CNA in a nutshell

Winter Meeting 8-4-2016

Joaquín Gómez Camacho

CNA Director



Parque Tecnológico Cartuja'93, Avda.Thomas Alva Edison nº 7, E-41092 - Sevilla. Spain Phone: +34.95.4460553, Fax: +34.95.4460145 **Cha@us.es**



- Centro mixto U.Sevilla-J.Andalucia-CSIC Instalaciones principales: 4 aceleradores, 1 irradiador, 1 Tomógrafo PET-CT.
- ICTS: Instalación orientada a usuarios. Más de 100 solicitudes de uso al año. Comité científico regula el acceso al centro.
- Personal: 56 trabajadores.
 20 fijos. 20 temporales. 16 en formación.
 14 doctores de plantilla (13 US, 1 CSIC),
 10 doctores contratados (1 R&C, 9 postdocs).
- Financiación externa por empresas: SAS, IBA, ALTER, ENRESA ...además de proyectos autonómicos, nacionales y europeos, y facturación por el uso de las instalaciones.



3MV Tandem accelerator



-Nuclear physics and Instrumentation (Nuclear and Particle Physics)

IEM-CSIC, IFCA-CSIC, IFIC-CSIC, I3M-CSIC, U-Huelva, U-Granada,

-IBA techniques (Material Science)

IO-CSIC, ICMSE-CSIC, ICMM-CSIC, ICMB-CSIC



TRINOS, AVS, CRIOLAB, ATI-Sistemas ... INDO, ACERINOX ..

Cyclotron 18 MeV (p), 9 MeV (d)



-Radiopharmaceutical production (Molecular Imaging) IBA Molecular

-Irradiation (Space technology) -ALTER, TRAD, INTA



SARA, AMS system in CNA



-Precise AMS isotope measurements (Nuclear physics applied to environment)

ENRESA, DUCARES

CIEMAT, UAB, UEX, ULund



14C dating (Nucl Phys applied to arqueology and cultural heritage). IPE-CSIC, IMF-CSIC, UAB, UEX, CEPSA, Estudios de Arqueología



Irradiador de 60Co



-Photon irradiation (Space technology, Biophysics) INTA, USE, UC3, ALTER, Hisparroz,

AMPLIACIÓN DEL POTENCIAL DE USO DEL CNA PARA ENSAYOS DE IRRADIACIÓN

RADLAB

Gamma Radiation Laboratory

Fuente de ⁶⁰Co Semivida 5,27 años Actividad (Enero 2013) 403 TBq (10,89 kCi) Energía media de fotones 1,25 MeV



Monitorización dosimétrica in vivo Cámaras de Ionización Diodos de Si Electrómetros

Equipo de monitorización PTH Cableado (señal, tensión, red y fibra óptica)

Campos aplicación:

Espacio, Física altas energías, Ciencia de materiales, Biomedicina, Metrología



(Best Theratronics)



Tasa de dosis variable en función de la distancia fuente-superficie y el tamaño de campo

~ 10 - 415 Gy/h (0,05 Gy/h

Tamaño de campo máximo 140 x 140 cm² Incertidumbre en tasa de dosis < 4% No uniformidad en campo de radiación < 1%



Calibración en base a IAEA TRS-398 // TRS-469 Intercomparación con ESTEC-ESA/UCL Requerimientos ESCC, MIL-STD, ASTM

> Convenio con ALTER Technology (Member of TÜV NORD)

ICTS-2009-42 IPT-2011-1603-370000







Unidad de Imagen del CNA-HUVR



-PET-CT Molecular Imaging (Molecular Imaging applied to Oncology and neurology) HUVR-SAS, HUVM-SAS, IBIS-CSIC, SIEMENS, IBA, PIRAMAL

Hitos recientes

Medida de 236U y 239,240Pu en sedimentos marinos

E. Chamizo, M. Villa

Fotos del fondo marino en la región estudiada, que demuestran la actividad biológica en la zona (anélidos marinos)



3





0.40

Perfiles de ²³⁶U y de ^{239,240}Pu en el testigo de sedimento estudiado (PAP, Atlántico Norte, 4000 m de profundidad)

Oceanography Centre

ATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

o Nacional de Aceleradores

National





Medida de ¹²⁹I en muestras de hielo polar

Objetivo del estudio: evaluar el comportamiento del ¹²⁹I durante los procesos de creación y destrucción del hielo en el Océano Ártico.

J.M. Gómez-Guzmán, J.M. López-Gutiérrez, J.L. Mas, Takashi Suzuki, P. Cámara-Mor & P. Masqué. Enviado para publicación en *Marine Pollution Bulletin*.

Medidas de C14 en biodiésel

Muestra	pMC
BD_0	$0,61 \pm 0,02$
BD_0	$0,66 \pm 0,02$
BD_2	$5,71\pm0,07$
BD_{12}	$10,89 \pm 0,10$
BD_{40}	$39,08 \pm 0,22$
BD_{100}	$106,\!48{\pm}0,\!47$
BD_{100}	$106,\!67\pm\!0,\!47$

Las muestras BD_0 son fósiles puros. El C14 que aparece se debe probablemente al proceso de producción.



Concentración de aceite vegetal según el fabricante (%)

Año	pMC
2008,5	105,44
2007,5	105, 93
2006,5	106,42
2005,5	$106,\!61$
2004,5	107,20

Existe una clara relación entre el porcentaje de biodiésel y el valor en pMC.

Los niveles de las muestras con 100% de aceite encajan perfectamente con los valores atmosféricos. Las muestras llegaron en 2006.

<u>Estudio no destructivo de un vidrio "millefiori" romano recuperado de un pecio y en</u>

avanzado estado de degradación.



Después de siglos bajo el mar la pieza presenta una gran pérdida de materia en las flores, mientras que los fragmentos de colores mantienen su estructura.

Los vidrios potásicos (posteriores a los romanos) se degradan más que los sódicos.

¿Tienen entonces una composición diferente?

La combinación de técnicas IBA (PIXE-PIGE) en atmósfera de helio y con monitorización de dosis ha permitido el **análisis no destructivo y cuantitativo** de esta valiosa y frágil pieza, imposible de estudiar en cámaras de vacío.



Algunas de las hipótesis presentadas sobre la fabricación del vidrio tras los análisis son :



- Vidrio sódico (alta concentración de Na, baja concentración de K) a base de **natron** (baja concentración de Mg y K), acorde con otros vidrios romanos de la época.
- La causa del **diferente nivel de degradación** entre las flores y los fragmentos de colores no se debe a diferencias en la composición sino a diferencias en el **tratamiento térmico** durante la fabricación.
- Se utilizó una sola fuente de sílice, por la relación Ti-Fe.
- Los fragmentos de colores **no son vidrios reutilizados** de otros objetos, sino que toda la pieza está fabricada en el mismo taller.
- Se usó **arena de playa** o cercana a la costa, por las concentraciones y relaciones obtenidas de Ca, Sr, K y Zr.
- Los colorantes utilizados en los vidrios azules fueron a base cobalto: **trianita** (Cu) y **skutterudita** (Fe y ni)

Blancos sólidos de Metal:He

 Se han utilizado blancos de Si:He (ICMSE-CSIC) para determinar la sección eficaz del proceso inelástico ⁴He(p,p)⁴He



Siguiendo esta línea se proponen la utilización de blancos autosoportados de este tipo de materiales M:He (M=Si, Cu) como blanco "sólido" de He en experimentos de cinemática inversa.

	Si:He		Cu:He	
Incident ion	Signals	Energy (keV)	Signals	Energy (keV)
Li 2 MeV	Scattering in Si	1870	Scattering in Cu	1941
	Scattering in He	1055	Scattering in He	1055
	Si recoiled	959	Cu recoiled	537
	He recoiled	1387	He recoiled	1387

Desarrollo de detectores FILD para reactores de fusión



EUROfusion contract

En el marco de EUROfusion (H2020) el CNA es el responsable del diseño, construcción y caracterización de los detectores FILD de los tokamaks ASDEX Upgrade (Instituto Max-Planck para física del plasma) y MAST-U (Culham Center Fusion Energy)





M. Garcia-Munoz, J. Garcia-Lopez, J. Ayllon, M. C. Jimenez-Ramos, M. Rodriguez-Ramos, L. Sanchis-Sanchez, J. Galdon (CNA) J. M. Carmona, I. Sard, J. M. Nuñez (AVS - Scientifica)

Determinación del rendimiento absoluto y estudio de la degradación de centelleadores que forman parte de los detectores de iones rápidos utilizados en reactores de fusión (M.C. Jiménez Ramos et al., NIMB, aceptado para su publicación)



Mª Carmen Jiménez-Ramos, Javier García López, Manuel García Muñoz, Mauricio Rodríguez-Ramos y Maribel Carmona

Estudios radiobiológicos con protones de energía entre 3 y 4 MeV.

Colaboración CNA - Univ. Sevilla - Univ. Granada - GSI.

Tras adaptar convenientemente la línea de Física Nuclear Básica hemos realizado, en Dic. 2013, las primeras irradiaciones de cultivos celulares con diferentes dosis de protones, acelerados en el tándem de 3 MV. Posteriormente se va a determinar el efecto biológico (daño) producido en las células de cada cultivo.



LÍNEA DE NEUTRONES en el CNA: astrofísica y neutrones rápidos: Collaboration LNL (Legnaro), nTOF (CERN)



Los protones configurados energéticamente a una guassiana (1860 keV y FWHM=162 keV) inciden sobre un blanco de Li, con este método la reacciónla reacción ⁷Li(p,n) produce neutrones estelares.

El Li debe de ser refrigerado y a la vez se debe evitar el paso de los neutrones por agua,

La medida de la MACS del ¹⁸¹Ta(n, γ) a kT=30 keV en el CNA ha mostrado que el ¹⁸¹Hf (t_{1/2}=42 d en la Tierra pero de ~1d en estrellas AGB) podría contribuir a la formación del ¹⁸¹Ta en el Sistema Solar. (*)

Actualmente estamos caracterizando el espectro de neutrones rápidos generados con la reacción deuterio-deuterio mediante la técnica de la partícula de retroceso.

Estamos trabajando con un blanco de TiD₂, PIPS para detectar las partículas cargadas (d, ³He, p y ³H) de las reacciones D(d,n)³He y D(d,p)³H.

Para los neutrones usamos un detector de ⁶Li-glass con moderación de polietileno.





Beam tracking detectors tests at CNA: Collaboration GANIL, FAIR

Experimental set-up:



Beam: ⁵⁸Ni @ 36 MeV and 200 pA



Amplitude comparison between beam and FF source





Radiation hardness: Motivation

 Study of radiation effects in semiconductor electronics and detectors is fundamental to evaluate the lifetime and performance deterioration of devices working in high radiation environments like nuclear reactors, high energy physics experiments and outer space



 After 50 years of research in the field, there are still significant gaps in the understanding of what types of defects are formed, how they can be detected and their effects on electrical and structural properties. IAEA Coordinate Research Programme (CRP) F11016 (2011-2015) "Utilization of <u>ion accelerators</u> for studying and modeling of <u>radiation induced defects</u> in <u>semiconductors</u> and <u>insulators</u>"





Ion Beam Induced Current (IBIC) technique







Results: p-type Si







Results: n-type Si







100 x 100 µm² IBIC mappings with 800 keV Li; C.R.≈ 100-200 Hz







3D cylindrical Si microdosimeters (Grupo de Detectores, Instituto de Microelectrónica de Barcelona)





SEM image of an array of microdosimeters with 200 μ m pitch.

IBIC map of 10x10 unit cells sensor (2 mm x 2 mm area)



IBIC map of a single unit cells (40 μm x 40 μm scan) and corresponding XY profiles





CNA relevance for the HEP community

- RD50: Radiation hard semiconductor devices for very high luminosity colliders. <u>http://</u> <u>rd50.web.cern.ch/rd50/</u>
- CERN- inspired collaboration of 50 institutes (Incl. IMB, UB, Cantabria, Valencia)
- CNA can provide expertise in irradiation of aerospace components.
- CNA can provide expertise in IBIC.
- CNA applied to join as an observer

Final remarks

- CNA is a cross disciplinary accelerator research centre, and a users facility (ICTS).
- CNA has sinergies and collaborations with large international facilities (GANIL, CERN, LNL, GSI)
- CNA identifies detector development and irradiation as two of its five strategic objectives.
- CNA will participate in RD50 to increase its usefulness for the HEP community.
- CNA can contribute to the scientific and technological return of the spanish participation on large international facilities, such as CERN.

CNA as a research centre: Memoria CNA 2013-2014

Resumen	2011-2012	2013-2014
Patentes	1	1
Proyectos financiados	26	30
Artículos ISI	75	65
Congresos	89	111
Tesis	4	5
Doctores en plantilla	13	14