



Número de expediente SU460000HO2025055

**Pliego de prescripciones técnicas particulares del contrato de suministro e instalación de un irradiador gamma con fuentes puntuales de  $^{137}\text{Cs}$  formado por el irradiador con 4 fuentes, un banco de calibración con sistema de posicionado de los equipos y el software para el control automático del conjunto para el Institut de Tècniques Energètiques (INTE) de la UPC**

Con la presentación de la oferta, la empresa licitadora acepta las prescripciones técnicas establecidas en este pliego, que tienen la consideración de especificaciones mínimas y de obligado cumplimiento.

Cualquier propuesta que no se ajuste a los requerimientos mínimos establecidos en este pliego quedará excluida de la licitación.

**1. Objeto del contrato o necesidad a cubrir y requerimientos técnicos generales obligatorios de la prestación**

El presente Pliego (PPT) tiene por objeto establecer las prescripciones técnicas particulares que regirán la prestación de un suministro de un irradiador gamma con el correspondiente banco de calibración para generar haces gamma de referencia para la calibración de monitores de protección radiológica y la irradiación de dosímetros personales de acuerdo con los requisitos que establecen las normas ISO-4037-1:2019 e ISO-4037-3:2019.

Dicho suministro debe instalarse en el Laboratorio de calibración y dosimetría del INTE, por lo que deberá asegurarse la interoperabilidad con el irradiador NI-64, actualmente disponible en la instalación, garantizando el correcto funcionamiento de toda la infraestructura. En la figura 1 se muestra un esquema del laboratorio y se ofrece la posibilidad de visitar la instalación (ver pliego de cláusulas administrativas).

El suministro debe instalarse adyacente al irradiador NI-64, con el haz de irradiación dirigido hacia el fondo de la sala. En la figura se muestran las puertas de acceso, a través de la sala de control.

Original signat per:

MERCE GINJAUME EGIDO

Universitat Politècnica de Catalunya

Signat en: 19-06-2025 09:01:57

GMT+2

MARIA AMOR DUCH GUILLEN

Universitat Politècnica de Catalunya

Signat en: 19-06-2025 09:04:50

GMT+2



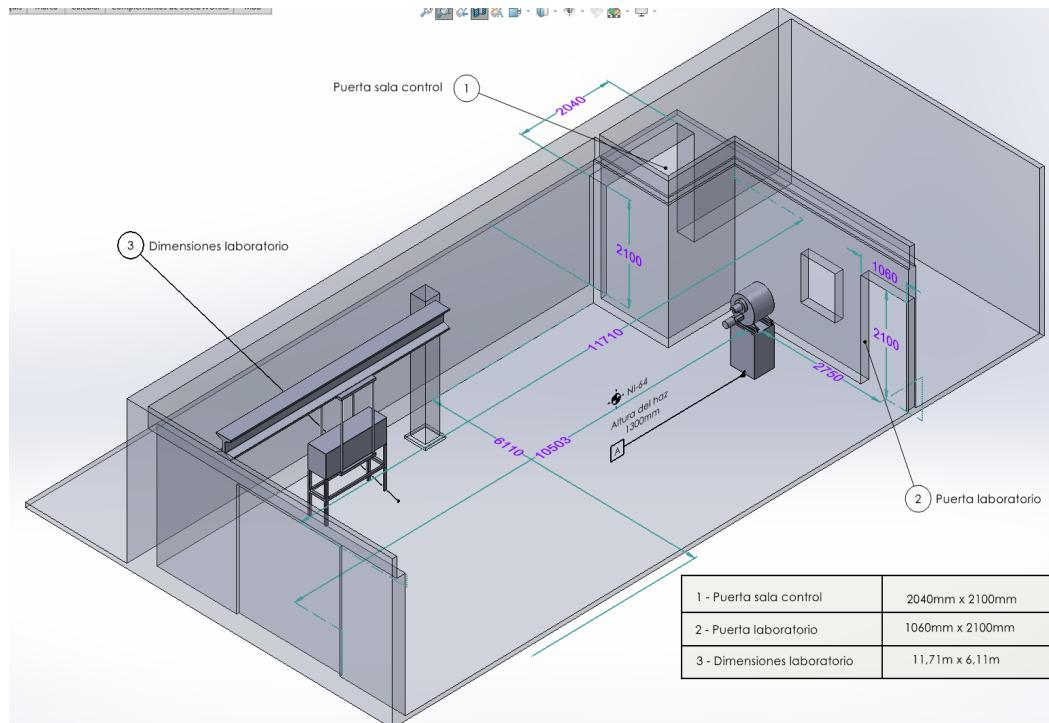


Figura 1: Vista general del Laboratorio de calibración y dosimetría

El equipo es esencial para poder ampliar el rango de tasa de kerma en aire disponible actualmente en el laboratorio hasta más de 250 mGy/h y para desarrollar nuevos proyectos que den respuesta a los retos priorizados en protección radiológica en Horizon Europe y contribuir a reducir los efectos no deseados de las radiaciones.

Los elementos principales del suministro son:

**1.1. Irradiador gamma, con capacidad para albergar hasta 7 fuentes puntuales de  $^{137}\text{Cs}$  para generar campos de radiación fotónica para aplicaciones de metroología en el ámbito de la protección radiológica**

El irradiador debe estar equipado con:

- Un blindaje de plomo que garantice que:
  - Los niveles de radiación en su superficie cuando las fuentes están en posición almacén sean inferiores a 0,2  $\mu\text{Sv/h}$ , incluso en la superficie anterior y posterior del colimador.
  - Los niveles de radiación en su superficie cuando la fuente de  $^{137}\text{Cs}$  más activa (3.5 TBq) está en el canal de irradiación sean inferiores a 0,5  $\mu\text{Sv/h}$  en contacto de la superficie trasera a nivel del colimador en el centro del haz.
  - El sistema debe disponer de un obturador que garantice que cuando la fuente de  $^{137}\text{Cs}$  más activa (3.5 TBq) está en el canal de irradiación, los niveles de radiación en contacto con el obturador, en el centro del haz, sean inferiores a 1,0 mSv/h.

Original signat per:

MERCE GINJAUME EGIDO  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-06-2025 09:01:57  
GMT+2

MARIA AMOR DUCH GUILLEN  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-06-2025 09:04:50  
GMT+2





- Un colimador de haz que cumpla los requisitos de la norma ISO 4037-1:2019, tanto en lo que se refiere a las dimensiones y penumbra del haz como a su pureza espectral.
  - o Un ángulo de apertura del haz colimado entre 10° y 12 °.
  - o La contribución de los fotones dispersos en posiciones fuera del haz primario debe ser inferior al 5 % respecto a la tasa de kerma en aire producida por el haz primario en toda la distancia útil de trabajo (1 m a 7 m).
- Corrección por tiempo efectivo de medida asociado al inicio y fin de la irradiación inferior a 1,0 s.
- La posición de las fuentes debe quedar a una altura respecto al suelo de entre 125 cm y 140 cm.
- El irradiador debe estar equipado con un sistema de guías de aproximadamente 70 cm – 100 cm, para permitir el desplazamiento del irradiador en la dirección y sentido del eje del haz de radiación (eje Y) para operaciones de mantenimiento. Este sistema de guías debe tener un bloqueo para garantizar el retorno del irradiador a su posición de trabajo con un error <0,5 mm.

### **1.2. Cuatro fuentes radiactivas de actividades en torno a: 3,5 TBq; 370 GBq; 37 GBq y 0,74 GBq (+/-15%)**

Una de las posiciones del irradiador se reserva como posición de control para las actividades de mantenimiento y las posiciones restantes se mantienen vacías, por si es necesario instalar algún otro radionucleido de interés en el futuro.

Con esta configuración el irradiador gamma debe poder generar valores de tasa de kerma en aire entre 250 mGy/h y 2  $\mu$ Gy/h para distancias de la fuente entre 1,0 m y 7,0 m.

- Las fuentes deben ser lo más pequeñas posible, con una actividad específica inferior a  $10 \cdot 10^{14}$  Bq/kg.
- El encapsulamiento debe cumplir con la norma ISO2919 y tener un espesor másico superior a 0,5 g/cm<sup>2</sup> para atenuar la radiación beta emitida por el <sup>137</sup>Cs.
- Las fuentes deben disponer de un certificado de calidad que indique el tipo de capsula, dimensiones, fecha de referencia de la actividad y test de hermeticidad. La fecha del certificado debe ser posterior al 31/12/2025.

### **1.3. Banco de calibración doble para su utilización por los dos irradiadores, ajustable automáticamente para distancias de 1.0 m a 7.0 m entre la mesa de calibración y las fuentes**

- El sistema debe estar constituido por dos guías en la dirección del haz de radiación (eje Y) que soporten unas guías perpendiculares (eje X) en las que se sitúe la mesa de calibración (carro) para el posicionado de los equipos.
- Longitud de las guías en el eje Y: aproximadamente 7 m, debe permitir situar el centro de la mesa de calibración a distancias entre 1,0 m y 7,0 m de las fuentes:

Original signat per:

MERCE GINJAUME EGIDO  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-06-2025 09:01:57  
GMT+2

MARIA AMOR DUCH GUILLEN  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-06-2025 09:04:50  
GMT+2





Longitud mínima: 7,0 m  
Longitud máxima: 8,0 m

- Distancia entre las guías en el eje X: aproximadamente 1,5 m, anchura suficiente para poder utilizar el nuevo irradiador y el antiguo. Distancia entre canales de irradiación de ambos irradiadores aproximadamente 1,0 m.
- Sistema motorizado para seleccionar, desde la sala de control, el posicionamiento en el eje X e Y de manera automática, con suavizado para inicio y parada. El sistema debe disponer de velocidad gradual, velocidad mínima en torno a 0,7 mm/s y velocidad máxima entre 60 mm/s y 250 mm/s.
- Resolución, exactitud y repetibilidad en el posicionamiento (ejes X e Y): 1 mm; la repetibilidad (1 sigma): +/- 1 mm. (determinado a partir de la desviación típica de una serie de 10 medidas posicionando el sistema a una distancia de 1,5 m de la fuente).
- Mesa de calibración de como mínimo 40 cm\* 40 cm, fabricada con un material de baja densidad como el policarbonato o el aluminio para reducir la producción de radiación dispersa y con una capacidad de carga de 50 kg.
- La posición de la mesa (eje Z) debe poder ser cambiada manualmente, respecto a + 10 cm y - 40 cm del centro del haz de radiación (altura de las fuentes). Resolución, exactitud y repetibilidad en el posicionamiento (eje Z): 1 mm; la repetibilidad (1 sigma): +/- 1 mm. (determinado a partir de la desviación típica de una serie de 10 medidas posicionando el sistema centrado respecto a la fuente).
- La posición de la mesa (plano perpendicular al eje Z) puede rotarse manualmente respecto al eje Z (+/- 180°). Resolución en el ángulo de rotación (1°) y la repetibilidad (1 sigma): +/- 2 ° (determinado a partir de la desviación típica de una serie de 10 medidas posicionando el sistema centrado respecto a la fuente).
- Cadenas portacables y cable flexible en todos los ejes para proteger los cables y prolongar la vida útil del sistema.
- La mesa de calibración debe disponer de 4 puntos de conexión a 220 V para poder conectar los equipos que así lo requieran.
- El equipamiento solicitado debe cumplir con los requisitos de calidad metrológica que establece la norma ISO-4037-1:2019 para los haces fotónicos en niveles de protección.

#### 1.4. Software y sistema de control

- **Software para el control automático del irradiador:**
  - Debe permitir seleccionar la fuente radiactiva, seleccionar la apertura del obturador y seleccionar el tiempo de irradiación.
  - Repetibilidad del sistema de posicionado de la fuente radiactiva (1 sigma): 0,2 % (determinado a partir de la desviación típica de una serie de 10 medidas de tasa de kerma en aire con el equipo patrón del laboratorio a 1,5 m de las fuentes).

Original signat per:

MERCE GINJAUME EGIDO

Universitat Politècnica de Catalunya

Signat en: 19-06-2025 09:01:57

GMT+2

MARIA AMOR DUCH GUILLEN

Universitat Politècnica de Catalunya

Signat en: 19-06-2025 09:04:50

GMT+2





- Exactitud y resolución en el tiempo de irradiación fijado en el software: mínimo 1 s. Desviación máxima para una irradiación de 9000 s, 0,018%.
- Repetibilidad del proceso de inicio y fin de una irradiación (1 sigma): (determinado a partir de la desviación típica de una serie de 10 medidas de kerma en aire con el equipo patrón del laboratorio a 1,5 m de las fuentes para irradiaciones de 360 s): 0,28%.
- **Software para el control automático del posicionado de la mesa de calibración:**
  - Debe permitir seleccionar la distancia en el eje Y y en el eje X. De acuerdo con la resolución y la repetibilidad indicada en el apartado 1.3.
  - (opcional) permitir seleccionar la altura y la orientación de la mesa de calibración en el eje Z, mantener los criterios indicados en el apartado 1.3 para el movimiento manual.
- **Protocolo de comunicación del sistema de control (PLC)**, que incluya una lista de los comandos principales y ejemplos de funciones típicas para poder adaptar o, eventualmente, reprogramar el PLC, en el futuro, para incorporar futuras actualizaciones de los sistemas informáticos.

## 1.5. Sistemas de seguridad

Sistemas de Seguridad que garanticen el uso seguro del equipo por parte del personal técnico del laboratorio. El sistema puede adaptarse a los sistemas actuales de la instalación o diseñarse de manera independiente. Deben asegurar como mínimo las siguientes prestaciones:

- Control de apertura de la puerta de acceso a la sala de irradiación:
  - El sistema debe impedir la apertura de la puerta cuando la fuente está en posición de irradiación. El sistema debe impedir iniciar una irradiación cuando la puerta está abierta. En caso de fallo del sistema de bloqueo de puerta, el sistema debe cerrar automáticamente el obturador y retornar la fuente a posición segura.
  - Señalización visual en la puerta de acceso al laboratorio (zona de control) cuando la fuente está en posición irradiación y cuando el obturador está abierto.
  - Señalización visual en la consola de control cuando la fuente está en posición de irradiación y cuando el obturador está abierto.
- Dos disyuntores de emergencia (uno situado en la sala de irradiación y el otro en la sala de control).
- La alimentación del irradiador dispondrá de SAI. En caso de fallo de corriente, el irradiador debe seguir operando mientras dure la alimentación del SAI (si se había programado un tiempo de irradiación, este se mantendrá) sin cerrar obturador. Si se agota la energía del SAI antes de volver a disponer de tensión, el irradiador debe cerrar obturador y retornar a posición segura la fuente.
- El sistema debe impedir la irradiación simultánea de los dos irradiadores gamma.

Original signat per:

MERCE GINJAUME EGIDO  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-06-2025 09:01:57  
GMT+2

MARIA AMOR DUCH GUILLEN  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-06-2025 09:04:50  
GMT+2





- El sistema debe impedir llevar a cabo una irradiación cuando el irradiador está fuera de su posición de trabajo (por ejemplo, cuando ha sido adelantado por operaciones de mantenimiento).
- Sistema seguro de cierre de la unidad de control del irradiador que asegure su uso sólo para el personal autorizado.
- Sistema antirrobo de las fuentes radiactivas que evite su acceso a personal no autorizado.

## 2. Actividades y funciones de la empresa contratista

La empresa contratista dispondrá de los suficientes medios técnicos, materiales y personales para desarrollar las labores objeto de este contrato. Será responsabilidad de la UPC disponer de la autorización administrativa que le sea requerida por la legislación española para la instalación del irradiador y las fuentes radiactivas en sus instalaciones (instalación radiactiva IRA 993).

Las funciones que debe asumir la empresa contratista son las siguientes:

### 2.1 Transporte y entrega de equipos

Todos los equipos requeridos para este proyecto se entregarán en la dirección Edifici ETSEIB, Institut de Tècniques Energètiques (UPC), Diagonal 647, 08028 Barcelona, entrada por el muelle de carga, puerta C, calle Pau Gargallo sin número, Barcelona.

Los medios de descarga se comunicarán con antelación a la UPC para poder gestionar los permisos correspondientes con el Ayuntamiento de Barcelona.

La empresa contratista es responsable de la gestión del transporte desde origen hasta su instalación en el laboratorio, incluidos, si aplican, los gastos de aduanas u otras tasas arancelarias.

El transporte de las fuentes radiactivas, así como los modelos de bultos utilizados y su señalización, deberá llevarse a cabo de acuerdo con la normativa específica de aplicación y en particular de acuerdo con el Real Decreto 1217/2024 de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes.

### 2.2 Instalación de equipos

Todos los equipos se instalarán en el Laboratorio de Calibración y Dosimetría del Institut de Tècniques Energètiques de la UPC con asistencia y supervisión del personal técnico del Laboratorio y del servicio de Protección Radiológica de la UPC. El irradiador y el banco en la sala de irradiación y el sistema de control y el software en la sala de control adyacente.

Será responsabilidad de la empresa adjudicataria el control dosimétrico de su personal y el cumplimiento de la normativa vigente en protección radiológica, en particular, el cumplimiento del reglamento de protección de la salud contra las radiaciones ionizantes, regulado por el Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre.

Original signat per:

MERCE GINJAUME EGIDO

Universitat Politècnica de Catalunya

Signat en: 19-06-2025 09:01:57

GMT+2

MARIA AMOR DUCH GUILLEN

Universitat Politècnica de Catalunya

Signat en: 19-06-2025 09:04:50

GMT+2





## 2.3 Puesta en marcha

La puesta en marcha consistirá en verificar el funcionamiento de los distintos elementos descritos en el apartado 1 de este PPT y confirmar que se cumplen los requisitos técnicos indicados.

La verificación puede llevarse a cabo con equipos del proveedor, siempre que estén debidamente calibrados o bien con los equipos propios del Laboratorio, todos ellos con sus correspondientes certificados de calibración.

## 2.4 Formación a personal designado por la UPC.

Una vez terminada la puesta en marcha con los alcances acordados en este PPT, se preparará un programa de formación de utilización y mantenimiento de los equipos para el personal técnico específico designado por la UPC.

- Formación a nivel de operación del equipamiento (mínimo 4 horas).
- Formación a nivel de mantenimiento del equipamiento (mínimo 4 horas).

## 2.5 Aceptación final

Una vez cumplidos todos los requisitos definidos en el PPT se aceptará formalmente la entrega del equipo.

## 3. Requerimientos técnicos generales obligatorios de prestación y/o rendimiento o exigencias funcionales de la prestación

### 3.1 Plazo de entrega

La empresa contratista entregará el conjunto de elementos objeto de este contrato (apartados 1.1 a 1.6) y los instalará en la UPC (apartados 2.1 y 2.2) antes del 10 de junio de 2026. Las operaciones de puesta en marcha y formación (apartados 2.3 y 2.4) deberán realizarse antes del 22 de junio de 2026.

De manera excepcional, en caso que la administración competente no emita el permiso de instalación del material radiactivo en la instalación en la fecha indicada en el apartado anterior, el plazo de entrega podría alargarse como máximo hasta el 31 de octubre y el plazo de puesta en marcha hasta el 20 de noviembre. La UPC informará de dicho aplazamiento antes del 30 de abril de 2026.

### 3.2 Garantías Técnicas

El licitador deberá garantizar este equipo contra cualquier defecto de fabricación e instalación durante el periodo de 2 años desde la aceptación.

Para poder dar cumplimiento al Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades

Original signat per:

MERCE GINJAUME EGIDO  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-06-2025 09:01:57  
GMT+2

MARIA AMOR DUCH GUILLEN  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-06-2025 09:04:50  
GMT+2





relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes, el licitador deberá comprometerse a firmar con la UPC un acuerdo de gestión de las fuentes suministradas cuando queden en desuso.

El licitador informará y dará acceso a la UPC sobre cualquier actualización de software que realice la empresa y que afecte la gestión de la infraestructura (correcciones o mejoras). Dichas actualizaciones, al menos durante la vigencia de la garantía del equipamiento, serán sin coste. Pasada la vigencia de la garantía, el licitador se compromete a seguir informando de cualquier actualización y si procede, del coste de su implementación.

La garantía deberá cubrir todos los gastos derivados del problema a solucionar, incluyendo tanto el coste de las piezas a reparar o reemplazar como la mano de obra asociada. El tiempo de respuesta será de menos de 72 horas si la comunicación se realiza en días laborables.

### **3.3 Normativa vigente de obligado cumplimiento**

El transporte, suministro e instalación deberá cumplir todas las disposiciones legales vigentes que le afecten, aunque no estén citadas expresamente en el presente documento.

### **3.4 Descripción medios técnicos, materiales y personales**

Las empresas licitadoras deberán demostrar la disponibilidad de medios técnicos propios para la realización de los trabajos requeridos en este proyecto. Estos medios incluyen instalaciones físicas y personal técnico.

Las empresas licitadoras aportarán un listado y una breve descripción de las principales instalaciones físicas y equipamiento que utilizarán en el desarrollo del proyecto.

Las empresas licitadoras también aportarán un listado de los recursos humanos principales que participarán en este proyecto, añadiendo los roles y responsabilidades que ejercerá cada uno.

El suministrador deberá garantizar la asistencia de técnicos cualificados de forma presencial en menos de 72 horas si la comunicación de la avería o incidente se realiza en días laborables.

### **3.5 Plan de ejecución**

Las empresas licitadoras deberán presentar un plan de ejecución detallado orientativo que incluya las principales fases de desarrollo del proyecto; en particular: plazo de fabricación del irradiador, de adecuación de las fuentes radiactivas, de transporte, de instalación y verificación del equipamiento.

El plan de ejecución deberá contemplar un plan de contingencia que establezca un margen suficiente de forma que cualquier contingencia pueda ser absorbida durante ese plazo sin que ello suponga una demora de los plazos de ejecución.

Original signat per:

MERCE GINJAUME EGIDO

Universitat Politècnica de Catalunya

Signat en: 19-06-2025 09:01:57

GMT+2

MARIA AMOR DUCH GUILLEN

Universitat Politècnica de Catalunya

Signat en: 19-06-2025 09:04:50

GMT+2





El equipamiento se instala en un laboratorio actualmente en funcionamiento y con diversos compromisos por lo que las fechas de instalación deberán concretarse con un tiempo mínimo de preaviso de 4 semanas.

La empresa licitadora deberá dedicar un mínimo de 240 horas.persona en las operaciones de instalación y de puesta en marcha (apartados 2.2, 2.3 y 2.4).

Dichas operaciones deberán efectuarse en un tiempo máximo de 3 semanas (15 días laborables). Se valorará positivamente si puede efectuarse en 2 semanas sin reducir el número de horas.persona, es decir dedicando un mayor número de personas en la operación.

#### 4. Formas de seguimiento y control de la ejecución de las condiciones

La empresa contratista debe designar a una persona responsable a quien encargar la gestión de la ejecución del contrato y que deberá garantizar la calidad de la prestación objeto de este pliego, tratando directamente las cuestiones relacionadas con el desarrollo normal de las tareas indicadas en este pliego con la persona interlocutora designada por la UPC.

Las personas referidas anteriormente se reunirán con una periodicidad mínima mensual para supervisar, controlar y tratar cualquier aspecto vinculado con el desarrollo del contrato, a fin de asegurar que el mismo se está ejecutado conforme a lo establecido en el presente pliego.

A los efectos anteriores, se evaluará el seguimiento y control del cumplimiento de cada requerimiento técnico de la siguiente manera:

- Las reuniones periódicas servirán para revisar el cumplimiento del contrato.
- La empresa contratista presentará en la primera reunión un calendario actualizado del plan de ejecución que asegure la provisión e instalación del suministro en el plazo establecido del contrato.
- Las reuniones revisarán por ambas partes el adecuado cumplimiento del calendario de actuaciones establecido.
- En caso de no cumplirse los plazos, se aplicarán las penalidades establecidas en el expediente de la licitación.
- En caso de discrepancia entre las medidas de puesta en marcha realizadas en las instalaciones de la UPC y las presentadas por la empresa adjudicataria, la UPC se reserva el derecho a contratar una empresa externa que haga las funciones de auditoría de los aspectos técnicos en discrepancia.

#### 5. Documentación técnica a aportar por la empresa adjudicataria

Las especificaciones técnicas propuestas por la empresa licitadora en su oferta se convertirán en condiciones de obligado cumplimiento a lo largo de la ejecución del contrato si ésta se convierte en la adjudicataria.

Original signat per:

MERCE GINJAUME EGIDO

Universitat Politècnica de Catalunya

Signat en: 19-06-2025 09:01:57

GMT+2

MARIA AMOR DUCH GUILLEN

Universitat Politècnica de Catalunya

Signat en: 19-06-2025 09:04:50

GMT+2





A fin de acreditar el cumplimiento de cada especificación técnica exigida en este pliego, la empresa adjudicataria deberá aportar la siguiente documentación:

Junto con la oferta para poder comprobar el cumplimiento de los requisitos técnicos:

- Ejemplo de manual de instrucciones de uso (castellano o inglés). El equipo suministrado se diseñará de manera específica para la UPC, pero se requiere el manual correspondiente a un irradiador, banco de calibración y software similar al ofertado.
- Ejemplo de hojas de medidas o estudios que acrediten las características del equipo.
- Plan de ejecución orientativo.

Previo a la adjudicación:

- Ejemplo de manual de instrucciones para el mantenimiento del equipamiento (idiomas castellano o inglés).
- Ejemplo de certificado de fuentes radiactivas.

A la hora de entregar el sistema:

- Manual de instrucciones de uso (Manual original en castellano o una traducción del manual original en castellano y el manual original en inglés).
- Manual de instrucciones para el mantenimiento del equipamiento (idiomas castellano o inglés).
- Certificado de las fuentes radiactivas.
- Planos de los distintos elementos: irradiador, colimador, obturador y banco de calibración.
- Esquemas eléctricos, incluyendo características técnicas de los motores del irradiador y del banco de calibración.
- Protocolo de comunicación (PLC), que incluya una lista de los comandos principales y ejemplos de funciones típicas para poder adaptar o, eventualmente, reprogramar el PLC, en el futuro.
- Hojas de medida actualizadas de los requerimientos técnicos establecidos en el pliego de condiciones técnicas: posicionamiento de las fuentes y de la mesa de calibración, repetibilidad, tiempo efectivo de medida, dimensiones del haz de radiación. Dichas medidas se utilizarán como base en el proceso de puesta en marcha y verificación de la instalación.

Mercè Ginjaume y María Amor Duch Guillen, Directoras de investigación, IP del proyecto

Barcelona, a la fecha de la firma electrónica

Original signat per:

MERCE GINJAUME EGIDO  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-06-2025 09:01:57  
GMT+2

MARIA AMOR DUCH GUILLEN  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-06-2025 09:04:50  
GMT+2

