

# PROYECTO MEYER

## HACIA UN PROTOCOLO NACIONAL PARA LA MEDIDA DE I-131 EN TIROIDES DE LA POBLACIÓN EXPUESTA EN EMERGENCIAS.

• **J.F. Navarro<sup>1</sup>**, B. Pérez<sup>1</sup>, M<sup>a</sup>. A. López<sup>1</sup>, S. Pereira,<sup>2</sup> J. Ruiz<sup>3</sup>, I.Sierra<sup>1</sup>, D. Rueda<sup>2</sup>, I.Villanueva<sup>2</sup>

- <sup>1</sup> CIEMAT Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Madrid (España).
- <sup>2</sup> CSN Consejo de Seguridad Nuclear(España)
- <sup>3</sup> Westinghouse Electric Company (España)



## INDICE

- Proyecto MEYER: Introducción y objetivos.
- Desarrollo del Proyecto.
- FASE I: Campaña de intercalibración.
- FASE II: Campaña de intercomparación. Calibración y verificación de calibraciones.
- EJEMPLOS: Análisis comparativo resultados por categorías.
- FASE III: Presentación de resultados y diseminación



## PROYECTO MEYER I+D+i: CIEMAT-CSN-TECNATOM

- ORIGEN: La necesidad de cuantificar la incorporación de I-131 en el tiroides de la **población expuesta** en emergencias nucleares o radiológicas.
  - Se necesita proveer de una mayor infraestructura a nivel nacional para realizar un “rápido cribado” de los individuos expuestos (nivel de contaminación interna) con el fin de establecer contramedidas en la fase temprana de la emergencia.
  - El apoyo de instituciones (Hospitales, UTPRs , UME,...) con equipos debidamente calibrados y con un protocolo de actuación adecuado para medidas de screening, evitaría la saturación de los servicios de dosimetría interna autorizados en escenarios con un gran número de individuos expuestos.



### Proyecto MEYER I+D+i –Convenio I+D CSN – CIEMAT - TECNATOM

**Origen:** Plataforma Nacional de I+D Protección Radiológica (PEPRI)

**Duración:** 30 meses + 6 meses prórroga. ( diciembre 2021 – diciembre 2024)

#### OBJETIVOS

Elaborar un protocolo a nivel nacional para la medida in vivo de I-131 en tiroides en población expuesta en situaciones de emergencia radiológica o nuclear).

- Adaptación de las capacidades nacionales para el rápido cribado de la población expuesta mediante equipos espectrométricos y no espectrométricos.
  - Mejora de la capacidad de respuesta a emergencias nucleares o radiológicas, contribuyendo a la seguridad del público en este tipo de situaciones.

## PROYECTO MEYER I+D+i: CIEMAT-CSN-TECNATOM

Proyecto MEYER – Hacia un protocolo nacional para la medida de  $^{131}\text{I}$  en tiroides en población expuesta en situación de emergencia radiológica o nuclear.

### Equipo investigador

#### CIEMAT – Dosimetría Interna

**IP:** María Antonia López Ponte: *Coordinación del proyecto*

Juan Francisco Navarro Amaro.

Begoña Pérez López.

Inmaculada Sierra Bercedo.

#### CSN, Madrid - Subdirección de Protección Radiológica Operacional

Susana Pereira Cuesta: *Supervisión del proyecto*

Dolores Rueda Guerrero

*Isabel Villanueva*

#### TECNATOM – Protección Radiológica y Dosimetría

Jesús Ruiz González. Co-coordinación del proyecto

Javier Tenajas Polo



## DESARROLLO DEL PROYECTO

### FASE I

Procedimiento de calibración de equipos y campaña de intercalibración



### FASE II

Campaña de intercomparación: calibración y validación



FASE III: Presentación de resultados y diseminación

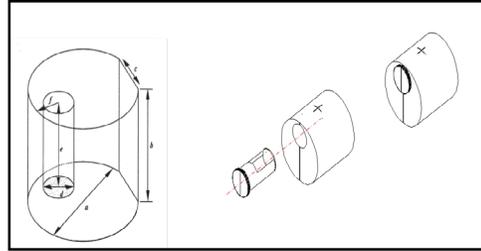
- ✓ Fabricación de maniqués tiroideos (niños y adultos).
- ✓ Selección de **entidades colaboradoras** con amplia experiencia en calibración y medida con equipos de medida.
- ✓ Inventario de equipos de medida para su calibración.
- ✓ Definición de protocolo de calibración para equipos espectrométricos y no espectrométricos.
- ✓ Campaña de intercalibración entre entidades colaboradoras, CIEMAT y TECNATOM. (análisis de resultados).

- ✓ Selección de instituciones que puedan ejercer labores de apoyo en la fase temprana de la emergencia (UME, hospitales, CC NN, UTPRs,...).
- ✓ Protocolo de calibración y validación de las calibraciones mediante fuentes radiactivas de actividad desconocida.
- ✓ Campaña de intercomparación. Análisis de resultados.
- ✓ Elaboración de un protocolo nacional de calibración y medida in vivo de I-131 en tiroides.

- ✓ Informe final.
- ✓ Presentación y publicación de resultados.

# FASE I. CAMPAÑA DE INTERCALIBRACION. Maniqués tiroideos.

Maniqués cuello-tiroides (CIEMAT) : adulto, niños de 10 años, 5 años y 1 año.



**Radiation Protection Dosimetry**

Issues Advance articles Submit Purchase Alerts About

**JOURNAL ARTICLE**

**METHODOLOGY AT CIEMAT WHOLE BODY COUNTER FOR IN VIVO MONITORING OF RADIOIODINE IN THE THYROID OF EXPOSED POPULATION IN CASE OF NUCLEAR EMERGENCY**

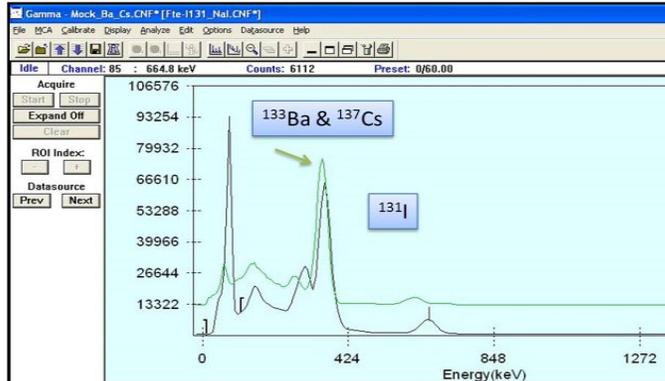
Volume 182, Issue 2  
December 2018

Get access >

B Pérez López, J F Navarro, M A López

Radiation Protection Dosimetry, Volume 182, Issue 2, December 2018, Pages 171–176,  
<https://doi.org/10.1093/rpd/ncy045>  
Published: 23 March 2018 Article history >

**Ba-133 y Cs-137 (simulador de I-131).**



<sup>131</sup> I (8.01 d)		<sup>133</sup> Ba (10.51 y)		<sup>137</sup> Cs (30.07 y)	
E (keV)	Ie (%)	E (keV)	Ie (%)	E (keV)	Ie (%)
80.2	2.6	80.1	34.1		
284.3	6.1	276.4	7.2		
364.5	81.7	356.0	62.1		
637.0	7.1	383.8	8.9	661.7	85.1

**Viales simuladores de tiroides (ICRP 89)**

	1 año	5 años	10 años	Adulto
Masa (mg)	1.8	3.4	7.9	20
Vol (mL)	1.7	3.2	7.52	19.05



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES

**Ciemat**  
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

**tecnaTom**

**CSN** CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

**Proyecto MEYER**

HACIA UN PROTOCOLO NACIONAL PARA LA EVALUACIÓN DEL I-131 EN POBLACIÓN EXPUESTA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA RADIOLÓGICA O NUCLEAR\*

CONVENIO CSN - CIEMAT - TECNATOM

Maniqués de cuello-tiroides para calibración de radiómetros en tiroides en población expuesta internamente a radiaciones ionizantes

Begoña Pérez López, Inmaculada Sierra Bercedo, Juan Francisco Navarro Amaro

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

## FASE I. CAMPAÑA DE INTERCALIBRACION. 7 laboratorios (20 equipos de medida).

ENTIDAD COLABORADORA	TIPO DE EQUIPO DE MEDIDA	MARCA, MODELO DEL EQUIPO DE MEDIDA
Universidad del País Vasco (Bilbao) R. Idoeta, M. Herranz, N. Alegría.	Radiómetro convencional	CANBERRA, Babyline 81 Portable Gamma and X-ray Doserate Meter/Dosimeter
	Radiómetro convencional	FLUKE, 451P-DE-SI
	Espectrómetro portátil	MIRION, LaBr-1.5*1.5
Hospital Universitari i Politècnic La Fe (Valencia) I. Torres, J. I. Villaescusa, J. M. Campayo.	Gammacámara	Philips, Bright View XCT 1
	Gammacámara	Philips, Bright View XCT 2
	Espectrómetro portátil	CAMBERRA, 802 Scintillation Detector
	Radiómetro convencional	ATOMTEX, AT1123
Universidad de Baleares. (Palma de Mallorca) L.Ferrer, A. Borrás, A. Oliver.	Radiómetro convencional	LAMSE, MS6020-R
	Radiómetro convencional	LAMSE, CT15
Universidad de Valencia (LARAM) Laboratorio de Radiactividad Ambiental J. Díaz, C. Roldán, M. Simeo.	Espectrómetro portátil	ORTEC, GEM 201900P
	Espectrómetro portátil	CANBERRA, 51B51/2M
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau (Barcelona) A. Ruiz, P. Carrasco, M. Barceló.	Gammacámara	PHILIPS, Bright View XCT
	Gammacámara	SIEMENS, Symbia Intevo Bold
	Radiómetro convencional	BERTHOLD, LB 124 ScintD
	Espectrómetro portátil	CAPINTEC, CAPTUS 2000
CIEMAT (Madrid) J.F.Navarro, B.Pérez	Contadores de Radiactividad Corporal	CANBERRA, Fastscan
	Contadores de Radiactividad Corporal	CANBERRA, Broad Energy Germanium
	Radiómetro convencional	BERTHOLD, LB 124 ScintD
TECNATOM (Madrid) E. García, J. Tenajas.	Contadores de Radiactividad Corporal	HELGESON, Quicky
	Contadores de Radiactividad Corporal	HELGESON, DIYS

## FASE I. Protocolo de Calibración.

### Equipos espectrométricos

### Geometría de calibración

- Maniquí cuello tiroides en posición vertical u horizontal (según procedimiento habitual)
- Geometría de calibración:  $d = 5 \text{ cm}$  ;  $d = 10 \text{ cm}$  (distancia detector-"maniquí tiroideo")
- Otras distancias según singularidad del dispositivo (indicación en protocolo)

### Equipos no espectrométricos

- Maniquí cuello tiroides en posición vertical.
- Ventana del equipo abierta. (monitores de contaminación)
- Geometría de calibración:  $d = 5 \text{ cm}$  ;  $d = 10 \text{ cm}$  (distancia detector-"maniquí tiroideo")
- Medida de fondo previa a medida de calibración. (resta de contribución ambiental)

### Gammacámaras

- Maniquí cuello tiroides en posición horizontal.
- Medidas sin colimador.
- Ventana de energía alrededor de 356 keV (principal emisión del Ba-133).
- Geometría de calibración:  $d = 10 \text{ cm}$  ;  $d = 15 \text{ cm}$  (distancia detector-"maniquí tiroideo")
- Medida de fondo previa a medida de calibración. (resta de contribución ambiental)



## FASE I. Protocolo de calibración.

### Cálculo de factores de calibración ( $E_f$ )

- Tiempo de medida  $t(s)$  en función de la estadística de contaje.
- Eficiencia se obtiene a partir del ratio entre el nº de cuentas netas (restando la contribución del fondo ambiental) dividido por el tiempo de medida “ $t(s)$ ”, y la actividad de la fuente de calibración corregida por decaimiento radiactivo a la fecha de la medida ( $A_{ref}$ ).
- Las incertidumbre se expresará con un factor de cobertura  $K=2$ .

$$E_f \left( \frac{c/s}{Bq} \right) = \frac{\text{cuentas}/t_{med}}{A_{ref}(Bq)} \quad (1) \text{ Equipos no espectrométricos. (Ba-133 \& Cs-137)}$$

$$E_f \left( \frac{c/s}{\gamma/s} \right) = \frac{\text{cuentas}/t_{med}}{A_{ref}(Bq) * I_e} \quad (2) \text{ Equipos espectrométricos y gammacámaras. (Ba-133)}$$



### Sensibilidad de detección (LD/AMD)

- Medidas con el maniquí cuello-tiroides y viales blanco en la misma geometría de calibración.
- Tiempos cortos para cribado rápido (situaciones de emergencia).
- Calculo de límite de detección (LD) o actividad mínima detectable (AMD) siguiendo el procedimiento característico implementado en el laboratorio.

$$AMD(Bq) = \frac{3 + 4,65 \times \sqrt{Bck}}{E_f \left( \frac{c/s}{Bq} \right) \times T_c(s)}$$

(Currie et al)



# FASE I. Analisis de resultados.

CIEMAT/DR/DPI/05/2023 Proyecto MEYER. Informe de resultados de calibración FASE I



CIEMAT/DR/DPI/05/2023

## Proyecto MEYER

HACIA UN PROTOCOLO NACIONAL PARA LA EVALUACIÓN DEL I-131 EN POBLACIÓN EXPUESTA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA RADIOLÓGICA O NUCLEAR\*  
CONVENIO CSN - CIEMAT - TECNATOM

### Informe de resultados de calibración: FASE I

Juan Francisco Navarro<sup>1</sup>, Begoña Pérez<sup>1</sup>, María Antonia López<sup>1</sup>, Estela García<sup>2</sup>, Susana Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CIEMAT - Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas. Avda. Complutense 40, 28040 Madrid.

<sup>2</sup> TECNATOM - Avda. Montes de Oca 1, 28703 San Sebastián de los Reyes

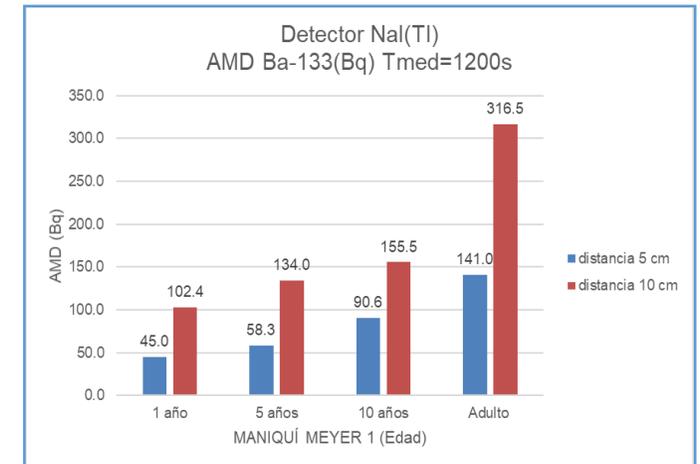
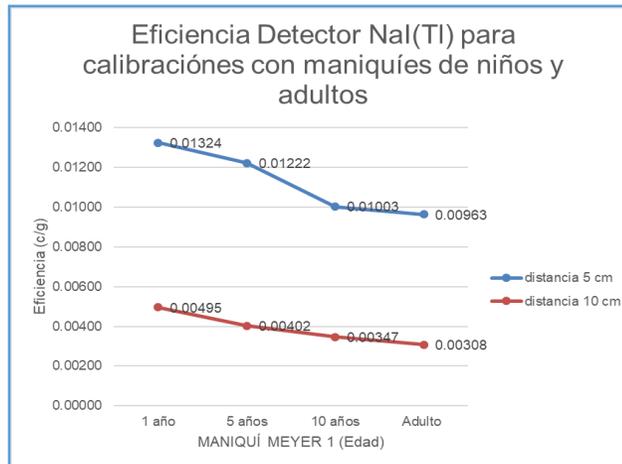
<sup>3</sup> CSN - Consejo de Seguridad Nuclear. Calle Pedro Justo Dorado Dellmans 11, 28040 Madrid

#### Entidades participantes en el ejercicio de calibración:

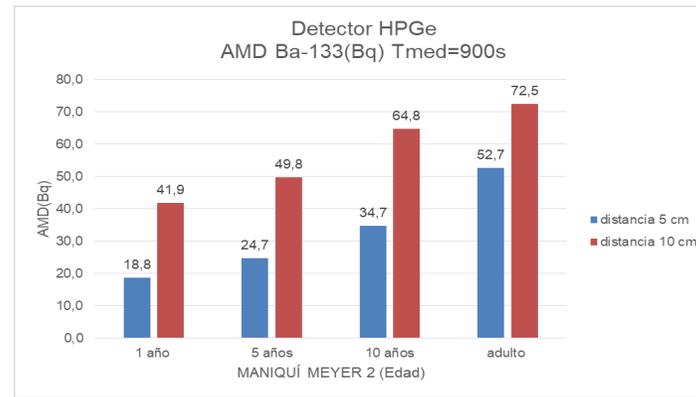
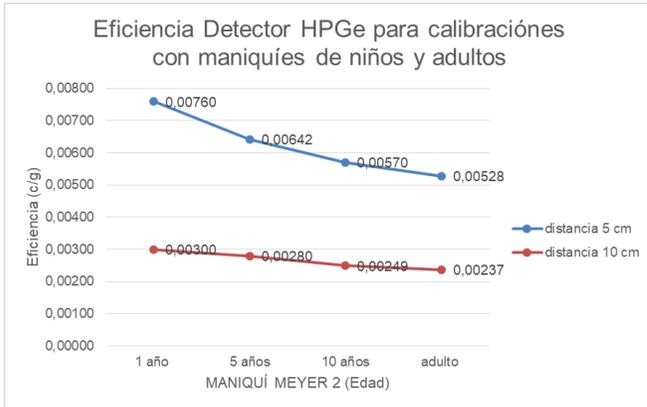
- CIEMAT, Madrid - J. Francisco Navarro, Begoña Pérez, Inmaculada Sierra
- TECNATOM, Madrid - Estela García
- HOSPITAL UNIVERSITARI I POLITECNICA LA FE, Valencia. Juan Ignacio Villaescusa, Juan Manuel Campayo, Irene Torres.
- HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU, Barcelona. Agustín Ruiz, Pablo Carrasco, Marta Barceló.
- UNIVERSIDAD DE BALEARES, Palma de Mallorca. Laura Ferrer, Antoni Borrás, Antoni Oliver.
- UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO, Bilbao. Raquel Idoeta, Margarita Herranz, Natalia Alegría
- UNIVERSIDAD DE VALENCIA, Laboratorio de Radiactividad Ambiental (LARAM). José Díaz, Clodoaldo Roldán, Mireia Simeó

## Análisis de resultados de eficiencia y sensibilidad de detección (LD/AMD) en las geometrías de calibración definidas en el protocolo.

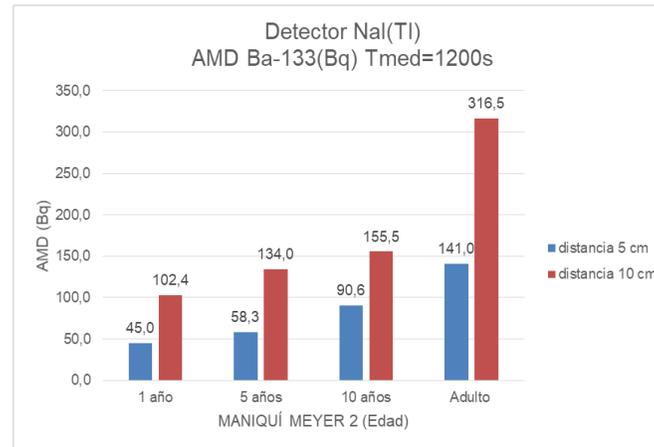
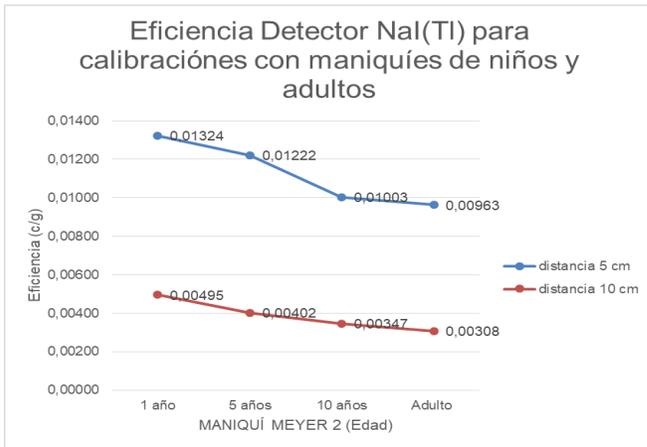
Identificación fuente (Maniquí)	Edad	Distancia	Tmedida	Eficiencia	Incertidumbre	LD/AMD
itinerario	Maniquí	cuello-detector(cm)	(segundos)	c/γ	2σ (%)	(Bq)
MEYER 1	1 año	5 cm	1200	0.01324	4%	45.0
MEYER 1	5 años	5 cm	1200	0.01222	4%	58.3
MEYER 1	10 años	5 cm	1200	0.01003	4%	90.6
MEYER 1	Adulto	5 cm	1200	0.00963	4%	141.0
MEYER 1	1 año	10 cm	1200	0.00495	4%	102.4
MEYER 1	5 años	10 cm	1200	0.00402	4%	134.0
MEYER 1	10 años	10 cm	1200	0.00347	4%	155.5
MEYER 1	Adulto	10 cm	1200	0.00308	4%	316.5



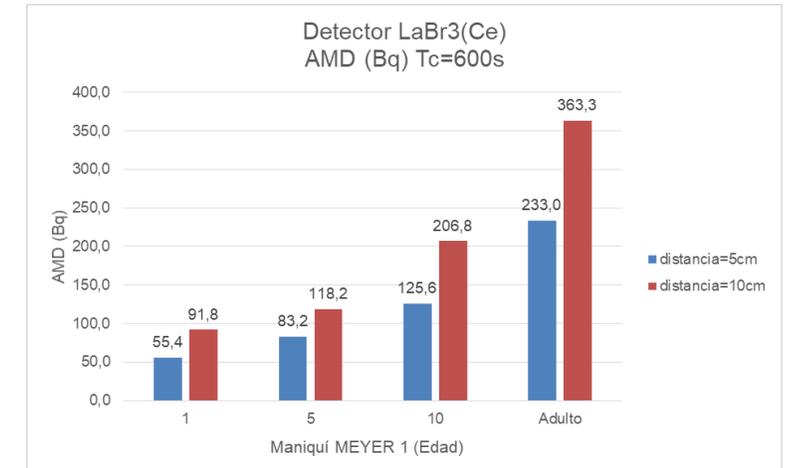
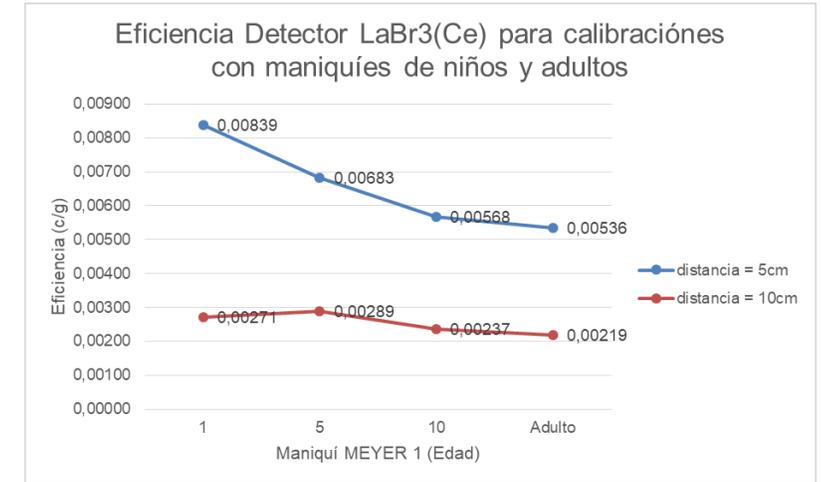
## Detector de germanio HPGe



## Detector de NaI(Tl)



## Detector LaBr3(Ce) + Osprey + Genie 2K



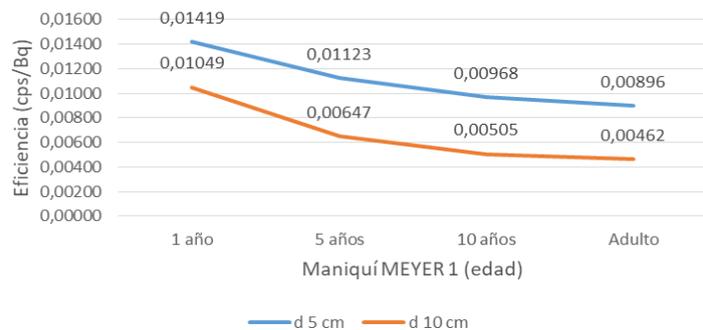
- Los valores de eficiencia de contaje disminuyen a medida que aumenta la edad del maniqué de calibración, (variaciones de hasta un 60 %)
- Este efecto es más acusado cuando la distancia detector-maniqué es corta (d=5 cm)
- Muy buena sensibilidad de detección.

## EJ. EQUIPOS NO ESPECTROMÉTRICOS

### Monitor Berthold LB 124



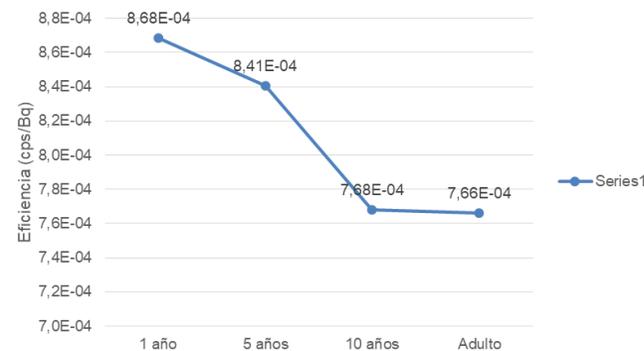
Eficiencia monitor Berthold LB 124 en función de la distancia (niños y adultos)



### Captador Capintec CAPTUS 2000



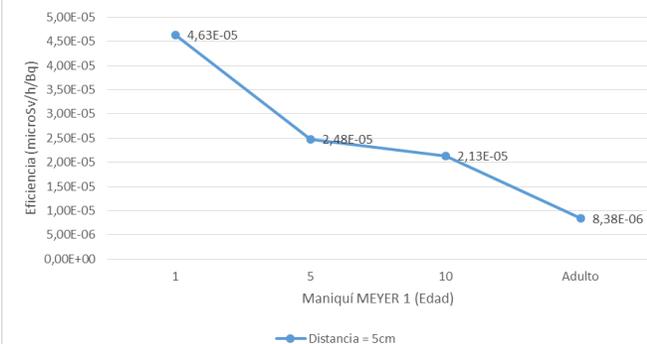
Eficiencia CAPTUS 2000 para calibraciones de cuello-tiroides de niños y adulto



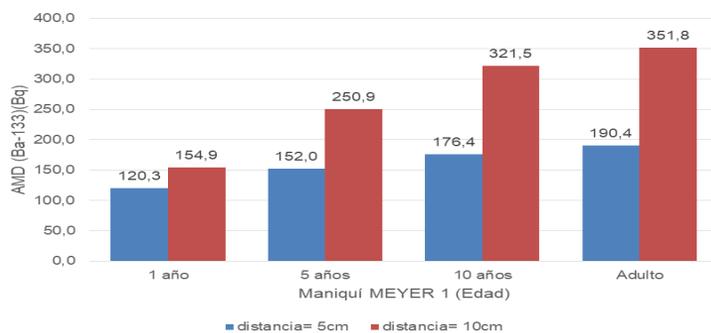
### Monitor Babyline 81 (Cannerra)



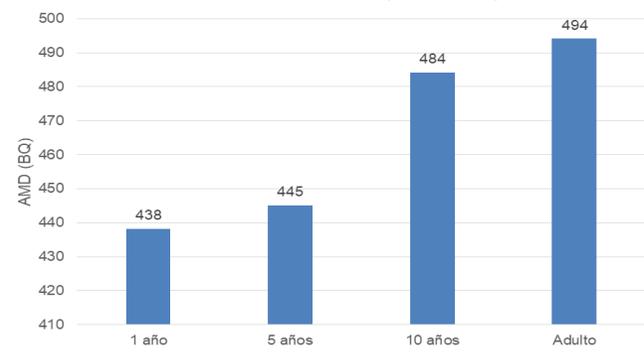
Eficiencia monitor Babyline 81 para calibraciones con maniquies de niños y adultos



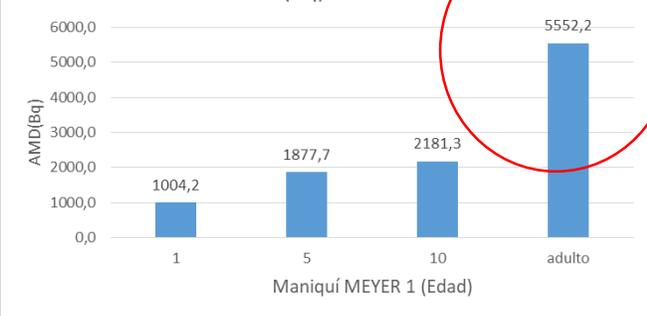
Monitor Berthold LB 124  
AMD. Tmed=120s



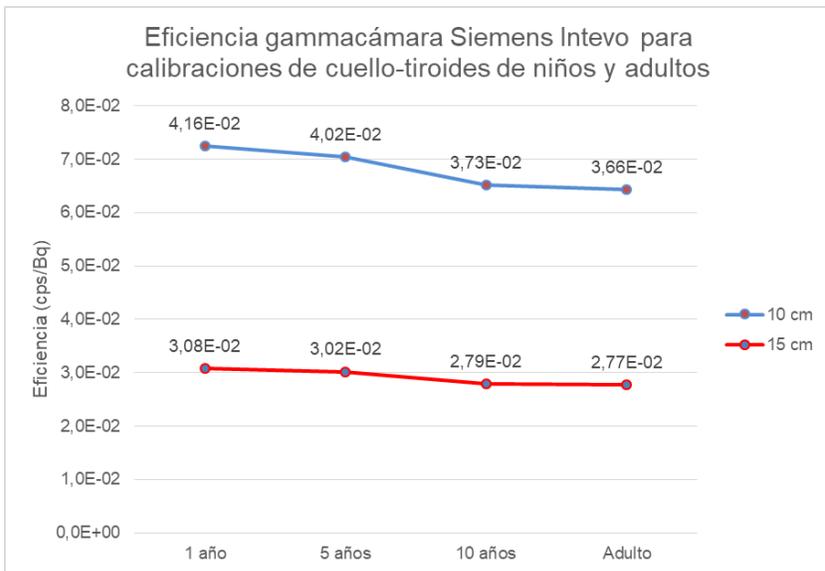
CAPTUS 2000. AMD (Tc= 300 s)



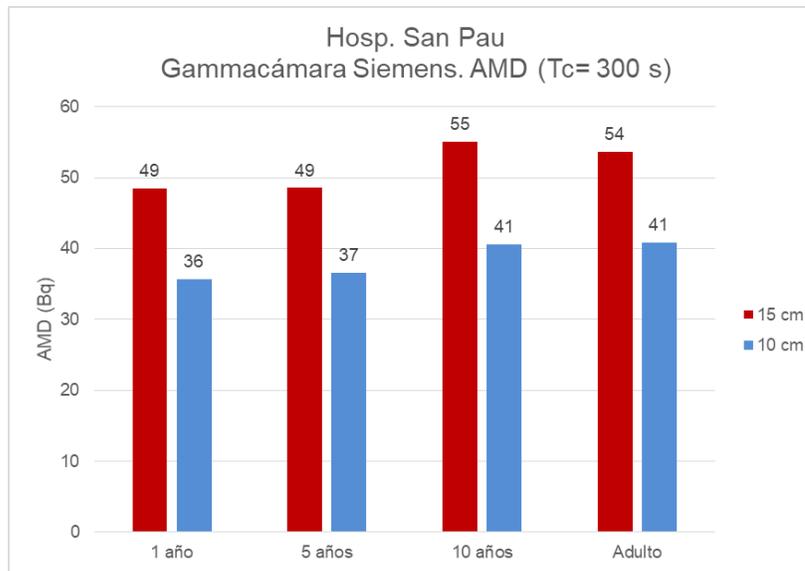
Monitor Babyline 81  
AMD (Bq) Tmed=60s



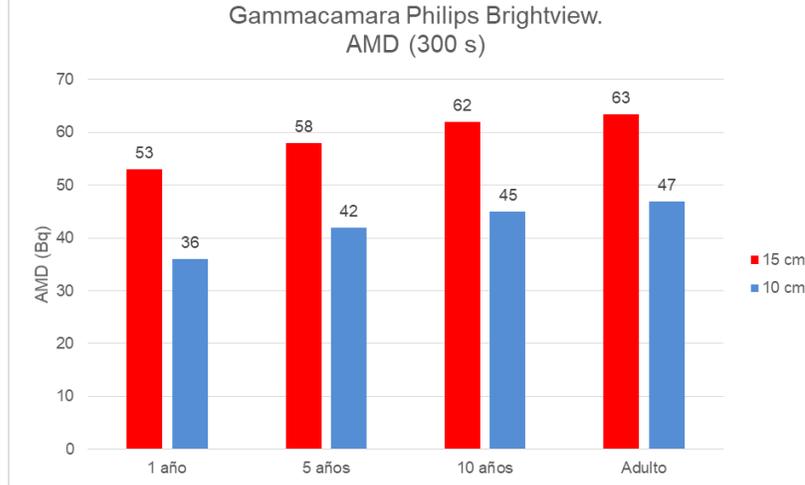
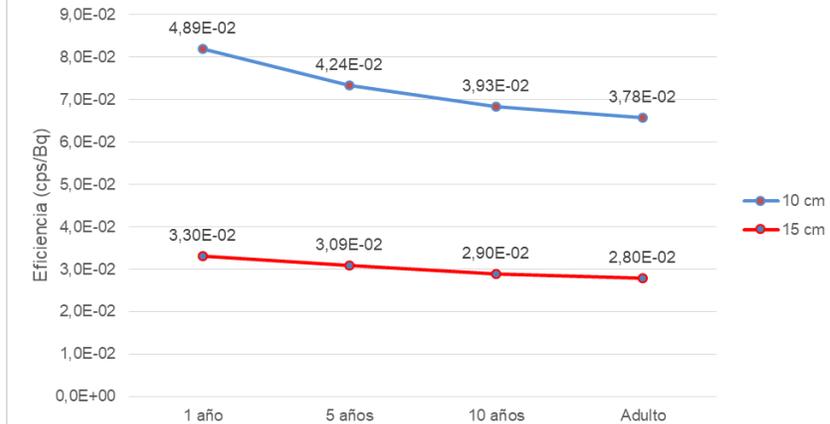
### Gammacámara Siemens Intevo



### Gammacámara Philips Bright View



### Eficiencia de gammacamara Philips Brightview para cuellos-tiroides de niños y adulto.



## CONCLUSIONES. FASE I

- En general y para la mayoría de equipos (equipos espectrométricos, gammacámaras y monitores de contaminación), los valores de eficiencia disminuyen a medida que aumenta la edad del individuo. Este efecto es más significativo en distancias cortas ( $d=5\text{ cm}$ ).
- El Límite de Detección (LD) o Actividad Mínima Detectable (AMD) disminuye al disminuir la edad del individuo.
- Los LD,AMD asociados a monitores de radiación **son mucho más altos** que los asociados a monitores de contaminación, gammacámaras y equipos espectrométricos.
- Las gammacámaras presentan una excelente sensibilidad de detección y muy buena precisión en la medida
  - Gammacámaras de los hospitales puede jugar un papel importante en la fase temprana de una emergencia en medidas de cribado.
    - Los resultados obtenidos en equipos de la misma naturaleza, pertenecientes a distintos centros participantes, son coherentes.
    - La percepción positiva de la población expuesta cuando es atendida en centros médicos.

Análisis resultados  
FASE I

Conclusiones y  
lecciones  
aprendidas FASE I.

INICIO FASE II

## FASE II. CAMPAÑA DE INTERCOMPARACIÓN. Calibración y verificación.

- **FASE II.** Campaña de intercomparación.
  - Selección de instituciones que puedan ejercer labores de apoyo en la fase temprana de la emergencia (UME, hospitales, CC NN, UTPRs,...)
    - Hospitales ; UTPRs; CC NN españolas; Unidad Miliar de Emergencias; Grupos radiológicos CSN.
  - Protocolo de calibración y verificación de las calibraciones mediante fuentes radiactivas de Actividad desconocida (test ciego).
  - Análisis de resultados. Conclusiones.
    - Elaboración de un protocolo nacional de calibración y medida in vivo de I-131 en tiroides.

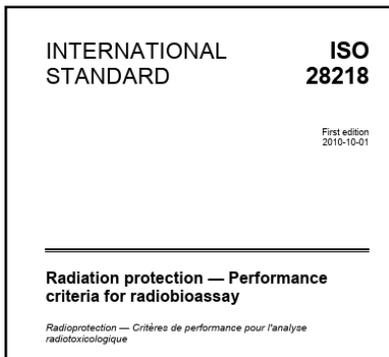
Se validan las calibraciones realizando **medidas de los maniqués con viales simuladores de tiroides** que contienen cantidades de actividad de **Ba-133 y Cs-137 desconocida**.

Maniquí 1	Referencia vial
Vial Adulto	V1_Adult
Niño 10 años	V1_10y
Niño 5 años	V1_5y
Niño 1 año	V1_1y
Maniquí 2	
Adulto	V2_Adult
Niño 10 años	V2_10y
Niño 5 años	V2_5y
Niño 1 año	V2_1y

$$\text{Bias (\%)} = 100 \times \frac{(A_{\text{med}} - A_{\text{med}}^{\text{ref}})}{A_{\text{med}}^{\text{ref}}}$$

$A_{\text{med}}(\text{Bq}) \sim$  Actividad medida

$A_{\text{med}}^{\text{ref}}(\text{Bq}) \sim$  decay actividad del patrón (fecha de medida)



Formato	Comentario
<b>Verde</b>	Si cumple la norma ISO 28218, es decir, si el Bias (Bri) (se encuentra dentro del intervalo (-25%, 50%).
<b>Rojo</b>	Si NO cumple la norma ISO 28218, es decir, si el Bias(Bri) se encuentra fuera del intervalo (-25%, 50%).

## FASE II. CAMPAÑA DE INTERCOMPARACIÓN. Instituciones y equipos.

21

ENTIDAD COLABORADORA	TIPO DE EQUIPO MEDIDA	MARCA, MODELO DEL EQUIPO DE MEDIDA
ACPRO	Monitor de contaminación	Berthold LB 122
	Espectrómetro portátil	Bicron 802-3
CENTRAL NUCLEAR ALMARAZ	Contador de Radiactividad Corporal	HELGESON, Quicky
CENTRAL NUCLEAR ASCÓ	Contador de Radiactividad Corporal	HSS Tipo DIYS
	Contador de Radiactividad Corporal	HELGESON, Quicky
CENTRAL NUCLEAR COFRENTES	Contador de Radiactividad Corporal	HELGESON, Quicky
SEDE CSN - EMERGENCIAS	Radiómetro convencional	THERMO EBERLINE/FH40
	Monitor con sonda de contaminación	Sonda SABG-100 acoplada a MIRION/RDS-31
	Espectrómetro portátil	MIRION TECHNOLOGIES/SPIR-Ace
CENTRAL NUCLEAR GAROÑA	Contador de Radiactividad Corporal	HELGESON, Quicky
GENERALITAT DE CATALUNYA	Contador de Radiactividad Corporal	HELGESON, DIYS
HOSPITAL U. INFANTA CRISTINA (BADAJOZ)	Gammacámara	GE NM/CT 870 DR
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE BURGOS	Captador tiroideo	Atomlab 950
	Gammacámara	Siemens Symbia T16
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA PRINCESA	Monitor de contaminación	Berthold LB124B
	Gammacámara	General Electric NM/CT 870 DR, SPECT-CT (NaI)
PROINSA	Monitor de contaminación	BERTHOLD/LB124 SCINT 300
	Monitor de contaminación	BERTHOLD/LB124 SCINT D
CENTRAL NUCLEAR VANDELLÓS II	Contador de Radiactividad Corporal	HELGESON, DIYS
	Contador de Radiactividad Corporal	HELGESON, Quicky
HOSPITAL UNIVERSITARIO LA PAZ (MADRID)	Gammacámara	General Electric / NM-CT 870 (n. s. DE6588186), SPECT (NaI)
	Monitor de contaminación	Berthold LB 124 (n. s. 10-11888)
	Monitor de contaminación	Berthold LB 124 (n. s. 10-12271)
	Gammacámara	General Electric / Discovery 670 DR (n. s. DE6588153), SPECT (NaI)

ENTIDAD COLABORADORA	TIPO DE EQUIPO MEDIDA	MARCA, MODELO DEL EQUIPO DE MEDIDA
CENTRAL NUCLEAR TRILLO	Radiómetro convencional	Thermo/ RADEYE GN
	Contador de Radiactividad Corporal	HELGESON, Quicky
UNIDAD MILITAR DE EMERGENCIAS (U.M.E.)	Radiómetro convencional	LAMSE/ MS6020RM N° serie: 19143
	Radiómetro convencional	LAMSE/ MS6020RM N° serie: 19157
	Radiómetro convencional	LAMSE/ MS6020RM N° serie: 19159
	Radiómetro convencional	LAMSE/ MS6020RM N° serie: 19169
	Radiómetro convencional	LAMSE/ MS6020RM N° serie: 19170
	Radiómetro convencional	LAMSE/ MS6020RM N° serie: 19171
	Radiómetro convencional	LAMSE/ MS6020RM N° serie: 19173
	Radiómetro convencional	LAMSE/ MS6020RM N° serie: 19179
	Radiómetro convencional	LAMSE/ MS6020RM N° serie: 19184
	Radiómetro convencional	LAMSE ERIS2-M/G N° serie: 53315
	Radiómetro convencional	LAMSE ERIS2-M/G N° serie: 53316
	Radiómetro convencional	LAMSE ERIS2-M/G N° serie: 53317
	Radiómetro convencional	LAMSE ERIS2-M/G N° serie: 53318
	Espectrómetro portátil	POLIMASTER 1401K SN/12965 Equipo nº: 1401K3140001
	Monitor de contaminación	Berthold LB 1210 B
	Monitor de contaminación	FAG Contamat FHT 111 M FH40
	Gammacámara	SPECT-TC GE Discovery 670
STERICYCLE CONSENUR	Monitor de contaminación	BERTHOLD/LB 123 (6357)
HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO DE SALAMANCA	Monitor de contaminación	Berthold LB UMO 123
	Gammacámara	Siemens Inveo Bold
ADQ TUV AUSTRIA IBERIA	Monitor de contaminación	Sonda LUDLUM 44 - 142
PENGUA	Espectrómetro portátil	MIRION TECHNOLOGIES/SPIR-Ace
	Monitor con sonda de contaminación	Sonda SABG-100 acoplada a MIRION/RDS-31
	Monitor con sonda de contaminación	Sonda LUDLUM 44 - 142

- 20 instituciones.
  - C.NUCLEARES.
  - UTPRs
  - HOSPITALES
  - UME
  - CSN-EMERGENCIAS
- 40 equipos de medida.

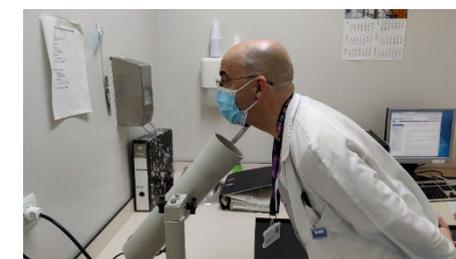
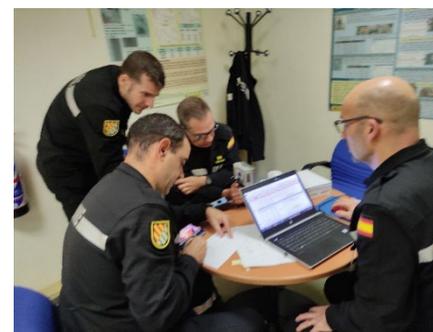
**CENTROS "FASE 2". ITINERARIO MANIQUÍ MEYER 1**

Nombre Organización	Persona de contacto	CP/Ciudad	Fecha entrada (dd/mm/aa)	Fecha salida (dd/mm/aa)
HOSPITAL DE LA PRINCESA	Carlos Prieto Martín Jefe Protección Rad.	28006 MADRID	06/10/2023	20/10/2023
HOSPITAL UNIVERSITARIO LA PAZ	Moisés Saez Beltrán Jefe Protección Rad.	28046 MADRID	24/10/2023	7/11/2023
HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO GREGORIO MARAÑÓN	Fernando Sierra Díaz Jefe Servicio PR	28007 MADRID	8/11/2023	21/11/2023
AD Qualitas, S.L. (ADQ)	Hugo Leal Couveia Lorenzo Carretero Guisando Jefe UTPR	28045 MADRID	22/11/2023	05/12/2023
UNIDAD MILITAR DE EMERGENCIA (UME)	Luis Fernando Marcén Teniente Coronel (Jefe GIETMA)		11/12/2023	22/12/2023 Se llevó al CIEMAT el día 8 de enero por la UME SALIO EL 10/01/2024
STERICYCLE CONSENUR	Pablo del Pozo Director técnico UTPR	28029 MADRID	15/01/2024	23/01/2024
COMPLEJO HOSPITALARIO INFANTA CRISTINA Hosp.Univ. Badajoz	Daniel Roberto Dominguez Pedro Javier Mancha Jefe de P.R.	06080 BADAJOZ	26/01/2024	07/02/2024
HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO DE SALAMANCA I	Carlos Martín Rincón Carlos Montes Fuentes Servicio de Radiofísica y PR	37007 SALAMANCA	9/02/2024	21/02/2024
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE BURGOS	Javier Sánchez Jiménez	09005- BURGOS	23/02/2024	06/03/2024

**CENTROS "FASE 2". ITINERARIO MANIQUÍ MEYER 2**

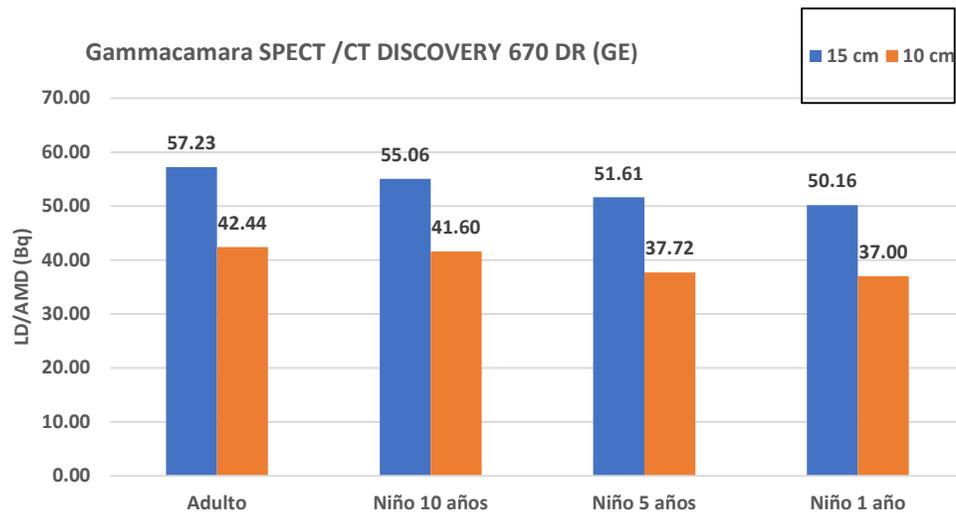
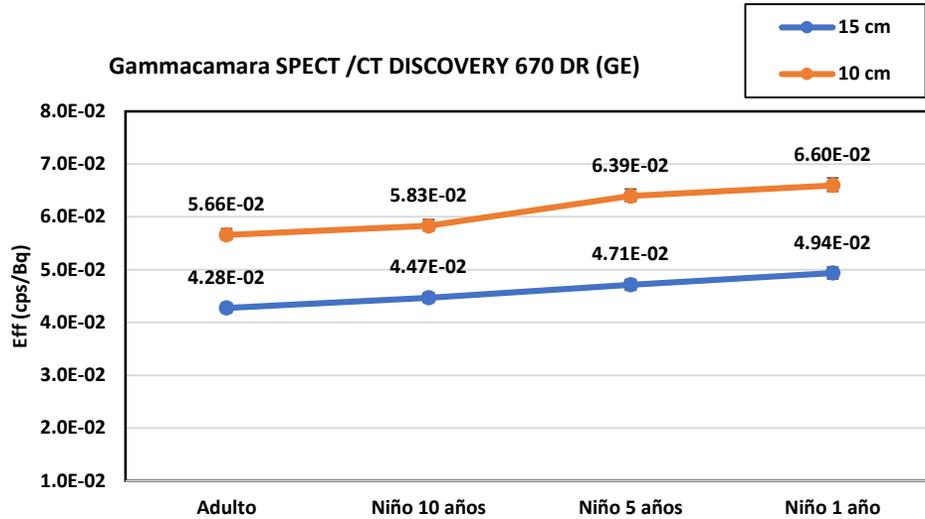
Nombre	Persona de contacto	CP- Ciudad	Fecha entrada (dd/mm/aa)	Fecha salida (dd/mm/aa)
UAIR de la ORE	Antonio Ortiz Olmo Jefe Área interv. Y prep. emergencias.	28040 MADRID	06/10/2023	20/10/2023
ACPRO	Jesús Fernández Tallón Director Ejecutivo Jefe de Protección Rad.	08017- BARCELONA	24/10/2023	7/11/2023
Generalitat de Catalunya. Departament d'Empresa i Treball DG d'Indústria	Carme Rovira Responsable SCAR	08290- Cerdanyola del Vallès (BARCELONA)	8/11/2023	21/11/2023
CN Trillo	Eduardo Velasco Marcelo (Jefe PR)	19450 Trillo Guadalajara	22/11/2023	05/12/2023
PROINSA	Fernanda Gamo Pascual Jefe UTPR		11/12/2023	22/12/2023 Se cambió a 10/01/2024
CN Almaraz	Nicolás Guillen Guillen Jefe PR	10350 Almaraz de Tajo Cáceres	15/01/2024	29/01/2024
CN Cofrentes	Mª Amparo García Martínez (Jefe PR)	46625 Cofrentes	9/02/2024	21/02/2024
NUCLENOR	Ángel Felez Justes Responsable SDPI	09212 Burgos	23/02/2024	06/03/2024
CN Vandellós II	Anna Prim Pujals Jefe Protección Radiolog Servicio PR	43890 L'Hospitalet de l'Infant Tarragona	08/03/2024	21/03/2024
CN Ascó	Josep F. Montaña Antón	43791 Ascó Tarragona	22/03/2024	08/04/2024
PENGUA GRUPO RADIOLÓGICO	Antonio Ortiz Olmo Jefe Área interv. Y prep. emergencias.	28040 MADRID	09/04/2024	19/04/2024

- **Itinerario de medidas (2 circuitos paralelos) (octubre 2023-abril 2024).**
- **Asesoramiento en el cálculo de eficiencias y sensibilidad de detección (CIEMAT, UME).**
- **Análisis de resultados FASE II: calibraciones y validación de las calibraciones (septiembre-octubre 2024).**
  - **Calibraciones y verificaciones**
  - **Análisis de resultados por categorías.**
- **Informe final (noviembre 2024)**



## FASE II. CAMPAÑA DE INTERCOMPARACIÓN. Verificación de las calibraciones.

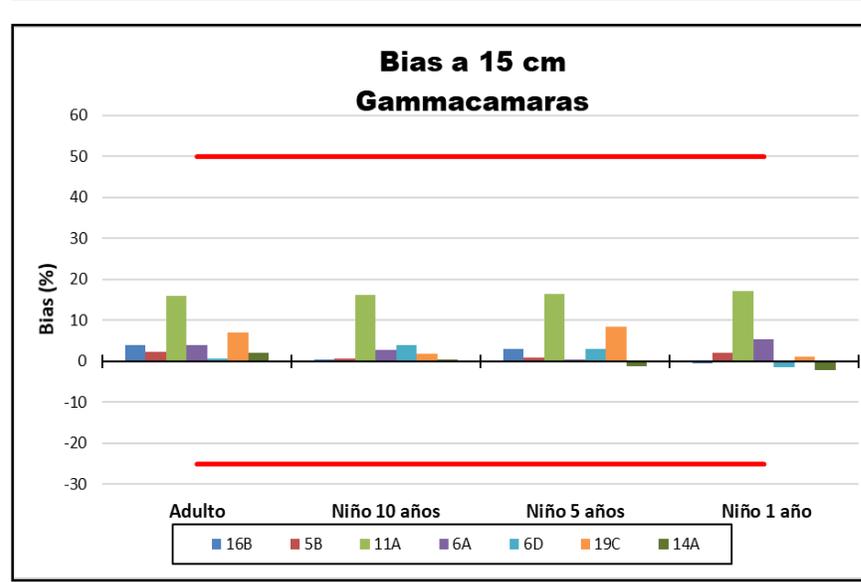
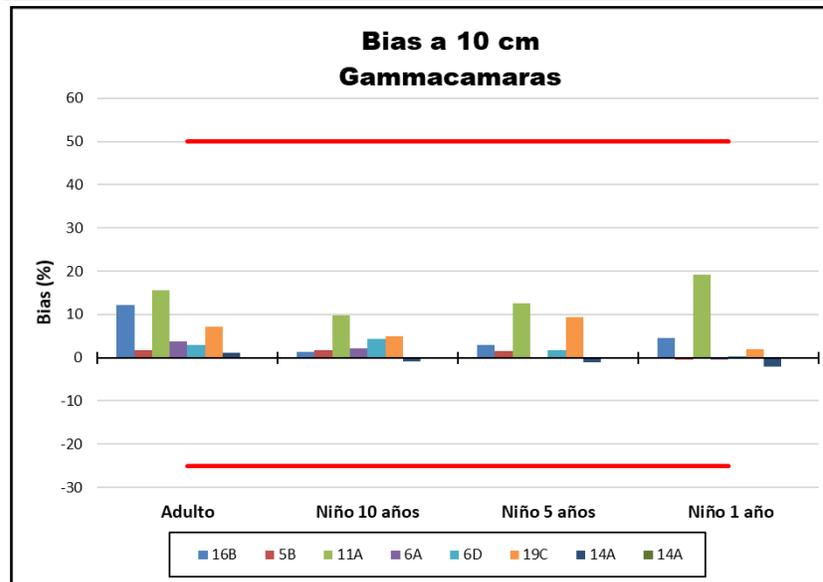
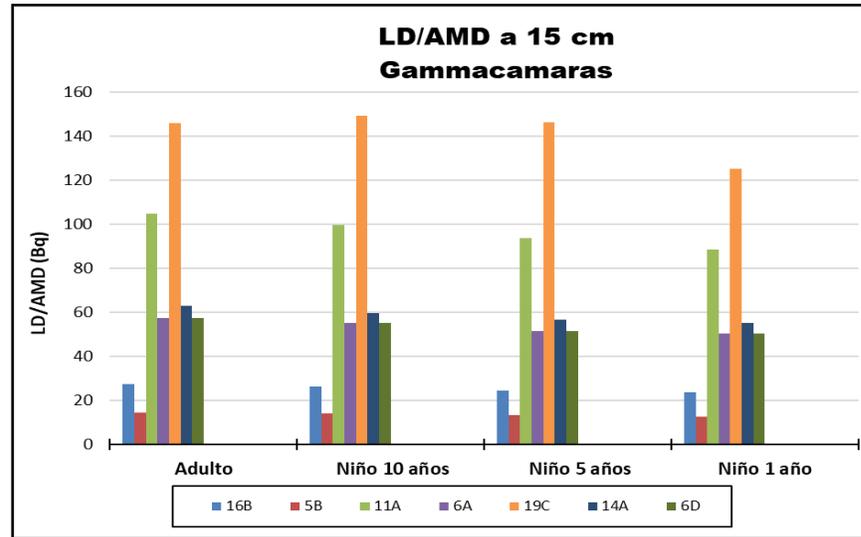
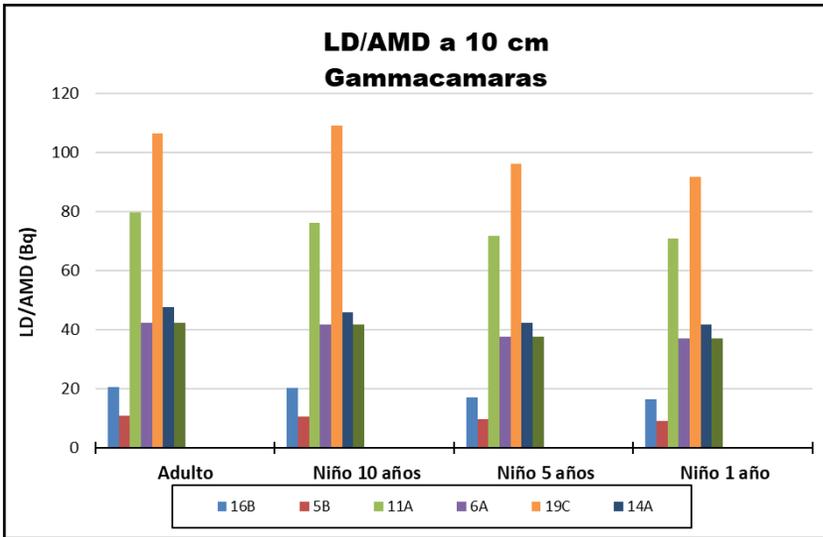
### EJEMPLO: Gammacámara Discovery 670 DR (General Electric)



- **Cada laboratorio realizó:**
  - Calibraciones siguiendo protocolo.
  - Medidas de verificación de las calibraciones realizadas.
  - Envío de resultados.
- **CIEMAT Y TECNATOM :**
  - Recopilación de los resultados enviados por los participantes.
  - **Análisis de resultados.**
    - Verificación de las calibraciones (ISO28218)
    - Análisis comparativo por categorías.

Edad (1, 5, 10 años o adulto)	Distancia cuello - detector (cm)	Tiempo de medida (segundos)	Eficiencia (cps/Bq)	Actividad Fecha Medida (Bq)	Actividad Patrón Fecha Medida (Bq)	Bias (%)
Adulto	10	300	5,66E-02	6125,76	5955,8	0,0285
Niño 10 años	10	300	5,83E-02	3978,08	3906,92	0,0433
Niño 5 años	10	300	6,39E-02	2500,29	2481,91	0,0182
Niño 1 año	10	300	6,60E-02	1536,15	1490,02	0,0040
Adulto	15	300	4,28E-02	6213,84	5955,8	0,0074
Niño 10 años	15	300	4,47E-02	3922,70	3906,92	0,0388
Niño 5 años	15	300	4,71E-02	2578,18	2481,91	0,0310
Niño 1 año	15	300	4,94E-02	1475,61	1496,22	-0,0138

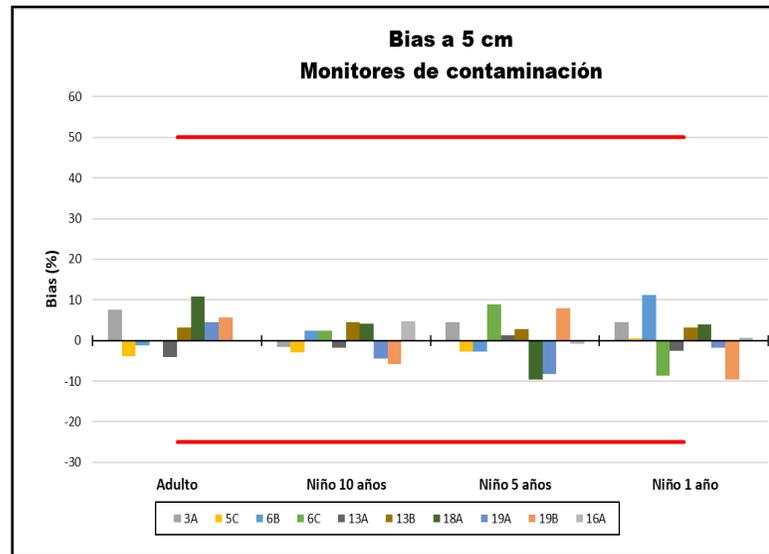
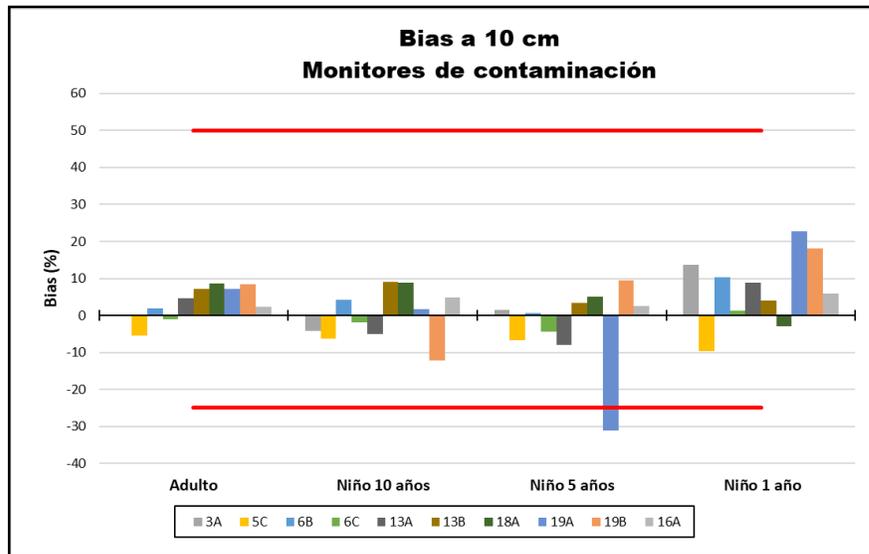
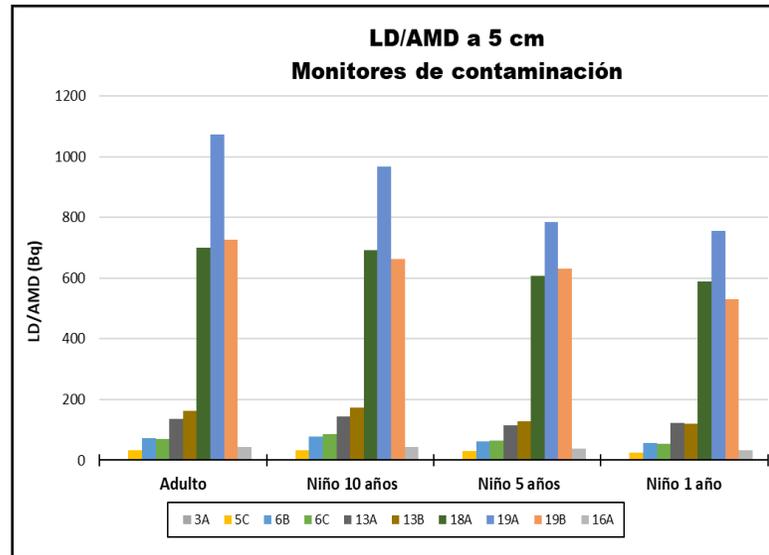
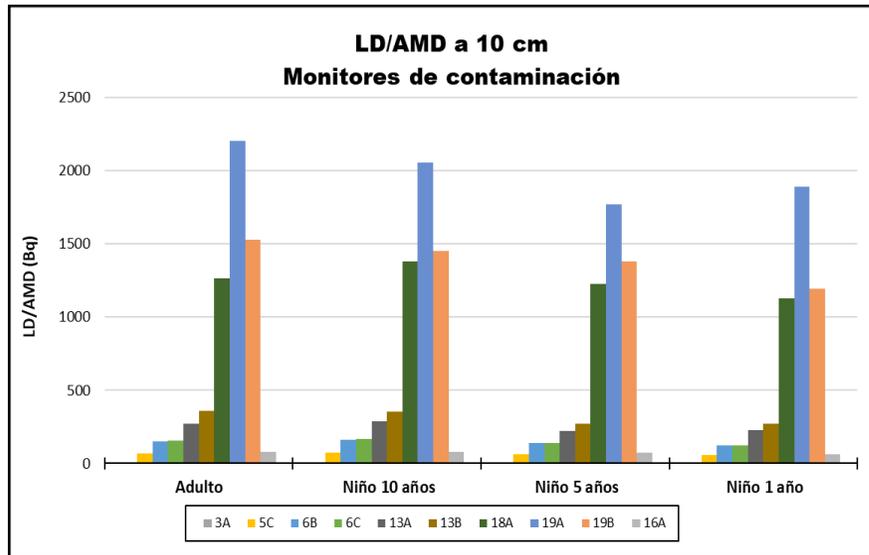
## EJEMPLO DE RESULTADOS: Comparativa gammacamaras.



LDs muy bajos, la mayoría por debajo de 70 Bq.

Todas las gammacamaras cumplen el criterio de aceptación del estadístico "Relative Bias" ISO 28218

# EJEMPLO DE RESULTADOS: Comparativa monitores de contaminación.

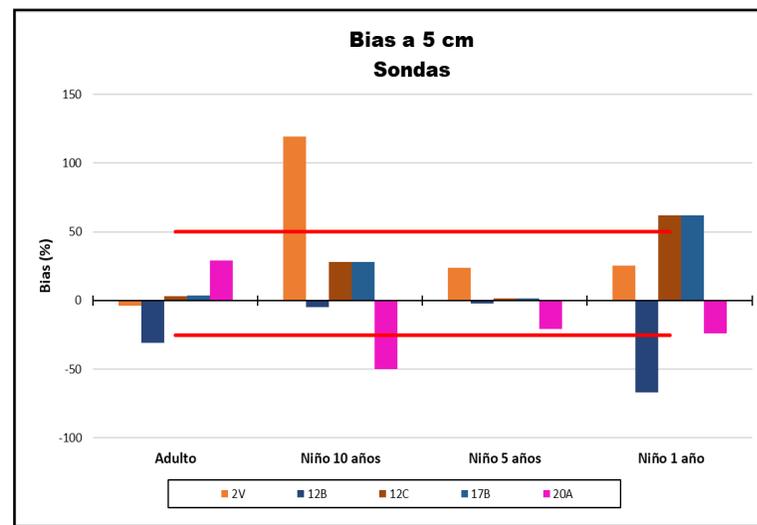
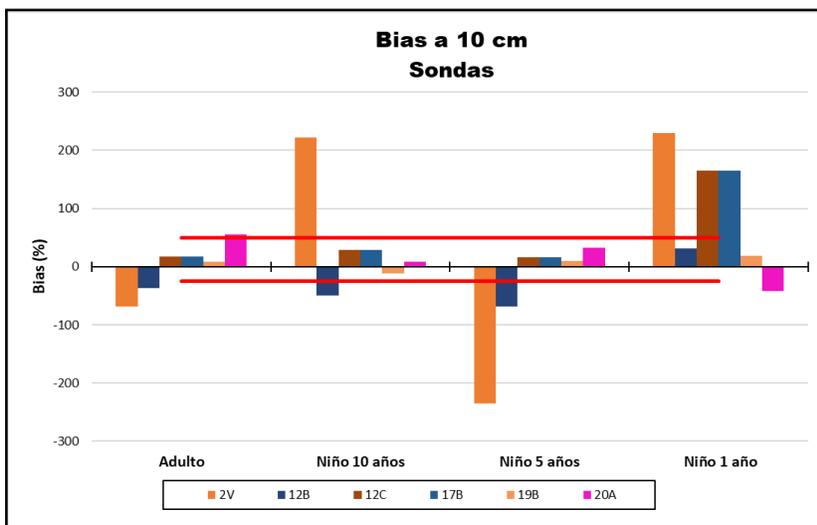
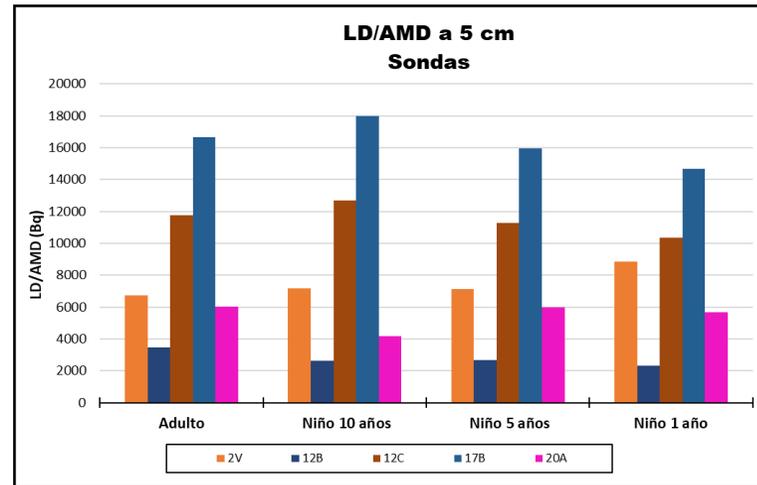
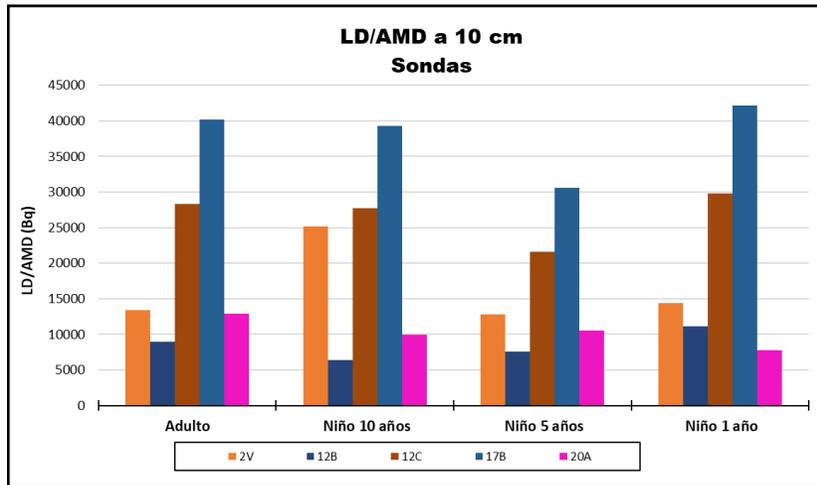


En general: LDs < 500 Bq  
 (t<sub>med</sub>= 2-3 minutos)

LDs > 1000 Bq  
 t<sub>med</sub> =10 segundos

La mayoría cumple el criterio de aceptación del estadístico "Relative Bias" ISO 28218

## EJEMPLO DE RESULTADOS: Comparativa sondas de contaminación.

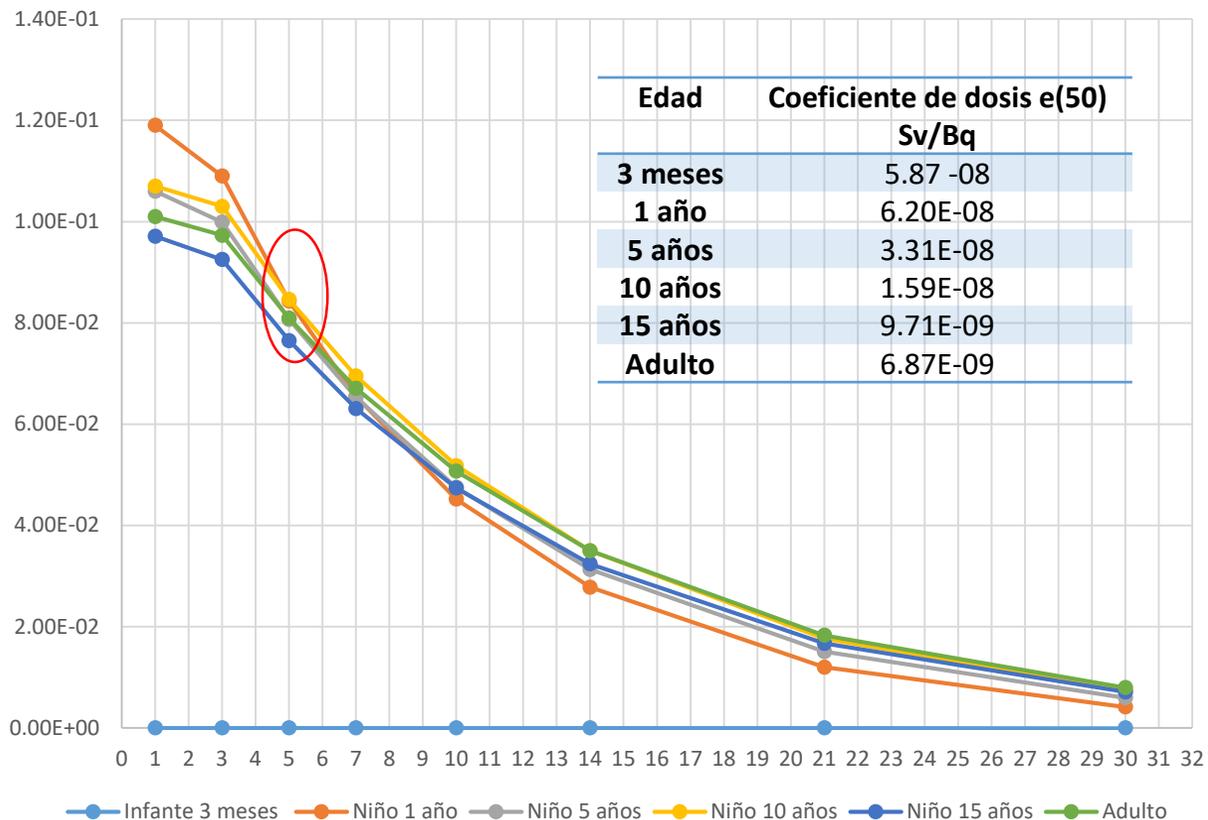


- En general LDs altos en relación a otra tipología de equipos.
  - menor superficie de detección
  - menores tiempo de contaje.
- Varias equipos no cumplen criterio de aceptación del parámetro “relative bias” (ISO 28218)
  - LDs muy altos.
  - Posiblemente calibraciones con patrones con actividad inferior al LD.

## EJEMPLO: ESTIMACIÓN DOSIMÉTRICA

Escenario de exposición interna: Inhalación aguda de I-131 tipo F  
 F AMAD= 1 μm

Retención de I-131 en tiroides m(t) por edades  
 Inhalación Aguda - Tipo F - AMAD= 1 μm



Medida de actividad en tiroides M= 1000 Bq I-131  
 (Niño de 5 años)



Medida realizada "t= 5 días"  
 después de la incorporación.

Fracción de retención m(t=5 días) = 8.07E-02  
 $I(\text{Bq}) = M(\text{Bq}) / m(5 \text{ días}) = 1000 \text{ Bq} / 8.07\text{E-}2 = 1.24\text{E+}4 \text{ Bq}$   
 $e(50) \text{ Niño de 5 años} = 3.31\text{E-}8 \text{ Sv/Bq}$   
 $E(50) = I(\text{Bq}) \cdot e(50) = 0.4 \text{ mSv}.$

Tabla 1. Amed(I-131) en tiroides que da lugar a E(50)= 1 mSv

t(días) post Incorporación	M' (Bq) Niño 1 año	M' (Bq) Niño 5 años	M' (Bq) Niño 10 años	M' (Bq) Niño 15 años	M' (Bq) Adulto
1	1919	3202	6745	9998	14708
3	1757	3017	6493	9524	14170
5	1359	2437	5333	7877	11781
7	1056	1972	4381	6497	9772
10	729	1435	3265	4880	7383
14	448	945	2206	3336	5097
21	193	456	1116	1719	2665
30	67	180	468	734	1162



### MEYER PROJECT: TOWARDS A NATIONAL FOR IN VIVO MEASUREMENT OF I-131 IN THE THYROID OF EXPOSED POPULATIONS IN EMERGENCIES.

J.F. Navarro<sup>1</sup>, B. Pérez<sup>1</sup>, M<sup>a</sup>. A. López<sup>1</sup>, S. Pereira<sup>2</sup>, J. Rutz<sup>1</sup>, I. Sierra<sup>1</sup>, D. Rueda<sup>2</sup>, I. Villanueva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CIEMAT, Center for Energy, Environmental, and Technological Research, Madrid (Spain)

<sup>2</sup> CSN, Nuclear Safety Council, Madrid (Spain)

<sup>3</sup> TECNATOM -Westinghouse Electric Company, Madrid (Spain)

**Corresponding author:** [jf.navarro@ciemat.es](mailto:jf.navarro@ciemat.es)

Juan Francisco Navarro Amaro: Degree in sciences. Research Centre for Energy Environment and Technology Madrid, Madrid SPAIN

#### ABSTRACT

The “MEYER” project, initiated by Spain’s National R&D Platform for Radiological Protection (PEPRI), aims to enhance national capabilities for the rapid screening of the exposed population to Iodine-131 (<sup>131</sup>I) during nuclear or radiological emergencies. Its primary objective is to address challenges in quantifying internal thyroid contamination in large-scale emergencies, where internal dosimetry services may become overwhelmed.

## Presentación oral: SIMPOSIO REPROLAM Noviembre 2024 (Recife, Brasil)

Artículo (resultados FASE I) enviado a Applied Radiation and Isotopes para su publicación (Aceptado. En revisión).

## FASE III (Presentación de resultados y diseminación)

- Informe final fases I y II. Finalizado.
  - Envío de certificados a participantes (pendiente)
  - Presentación de resultados (pendiente).

### RESUMEN

- El proyecto MEYER ha permitido la calibración de una gran variedad de equipos para la medida de I-131 en tiroides de individuos de distintos grupos de edad.
- Se ha elaborado un protocolo de calibración en la Fase 1 del proyecto (utilizado por las entidades colaboradoras del proyecto), que resultó adecuado también en la Fase 2 (con entidades invitadas), para el cálculo de la eficiencia y sensibilidad de detección de los equipos, para varias distancias detector-tiroides, y varias geometrías de contaje.
- Los equipos que claramente son más adecuados para la medida de I-131 en tiroides son los espectrómetros (NaI, Ge, LaBr), las gammacámaras, los captadores tiroideos y monitores de contaminación.
- En el caso de equipos portátiles, diversos modelos de monitores de radiación espectrométricos y no espectrométricos y sondas de contaminación presentan LDs muy altos y no todas sus calibraciones han podido ser verificadas.
- Teniendo en cuenta la tipología de los equipos, se ha elaborado un protocolo de calibración, medida y cálculo de dosis para actuación en caso de contaminación interna por yodo radiactivo.



¡Muchas gracias por vuestra atención!

¿Preguntas?