máster Interuniversitario
en Física Nuclear**

Participan:
Universidad de Sevilla (coordinadora)
Universidad Autónoma de Madrid
Universidad de Barcelona
Universidad Complutense de Madrid
Universidad de Granada
Universidad de Salamanca
Instituto de Estructura de la Materia (CSIC Madrid)
Instituto de Física Corpuscular (CSIC Valencia)
CIEMAT Madrid

Objetivos:
Promover el conocimiento y el intercambio científico.
Fomentar la colaboración entre los grupos de investigación españoles.
Lograr un máster en Física Nuclear del máximo nivel.
Conocer las aplicaciones de la Física Nuclear.

Contenidos:
Física nuclear experimental. Estructura nuclear. Reacciones nucleares. Técnicas experimentales en Física nuclear. Física nuclear aplicada I (materiales y medio ambiente). Física nuclear aplicada II (energía y aplicaciones biomédicas). Física hadrónica. Astrofísica nuclear. Mecánica cuántica relativista. Teoría de muchos cuerpos en física nuclear. Interacciones débiles.

Información en: <http://master.us.es/fisicanuclear>
http://www.us.es/estudios/master/master_M082

2017-2021
Doctorado Física
de Partículas
CIEMAT, Madrid

Experimento CMS



¿Cómo es hacer un doctorado en el CERN?

Para convertirse en investigador/a el primer paso es hacer un **doctorado**.

Los **centros de investigación y universidades** que colaboran con los experimentos del CERN ofrecen programas de doctorado. Por ejemplo...

CIEMAT (Madrid) con CMS y nTOF

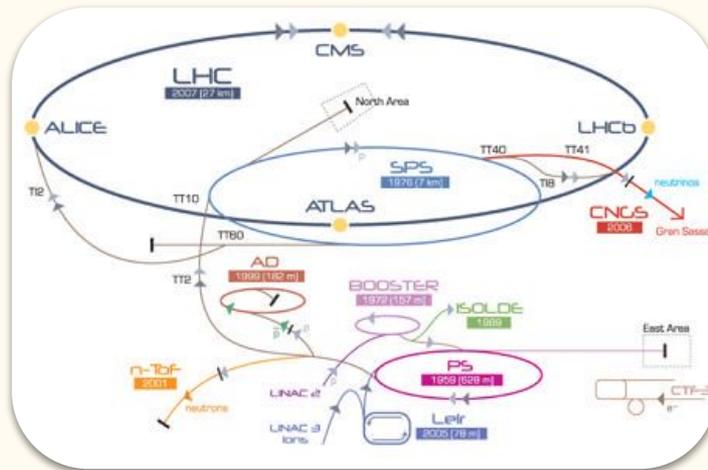
UAM (Madrid) con CMS y ATLAS

IFIC (Valencia) con LHCb y nTOF

IFAE (Barcelona) con ATLAS

IFCA (Cantabria) con CMS

...



2017-2021
Doctorado Física
de Partículas
CIEMAT, Madrid

Experimento CMS

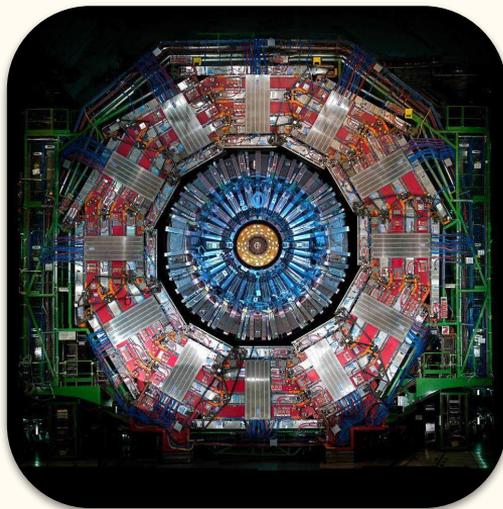
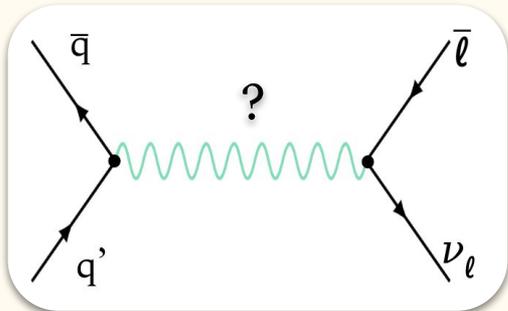
Como doctorando/a pasas a formar parte de la colaboración y a tener acceso al CERN.

Es habitual pasar temporadas en el CERN durante el doctorado.

¿Cómo es hacer un doctorado en el CERN?

Mi doctorado:

"Búsqueda de procesos más allá del Modelo Estándar en el estado final muon + momento transverso faltante con datos del Run 2 del LHC recogidos por el experimento CMS"



2017-2021
Doctorado Física
de Partículas
CIEMAT, Madrid

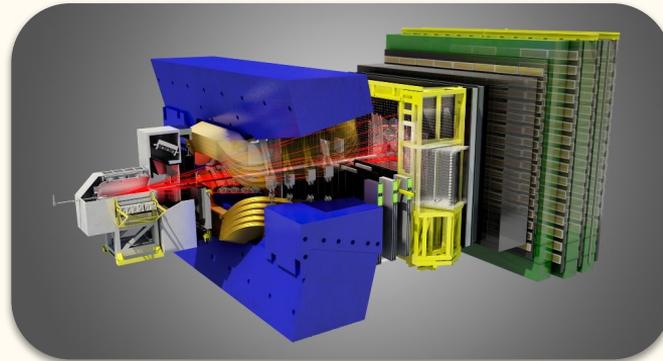
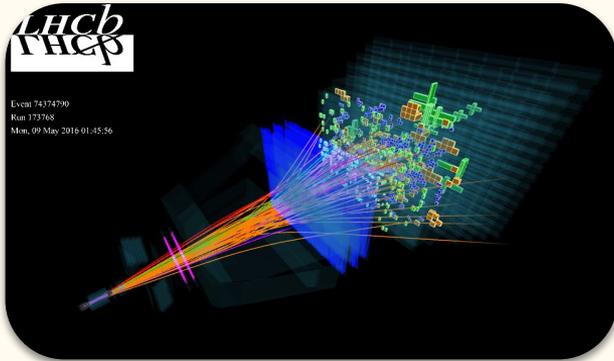
Experimento CMS

¿Y después...?

El siguiente paso en la carrera investigadora es hacer un **Postdoc**.

La experiencia ganada durante el doctorado te permite comenzar a ejercer como investigador/a, en el mismo experimento o en otro diferente, pero normalmente en el misma rama de la física: altas energías experimental.

LHCb es un detector muy *especial*: especializado en investigar las pequeñas diferencias entre la **materia** y la **antimateria** mediante el estudio del **quark b**.



2022 - hoy
Postdoc
LAPP, Annecy
Francia

Experimento LHCb

Presupuesto del CERN

El presupuesto anual del CERN es de ~1100 millones de Euros (el mismo que el Barcelona F.C.).

El presupuesto procede de los impuestos de todos los países miembros. Corresponde a un café por persona al año.

Con este presupuesto el CERN cumple su principal misión: **construir aceleradores**. Pero también mantiene las infraestructuras, paga la energía, paga al personal... etc.

¿Qué obtiene la Sociedad a cambio?



CERN, una colaboración mundial

23 miembros: (Fundadores)

Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Israel, Italia, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rumanía, Serbia, Eslovaquia, España, Suecia, Suiza y Reino Unido.

↪ Se unió en 1961, se retiró en 1969 y volvió a unirse en 1983.

8 asociados: Croacia, India, Latvia, Lituania, Pakistán, Turquía y Ucrania. Y Chipre, Estonia y Eslovenia (pre-miembros).

3 observadores: Japón, ~~Rusia~~ y Estados Unidos. + UNESCO, UE y ~~JNR~~.

61 con acuerdos: Albania, Algeria, Argentina, Armenia, Australia, Azerbaiyán, Bangladesh, Bielorrusia, Bolivia, Bosnia y Herzegovina, Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Egipto, Georgia, Islandia, Irán, Jordania, Kazajistán, Líbano, Malta, México, Mongolia, Montenegro, Marruecos, Nepal, Nueva Zelanda, Macedonia, Palestina, Paraguay, Perú, Filipinas, Qatar, Corea, Arabia Saudi, Sudáfrica, Sri Lanka, Tailandia, Túnez, Emiratos Árabes y Vietnam.

¿Quién trabaja en el CERN?



2600 staff

800 fellow

550 estudiantes

15000 usuarios

2000 empresas externas

+

~10000 a diario, en persona, en el CERN

~21000 personas

El objetivo del CERN

El principal objetivo del CERN es la **investigación fundamental**.

Pero también contribuye directamente con aplicaciones tecnológicas, médicas, medioambientales...

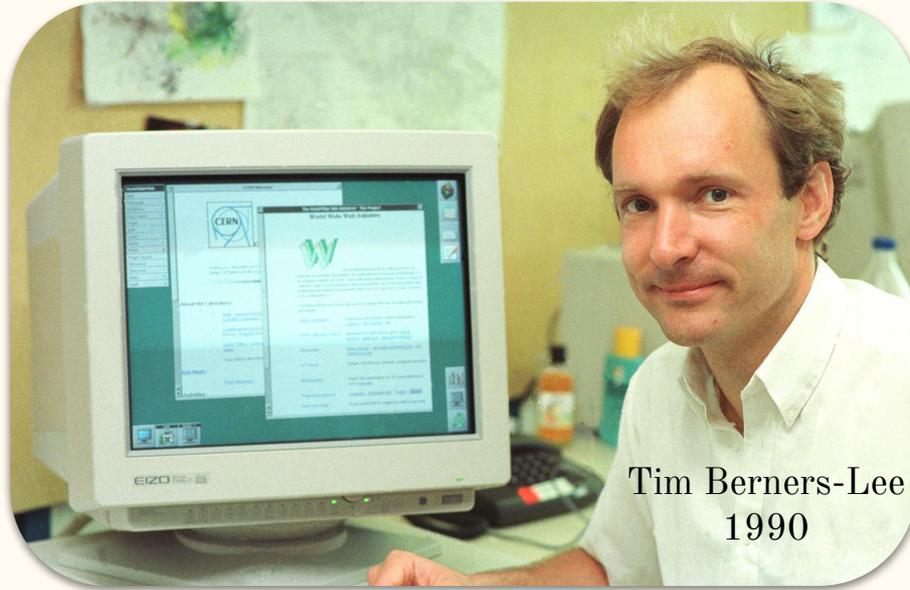
Y además de forma indirecta, la investigación fundamental ha tenido grandes repercusiones en la sociedad.

Vamos a ver algunos ejemplos...



World Wide Web

La necesidad de los/as investigadores/as de compartir los datos y los resultados científicos promovió la **creación de la Web** y de todo lo que necesita para funcionar: lenguaje HTML, protocolo HTTP, servidor HTTPd, sistema de localización URL.



Tim Berners-Lee
1990

Todo el software fue liberado de forma gratuita desde el CERN. El número de servidores Web pasó de 26 en 1992 a 200 en octubre de 1995.

30 años después:

- Se crean ~600.000 webs al día
- Existen más de 1000 millones de webs

Energías renovables

Paneles solares en el aeropuerto de Ginebra: uno de los sistemas de energía solar más grandes de Suiza. 300 paneles solares térmicos de alta temperatura que cubren una superficie de 1200 m² en el techo del edificio de la terminal principal.

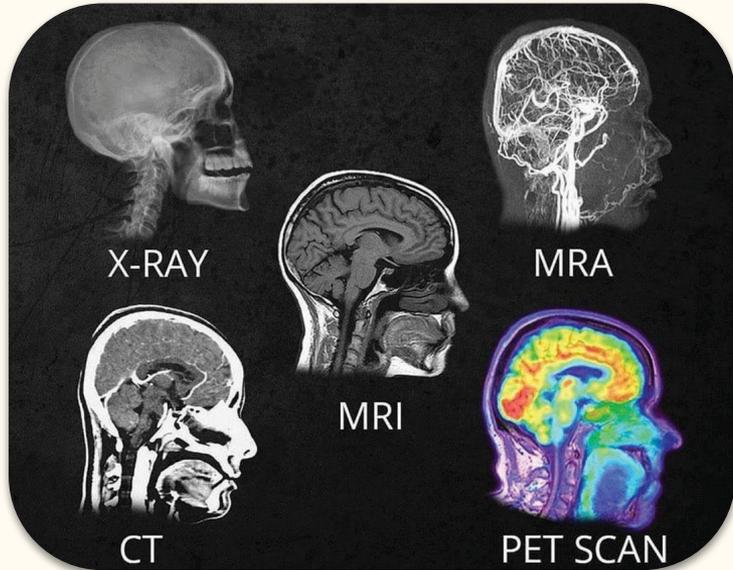
Los paneles, que se utilizan para mantener los edificios calientes durante el invierno y frescos en el verano, **derivan de la tecnología de vacío desarrollada en el CERN.**

El vacío se utiliza para aislar los paneles solares, llegando a tener 80°C dentro del panel cuando está cubierto de nieve.

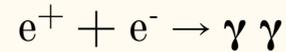


Diagnóstico médico

PET escáner: tomografía por emisión de positrones. Un radiofármaco (glucosa + emisor de positrones) se inyecta en la sangre del paciente. El tejido humano consume esta glucosa pero no de forma homogénea. Las zonas de alta actividad metabólica consumen más glucosa, siendo candidatos a ser células tumorales.



Los positrones (antipartícula del electrón) emitidos por el fármaco interactúan con los electrones del entorno creando pares de fotones:



Los pares de fotones son detectados a ambos lados pudiendo reconstruir el punto de emisión y las regiones de consumo de glucosa.

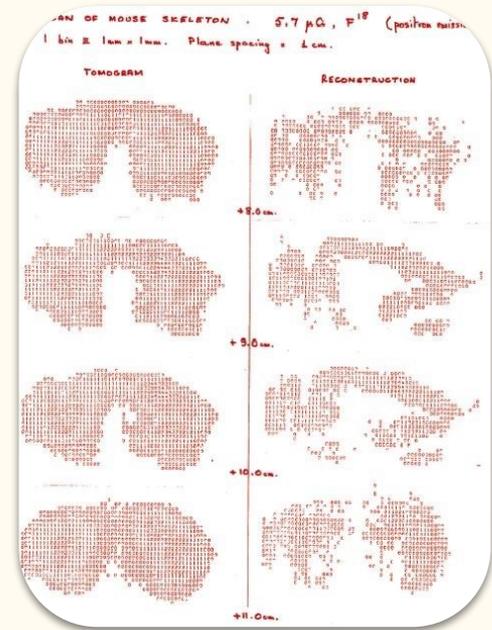
Diagnóstico médico

PET escáner: en 1977 Marilena Bianchi (CERN), Alan Jeavons (CERN) y David Townsend (Univ. de Tennessee), gracias a la tecnología de detectores desarrollada en el CERN, tomaron la primera imagen PET de un ratón.

Desde entonces el escáner PET se ha perfeccionado y se utiliza de forma habitual en la mayoría de los hospitales del mundo.

Principales aplicaciones:

- Oncología
- Cardiología
- Neurología



Tratamiento médico

Protonterapia: el uso de haces de protones permite irradiar las células cancerosas de forma más precisa que la radioterapia (rayos X, fotones), sin dañar los tejidos sanos circundantes y produciendo menos efectos secundarios.



La protonterapia fue propuesta por primera vez en 1946 por el físico de Fermilab *Robert Wilson*, quien trató a los primeros pacientes.

El avance en precisión y la energía de los haces de protones desarrollado en el CERN permitió hacer de esta técnica un tratamiento eficaz y potente.

Medio ambiente

CIPEA: programa de innovación del CERN sobre aplicaciones medioambientales.

Sectores donde la experiencia del CERN puede contribuir con máximo impacto:

- energías renovables
- transporte limpio
- control de contaminación
- ciencia sostenible

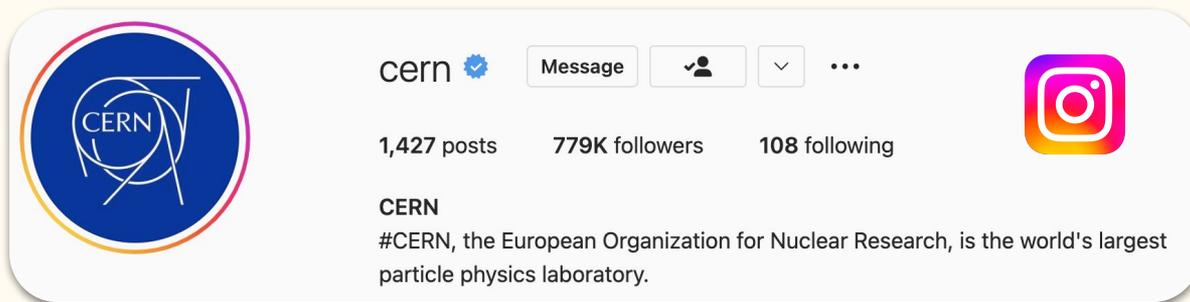
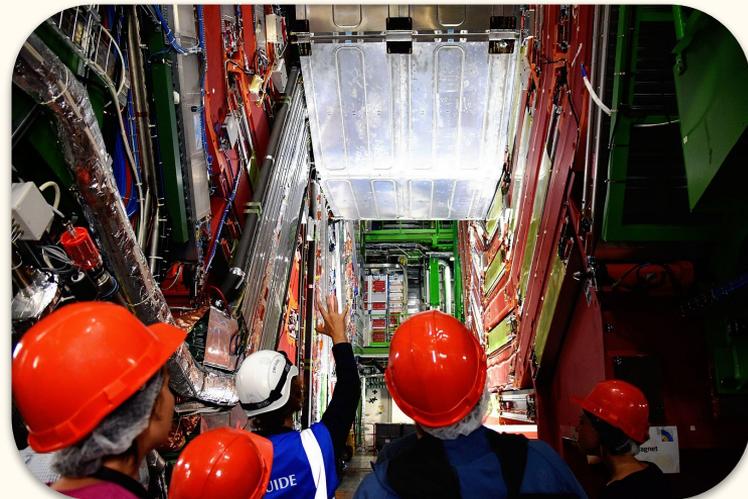


Primer evento el 27/06/2022!

Compact material analysis for batteries and fuel cell development	<i>Steinar Stapnes</i>
500/1-001 - Main Auditorium, CERN	09:30 - 09:45
Injection locked magnetrons for particle accelerators and industrial dielectric heating	<i>Eric Montesinos et al.</i>
500/1-001 - Main Auditorium, CERN	09:45 - 10:00
IVAC-RED: Insulation Vacuum of SC Cables for Renewable Energy Distribution	<i>Paolo Chiggiato</i>
500/1-001 - Main Auditorium, CERN	10:00 - 10:15
UTMOST CLEEN: Development of membranes for ships EBFGT	<i>Muhammed Sameed</i>
500/1-001 - Main Auditorium, CERN	10:15 - 10:30

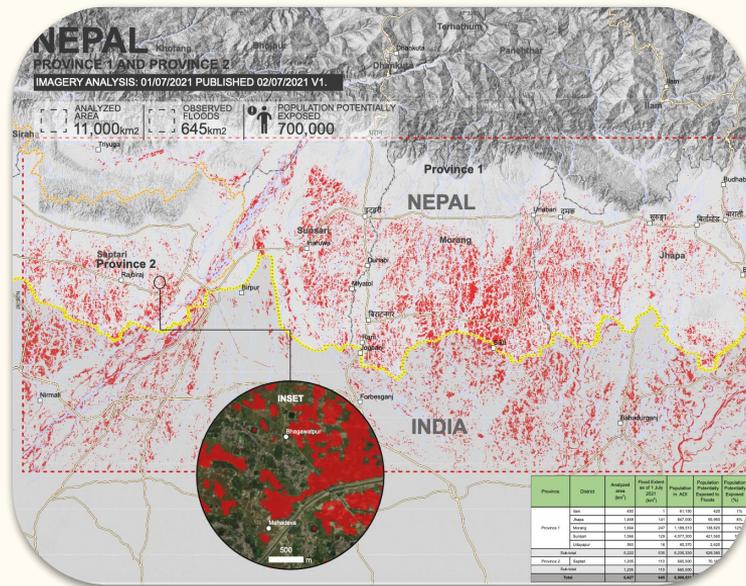
Educación, comunicación y divulgación

- Sitios web y redes sociales
- Prensa
- CERN Courier
- Programas para **profesores** y estudiantes
- Visitas guiadas (~400 personas/día)
- Exhibiciones: permanentes y temporales



Contribución humanitaria

UNOSAT: es el Centro de Satélites de las Naciones Unidas. Su misión es promover la toma de decisiones basada en evidencia para la paz, la seguridad y la resiliencia utilizando tecnologías de información geoespacial.



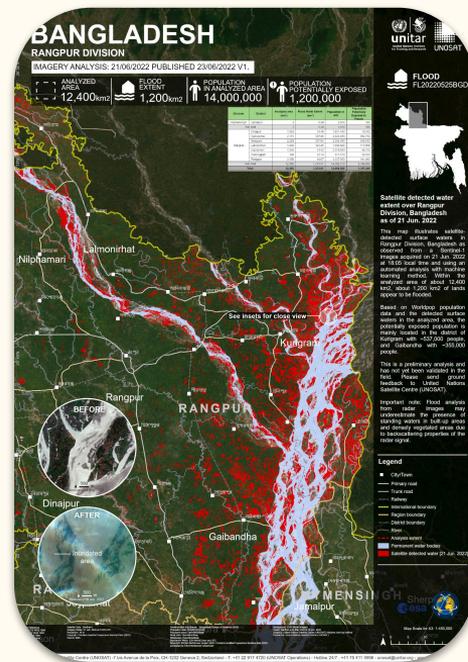
El satélite toma imágenes antes y después de catástrofes naturales o guerras. Esto permite analizar las consecuencias sin necesidad de enviar equipos de personas para el reconocimiento que retrase la ayuda.

Contribución humanitaria

El CERN es el responsable de mantener la **toma de datos** de UNOSAT y de su **análisis**. Hace uso de técnicas de análisis de datos desarrolladas para la física de partículas (algoritmos de inteligencia artificial, machine learning...) permitiendo una respuesta rápida y eficaz para casos donde el tiempo de respuesta es crítico.

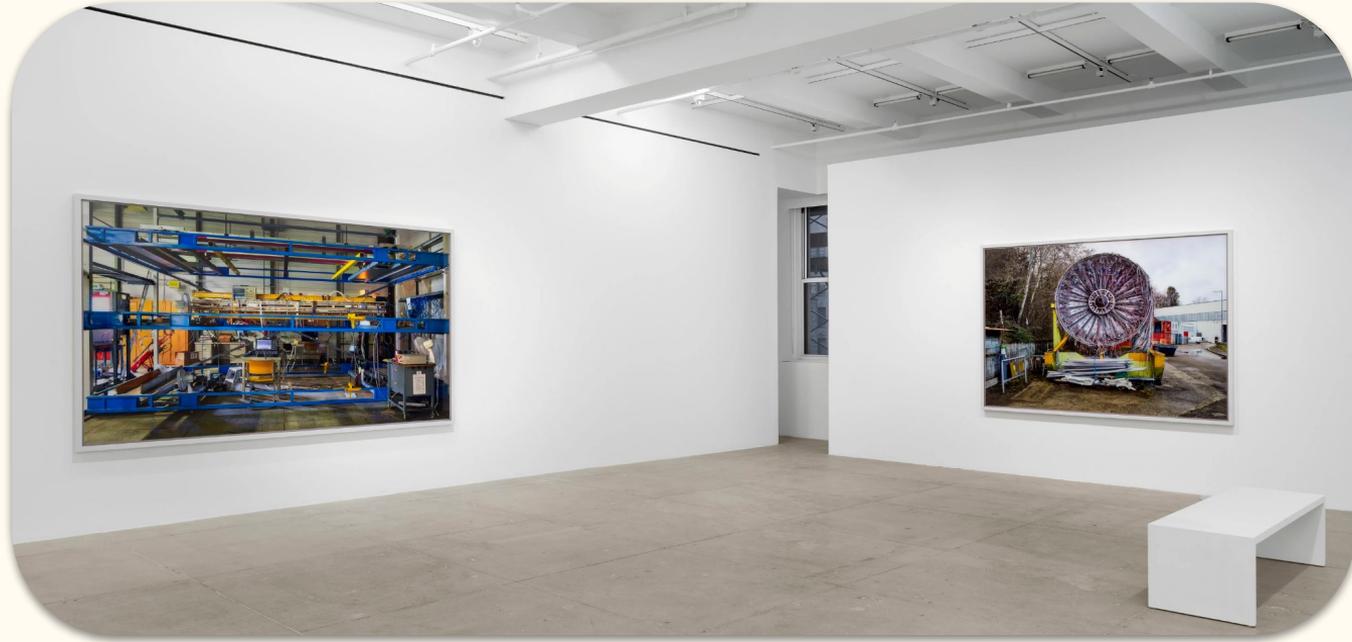
Algunas contribuciones recientes:

- Inundaciones en Bangladesh
- Daños en inmuebles en Ucrania
- Incendios en Afghanistan
- Inundaciones en Pakistán
- Ciclón en Yemen



Arte

Arts at CERN: programa de unión entre la ciencia y el arte. Organizan estancias para artistas invitados en el CERN, donde buscan inspiración en la ciencia y la tecnología. Como resultado se organizan eventos, se preparan exposiciones, se producen películas...



Conclusiones

Por cada euro que los gobiernos ponen en el CERN, la sociedad obtiene muchísimos euros más.

¿Cómo calcular hoy el valor de la *www*?

... y muchos beneficios en áreas clave que contribuyen a mejorar la calidad de vida.



"No puede haber ciencia aplicada si no hay ciencia básica para aplicar"

Bernard Houssay, premio Nobel de Medicina

¡Gracias!



¿Preguntas?