

FLUKE

Biomedical

RAYSAFE 452

Radiation Survey Meter

Users Manual

USERS MANUAL (EN)	3
BENUTZERHANDBUCH (DE).....	23
MANUAL DE USUARIO (ES)	43
MANUEL UTILISATEUR (FR).....	63
MANUALE D’USO (IT)	83
取扱説明書 (JA).....	103
MANUAL DO USUÁRIO (PT_BR)	123
用户手册 (ZH).....	143



PN 5000195-1.00

June 2019,

© 2019 Fluke Corporation. All rights reserved. Specifications are subject to change without notice.
All product names are trademarks of their respective companies.

Users Manual (EN)

ABOUT RAYSAFE 452	4	Storage	13
GETTING STARTED	5	Service	13
ACTIONS AND SETTINGS	6	ERRORS AND SYMBOLS	13
Screen overview	6	Instrument errors	13
Store measurements	6	Other display symbols	14
Access stored measurements	6	Symbols on labels	14
Lids and quantities	7	TECHNICAL SPECIFICATIONS	15
Buttons and menus	7	General	15
MEASURE WITH LID	9	Radiology	15
Measurement parameters	9	Sensor position	17
Intermittent radiation sources	10	Angular response – $H^*(10)$	18
MEASURE WITHOUT LID	10	Angular response – K_{air}	19
Measurement parameters	11	Typical energy response	20
Activity calculation	12	SOFTWARE LICENSES	21
RAYSAFE VIEW	12	WARRANTY	21
MAINTENANCE	13	SERVICE AND SUPPORT CONTACTS	21
Charge the battery	13		
Cleaning	13		

ABOUT RAYSAFE 452

The RaySafe 452 is a hand-held device designed for monitoring and measuring radiation levels indoors and temporarily outdoors, in nuclear, industrial and medical applications.

- ⚠ **WARNING** *The RaySafe 452 does not replace any radiation protection equipment.*
- ⚠ **WARNING** *The RaySafe 452 is not a replacement for personal or legal dosimeters.*
- ⚠ **WARNING** *The RaySafe 452 is not approved for use in environments with explosive atmosphere.*
- ⚠ **WARNING** *Use RaySafe 452 only as specified or the protection provided in the design may be compromised.*
- ⚠ **WARNING** *Take special care when measuring on intermittent radiation sources, such as pulsed X-rays or linear particle accelerators (linacs). See "Intermittent radiation sources" on page 10.*

The RaySafe 452 (the instrument) is used with different lids, or without lid, to quantify dose, dose rate, mean photon energy, counts and count rate.

The instrument consists of two automatically handled sensor systems:

1. A Geiger-Müller pancake, used at low dose rates and, without lid, as an $\alpha / \beta / \gamma$ (alpha, beta, gamma) counter.
2. A cluster of solid-state sensors, used at medium to high dose rates.

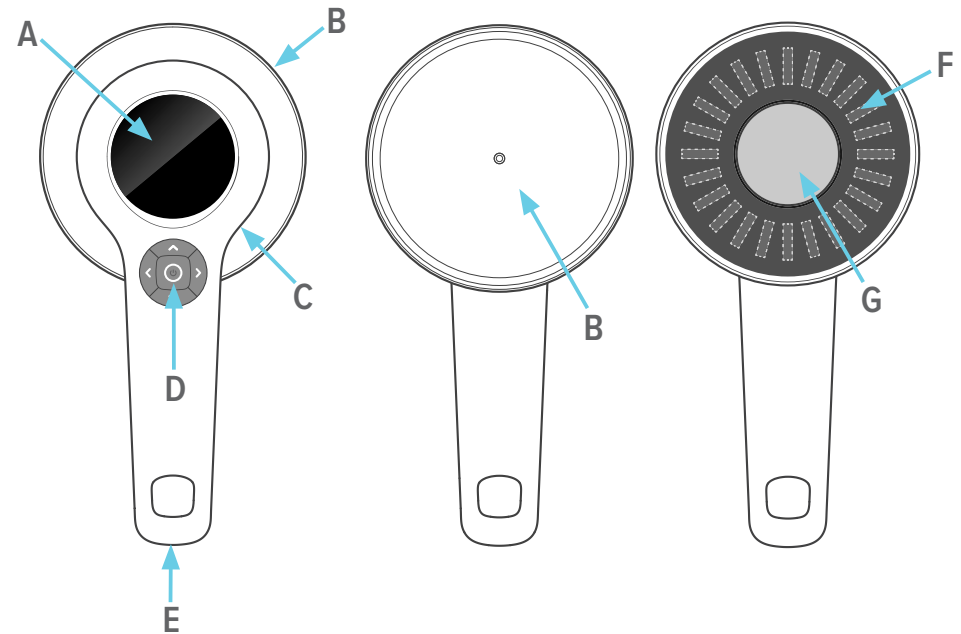


Figure 1. Instrument overview. **A:** Display. **B:** Lid. **C:** USB connector for charger and computer. **D:** Buttons (center, left, right, up, down). **E:** Tripod screw mount. **F:** Solid-state sensors behind carbon fiber cover. **G:** Geiger-Müller pancake behind steel grid.

NOTE *The entrance window of the Geiger-Müller pancake (**G** in Figure 1 on page 4), is very fragile and should never be touched. The Geiger-Müller pancake is also sensitive to mechanical shock.*

GETTING STARTED

Power on the instrument with a long press (approximately 3 seconds) on the center button (🔌).

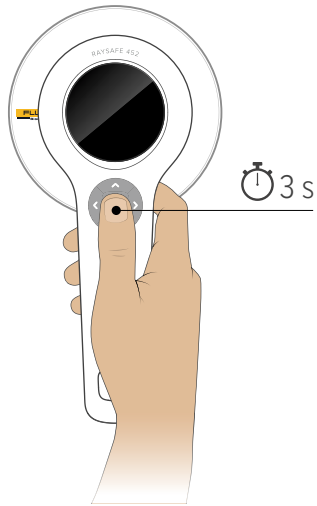


Figure 2. Power on.

The instrument starts to measure after about 5 seconds.

Position the instrument with the sensors towards the radiation source. The instrument will switch between its different sensor systems and adapt its averaging times automatically.

Measurement quantities change with the lid. See "Lids and quantities" on page 7.



Figure 3. Position with the sensor area facing the radiation source.

Power off with a long press on the center button. The instrument automatically stores a log of rate values with 1 second resolution.

ACTIONS AND SETTINGS

Screen overview

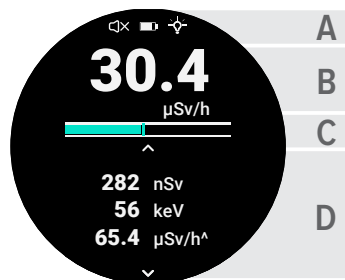


Figure 4. Screen overview.

- A. Status symbols: measurement sound, battery and display backlight.
- B. Current dose rate or count rate. The displayed quantity and unit change with lid and settings. See Table 1 on page 7 for more information.
- C. Rate bar. The rate bar shows the current rate, without averaging, updated 4 times per second. The scale is logarithmic and covers the specified rate range.
- D. Varying content: current measurement parameters, settings, stored measurement, error screen or confirmation screen, depending on user interaction and environmental conditions.

Store measurements

Manually store a measurement with a short press on the center button.

Storing a measurement saves and resets all displayed readings.

A measurement will also be stored automatically:

- When mounting or unmounting a lid.
- When the instrument powers off.
- When an error state interrupts the ongoing measurement.
- After 24 hours of continuous measurement.

Access stored measurements

All stored measurements can be accessed using a computer running RaySafe View. See "RaySafe View" on page 12. Recent measurements have a rate log with 1 second resolution, displayed in RaySafe View as a waveform.

Measurements stored since last power-on can be accessed in the instrument display. Press the down arrow to view the stored measurements. See Figure 5 on page 6. Step between measurements using the left and right arrow buttons.

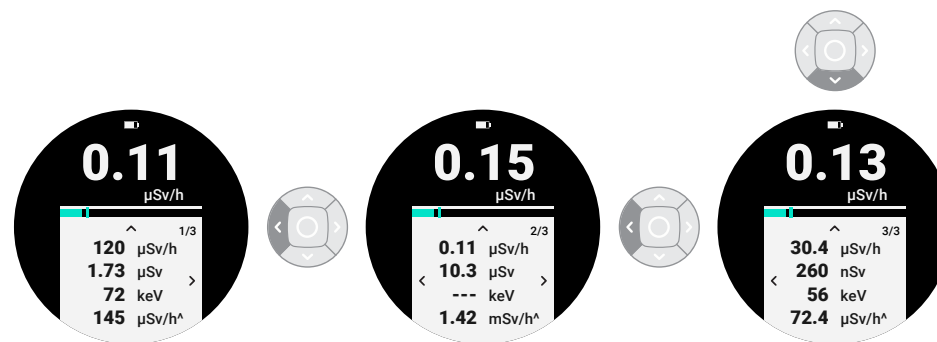


Figure 5. Access stored measurements.

After 10 days of logging, or 4000 stored measurements, the oldest entries will be cyclically overwritten.

Lids and quantities

Depending on model, the instrument is equipped with different sets of lids with different filter compositions.

The lids have bayonet mounts. Align the line on the lid with the line on the instrument, bring together and turn to fasten the lid.

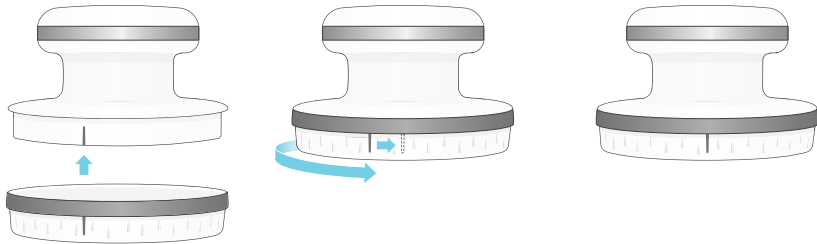


Figure 6. Mount a lid.

LID NAME	DOSE QUANTITY	UNITS
Ambient	Ambient dose equivalent, $H^*(10)$	Sv, rem
Air kerma	Air kerma, K_{air}	Gy
	Absorbed dose to air, D_{air}	rad
	Exposure, X	R
Without lid	Counts (α , β , γ)	cps, cpm

Table 1. Lids and measured quantities.

Change the measurement unit in the settings menu. See "Buttons and menus" on page 7.

The instrument is calibrated with its associated lid(s), and shall only be used with the lid(s) provided with the instrument. Calibration date and serial number are printed on the lid label.

NOTE Before exposing the instrument to water or dust, make sure that the rubber sealing is intact and clean, that the lid is properly mounted, and that nothing is connected to the USB connector.

Buttons and menus



Figure 7. Center button.

A long press on the center button powers on or off the instrument.

When the instrument shows the measurement screen, a short press on the center button stores a measurement. At all other screens, a short press on the center button returns the measurement screen.



Figure 8. Arrow buttons.

The measurement screen is the default screen after power on. Press up from the measurement screen to access settings.

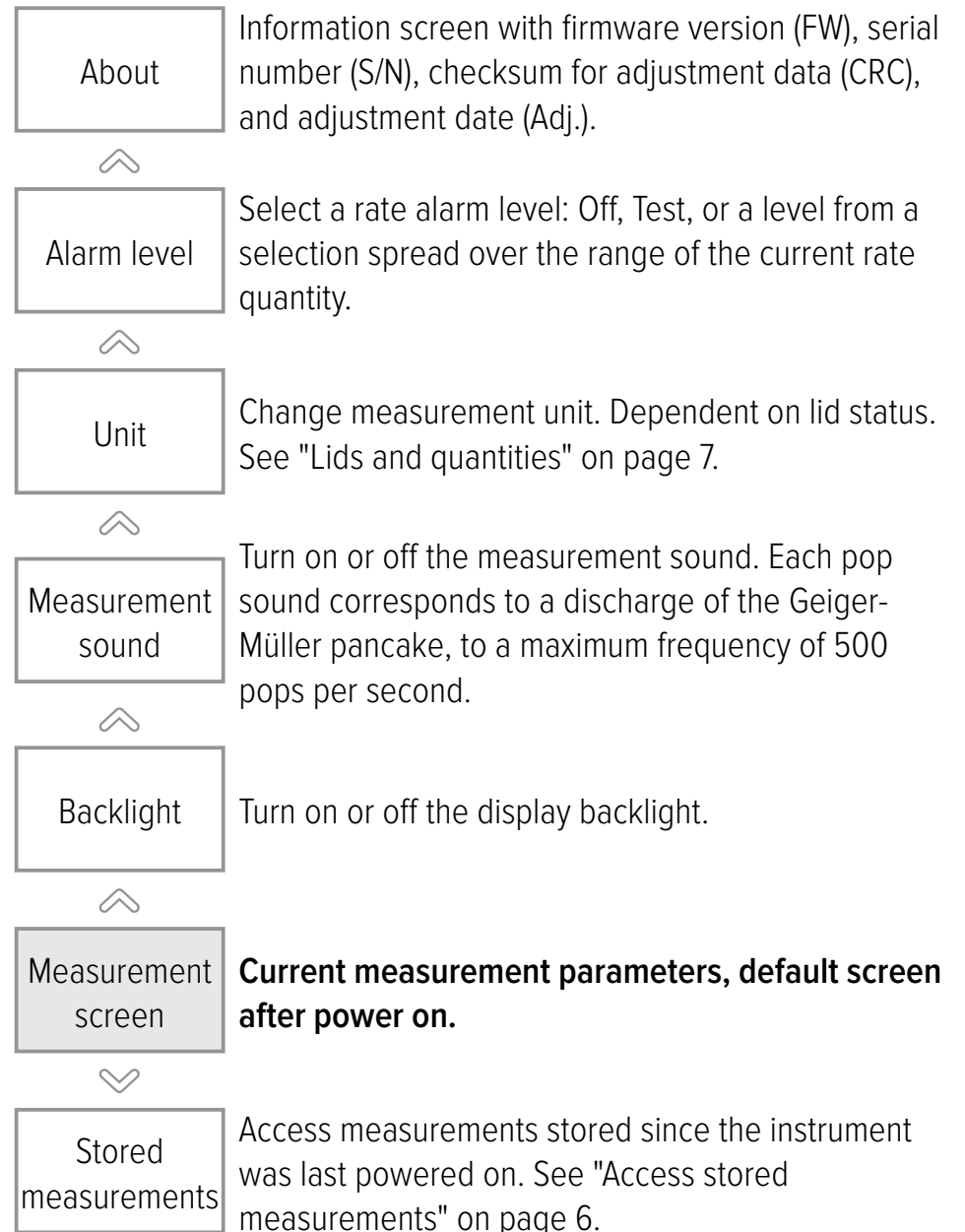
Press left or right as indicated on the screen to step between selectable settings. The setting is changed immediately. Press the center button to return to the measurement screen.

Press down from the measurement screen to access stored measurements. The stored measurements are sorted in chronological order, from right to left.

There are two shortcuts:

- A long press on the left arrow button toggles the measurement sound (on/off).
- A long press on the right arrow button toggles the display backlight (on/off).

Menu structure



MEASURE WITH LID

Select which lid to use (*Ambient* or *Air kerma*).

1. Mount the lid.
2. Position the instrument with the sensors (the flat area of the lid) facing the radiation source.

The instrument handles its two sensor systems seamlessly, for both continuous sources of radiation, and for intermittent sources. See "Intermittent radiation sources" on page 10.

The instrument has no zero adjust functionality, and measurements include background radiation.

Measurement parameters

Dose and dose rate

Dose is all dose accumulated during the current measurement.

Dose rate uses an algorithm that detects radiation changes with a response time of a few seconds or less, but may in some cases need more time to stabilize, according to Table 2 on page 9.

DOSE RATE ($\mu\text{Gy/h}$, $\mu\text{Sv/h}$)	DOSE RATE (mrad/h, mR/h, mrem/h)	TIME TO MAX STABILITY
≤ 0.1	≤ 0.01	60 s
0.3	0.03	30 s
1	0.1	10 s
3	0.3	10 s
10	1	10 s
30	3	10 s
100	10	5 s
≥ 300	≥ 30	2 s

Table 2. Dose rate stabilization times.

NOTE Dose rate readings may need additional time to stabilize on a lower value after high radiation levels, due to afterglow of scintillators in the solid-state sensors.

NOTE The instrument is not sensitive to neutrons. This has been tested using thermal neutrons from a moderated $^{241}\text{Am-Be}$ source. The response was found to be less than 5 % of the neutron ambient dose equivalent.

Peak dose rate

Peak dose rate is the highest displayed dose rate reading since last reset. See definition of dose rate.

NOTE The instrument detects muons, created when interstellar high energy particles from the Milky Way crashes into the Earth's atmosphere. The muons interact with the solid-state sensors (when measuring with lid) and create short (1–2 s) dose rate pulses of approximately 100 times background. At sea level,

the instrument typically detects a few muons per day, but at higher altitudes, for example when travelling by air, the number increases to hundreds per day.

Mean photon energy

Mean photon energy uses a moving average of up to 10 seconds. The averaging time is shortened whenever a change in dose rate is detected.

Intermittent radiation sources

Dose is accurate for short pulse lengths due to the fast dead time corrections and sensor algorithms. See Figure 9 on page 10.

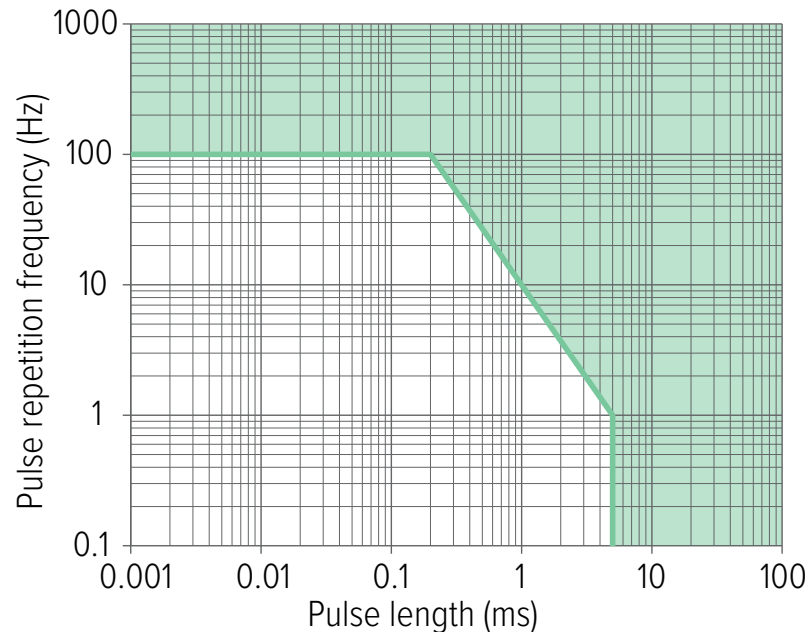


Figure 9. Performance on intermittent radiation, for temperatures up to 30 °C (86 °F). **Green area:** Response within ±20 % of the response at continuous radiation.

Dose rate is averaged over 1 second or longer, and updated once per second. Therefore, the instrument needs a radiation pulse of at least 2 seconds to reliably measure the rate of the pulse. It is possible to manually calculate the rate of a shorter pulse using the measured dose and a known pulse length.

When measuring on continuously repeating pulses, for example from pulsed fluoroscopy or linacs, the instrument measures average dose rate. If the duty cycle is known, it can be used as a correction for calculating the radiation rate in the pulses.

NOTE At temperatures above 30 °C (86 °F) the instrument's ability to handle radiation from intermittent sources gradually declines with increasing temperature.

MEASURE WITHOUT LID

When measuring without lid, for example on a potentially contaminated surface:

1. Unmount the lid. When measuring without lid, the active sensor is the Geiger-Müller pancake, **G** in Figure 1 on page 4.
2. Turn on the measurement sound.
Tip: Long press on the left arrow button toggles the measurement sound on or off.
3. Hold the instrument close to, but not in contact with, the surface.
4. Scan the surface slowly, approximately 1 cm/s (½ inch per second).

The instrument counts discharge avalanches in the Geiger-Müller pancake, caused by alpha, beta and gamma radiation. After each discharge, the pancake takes some tens of microseconds to recharge, called the dead time. The instrument corrects for the effect of this dead time each millisecond, automatically.

The instrument has no zero adjust functionality, and measurements include background radiation.

Measurement parameters

Counts

Counts is the sum of all discharge events during the current measurement, corrected for dead time every millisecond.

Count rate

Count rate uses an algorithm that detects changes in radiation with a response time of a few seconds or less, but may in some cases need more time to stabilize. See Table 3 on page 11.

Count rate is averaged over 1 second or longer, and updated once per second, why the instrument needs a stable radiation level for at least 2 seconds to reliably measure the rate.

RATE (cps)	RATE (cpm)	TIME TO MAX STABILITY
≤ 0.5	≤ 30	60 s
1.5	90	33 s
5	300	10 s
15	900	10 s
50	3 k	10 s
150	9 k	7 s
500	30 k	4 s
≥ 1500	≥ 90 k	2 s

Table 3. *Count rate stabilization times.*

Peak count rate

Peak count rate is the highest displayed count rate since last reset. See definition of count rate.

Activity calculation

The approximate activity of detected nuclides can be calculated from count rate, see Table 4 on page 12. For non-listed nuclides, interpolate using the decay type and particle energy.

RADIONUCLIDE	DECAY (E_{\max} , MeV)	TYPICAL ACTIVITY PER COUNT RATE (Bq/cps), (dpm/cpm)
^{14}C	β^- (0.16)	17
^{60}Co	β^- (0.32)	6
^{36}Cl	β^- (0.71)	4
$^{90}\text{Sr} / ^{90}\text{Y}$	β^- (0.55 / 2.28)	3
^{239}Pu	α (5.16)	8
^{241}Am	α (5.49)	8

Table 4. Conversion factors from count rate to activity.

Table 4 on page 12 is based on measurements made with 3 mm distance between the instrument housing (without lid) and an Al plate with a thin layer of radionuclide (wide area class 2 source according to ISO 8769:2010). Under other measurement conditions, for example different physical properties of the sample, such as thickness, size and purity, these conversion factors may underestimate the activity.

Example: The instrument reads 20 cps (1200 cpm) above background at a short distance from an Americium-241 containing particle. The activity of the particle is at least $20 \text{ cps} \times 8 \text{ Bq/cps} = 160 \text{ Bq}$ ($1200 \text{ cpm} \times 8 \text{ dpm/cpm} = 9600 \text{ dpm}$).

RAYSAFE VIEW



Figure 10. Connect instrument to RaySafe View.

Use the USB cable provided with the instrument to connect to a computer running RaySafe View.

RaySafe View includes:

- Real-time display of readings.
- Remote control of the instrument (change settings, store measurements).
- Import of measurements stored in the instrument.
- Data analysis of rate log in waveform.
- Possibility to save measurements on the computer.
- Data export to Microsoft Excel and to csv files.

Download RaySafe View from www.flukebiomedical.com.

MAINTENANCE

Charge the battery



Figure 11. Connect the USB charger.

To charge the battery, connect the instrument's USB connector to an indoor wall socket with the supplied charger. You can also charge with a USB power bank, or by connecting to a USB port on a computer, but charging is faster with the supplied charger (approximately 3 hours from empty to full battery).

NOTE If using the instrument while the battery symbol is red, the instrument may automatically power off at any time.

⚠ WARNING Make sure that the USB connector on the instrument is clean and dry before connecting a cable.

Cleaning

Clean the instrument with lid mounted using a damp cloth and mild detergent.

The instrument is not water resistant with the lid off. If the instrument is contaminated with the lid off, gently wipe the contaminated area with a cloth and make sure that the instrument and lid are dry before mounting the lid.

Storage

Store the instrument powered off and with a lid mounted.

Service

Contact the manufacturer for service. See "Service and support contacts" on page 21.

NOTE RaySafe 452 has no user serviceable parts.

ERRORS AND SYMBOLS

Instrument errors

Self tests are performed at startup, and continuously during operation.

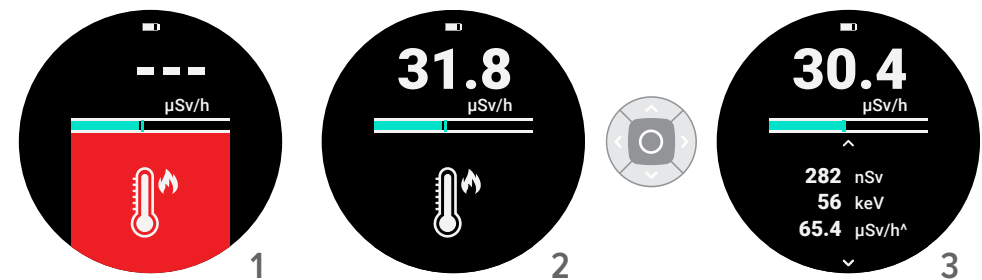









Figure 12. 1: Error screen. 2: Confirmation screen. 3: Measurement screen.

If an error occurs, the measurement screen is blocked by an error symbol on red background (**1** in Figure 12 on page 13), and the instrument emits a beep every fifteenth second. While the screen is red, the instrument does not measure.








If the error ends, the instrument automatically starts a new measurement while the error symbol remains on black background (**2** in Figure 12 on page 13). Press the center button to confirm the symbol and to view the ongoing measurement (**3** in Figure 12 on page 13).

ERROR SYMBOL	TYPE	ACTION
	Instrument error (#2, #3, #4, #6, #7, #8)	Restart the instrument. If the error remains, contact support. See "Service and support contacts" on page 21.
	Dose rate too high	The dose rate is outside the specification. Increase the distance to the radiation source to lower the rate.
	Instrument too cold	Let the instrument warm up to above $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-4\text{ }^{\circ}\text{F}$).
	Instrument too warm	Let the instrument cool down to below $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($122\text{ }^{\circ}\text{F}$).
	Correct type of lid not detected	Mount a lid supplied with the instrument and/or make sure that the lid is properly mounted. Some instrument models require a lid to operate.

Other display symbols

SYMBOL	TYPE	MEANING
	New measurement started	After 24 hours of continuous measurement, the instrument automatically stores a measurement and starts a new measurement. Confirm this with a press on the center button to return to the measurement screen.
	Corrupt measurement	This stored measurement is corrupt, and can not be displayed.

Symbols on labels

SYMBOL	MEANING
	Manufacturer
	Article number
	Serial number
	Conforms to European Union directives.
	This product complies with the WEEE Directive marking requirements. The affixed label indicates that you must not discard this electrical/ electronic product in domestic household waste. Product Category: With reference to the equipment types in the WEEE Directive Annex I, this product is classed as category 9 "Monitoring and Control Instrumentation" product. Do not dispose of this product as unsorted municipal waste.
	WARNING – RISK OF DANGER. Consult user documentation.
	Conforms to relevant Australian Safety and EMC standards.

SYMBOL	MEANING
	Conforms to the Appliance Efficiency Regulation (California Code of Regulations, Title 20, Sections 1601 through 1608), for small battery charging systems.
	MET Laboratories, Inc. Certification covers UL 61010-1/CSA C22.2 No. 61010-1-12. MET Laboratories, Inc. has not evaluated this device for reliability or efficacy of its intended functions.
	None of the China RoHS restricted substances are present above permitted levels.

TECHNICAL SPECIFICATIONS

General

Safety standard	Complies with IEC 61010-1:2010, pollution degree 2
Radiation meter standard	Complies with IEC 60846-1:2009, except EMC which complies with IEC 61326-1:2012, and except alarm sound level
Dimensions	250 x 127 x 83 mm (9.8 x 5.0 x 3.3 inches)
Weight	0.8 kg (1.7 pounds)
Display	240 x 400 pixel color LCD, sunlight readable, backlit
Rate alarm	65 dB(A) at 30 cm (12 inches)
Operating temperature	-20 – +50 °C (-4 – +122 °F)
Storage temperature	-30 – +70 °C (-22 – +158 °F)
Battery charging temperature	+10 – +40 °C (+50 – +104 °F)
Atmospheric pressure	70 – 107 kPa, altitude up to 3000 m (10 000 ft)
IP code	IP64 (dust proof and water resistant) according to IEC 60529:1989–2013, with lid mounted, seals intact and nothing connected to USB connector
Humidity, without lid	< 90 % relative humidity, non-condensing
Battery life	Up to 100 h
Battery	Built-in rechargeable lithium-ion, 2550 mAh

Connector	USB micro (5 V DC, 1.3 A), for communication and charging
Mounting	Standard ¼” tripod thread on handle
Data storage	4000 stored measurements and 10 days of dose rate log with 1 s resolution
Software	RaySafe View (for remote control, analysis and data export)

Radiology

Ambient dose equivalent, $H^*(10)$

Range	0 µSv/h – 1 Sv/h (0 µrem/h – 100 rem/h)	
Rate resolution	0.01 µSv/h (1 µrem/h) or 3 digits	
Dose resolution	0.1 nSv (0.01 µrem) or 3 digits	
Energy range	16 keV – 7 MeV	
Energy response ¹	> 20 µSv/h (2 mrem/h) and $T < 30$ °C (86 °F)	±15 %, 20 keV – 5 MeV ±25 %, < 20 keV or > 5 MeV
	otherwise	±20 %, 20 keV – 1 MeV -25 % – +150 %, < 20 keV or > 1 MeV
Minimum X-ray pulse length ²	5 ms at $T < 30$ °C (86 °F)	
Minimum linac frequency ^{2,3}	100 Hz at $T < 30$ °C (86 °F)	
Rate response time	~2 s to detect a step from 0.2 to 2 µSv/h (20 to 200 µrem/h)	
IEC 60846-1 energy range ⁴	20 keV – 2 MeV, angle of incidence ±45°	
IEC 60846-1 dose rate range ⁴	1 µSv/h – 1 Sv/h (100 µrem/h – 100 rem/h), non-linearity < ±10 %	
IEC 60846-1 dose range ⁴	1 µSv – 24 Sv (100 µrem – 2.4 krem), coefficient of variation < 3 %	
Units	Sv rem (1 rem = 1/100 Sv)	

Air kerma, K_{air}

Range	0 $\mu\text{Gy/h}$ – 1 Gy/h (0 $\mu\text{R/h}$ – 114 R/h)	
Rate resolution	0.01 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{R/h}$) or 3 digits	
Dose resolution	0.1 nGy, (0.01 μR) or 3 digits	
Energy range	30 keV – 7 MeV	
Energy response ¹	> 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h) and $T < 30\text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	$\pm 15\%$, 30 keV – 5 MeV $\pm 25\%$, 5 MeV – 7 MeV
	otherwise	$\pm 30\%$, 30 keV – 1 MeV -25% – $+120\%$, 1 MeV – 7 MeV
Minimum X-ray pulse length ²	5 ms at $T < 30\text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	
Minimum linac frequency ^{2,3}	100 Hz at $T < 30\text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)	
Rate response time	~ 2 s to detect a step from 0.2 to 2 $\mu\text{Gy/h}$ (23 to 230 $\mu\text{R/h}$)	
Units	Gy rad (1 rad = 1/100 Gy) R (1 R = 1/114.1 Gy)	

Mean photon energy, \bar{E}

Range	20 keV – 600 keV
Uncertainty	10 % at < 100 keV, 20 % otherwise
Defining standard	ISO 4037-1:2019
Minimum dose rate ⁵	20 $\mu\text{Sv/h}$ (2 mrem/h) or 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h), at $T < 30\text{ }^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$)

Counter (α , β , γ)

Detector type	Geiger-Müller pancake
Window	Mica, 1.5 – 2 mg/cm ²
Sensitive area	15.55 cm ² , behind 79 % open steel grid
Range	0 cps – 20 kcps (0 cpm – 1.2 Mcpm)
Rate resolution	0.1 cps (1 cpm) or 3 digits
Counter resolution	1 count or 3 digits

Dead time correction	Automatic, linearity within -10% – $+30\%$		
Typical background at 0.1 $\mu\text{Sv/h}$	0.5 cps (30 cpm)		
Typical gamma sensitivity, ¹³⁷ Cs	6 cps / $\mu\text{Gy/h}$ (3000 cpm / mR/h)		
Rate response time	~ 2 s to detect a step from 1 to 10 cps (60 to 600 cpm)		
Units	cps cpm (1 cpm = 1/60 cps)		
2 π emission sensitivity ⁶	Radionuclide	Decay (E_{max})	Typical efficiency
	¹⁴ C	β^- (0.16 MeV)	15 %
	⁶⁰ Co	β^- (0.32 MeV)	31 %
	³⁶ Cl	β^- (0.71 MeV)	43 %
	⁹⁰ Sr / ⁹⁰ Y	β^- (0.55 / 2.28 MeV)	49 %
	²³⁹ Pu	α (5.16 MeV)	26 %
	²⁴¹ Am	α (5.49 MeV)	26 %

FOOTNOTES

- The instrument uses a Geiger-Müller pancake at low rates and a cluster of solid-state sensors at higher rates. The rate where the solid-state sensors are fully engaged gradually increase with temperature, for temperatures above 30 $^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$).
- Limit where the response is within $\pm 20\%$ of the response at continuous radiation. Above 30 $^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$) the instrument's ability to handle low linac pulse rates and short X-ray pulses gradually declines with increasing temperature.
- Refers to the microwave pulse repetition frequency of typical medical linear accelerators. Each pulse has a typical duration of a few μs .
- Ranges where the instrument fulfills IEC 60846-1:2009.
- Above 30 $^\circ\text{C}$ (86 $^\circ\text{F}$) the minimum dose rate gradually increases with increasing temperature.
- Measured at 3 mm distance between instrument housing (without lid) and wide area class 2 sources according to ISO 8769:2010.

Sensor position

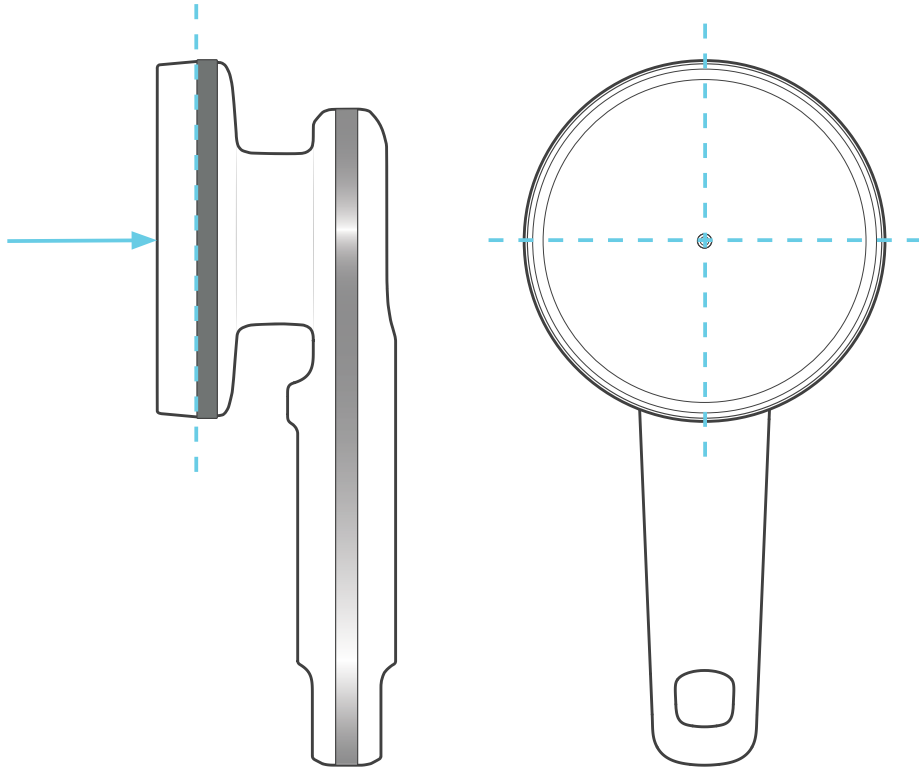
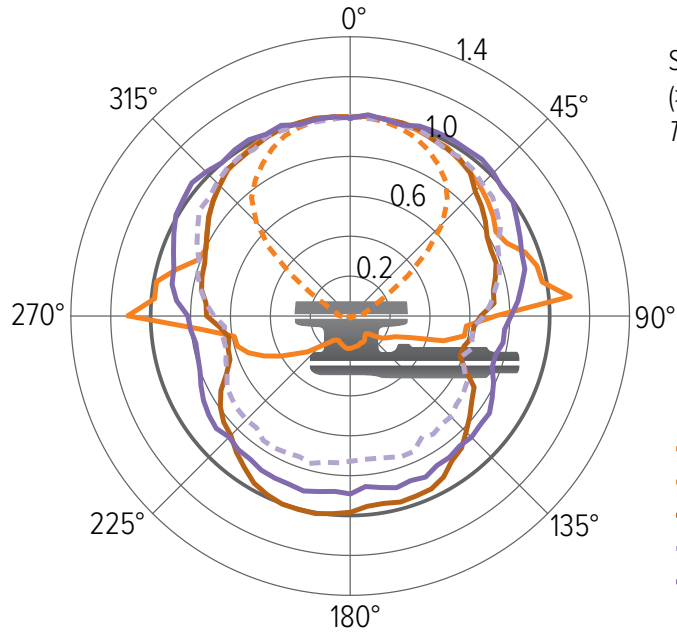
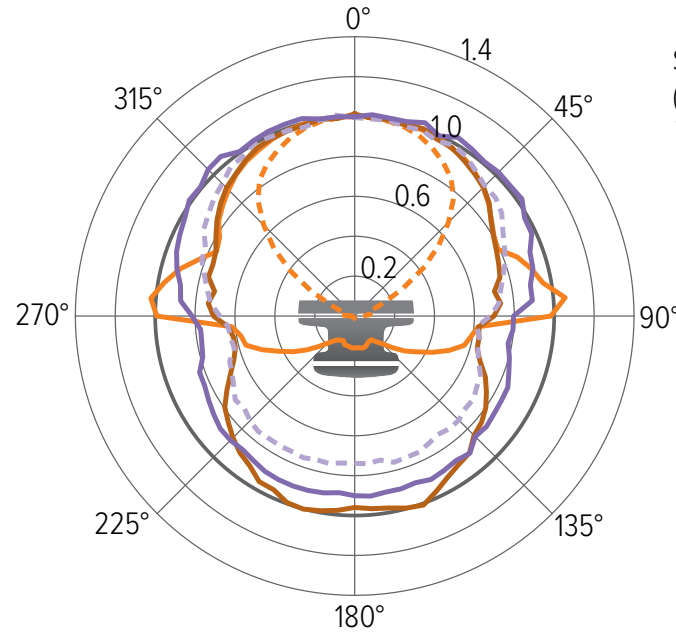


Figure 13. Sensor reference direction, reference plane and reference point.

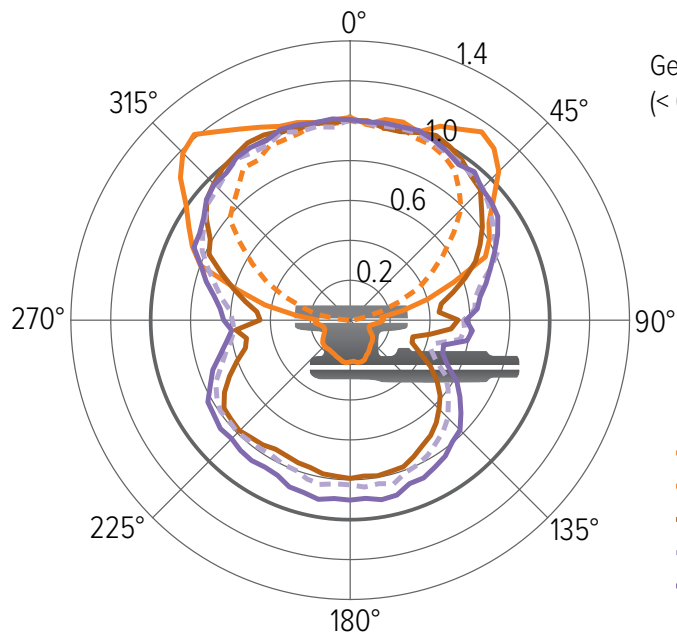
Angular response – $H^*(10)$



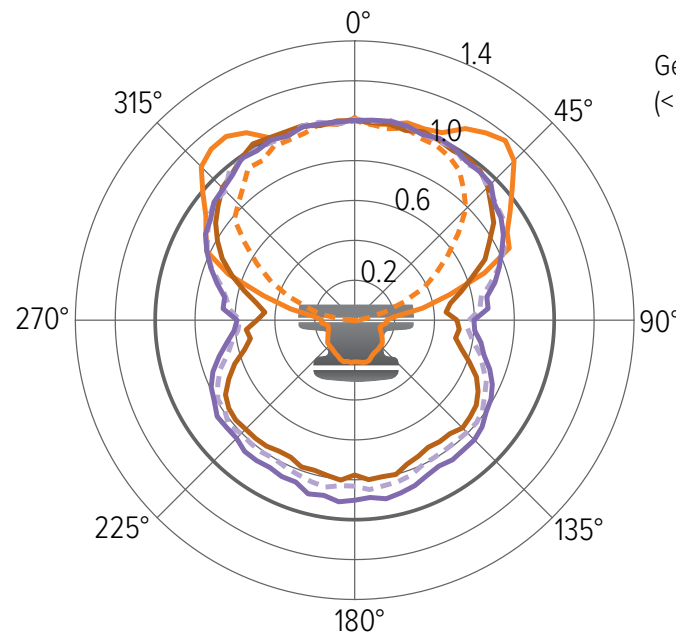
- 20 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1.25 MeV



- 20 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1.25 MeV

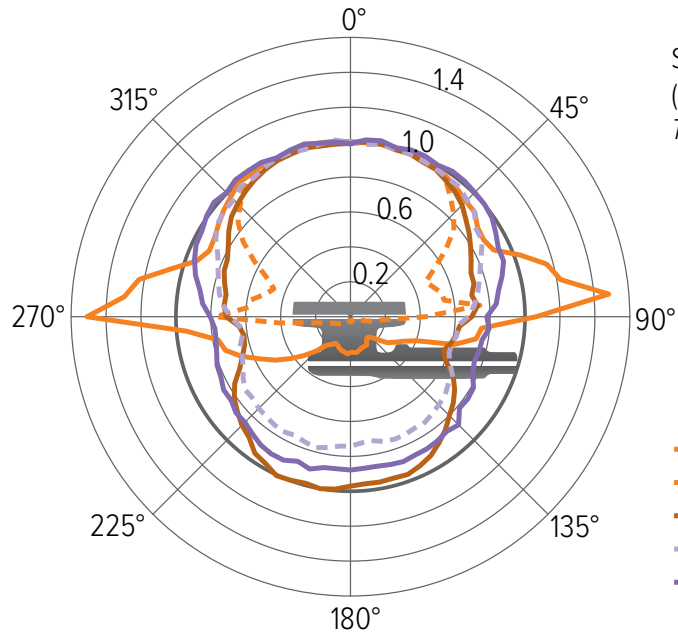


- 20 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1.25 MeV



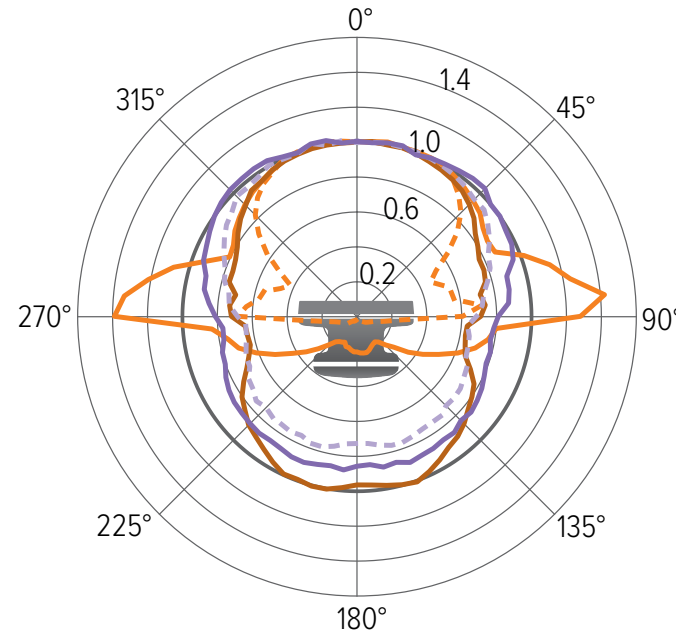
- 20 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1.25 MeV

Angular response – K_{air}



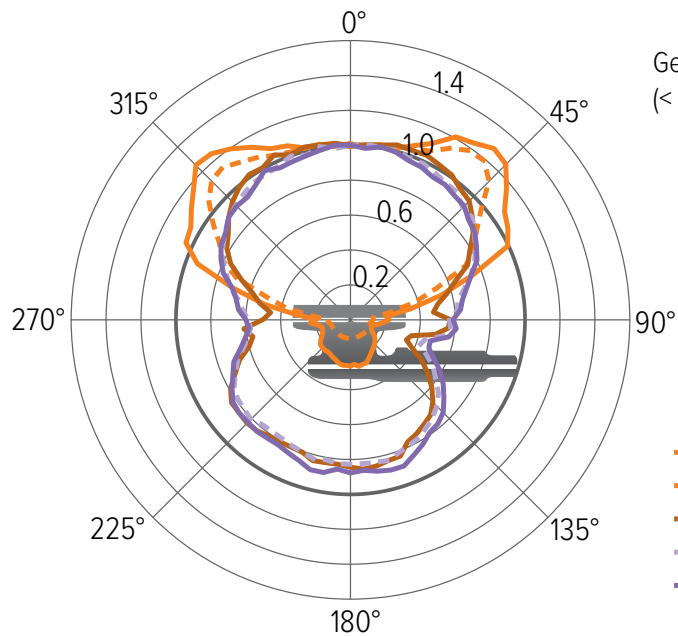
Solid-state sensors
(> 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h),
 $T < 30\text{ }^\circ\text{C}$ (< 86 $^\circ\text{F}$))

- 33 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1.25 MeV



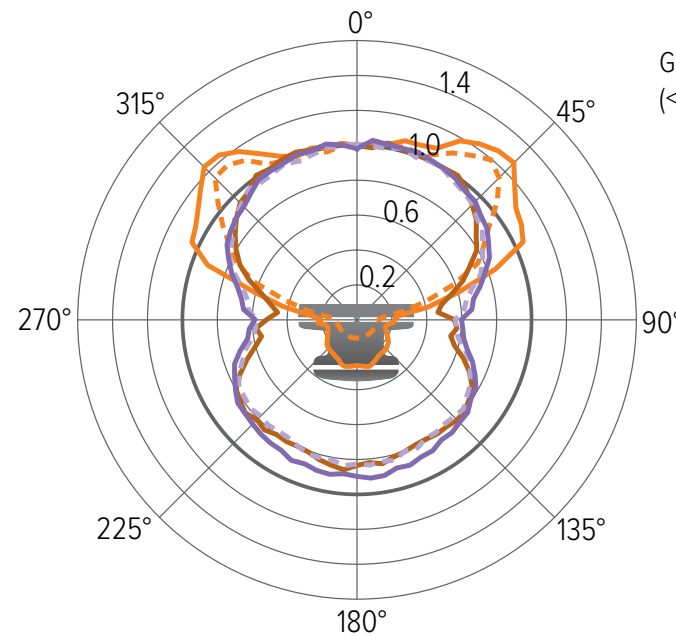
Solid-state sensors
(> 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2.3 mR/h),
 $T < 30\text{ }^\circ\text{C}$ (< 86 $^\circ\text{F}$))

- 33 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1.25 MeV



Geiger-Müller pancake
(< 6 $\mu\text{Gy/h}$ (0.7 mR/h))

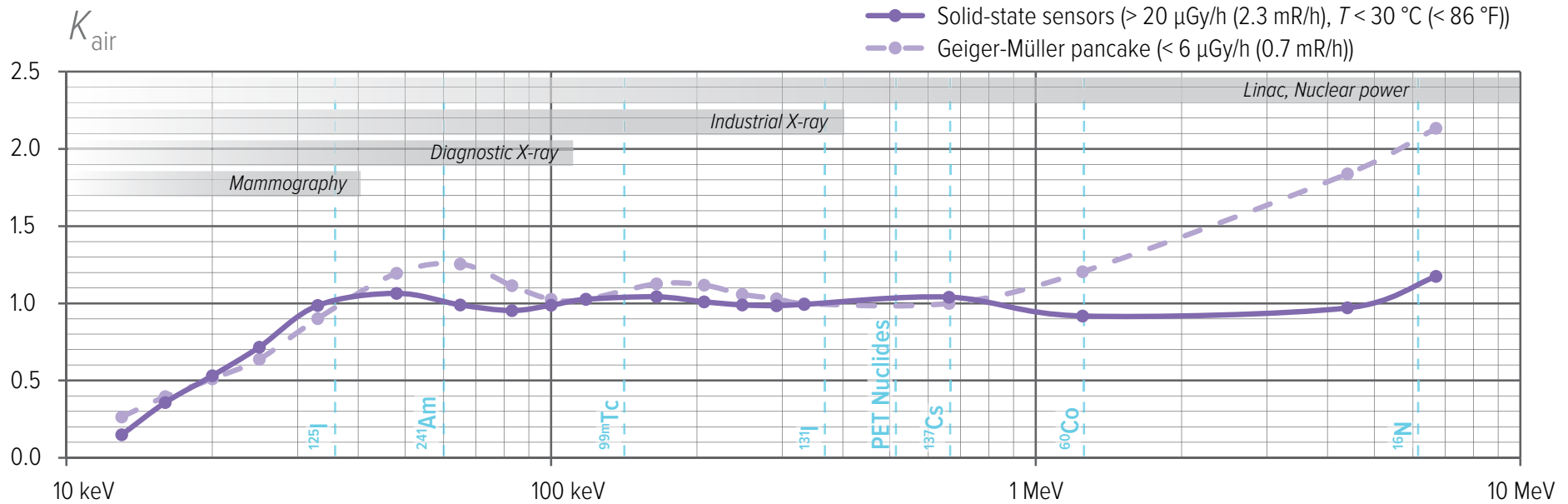
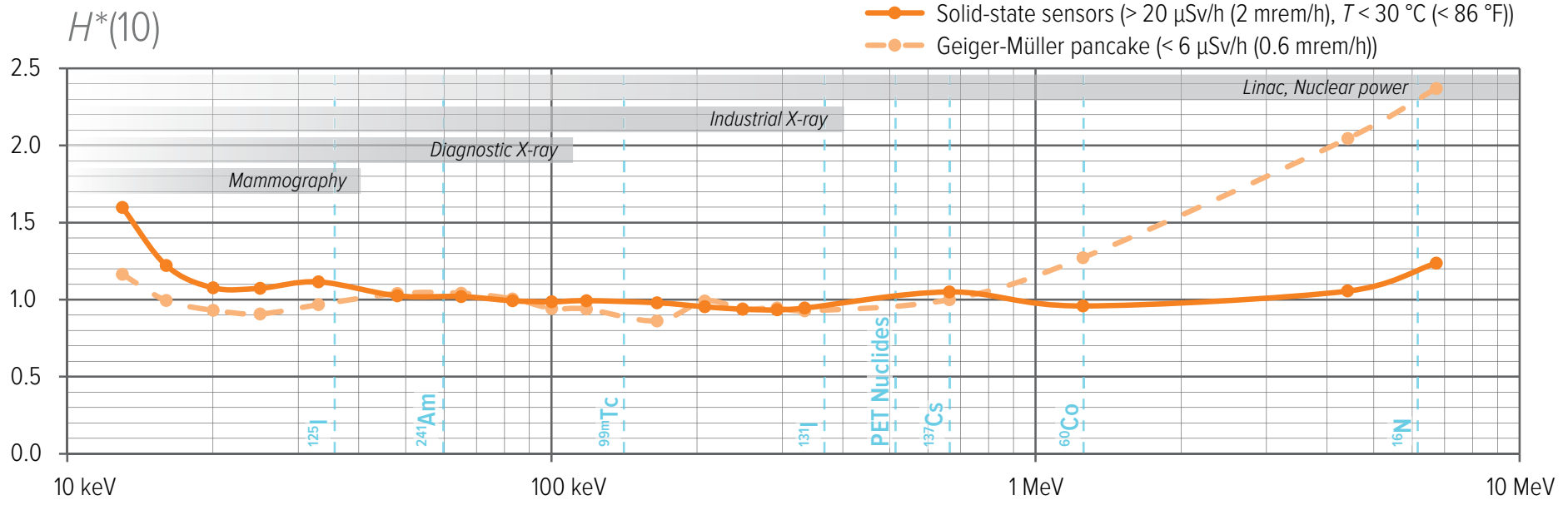
- 33 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1.25 MeV



Geiger-Müller pancake
(< 6 $\mu\text{Gy/h}$ (0.7 mR/h))

- 33 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1.25 MeV

Typical energy response



SOFTWARE LICENSES

FreeRTOS license, see the RaySafe 452 product page on www.flukebiomedical.com.

WARRANTY

Fluke Biomedical warrants this instrument against defects in materials and workmanship for one year from the date of original purchase OR two years if at the end of your first year you send the instrument to a Fluke Biomedical or RaySafe service center for calibration. You will be charged our customary fee for such calibration. During the warranty period, we will repair or at our option replace, at no charge, a product that proves to be defective, provided you return the product, shipping prepaid, to Fluke Biomedical. This warranty covers the original purchaser only and is not transferable. The warranty does not apply if the product has been damaged by accident or misuse or has been serviced or modified by anyone other than an authorized Fluke Biomedical service facility. NO OTHER WARRANTIES, SUCH AS FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, ARE EXPRESSED OR IMPLIED. FLUKE SHALL NOT BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSSES, INCLUDING LOSS OF DATA, ARISING FROM ANY CAUSE OR THEORY.

This warranty covers only serialized products and their accessory items that bear a distinct serial number tag. Recalibration of instruments is not covered under the warranty.

This warranty gives you specific legal rights and you may also have other rights that vary in different jurisdictions. Since some jurisdictions do not allow the exclusion or limitation of an implied warranty or of incidental or consequential damages, this limitation of liability may

not apply to you. If any provision of this warranty is held invalid or unenforceable by a court or other decision-maker of competent jurisdiction, such holding will not affect the validity or enforceability of any other provision.

SERVICE AND SUPPORT CONTACTS

For information about service and support, see the RaySafe 452 product page on www.flukebiomedical.com.

Manufactured by:

Fluke Biomedical
6920 Seaway Blvd.
Everett, WA
U.S.A.

Manual de usuario (ES)

ACERCA DE RAYSAFE 452	44	Almacenamiento.....	53
CÓMO EMPEZAR.....	45	Servicio técnico	53
ACCIONES Y AJUSTES	46	ERRORES Y SÍMBOLOS	53
Información general de pantalla.....	46	Errores del instrumento.....	53
Almacenamiento de mediciones	46	Otros símbolos de la pantalla	54
Acceso a las mediciones almacenadas.....	46	Símbolos en las etiquetas	54
Tapas y cantidades.....	47	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	55
Botones y menú.....	47	General	55
MEDICIÓN CON TAPA	49	Radiología.....	55
Parámetros de medición	49	Posición del sensor	57
Fuentes de radiación intermitente	50	Respuesta angular – $H^*(10)$	58
MEDIDA SIN TAPA	50	Respuesta angular – K_{aire}	59
Parámetros de medición	51	Respuesta de energía normal.....	60
Cálculo de actividad.....	52	LICENCIAS DE SOFTWARE.....	61
RAYSAFE VIEW	52	GARANTÍA	61
MANTENIMIENTO	53	CONTACTOS DE SERVICIO Y SOPORTE	61
Carga de la batería.....	53		
Limpieza.....	53		

ACERCA DE RAYSAFE 452

RaySafe 452 es un dispositivo portátil diseñado para monitorizar y medir los niveles de radiación en interiores y de forma temporal en exteriores, para aplicaciones nucleares, industriales y médicas.

- ⚠ **ADVERTENCIA** *RaySafe 452 no sustituye a ningún equipo de protección contra radiación.*
- ⚠ **ADVERTENCIA** *RaySafe 452 no sustituye a los dosímetros personales o legales.*
- ⚠ **ADVERTENCIA** *RaySafe 452 no está homologado para su uso en entornos con atmósfera explosiva.*
- ⚠ **ADVERTENCIA** *Utilice RaySafe 452 únicamente como se especifica; de lo contrario, la protección proporcionada en el diseño puede verse comprometida.*
- ⚠ **ADVERTENCIA** *Tenga especial cuidado al medir en fuentes de radiación intermitente, como rayos X pulsantes o aceleradores lineales de partículas (Linac). Consulte "Fuentes de radiación intermitente" en la página 50.*

RaySafe 452 (el instrumento) se utiliza con diferentes tapas, o sin tapa, para cuantificar la dosis, la tasa de dosis, la energía fotónica media, las cuentas y la tasa de cuentas.

El instrumento consta de dos sistemas de sensores que se manejan automáticamente:

1. Un detector Geiger-Müller de tipo pancake, utilizado en tasas de dosis bajas y, sin tapa, como contador $\alpha/\beta/\gamma$ (alfa, beta, gamma).

2. Un grupo de sensores de estado sólido, utilizados a tasas de dosis medias a altas.

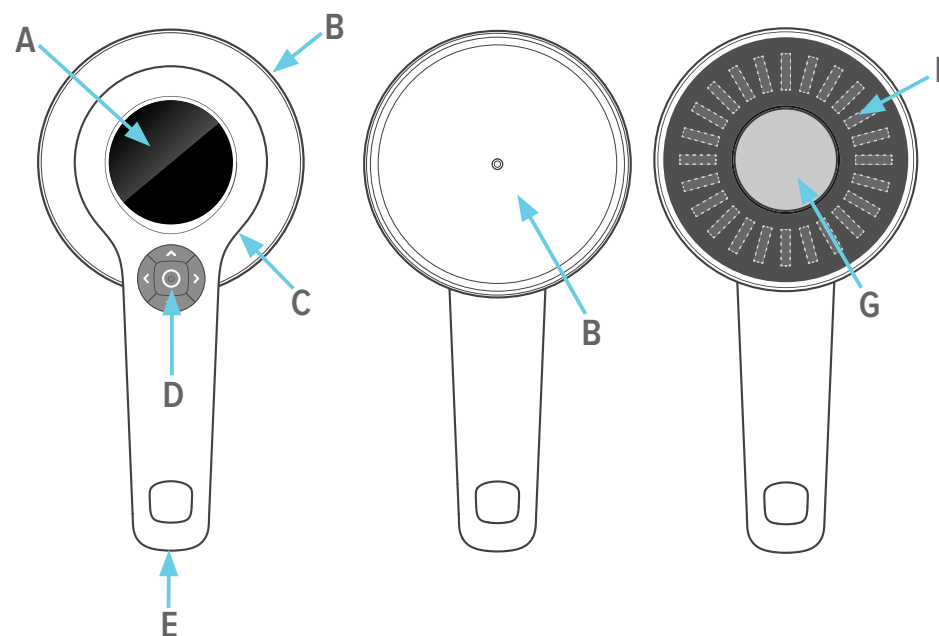


Figura 1. Información general del instrumento. **A:** pantalla. **B:** tapa. **C:** conector USB para cargador y ordenador. **D:** botones (central, izquierda, derecha, arriba, abajo). **E:** soporte con tornillos para trípode. **F:** sensores de estado sólido tras una cubierta de fibra de carbono. **G:** detector Geiger-Müller de tipo pancake tras una rejilla de acero.

NOTA *La ventana de entrada del detector Geiger-Müller de tipo pancake (**G** en la Figura 1 en la página 44), es muy frágil y no debe tocarse nunca. El detector Geiger-Müller de tipo pancake también es sensible a los golpes mecánicos.*

CÓMO EMPEZAR

Encienda el instrumento con una pulsación prolongada (aproximadamente 3 segundos) del botón central (🔌).

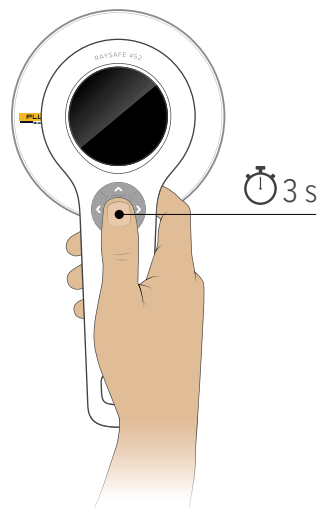


Figura 2. Encendido.

El instrumento empieza a medir después de unos 5 segundos. Coloque el instrumento con los sensores orientados hacia la fuente de radiación. El instrumento cambiará entre sus distintos sistemas de sensores y adaptará sus tiempos promedio automáticamente. Las magnitudes de medición cambian en función de la tapa. Consulte "Tapas y cantidades" en la página 47.

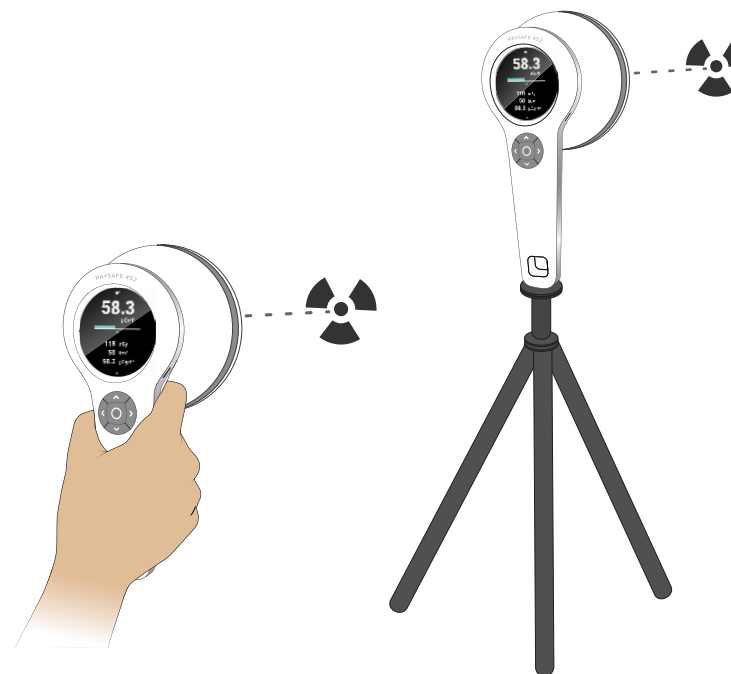


Figura 3. Posición con el área del sensor orientada a la fuente de radiación.

Apáguelo con una pulsación prolongada del botón central. El instrumento almacena de forma automática un registro de valores de tasa con una resolución de 1 segundo.

ACCIONES Y AJUSTES

Información general de pantalla

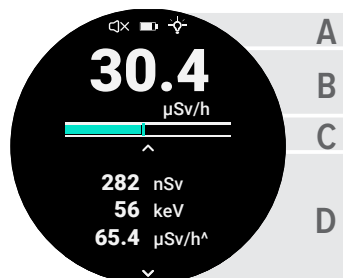


Figura 4. Información general de pantalla.

- A.** Símbolos de estado: sonido de la medición, batería e iluminación de la pantalla.
- B.** Tasa de dosis actual o tasa de cuentas. La cantidad y la unidad mostradas cambian con la tapa y los ajustes. Consulte Tabla 1 en la página 47 para obtener más información.
- C.** Barra de tasa. La barra de tasa muestra la tasa actual, sin promediar, actualizada 4 veces por segundo. La escala es logarítmica y cubre el rango de tasa especificado.
- D.** Contenido variable: parámetros de medición actuales, ajustes, mediciones almacenadas, pantalla de error o de confirmación, en función de la interacción del usuario y de las condiciones ambientales.

Almacenamiento de mediciones

Almacene manualmente una medición pulsando brevemente el botón central.

El almacenamiento de una medición guarda y reinicia todas las lecturas mostradas.

Una medición también se almacenará automáticamente en los siguientes casos:

- Al montar o desmontar una tapa.
- Cuando el instrumento se apaga.
- Cuando un estado de error interrumpe la medición en curso.
- Después de 24 horas de medición continua.

Acceso a las mediciones almacenadas

Se puede acceder a todas las mediciones almacenadas con un ordenador que ejecute RaySafe View. Consulte "RaySafe View" en la página 52. Las mediciones recientes tienen un registro de tasa con una resolución de 1 segundo, que se muestra en RaySafe View como una forma de onda.

En la pantalla del instrumento se puede acceder a las mediciones memorizadas desde el último encendido. Presione la flecha hacia abajo para ver las mediciones almacenadas. Consulte Figura 5 en la página 46. Pase de una medición a otra con los botones de flecha izquierda y derecha.

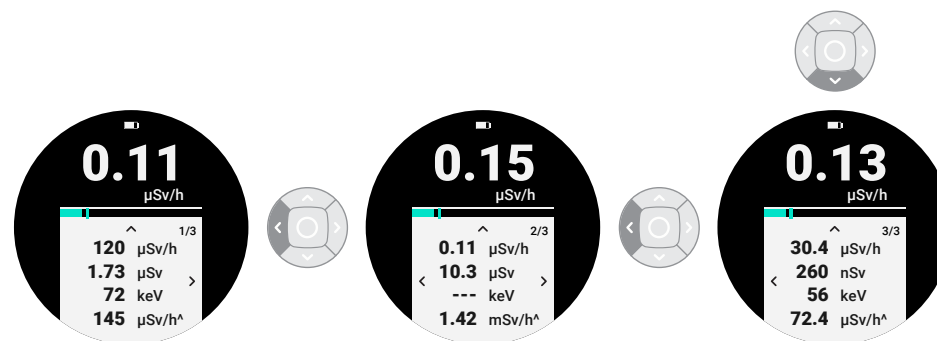


Figura 5. Acceda a las mediciones almacenadas.

Después de 10 días de registro o de 4000 mediciones almacenadas, las entradas más antiguas se sobrescribirán cíclicamente.

Tapas y cantidades

En función del modelo, el instrumento se equipa con diferentes conjuntos de tapas con distintas composiciones de filtros.

Las tapas tienen soportes de bayoneta. Oriente la línea de la tapa con la línea del instrumento, júntelas y gire para fijar la tapa.

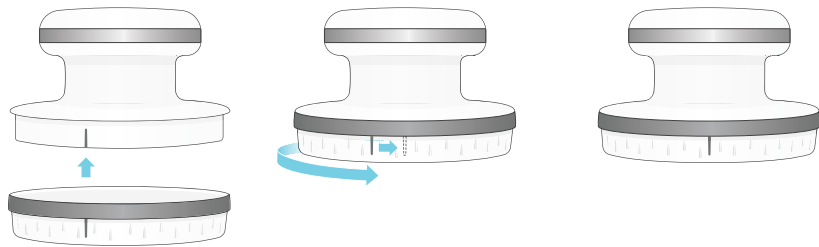


Figura 6. Monte una tapa.

NOMBRE DE LA TAPA	CANTIDAD DE DOSIS	UNIDADES
Ambient	Dosis ambiental equivalente, $H^*(10)$	Sv, rem
Air kerma	Kerma en aire, K_{aire}	Gy
	Dosis absorbida en el aire, D_{aire}	rad
	Exposición, X	R
Sin tapa	Cuentas (α , β , γ)	cps, cpm

Tabla 1. Tapas y cantidades medidas.

Cambie la unidad de medición en el menú de ajustes. Consulte "Botones y menús" en la página 47.

El instrumento se calibra con sus tapas asociadas y solo se utilizará con las tapas suministradas con el instrumento. La fecha de calibración y el número de serie están impresos en la etiqueta de la tapa.

NOTA Antes de exponer el instrumento al agua o al polvo, asegúrese de que la junta de goma esté intacta y limpia, que la tapa esté correctamente montada y que no haya nada conectado al conector USB.

Botones y menús



Figura 7. Botón central.

Una *pulsación prolongada* del botón central permite encender o apagar el instrumento.

Cuando el instrumento muestra la pantalla de medición, una *pulsación breve* del botón central almacena una medición. En todas las demás pantallas, una pulsación breve del botón central devuelve la pantalla de medición.



Figura 8. Botones de flecha.

Después del encendido, la pantalla de medición es la pantalla que aparece de forma predeterminada. Presione hacia arriba en la pantalla de medición para acceder a los ajustes.

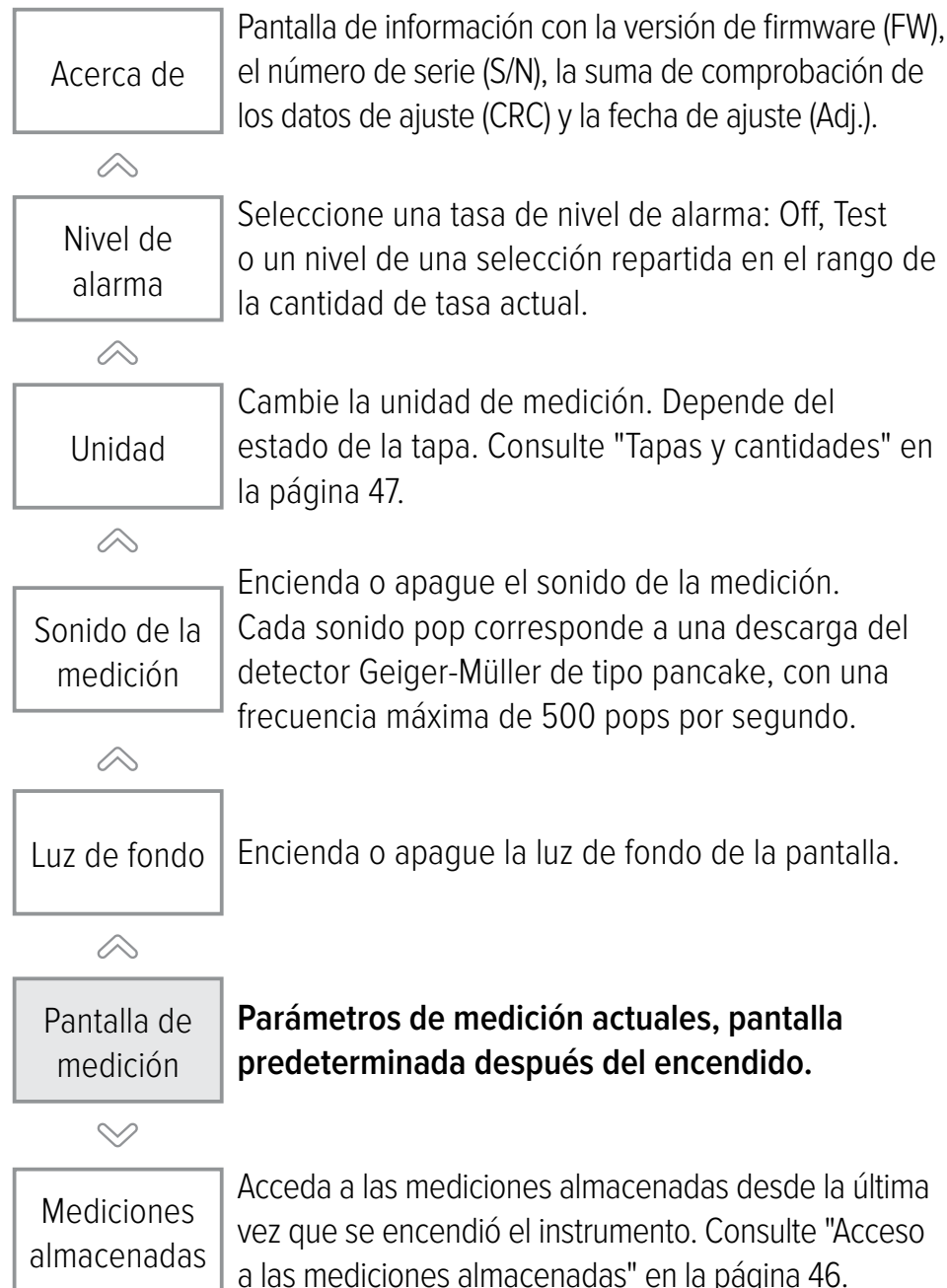
Presione hacia la izquierda o la derecha, como se indica en la pantalla, para alternar entre los ajustes seleccionables. El ajuste se cambia inmediatamente. Presione el botón central para volver a la pantalla de medición.

Presione hacia abajo en la pantalla de medición para acceder a las mediciones almacenadas. Las mediciones almacenadas se ordenan en orden cronológico, de derecha a izquierda.

Hay dos métodos abreviados:

- Una pulsación prolongada del botón de flecha izquierda alterna el sonido de la medición (encendido/apagado).
- Una pulsación prolongada del botón de flecha derecha alterna la luz de fondo de la pantalla (encendido/apagado).

Estructura del menú



MEDICIÓN CON TAPA

Seleccione la tapa que quiere utilizar (*Ambient* o *Air kerma*).

1. Monte la tapa.
2. Coloque el instrumento con los sensores (área plana de la tapa) orientados a la fuente de radiación.

El instrumento maneja sus dos sistemas de sensores a la perfección, tanto para fuentes continuas de radiación como para fuentes intermitentes. Consulte "Fuentes de radiación intermitente" en la página 50.

El instrumento no tiene funcionalidad de ajuste cero y las mediciones incluyen radiación de fondo.

Parámetros de medición

Dosis y tasa de dosis

Dosis es toda la dosis acumulada durante la medición actual.

Tasa de dosis utiliza un algoritmo que detecta los cambios de radiación con un tiempo de respuesta de unos pocos segundos o menos, aunque en algunos casos puede necesitar más tiempo para estabilizarse, de acuerdo con Tabla 2 en la página 49.

TASA DE DOSIS ($\mu\text{Gy/h}$, $\mu\text{Sv/h}$)	TASA DE DOSIS (mrad/h, mR/h, mrem/h)	TIEMPO HASTA LA MÁX. ESTABILIDAD
$\leq 0,1$	$\leq 0,01$	60 s
0,3	0,03	30 s
1	0,1	10 s
3	0,3	10 s
10	1	10 s
30	3	10 s
100	10	5 s
≥ 300	≥ 30	2 s

Tabla 2. *Tiempos de estabilización de la tasa de dosis.*

NOTA *Es posible que las lecturas de la tasa de dosis necesiten tiempo adicional para estabilizarse en un valor más bajo después de niveles altos de radiación, debido al brillo residual de los centelleadores en los sensores de estado sólido.*

NOTA *El instrumento no es sensible a los neutrones. Esto se ha probado mediante el uso de neutrones térmicos de una fuente moderada de $^{241}\text{Am-Be}$. Se ha descubierto que la respuesta era inferior al 5 % de la dosis ambiental equivalente de neutrones.*

Tasa de dosis máxima

Tasa de dosis máxima es la lectura de la tasa de dosis más alta mostrada desde el último reinicio. Consulte la definición de la tasa de dosis.

NOTA *El instrumento detecta muones, creados cuando partículas interestelares de alta energía de la Vía Láctea chocan contra la atmósfera de la Tierra. Los muones interactúan con los sensores de estado sólido (cuando se mide con tapa) y crean pulsos de tasa de dosis cortos (1–2 s) de aproximadamente 100 veces el*

fondo. A nivel del mar, el instrumento suele detectar unos pocos muones al día, pero a mayores altitudes, como cuando se viaja en avión, el número aumenta a cientos al día.

Energía fotónica media

La energía fotónica media utiliza una media móvil de hasta 10 segundos. El tiempo de promediación se reduce cuando se detecta un cambio en la tasa de dosis.

Fuentes de radiación intermitente

La dosis es exacta para longitudes de pulso cortas debido a las rápidas correcciones de tiempo muerto y a los algoritmos de sensor. Consulte Figura 9 en la página 50.

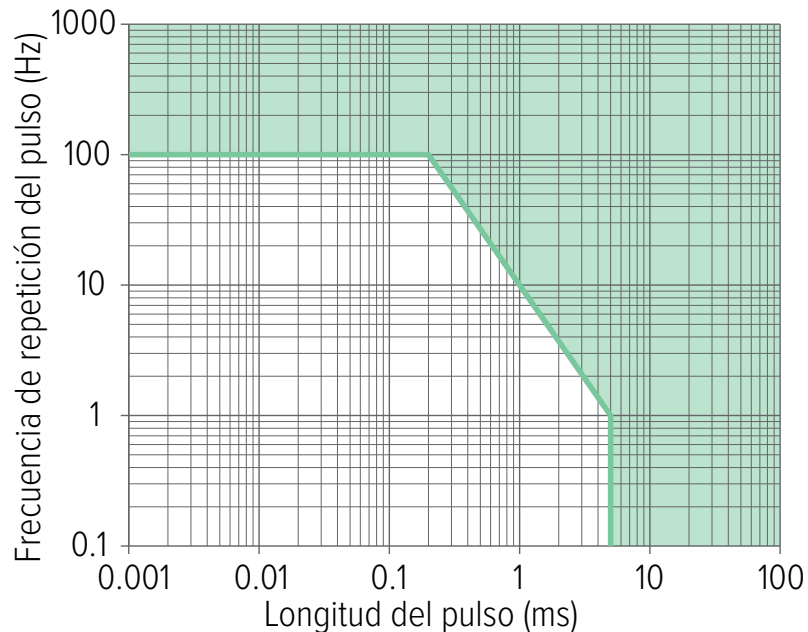


Figura 9. Rendimiento en radiación intermitente, para temperaturas de hasta 30 °C (86 °F). **Área verde:** respuesta dentro de un intervalo de $\pm 20\%$ de la respuesta a la radiación continua.

Tasa de dosis se promedia en 1 segundo o más, y se actualiza una vez por segundo. Por lo tanto, el instrumento necesita un pulso de radiación de al menos 2 segundos para medir de forma fiable la tasa del pulso. Es posible calcular manualmente la tasa de un pulso más corto mediante la dosis medida y una longitud de pulso conocida.

Cuando se miden pulsos de repetición continua, por ejemplo de fluoroscopia pulsante o Linac, el instrumento mide la tasa de dosis promedio. Si se conoce el ciclo de trabajo, se puede utilizar como corrección para calcular la tasa de radiación en los pulsos.

NOTA A temperaturas superiores a 30 °C (86 °F), la capacidad del instrumento para manejar la radiación de fuentes intermitentes disminuye progresivamente con el aumento de la temperatura.

MEDIDA SIN TAPA

Cuando se mide sin tapa, por ejemplo, en una superficie potencialmente contaminada, realice lo siguiente:

1. Desmonte la tapa. Cuando se mide sin tapa, el sensor activo es el detector Geiger-Müller de tipo pancake, **G** en Figura 1 en la página 44.
2. Encienda el sonido de la medición.
Consejo: una pulsación prolongada del botón de flecha izquierda activa o desactiva el sonido de la medición.
3. Mantenga el instrumento cerca de la superficie, pero no en contacto con ella.
4. Escanee la superficie lentamente, aproximadamente 1 cm/s (½ pulgada por segundo).

El instrumento cuenta las avalanchas de descarga en el detector Geiger-Müller de tipo pancake, originadas por la radiación alfa, beta y gamma. Después de cada descarga, el detector de tipo pancake tarda unas decenas de microsegundos en recargarse, lo que se llama tiempo muerto. El instrumento corrige automáticamente el efecto de este tiempo muerto cada milisegundo.

El instrumento no tiene funcionalidad de ajuste cero y las mediciones incluyen radiación de fondo.

Parámetros de medición

Cuentas

Las cuentas son la suma de todos los eventos de descarga durante la medición actual, corregidos por el tiempo muerto cada milisegundo.

Tasa de cuentas

La tasa de cuentas utiliza un algoritmo que detecta cambios en la radiación con un tiempo de respuesta de unos pocos segundos o menos, pero en algunos casos puede necesitar más tiempo para estabilizarse. Consulte Tabla 3 en la página 51.

La tasa de cuentas se promedia en 1 segundo o más y se actualiza una vez por segundo, por lo que el instrumento necesita un nivel de radiación estable durante al menos 2 segundos con el fin de medir la tasa de forma fiable.

TASA (cps)	TASA (cpm)	TIEMPO HASTA LA MÁX. ESTABILIDAD
≤ 0,5	≤ 30	60 s
1,5	90	33 s
5	300	10 s
15	900	10 s
50	3 k	10 s
150	9 k	7 s
500	30 k	4 s
≥ 1500	≥ 90 k	2 s

Tabla 3. *Tiempos de estabilización de la tasa de cuentas.*

Tasa de cuentas máxima

La tasa de cuentas máxima es la tasa de cuentas más alta mostrada desde el último reinicio. Consulte la definición de la tasa de cuentas.

Cálculo de actividad

La actividad aproximada de los nucleidos detectados puede calcularse a partir de la tasa de cuentas, consulte Tabla 4 en la página 52. En el caso de los nucleidos no incluidos en la lista, interpole mediante el uso del tipo de decaimiento y la energía de las partículas.

RADIONUCLEIDOS	CAÍDA (E_{\max} , MeV)	ACTIVIDAD TÍPICA POR TASA DE CUENTAS (Bq/cps), (dpm/cpm)
^{14}C	β^- (0,16)	17
^{60}Co	β^- (0,32)	6
^{36}Cl	β^- (0,71)	4
$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	β^- (0,55/2,28)	3
^{239}Pu	α (5,16)	8
^{241}Am	α (5,49)	8

Tabla 4. Factores de conversión de la tasa de cuentas a la actividad.

Tabla 4 en la página 52 se basa en mediciones realizadas con una distancia de 3 mm entre la carcasa del instrumento (sin tapa) y una placa de Al con una fina capa de radionucleido (fuente de clase 2 de zona amplia según la norma ISO 8769:2010). En otras condiciones de medición, por ejemplo, diferentes propiedades físicas de la muestra, como el grosor, el tamaño y la pureza, estos factores de conversión pueden subestimar la actividad.

Ejemplo: El instrumento lee 20 cps (1200 cpm) por encima del fondo a una corta distancia de una partícula que contiene Americio-241. La actividad de la partícula es de al menos 20 cps x 8 Bq/cps = 160 Bq (1200 cpm x 8 dpm/cpm = 9600 dpm).

RAYSAFE VIEW



Figura 10. Conecte el instrumento a RaySafe View.

Utilice el cable USB suministrado con el instrumento para conectarse a un ordenador que ejecute RaySafe View.

RaySafe View incluye:

- Visualización en tiempo real de las lecturas.
- Control remoto del instrumento (cambio de ajustes, almacenamiento de mediciones).
- Importación de las mediciones almacenadas en el instrumento.
- Análisis de datos del registro de tasa en forma de onda.
- Posibilidad de guardar las mediciones en el ordenador.
- Exportación de datos a Microsoft Excel y a archivos csv.

Descargue RaySafe View en www.flukebiomedical.com.

MANTENIMIENTO

Carga de la batería



Figura 11. Conectar el cargador USB.

Para cargar la batería, conecte el conector USB del instrumento a una toma de corriente interior con el cargador suministrado. También la puede cargar con un cargador portátil de baterías USB o conectándose a un puerto USB de un ordenador, pero la carga es más rápida con el cargador suministrado (aproximadamente 3 horas una carga completa).

NOTA Si se utiliza el instrumento mientras el símbolo de la batería está en rojo, este puede apagarse automáticamente en cualquier momento.

⚠ ADVERTENCIA Asegúrese de que el conector USB del instrumento esté limpio y seco antes de conectar un cable.

Limpieza

Limpie el instrumento con la tapa montada mediante un paño húmedo y un detergente suave.

Sin la tapa, el instrumento no es resistente al agua. Si el instrumento está contaminado sin la tapa, limpie suavemente la zona contaminada con un paño y asegúrese de que el instrumento y la tapa estén secos antes de montar la tapa.

Almacenamiento

Guarde el instrumento apagado y con la tapa montada.

Servicio técnico

Póngase en contacto con el fabricante para obtener servicio técnico. Consulte "Contactos de servicio y soporte" en la página 61.

NOTA RaySafe 452 no tiene piezas que el usuario pueda reparar.

ERRORES Y SÍMBOLOS

Errores del instrumento

Las pruebas automáticas se realizan en el momento de la puesta en marcha y de forma continua durante el funcionamiento.

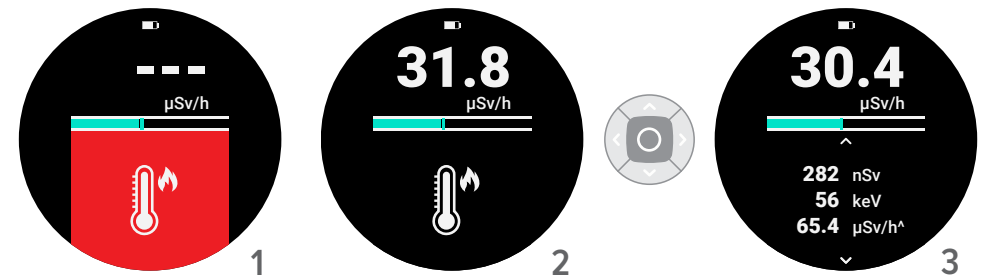




Figura 12. 1: Pantalla de error. 2: Pantalla de confirmación. 3: Pantalla de medición.

Si se produce un error, un símbolo de error sobre fondo rojo bloquea la pantalla de medición (**1** en la Figura 12 en la página 53), y el instrumento emite un pitido cada quince segundos. Mientras la pantalla esté en rojo, el instrumento no mide.

Si el error termina, el instrumento inicia automáticamente una nueva medición mientras que el símbolo de error permanece sobre fondo negro (**2** en la Figura 12 en la página 53). Presione el botón central para confirmar el símbolo y ver la medición en curso (**3** en la Figura 12 en la página 53).




SÍMBOLO DE ERROR	TIPO	ACCIÓN
	Error del instrumento (#2, #3, #4, #6, #7, #8)	Reinicie el instrumento. Si el error persiste, póngase en contacto con el servicio de soporte. Consulte "Contactos de servicio y soporte" en la página 61.
	Tasa de dosis demasiado alta	La tasa de dosis está fuera de la especificación. Aumente la distancia a la fuente de radiación para reducir la tasa.
	Instrumento demasiado frío	Deje que el instrumento se caliente por encima de -20 °C (-4 °F).
	Instrumento demasiado caliente	Deje que el instrumento se enfríe por debajo de 50 °C (122 °F).
	No se detecta el tipo correcto de tapa	Monte una tapa suministrada con el instrumento y asegúrese de que la tapa esté correctamente montada. Algunos modelos del instrumento necesitan una tapa para funcionar.

Otros símbolos de la pantalla

SÍMBOLO	TIPO	SIGNIFICADO
	Nueva medición iniciada	Después de 24 horas de medición continua, el instrumento almacena automáticamente una medición e inicia una nueva medición. Confirme esto presionando el botón central para volver a la pantalla de medición.
	Medición dañada	Esta medición almacenada está dañada y no se puede mostrar.

Símbolos en las etiquetas

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Fabricante
	Número de artículo
	Número de serie
	Conforme a las directivas de la Unión Europea.
	Este producto cumple con los requisitos de marcado de la Directiva RAEE. La etiqueta pegada indica que no debe desechar este producto eléctrico/electrónico en la basura doméstica. Categoría de producto: con referencia a los tipos de equipos del Anexo I de la Directiva RAEE, este producto se clasifica como producto de la categoría 9: "Instrumentos de supervisión y control". No deseche este producto como residuo urbano sin clasificar.
	ADVERTENCIA: RIESGO DE PELIGRO. Consulte la documentación del usuario.
	Cumple con las normas australianas de seguridad y las de Compatibilidad electromagnética (EMC) pertinentes.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Cumple con la Normativa para aparatos eficientes (Código de normativas de California, título 20, apartados 1601 a 1608), para sistemas de carga de baterías pequeñas.
	MET Laboratories, Inc. La certificación cubre UL 61010-1/CSA C22.2 n.º 61010-1-12. MET Laboratories, Inc. no ha evaluado este dispositivo en cuanto a la fiabilidad o eficacia de las funciones para las que se ha diseñado.
	Ninguna de las sustancias restringidas en la directiva RoHS de China está presente por encima de los niveles permitidos.

Código IP	IP64 (a prueba de polvo y resistente al agua) según la norma IEC 60529:1989-2013, con tapa montada, cierres intactos y sin nada conectado al conector USB
Humedad, sin tapa	< 90 % de humedad relativa, sin condensación
Duración de la batería	Hasta 100 h
Batería	Iones de litio recargable incorporada, 2550 mAh
Conector	Micro USB (5 V DC, 1,3 A), para la comunicación y la carga
Montaje	Rosca de trípode estándar de ¼ de pulgada en el mango
Almacenamiento de datos	4000 mediciones almacenadas y 10 días de registro de tasa de dosis con una resolución de 1 s
Software	RaySafe View (para control remoto, análisis y exportación de datos)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

General

Normas de seguridad	Cumple con la norma IEC 61010-1:2010, grado de contaminación 2
Normas para medidores de radiación	Cumple con la norma IEC 60846-1:2009, excepto la CEM que cumple con la norma IEC 61326-1:2012, y excepto el nivel del sonido de la alarma
Dimensiones	250 x 127 x 83 mm (9,8 x 5,0 x 3,3 pulgadas)
Peso	0,8 kg (1,7 libras)
Pantalla	LCD a color de 240 x 400 píxeles, legible a la luz del sol, retroiluminado
Alarma de tasa	65 dB(A) a 30 cm (12 pulgadas)
Temperatura de funcionamiento	-20 – +50 °C (-4 – +122 °F)
Temperatura de almacenamiento	-30 – +70 °C (-22 – +158 °F)
Temperatura de carga de la batería	+10 – +40 °C (+50 – +104 °F)
Presión atmosférica	70 – 107 kPa, altitud hasta 3000 m (10 000 pies)

Radiología

Dosis ambiental equivalente, $H^*(10)$

Intervalo	0 μ Sv/h – 1 Sv/h (0 μ rem/h – 100 rem/h)	
Resolución de la tasa	0,01 μ Sv/h (1 μ rem/h) o 3 dígitos	
Resolución de la dosis	0,1 nSv (0,01 μ rem) o 3 dígitos	
Intervalo de energía	16 keV – 7 MeV	
Respuesta de energía ¹	> 20 μ Sv/h (2 mrem/h) y $T^a < 30$ °C (86 °F)	±15 %, 20 keV – 5 MeV ±25 %, < 20 keV o > 5 MeV
	otros parámetros	±20 %, 20 keV – 1 MeV -25 % – +150 %, < 20 keV o > 1 MeV
Longitud mínima del pulso de rayos X ²	5 ms a $T < 30$ °C (86 °F)	
Frecuencia mínima de Linac ^{2,3}	100 Hz a $T < 30$ °C (86 °F)	
Tiempo de respuesta de tasa	~2 s para detectar el paso de 0,2 a 2 μ Sv/h (20 a 200 μ rem/h)	

Intervalo de energía IEC 60846-1 ⁴	20 keV – 2 MeV, ángulo de incidencia $\pm 45^\circ$
Intervalo de tasa de dosis IEC 60846-1 ⁴	1 $\mu\text{Sv/h}$ – 1 Sv/h (100 $\mu\text{rem/h}$ – 100 rem/h), no linealidad $\leq \pm 10\%$
Intervalo de dosis IEC 60846-1 ⁴	1 μSv – 24 Sv (100 μrem – 2,4 krem), coeficiente de variación $< 3\%$
Unidades	Sv rem (1 rem = 1/100 Sv)

Kerma en aire, K_{aire}

Intervalo	0 $\mu\text{Gy/h}$ – 1 Gy/h (0 $\mu\text{R/h}$ – 114 R/h)	
Resolución de la tasa	0,01 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{R/h}$) o 3 dígitos	
Resolución de la dosis	0,1 nGy, (0,01 μR) o 3 dígitos	
Intervalo de energía	30 keV – 7 MeV	
Respuesta de energía ¹	>20 $\mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h) y $T^a < 30^\circ\text{C}$ (86 °F)	$\pm 15\%$, 30 keV – 5 MeV $\pm 25\%$, 5 MeV – 7 MeV
	otros parámetros	$\pm 30\%$, 30 keV – 1 MeV -25% – $+120\%$, 1 MeV – 7 MeV
Longitud mínima del pulso de rayos X ²	5 ms a $T < 30^\circ\text{C}$ (86 °F)	
Frecuencia mínima de Linac ^{2,3}	100 Hz a $T < 30^\circ\text{C}$ (86 °F)	
Tiempo de respuesta de tasa	~ 2 s para detectar el paso de 0,2 a 2 $\mu\text{Gy/h}$ (23 a 230 $\mu\text{R/h}$)	
Unidades	Gy rad (1 rad = 1/100 Gy) R (1 R = 1/114,1 Gy)	

Energía fotónica media, \bar{E}

Intervalo	20 keV – 600 keV
Incertidumbre	10 % a < 100 keV, 20 % en otros casos
Norma determinante	ISO 4037-1:2019
Tasa de dosis mínima ⁵	20 $\mu\text{Sv/h}$ (2 mrem/h) o 20 $\mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h), a $T^a < 30^\circ\text{C}$ (86 °F)

Recuento (α , β , γ)

Tipo de detector	Geiger-Müller de tipo pancake		
Ventana	Mica, 1,5 – 2 mg/cm ²		
Área sensible	15,55 cm ² , en un rejilla de acero abierta del 79 %		
Intervalo	0 cps – 20 kcps (0 cpm – 1,2 Mcpm)		
Resolución de la tasa	0,1 cps (1 cpm) o 3 dígitos		
Resolución del contador	1 recuento o 3 dígitos		
Corrección del tiempo muerto	Automático, linealidad entre -10% – $+30\%$		
Fondo normal a 0,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,5 cps (30 cpm)		
Sensibilidad normal a los rayos gamma, ¹³⁷ Cs	6 cps / $\mu\text{Gy/h}$ (3000 cpm / mR/h)		
Tiempo de respuesta de tasa	~ 2 s para detectar el paso de 1 a 10 cps (60 a 600 cpm)		
Unidades	cps cpm (1 cpm = 1/60 cps)		
Sensibilidad de emisión $2\pi^6$	Radionucleidos	Caída (E_{max})	Eficiencia normal
	¹⁴ C	β^- (0,16 MeV)	15 %
	⁶⁰ Co	β^- (0,32 MeV)	31 %
	³⁶ Cl	β^- (0,71 MeV)	43 %
	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y	β^- (0,55/2,28 MeV)	49 %
	²³⁹ Pu	α (5,16 MeV)	26 %
	²⁴¹ Am	α (5,49 MeV)	26 %

NOTAS A PIE DE PÁGINA

- El instrumento utiliza un detector Geiger-Müller de tipo pancake a bajas tasas y un grupo de sensores de estado sólido a tasas más altas. La tasa con la que los sensores de estado sólido se conectan del todo aumenta progresivamente con la temperatura, para temperaturas superiores a 30 °C (86 °F).
- Límite en el que la respuesta está dentro del $\pm 20\%$ de la respuesta a la radiación continua. Por encima de 30 °C (86 °F), la capacidad del instrumento para manejar bajas tasas de pulso Linac y pulsos cortos de rayos X disminuye progresivamente a medida que aumenta la temperatura.
- Se refiere a la frecuencia de repetición de pulsos de microondas de los aceleradores lineales médicos habituales. Cada pulso tiene una duración habitual de unos pocos μs .

4. Intervalos en los que el instrumento cumple con la norma IEC 60846-1:2009.
5. Por encima de 30 °C (86 °F), la tasa de dosis mínima aumenta progresivamente a medida que aumenta la temperatura.
6. Medido a una distancia de 3 mm entre la carcasa del instrumento (sin tapa) y fuentes de clase 2 de zona amplia de acuerdo con la norma ISO 8769:2010.

Posición del sensor

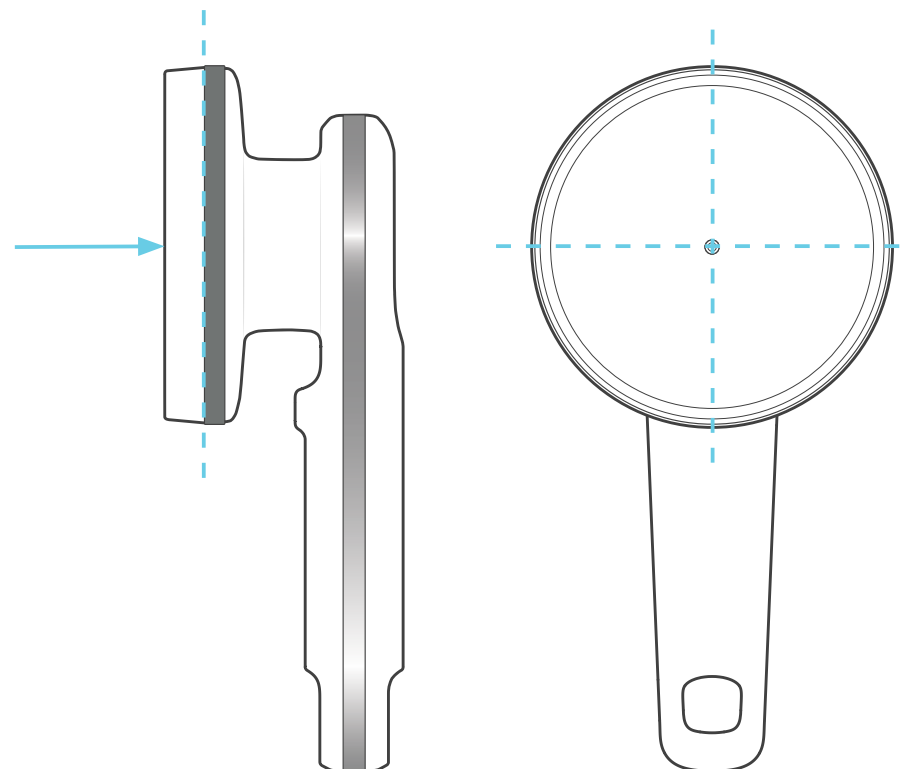
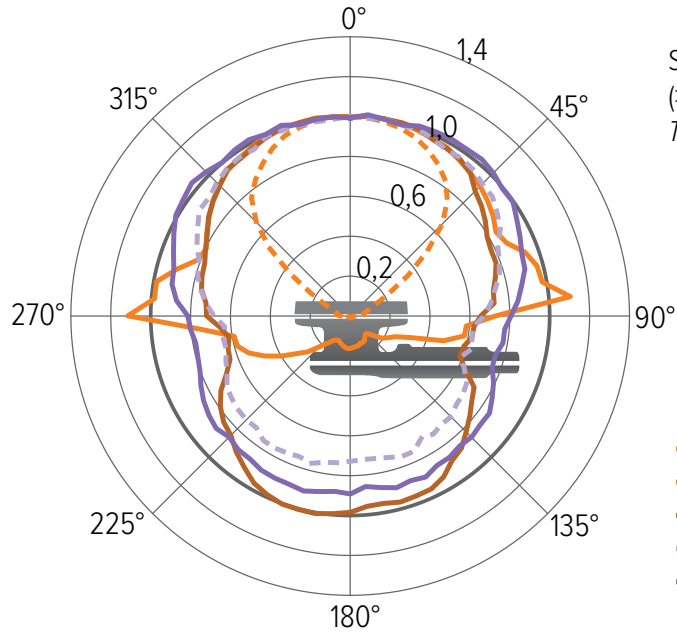


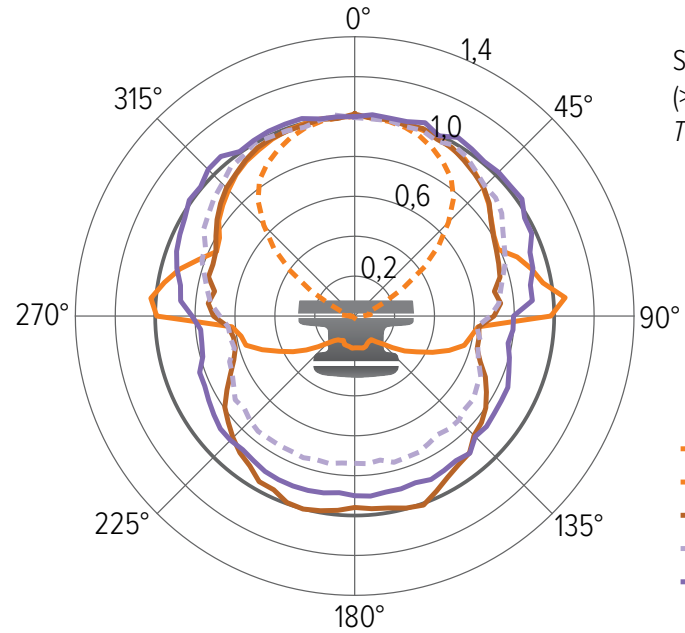
Figura 13. Dirección de referencia del sensor, plano de referencia y punto de referencia.

Respuesta angular – $H^*(10)$



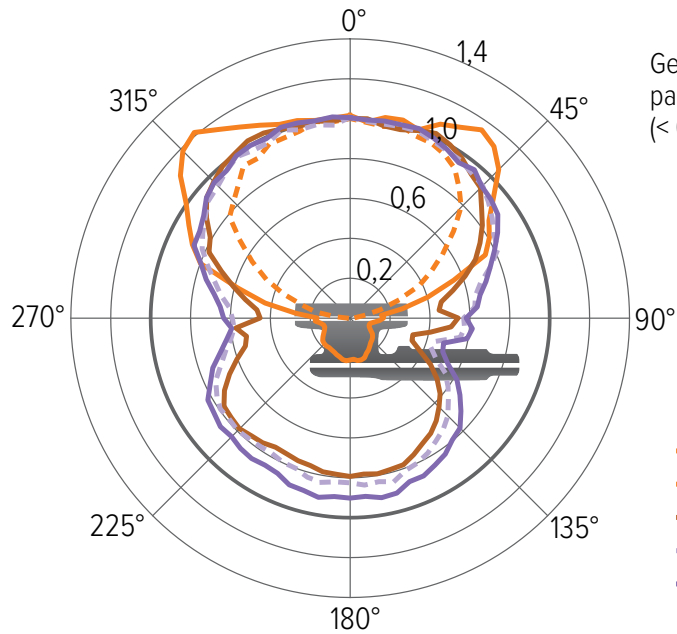
Sensores de estado sólido
($> 20 \mu\text{Sv/h}$ (2,3 mrem/h),
 $T < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (< 86 $^\circ\text{F}$))

- 20 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1,25 MeV



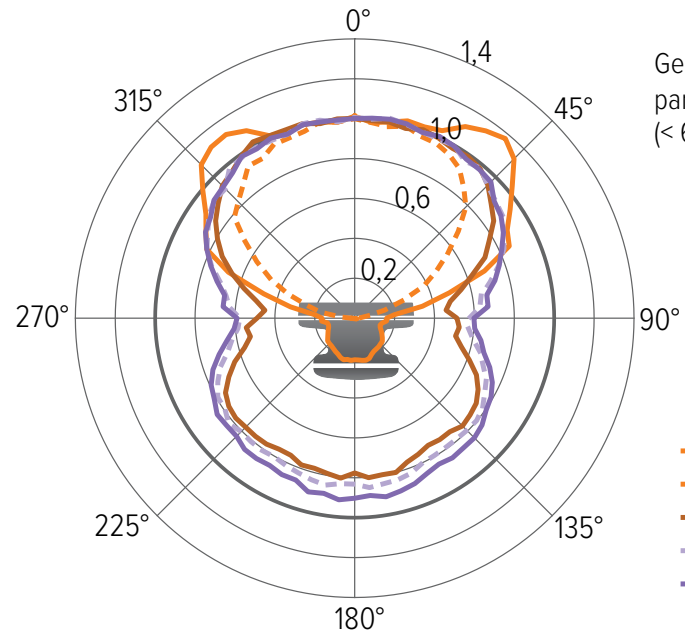
Sensores de estado sólido
($> 20 \mu\text{Sv/h}$ (2,3 mrem/h),
 $T < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (< 86 $^\circ\text{F}$))

- 20 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1,25 MeV



Geiger-Müller de tipo
pancake
($< 6 \mu\text{Sv/h}$ (0,7 mrem/h))

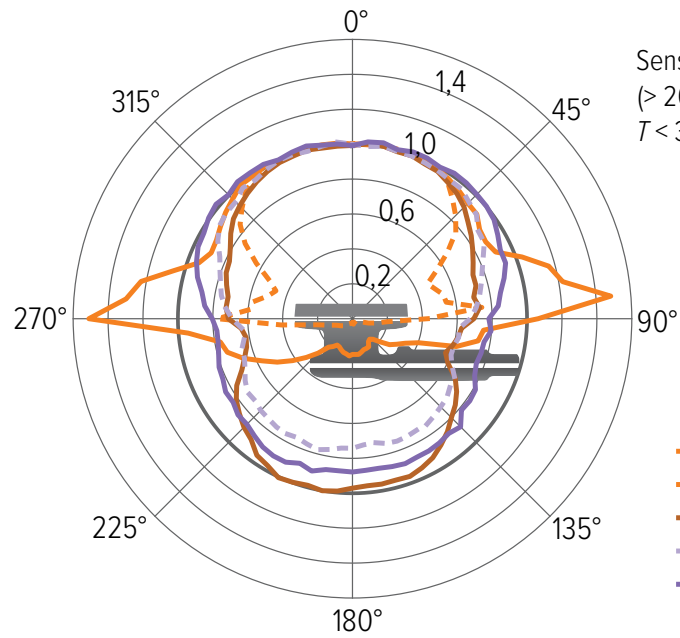
- 20 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1,25 MeV



Geiger-Müller de tipo
pancake
($< 6 \mu\text{Sv/h}$ (0,7 mrem/h))

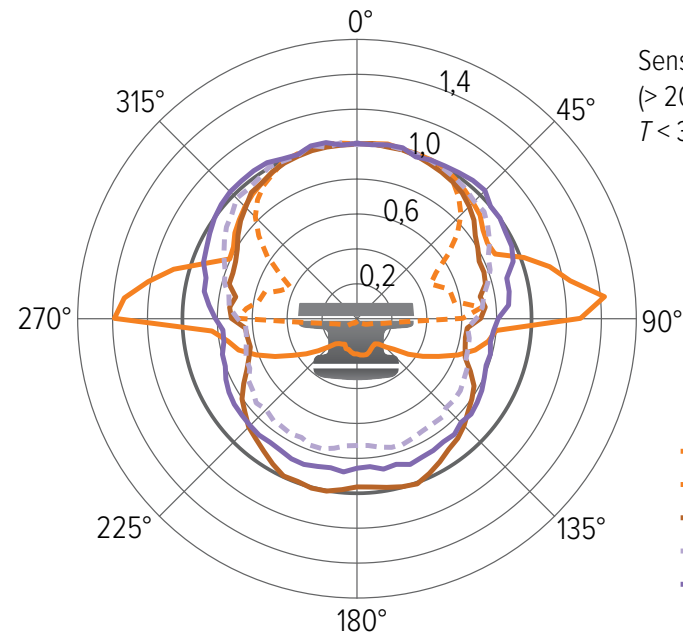
- 20 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1,25 MeV

Respuesta angular – K_{aire}



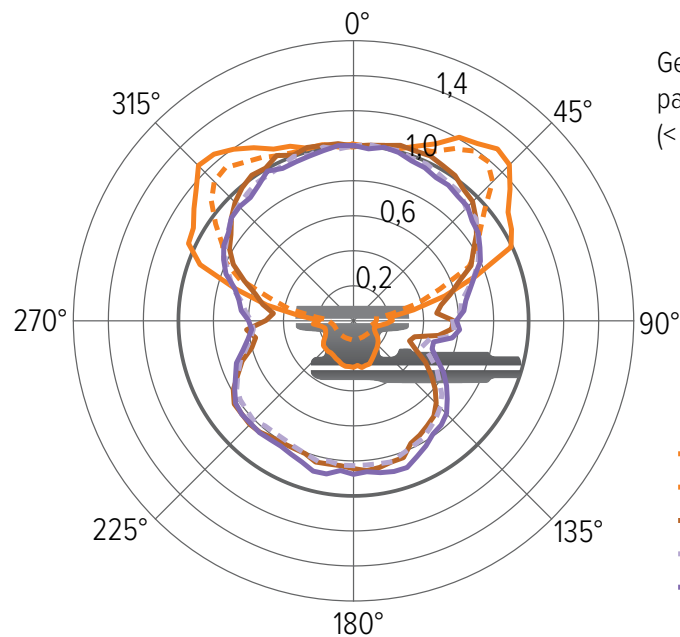
Sensores de estado sólido
($> 20 \mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h),
 $T < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (< 86 $^\circ\text{F}$))

- 33 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1,25 MeV



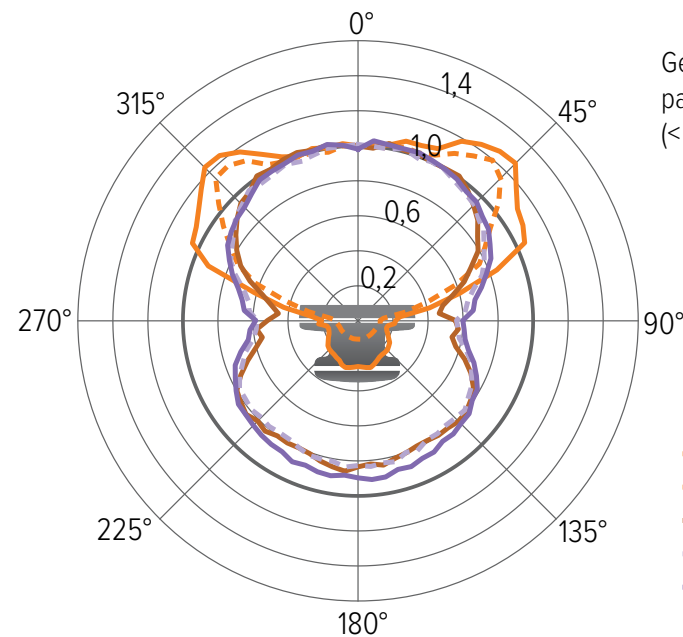
Sensores de estado sólido
($> 20 \mu\text{Gy/h}$ (2,3 mR/h),
 $T < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (< 86 $^\circ\text{F}$))

- 33 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1,25 MeV



Geiger-Müller de tipo
pancake
($< 6 \mu\text{Gy/h}$ (0,7 mR/h))

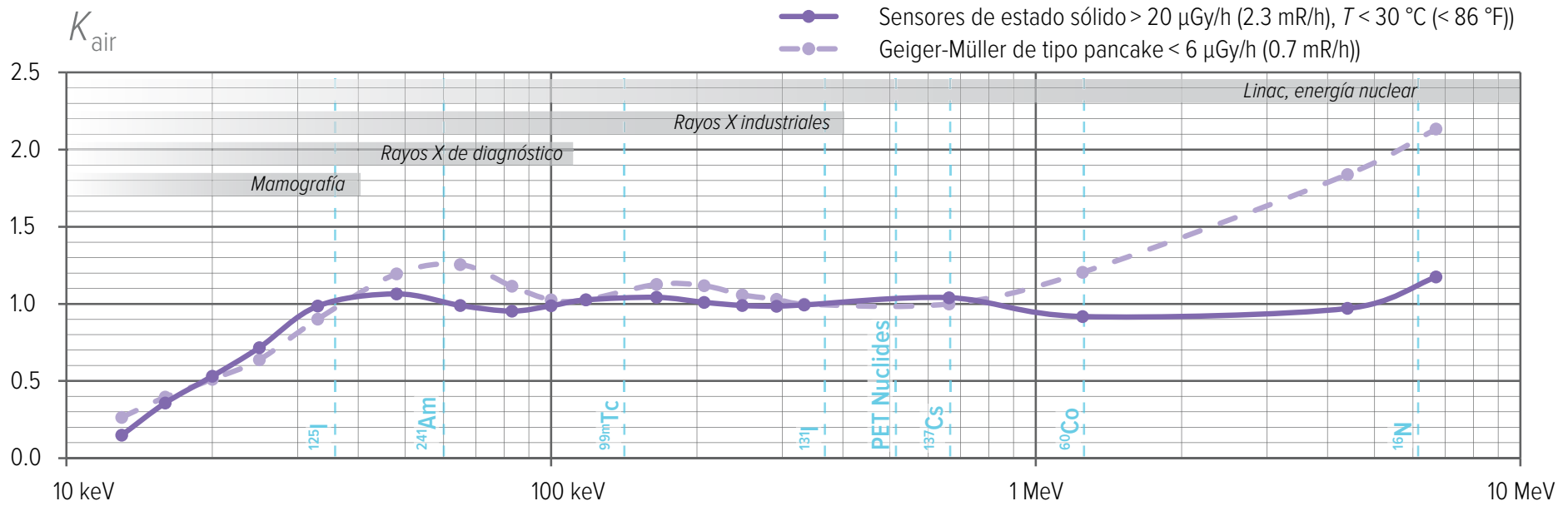
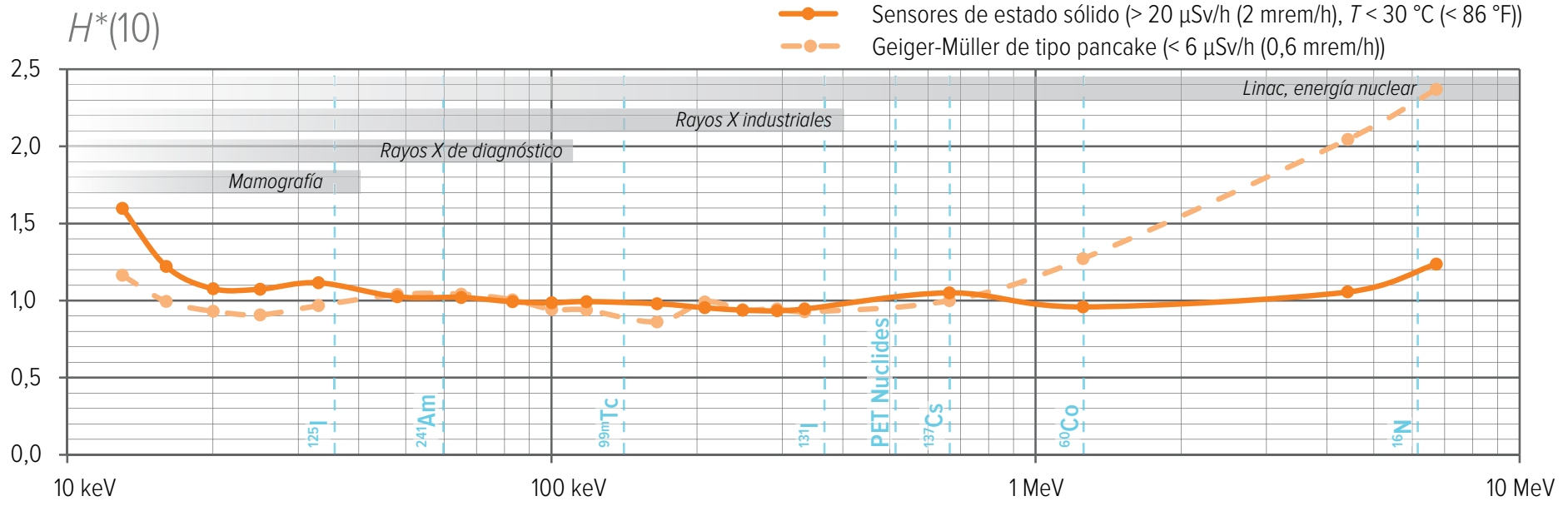
- 33 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1,25 MeV



Geiger-Müller de tipo
pancake
($< 6 \mu\text{Gy/h}$ (0,7 mR/h))

- 33 keV
- 65 keV
- 207 keV
- - - 662 keV
- 1,25 MeV

Respuesta de energía normal



LICENCIAS DE SOFTWARE

Licencia FreeRTOS, consulte la página de producto RaySafe 452 en www.flukebiomedical.com.

GARANTÍA

Fluke Biomedical garantiza que este instrumento no presenta defectos en los materiales ni en la mano de obra durante un año a partir de la fecha de compra original o durante dos años si al final del primer año envía el instrumento a un centro de atención al cliente de Fluke Biomedical o RaySafe para su calibración. Para esta calibración se le cobrará nuestra tarifa habitual. Durante el período de garantía repararemos o, a nuestra elección, sustituiremos sin cargo alguno, un producto que resulte defectuoso, siempre que devuelva el producto a Fluke Biomedical a portes pagados. Esta garantía cubre únicamente al comprador original y no es transferible. La garantía no se aplica si el producto se ha dañado por accidente o mal uso, o si ha sido revisado o modificado por alguien que no sea un centro de atención al cliente autorizado de Fluke Biomedical. **NO EXISTEN OTRAS GARANTÍAS EXPRESAS O IMPLÍCITAS, COMO LA IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR. FLUKE NO SERÁ RESPONSABLE DE NINGÚN DAÑO O PÉRDIDA ESPECIAL, INDIRECTO, ACCIDENTAL O CONSECUENTE, INCLUIDA LA PÉRDIDA DE DATOS, QUE SURJA DE CUALQUIER CAUSA O TEORÍA.**

Esta garantía cubre únicamente los productos en serie y sus accesorios que lleven una etiqueta diferenciada con un número de serie. La garantía no cubre la recalibración de los instrumentos.

Esta garantía le otorga derechos legales específicos y es posible que también tenga otros derechos que varíen en distintas jurisdicciones. Dado que algunas jurisdicciones no permiten la exclusión o limitación de una garantía implícita o de daños accidentales o consecuentes, es posible que esta limitación de responsabilidad no se aplique en su caso. Si cualquier disposición de esta garantía se considera inválida o inaplicable por un tribunal u otro órgano decisorio de la jurisdicción competente, dicha consideración no afectará a la validez o aplicabilidad del resto de disposiciones.

CONTACTOS DE SERVICIO Y SOPORTE

Para obtener información sobre el servicio y soporte, consulte la página de producto RaySafe 452 en www.flukebiomedical.com.

Fabricado por:
Fluke Biomedical
6920 Seaway Blvd.
Everett, WA
EE. UU.