

## ANEXO MEMORIA JUSTIFICATIVA

### PARA LA ADQUISICIÓN DEL EQUIPAMIENTO DEL PROYECTO EQC2018-004288-P "Laboratorio Reconfigurable de Comunicaciones y Redes 5G and Beyond"

#### A) OBJETO DEL CONTRATO

Este contrato tiene como objeto la adquisición de equipamiento en el marco del proyecto de investigación titulado "Laboratorio Reconfigurable de Comunicaciones y Redes 5G and Beyond" (Ref. EQC2018-004288-P). Este proyecto ha sido financiado en la convocatoria 2018 de ayudas para la adquisición de equipamiento científico-técnico correspondientes al Subprograma Estatal de Infraestructuras de Investigación y Equipamiento Científico-Técnico (Plan Estatal I+D+I 2017-2020).

El equipamiento que se pretende adquirir servirá para construir un laboratorio de comunicaciones inalámbricas 5G reconfigurable. Este equipamiento cuenta con los componentes necesarios para construir una red 5G experimental con capacidad de reconfiguración, versatilidad, alto rendimiento y capacidad de evolución.

A los efectos del artículo 99 de la ley 9/2017 de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, el equipamiento a adquirir se ha dividido en **7 LOTES**, dada la diferente naturaleza de los componentes de cada uno de ellos. La pluralidad de los criterios de adjudicación elegidos, basados en el principio de mejor relación calidad-precio da lugar a un **PROCEDIMIENTO ABIERTO** con varios criterios de adjudicación, y tramitación ordinaria.

#### B) NECESIDAD E IDONEIDAD DEL CONTRATO

El presente contrato es necesario para la adquisición del equipamiento del proyecto de investigación EQC2018-004288-P para construir un laboratorio de comunicaciones inalámbricas 5G reconfigurable. El equipamiento cuenta con características técnicas únicas que lo diferencian claramente de otras soluciones de la comunidad investigadora del entorno y que serán clave para la investigación en comunicaciones y redes 5G and Beyond.

El equipamiento se pretende utilizar por el equipo investigador para contribuir de forma notoria a la comunidad científica y los procesos de estandarización de la 5G, abriendo nuevas líneas de investigación experimental con un gran impacto y posibilidades de transferencia tecnológica. Este equipamiento cuenta con los componentes necesarios para construir una red 5G experimental con capacidad de reconfiguración, versatilidad, alto rendimiento y capacidad de evolución. Para ello, el equipamiento propuesto cuenta con dispositivos que permiten implementar diferentes tipos de nodos de usuario, estaciones base y nodos de núcleo de red. Todos los nodos de la red son programables y los nodos de la red de acceso cuentan con una



interfaz SDR (*Software Defined Radio*) con capacidades únicas. El equipamiento se utilizará fundamentalmente para la investigación de soluciones 5G para dos sectores clave como son automoción y la industria 4.0, aunque el equipo investigador no descarta la aplicación en otros sectores.

El equipamiento servirá para complementar y extender el trabajo que la UMH está haciendo en diversos proyectos, tanto nacionales como europeos en el programa H2020, demostrando el importante impacto que tendría la adquisición del laboratorio reconfigurable 5G solicitado. El uso que pretende darse al equipamiento solicitado está alineado con las prioridades de la Comisión Europea, y organismos como el 5G-PPP (*5G Public Private Partnership*), la plataforma europea de expertos NetWorld 2020, EFFRA o el 5GAA (*5G Automotive Association*) entre otros.

Es importante para este contrato tener en cuenta que para las investigaciones a realizar utilizando el equipamiento de este contrato será clave la integración del mismo con la plataforma software de código abierto OpenAirInterface (OAI). OAI está siendo desarrollada por el OSA (*OAI Software Alliance*) que es un consorcio de empresas, centros de investigación y Universidades sin ánimo de lucro que pretende fomentar una comunidad tanto industrial como académica para el desarrollo de software y hardware de libre acceso. Buena parte de las especificaciones técnica del equipamiento se han diseñado siguiendo los requisitos de la plataforma OAI.

### C) PRESUPUESTO MÁXIMO DE LICITACIÓN

El presupuesto máximo de licitación total es: **120.314,97 euros (IVA excluido)**.

Atendiendo al estudio de mercado realizado y el desglose de la financiación obtenida para cada uno de los componentes del equipamiento, el presupuesto máximo de licitación para cada uno de los lotes identificados se presenta en la siguiente tabla. La tabla también indica el presupuesto máximo para cada uno de los ítems que forman parte de cada uno de los lotes identificados.

Lote nº	Descripción	Presupuesto máximo por ítem (IVA excluido)	Presupuesto máximo por lote (IVA excluido)
1	Nodos de comunicación programables SDR de altas prestaciones.	33.708,00 €	57.141,60 €
	Tarjetas transceptoras para nodo SDR con frecuencia portadora hasta 6GHz y 160MHz de ancho de banda.	15.228,00 €	
	Osciladores de cristal basado en GPS para sincronización.	7.146,00 €	
	Antenas y cables RF.	1.059,60 €	
2	Equipos de trabajo de bajo consumo y alto rendimiento para la ejecución del código OAI en nodos UE y eNB.	17.970,00 €	17.970,00 €
3	Estación de trabajo de muy alto rendimiento para la ejecución del código OAI en nodos eNB y el núcleo de red.	21.874,52 €	21.874,52 €

4	Dispositivos de posicionamiento GPS de alta precisión.	5.913,00 €	5.913,00 €
5	Dispositivos móviles UE.	693,97 €	3.619,33 €
	Nodos móviles con tecnología de comunicación inalámbrica IEEE 802.11ac.	2.925,36 €	
6	Caja aislante protectora para testeo RF.	4.130,20 €	4.130,20 €
7	Tarjetas transceptoras para la transmisión/recepción de señales en banda de frecuencia milimétrica con haz direccionable.	9.666,32 €	9.666,32 €

#### D) CRITERIOS DE SOLVENCIA ECONÓMICA Y FINANCIERA

Teniendo en cuenta los artículos 87 y 89 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre de Contratos del Sector Público, el criterio elegido para acreditar la Solvencia Económica y Financiera del licitador se basa en su Volumen anual de negocios: **el Volumen anual de negocios del licitador referido al año de mayor volumen de negocios de los tres últimos concluidos deberá ser igual o superior al importe del lote al que opte.** Si un licitador opta a varios lotes, deberá cumplir esta condición para cada uno de ellos por separado.

El Volumen anual de negocios en el ámbito a que se refiere el objeto del contrato de los tres últimos ejercicios disponibles en función de las fechas de constitución o de inicio de actividades del empresario, se acreditará por medio de sus cuentas anuales aprobadas y depositadas en el Registro Mercantil, si el empresario estuviera inscrito en dicho registro, y en caso contrario por las depositadas en el registro oficial en que deba estar inscrito. Los empresarios individuales no inscritos en el Registro Mercantil acreditarán su volumen anual de negocios mediante sus libros de inventarios y cuentas anuales legalizados por el Registro Mercantil.

La elección de este criterio establecido entre uno de los medios de acreditación regulados por el art. 87 de LCSP se debe a que es el más adecuado y el que mejor puede garantizar la ejecución de este contrato.

#### E) CRITERIOS DE SOLVENCIA TÉCNICA O PROFESIONAL

Teniendo en cuenta los artículos 87 y 89 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre de Contratos del Sector Público, el criterio elegido para acreditar la Solvencia Técnica o Profesional del solicitante se basa en su experiencia en la realización de trabajos del mismo tipo o naturaleza al que corresponde el objeto del contrato, y en particular al que corresponde al lote al que opte el licitador dada la diferente naturaleza de cada uno de ellos.

El licitador deberá acreditar experiencia en la realización de trabajos del mismo tipo o naturaleza al que corresponde el objeto del contrato, y en particular al **mismo tipo o naturaleza** que corresponde el objeto del lote al que opte, en los **tres últimos años**. Dicha experiencia se acreditará mediante una relación firmada por el responsable de la empresa, avalada por certificados de buena ejecución de la misma naturaleza que el objeto de este contrato con indicación de importe, fecha y destinatario, público o privado, cuyo importe anual acumulado en el año de mayor ejecución sea **igual o superior al 50% del lote al que opte.** El objetivo es

asegurar que las empresas participantes gestionan de manera habitual contratos de equipamiento similares, lo que sería una evidencia directa de su experiencia en este campo.

La elección de este criterio establecido entre uno de los medios de acreditación regulados por el art. 89 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre de Contratos del Sector Público se debe a que es el más adecuado y el que mejor puede reflejar el grado de confianza necesario para garantizar el buen funcionamiento de la adquisición que se pretende, sabiendo de antemano, que dicho funcionamiento ha sido correcto en otros Centros.

#### F) PROCEDIMIENTO DE ADJUDICACIÓN

El **Pliego de Prescripciones Técnicas describe los requisitos mínimos** de cada uno de los lotes de este contrato que deberá cumplir obligatoriamente toda oferta para poder acceder al procedimiento de adjudicación de este contrato.

El procedimiento de adjudicación está basado en una pluralidad de criterios con el objetivo de obtener la mejor relación calidad-precio. Estos criterios se describen en esta memoria y se clasifican en dos categorías: los **criterios sometidos a juicio de valor** y los **criterios valorables mediante fórmula**. Los criterios sometidos a juicio de valor podrán proporcionar hasta un máximo de 40 puntos a cada oferta. Los criterios valorables mediante fórmula podrán proporcionar hasta un máximo de 60 puntos a cada oferta. El total de puntos máximo que puede asignarse a una oferta es de 100 puntos.

La evaluación de las ofertas conforme a los criterios cuantificables mediante la mera aplicación de fórmulas se realizará tras efectuar previamente la de aquellos otros criterios en que no concurra esta circunstancia, dejándose constancia documental de ello.

Cada licitador puede presentar ofertas en **uno o más lotes**, y ser adjudicatario de todos los lotes.

#### G) CRITERIOS SOMETIDOS A JUICIO DE VALOR

Para la valoración de las proposiciones se tendrán en cuenta una pluralidad de criterios sometidos a juicio de valor. Estos criterios están relacionados con la **mejora de las características técnicas, cualidades y accesorios** del equipamiento ofertado y son diferentes para cada lote debido a su diferente naturaleza, y la justificación de cada uno de ellos se detalla a continuación. Cada proposición obtendrá hasta un **máximo de 40 puntos** en cada lote.

##### Lote 1. Nodos SDR y accesorios relacionados

Se valorarán con hasta 40 puntos los siguientes accesorios y/o nodos SDR adicionales:

- Hasta 3 nodos SDR adicionales con igual o menores prestaciones técnicas a las requeridas, por ejemplo, con menor ancho de banda [10 puntos por cada nodo SDR adicional, hasta un máximo de 30 puntos]. Esto permitiría aumentar las capacidades del laboratorio de comunicaciones inalámbricas 5G

reconfigurable al contar con un mayor número de nodos que permita testear escenarios con mayores densidades.

- Rack y kits para para el montaje de los 6 nodos SDR [10 puntos]. Gracias a esto se podrían organizar los nodos en un armario de forma ordenada para una mejor eficiencia de utilización del espacio.

### Lote 2. Equipos de trabajo de bajo consumo y alto rendimiento para la ejecución del código OAI en nodos UE y eNB

---

Se valorará con hasta 40 puntos si los 6 equipos de trabajo cuentan con características superiores a las mínimas exigidas:

- Los 6 equipos con un procesador superior al i9-9960X [20 puntos]. La mayor capacidad de cómputo permitirá realizar investigaciones más avanzadas porque permitiría ejecutar algoritmos más complejos en tiempo real.
- Los 6 equipos con un disco duro SSD de 960 GB o superior [10 puntos]. Contar con una mayor capacidad de almacenamiento permitiría guardar una mayor cantidad de datos en cada experimento, permitiendo por lo tanto aumentar la complejidad y valor técnico de los mismos.
- Los 6 equipos con una memoria RAM de 64 GB [5 puntos]. Disponer de mayor cantidad de memoria ayudaría a poder ejecutar algoritmos más complejos en tiempo real en la plataforma.
- 6 cables adicionales de tipo SFP+ 10 Gb Ethernet de 3 metros [5 puntos]. Contar con cables adicionales proporcionaría más flexibilidad en los montajes de los diferentes escenarios a investigar (una o dos radios, escenario industrial y vehicular, etc.).

### Lote 3. Estación de trabajo de muy alto rendimiento para la ejecución del código OAI en nodos eNB y el núcleo de red

---

Se valorará con hasta 40 puntos si se mejoran las capacidades técnicas de alguno/s de los servidores o estaciones de trabajo:

- Equipar a uno o varios servidores con 2 procesadores Intel Xeon superiores a los mínimos exigidos. Cada procesador deberá tener al menos 12 cores y al menos 20 MB de cache [5 puntos por cada servidor, hasta un máximo de 15 puntos]. La mayor capacidad de cómputo permitirá realizar investigaciones más avanzadas porque permitiría ejecutar algoritmos más complejos en tiempo real.
- Factor de forma 1U en los 3 servidores [15 puntos]. Contar con un factor de forma 1U, en lugar de 2U, permitiría ahorrar espacio en el rack donde irán ubicados, y por lo tanto permitiría una mayor capacidad de ampliación futura.
- Incluir en los 3 servidores una raíz de confianza de silicio a nivel hardware como medida de seguridad para que no se inicien con firmware comprometido [5 puntos]. Esto permitiría garantizar que el servidor no arrancará con niveles de firmware que no coincidan con dicha huella.
- Equipar a los 3 servidores con discos SSD de 500 GB o superiores [5 puntos]. Contar con una mayor velocidad en los discos duros locales de cada servidor permitiría la reducción de los tiempos de simulación al reducir los tiempos de lectura y escritura en disco.

#### Lote 4. Dispositivos de posicionamiento GPS de alta precisión

---

Se valorará con hasta 40 puntos si se mejora la capacidad y precisión de los 3 dispositivos GPS de alta precisión:

- Interfaz Bluetooth y/o RS232 [10 puntos]. Estas interfaces mejorarían la capacidad de conectar a los dispositivos GPS a los ordenadores que los controlan.
- Medidas de posicionamiento con una tasa de 20 Hz [10 puntos]. Mayores tasas de posicionamiento permitirían un refresco más frecuente de la posición y velocidad proporcionados, y por lo tanto, una mayor precisión en aplicaciones vehiculares.
- Precisión de posicionamiento horizontal RMS de 1m o mejor (GPS L1 punto único) [10 puntos]. Mejorar la precisión del posicionamiento es importante a la hora de realizar pruebas de campo porque permite una ejecución de algoritmos basados en posicionamiento más precisa, y una mejor asociación de los datos de cada prueba a la posición de cada nodo.
- Soporte magnético [10 puntos]. El soporte magnético facilita el montaje de los dispositivos GPS en el techo de vehículos para la realización de pruebas de campo en carretera.

#### Lote 5. Dispositivos y nodos móviles UE

---

Se valorará positivamente si se mejoran las capacidades de los dispositivos de este lote:

- 64 GB de almacenamiento en los 2 smartphone [5 puntos]. Mejorar la capacidad de almacenamiento permitiría guardar una mayor cantidad de datos en cada experimento, permitiendo por lo tanto aumentar la complejidad y valor técnico de los mismos.
- 4 GB de RAM en los 2 smartphone [5 puntos]. Disponer de mayor cantidad de memoria ayudaría a poder ejecutar algoritmos más complejos en tiempo real o ejecutar múltiples aplicaciones simultáneamente.
- Disco duro SSD de 960 GB en los 3 portátiles [10 puntos]. Mejorar la capacidad de almacenamiento permitiría guardar una mayor cantidad de datos en cada experimento, permitiendo por lo tanto aumentar la complejidad y valor técnico de los mismos.
- Procesador i7 superior al 7700HQ en los 3 portátiles [5 puntos]. La mayor capacidad de cómputo permitirá realizar investigaciones más avanzadas porque permitiría ejecutar algoritmos más complejos en tiempo real
- Procesador i9 en los 3 portátiles [10 puntos]. Aumentar la capacidad de cómputo con la generación de procesadores i9 permitirá realizar investigaciones más avanzadas porque permitiría ejecutar algoritmos más complejos en tiempo real.
- 16 GB de RAM en los 3 portátiles [5 puntos]. Disponer de mayor cantidad de memoria ayudaría a poder ejecutar algoritmos más complejos en tiempo real o ejecutar múltiples aplicaciones simultáneamente.



#### Lote 6. Caja aislante protectora para testeo RF

Se valorará con hasta 40 puntos el aumento del tamaño y el número de puertos de la caja aislante RF:

- Dimensiones iguales a 400 x 400 x 400 mm o superiores [20 puntos]. Aumentar las dimensiones de la caja aislante permitiría introducir un mayor número de dispositivos en su interior, o dispositivos de mayor tamaño, para realizar mediciones.
- 24 puertos SMA en lugar de 12 [20 puntos]. Aumentar el número de puertos de la caja aislante permitiría introducir conectar un mayor número de dispositivos en desde el exterior para realizar mediciones colocando sus antenas en el interior.

#### Lote 7. Tarjetas transceptoras para la transmisión/recepción de señales en banda de frecuencia milimétrica con haz direccionable

Se valorarán con hasta 40 puntos las capacidades adicionales de las tarjetas transceptoras en banda de frecuencia milimétrica:

- Compatibles con el estándar IEEE 802.11ad [10 puntos]. Esta compatibilidad permitiría poder establecer un enlace de comunicaciones con dispositivos que cumplan dicho estándar, mejorando la futura ampliación del laboratorio 5G reconfigurable.
- Soporte de hasta modulación 64 QAM o superior [10 puntos]. Soportar esta modulación permite una mayor tasa de transferencia de datos, aspecto importante para las investigaciones en materia de 5G NR.
- Direccionamiento dinámico del haz con 64 posiciones/ángulos o más [10 puntos]. Poder dirigir el haz de la antena dinámicamente permitiría adaptarlo a los entornos cambiantes como el vehicular.
- Control a través de puerto USB [5 puntos]. El puerto USB es uno de los más extendidos, así que poder controlar los equipos empleando dicho puerto proporcionará flexibilidad a las tarjetas.
- Entorno gráfico de usuario [5 puntos]. Contar con un entorno gráfico facilitaría el manejo de las tarjetas transceptoras.

#### H) CRITERIOS VALORABLES MEDIANTE FÓRMULA

A continuación, se exponen los **TRES** criterios valorables mediante fórmula que ayudarán a valorar las ofertas que se reciban. La **puntuación máxima** que puede alcanzarse teniendo en cuenta estos TRES criterios es de **60 puntos**.

1) La **oferta económica** se valorará con un máximo de 40 puntos. El objetivo es incentivar un precio a la baja para obtener la mejor configuración posible al mínimo precio, pero, tal y como se ha detallado en el apartado G de este documento, el equipo investigador valora también muy positivamente la mejora de las características técnicas, cualidades y accesorios del equipamiento solicitado. Es por ello que se ha escogido una puntuación máxima de 40 puntos para la oferta económica para equipararla a la máxima puntuación que se puede otorgar por los criterios sometidos a juicio de valor expuestos en el apartado G de este documento.

De esta forma, una oferta con la máxima puntuación en los criterios sometidos a juicio de valor pero con la mínima puntuación económica, recibirá los mismos puntos que una oferta con la mínima puntuación en los criterios sometidos a juicio de valor pero con la máxima puntuación económica. La puntuación de cada oferta se calculará mediante la siguiente ecuación, diseñada para dotar de un mayor número de puntos a las ofertas que menor precio ofrezcan:

$$\text{Puntuación} = \text{mínimo}( 40 , 40 \times (\text{Presupuesto} - \text{Oferta}) / (0.4 \times \text{Presupuesto}) )$$

En esta ecuación, *Presupuesto* es el presupuesto máximo en euros de cada lote (IVA excluido) según aparece en la tabla del apartado C de este documento, y *Oferta* es el precio en euros de la oferta (IVA excluido). La puntuación es el mínimo entre 40 y la cantidad que resulta de calcular  $40 \times (\text{Presupuesto} - \text{Oferta}) / (0.4 \times \text{Presupuesto})$ . De esta forma, se obtienen 0 puntos cuando la *Oferta* es igual al *Presupuesto*, y la puntuación aumenta linealmente a medida que se reduce la *Oferta* hasta alcanzar el máximo de puntuación cuando la *Oferta* es un 40% inferior al *Presupuesto*. De esta forma se otorga un punto a cada oferta por cada punto porcentual que consigue reducir el precio respecto al presupuesto. A modo de ejemplo, la siguiente figura representa gráficamente la *Puntuación* calculada con la ecuación anterior para un *Presupuesto* de 10.000 euros (IVA excluido).

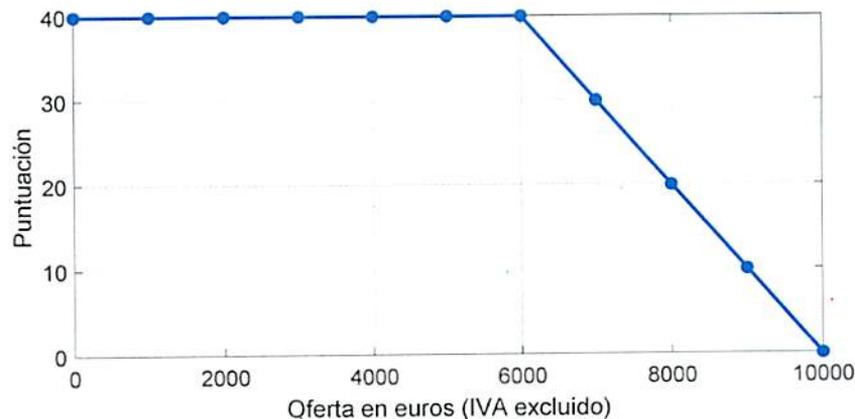


Figura 1. Ejemplo de Puntuación sobre la valoración económica calculada con la ecuación propuesta considerando un Presupuesto de 10.000 euros (IVA excluido).

2) La extensión del **plazo de garantía** hasta alcanzar un plazo total **superior a 3 años** se valorará con 5 puntos. Esta extensión de la garantía permitirá que el vendedor responda ante posibles defectos detectados en un plazo superior al mínimo obligatorio, aunque no es esperable que ocurran problemas técnicos en equipos como los solicitados si se hace un uso adecuado y responsable del mismo.

3) El **plazo de entrega** se valorará con un máximo de 15 puntos. La entrega del equipamiento en un tiempo reducido se valorará muy positivamente porque el equipo investigador podrá hacer uso del mismo de forma inmediata, lo cual repercutirá en el inicio más temprano de las investigaciones. El objetivo es que el equipamiento está operativo y disponible para su uso a la mayor brevedad posible. Para ello, se seguirá el siguiente baremo:

- Plazo de entrega menor o igual a 30 días: 15 puntos.
- Plazo de entrega superior a 30 días y menor a 60 días: 5 puntos.



#### I) CONDICIONES ESPECIALES DE EJECUCIÓN DEL CONTRATO

Se establece la condición especial relacionada con el medioambiente y enfocada a la promoción del reciclado de productos, que consiste en que los embalajes deberán ser reciclables y la documentación asociada deberá proporcionarse en formato digital.

El equipamiento solicitado se ubicará en las instalaciones del Departamento de Ingeniería de Comunicaciones de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

El lugar de entrega del suministro será el Edificio Innova de la Universidad Miguel Hernández de Elche, en la Avenida de la Universidad s/n, 03202, Elche, Alicante, España.

No necesita ningún tipo de instalación que requiera obra civil o similar.

#### J) DURACIÓN DEL CONTRATO

El plazo máximo de entrega del suministro será de **TRES MESES** desde la formalización del contrato.

#### K) CONSULTAS RELACIONADAS CON EL EXPEDIENTE

Servicio de Contratación de la UMH:

- Teléfono: 966658741
- Fax: 965222127
- Email: [contratacion@umh.es](mailto:contratacion@umh.es)

Consultas técnicas:

- Miguel Sepulcre Ribes
- Email: [msepulcre@umh.es](mailto:msepulcre@umh.es)
- Teléfono: 965222424

Profesor responsable del contrato:

- Javier Gozálvez Sempere
- Email: [j.gozalvez@umh.es](mailto:j.gozalvez@umh.es)
- Teléfono: 966658955

Elche, 18 de noviembre de 2019

Javier Gozálvez Sempere  
Investigador Principal del proyecto EQC2018-004288-P  
Departamento de Ingeniería de Comunicaciones