

## ACTA DE INSPECCIÓN

[REDACTED] funcionarios del Cuerpo de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica, actuando como Inspectores del Consejo de Seguridad Nuclear,

### **CERTIFICAN:**

Que el día 8 de julio de 2020 se personaron en el Centro de Educación Especial Enrique Viviente, situado en el paraje de Roma, en La Unión (Murcia).

La inspección tuvo por objeto recabar información y efectuar caracterizaciones radiológicas en el centro, en relación con diversas denuncias presentadas ante el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) sobre los niveles de radiación natural en sus instalaciones, como consecuencia de las actividades minero-metalúrgicas llevadas a cabo en el pasado en el entorno. En particular, estas denuncias alegaban el posible contenido radiactivo de los residuos generados por la antigua fundición de plomo El Porvenir, y el potencial impacto radiológico de estos al aire y a los suelos.

Como parte de las investigaciones llevadas a cabo por el CSN se han hecho, asimismo, las inspecciones que recogen las actas de referencia CSN/AIN/NORM/20/11, CSN/AIN/NORM/20/12, CSN/AIN/NORM/20/13 y CSN/AIN/NORM/20/14.

La inspección fue atendida por [REDACTED] Jefa de Estudios, como Directora en funciones del centro, y [REDACTED] Secretaria del centro, quienes manifestaron conocer y aceptar la finalidad de la misma. La inspección se desarrolló de acuerdo con la Agenda de Inspección incluida en el Anexo I de esta acta que había sido remitida previamente a la dirección del centro.

La inspección puso de manifiesto que el acta que se levante, así como los comentarios recogidos en la tramitación de la misma, tendrán la consideración de documentos públicos y podrán ser publicados de oficio, o a instancia de cualquier persona física o jurídica. Lo que se notifica a los efectos de que el Titular exprese qué información o documentación aportada durante la inspección podría no ser publicable por su carácter confidencial o restringido.

De la información y de los documentos proporcionados por las representantes del centro a solicitud de la Inspección, así como de las comprobaciones visuales, y de las mediciones llevadas a cabo por los inspectores, resulta:

### En relación con el punto 1 de la Agenda de inspección

Se acordó mantener la agenda propuesta y se planificó la ronda de inspección. Los representantes del centro indicaron que el colegio se construyó en el año 1984 y que en la actualidad cuenta con unos 70 alumnos y unos 30 trabajadores. Consta de dos plantas, ninguna de ellas bajo rasante.

### En relación con el punto 2 de la Agenda de inspección (Estado radiológico y medidas correctoras ejecutadas):

Las representantes del centro relataron a la Inspección que, en la mañana del 6 de marzo de 2020, se percataron de que en el exterior del colegio se encontraba una persona, que llevaba un monitor de radiación, grabando un vídeo. La Inspección conocía este vídeo y había constatado que se encuentra aún disponible en internet. Su autor, [REDACTED] proporcionó a la dirección del centro una fotografía que se adjuntó a una de las denuncias presentadas ante el CSN. En esta no puede apreciarse el modelo de monitor, pero sí la lectura, de 0.25  $\mu\text{Sv/h}$ , y que esta se efectúa en el talud que se encuentra en el lado este del centro, junto a la valla exterior. En la denuncia, no obstante, se reportan medidas de hasta 0.4  $\mu\text{Sv/h}$ , sin detallar en qué puntos se han obtenido estos resultados.

Según informaron las representantes del centro, esta situación ha generado una gran inquietud en el personal del centro y en las familias de los alumnos. Manifestaron, también, que con anterioridad a los hechos relatados desconocían que pudiera existir en el centro un potencial riesgo radiológico, adicionalmente al riesgo de exposición a metales pesados, sobre el que sí habían sido informados. En relación con ello, la Dirección General de Medio Ambiente de la Región de Murcia llevó a cabo un estudio en marzo de 2020, encargado a la empresa Typsa, para analizar las concentraciones de metales en los terrenos del centro.

Con fecha 31/03/2020, el CSN envió un escrito a la dirección del centro anunciando una inspección (nº referencia CSN/C/DPR/NORM/20/03). Este escrito informaba, además, de que las tasas de equivalente de dosis ambiental reportadas en las denuncias (a falta de verificación) no representan un riesgo significativo para la salud. No obstante, ante el previsible retraso en la inspección debido a la declaración de estado de alarma por la pandemia de COVID-19, el CSN, con la colaboración de la Dirección del centro, llevó a cabo medidas de radón, utilizando detectores de trazas nucleares, que estuvieron expuestos en diversas dependencias por un periodo de dos semanas, durante el mes de mayo de 2020. Esta actuación tuvo por objetivo hacer una valoración preliminar y urgente de la exposición al gas radón en el centro, que permitiera acometer en caso

necesario soluciones de tipo constructivo, ya que los niveles de radiación ambiental reportados son típicos de zonas con elevado potencial de radón.

Las representantes del centro indicaron a la Inspección las ubicaciones en las que instalaron los detectores de radón, que posteriormente enviaron para su análisis a un laboratorio acreditado según la ISO/IEC 17025. Todos los detectores fueron colocados en la planta baja, siguiendo indicaciones del CSN. Los resultados de las mediciones, que se incluyen en el Anexo 2, son indicativos de que la concentración de radón en el aire interior del colegio es bien inferior al nivel de referencia de 300 Bq/m<sup>3</sup>.

En referencia a una de las denuncias presentadas, la Inspección preguntó si durante los episodios de precipitación han detectado en el patio filtraciones de agua a través de los muretes o entrada directa de agua de escorrentía procedente de los terrenos en cotas más elevadas —que albergan los depósitos de residuos de fundición— o bien, la presencia de eflorescencias (minerales secundarios de sulfatos, que aparecen en forma de depósitos de sales generalmente blanquecinos, en los que se retienen metales pesados y radionúclidos naturales). Las representantes del centro desconocen si hay entrada de agua o eflorescencias.

Según se informó a la Inspección, la actuación llevada a cabo hasta la fecha para reducir la exposición de los alumnos y el personal del centro a metales pesados ha consistido en la instalación de una valla perimetral que rodea la zona del patio asfaltada y que impide el acceso a las zonas en las que hay tierra. Este vallado fue instalado por el Ayuntamiento hace alrededor de un mes. Informaron asimismo de que previsiblemente, esta medida es provisional, hasta que se asfalten las zonas de tierra, aunque se baraja también la posibilidad de cerrar el centro educativo.

No les consta que esté prevista ninguna actuación de restauración de la escombrera de escorias de fundición de plomo, situada al NE del patio del colegio (ver fotografía 1, Anexo 6).

#### **En relación con el punto 3 de la Agenda de inspección (Ronda de inspección):**

Al inicio de la ronda de inspección, la Inspección ofreció a las representantes del centro aclarar cualquier cuestión o pregunta sobre las medidas a efectuar, y les dio la posibilidad de elegir puntos de medida concretos en los que tuvieran especial interés.

La ronda consistió en una inspección visual y en la realización de medidas de tasa de equivalente de dosis ambiental y de medidas espectrométricas en diversos puntos, tanto en el interior del edificio como en el patio.

Dentro del edificio, se tomaron medidas de tasa de equivalente de dosis ambiental en la planta baja, en ubicaciones próximas a los puntos en los que estuvieron instalados los

detectores de radón. Las medidas se hicieron con un monitor LAMSE Eris 1R nº serie 40110, cuyo certificado de calibración se incluye en el Anexo 3. En concreto, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 1.** Valores de tasa de equivalente de dosis ambiental en el interior del edificio del colegio medidos a 1 m del suelo

Lugar de medida	Tasa de equivalente de dosis ambiental (*) ( $\mu\text{Sv/h}$ )
Aula Educación Física	0,17
Aula Infantil	0,15
Recepción	0,19
Aula A	0,17
Cocina	0,15

(\*) Lecturas corregidas por el factor de calibración que figura en el Anexo 3

La ronda exterior se centró en las zonas perimetrales del patio y en la zona de columpios techada (ver fotografía 2, Anexo 6). Al norte y este del colegio se encuentran tres cerros en cuya falda se observan diversas acumulaciones de material tipo escoria de color negruzco, algunas de altura importante, presumiblemente generadas por la antigua fundición El Porvenir. También en áreas el talud que linda con la valla este del patio del colegio se observan coloraciones negras que contrastan con los suelos de color blanco y textura gruesa predominantes en la zona.

La valla instalada por el Ayuntamiento en el patio no permite el acceso directo a las zonas de tierra, por lo que todas las medidas se hicieron sobre la zona asfaltada salvo el barrido radiométrico, para el cual la Inspección accedió a la zona de tierra por una abertura provisional. A solicitud de las representantes del centro se tomó la medida en el punto TD4 que aparece indicado en la figura del Anexo 5. Los resultados medidos con el equipo LAMSE se recogen en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Valores de tasa de equivalente de dosis ambiental en el patio del colegio medidos a 1 m del suelo

Lugar de medida	Tasa de equivalente de dosis ambiental (*) ( $\mu\text{Sv/h}$ )
TD1	0,15
TD2	0,16
TD3	0,11
TD4	0,12

(\*) Lecturas corregidas por el factor de calibración que figura en el Anexo 3

*NOTA: Como referencia, en España, el rango típico de valores de tasa de equivalente de dosis ambiental al aire libre fluctúa entre 0,04  $\mu\text{Sv/h}$  y 0,30  $\mu\text{Sv/h}$  (Proyecto MARNA, CSN, 2001)*

La Inspección realizó además medidas espectrométricas *in situ* con el equipo EasySpec-1 nº 07996324 con sonda BICRON 2M2/2L-X nº JL-340. El certificado de calibración del equipo y su sonda se incluye en el Anexo 4. El análisis de los espectros muestra en todos los casos dos únicos fotopicos significativos correspondientes al Bi-214 (609 keV) y el K-40 (1460 keV). Las medidas recogen la influencia tanto del suelo como de los paramentos cercanos. En ningún caso se detectaron concentraciones de Ra-226 relevantes.

Además, se hicieron barridos espectrométricos con el equipo Easyspec, caminando desde la esquina noroeste del campo de fútbol hasta la esquina suroeste, haciendo recorridos en zigzag. En el barrido no se detectaron puntos con valores anómalos. La zona en que se realizó el barrido se indica en la figura del Anexo 5.

No se observaron eflorescencias en ninguna zona del patio.

Tras finalizar la ronda, la Inspección mantuvo una reunión de cierre con las representantes del centro en la que se repasaron las observaciones más significativas encontradas durante la inspección.

Las representantes del centro dieron todas las facilidades posibles para la realización de la inspección.

Con el fin de que quede constancia de cuanto antecede, y a los efectos que señalan la Ley 15/1980, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear y el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, se levanta y suscribe la presente ACTA por duplicado, en Madrid y en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear a 15 de julio de dos mil veinte.



INSPECTORA



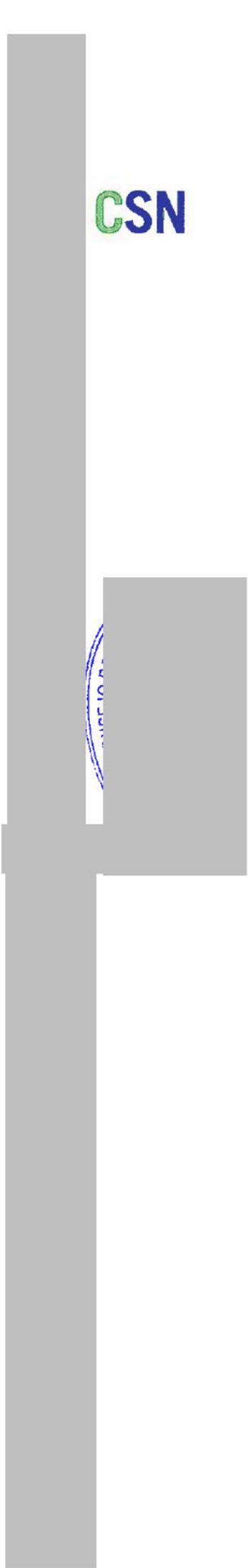
INSPECTOR



INSPECTORA

---

TRÁMITE: En virtud de las competencias legalmente atribuidas al CSN (artículo 2.g) en la Ley 15/1980, de 22 de abril y en el artículo 65 del Reglamento sobre Protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, se invita a un representante autorizado del CEE Enrique Viviente, para que con su firma, lugar y fecha, manifieste su conformidad o reparos al contenido del ACTA.

A large grey rectangular area on the left side of the page redacts the content. A small blue circular stamp is partially visible behind the redaction, containing the text 'CÓDIGO DE...'.

**ANEXO 1**  
**Agenda de inspección**



CONSEJO DE  
SEGURIDAD NUCLEAR  
Subdirección de Protección  
Radiológica Ambiental

## SUBDIRECCIÓN DE PROTECCION RADIOLOGICA AMBIENTAL

### AGENDA DE INSPECCIÓN

**INSTALACIÓN:** Inspección del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) al Colegio de Educación Especial Enrique Viviente (La Unión, Murcia) sobre los aspectos regulados en el título VI del Reglamento de protección sanitaria contra radiaciones ionizantes

**INSPECTORES:** [REDACTED]

**FECHAS PREVISTAS:** 8 de julio de 2020 (inicio a las 16:00 h, con una duración prevista de 2 horas, sin perjuicio de que pueda prolongarse a criterio de los inspectores).

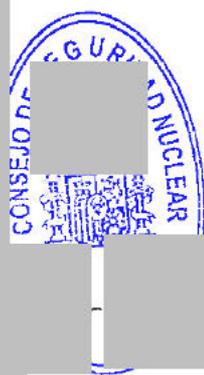
**Objeto:** Recabar información en relación con las denuncias sobre los niveles de radiación natural en las instalaciones del CEE Enrique Viviente y sus inmediaciones, en el marco del título VI del Reglamento de protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

**Desarrollo:**

1. Reunión inicial. Planificación y aspectos previos a las actividades de inspección.
2. Estado radiológico de la instalación y estudios relacionados. Medidas correctoras ejecutadas.
3. Ronda de reconocimiento a las instalaciones del centro.
4. Reunión de cierre.

Las rondas de inspección podrán incluir la toma de muestras y la realización de medidas radiológicas *in situ*, así como la toma fotografías.

Recordamos la importancia a efectos de colaboración con la labor inspectora de que esté accesible y disponible toda la documentación de consulta relacionada con el objeto de la inspección.



## **ANEXO 2**

**Informe de resultados de las mediciones de radón en el aire interior del centro**

MEDIDAS REALIZADAS POR  
Consejo de Seguridad Nuclear

CPEE ENRIQUE VIVIENTE  
ALFONSO CAMPILLO NAVARRO  
PARAJE DE ROMA S/N  
30360 LA UNIÓN  
SPAIN

DESTINATARIO/OS DEL INFORME

## INFORME DE MEDIDA DE RADÓN

### Descripción de la medida

La medida se ha realizado con un detector de trazas de acuerdo con lo establecido en la norma ISO 11665-4.

Los detectores llegaron a Radonova Laboratories AB el 2020-05-14.  
Los detectores se midieron el 2020-05-18.

### Datos de la propiedad y dirección

DIRECCIÓN DEL EDIFICIO  
CPEE ENRIQUE VIVIENTE, PARAJE DE ROMA S/N  
30360 LA UNIÓN

ID EDIFICIO

ha sido proporcionada por  
quien del mismo modo certifica que se

### Resultados del ensayo

DETECTOR #	PERIODO DE MEDIDA	LOCALIZACIÓN	PLANTA	NIVEL DE RADÓN
01208-6	2020-04-25 – 2020-05-12	LA UNIÓN, SECRETARÍA	Planta baja	< 50 Bq/m <sup>3</sup>
01066-2	2020-04-25 – 2020-05-12	LA UNIÓN, Aula Grupo 1	Planta baja	< 50 Bq/m <sup>3</sup>
05255-2	2020-04-25 – 2020-05-12	LA UNIÓN, Aula Grupo 3	Planta baja	< 50 Bq/m <sup>3</sup>
44344-1	2020-04-25 – 2020-05-12	LA UNIÓN, Educación Física	Planta baja	< 50 Bq/m <sup>3</sup>
01054-8	2020-04-25 – 2020-05-12	LA UNIÓN, Dirección	Planta baja	< 50 Bq/m <sup>3</sup>
01346-8	2020-04-25 – 2020-05-12	LA UNIÓN, Aula Grupo 2	Planta baja	< 50 Bq/m <sup>3</sup>
01638-8	2020-04-25 – 2020-05-12	LA UNIÓN, Comedor	Planta baja	< 50 Bq/m <sup>3</sup>

### Nivel de referencia

De acuerdo con la Directiva Europea EURATOM 59/2013, el nivel de referencia para viviendas y centros de trabajo son 300 Bq/m<sup>3</sup>. En caso de superar dicho nivel de referencia, puedes contactar con la Dirección General de la vivienda de tu Comunidad Autónoma para asesorarte sobre las medidas que puedes llevar a cabo.

### Comentarios a los resultados

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin el consentimiento por escrito del laboratorio.



### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD:

Radonova Laboratories AB descarta cualquier responsabilidad explícita o implícita que pudiera resultar derivada del uso, operación y análisis de cualquiera de sus detectores. Radonova Laboratories AB renuncia al otorgamiento de toda garantía implícita, incluidas las garantías de comerciabilidad e idoneidad para un determinado fin. Radonova Laboratories AB no es responsable de ningún daño o consecuencia que pueda ser causado a personas o propiedades como resultado del uso de sus detectores o de los datos resultantes de la medida.

RADONOVA LABORATORIES AB  
P.O. BOX 6522  
SE-75138 UPPSALA, SUECIA  
[www.radonova.es](http://www.radonova.es)

MEDIDAS REALIZADAS POR  
Consejo de Seguridad Nuclear

CPEE ENRIQUE VIVIENTE  
ALFONSO CAMPILLO NAVARRO  
PARAJE DE ROMA S/N  
30360 LA UNIÓN  
SPAIN

DESTINATARIO/OS DEL INFORME

## INFORME DE MEDIDA DE RADÓN

### Descripción de la medida

La medida se ha realizado con un detector de trazas de acuerdo con lo establecido en la norma ISO 11665-4.

### Datos de la propiedad y dirección

DIRECCIÓN DEL EDIFICIO  
CPEE ENRIQUE VIVIENTE, PARAJE DE ROMA S/N  
30360 LA UNIÓN

Radonova Laboratories AB el 2020-05-14,  
2020-05-18.

ID EDIFICIO

o ha sido proporcionada por  
quien del mismo modo certifica que se

DETECTOR #	PERIODO DE MEDIDA	LOCALIZACIÓN	PLANTA	NIVEL DE RADÓN
73687-4	2020-04-25 – 2020-05-12	LA UNIÓN, Aula Grupo 6	Planta baja	< 50 Bq/m <sup>3</sup>
03415-9	2020-04-25 – 2020-05-12	LA UNIÓN, Aula Grupo 9	Planta baja	< 50 Bq/m <sup>3</sup>
335683-8	2020-04-25 – 2020-05-12	LA UNIÓN, Hall de entrada	Planta baja	< 50 Bq/m <sup>3</sup>

### Nivel de referencia

De acuerdo con la Directiva Europea EURATOM 59/2013, el nivel de referencia para viviendas y centros de trabajo son 300 Bq/m<sup>3</sup>. En caso de superar dicho nivel de referencia, puedes contactar con la Dirección General de la vivienda de tu Comunidad Autónoma para asesorarte sobre las medidas que puedes llevar a cabo.

### Comentarios a los resultados

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin el consentimiento por escrito del laboratorio.



#### EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD:

Radonova Laboratories AB descarta cualquier responsabilidad explícita o implícita que pudiera resultar derivada del uso, operación y análisis de cualquiera de sus detectores. Radonova Laboratories AB renuncia al otorgamiento de toda garantía implícita, incluidas las garantías de comerciabilidad e idoneidad para un determinado fin. Radonova Laboratories AB no es responsable de ningún daño o consecuencia que pueda ser causado a personas o propiedades como resultado del uso de sus detectores o de los datos resultantes de la medida.

RADONOVA LABORATORIES AB  
P.O. BOX 6522  
SE-75138 UPPSALA, SUECIA  
[www.radonova.es](http://www.radonova.es)

## Método de medida: detector de trazas de partículas alfa en configuración cerrada (Rápidos®)

La medida se lleva a cabo siguiendo la norma ISO 11665-4, 2012 "Medida de la radiactividad en el ambiente. Aire, radón-222. Parte 4, Método de medición integrada para la determinación de la concentración media de actividad empleando muestreo pasivo y análisis a posteriori".

El material que contiene al detector está fabricado con un material plástico antiestático. El gas radón entra en el contenedor pasando a través de un filtro. Estas partículas generadas por el radón y sus productos de desintegración impactan con el detector de trazas (una película plástica). Las partículas alfa generan pequeñas trazas en el plástico que más tarde son amplificadas mediante un proceso de revelado químico y cuyo recuento se realiza empleando un microscopio para después determinar la exposición de radón.

La empresa Radonova laboratories AB está acreditada ISO 17025 por la entidad de acreditación sueca SWEDAC (equivalente a ENAC en España) con el número 1489 para realizar medidas de la concentración de gas radón utilizando el método de medida de detectores de trazas. Los equipos que llevan a cabo los análisis se verifican diariamente y los detectores se calibran periódicamente. El límite inferior de detección para un tiempo de exposición de 3 meses son 10 Bq/m<sup>3</sup>. La acreditación SWEDAC está aceptada en todos los países europeos a través del acuerdo EAL (Cooperación Europea para la acreditación de laboratorios en sus siglas en inglés).

## Niveles de medida de radón

El resultado de la medida proporciona para cada detector el valor del nivel de radón. Cada valor viene acompañado de una incertidumbre que se corresponde con la incertidumbre de la medida. Esta incertidumbre está calculada para un nivel de confianza del 95 %. Por ejemplo, un valor de 100 ± 20 Bq/m<sup>3</sup> significa que el nivel de radón probablemente esté en el intervalo entre 80 y 120 Bq/m<sup>3</sup> siendo 100 Bq/m<sup>3</sup> el valor más probable.

En caso de que no se haya proporcionado información del inicio y/o final de la medida, no se puede calcular la concentración de radón. En estos casos, se ofrece el resultado en términos de exposición expresado en unidades kBq·h/m<sup>3</sup>. La concentración media de radón se calcula dividiendo la exposición total entre el número de horas y multiplicando el resultado por 1000.

## Códigos de los detectores no proporcionados en los resultados

DNR	No informe – Detector no devuelto
VTW	No informe – Detector visiblemente manipulado
FBD	No informe – Plástico roto o dañado
LIL	No informe – Detector perdido en laboratorio
DTO	No informe – Detector demasiado antiguo

## Firma del informe

Mediante la firma del informe, la persona responsable del análisis en Radonova Laboratories AB certifica que los procedimientos de medida cumplen con la norma ISO 11665-4 y con los requerimientos de SWEDAC. Mediante la firma electrónica, la persona responsable de la edición del informe debe asignar una contraseña cada vez que incluye la firma.



### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD:

Radonova Laboratories AB descarta cualquier responsabilidad explícita o implícita que pudiera resultar derivada del uso, operación y análisis de cualquiera de sus detectores. Radonova Laboratories AB renuncia al otorgamiento de toda garantía implícita, incluidas las garantías de comerciabilidad e idoneidad para un determinado fin. Radonova Laboratories AB no es responsable de ningún daño o consecuencia que pueda ser causado a personas o propiedades como resultado del uso de sus detectores o de los datos resultantes de la medida.

RADONOVA LABORATORIES AB

P.O. BOX 6522

SE-75138 UPPSALA, SUECIA

[www.radonova.es](http://www.radonova.es)

**ANEXO 3**

**Certificado de calibración del equipo LAMSE ERIS 1R/nº40110  
(5 páginas)**



Pedro Justo Dorado Dellmans, 11. 28040 Madrid  
 Tel.: 91 346 01 00  
 Fax: 91 346 05 88  
 www.csn.es  
**Laboratorio Asociado al  
 Centro Español de Metrología  
 y Depositario de Patrones Nacionales**  
*Spanish Designated Institute  
 holding national standards*

**CEM**  
 CENTRO ESPAÑOL  
 DE METROLOGÍA  
 (RD 533/1996)

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of Calibration*

**Número (Number): P4807/LMRI/GP/2999**

<b>Objeto(s) / Descripción:</b> <i>Object(s) / Description:</i>	Equipo de vigilancia radiológica de áreas y puestos de trabajo
<b>Fabricante / Marca:</b> <i>Manufacturer / Trademark:</i>	LAMSE
<b>Modelo / N° serie:</b> <i>Model / Serial Number:</i>	ERIS 1R / nº 40110
<b>Método / Procedimiento:</b> <i>Method / Procedure:</i>	Calibración en tasa de dosis equivalente ambiental y dosis equivalente ambiental, en la energía del <sup>137</sup> Cs, mediante irradiación con haces de referencia, según el procedimiento P-LMRI-C-17, basado en la norma ISO 4037.
<b>Fecha(s) de calibración/medida:</b> <i>Date(s) of calibration/measurement:</i>	25 de abril de 2018
<b>Expedido a:</b> <i>Issued to:</i>	CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR. C/ JUSTO DORADO DELLMANS, 11. MADRID. 28040 (MADRID)
<b>Fecha de emisión:</b> <i>Date of issue:</i>	25 de abril de 2018
<b>N° de páginas:</b> <i>Number of pages:</i>	5

**Sello:** **Director del Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes del CIEMAT**  
**Stamp:** **The Director of Ionizing Radiation Metrology Laboratory of CIEMAT**

Este Certificado no atribuye al objeto calibrado/medido otras características que las indicadas por los datos aquí contenidos. Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones y poseen trazabilidad directa a patrones nacionales. No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa para ello.

El presente Certificado es coherente con las Capacidades de Medida y Calibración (CMC) incluidas en el Anexo C del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (CIPM ARM) redactado por el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM). Según el CIPM ARM, todos los Institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y de medida para las magnitudes, rangos e incertidumbres especificados en el citado Anexo C (para más detalles véase <http://www.bipm.org>).

*This Certificate does not confer to the object calibrated/measured attributes beyond those shown by the data contained herein. Results refer to the dates and conditions in which measurements were carried out and possess traceability to national standards. Partial reproduction of this document is not permitted without written permission.*

*This certificate is consistent with the calibration and measurement capabilities (CMCs) that are included in Appendix C of the Mutual Recognition Arrangement (CIPM MRA) drawn up by the International Committee for Weights and Measures (CIPM). Under the CIPM MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see <http://www.bipm.org>).*



MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

**Ciemot**

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

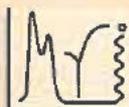


Laboratorio Asociado al Centro Español de Metrología y Depositario de Patrones Nacionales  
Spanish Designated Institute holding national standards

**CEM**

CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA (RD 533/1996)

**CSN** Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes  
IONIZING RADIATIONS METROLOGY LABORATORY



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of Calibration*

**Número (Number): P4807/LMRI/GP/2999**

## 1 DATOS DEL LABORATORIO EMISOR

### 1.1 Laboratorio

Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes. Patrones dosimétricos. Laboratorio de referencia para la radiación gamma en niveles de protección. CIEMAT. Avenida Complutense, 40. Madrid 28040.

### 1.2 Personal técnico que ha intervenido y titulación

### Equipos utilizados y su fecha de calibración (si procede)

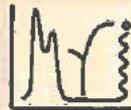
- Cámara de ionización marca: PTW, modelo: 32003, n.º de serie: 00134 y electrómetro marca: PTW, modelo: UNIDOS y n.º de serie 20641.
- Cámara de ionización marca: PTW, modelo 32002, n.º de serie: 00345 y electrómetro marca: IBA, modelo: DOSE 1 y n.º de serie: 13097.
- Cámara de ionización marca: PTW, modelo 32005, n.º de serie: 00047 y electrómetro marca: IBA, modelo: DOSE 1 y n.º de serie: 13097.
- Irradiador marca: Nuclear Ibérica, modelo: NI-645, n.º de serie: 01, con fuente de <sup>137</sup>Cs, marca: Amersham, modelo: X-66/1 y n.º de serie: 66005EZ.
- Irradiador marca Nuclear Ibérica, modelo: NI-646, n.º de serie: 01, con fuentes de <sup>137</sup>Cs marca: Amersham, modelos: X61/1 y X.19, con números de serie: 61032EZ y 0660GN, respectivamente y fuentes de <sup>60</sup>Co marca: Amersham, modelos: X54 y números de serie: 9581HS y 0526HA.
- Barómetro marca DHI, modelo: RPM-3, n.º serie: 1294.
- Higrómetro marca: DELTA OHM, modelo: PHD2301C, no serie: 17006720.
- Teletermómetro marca: ASL, modelo: F252-A-2D, n.º serie: 018162/07; con dos sondas marca: BENRHOS, modelo: PT100, números de serie: 78507/06 y 78507/09.

## 2 RESULTADOS OBTENIDOS

### 2.1 Fecha de la calibración: 25 de abril de 2018

### 2.2 Resultados y su incertidumbre

Las medidas se realizaron en haces normalizados de <sup>137</sup>Cs, de conformidad con el procedimiento P-LMRI-C-17. Para abarcar los distintos órdenes de magnitud se emplearon fuentes de diferente actividad, colocando el punto de referencia del monitor a diferentes distancias de las mismas. En cada punto, la lectura corregida del instrumento se obtuvo a partir del valor medio de 6 lecturas al que se le restó el promedio de las medidas del fondo ambiental. Para obtener la dosis equivalente ambiental se empleó un tiempo de integración de 360 s.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): P4807/LMRI/GP/2999

Los resultados de las medidas son los siguientes:

Magnitud: Tasa de dosis equivalente ambiental,  $\dot{H}^*(10)$ .

Rangos ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Valores convencionalmente verdaderos	Lecturas corregidas del instrumento		Factores de calibración	
	$\dot{H}^*(10)$	$\dot{H}^*(10)$	Incertidumbre ( $k=2$ )	Valor	Incertidumbre ( $k=2$ )
$(0 - 10^0)$	0,8 $\mu\text{Sv/h}$	0,732 $\mu\text{Sv/h}$	0,011 $\mu\text{Sv/h}$	1,09	0,06
$(10^0 - 10^1)$	8 $\mu\text{Sv/h}$	8,37 $\mu\text{Sv/h}$	0,22 $\mu\text{Sv/h}$	0,96	0,05
$(10^1 - 10^2)$	80 $\mu\text{Sv/h}$	80,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,7 $\mu\text{Sv/h}$	1,00	0,05
$(10^2 - 10^3)$	800 $\mu\text{Sv/h}$	831 $\mu\text{Sv/h}$	4 $\mu\text{Sv/h}$	0,96	0,05
$(10^3 - 10^4)$	8 mSv/h	8,07 mSv/h	0,07 mSv/h	0,99	0,05
$(10^4 - 10^5)$	80 mSv/h	79,0 mSv/h	0,9 mSv/h	1,01	0,05

Nota: El factor de calibración es el valor convencionalmente verdadero dividido por la lectura corregida del instrumento.

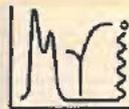
Magnitud: Dosis equivalente ambiental,  $H^*(10)$ .

Valores convencionalmente verdaderos	Lecturas corregidas del instrumento	
$H^*(10)$	$H^*(10)$	Incertidumbre ( $k=2$ )
80 $\mu\text{Sv}$	83,6 $\mu\text{Sv}$	0,1 $\mu\text{Sv}$
400 $\mu\text{Sv}$	407 $\mu\text{Sv}$	1 $\mu\text{Sv}$

### Incertidumbres:

La incertidumbre del laboratorio para la tasa de dosis equivalente ambiental es igual a 4,9 % ( $k=2$ ). En su cálculo se ha incluido la incertidumbre asociada al coeficiente de conversión de kerma en aire a dosis equivalente ambiental, según las especificaciones de la norma ISO 4037/3:1999. No obstante lo indicado en el guión segundo del punto 2.3, el rango de medidas entre 0,8  $\mu\text{Sv/h}$  y 10  $\mu\text{Sv/h}$  no se encuentra en el rango de capacidades de calibración declaradas por el LMRI. Este comentario no invalida los resultados obtenidos.

La incertidumbre típica del tiempo de integración para la obtención de la dosis equivalente ambiental es inferior al 0,3%.



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): P4807/LMRI/GP/2999

En la incertidumbre de las lecturas corregidas del instrumento se han tenido en cuenta las desviaciones típicas de los promedios de las medidas y el fondo, así como la incertidumbre debida a la resolución de las lecturas.

## 2.3 Trazabilidad

Los resultados de la presente certificación son:

- directamente trazables al Patrón Nacional de kerma en aire para la radiación gamma, en las energías del <sup>137</sup>Cs y del <sup>60</sup>Co, y en niveles de protección, mantenido por el Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes del CIEMAT según Orden ITC/2581/2006, de 28 de julio de 2006 (BOE nº 186, de 5 de agosto),
- coherentes con las Capacidades de Calibración y Medida (CMC) reflejadas en el Anexo C del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo por el que todos los Institutos Nacionales de Metrología participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y de medida para las magnitudes, campos e incertidumbres especificados (Comité Internacional de Pesas y Medidas, <http://www.bipm.org>).

## Datos adicionales

El detector se situó centrado en el eje del campo de radiación. Como punto de referencia se tomó el centro geométrico del detector, indicado en la carcasa. La sección plana del haz homogéneo, perpendicular al eje del haz, cubrió totalmente el volumen sensible del detector. El equipo se utilizó alimentado con baterías.

Durante la realización de las medidas, el valor promedio de la temperatura del aire en la sala de calibración fue 292,5 K, con una variación máxima de ± 0,8 K. El valor promedio de la presión atmosférica fue 93,95 kPa, con una variación máxima de ± 0,03 kPa. La humedad relativa del aire, en la sala de calibración, estuvo entre 45 % y 50 %.

## 3 TÉRMINOS DE REFERENCIA

### 3.1 Incertidumbre

La incertidumbre expresada es la incertidumbre expandida  $U$ , que se ha evaluado de acuerdo con la guía *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement*, JCGM 100:2008, mediante la expresión:

$$U = k \cdot u_c$$

donde:

- $u_c$  es la incertidumbre típica combinada, obtenida por composición cuadrática de incertidumbres del tipo A y B,
- $k$  es el factor de cobertura utilizado, con valor  $k = 2$ , correspondiente a una probabilidad de cobertura del 95%.



MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD

**Ciemot**

Centro de Investigaciones  
Energéticas, Medioambientales  
y Tecnológicas



Laboratorio Asociado al  
Centro Español de Metrología  
y Depositario de Patrones Nacionales  
*Spanish Designated Institute  
holding national standards*

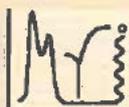
**CEM**

CENTRO ESPAÑOL  
DE METROLOGÍA  
(RD 533/1996)

**CSN**

Laboratorio de Metrología  
de Radiaciones Ionizantes

IONIZING RADIATIONS  
METROLOGY LABORATORY



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of Calibration*

Número (Number): P4807/LMRI/GP/2999

### 3.2 Cálculo de la dosis equivalente ambiental

La dosis equivalente ambiental,  $H^*(10)$ , o su tasa, se ha obtenido mediante la multiplicación del kerma en aire de referencia, o su tasa, por el coeficiente de conversión de kerma en aire a dosis equivalente ambiental,  $h_K^*(10)$ , recomendado por la norma ISO 4037/3:1999 para la radiación gamma emitida por la fuente utilizada.  $h_K^*(10) = 1,20 \text{ Sv/Gy}$  ( $^{137}\text{Cs}$ ).

#### Dosis equivalente

El término "dosis equivalente" empleado en la denominación de la magnitud básica,  $H$ , y las magnitudes operacionales: ambiental,  $H^*(d)$ , direccional,  $H^*(d, \Omega)$ , y personal,  $H_p(d)$ , es conceptualmente incorrecto, siendo su expresión correcta "equivalente de dosis". Se adopta en este certificado la denominación primera por ser la recogida en la legislación española.

#### OBSERVACIONES

No procede.

Madrid, 25 de abril de 2018  
El Responsable Técnico de la calibración



**ANEXO 4**

**Certificado de calibración del equipo Easyspec y sonda BICRON**

**(5 páginas)**





# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of Calibration*

**Número (Number): P5334/LMRI/GP/3491**

## 1 DATOS DEL LABORATORIO EMISOR

### 1.1 Laboratorio

Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes. Patrones dosimétricos. Laboratorio de referencia para la radiación gamma en niveles de protección. CIEMAT. Avenida Complutense, 40. Madrid 28040.

### 1.2 Personal técnico que ha intervenido y titulación



### 1.3 Equipos utilizados y su fecha de calibración (si procede)

- Cámara de ionización marca: PTW, modelo: 32003, n.º de serie: 00134 y electrómetro marca: PTW, modelo: UNIDOS y n.º de serie 20641.
- Cámara de ionización marca: PTW, modelo 32002, n.º de serie: 00345 y electrómetro marca: IBA, modelo: DOSE 1 y n.º de serie: 13097.
- Cámara de ionización marca: PTW, modelo 32005, n.º de serie: 00047 y electrómetro marca: IBA, modelo: DOSE 1 y n.º de serie: 13097.
- Irradiador marca: Nuclear Ibérica, modelo: NI-645, n.º de serie: 01, con fuente de <sup>137</sup>Cs, marca: Amersham, modelo: X-66/1 y n.º de serie: 66005EZ.
- Irradiador marca Nuclear Ibérica, modelo: NI-646, n.º de serie: 01, con fuentes de <sup>137</sup>Cs marca: Amersham, modelos: X61/1 y X.19, con números de serie: 61032EZ y 0660GN, respectivamente y fuentes de <sup>60</sup>Co marca: Amersham, modelos: X54 y números de serie: 9581HS y 0526HA.
- Barómetro marca DHI, modelo: RPM-3, n.º serie: 1294.
- Higrómetro marca: DELTA OHM, modelo: PHD2301C, no serie: 17006720.
- Teletermómetro marca: ASL, modelo: F252-A-2D, n.º serie: 018162/07; con dos sondas marca: BERNHOS, modelo: PT100, números de serie: 78507/06 y 78507/09.

## 2 RESULTADOS OBTENIDOS

### 2.1 Fecha de la calibración: 08 de abril de 2019

### 2.2 Resultados y su incertidumbre

Las medidas se realizaron en haces normalizados de <sup>137</sup>Cs, de conformidad con el procedimiento P-LMRI-C-17. Para obtener los valores de tasa de dosis equivalente ambiental se emplearon fuentes de diferente actividad, colocando el punto de referencia de la sonda a diferentes distancias de las mismas. En cada punto, la lectura corregida del instrumento se obtuvo a partir del valor medio de 6 lecturas corregidas por el fondo ambiental.

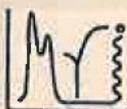


MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES

**Ciemot**

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

**CSN** Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes  
IONIZING RADIATIONS METROLOGY LABORATORY



Laboratorio Asociado al Centro Español de Metrología y Depositario de Patrones Nacionales  
Spanish Designated Institute holding national standards

**CEM**

CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA (RD 533/1996)



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of Calibration*

Número (Number): P5334/LMRI/GP/3491

Los resultados de las medidas son los siguientes:

Magnitud: Tasa de dosis equivalente ambiental,  $\dot{H}^*$  (10).

Valores convencionalmente verdaderos	Lecturas corregidas del instrumento		Factores de calibración	
	$\dot{H}^*$ (10)	$\dot{H}^*$ (10)	Valor	Incertidumbre ( $k=2$ )
0,8 $\mu\text{Sv/h}$	0,905 $\mu\text{Sv/h}$	0,055 $\mu\text{Sv/h}$	0,88	0,07
5 $\mu\text{Sv/h}$	6,06 $\mu\text{Sv/h}$	0,03 $\mu\text{Sv/h}$	0,83	0,04
10 $\mu\text{Sv/h}$	12,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,83	0,04
15 $\mu\text{Sv/h}$	16,7 $\mu\text{Sv/h}$	0,2 $\mu\text{Sv/h}$	0,90	0,04
20 $\mu\text{Sv/h}$	22,0 $\mu\text{Sv/h}$	0,2 $\mu\text{Sv/h}$	0,91	0,04
50 $\mu\text{Sv/h}$	52,0 $\mu\text{Sv/h}$	0,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,96	0,04

Nota: El factor de calibración es el valor convencionalmente verdadero dividido por la lectura corregida del instrumento.

### Incertidumbres:

La incertidumbre del laboratorio para la tasa de dosis equivalente ambiental es igual a 4,9 % ( $k=2$ ). En su cálculo se ha incluido la incertidumbre asociada al coeficiente de conversión de kerma en aire a dosis equivalente ambiental, según las especificaciones de la norma ISO 4037/3:1999. No obstante lo indicado en el guion segundo del punto 2.3, el rango de medidas entre 0,8  $\mu\text{Sv/h}$  y 10  $\mu\text{Sv/h}$  no se encuentra en el rango de capacidades de calibración declaradas por el LMRI. Este comentario no invalida los resultados obtenidos.

En la incertidumbre de las lecturas corregidas del instrumento se han tenido en cuenta las desviaciones típicas de los promedios de las medidas y el fondo, así como la incertidumbre debida a la resolución de las lecturas.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): P5334/LMRI/GP/3491

### Trazabilidad

Los resultados de la presente certificación son:

- directamente trazables al Patrón Nacional de kerma en aire para la radiación gamma, en las energías del  $^{137}\text{Cs}$  y del  $^{60}\text{Co}$ , y en niveles de protección, mantenido por el Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes del CIEMAT según Orden ITC/2581/2006, de 28 de julio de 2006 (BOE nº 186, de 5 de agosto),
- coherentes con las Capacidades de Calibración y Medida (CMC) reflejadas en el Anexo C del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo por el que todos los Institutos Nacionales de Metrología participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y de medida para las magnitudes, campos e incertidumbres especificados (Comité Internacional de Pesas y Medidas, <http://www.bipm.org>).

### 2.4 Datos adicionales

El detector se situó centrado en el eje del campo de radiación. Como punto de referencia del detector se tomó su centro geométrico. La sección plana del haz homogéneo, perpendicular al eje del haz, cubrió totalmente el volumen sensible del detector. El eje longitudinal de la sonda coincidió con el eje del haz de radiación. El equipo se utilizó alimentado con la red eléctrica.

Durante la realización de las medidas, el valor promedio de la temperatura del aire en la sala de calibración fue 293,26 K, con una variación máxima de  $\pm 0,04$  K. El valor promedio de la presión atmosférica fue 93,621 kPa, con una variación máxima de  $\pm 0,002$  kPa. La humedad relativa del aire, en la sala de calibración, estuvo entre 45 % y 50 %.

## 3 TÉRMINOS DE REFERENCIA

### 3.1 Incertidumbre

La incertidumbre expresada es la incertidumbre expandida  $U$ , que se ha evaluado de acuerdo con la guía *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement*, JCGM 100:2008, mediante la expresión:

$$U = k \cdot u_c$$

donde:

- $u_c$  es la incertidumbre típica combinada, obtenida por composición cuadrática de incertidumbres del tipo A y B,
- $k$  es el factor de cobertura utilizado, con valor  $k = 2$ , correspondiente a una probabilidad de cobertura del 95%.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of Calibration*

Número (Number): **P5334/LMRI/GP/3491**

### Cálculo de la dosis equivalente ambiental

La dosis equivalente ambiental,  $H^*(10)$ , o su tasa, se ha obtenido mediante la multiplicación del kerma en aire de referencia, o su tasa, por el coeficiente de conversión de kerma en aire a dosis equivalente ambiental,  $h_K^*(10)$ , recomendado por la norma ISO 4037/3:1999 para la radiación gamma emitida por la fuente utilizada.  $h_K^*(10) = 1,20 \text{ Sv/Gy } (^{137}\text{Cs})$ .

### Dosis equivalente

El término "dosis equivalente" empleado en la denominación de la magnitud básica,  $H$ , y las magnitudes operacionales: ambiental,  $H^*(d)$ , direccional,  $H^*(d, \Omega)$ , y personal,  $H_p(d)$ , es conceptualmente incorrecto, siendo su expresión correcta "equivalente de dosis". Se adopta en este certificado la denominación primera por ser la recogida en la legislación española.

### 4 OBSERVACIONES

No procede.

Madrid, 08 de abril de 2019  
El Responsable Técnico de la calibración



**ANEXO 5**

**Imagen aérea con localización de puntos de medida**



CEE Enrique Viviente  
La Unión (Murcia)

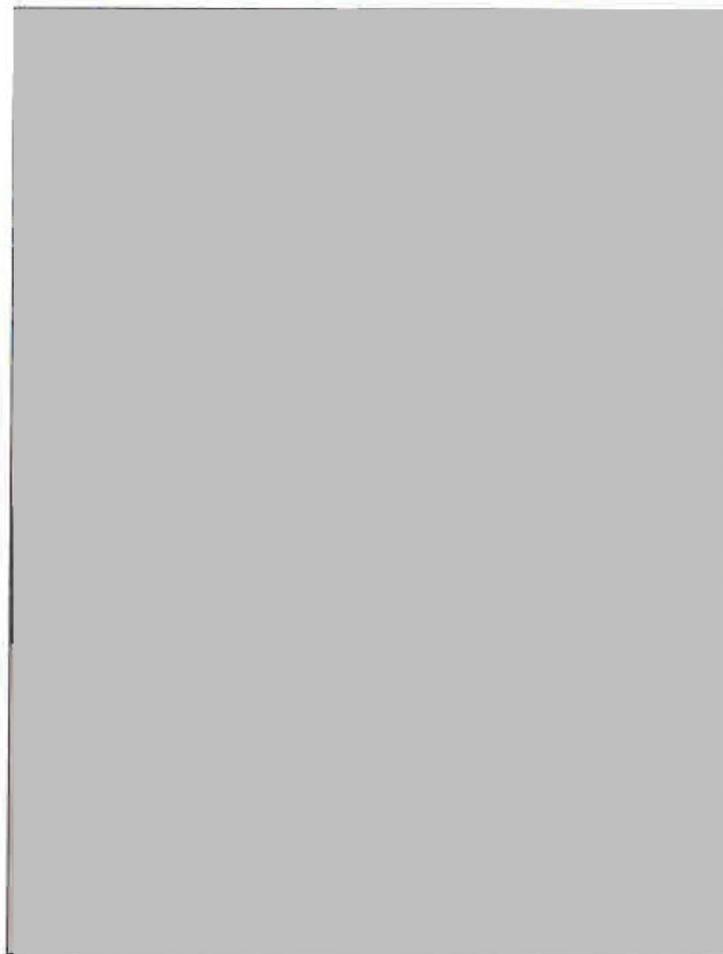
Zona de  
barridos  
con NaI

Puntos de medida  
08/07/2020

**ANEXO 6**  
**Fotografías**



**Fotografía 1:** vista del patio del colegio. Al fondo puede apreciarse la escombrera de escorias de fundición cercana.



**Fotografía 2:** Medida con Nal en la zona de juegos infantiles