

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL CONTRATO DE SUMINISTROS DE EQUIPAMIENTO PARA EL DESARROLLO EXPERIMENTAL EN BANDAS EXTENDIDAS SUB-TERAHERTZ CON CAPACIDAD ISAC (INTEGRATED SENSING AND COMMUNICATIONS) DE LA INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICO-TÉCNICA EN REDES INTELIGENTES PARA SERVICIOS DE 6G MEJORADOS (INES), DEL PROGRAMA UNICO I+D 6G 2023, EN EL MARCO DEL PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA – FINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA – NEXT GENERATION EU, A ADJUDICAR POR PROCEDIMIENTO ABIERTO CON PLURALIDAD DE CRITERIOS.

EXPEDIENTE Nº L15-2025

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	OBJETO DEL CONTRATO	3
3.	CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS.....	4
3.1	MÓDULOS DE CONVERSIÓN Y DETECCIÓN PARA BANDA EXTENDIDA	4
3.2	SUBSISTEMA DE APOYO A LA CARACTERIZACIÓN Y EMULACIÓN MULTICANAL	4
3.3	ELEMENTOS AUXILIARES DE ALTA FRECUENCIA.	5
4.	LUGAR DE ENTREGA.....	5
5.	ADSCRIPCIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y MATERIALES	5
6.	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVAS APLICABLES.....	6
6.1	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	6
6.2	AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS.....	6
6.3	PROTECCIÓN DE DATOS Y CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN.....	6
	ANEXO I: COORDINACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	7

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL CONTRATO DE SUMINISTROS DE EQUIPAMIENTO PARA EL DESARROLLO EXPERIMENTAL EN BANDAS EXTENDIDAS SUB-TERAHERTZ CON CAPACIDAD ISAC (INTEGRATED SENSING AND COMMUNICATIONS) DE LA INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICO-TÉCNICA EN REDES INTELIGENTES PARA SERVICIOS DE 6G MEJORADOS (INES), DEL PROGRAMA UNICO I+D 6G 2023, EN EL MARCO DEL PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA – FINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA – NEXT GENERATION EU, A ADJUDICAR POR PROCEDIMIENTO ABIERTO CON PLURALIDAD DE CRITERIOS.

EXPEDIENTE Nº L15-2025

1. INTRODUCCIÓN

La próxima generación de redes deberá ser extremadamente ágil y altamente reconfigurable para satisfacer las exigentes demandas que imponen los nacientes casos de uso complejos. La red 6G tendrá que ser auto-controlable a niveles mucho más granulares que la red 5G para hacer realidad diferentes servicios, tales como el metaverso y el Internet de las cosas (IoT). Con este fin, se deberán mejorar de manera considerable las múltiples tecnologías inalámbricas de acceso por radio, incluidas LoRa, la transmisión mediante ondas milimétricas y los THz, el núcleo de la red y la infraestructura auxiliar para garantizar un mayor rendimiento y una mayor fiabilidad. Además, se necesitarán estrategias complejas que empleen lo último en tecnologías ML/AI para gestionar y orquestar los recursos de modo que puedan compartirse de manera óptima entre los diferentes servicios. Debido a este inevitable intercambio de recursos entre servicios, la seguridad y la privacidad deberán integrarse en su diseño de manera orgánica.

INES (Intelligent Networks for Enhanced 6G Services) tiene como objetivo diseñar, construir y probar una red inteligente de extremo a extremo apta para desarrollar escenarios que integren IoT y sistemas ciberfísicos. Con ello, la Fundación IMDEA Networks creará una red capaz de cumplir las promesas del 6G proporcionando nuevas y únicas herramientas a la comunidad científica a través de sus diversas colaboraciones nacionales e internacionales destacando, entre otras, su participación en el laboratorio 5TONIC (www.5tonic.org).

Las actuaciones para llevar a cabo el despliegue de la infraestructura INES se articulará a través de las diferentes acciones. Una de ella consiste en realizar Extensiones THz ISAC. Para ello vamos a construir una plataforma lista para ISAC que opere en la banda de frecuencia THz (140 GHz). Planeamos utilizar toda la experiencia adquirida durante el diseño de plataformas experimentales que operan en frecuencias de ondas milimétricas (60 GHz) para implementar la plataforma THz lista para ISAC. Implementaremos el algoritmo de procesamiento de señales que nos permita establecer un enlace de comunicación entre dos nodos THz ISAC, a la vez que extraiga información sobre objetivos en el entorno mediante el análisis de mediciones de canal a lo largo del tiempo. Planeamos implementar el primer sistema ISAC biestático que opere en frecuencias THz al resolver los desafíos inherentes de un sistema biestático (desplazamientos de frecuencia y de tiempo), que se ven exacerbados en frecuencias THz.

Planeamos integrar la plataforma ISAC THz con la plataforma milimétrica/sub-6 GHz para construir una plataforma multibanda completa sub-6GHz/milimétrica/THz que haga un uso eficiente de los recursos de hardware/espectro/energía mediante una programación adecuada de los diferentes front-ends según las necesidades de detección. Un diseño objetivo sería 1) usar

la interfaz sub-6 GHz para descubrir de manera más general los objetivos en el entorno, gracias al perfil de multi-ruta más rico y 2) luego usar la interfaz milimétrica para obtener una localización más precisa de los objetivos. Toda esta información es 3) utilizada por el sistema THz diseñado para diseñar formas eficientes de rastrear el objetivo o los objetivos a lo largo del tiempo mediante el uso de técnicas de formación de haz y formas de onda adecuadas, para extraer datos de detección de objetivos muy detallados. La información adquirida por todas las interfaces se combinará mediante técnicas de aprendizaje automático para obtener información de ultra alta resolución de los objetivos en el entorno de manera eficiente en términos de energía/recursos.

Desde la perspectiva de la comunicación THz, para lograr el aumento deseable en el rendimiento en comparación con los sistemas milimétricos, es crucial diseñar técnicas eficientes de estimación de canal que permitan implementar técnicas de formación de haz (híbridas/digitales) que permitan alinear los dispositivos transceptores en diferentes condiciones (entornos dinámicos, no línea de vista (NLOS), etc.) asegurando una alta tasa de datos sin agregar un alto costo de entrenamiento en la operación de la red. Además, operar bajo tales tasas de datos impone requisitos difíciles en las capas bajas (PHY/MAC) para no crear nuevos cuellos de botella en la operación de la red. En este proyecto, planeamos desarrollar bloques de procesamiento de ultra alta velocidad que operan en la lógica FPGA y permitan procesar en tiempo real las muestras que provienen del front-end THz o de los front-ends, permitiendo tomar decisiones sobre la programación de recursos, adaptar el pre-codificador de formación de haz, implementar técnicas de MIMO masivas eficientes y ajustar los esquemas de modulación y codificación para satisfacer los requisitos de comunicación y detección.

La presente contratación se enmarca en el desarrollo de una infraestructura experimental orientada a la validación de capacidades ISAC en escenarios que operen en la banda de frecuencia alrededor de 140 GHz. Esta infraestructura pretende reproducir condiciones experimentales viables para comunicaciones y detección conjunta bajo escenarios de enlace biestático, multibanda y multicanal.

El suministro que se describe en el presente pliego se realiza bajo el Proyecto Redes Inteligentes para Servicios de 6G Mejorados (INES), en el marco del Programa de Infraestructuras de investigación y equipamiento científico-técnico, del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, financiado por la Unión Europea – NEXT GENERATION EU – a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales (TSI-064100-2023-34), conforme a la orden ETD/805/2002, de 15 de julio y a la Resolución de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, de 28 de diciembre de 2022.

2. OBJETO DEL CONTRATO

El objeto del presente contrato es el suministro e instalación de componentes especializados para el despliegue de una plataforma avanzada de análisis, caracterización y prueba de enlaces radioeléctricos en banda sub-THz. Este equipamiento servirá como base para implementar funciones de detección y comunicaciones integradas (ISAC), y deberá permitir la experimentación tanto desde el punto de vista del hardware de RF como desde el plano del procesamiento digital y lógico en tiempo real.

Para lograr los objetivos de investigación descritos anteriormente, proponemos construir una infraestructura a partir de la combinación de los siguientes componentes:

- Un (1) convertidor ascendente (110 GHz–170 GHz).
- Un (1) convertidor descendente, junto con los accesorios necesarios.

Estos dispositivos, sin embargo, solo permiten el uso de una única antena, lo que impide realizar mediciones simultáneas con múltiples antenas como se preveía inicialmente. Para solucionar esta limitación, vamos a emular un sistema multiantena desplazando la única antena disponible a diferentes posiciones y midiendo el canal por separado en cada posición para luego reconstruir toda la matriz del canal, se propone lo siguiente:

- (1) Uso de un sistema de seguimiento por cámara para posicionamiento preciso de las antenas transmisoras y receptoras, simulando una geometría realista de array de antenas.
- (2) Utilización de un analizador vectorial de redes de alta gama, que permite mantener una alta coherencia y estabilidad en las medidas tomadas en diferentes momentos, asegurando así la calidad y comparabilidad de las mediciones.

Esta combinación técnica permitirá realizar experimentos que reproduzcan de manera realista un sistema ISAC operativo en la banda de 140 GHz, garantizando el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

El equipamiento solicitado es modular en el sentido que puede ser extendido en el futuro para integrar múltiples antenas y/o múltiples nodos.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS.

A continuación, se establecen los requisitos técnicos y funcionales mínimos de los equipos, que podrán ser mejorados siempre al alza a lo aquí descrito.

3.1 MÓDULOS DE CONVERSIÓN Y DETECCIÓN PARA BANDA EXTENDIDA

Se requiere el suministro de una pareja de módulos de conversión heterodino con capacidad de operación en frecuencias de entre 110 y 170 GHz, con las siguientes especificaciones técnicas mínimas:

- Puertos de RF en guía de onda compatible con WR-6.5 UG-387/U-M.
- Conversión en doble banda lateral con posibilidad de filtrado externo.
- Pérdida de conversión media inferior a 10 dB (SSB, incluyendo amplificación intermedia).
- Ganancia de etapa IF en módulo descendente de ~12 dB.
- Conectores IF en formato coaxial de 2.9 mm(f) con operación entre ~100 MHz y 10 GHz.
- Tolerancia a potencias de entrada de hasta 6 dBm.
- Requiere alimentación DC única en formato compacto
 - (+9V / 4A) para el convertidor ascendente
 - ($\leq +6$ V, ≤ 1 A) para el descendente.
- El sistema descendente deberá ser modular, compacto y tener la opción de montaje sobre trípode mediante orificio estándar UNC 1/4-20, así como integración mecánica con analizadores portátiles mediante conexión deslizante.

3.2 SUBSISTEMA DE APOYO A LA CARACTERIZACIÓN Y EMULACIÓN MULTICANAL.

La Fundación IMDEA Networks ya cuenta con un sistema de medición vectorial (VNA) con capacidad de mantener coherencia de fase en campañas de medición desagregadas temporalmente. Dicho sistema asegura:

- Gama de frecuencias IF superior a 26 GHz.
- Estabilidad de referencia interna adecuada para sincronización externa.
- Compatibilidad con módulos de conversión descritos en 3.1.

Además, se requiere un conjunto de herramientas para calibración de conectores coaxiales 2.4 mm y 3.5 mm, con frecuencias máximas de 50 GHz y 26.5 GHz respectivamente.

3.3 ELEMENTOS AUXILIARES DE ALTA FRECUENCIA.

Se incluyen en el suministro los siguientes elementos auxiliares:

- Un filtro paso alto con frecuencia de corte a 135 GHz y rechazo superior a 20 dBc bajo ese umbral.
- Dos antenas horn de tipo cónico con conectores WR-6.5.
- Un amplificador de banda D con ganancia media de 20 dB, margen de entrada hasta +10 dBm y salida saturada de al menos +18 dBm.
- Adaptadores coaxiales: 2 SMA(m) a 2.4 mm(f), 2 SMA(m) a 2.92 mm(f), 2 cables coaxiales 2.4 mm – 2.92 mm de 15 cm, 2 cables coaxiales 2.4 mm – 2.4 mm de 60 cm.

4. LUGAR DE ENTREGA.

La entrega de los equipos se debe realizar en la siguiente dirección:

Fundación IMDEA Networks
Avenida del Mar Mediterráneo, 22
28918 Leganés (Madrid)

La entrega deberá realizarse a portes pagados en la dirección de entrega indicada.

La empresa adjudicataria se encargará de retirar los embalajes y demás residuos que se puedan generar, y los costes deben estar incluidos en el precio.

Tanto la entrega de los equipos como la retirada de los embalajes y demás residuos debe realizarse dentro del plazo de ejecución del contrato.

En caso de ser necesario, el adjudicatario del contrato tramitará los permisos necesarios a las Administraciones correspondientes, para todas aquellas actuaciones que los requieran. Los costes de los mismos serán por cuenta de la empresa adjudicataria.

5. ADSCRIPCIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y MATERIALES

Los medios humanos y materiales que sea preciso contratar, de acuerdo con la legislación laboral vigente, para el correcto desempeño de los servicios asociados al equipamiento objeto del contrato acordado con la Fundación, de acuerdo con las cláusulas administrativas y técnicas particulares que rigen el correspondiente contrato, serán por cuenta exclusiva del adjudicatario.

El adjudicatario mantendrá con respecto al personal que emplee en el servicio todos los derechos y deberes inherentes a su condición de patrono a tenor de la legislación laboral y social actualmente vigentes o que, en lo sucesivo, pueda promulgarse sin que pueda alegarse derecho alguno de dicho personal con relación a la Fundación, ni exigirle a ésta responsabilidad de cualquier tipo como consecuencia de las obligaciones existentes entre el adjudicatario y sus empleados, aun cuando las incidencias que lo afecten sean por causas directas o indirectas del cumplimiento, incumplimiento, rescisión o interpretación del contrato.

Todos aquellos acuerdos que pudieran darse entre sindicatos y las empresas adjudicatarias del servicio, al margen de lo establecido en los convenios colectivos, deberán ser comunicados previamente a la Fundación IMDEA Networks. Dichos acuerdos vincularán únicamente a la empresa adjudicataria.

El adjudicatario se compromete a retribuir adecuadamente al personal que contrate asumiendo de forma directa y no trasladable a la Fundación IMDEA Networks el coste de cualquier mejora en las condiciones de trabajo o en las retribuciones de dicho personal, tanto si dichas mejoras son consecuencia de convenios colectivos, pactos, o acuerdos de cualquier índole que puedan conllevar o conlleven equiparación a otras situaciones, como si lo fuera por la integración del Centro a otro organismo de la Administración Pública, de modo que en ningún caso podrán repercutir dichas modificaciones en un incremento del precio de adjudicación.

6. CUMPLIMIENTO DE NORMATIVAS APLICABLES

6.1 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

La entidad que resulte adjudicataria deberá estar al corriente en el cumplimiento de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales de acuerdo con la Ley. En un plazo no superior a quince días naturales desde la comunicación de la adjudicación, la entidad deberá aportar a la Fundación la documentación relativa a la evaluación de riesgos y planes de prevención de todos los puestos de trabajo necesarios para la prestación del servicio.

Asimismo, antes del comienzo de su actividad deberá comunicar los nombres de las personas que actúen como delegados de prevención.

El adjudicatario está obligado a dar cumplimiento al deber de coordinación de actividades en materia de prevención de riesgos, conforme al artículo 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales, y al R.D. 171/2004, de 30 de enero, tal como se indica en el **Anexo I**.

6.2 AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS

El adjudicatario del contrato tramitará los permisos necesarios a las Administraciones correspondientes, para todas aquellas actuaciones que los requieran, los costes de los mismos serán por cuenta de la empresa adjudicataria.

6.3 PROTECCIÓN DE DATOS Y CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN

En ningún caso, debido a la confidencialidad de la información, la empresa adjudicataria podrá utilizar la documentación generada o la información a la que tenga acceso para un fin distinto del indicado en este pliego.

La empresa adjudicataria se compromete expresamente al cumplimiento de lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, y a formar e informar en las obligaciones que de esta norma dimanar.

En cumplimiento de lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, la entidad adjudicataria y el personal que tenga relación directa o indirecta con la prestación prevista en este contrato, guardarán secreto profesional sobre los datos personales, todas las informaciones, documentos y asuntos a los que tenga acceso o conocimiento durante la vigencia del contrato, estando obligados a no hacer públicos o enajenar cuantos datos conozcan como consecuencia o con ocasión de su ejecución, incluso después de finalizar el plazo contractual.

ANEXO I: COORDINACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

La finalidad de este protocolo es establecer un acuerdo de colaboración en materia de Prevención de Riesgos entre La Fundación y sus Empresas Colaboradoras, para el desarrollo de las obligaciones establecidas en el artículo 24 "Coordinación de Actividades Empresariales" de la LPRL y en el RD 171/2004 que lo desarrolla.

Dentro de la coordinación de actividades, se establece el sistema de acreditación y control, en materia de Prevención Riesgos, de los trabajadores pertenecientes a la Empresa adjudicataria y sus subcontratas, que van a desarrollar los servicios contratados por la Fundación en el centro de trabajo propio de esta entidad.

La acreditación de los trabajadores es consecuencia de la planificación de la prevención resultante de la evaluación de riesgos de los trabajos contratados, que realizará la Empresa. Como consecuencia de la misma, se acreditará si cada trabajador es "apto para su trabajo habitual" o, si fuera necesario, que es "apto para trabajos que impliquen un riesgo especial", indicando claramente cuál es este riesgo especial. Además, será utilizada para conocer los nombres de las personas designadas por la Empresa como Responsables en materia de prevención de riesgos durante la ejecución de los servicios contratados por La Fundación.

La Empresa adjudicataria evaluará y conservará toda la documentación necesaria para, en cualquier momento, garantizar y demostrar las aptitudes acreditadas para cada trabajador, independientemente de que éstos pertenezcan directamente a la Empresa o a cualquiera de sus subcontratas.