

RADIACIONES IONIZANTES EN EL CAMPO DE LA MEDICINA

Miguel Embid Segura

Director del LMRI-CIEMAT

LMRI-CIEMAT: Laboratorio nacional de referencia de Metrología de radiaciones ionizantes

20 de mayo de 2021



Día Mundial de la Metrología
Metrología y salud, un binomio de garantía para la
calidad de vida
 10º Seminario Intercongresos

RADIACIONES IONIZANTES EN EL CAMPO DE LA MEDICINA

ÍNDICE

- ▶ RADIACIONES IONIZANTES Y MEDICINA
- ▶ LABORATORIO DE METROLOGÍA DE RADIACIONES IONIZANTES
- ▶ HOJA DE RUTA DE I+D+i PARA LOS PRÓXIMOS AÑOS



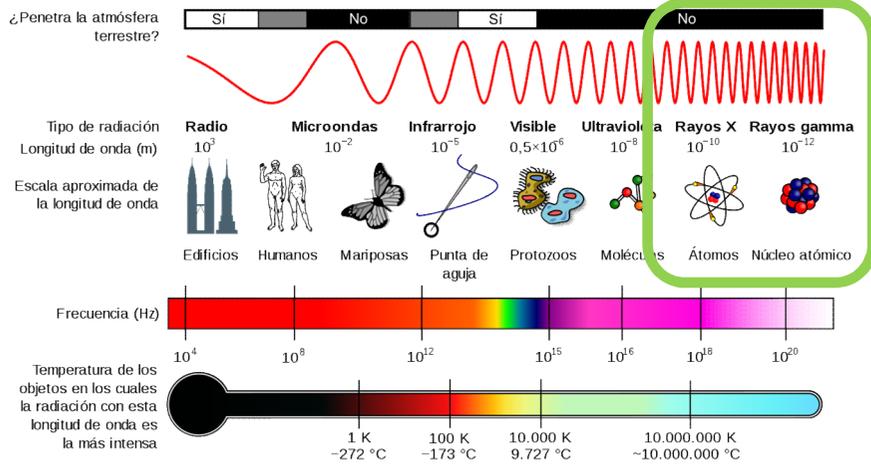
Miguel Embid Segura



Día Mundial de la Metrología
Metrología y salud, un binomio de garantía
para la calidad de vida
10º Seminario Intercongresos

¿QUÉ SON LAS RADIACIONES IONIZANTES?

Radiación **electromagnética** o **corpúscular** capaz de ionizar la materia



- Hadrones: protones y neutrones
- Iones (carbón, nitrógeno, hierro, etc)

RADIACIONES IONIZANTES DESDE EL PUNTO DE VISTA METROLÓGICO

- ➔ No se ven
- ➔ No se puede comparar con ningún artefacto de medida
- ➔ No es tangible
- ➔ Sus magnitudes (que son varias) se clasifican dependiendo de su Interacción con la materia (directa o indirecta)
- ➔ Sus unidades dependen de la energía depositada, partículas que pasan por un área, distribución, etc.

Categoría de magnitudes

- **Radiometría**, Se refiere a un campo de radiación. Tales son, cantidad (fluencia de partículas) y calidad (distribución espectral) de un haz de radiación.
- **Coeficientes de interacción** (atenuación, absorción, etc.). Trata con magnitudes asociadas a la interacción de la radiación con la materia. Por ejemplo los factores de conversión de fluencia a dosis.
- **Dosimetría**, Energía absorbida y de su distribución. Se correlaciona con los efectos reales o potenciales de la radiación. Dosis absorbida.
- **Radiactividad**, Es el campo de radiación producido por las sustancias radiactivas.
- **Radioprotección**, Efecto biológico. Dos tipos: protección y operacionales



RADIACIONES IONIZANTES EN EL CAMPO DE LA MEDICINA

¿DÓNDE HAY RADIACIONES IONIZANTES EN EL CAMPO DE LA MEDICINA?

Radioterapia

Tratamientos oncológicos (eliminación, limpieza, reducción)

Radiodiagnóstico

Oncología, traumas, dentales, seguimiento, observación, I+D,

Medicina Nuclear

Oncología, seguimiento, I+D,

Otras áreas a tener en cuenta

Producción de radiofármacos, Radioprotección, Simuladores, Planificadores, calibraciones, etc



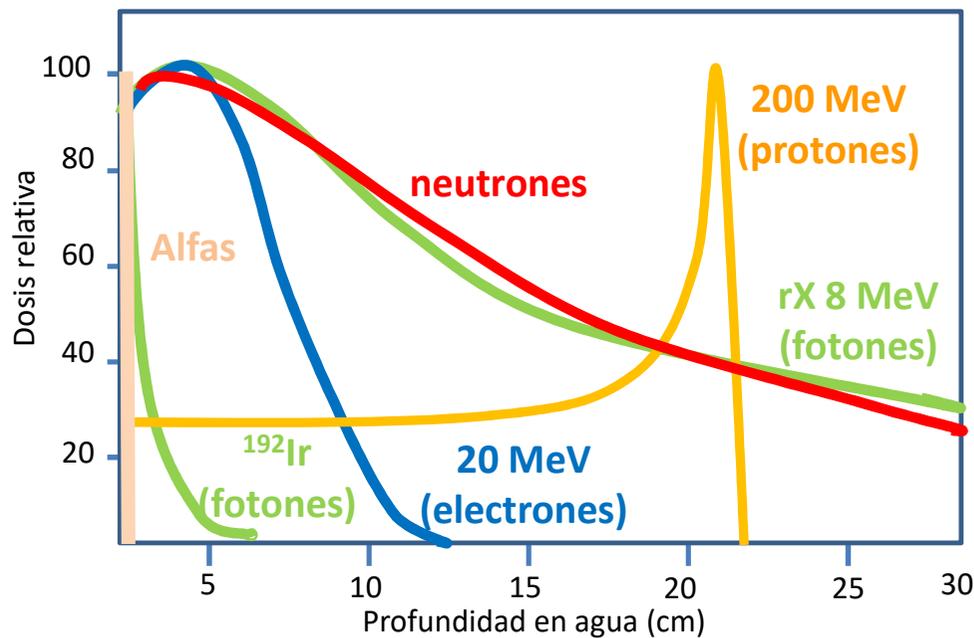
Radioterapia

- Radiodiagnóstico
- Medicina Nuclear
- Otras áreas a tener en cuenta

Objetivos:

- Curar o reducir el tamaño de un cáncer en etapa temprana
- Evitar que el cáncer regrese (recurra) en otro sitio
- Tratar los síntomas causados por el cáncer avanzado
- Tratar el cáncer que ha regresado (recurrencia)

Clasificación por el tipo de partículas



- Fotones**
 - Cobaltoterapia (^{60}Co)
 - Tomoterapia
 - Aceleradores lineales con fotones (LINAC normales, IMRT, IGRT, CyberKnife, VMAT, 3D-CRT)
 - Braquiterapia (gamma, electrones, electrónica rX)
- Electrones**
 - Aceleradores lineales con electrones
 - Braquiterapia (gamma, electrones, electrónica rX)
- Hadrones** — Hadronterapia (protones, hadrones, iones)
- Neutrones** — Terapia de captura neutrónica del Boro
- Alfas** — Fuentes alfa



Miguel Embid Segura



Día Mundial de la Metrología
 Metrología y salud, un binomio de garantía
 para la calidad de vida
 10º Seminario Intercongresos

Radiodiagnóstico

Radioterapia

Medicina Nuclear

Otras áreas a tener en cuenta

Objetivos:

- Generar imágenes del interior de cuerpo
- No invasiva
- Tratamiento de patologías

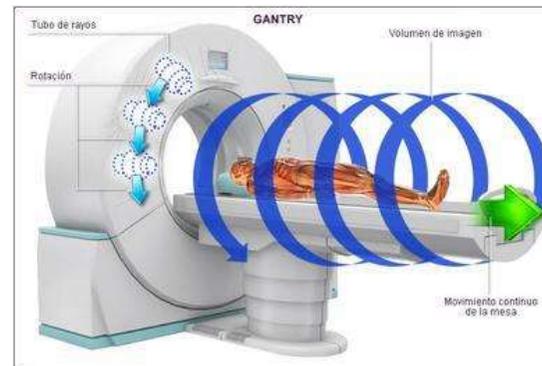
RADIOGRAFÍAS



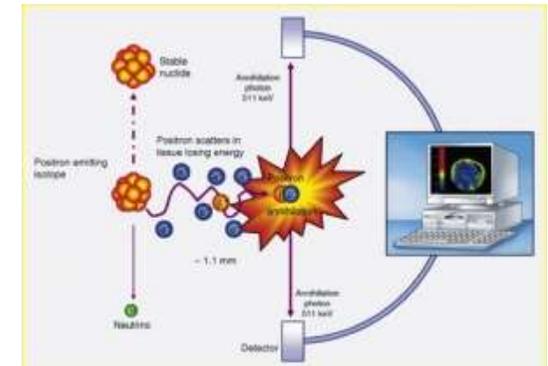
FLUOROSCOPIA



TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTERIZADA



TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES

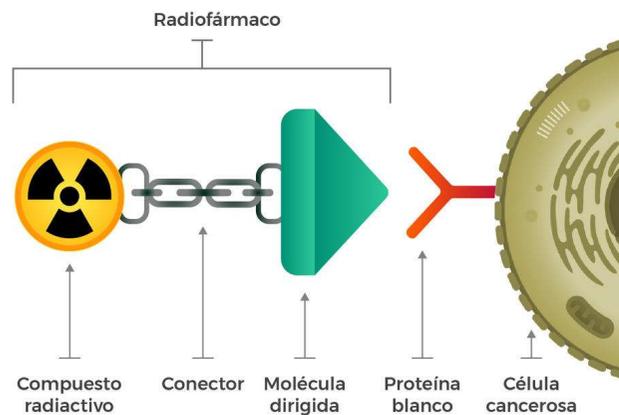


Medicina Nuclear

Radioterapia
Radiodiagnóstico
Otras áreas a tener en cuenta

Objetivos:

- Uso de radiotrazadores o radiofármacos
- Para diagnóstico
- Tratamiento de enfermedades
- Uso de un detector para ver la emisión de fotones con un gammógrafo
- Calibración de activímetros para cálculo de la actividad dekl radiofármaco

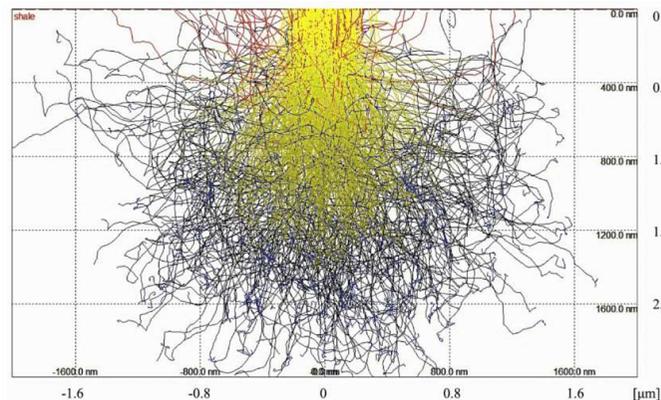


Otras áreas a tener en cuenta

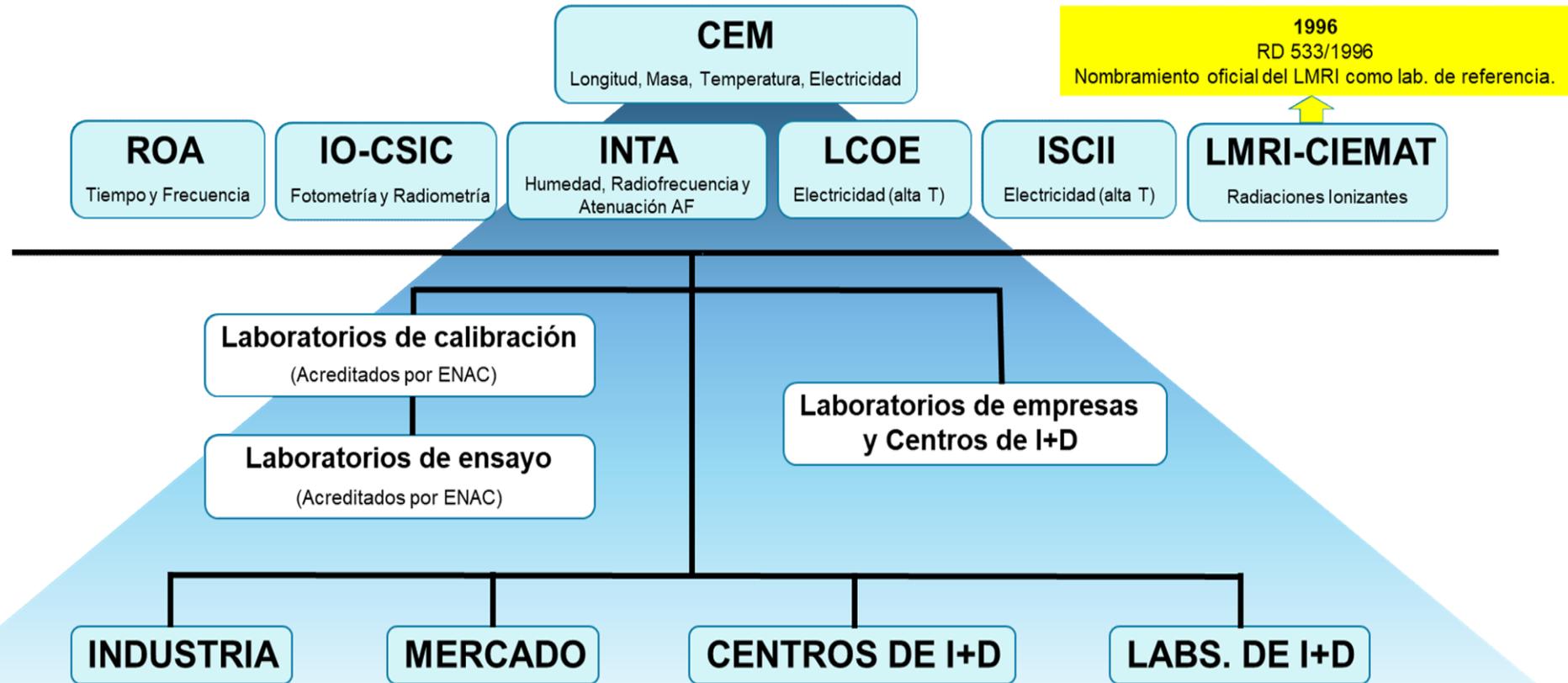
Radioterapia
Radiodiagnóstico
Medicina Nuclear

- Simuladores
- Planificadores
- Caracterización de áreas
- Protección Radiológica
- Producción de radiosótopos
- Ciclotrones ^{18}F
- Generadores

- ✓ Conocer la dosis real
- ✓ Protección Radiológica medioambiental y personal
- ✓ Activación neutrónica de materiales
- ✓ Simulación MC y experimentación
- ✓ Calibración y verificación de equipos



Infraestructura Metrológica en España



LABORATORIO DE METROLOGÍA DE RADIACIONES IONIZANTES DEL CIEMAT

- Establecer, mantener y diseminar en nombre del Estado, según Real Decreto 533/1996 (BOE nº 77), los **Patrones Nacionales de las unidades SI de Actividad (becquerel), Exposición (coulomb.kg-1), Kerma (gray) y Dosis Absorbida (gray)**, definidos en la Orden del MOPTMA de 11 de abril de 1996 (BOE nº 99) en calidad de Laboratorio Asociado al Centro Español de Metrología ([CEM](#)) en el campo de las radiaciones ionizantes. Próximamente se añade al BOE la unidad de **Fluencia neutrónica (n/cm²)**.
- Asumir la **representación nacional en el campo de la metrología de las radiaciones ionizantes** ante organismos internacionales, como el Comité International des Poids et Mésures (CIPM), Comité Consultivo sobre Radiaciones Ionizantes ([CCRI](#)), el Bureau International des Poids et Mésures ([BIPM](#)), el International Committee for Radionuclide Metrology ([ICRM](#)), European Collaboration of National Metrology Institutes ([EURAMET](#)) y otros.
- Asegurar la **trazabilidad internacional** de los Patrones Nacionales para radiaciones ionizantes mediante cumplimiento de los requisitos del "Mutual Recognition Arrangement of the National Institutes of Metrology" ([MRA](#)), promovido por el Comité International des Poids et Mésures desde 1999, estableciendo un Sistema de Calidad ISO 17025 y participando en las Intercomparaciones Clave del CIPM/BIPM, en las suplementarias de EURAMET y en el "Système International de Référence" (SIR) del BIPM.

CCRI (I)
Patrones Dosimétricos

CCRI (II)
Radionucleidos

CCRI (III)
Neutrones



Miguel Embid Segura



Día Mundial de la Metrología
Metrología y salud, un binomio de garantía
para la calidad de vida
10º Seminario Intercongresos

LABORATORIO DE METROLOGÍA DE RADIACIONES IONIZANTES DEL CIEMAT

Patrones Dosimétricos

Radiación gamma en niveles de protección (^{137}Cs , ^{60}Co)

Rayos X en niveles de protección
(Calidades N, L, W, H, RQR, RQA, RQT y RQC)

Radiación gamma en niveles de terapia (^{60}Co)

Radiación beta en niveles de protección ($^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, ^{85}Kr , ^{147}Pm)

Radionucleidos

Patrones Alfa

Centelleo líquido

Espectrometría gamma,
Monitores de contaminación y
Medidas por coincidencia

Gases radiactivos (Radón)

Neutrones

^{252}Cf , $^{241}\text{Am}/\text{Be}$

Caracterización de áreas

Esfera de agua pesada

Baño de manganeso (actividad)

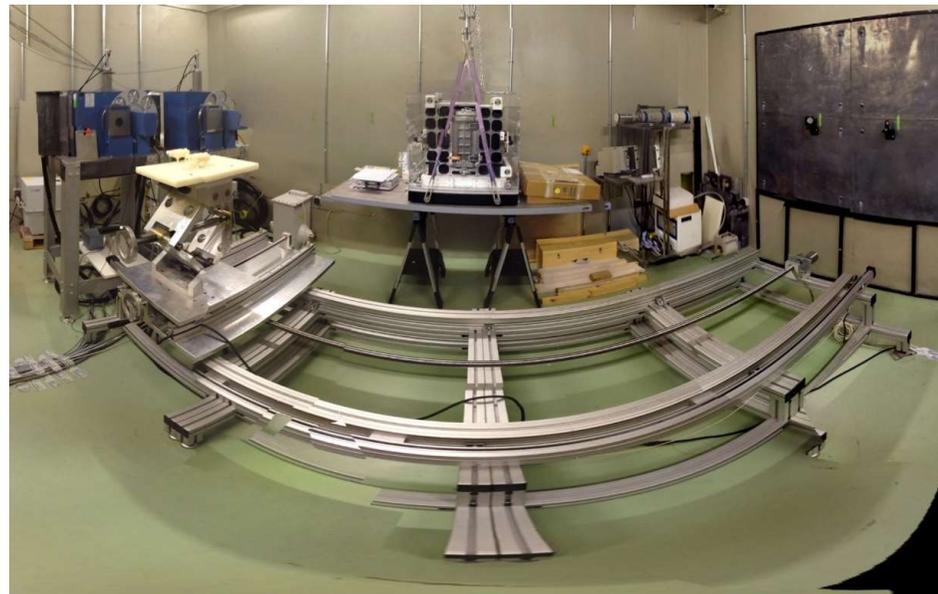
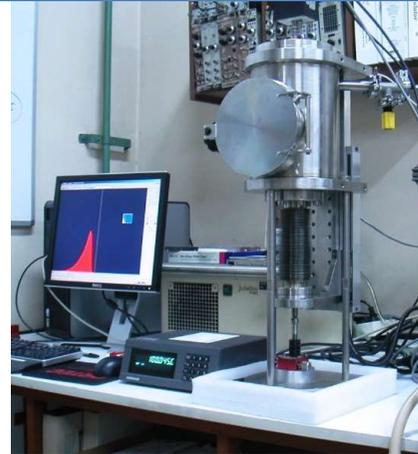
Celda caliente para manipulación de
Fuentes neutrónicas

Pila térmica

Uso de fuentes monoenergéticas
De otras unidades del CIEMAT



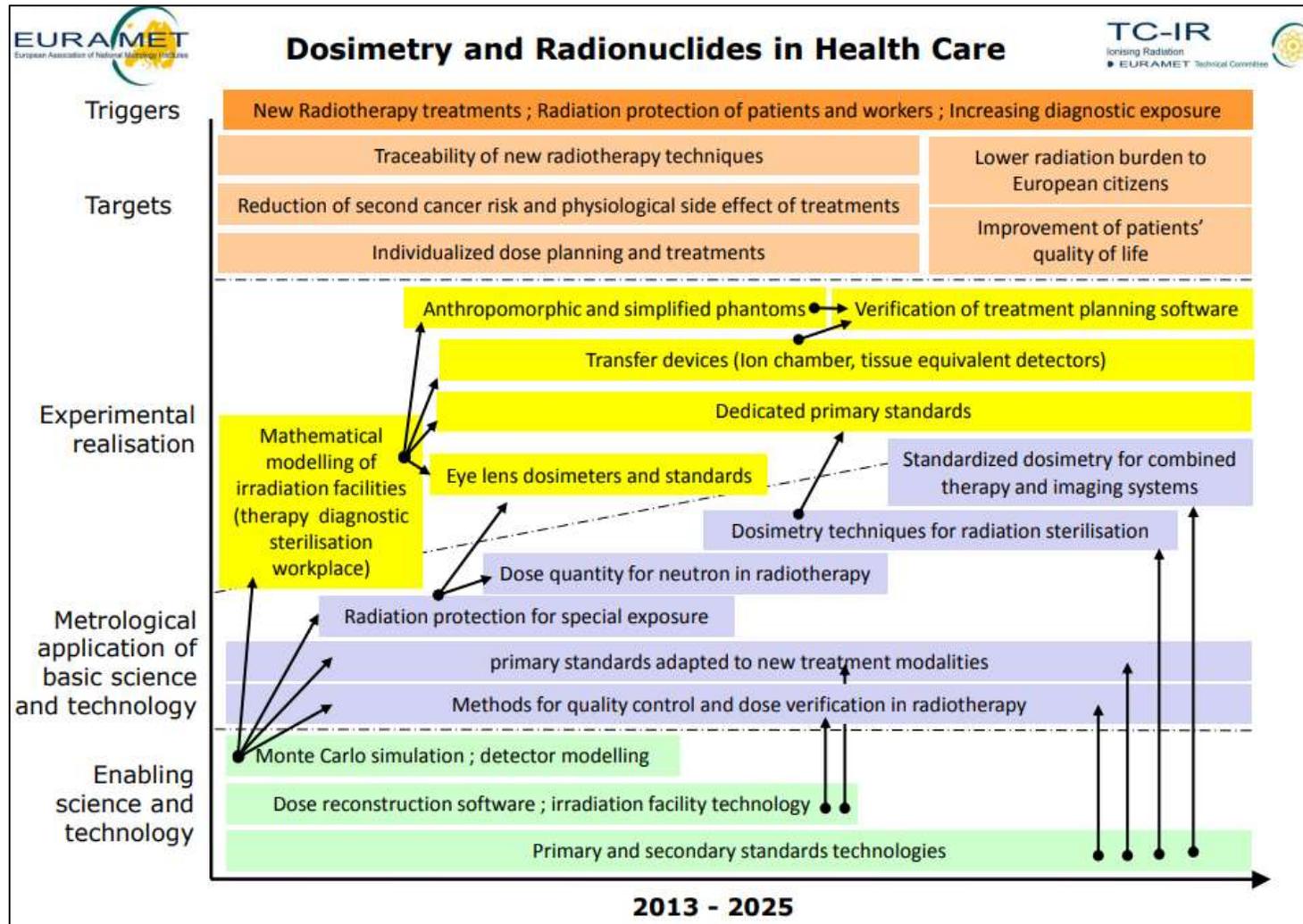
METROLOGÍA DE RADIACIONES IONIZANTES DEL CIEMAT



Miguel Embid Segura



Día Mundial de la Metrología
Metrología y salud, un binomio de garantía
para la calidad de vida
10º Seminario Intercongresos



Miguel.Embido@Ciemat.es

<http://rdgroups.ciemat.es/web/Imri>

913466362 / 91346772

