SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Afiliada a la I.R.P.A.

Institut de Tècniques Energètiques

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Jornada sobre respuesta sanitaria y dosimetría en emergencias

Capacidades en la dosimetría/metrología de las redes de vigilancia ambiental en escenarios de emergencia radiológica

Arturo Vargas

Madrid, 16 junio. 2022

Hoja de ruta EURADOS – WG3 dosimetría ambiental

DETECTORS

- Dose rate monitors (GM,..)
- Spectrometric detectors

NETWORKS

- Fix stations
- carborne
- Deployed stations
- Citizens networks
- Airborne (drones, helicopters, ..

HARMONIZATION

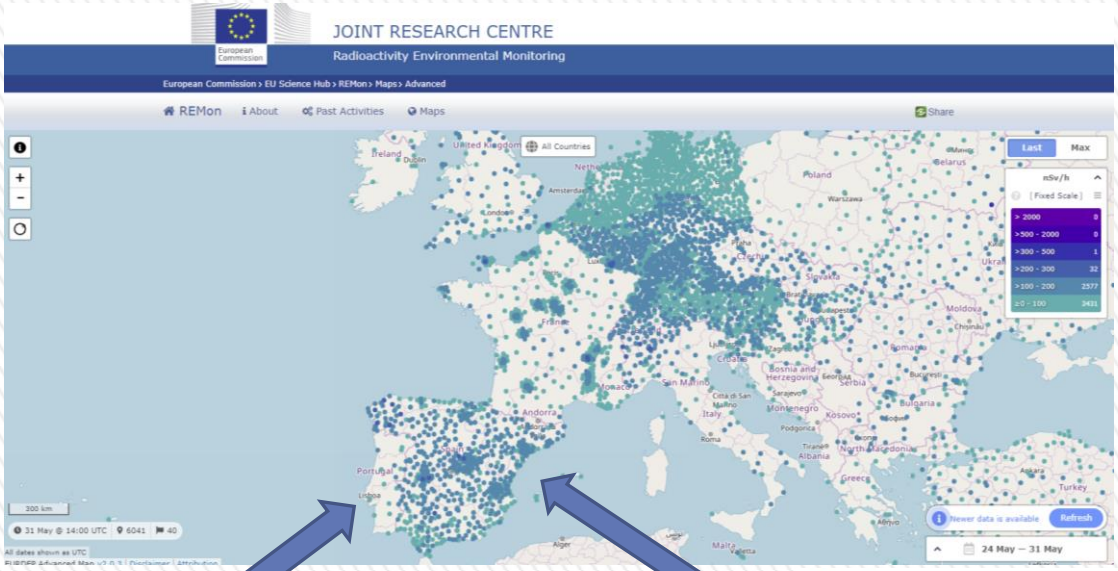
PROCESSING --- BIG DATA AI

DECISSION MAKERS

Esquema presentado en la asamblea general de EURADOS AM2020

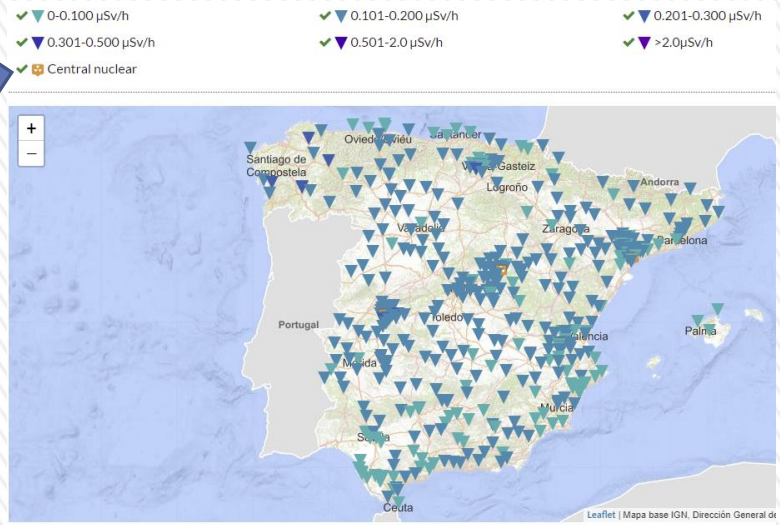
Redes fijas nacionales

EURDEP (EUropean Radiological Data Exchange Platform) - Real-time monitoring + 5000 estaciones



Los detectores instalados en las estaciones son los tradicionales **GM o contadores proporcionales** y actualmente se están instalando sistemas de **espectrometría**

Red de Estaciones Automáticas (REA del CSN). 184 estaciones + Red de Estaciones de las Comunidades Autonómicas



Red de Alerta Radiológica (RAR de protección civil). Más de 900

Armonización

Comparación de monitores de la REA y RAR en mismas localizaciones. Datos de EURDEP

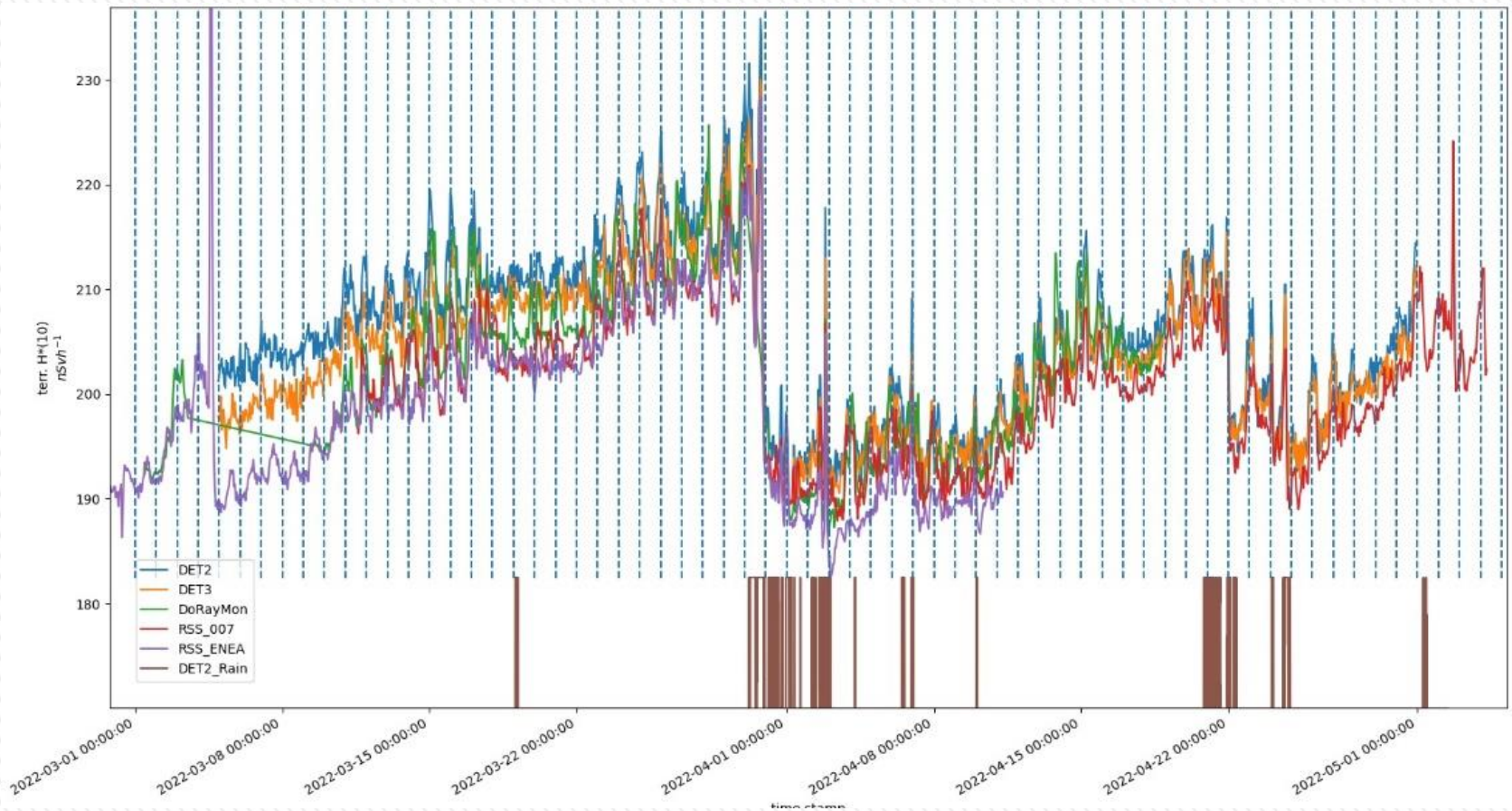
La respuesta del monitor se debe al origen de las distintas contribuciones:

$$\dot{R} = \dot{F} + q_{ter}\,\dot{H}(10)_{ter} + q_{RCS}\,\dot{H}(10)_{RCS} + q_{art}\dot{H}(10)_{art}$$

Armonización

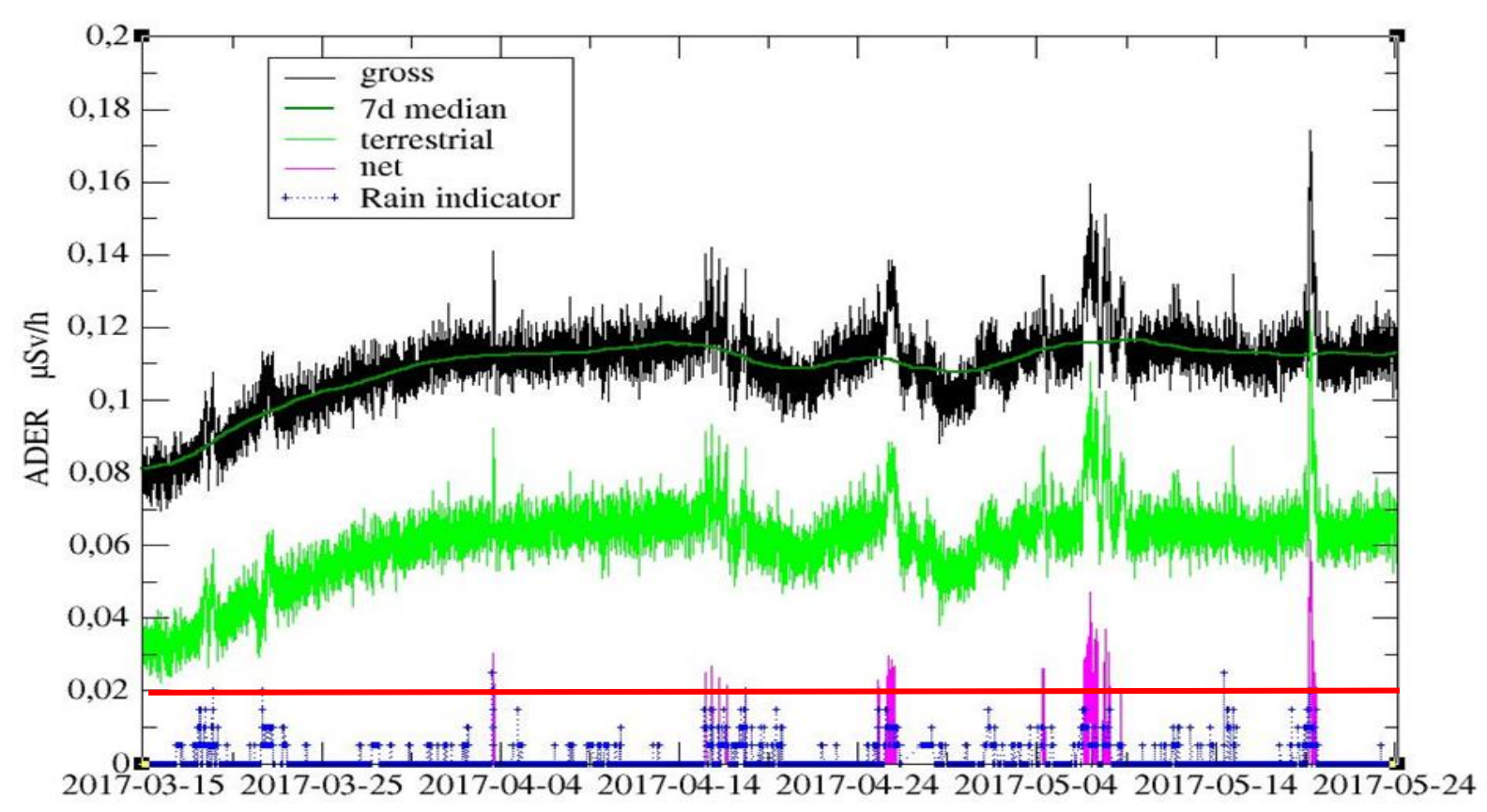
***H**(10) terrestre medida con detectores de espectrometría y Reuter-Stokes en la estación de la ENEA en Roma. Se observa la contribución de los descendientes del radón cuando son arrastrados por la lluvia, en el aire y la influencia del contenido de agua en el suelo (gráfica obtenida del proyecto traceRadon).**

$$\dot{R} = \dot{F} + q_{ter}\,\dot{H}(10)_{ter} + q_{RCS}\,\dot{H}(10)_{RCS} + q_{art}\dot{H}(10)_{art} + q_{Rn}\dot{H}(10)_{Rn}$$



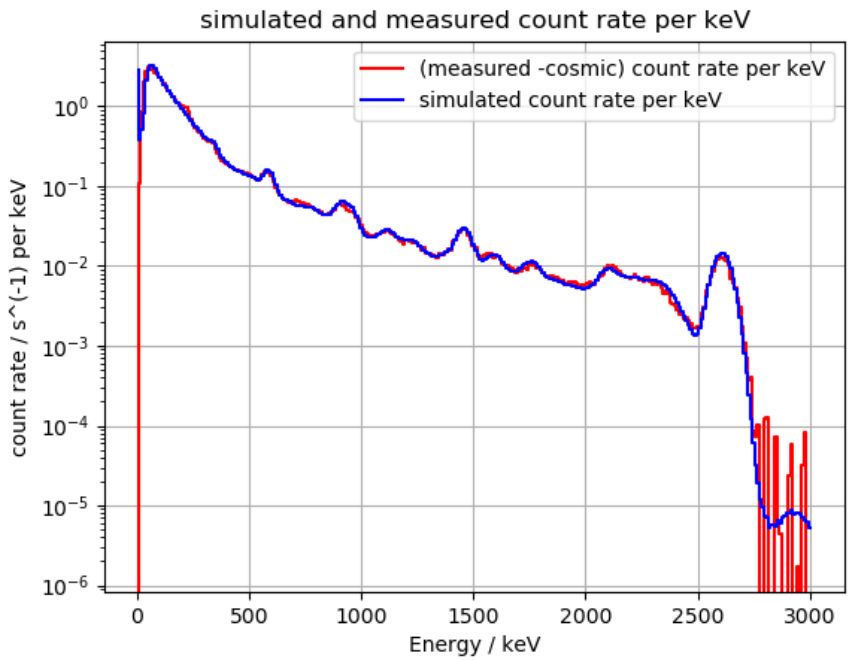
Armonización

Propuesta para armonizar datos utilizada por el BfS alemán: se calcula la *H**(10) neta, sustrayendo la *H**(10) medida a la promediada en periodos de 7 días. Así, las contribuciones debido al fondo inherente, la radiación cósmica secundaria y otras contribuciones menores son eliminadas. Los valores por debajo de 20 nSv/h se consideran dentro de fluctuaciones naturales (gráfica presentada en EURADOS por Ulrich Stöhlker del BfS).

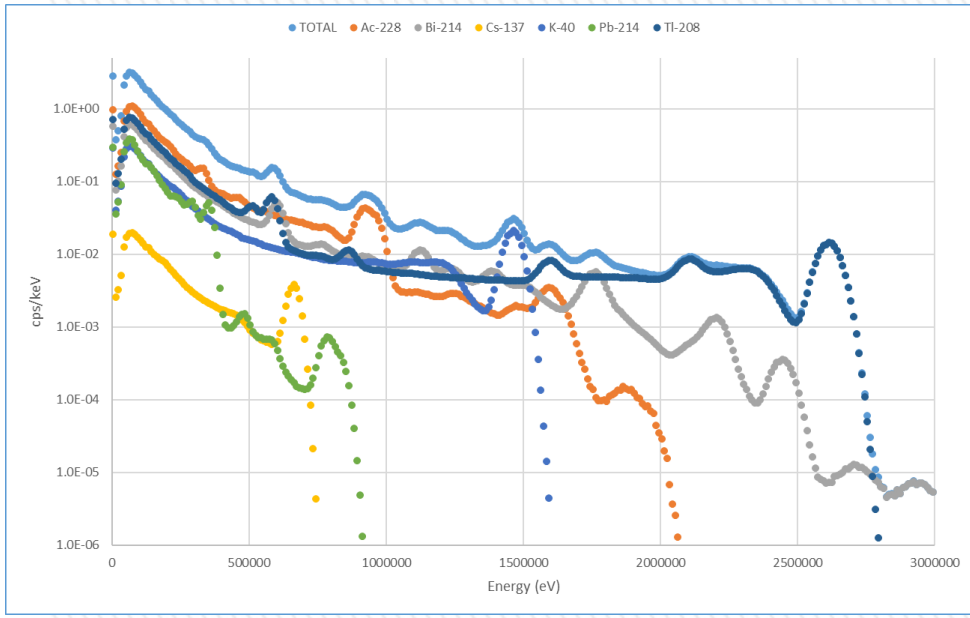


Análisis de espectros

El análisis por foto-picos en un espectro con un gran número de líneas gamma puede ser de gran complejidad en detectores de media y baja resolución en energías. La técnica de Full Spectra Analysis (FSA) permite analizar todo el espectro. Ejemplo de análisis en la estación de la ENEA Roma median un detector NaI de 2”x2” instalado por la UPC



Contribución de cada radionucleido

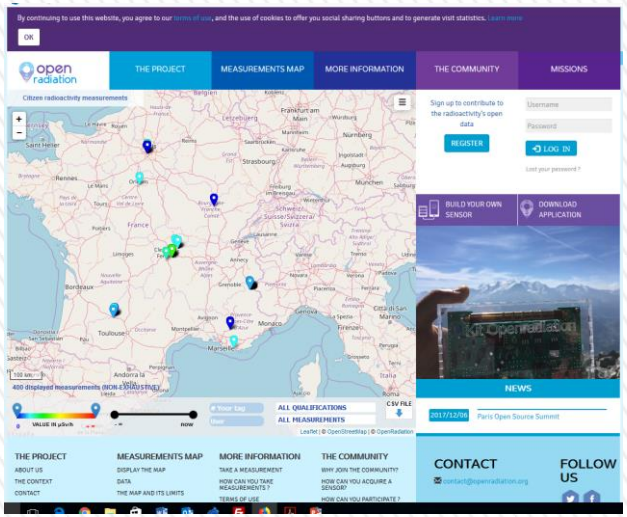


	Ac-228	Bi-214	Cs-137	K-40	Pb-214	Tl-208
Bq/kg	180	100	5	600	100	70

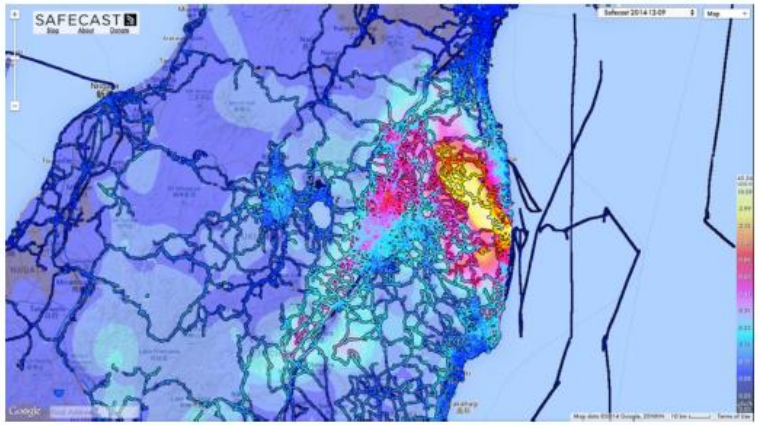
Redes ciudadanas

Ejemplo de páginas web donde se comparten datosmedidos

https://www.openradiation.org/



https://safecast.org/



A MAP OF THE RADIATION LEVELS IN FUKUSHIMA PREFECTURE COMPILED BY SAFECAST ON TOP OF A MAP COMPILED BY THE JAPANESE GOVERNMENT MADE IN DECEMBER 2014.

Rium GM

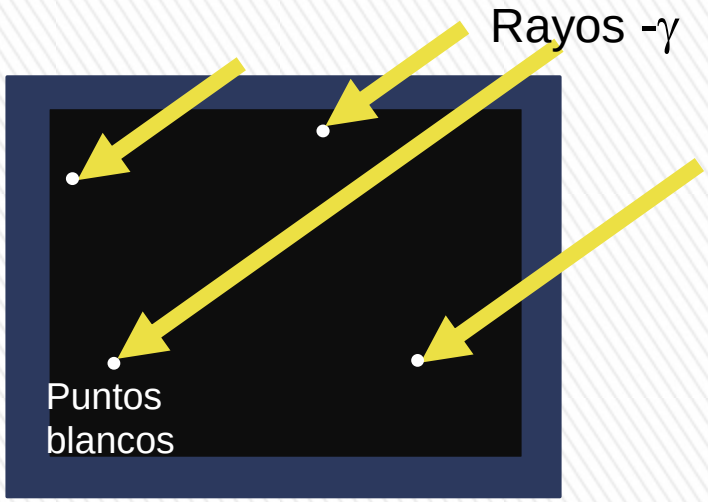
+

bGeigie Nano

+ https://api.safecast.org/

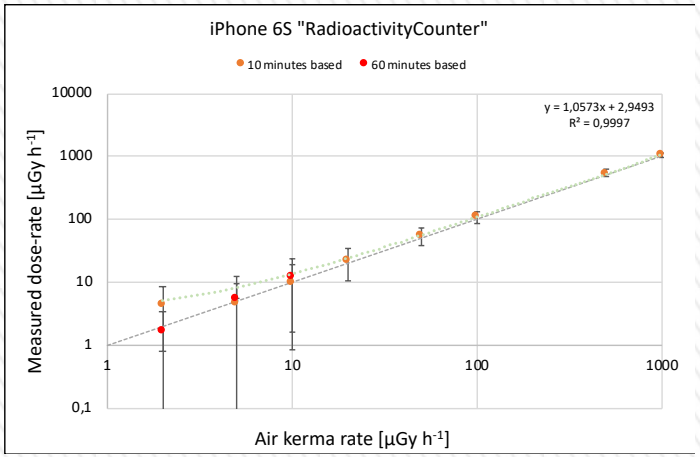
Redes ciudadanas

Utilización de la(s) cámara(s) del móvil como detector

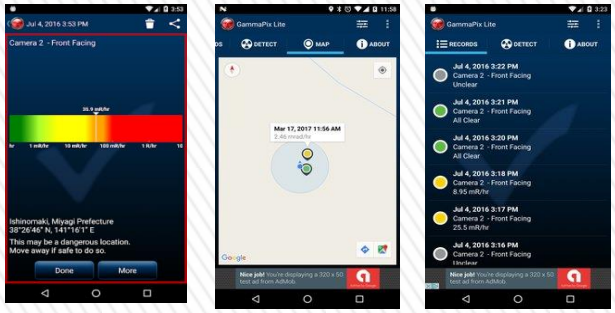


- La cámara debe funcionar en modo video.
- Elevado consumo de la batería
- Las interacciones aparecen como puntos blancos en la cámara.
- La cámara debe taparse para evitar la entrada de luz.
- Se ha de utilizar una aplicación que registre el número de puntos blancos por unidad de tiempo, la posición y el timestamp.
- La calidad de la medida puede verse comprometida por el uso de personal no experto
- Sin embargo, el potencial gran número de medidas permitiría reducir la incertidumbre.
- Gran interés desde el punto de vista de la educación y participación de la ciudadanía en la ciencia

Calibración de un iPhone 6S obtenida en el proyecto CONFIDENCE



Aplicación GammaPix



Visualizar Compartir Registrar

Redes móviles tripuladas

Equipos transportados por vehículos terrestres o aéreos

- En cuanto a los **vehículos terrestres** hay **varias unidades en España** con equipos de medida de la radiactividad. Sería de interés llevar a cabo actuaciones de armonización de los datos recogidos por las distintos vehículos distribuidos en el territorio.

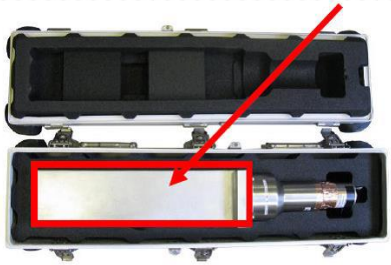
- **No existe en España** una operativa establecida para la medida con **vehículos aéreos** tripulados tal como han establecido otros países europeos que, además, colaboran en ejercicios conjuntos. Se ha presentado en la última convocatoria de ayuda del al Ministerio de Ciencia e Innovación un proyecto un proyecto presentado al Misterio para dotar a helicópteros del ejército de tierra español (Regimiento NBQ Valencia 1) con grandes detectores de NaI en colaboración con el IRSN francés.

Campañas de medidas con Sistemas de espectrometría aéreos tripulados

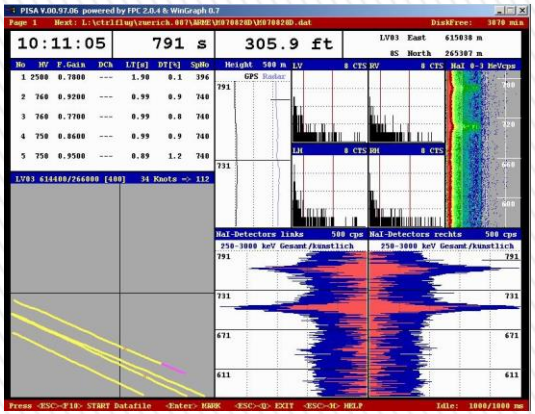
6 sistemas de medida completataron un mapa dosimétrico de aprox. el **5 % de Suiza** en un día, detectando las dos fuentes escondidas.

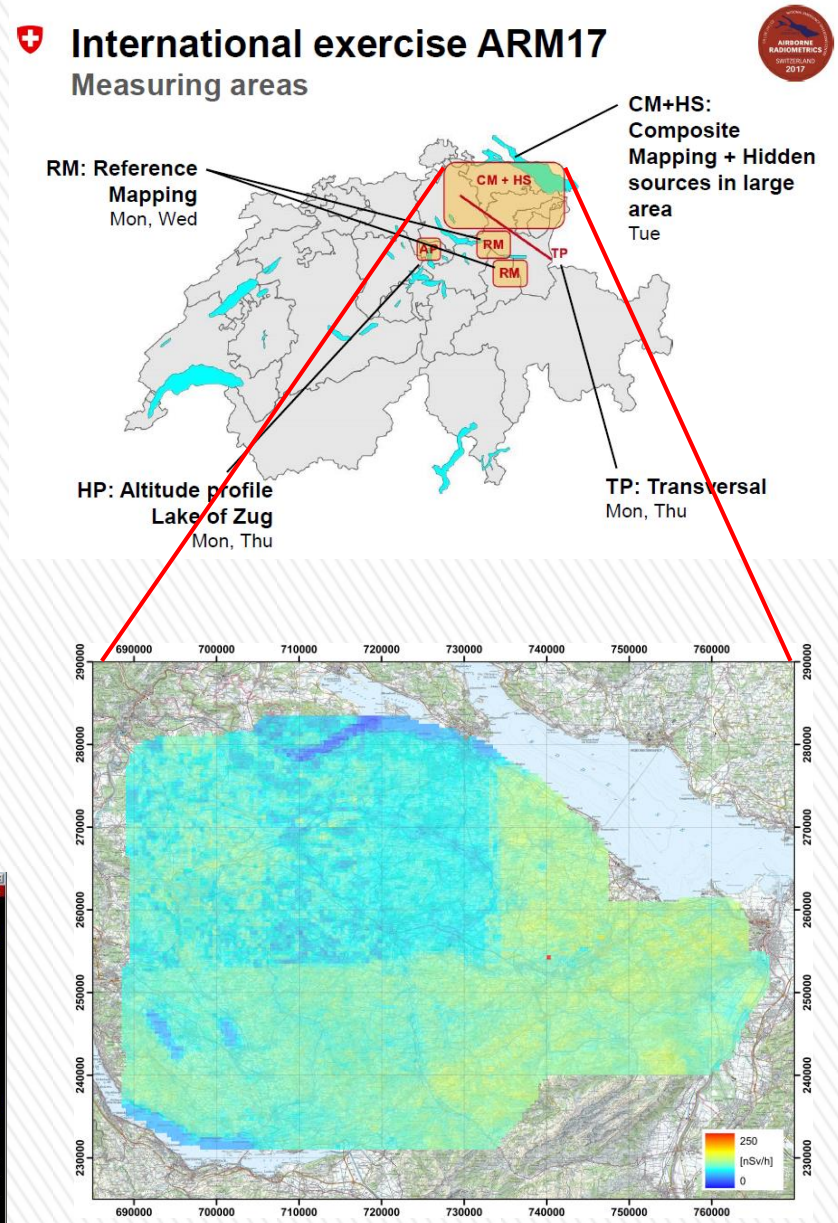
Eurocopter AS350 del IRSN

2 x NaI 4 litros en cada lado



Screen shot del software de adquisición





Sistemas de espectrometría aéreos no tripulados

Distintos sistemas utilizados en el Proyecto Preparedness

Dron: DJI Matrice 600 Pro
(carga máxima: 6 kg)

Detector $CeBr_3$. Peso total: 1.5 kg

Dron: DJI Matrice 600 Pro
(carga máxima: 6 kg)

Detector NaI. Peso total: 1.4 kg

Dron: SWISSDRONE SDO 50 v2
Motor de gasolina. Carga máxima~45 kg
Detector HPGe. Peso total : 25 kg

Dron: DJI F550 (carga máxima: 0.6 kg)
Detector CZT. Peso total : 0.4 kg

Antiguas minas de Uranio: H*(10) y MMCR

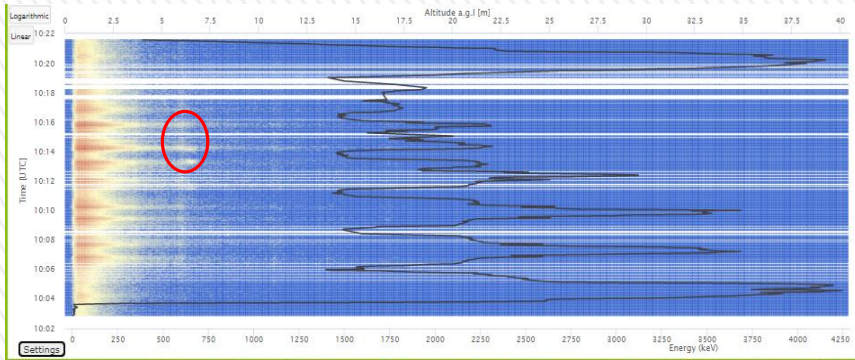
Área B: cubierta

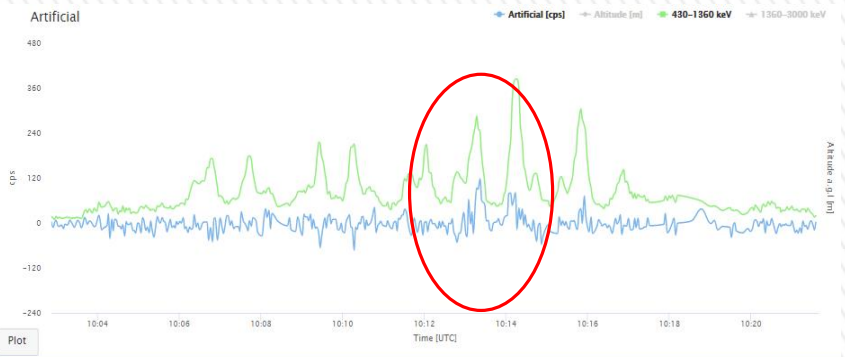
1.1 km^2 (1500m x 7500 m)

Área A: + fuentes Cs-137 +Co-60

1.5 km^2 (1500m x 1000 m)

Heterogeneidad de la radiactividad natural. Fuentes puntuales escondidas de Cs-137 y Co-60. El método **MMCR detecta las fuentes artificiales de forma simple** mientras que con el **análisis de *H*(10)* no es posible** su detección.

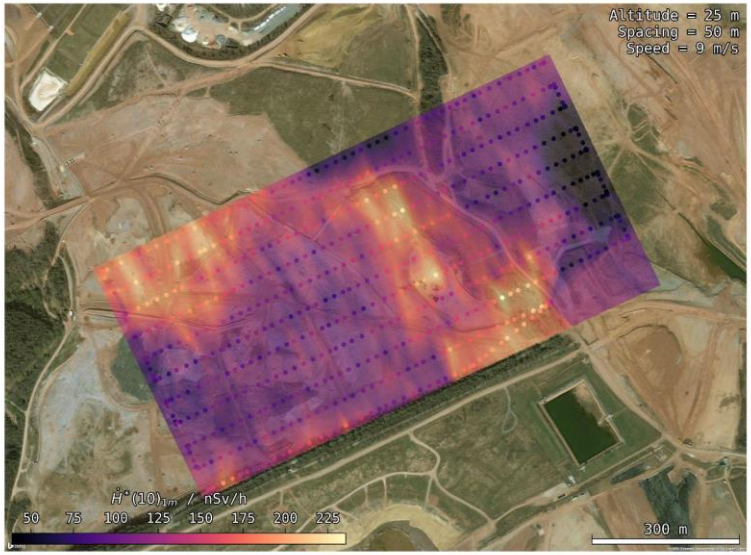




Antiguas minas de Uranio: mapeo

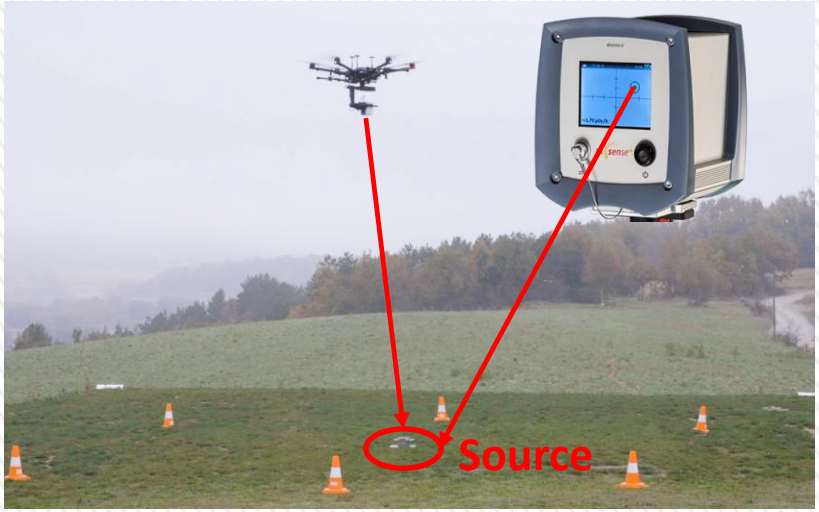
Caracterización del terreno. Las zonas más elevadas paso de camiones

Área B: cubierta



Sistema de localización aérea

Una vez estimada la localización de la fuente, el dron se dirige hacia ella.



Estimación la localización de la fuente

Dron se detiene cuando detecta la fuente e indica su localización

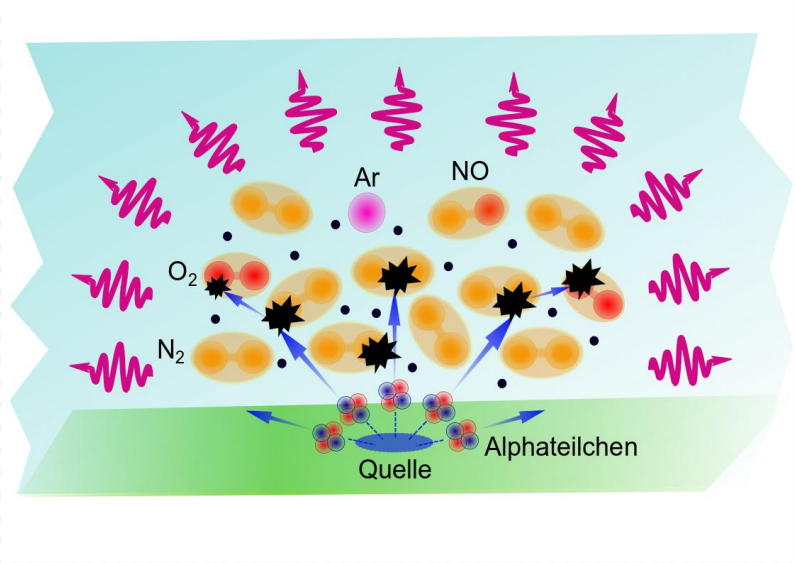
https://www.youtube.com/watch?v=IV45uvionKI&t=46s.

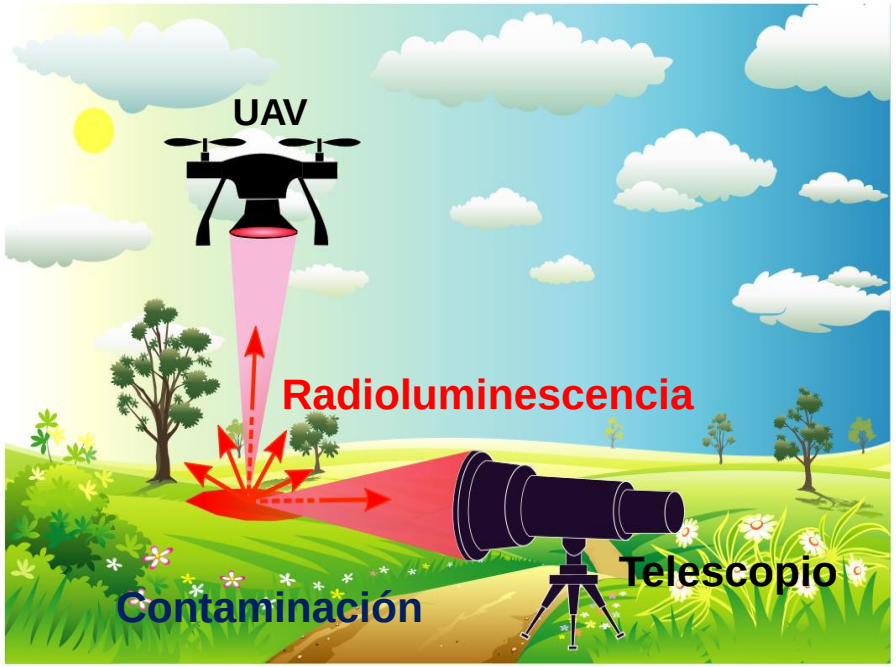
Detección alfa remota

RemoteALPHA

EURAMET

Concepto de la detección remota de partículas alfa





Las moléuclas de aire emiten luz fluorescente (radioluminiscencia) en el rango del UV comprendido entre 200 nm y 400 nm

<u>Rango en el aire:</u>

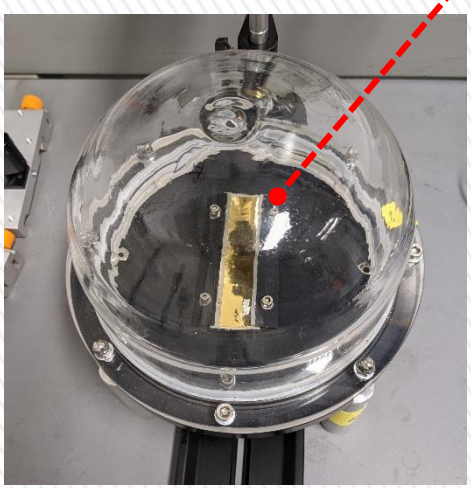
Partículas α	→	0,04 m
Luz UV	→	500 m

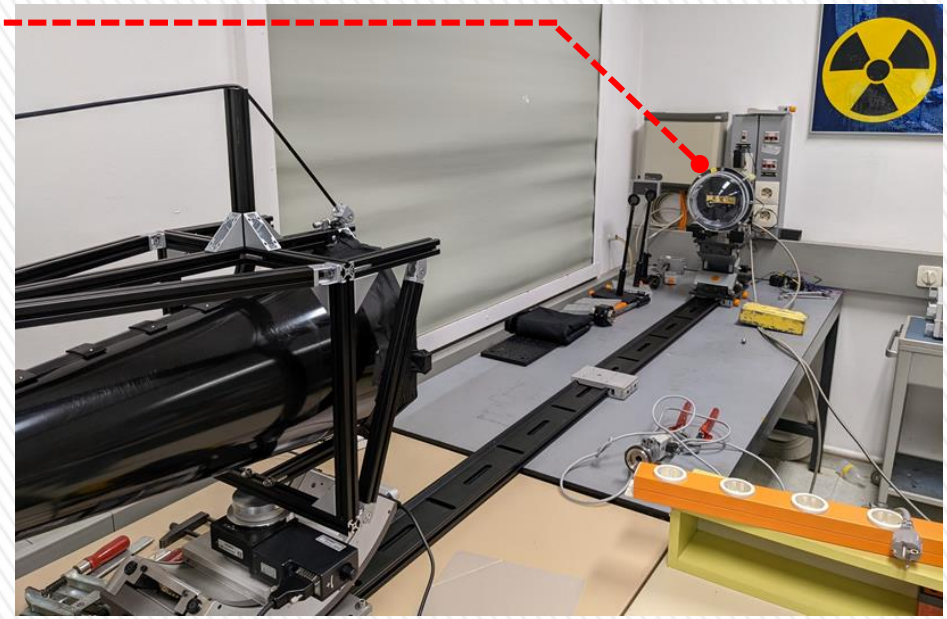
Detección alfa remota

RemoteALPHA

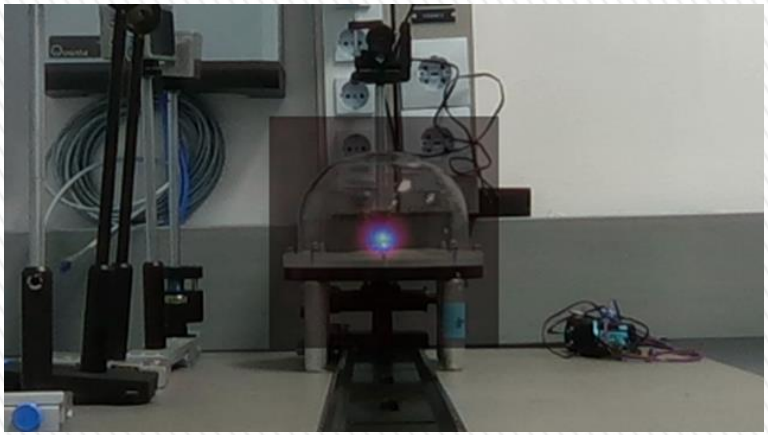
EURAMET

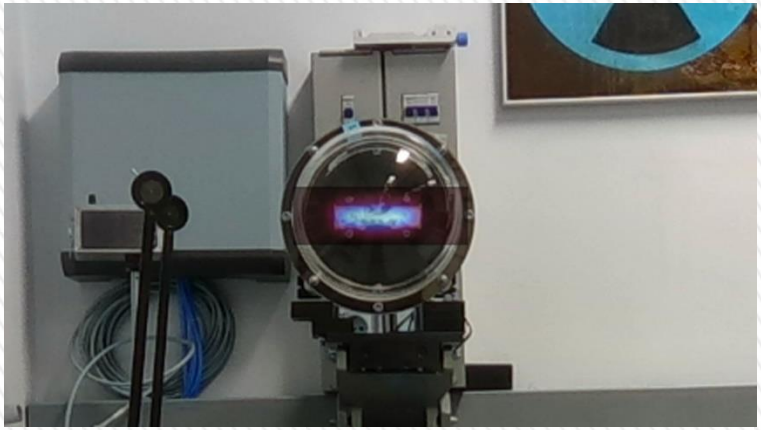
Pruebas del sistema óptico basado en lentes Fresnel utilizando fuentes de Am-241 (1 MBq, 10 MBq y 100 MBq)





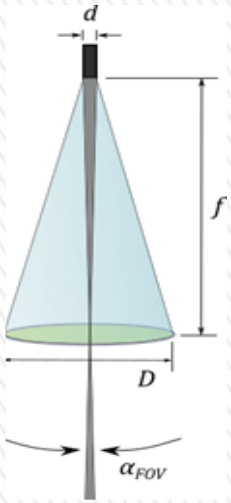
Experiments at the PTB: *M. Luchkov and V. Dangendorf*



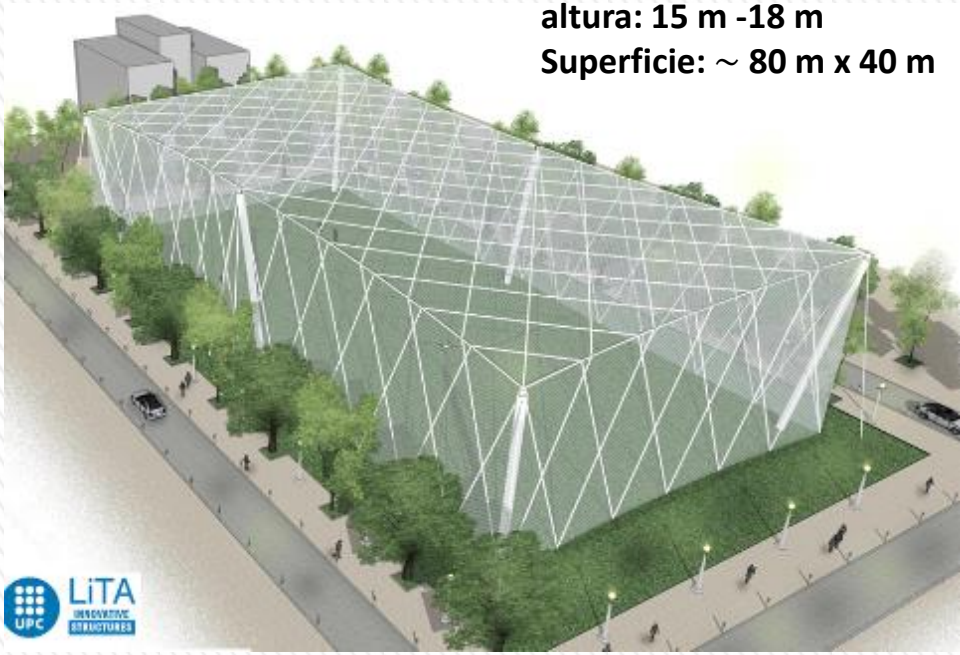


Detección alfa remota

Imagen del vuelo preliminar del dron DJI Matrice 600 Pro montado con la lente Fresnel



Esquema del ángulo del campo de visión (α_{FOV})

$$\alpha_{FOV} = 2\,\mathrm{atan}\left(\frac{d}{2f}\right)$$

Campo aéreo cerrado de la UPC para la realización de vuelos de prueba