

## **CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA - CTTC**

### **PLEC DE CLÀUSULES TÈCNIQUES PARTICULARS DEL “SUBMINISTRAMENT D’UN SISTEMA DE COMPUTACIÓ IA/ML D’ALTES PRESTACIONS PER COMUNICACIONS 6G I BESSONS DIGITALS AL METAVERS (IMMERSE6G)” PER AL CTTC**

#### **LOT 1: SUBMINISTRAMENT D’UNAPLATAFORMAEXPERIMENTALS DE COMPUTACIÓ INTENSIVA IA**

**NÚM. EXPEDIENT: CTTC-2024-78**

## 1. Context

La FUNDACIÓ CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA (d'ara endavant CTTC o la Fundació) és una Fundació del sector públic de la Generalitat de Catalunya, subjecta a la legislació sobre fundacions de la Generalitat de Catalunya, amb personalitat jurídica pròpia i durada il·limitada. Figura inscrita al Registre de Fundacions de la Generalitat de Catalunya amb el número 1613. Impulsada des del Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació (DURSI) de la Generalitat de Catalunya, es va constituir el dia 28 de juny de 2001 i té per objecte contribuir a impulsar la promoció i el desenvolupament de la recerca d'alt nivell a les diferents branques de les tecnologies de les telecomunicacions i la geomàtica, potenciant grups de recerca d'excel·lència en ciència i enginyeria relacionades amb aquests àmbits; la producció, promoció i divulgació del coneixement i la formació de personal tècnic i científic en tecnologies de telecomunicacions i la geomàtica; l'establiment de col·laboracions científiques i acadèmiques amb les universitats i els grans centres de recerca nacionals i internacionals especialitzats en tecnologia de telecomunicacions i geomàtica; l'establiment de col·laboracions, en la forma que legalment escaigui, amb les administracions públiques i amb el sector privat en les matèries pròpies de la seva activitat; facilitar el contacte entre la investigació bàsica i aplicada, actuant, quan correspongui, com a centre de transferència de tecnologia; l'organització de trobades científiques nacionals i internacionals; contribuir, mitjançant el perfeccionament tecnològic i la innovació, a la millora de la competitivitat de les empreses; així com qualsevol altra finalitat relacionada.

## 2. Objecte del contracte

L'objecte del present plec de condicions tècniques és l'establiment de les condicions tècniques que regiran en l'adjudicació, per part del CTTC, del contracte de subministrament d'una **Plataforma experimental per la computació intensiva de Intel·ligència Artificial (IA)**.

### Necessitats que es pretenen cobrir amb aquest contracte

Per a desenvolupar la seva activitat el CTTC necessita un entorn d'experimentació que permeti cobrir les necessitats que es deriven de la computació intensiva de IA aplicada en la definició de les

comunicacions de nova generació (6G) i casos d'ús associats. S'identifiquen dos tipus de necessitats a cobrir:

- **IA-HPC (IA- High Performance Computing):** Computació intensiva per el entrenament, inferència i anàlisis de IA.
- **IA-MET-GD (IA-Metavers y Bessons Digitals):** Infraestructura per poder suportar el desplegament d'un mon virtual immersiu on es pugui experimentar amb la utilització de bessons digitals.

El que es demana en aquest contracte es que el licitador proposi i subministri una **solució on es detalli tot el equipament necessari i les diferents formes d'interconnexió**. En aquest sentit, la Figura 1 presenta un possible diagrama de blocs que resumeix les diferents parts de l'entorn de experimentació. Es proporciona mes detalls al annex 1 d'aquest Plec de Prescripcions Tècniques (PPT). En els annexos 2, 3 del PPT s'identifica algun dels requeriments tècnics a complir els equips que formen part de la solució. Per els requisits dels equips no especificats en aquestes seccions, **es deixa a criteri del licitador l'elecció del equipament mes adequat i que permeti una millor solució integral**. Finalment, amb el objectiu de guiar l'estructura de la memòria tècnica que se espera, el annex 4, proposa una plantilla per la proposta, indicant els pesos que tindrà cada secció en la valoració de la proposta.

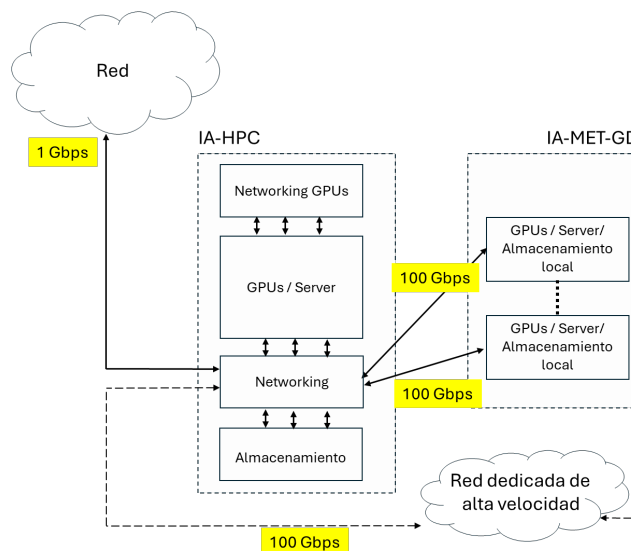


Figura 1. Diagrama de blocs de l'entorn d'experimentació considerat en aquest contracte. Les especificacions de cada bloc (IA-HPC y IA-MET-GC) es detallen als diferents annexos.

### 3. Descripció del subministrament

Els productes objecte del subministrament es relacionen a l'annex 1. Cada article està descrit dins del corresponent lot i amb una denominació concreta, els quals el proveïdor haurà de fer constar a l'albarà emès a l'hora de fer el lliurament dels articles. Tot el material subministrat haurà de ser de nova adquisició.

El temps d'entrega dels equipaments, haurà de ser igual o inferior al **15 de Maig 2025**.

El material o subministrament objecte del present contracte, s'haurà de lliurar a la següent adreça:

*Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC),*

*Av. Carl Friedrich Gauss 7-11, Edifici B-6*

*08860 Barcelona*

L'adjudicatari es farà càrrec de les despeses d'enviament o de qualsevol despesa relacionada amb la mateixa.

### 4. Requeriments tècnics

#### 4.1 Requeriments tècnics de disseny

El disseny de la solució ha de considerar el escenari presentat al Annex 1 d'aquest Plec de Prescripcions Tècniques.

#### 4.2 Requeriments tècnics del material

**Els materials a subministrar** han de complir els requisits tècnics previstos als annexos 2 i 3 d'aquest Plec de Prescripcions Tècniques. En els casos no considerats en aquests annexos, es deixa a criteri del licitador que tipus de material es el **més adequat per una millor solució integral**.

Tot i que les descripcions tècniques d'alguns materials d'aquest expedient puguin incloure referències específiques de productes, es podran presentar ofertes amb referències equivalents, sempre i quan tinguin la mateixa funcionalitat i acompleixin les descripcions tècniques indicades en el present plec.

Si al llarg de la vigència del contracte, el material adjudicat sofrís evolució tecnològica, millores, variació o substitució en els seus components, aquests seran subministrats en les mateixes condicions econòmiques del contracte.

Els adjudicataris estan obligats a presentar, de manera continuada i fins a la finalització del contracte, l'assessorament tècnic i assistencial necessari per a la utilització dels productes subministrats.

L'inici del subministrament haurà d'efectuar-se un cop formalitzat el contracte en el termini estipulat en el PCAP.

Els adjudicataris quedaran implicats tècnica i econòmicament en la seva execució i per tant, han d'assegurar el funcionament òptim del sistema tant des del punt de vista tècnic com econòmic. En cas que no ho facin s'aplicaran les corresponents penalitats previstes al PCAP.

## 5. Garantia de l'equipament

Tots els equipaments hauran de disposar d'una garantia de **48 mesos**, però a més a més serà un dels criteris a valorar amb l'aplicació de fórmules matemàtiques o assignació directa de punts, per aquest motiu es tindrà que especificar la duració oferta en el annex 2 del PCAP.

## 6. Termini d'entrega

L'empresa adjudicatària haurà de lliurar els equips objecte del present contracte en un termini no superior a **15 de Maig 2025** una vegada generada la comanda que generarà el CTTC després de la formalització del contracte. Com aspectes que es valoraran en el criteris segon en al annex del PCAP i que s'inclou al sobre 2 aquesta reducció en el temps d'entrega dels equips.

## 7. Lliurament del subministrament

El lliurament inclou el transport, subministrament, ubicació dels béns objecte del contracte, així com el seu muntatge i instal·lació per part de l'adjudicatari. La descàrrega i la ubicació dels béns s'ha de fer per mitjans propis de l'empresa que resulti adjudicatària.

L'equipament que constitueix l'objecte del present plec se subministrarà amb tots aquells dispositius i/o elements necessaris per a la seva instal·lació completa, posada en marxa i funcionament correcte.

La instal·lació s'efectuarà sota la supervisió d'un tècnic responsable del servei i ha d'incloure tots els passos necessaris fins que l'equip quedi situat a la ubicació definitiva i completament funcional.

Un cop finalitzada la instal·lació i posada en marxa, l'adjudicatari lliurarà un informe on constin els resultats de la prova de posada en marxa, per a la seva acceptació per part de la persona responsable del contracte del CTTC. En aquest moment el CTTC emetrà la corresponent acta de recepció provisional, dins del mes següent al lliurament o en el termini que es determini al plec de clàusules administratives particulars per raó de les seues característiques, conforme l'equip ha quedat instal·lat satisfactòriament i s'ha iniciat el període de garantia que s'acabi establint en el contracte tot allò en virtut de l'art. 210 de la Llei 9/2017, de 8 de novembre, de contractes del sector públic (LCSP), i en relació al compliment dels contractes i recepció del subministrament. Per l'emissió de l'acta de recepció definitiva serà aplicable el regulat per el PCAP en la CLÁUSULA 22.-RECEPCIÓ, LIQUIDACIÓ I TERMINI DE GARANTIA.

L'empresa adjudicatària lliurarà també els manuals d'instal·lació, utilització i manteniment tècnic de l'equipament, així com del programari i aplicacions (en castellà i en anglès, en format electrònic i en paper). A més, es compromet a subministrar les actualitzacions corresponents de la documentació durant tota la vida de l'equip, sense que es pugui aplicar cap càrrec per aquest concepte. S'haurà d'especificar el termini de lliurament que no haurà de superar el termini marcat a punt 6 d'aquest plec.

Castelldefels, a 21 d'octubre de 2024

Adrian Agustín de Dios

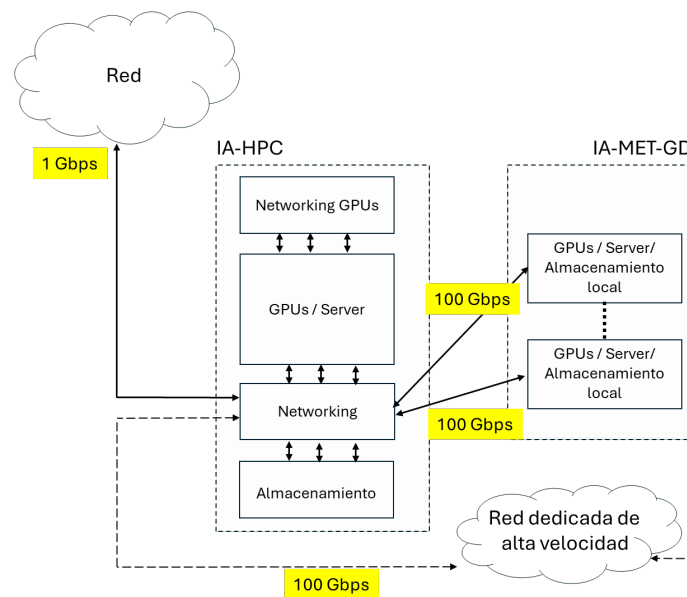
Research Unit: Information and Signal Processing for Intelligent Communications (ISPIC)

## ANNEX 1

### Descripció del escenari

Un esquema de la plataforma de experimentació que es demana en aquest contracte es presenta a continuació. La plataforma de IA-HPC i IA-MET-GD seran instal·lades en un Centre de Processament de Dades (CPD) i que tenen connexió amb una xarxa interna de 1 Gbps (referenciada com “Red” en la figura) i que tindrà que ser interconnectada amb ella. Aquesta xarxa dedicada, actualment pendent de desplegament, està previst que sigui a una velocitat de 100 Gbps, i està fora del present contracte.

A destacar que es demana que els elements d'interconnexió de xarxa dins del bloc IA-HPC ha de ser el encarregat de interconnectar el bloc IA-MET-GD, la xarxa interna (1Gbps), la xarxa d'alta velocitat (100 Gbps), i també els equips de processament de dades existents als blocs de IA-HPC.



## ANNEX 2

### Arquitectura de solució i servei de IA-HPC

Amb el objectiu de cobrir les necessitats exposades en el present contracte i disposar de la Plataforma experimental per la computació intensiva per entrenament, inferència i anàlisis de la IA (IA-HPC), es considera que la proposta tindria que considerar els següents blocs amb configuració i complir els requeriments mínims, encara que es deixa a criteri del licitador incloure els elements addicionals que cregui necessaris.

#### 1.- GPU (Graphical Processor Unit)

- |                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| • Número de GPUs totales         | ≥ 24 (H200)      |
| • Tecnologia                     | GPUDirect RDMA   |
| • FP64                           | ≥ 30 teraFlops   |
| • FP64 Tensor Core               | ≥ 60 teraFlops   |
| • FP32                           | ≥ 60 teraFlops   |
| • TF32 Tensor Core               | ≥ 800 teraFlops  |
| • BFLOAT16 Tensor Core           | ≥ 1600 teraFlops |
| • FP16 Tensor Core               | ≥ 1600 teraFlops |
| • FP8 Tensor Core                | ≥ 3300 teraFlops |
| • INT8 Tensor Core               | ≥ 3300 teraFlops |
| • GPU Memory                     | ≥ 80GB           |
| • GPU Memory Bandwidth           | ≥ 3 TB/s         |
| • Max Thermal Design Power (TDP) | < 700W           |

#### 2.- Server for controlling GPUs

- |                                        |                                                                                                                          |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • Number of cores                      | ≥ 100                                                                                                                    |
| • CPUs                                 | CPU Dual socket, 112 cores total, 2.00 GHz Base / 2.9GHz Turbo [Intel Xeon 8480C PCIe Gen5 CPU] o superior               |
| • Connections                          | ≥ 4 OSFP ports, ≥ 2 dual-port QSFP112<br>Up to 400Gbps. Ethernet: 400GbE, 200GbE, 100GbE, 50GbE, 40GbE, 25GbE, and 10GbE |
| • Number of controlled GPUs per server | 8 con buses de 900Gb/s bidireccional entre cada GPU                                                                      |

### 3.- Emmagatzement

- 150TB Netos almacenamiento All-Flash
  - Velocitat de transferència de lectura màxima  $\geq 6000$  MB/s
  - Velocitat de transferència de escriptura màxima  $\geq 5000$  MB/s
- Plataforma with power supply 1+1 800W
- Server
  - CPU  $\geq 2.5$  GHz
  - Memory (cache)  $\geq 128$  MB
  - Cores  $\geq 24$
  - Memory  $\geq 256$  GB DDR4 3200 MHz

### 4.- Networking (Switching)

- Connectivitat entre GPUs redundada
- Connectors  $\geq 32$  octal small form-factor pluggable (OSFP);
- In-band system management: Dual port 100GbE in slot 3 and 10 GbE RJ45 interface
- Performance:  $\geq 400$ Gbps per port
- Aggregated data throughput  $\geq 45$  Tb/s
- Power supply: 1+1 redundant and hot-swappable power
- Management ports 1xUSB 3.0, 1xUSB for I2C channel, 1xRJ45
- System memory  $\geq 5$ GB,  $\geq 2$  MT/s, DDR4 SO-DIMM
- Operating Conditions (temperature)  $5^{\circ}\text{C}$ - $35^{\circ}\text{C}$  (operating),  $0^{\circ}\text{C}$  –  $60^{\circ}\text{C}$
- Operating Conditions (humidity) 15%-60% (operating), 15%-80% (non-operating)

### 5.- Sistema Operatiu

- Sistema operatiu per gestionar y orquestrar totes las GPUs desplegadas i els seus treballs de forma unificada i generació de clusters
- Permetre la configuració de operació de cada una de les seves GPUs ("Multi Instance GPU mode"). Es a dir, permetre definir la operativitat de cada GPU per assignar-li un tipus específic de processos: entrenament, inferència, tests
- Capaç de suportar alguna de las opcions: Kubernetes, Slurm and Jupyter notebooks
- Poder monitoritzar el estat de els diferents components y tenir control dels possibles clusters de GPUs

- Un sol paquet d'actualització de FW amb tots els components enumerats a continuació. Es a dir, es pot actualitzar el FW de tots els components del servidor amb un sol executable proporcionat per el fabricant on amb els següents temps indicats:
  - Host BMC 25 min
  - Host BMC EROT 2 min
  - SBIOS EROT 0 min
  - SBIOS 7 min
  - Motherboard CPLD 18 min
  - Midplaned CPLD 14 min
  - PSU 2 min
  - VBIOS 11 min
- El Sistema operatiu ha de ser proporcionat, validat i optimitzat per el propi fabricant de GPUs
- Entorn optimitzat per tasques de de 'machine learning', en particular para 'deep learning'.
- Suport complert per tot el software proporcionat per el fabricant de les GPUs i tot el software descargable des de el núvol del propi fabricant.
- Es tindrà que incloure llicencia i manteniment o subscripció de tots els productes de software proposades en la solució proposta durant la vigència del contracte a partir de la recepció del subministrament . Aquest servei inclourà:
  - Dret a nous actualitzacions, versions.
  - Accés web a les actualitzacions, sempre que existeixi aquesta possibilitat, i en cas contrari, dret al enviament en suport digital.
  - Accés a l' informació sobre resolució d'errors

## **6.- Rendiment**

Els resultats de rendiment de l'equipament informàtic per computació d'altres prestacions proposades han de garantir 32 PETAFLOPS FP8.

El equip ha de oferir un resultat demostrable, en MLPerf Training v3.1, com a mínim:

- 3D U-NET 13.20 min
- BERT-large 5.47 min
- DLRM-dcnv2 3.93 min
- Mask R-CNN 19.18 min
- ResNet 13.58 min
- RetinaNet 35.97 min
- RNN-T 16.69 min

## 7.- Instal·lació

- Rack de 47U amb portes microperforadas
- 6x 80 Plus Titanium PSU 3,3kW- Cada sistema te 6x 80 Plus Titanium PSU (Power Supply Unit) per proporcionar redundància 4+2. El sistema ha de ser funcional, encara que es perdin 3 fonts.
- Cablejat entre tots els elements de la proposta
- Instal·lació on-site de la solució completa, amb personal autoritzat i certificat per el fabricant
- Posada en marxa
- Formació sobre l'ús i administració

Como aspectos que es valoraran en los **criteris subjectius** segons la secció B1 del annex 3 del PCAP i que s'inclouen en el **sobre 2** serien els següents:

- **Millores de les especificacions tècniques mínimes a complir i detallades mes amunt**
- **Disseny lògic y físic que permeti el creixement en un futur:** Donat el disseny , quantes DGX addicionals es podrien afegir? O numero de ports del switch ho limita?
- **Solució proporcionada per la connectivitat amb les xarxes del centre (1 Gbps, 100 Gbps, IA-MET-DT)**

## ANEXO 3

### Arquitectura de solució i servei de IA-MET-GD

Amb el objectiu de cobrir les necessitats exposades en el present contracte i disposar de la **Plataforma experimental per IA Metavers i bessons digitals** (IA-MET-GD, en espanyol) es considera que la proposta tindria que considerar fins a 4 servidors equipats amb GPUs i interconnectats entre si amb els següents requeriments:

#### 1.- GPU (Graphical Processor Unit)

- FP32 ≥ 60 teraFlops
- TF32 Tensor Core ≥ 80 teraFlops
- BFLOAT16 Tensor Core ≥ 150 teraFlops
- FP16 Tensor Core ≥ 150 teraFlops
- FP8 Tensor Core ≥ 300 teraFlops
- INT8 Tensor Core ≥ 300 teraFlops
- GPU Memory ≥ 45GB
- GPU Memory Bandwidth ≥ 800 GB/s
- Max Thermal Design Power (TDP) < 400W

#### 2.- Server

- Numero de servidors ≥4
- 1TB Netos emmagatzemant All-Flash
  - Velocitat de transferència de lectura màxima ≥ 6000 MB/s
  - Velocitat de transferència de escriptura màxima ≥5000 MB/s
- Plataforma with power supply 1+1 2600W
- Server
  - CPU ≥ 3 GHz
  - Memory (cache) ≥ 128 MB
  - Cores ≥ 32
  - Memory ≥256 GB DDR5 4800 MHz
- Numero de GPUs por servidor ≥4
- Numero de slots PCIe Gen4x 16 ≥2
- Networking ≥ 2 connexions 200G

## 5.- Metavers

- Llicències per un mínim de **4 GPUs durant un mínim de 5 anys** per a poder treballar amb múltiples usuaris en un mateix model

## 5.- Instal·lació

- Rack de 47U amb portes microperforades
- Cablejat entre tots els elements de la proposta
- Instal·lació on-site de la solució completa
- Posada en marxa
- Formació sobre uso y administració

Com aspectes que es valoraran amb els **criteri subjectius** segon la secció B1 del annex 3 del PCAP i que s'inclouen al **sobre 2** serien els següents:

- **Millores de les especificacions tècniques mínimes a complir i detallades mes amunt**
- **Disseny lògic i físic que permeti el creixement en un futur**

## ANEXO 4

### Memòria

A continuació, es presenten les seccions que han de aparèixer a la memòria tècnica i com s'avaluaran:

- |                                                                        |       |
|------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Introducció (màxim 1 pàgina)                                        |       |
| 2. Descripció de la arquitectura (màxim 4 pàgines)                     | [20%] |
| 3. Llistat d'element que formen part de la plataforma                  | [10%] |
| 4. Elements de software/licències que es subministren (màxim 1 pàgina) | [10%] |
| 5. Resumen de las millores tècniques proposades                        | [35%] |
| 6. Documentació / Formacions (màxim 2 pàgines)                         | [10%] |
| 7. Pla de treball (màxim 2 pàgines)                                    | [5%]  |
| 8. Experiència en projectes similars (màxim 1 pàgina)                  | [10%] |

## **CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA - CTTC**

### **PLIEGO DE CLAUSULAS TÉCNICAS PARTICULARES DEL “SUMINISTRO DE UN SISTEMA DE COMPUTACIÓN IA/ML DE ALTAS PRESTACIONES PARA COMUNICACIONES 6G I GEMELOS DIGITALES EN EL METAVERSO (IMMERSE6G)” PARA EL CTTC**

#### **LOTE 1: SUMINSTRO DE PLATAFORMA EXPERIMENTAL DE COMPUNTACIÓN INTENSIVA IA**

**NÚM. EXPEDIENTE: CTTC-2024-78**

## 1. Contexto

La FUNDACIÓN CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA (en adelante, CTTC o la Fundación) es una Fundación del sector público de la Generalitat de Cataluña, sujeta a la legislación sobre fundaciones de la Generalitat de Cataluña, con personalidad jurídica propia y duración ilimitada. Está registrada en el Registro de Fundaciones de la Generalitat de Cataluña con el número 1613. Impulsada desde el Departamento de Universidades, Investigación y Sociedad de la Información (DURSI) de la Generalitat de Cataluña, se constituyó el 28 de junio de 2001 y tiene como objetivo contribuir a impulsar la promoción y el desarrollo de la investigación de alto nivel en las diferentes ramas de las tecnologías de las telecomunicaciones y la geomática, potenciando grupos de investigación de excelencia en ciencia e ingeniería relacionadas con estos ámbitos; la producción, promoción y divulgación del conocimiento y la formación de personal técnico y científico en tecnologías de telecomunicaciones y la geomática; el establecimiento de colaboraciones científicas y académicas con las universidades y los grandes centros de investigación nacionales e internacionales especializados en tecnología de telecomunicaciones y geomática; el establecimiento de colaboraciones, en la forma que legalmente corresponda, con las administraciones públicas y con el sector privado en las materias propias de su actividad; facilitar el contacto entre la investigación básica y aplicada, actuando, cuando corresponda, como centro de transferencia de tecnología; la organización de encuentros científicos nacionales e internacionales; contribuir, mediante el perfeccionamiento tecnológico y la innovación, a la mejora de la competitividad de las empresas; así como cualquier otra finalidad relacionada.

## 2. Objeto del contrato

El objeto del presente pliego de condiciones técnicas es el establecimiento de las condiciones técnicas que regirán en la adjudicación, por parte del CTTC, del contrato de suministro de una **Plataforma experimental para computación intensiva de Inteligencia Artificial (IA)**.

### Necesidades que se pretenden cubrir con este contrato

Para desarrollar su actividad, el CTTC necesita un entorno de experimentación que permita cubrir las necesidades que se deriven de la computación intensiva de IA aplicada en la definición de las

comunicaciones de nueva generación (6G) y casos de uso asociados. Se identifican tres tipos necesidades a cubrir:

- **IA-HPC (IA- High Performance Computing):** Computación intensiva para entrenamiento, inferencia y análisis de la IA.
- **IA-MET-GD (IA-Metaverso y Gemelos Digitales):** Infraestructura para poder soportar el despliegue de un mundo virtual inmersivo donde se puede experimentar con la utilización de los gemelos digitales.

Lo que se pide en este contrato es que el licitador proponga una **solución donde se detalle todo el equipamiento necesario y las diferentes formas interconexiónado**. En este sentido, la Figura 1 muestra un posible diagrama de bloques que resume las diferentes partes del entorno de experimentación. Se proporcionan más detalles en el anexo 1 de este Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT). En los anexos 2, 3 del PPT se identifica alguno de los requerimientos técnicos que deben cumplir los equipos que forman parte de la solución. Para los requisitos de los equipos no detallados en esas secciones, **se deja a criterio del licitador la elección del equipamiento más adecuado que permita una mejor solución integral**. Finalmente, con el objetivo de guiar la estructura de la memoria técnica que se espera, el Anexo 4, propone una plantilla para la propuesta, indicando los pesos que tendrá cada sección en la valoración de la propuesta.

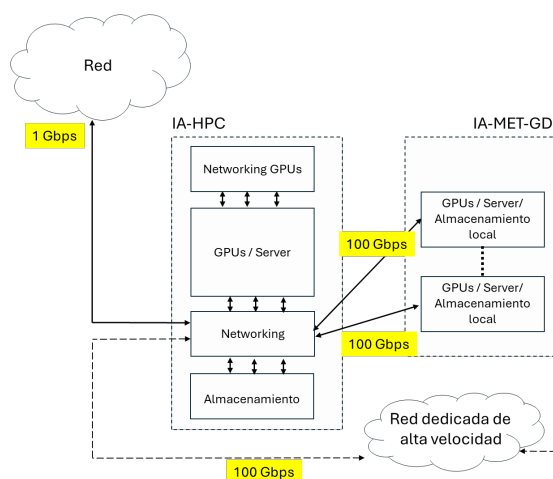


Figura 1. Diagrama de bloques del entorno de experimentación considerado en este contrato. Las especificaciones de cada bloque (IA-HPC, IA-MET-GC) se detallan en los diferentes anexos.

### 3. Descripción del suministro

Los productos objeto del suministro se detallan en el anexo 1. Cada artículo está descrito dentro del correspondiente lote y con una denominación específica, la cual el proveedor deberá hacer constar en el albarán emitido al realizar la entrega de los artículos. Todo el material suministrado deberá ser de nueva adquisición.

El plazo de entrega de los equipos deberá ser igual o inferior al **15 de Mayo de 2025**.

El material o suministro objeto del presente contrato deberá entregarse en la siguiente dirección:

*Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC),  
Av. Carl Friedrich Gauss 7-11, Edifici B-6  
08860 Barcelona*

El adjudicatario se hará cargo de los gastos de envío o de cualquier gasto relacionado con la misma.

### 4. Requisitos técnicos

#### 4.1 Requisitos técnicos del diseño

El **diseño de la solución** ha de considerar el escenario presentado en el Anexo 1 de este Pliego de Prescripciones Técnicas.

#### 4.2 Requisitos técnicos del material

**Los materiales a suministrar** deben cumplir con los requisitos técnicos previstos en los anexos 2 y 3 de este Pliego de Prescripciones Técnicas. En los casos no considerados en esos anexos, se deja a criterio del licitador que tipo de material es el **más adecuado para una mejor solución integral**.

Aunque las descripciones técnicas de algunos materiales de este expediente puedan incluir referencias específicas de productos, se podrán presentar ofertas con referencias equivalentes, siempre y cuando tengan la misma funcionalidad y cumplan con las descripciones técnicas indicadas en el presente pliego.

Si a lo largo de la vigencia del contrato, el material adjudicado experimenta evolución tecnológica, mejoras, variación o sustitución en sus componentes, estos se suministrarán en las mismas condiciones económicas del contrato.

Los adjudicatarios están obligados a presentar, de manera continua y hasta la finalización del contrato, el asesoramiento técnico y asistencial necesario para la utilización de los productos suministrados.

El inicio del suministro deberá efectuarse una vez formalizado el contrato en el plazo estipulado en el PCAP.

Los adjudicatarios quedarán implicados técnica y económicamente en su ejecución y, por lo tanto, deben asegurar el funcionamiento óptimo del sistema tanto desde el punto de vista técnico como económico. En caso de no hacerlo, se aplicarán las correspondientes penalizaciones previstas en el PCAP.

## 5. Garantía del equipo

La duración mínima de la garantía es de **48 meses**, pero además, será uno de los criterios a valorar mediante la aplicación de fórmulas matemáticas o asignación directa de puntos, por este motivo se debe especificar la duración ofertada en el anexo número 2 del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP).

## 6. Plazo de entrega

La empresa adjudicataria deberá entregar los equipos objeto del presente contrato en un plazo no superior al **15 de Mayo de 2025** una vez generada la orden de compra del CTTC, desde la fecha de la orden de compra que generará el CTTC después de la formalización del contrato. Como aspectos que se valoraran en los criterios subjetivos según el anexo 3 del PCAP y que se incluyen en el sobre 2 está la reducción en el tiempo de entrega de los equipos.

## 7. Entrega del suministro

La entrega incluye el transporte, suministro, ubicación de los bienes objeto del contrato, así como su montaje e instalación por parte del adjudicatario. La descarga y ubicación de los bienes deben realizarse mediante los medios propios de la empresa que resulte adjudicataria.

El equipamiento que constituye el objeto del presente pliego se suministrará con todos aquellos dispositivos y/o elementos necesarios para su instalación completa, puesta en marcha y correcto funcionamiento. La instalación se llevará a cabo bajo la supervisión de un técnico responsable del servicio e incluirá todos los pasos necesarios hasta que el equipo quede situado en la ubicación definitiva y completamente funcional.

Una vez finalizada la instalación y puesta en marcha, el adjudicatario entregará un informe con los resultados de la prueba de puesta en marcha, para su aceptación por parte de la persona responsable del contrato del CTTC. En este momento, el CTTC emitirá la correspondiente acta de recepción provisional, dentro del mes siguiente al suministro o en el plazo que se determine en el pliego de cláusulas administrativas particulares por razón de sus características, confirmando que el equipo ha quedado instalado satisfactoriamente y ha comenzado el período de garantía que se establezca en el contrato, todo ello en virtud del art. 210 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público (LCSP), y en relación al cumplimiento de los contratos y recepción del suministro.

Para la emisión del acta de recepción definitiva será aplicable lo regulado por el PCAP en la CLÁUSULA 22.- RECEPCIÓN, LIQUIDACIÓN Y TÉRMINO DE GARANTÍA.

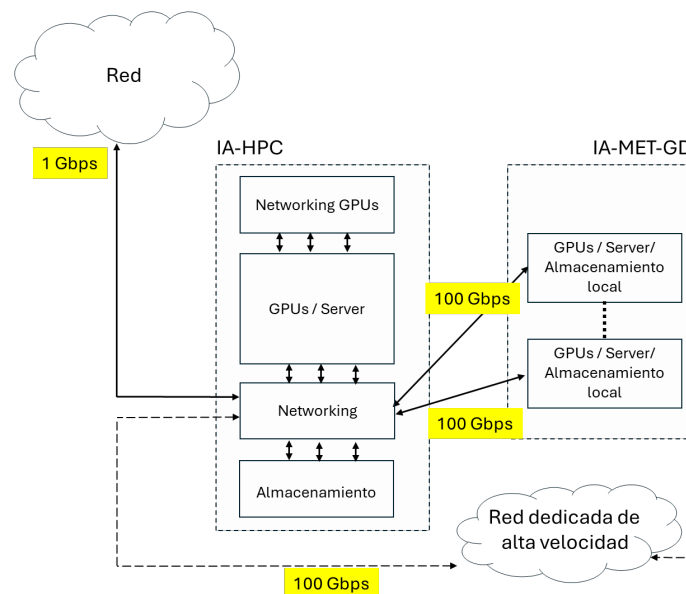
La empresa adjudicataria también entregará los manuales de instalación, utilización y mantenimiento técnico del equipamiento, así como del software y aplicaciones (preferentemente en inglés y formato electrónico). Además, se compromete a suministrar las correspondientes actualizaciones de la documentación durante toda la vida del equipo, sin que se pueda aplicar ningún cargo por este concepto. Se deberá especificar el plazo de entrega, que no deberá superar el plazo establecido en el punto 6 de este pliego.

## ANEXO 1

### Descripción del escenario

Un esquema de la plataforma de experimentación que se pide en este contrato se presenta a continuación. La plataforma de IA-HPC e IA-MET-GD serán instaladas en un Centro Procesado de Datos (CPD) que tienen conexión con una red interna de 1 Gbps (referenciada como “Red” en la figura) y que deberá ser interconectada a ella. (línea de rayas en la Figura). Esta red dedicada, actualmente pendiente de desplegarse, está previsto que sea a una velocidad de 100 Gbps, y está fuera del presente contrato.

Hay que destacar que se pide elementos de interconexión de red dentro del bloque IA-HPC también será el encargado de interconectar el bloque IA-MET-GD, la red interna (1Gbps), la red de alta velocidad (100 Gbps), además de los equipos de procesamiento de datos existentes en los bloques IA-HP.



## ANEXO 2

### Arquitectura de solución y servicio de IA-HPC

Con el objetivo de cubrir las necesidades expuestas en el presente contrato y disponer de la **Plataforma experimental para computación intensiva para entrenamiento, inferencia y análisis de la IA (IA-HPC)**, se considera que la propuesta debería considerar los siguientes bloques con configuración y satisfacer los requisitos mínimos, aunque se deja a criterio del licitador incluir los elementos adicionales que crea necesarios:

#### 1.- GPU (Graphical Processor Unit)

- |                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| • Número de GPUs totales         | ≥ 24 (H200)      |
| • Tecnología                     | GPUDirect RDMA   |
| • FP64                           | ≥ 30 teraFlops   |
| • FP64 Tensor Core               | ≥ 60 teraFlops   |
| • FP32                           | ≥ 60 teraFlops   |
| • TF32 Tensor Core               | ≥ 800 teraFlops  |
| • BFLOAT16 Tensor Core           | ≥ 1600 teraFlops |
| • FP16 Tensor Core               | ≥ 1600 teraFlops |
| • FP8 Tensor Core                | ≥ 3300 teraFlops |
| • INT8 Tensor Core               | ≥ 3300 teraFlops |
| • GPU Memory                     | ≥ 80GB           |
| • GPU Memory Bandwidth           | ≥ 3 TB/s         |
| • Max Thermal Design Power (TDP) | < 700W           |

#### 2.- Server for controlling GPUs

- |                   |                                                                                                            |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • Number of cores | ≥ 100                                                                                                      |
| • CPUs            | CPU Dual socket, 112 cores total, 2.00 GHz Base / 2.9GHz Turbo [Intel Xeon 8480C PCIe Gen5 CPU] o superior |
| • Connections     | ≥ 4 OSFP ports, ≥ 2 dual-port QSFP112                                                                      |
|                   | Up to 400Gbps. Ethernet: 400GbE, 200GbE, 100GbE, 50GbE, 40GbE, 25GbE, and 10GbE                            |

- Number of controlled GPUs per server 8 con buses de 900Gb/s bidireccional entre cada GPU

### **3.- Almacenamiento**

- 150TB Netos almacenamiento All-Flash
  - Velocidad de transferencia de lectura máxima  $\geq 6000$  MB/s
  - Velocidad de transferencia de escritura máxima  $\geq 5000$  MB/s
- Plataforma with power supply 1+1 800W
- Server
  - CPU  $\geq 2.5$  GHz
  - Memory (cache)  $\geq 128$  MB
  - Cores  $\geq 24$
  - Memory  $\geq 256$  GB DDR4 3200 MHz

### **4.- Networking (Switching)**

- Conectividad entre GPUs redundada
- Connectors  $\geq 32$  octal small form-factor pluggable (OSFP);
- In-band system management: Dual port 100GbE in slot 3 and 10 GbE RJ45 interface
- Performance:  $\geq 400$ Gbps per port
- Aggregated data throughput  $\geq 45$  Tb/s
- Power supply: 1+1 redundant and hot-swappable power
- Management ports 1xUSB 3.0, 1xUSB for I2C channel, 1xRJ45
- System memory  $\geq 5$ GB,  $\geq 2$  MT/s, DDR4 SO-DIMM
- Operating Conditions (temperature) 5°C-35°C (operating), 0°C – 60°C
- Operating Conditions (humidity) 15%-60% (operating), 15%-80% (non-operating)

### **5.- Sistema Operativo**

- Sistema operativo para gestionar y orquestrar todas las GPUs desplegadas y sus trabajos de forma unificada y generación de clusters
- Debe permitir la configuración de operación de cada una de sus GPUs ("Multi Instance GPU mode"). Es decir, debe permitir definir la operatividad de cada GPUs para asignarle un tipo específico de procesos: entrenamiento, inferencia, tests
- Capaz de soportar alguna de las opciones: Kubernetes, Slurm and Jupyter notebooks
- Poder monitorizar el estado de los diferentes componentes y tener control de los posibles clusters de GPUs

- Un solo paquete de actualización de FW con todos los componentes enumerados a continuación. Es decir, se puede actualizar el FW de todos los componentes del servidor desde un solo ejecutable proporcionado por el fabricante donde se deben actualizar en los tiempos indicados
  - Host BMC 25 min
  - Host BMC EROT 2 min
  - SBIOS EROT 0 min
  - SBIOS 7 min
  - Motherboard CPLD 18 min
  - Midplaned CPLD 14 min
  - PSU 2 min
  - VBIOS 11 min
- Es Sistema operativo debe ser proporcionado, validado y optimizado por el propio fabricante de GPUs
- Entorno optimizado para tareas de 'machine learning', en particular para 'deep learning'.
- Soporte completo a todo el software proporcionado por el fabricante de las GPUs y todo el software descargable desde la nube del propio fabricante.
- Se deberá incluir la licencia y mantenimiento o suscripción de todos los productos software ofertados en la solución propuesta durante la vigencia del contrato a partir de la recepción
- del suministro. Dicho servicio deberá cubrir cuando menos:
  - Derecho a nuevos parches, actualizaciones y versiones.
  - Acceso web a los parches actualizaciones, siempre que exista esa posibilidad, y en caso contrario, derecho al envío en soporte digital.
  - Acceso a la información sobre resolución de errores y parches

## **6.- Rendimiento**

Los resultados de rendimiento del equipamiento informático para computación de altas prestaciones ofertado deben garantizar 32 PETAFLIPS FP8.

Este equipo debe de ofrecer un resultado demostrable, en MLPerf Training v3.1, como mínimo:

- 3D U-NET 13.20 min
- BERT-large 5.47 min
- DLRM-dcnv2 3.93 min
- Mask R-CNN 19.18 min
- ResNet 13.58 min
- RetinaNet 35.97 min
- RNN-T 16.69 min

## 7.- Instalación

- Rack de 47U con puertas microperforadas
- 6x 80 Plus Titanium PSU 3,3kW- Cada sistema contiene 6x 80 Plus Titanium PSU (Power Supply Unit) para proporcionar redundancia 4+2. El sistema deber ser funcional, aunque se pierdan 3 fuentes.
- Cableado entre todos los elementos de la propuesta
- Instalación on-site de la solución completa, con personal autorizado y certificado por el fabricante
- Puesta en marcha
- Formación sobre uso y administración

Como aspectos que se valoraran en los **criterios subjetivos** según la sección B1 del anexo 3 del PCAP y que se incluyen en el **sobre 2** serían los siguientes:

- **Mejoras de las especificaciones técnicas mínimas a cumplir y detalladas más arriba**
- **Diseño lógico y físico que permita el crecimiento en un futuro:** Dado el diseño, cuantas DGX adicionales se podrían añadir? O el número de puertos del switch lo limita?
- **Solución proporcionada para la conectividad con las redes del centro (1 Gbps, 100 Gbps, IA-MET-DT)**

## ANEXO 3

### Arquitectura de solución y servicio de IA-MET-GD

Con el objetivo de cubrir las necesidades expuestas en el presente contrato y disponer de la **Plataforma experimental para IA-Metaverso y Gemelos Digitales (IA-MET-GD)** se considera que la propuesta debería considerar hasta 4 servidores equipados con GPUs e interconectados entre sí con los siguientes requisitos mínimos:

#### 1.- GPU (Graphical Processor Unit)

- FP32  $\geq 60$  teraFlops
- TF32 Tensor Core  $\geq 80$  teraFlops
- BFLOAT16 Tensor Core  $\geq 150$  teraFlops
- FP16 Tensor Core  $\geq 150$  teraFlops
- FP8 Tensor Core  $\geq 300$  teraFlops
- INT8 Tensor Core  $\geq 300$  teraFlops
- GPU Memory  $\geq 45$ GB
- GPU Memory Bandwidth  $\geq 800$  GB/s
- Max Thermal Design Power (TDP)  $< 400$ W

#### 2.- Server

- Número de servidores  $\geq 4$
- 1TB Netos almacenamiento All-Flash
  - Velocidad de transferencia de lectura máxima  $\geq 6000$  MB/s
  - Velocidad de transferencia de escritura máxima  $\geq 5000$  MB/s
- Plataforma with power supply 1+1 2600W
- Server
  - CPU  $\geq 3$  GHz
  - Memory (cache)  $\geq 128$  MB
  - Cores  $\geq 32$
  - Memory  $\geq 256$  GB DDR5 4800 MHz
- Numero de GPUs por servidor  $\geq 4$
- Numero de slots PCIe Gen4x 16  $\geq 2$
- Networking  $\geq 2$  conexiones 200G

## 5.- Metaverso

- Licencias para un mínimo de **4 GPUs durante un mínimo de 5 años** para poder trabajar múltiples usuarios en un mismo modelo

## 5.- Instalación

- Rack de 47U con puertas microperforadas
- Cableado entre todos los elementos de la propuesta
- Instalación on-site de la solución completa
- Puesta en marcha
- Formación sobre uso y administración

Como aspectos que se valoraran en los **criterios subjetivos** según la sección B1 del anexo 3 del PCAP y que se incluyen en el **sobre 2** serían los siguientes:

- **Mejoras de las especificaciones técnicas mínimas a cumplir y detalladas más arriba**
- **Diseño lógico y físico que permita el crecimiento en un futuro**

## ANEXO 4

### Memoria

A continuación, se presenta las secciones que han de aparecer en la memoria técnica y como se evaluarán:

- |                                                                         |       |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Introducción (máximo 1 página)                                       |       |
| 2. Descripción de la arquitectura (máximo 4 páginas)                    | [20%] |
| 3. Listado de elementos que componen toda la plataforma                 | [10%] |
| 4. Elementos de software/licencias que se suministran (máximo 1 página) | [10%] |
| 5. Resumen de las mejoras técnicas ofrecidas                            | [35%] |
| 6. Documentación / Formaciones (máximo 2 páginas)                       | [10%] |
| 7. Plan de trabajo (máximo 2 páginas)                                   | [5%]  |
| 8. Experiencia en proyectos similares (máximo 1 página)                 | [10%] |

## **CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA - CTTC**

**PLEC DE CLÀUSULES TÈCNIQUES PARTICULARS  
DEL "SUBMINISTRAMENT D'UN SISTEMA DE COMPUTACIÓ IA/ML  
D'ALTES PRESTACIONS PER COMUNICACIONS 6G I BESSONS  
DIGITALS AL METAVERS (IMMERSE6G)" PER AL CTTC**

**LOT 2: SUBMINISTRAMENT DE PLATAFORMES DE COMPUTACIÓ  
HETEROGÈNIA PER TÈCNIQUES DISRUPTIVES 6G,  
MICROORQUESTACIÓ INTEL·LIGENT RAN, IA DISTRIBUÏDA  
SOSTENIBLE, I EXTENSIONS DE BESSÓ DIGITAL.**

**NÚM. EXPEDIENT: CTTC-2024-78**

## 1. Context

La FUNDACIÓ CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA (d'ara endavant CTTC o la Fundació) és una Fundació del sector públic de la Generalitat de Catalunya, subjecta a la legislació sobre fundacions de la Generalitat de Catalunya, amb personalitat jurídica pròpia i durada il·limitada. Figura inscrita al Registre de Fundacions de la Generalitat de Catalunya amb el número 1613. Impulsada des del Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació (DURSI) de la Generalitat de Catalunya, es va constituir el dia 28 de juny de 2001 i té per objecte contribuir a impulsar la promoció i el desenvolupament de la recerca d'alt nivell a les diferents branques de les tecnologies de les telecomunicacions i la geomàtica, potenciant grups de recerca d'excel·lència en ciència i enginyeria relacionades amb aquests àmbits; la producció, promoció i divulgació del coneixement i la formació de personal tècnic i científic en tecnologies de telecomunicacions i la geomàtica; l'establiment de col·laboracions científiques i acadèmiques amb les universitats i els grans centres de recerca nacionals i internacionals especialitzats en tecnologia de telecomunicacions i geomàtica; l'establiment de col·laboracions, en la forma que legalment escaigui, amb les administracions públiques i amb el sector privat en les matèries pròpies de la seva activitat; facilitar el contacte entre la investigació bàsica i aplicada, actuant, quan correspongui, com a centre de transferència de tecnologia; l'organització de trobades científiques nacionals i internacionals; contribuir, mitjançant el perfeccionament tecnològic i la innovació, a la millora de la competitivitat de les empreses; així com qualsevol altra finalitat relacionada.

## 2. Objecte del contracte

L'objecte del present plec de condicions tècniques és l'establiment de les condicions tècniques que regiran en l'adjudicació, per part del CTTC, del contracte de subministrament de **Plataformes de computació heterogènia per tècniques disruptives 6G, microorquestració intel·ligent RAN, IA distribuïda i sostenible, i extensions de bessó digital.**

## Necessitats que es pretenen cobrir amb aquest contracte

Per a desenvolupar la seva activitat el CTTC necessita un entorn de computació amb diverses tipologies de servidors i components de processat heterogenis adaptats per l'experimentació en noves tecnologies ràdio i de computació accelerada IA/ML per fer recerca en les noves generacions de xarxes de comunicacions mòbils com el 6G. Aquest entorn d' experimentació ha de ser suficientment versàtil per adreçar els següent casos d' ús:

- **CU1:** IA/ML a 6G.
- **CU2:** IA i bessons digitals.
- **CU3:** Bessons digitals al Metavers.

Aquests casos d'ús permetran al CTTC realitzar investigació aplicada enfocada als objectius científics següents:

- **O1:** Investigació en tècniques de capa física disruptives basades en IA/ML per habilitar computació i comunicacions ràdio en sistemes 6G.
- **O2:** Implementació del bessó digital i ús del Metavers per xarxes 6G.
- **O3:** Desenvolupament d'algoritmes ML (aprenentatge màquina o automàtic) en entorns distribuïts.
- **O4:** Desenvolupament d'eines per l'estimació del consum energètic d'aplicacions i còmput de la petjada de carboni.
- **O5:** Microorquestació intel·ligent i dinàmica dels recursos computacionals i les funcions RAN en plataformes de computació heterogènia a l'Edge.

El que es demana en aquest contracte es que el licitador proposi una **solució integral i clau en mà que detalli tot l'equipament necessari i modes d'operació** per a que el CTTC experimenti en els casos d'ús anteriors de les comunicacions sense fils i computació 6G. Als annexos d'aquest Plec de Prescripcions Tècniques, s'identifiquen els blocs fonamentals i un conjunt de característiques tècniques i de servei a satisfer per part de la solució integral a ofertar. Pels casos no considerats en aquelles seccions, es deixa a criteri del licitador quin tipus d'equipament i servei més adient es farà servir per arribar a la solució integral més convenient.

### 3. Descripció del subministrament

Els productes i serveis associats objecte del subministrament es relacionen a l'annex 1. Cada article està descrit dins del corresponent lot i amb una denominació concreta, els quals el proveïdor haurà de fer constar a l'albarà emès a l'hora de fer el lliurament dels articles. Tot el material subministrat haurà de ser de nova adquisició.

El temps d'entrega dels equipaments, haurà de ser igual o inferior al **15 de Maig de 2025**.

El material o subministrament objecte del present contracte, s'haurà de lliurar a la següent adreça:

*Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC),  
Av. Carl Friedrich Gauss 7, PMT Edifici B-6  
08860 Barcelona*

L'adjudicatari es farà càrrec de les despeses d'enviament o de qualsevol despesa relacionada amb la mateixa.

### 4. Requeriments tècnics

#### 4.1 Arquitectura de la solució

L'**arquitectura de la solució** ha de considerar els blocs fonamentals definits a l'annex 1 d'aquest Plec de Prescripcions Tècniques.

#### 4.2 Requeriments tècnics del material

Els **materials** a subministrar han de complir els requisits tècnics previstos als annexos 2, 3, i 4 d'aquest Plec de Prescripcions Tècniques. Per als casos no considerats en aquests annexos, es deixa a criteri del licitador quin tipus d'equipament més adient es farà servir **que permeti una millor solució integral**.

Tot i que les descripcions tècniques d'alguns materials d'aquest expedient puguin incloure referències específiques de productes, es podran presentar ofertes amb referències equivalents, sempre i quan tinguin la mateixa funcionalitat i compleixin les descripcions tècniques indicades en el present plec.

Si al llarg de la vigència del contracte, el material adjudicat sofrís evolució tecnològica, millores, variació o substitució en els seus components, aquests seran subministrats en les mateixes condicions econòmiques del contracte.

Els adjudicataris estan obligats a presentar, de manera continuada i fins a la finalització del contracte, l'assessorament tècnic i assistencial necessari per a la utilització dels productes subministrats.

L'inici del subministrament haurà d'efectuar-se un cop formalitzat el contracte en el termini estipulat en el PCAP.

Els adjudicataris quedaran implicats tècnica i econòmicament en la seva execució i per tant, han d'assegurar el funcionament òptim del sistema tant des del punt de vista tècnic com econòmic. En cas que no ho facin s'aplicaran les corresponents penalitats previstes al PCAP.

#### 4.3 Requeriments de servei associat als materials

La solució proposada ha de complir els altres condicionaments definits a l'annex 5 d'aquest Plec de Prescripcions Tècniques.

### 5. Garantia de l'equipament

El termini mínim de garantia és de **36 mesos**, però a més, serà un dels criteris a valorar mitjançant l'aplicació de fórmules matemàtiques o l'assignació directe de punts, per aquest motiu s'ha d'especificar el termini ofertat en l'Annex núm 2 del Plec de Clàusules Administratives Particulars (PCAP).

### 6. Termini d'entrega

L'empresa adjudicatària haurà de lliurar els equips objecte del present contracte **abans del 15 de Maig de 2025**, un cop generada la comanda del CTTC després de la formalització del contracte. Com aspectes que es valoraran en els criteris subjectius segons l'Annex 3 del PCAP i que s'inclouen al sobre 2 seria la reducció en el temps d'entrega dels equips.

## 7. Lliurament del subministrament

El lliurament inclou el transport, subministrament, ubicació dels béns objecte del contracte, així com el seu muntatge i instal·lació per part de l'adjudicatari. La descàrrega i la ubicació dels béns s'ha de fer per mitjans propis de l'empresa que resulti adjudicatària.

L'equipament que constitueix l'objecte del present plec es subministrarà amb tots aquells dispositius i/o elements necessaris per a la seva instal·lació completa, posada en marxa i funcionament correcte. La instal·lació s'efectuarà sota la supervisió d'un tècnic responsable del servei i ha d'incloure tots els passos necessaris fins que l'equip quedi situat a la ubicació definitiva i completament funcional.

Un cop finalitzada la instal·lació i posada en marxa, l'adjudicatari lliurarà un informe on constin els resultats de la prova de posada en marxa, per a la seva acceptació per part de la persona responsable del contracte del CTTC. En aquest moment el CTTC emetrà la corresponent acta de recepció provisional, dins del mes següent al lliurament o en el termini que es determini al plec de clàusules administratives particulars per raó de les seves característiques, conforme l'equip ha quedat instal·lat satisfactòriament i s'ha iniciat el període de garantia que s'acabi establint en el contracte tot allò en virtut de l'art. 210 de la Llei 9/2017, de 8 de novembre, de contractes del sector públic (LCSP), i en relació al compliment dels contractes i recepció del subministrament.

Per a l'emissió de l'acta de recepció definitiva serà aplicable el que regula el PCAP a la CLÀUSULA 22.- RECEPCIÓ, LIQUIDACIÓ I TERME DE GARANTIA.

L'empresa adjudicatària lliurarà també els manuals d'instal·lació, utilització i manteniment tècnic de l'equipament, així com del programari i aplicacions (preferentment en anglès i format electrònic). A més, es compromet a subministrar les actualitzacions corresponents de la documentació durant tota la vida de l'equip, sense que es pugui aplicar cap càrrec per aquest concepte. S'haurà d'especificar el termini de lliurament que no haurà de superar el termini marcat a punt 6 d'aquest plec.

Castelldefels, a 21 d'octubre de 2024

David López Bueno

Research Unit: Adaptive Processing Technologies (ADAPT)

## ANNEX 1

### Arquitectura de solució i servei i criteris generals de valoració subjectiva

Amb l'objectiu de cobrir les necessitats exposades en aquest contracte i disposar de les anomenades **Plataformes de computació heterogènia per tècniques disruptives 6G, microorquestració intel·ligent RAN, IA distribuïda i sostenible, i extensions de bessó digital** s'estima que aquestes han de disposar dels següents blocs constitutius a nivell d'arquitectura i servei:

- **Plataforma 6G-PHY** amb nodes de computació heterogènia per tècniques disruptives 6G i extensió de bessó digital (veure ANNEX 2).
- **Plataforma 6G-RAN** amb nodes de computació heterogènia per microorquestració intel·ligent RAN i extensió de bessó digital (veure ANNEX 3).
- **Plataforma 6G-IAS** amb nodes de computació heterogènia i distribuïda per IA sostenible i extensió de bessó digital (veure ANNEX 4).
- **Altres condicionaments:** Condicions d'entrega, desplegament i entrenament inicial, suport tècnic i actualitzacions, garantia i documentació requerida (veure ANNEX 5).

Com a **característiques tècniques dels ANNEXES 2-3-4-5** que es valoraran als **criteris subjectius** segons l'Annex 3 del PCAP i que s'inclouen al **sobre 2** (que haurà d'incloure especificacions tècniques per qualsevol equip i els components considerats) hi hauria els següents:

- **Nodes de computació:** Augment respecte mínim especificat del nombre de nuclis per processador, freqüència de rellotge base, memòria RAM, capacitat d'emmagatzematge, capacitats d'expansió i busos disponibles, potència i qualificació d'eficiència energètica de la font d'alimentació, nombre i característiques dels adaptadors sèrie a GbE SFP+ o SFP28.
- **Components PCIe per NICS, targetes d'acceleració o GPUs considerades:** Augments en número de ports GbE QSFP28 i SPF28, memòria RAM i amplada de banda, nuclis de processament AI/ML/RT, o número de GPUs proporcionades.
- **Racks:** Millora en capacitat i en el nombre de PDUs o bé en les característiques tècniques de les mateixes.
- **Monitors i suports:** Milliores en resolució, tipus i mida de pantalla, velocitat de refresc, contrast nadiu i ports E/S.
- **Altres condicionaments:** Augment en el nombre d'anys de suport genèric.

## ANNEX 2

### **Plataforma 6G-PHY amb nodes de computació heterogènia per tècniques disruptives 6G i extensió de bessó digital**

**Descripció:** 5x nodes de computació amb format de servidor per rack, cada un d'ells amb 1x tarja NIC per connectivitat fronthaul, dues GPUs per IA/ML/vRAN i extensió de bessó digital i Metavers, i un NIC o SmartNIC per connectivitat midhaul, a més del rack amb unitats de distribució d'alimentació i elements de fixació.

- **Arquitectura**
  - **Nombre de nodes:** 5
  - **Tipus de node i funció:** **Servidors** per muntatge en rack per computació heterogènia per tècniques disruptives 6G i extensió de bessó digital.
- **Característiques tècniques dels 5 nodes servidors**
  - **Arquitectura de processador:** x86 (AMD Epyc o Intel Xeon)
  - **Nuclis de processador/fils:**  $\geq 64$  nuclis / 128 fils
  - **Freqüència de rellotge base/turbo:**  $\geq 2.4$  GHz /  $\geq 3.4$  GHz
  - **Memòria RAM:**  $\geq 256$  GB DDR5 a  $\geq 4800$  MHz
  - **Disc dur principal:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2$ TB
  - **Disc dur secundari:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2$ TB
  - **Busos a placa base:** Configuració versàtil de busos d'expansió PCIe per donar suport a múltiples configuracions de maquinari compatible amb PCIe 5.0/4.0/3.0 (x16/x8/x4), amb la cabuda necessària per ubicar els components PCIe especificats pels servidors.
  - **Targeta Ethernet RJ-45 de doble port 10GBASE-T.**
  - **Refrigeració:** Per ventilació, a través de l'unitat (de frontal a posterior).
  - **Font d'alimentació:** Múltiples mòduls redundants amb font d'alimentació amb eficiència plus Platinum o Titanium per suportar els components instal·lats i ampliacions segons slots disponibles a placa base.
  - **Sistema operatiu i eines:** S.O basat en Linux (Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux, CentOS, etc.), amb programari de gestió remota d'equipament (IPMI, Redfish, etc.) i eines base per programació ML pre-instal·lades, que permetin validar la funcionalitat del servidor i els seus components PCIe.

- **NIC per connectivitat fronthaul:**
  - **Connectivitat de xarxa (NIC):**  $\geq 2 \times 100$  GbE, QSFP28
  - **Sincronisme:** IEEE 1588 PTP, SyncE, PPS in/out.
  - **Interconnexió i format:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8).
- **2x GPU/s per bessó digital i Metavers:**
  - **Memòria i amplada de banda:**  $\geq 40$  GB i  $\geq 900$  GB/s
  - **CUDA, Tensor i RT cores:**  $\geq 15000$ ,  $\geq 500$ ,  $\geq 140$ .
  - **Interconnexió i format:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8), dual-slot FH
- **NIC per connectivitat midhaul:**
  - **Connectivitat de xarxa (NIC):**  $\geq 1 \times 100$  GbE, QSFP28
  - **Sincronisme:** IEEE 1588 PTP, SyncE, PPS in/out.
  - **Interconnexió i format:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8).
- **Característiques tècniques del rack:**
  - **Dimensions:** Mínim 42U (preferentment 47U), 60 cm d'amplada 120 cm de profunditat.
  - **Alimentació:** Contemplar dues o més PDUs monitoritzables verticals de 32A amb la capacitat de càrrega necessària per donar servei als 5 nodes servidors de la plataforma 6G-PHY operant a màxima capacitat, i considerant també un **marge addicional del 50%** per ampliacions de components als nodes servidors o afegir-ne de nous.
  - **Altres:** Es deixen a criteri del licitador les estructures o elements de fixació en funció de les característiques de l'equipament final escollit pels 5 nodes de computació de la plataforma 6G-PHY. També quina hagi de ser la ventilació de rack necessària i quins són els elements per monitorització de temperatura i humitat.

### ANNEX 3

## **Plataforma 6G-RAN amb nodes de computació heterogènia per microorquestració intel·ligent RAN i extensió de bessó digital**

**Descripció:** Conjunt de 12 nodes de computació amb diferents característiques per constituir una plataforma 6G-RAN per realitzar microorquestració de recursos de computació i acceleració HW heterogenis, així com desplegar extensions de bessó digital per entrenament mitjançant desplegament de xarxa representatiu per diversos escenaris possibles d'aplicació i demostració. També contindrà un rack amb unitats de distribució d'alimentació i elements de fixació.

- **Arquitectura**

- **Nombre de nodes: 12**
- **Tipus de nodes i funció:**
  - **2x Servidors** per muntatge en rack per computació heterogènia, acceleració, microorquestració intel·ligent RAN i extensió del bessó digital al centre de dades.
  - **2x Estacions de treball d'altres prestacions** per computació heterogènia, acceleració, microorquestració intel·ligent RAN i extensió del bessó digital al laboratori.
  - **2x Estacions de treball portàtils amb GPU** per microorquestració vRAN+AI i extensió de bessó digital, per facilitar desplegaments heterogenis i demostracions.
  - **1x Estació de treball portàtil amb capacitats de computació CPU-GPU-NPU** per emular escenaris de IA distribuïda i federada entre la xarxa 6G i terminals, amb AI engines i SW AI associat facilitant desplegaments heterogenis i demostracions.
  - **Clúster de computació 6G O-RAN amb 5x nodes** de tipus micro-torre/microATX o inferior, per emulació de desplegament de stacks oberts 6G i RAN-AI mitjançant rApps i xApps 'in lab'. Un dels nodes s'utilitzarà també com a centre de monitoratge i control de la xarxa i anirà connectat a un **monitor de**

**grans dimensions i òptima resolució** per visualitzar convenientment els processos en marxa a tots els nodes de la plataforma.

- **Característiques tècniques dels 2 nodes servidors**

- **Arquitectura de processador:** x86 (AMD Epyc o Intel Xeon)
- **Nuclis de processador/fils:**  $\geq 64$  nuclis / 128 fils
- **Freqüència de rellotge base/turbo:**  $\geq 2.4$  GHz /  $\geq 3.4$  GHz
- **Memòria RAM:**  $\geq 256$  GB DDR5 a  $\geq 4800$  MHz
- **Disc dur principal:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2$ TB
- **Disc dur secundari:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2$ TB
- **Busos a placa base:** Configuració versàtil de busos d'expansió PCIe per donar suport a múltiples configuracions de maquinari compatible amb PCIe 5.0/4.0/3.0 (x16/x8/x4), amb la cabuda necessària per ubicar els components PCIe especificats pels servidors.
- **Targeta Ethernet RJ-45 de doble port 10GBASE-T.**
- **Refrigeració:** Per ventilació, a través de l'unitat (de frontal a posterior).
- **Font d'alimentació:** Múltiples mòduls redundants amb font d'alimentació amb eficiència plus Platinum o Titanium per suportar els components instal·lats i ampliacions segons slots disponibles a placa base.
- **Sistema operatiu i eines:** S.O basat en Linux (Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux, CentOS, etc.), amb programari de gestió remota d'equipament (IPMI, Redfish, etc.) i eines base per programació ML pre-instal·lades, que permetin validar la funcionalitat del servidor i els seus components PCIe.
- **NIC per connectivitat fronthaul:**
  - **Connectivitat de xarxa (NIC):**  $\geq 2 \times 100$  GbE, QSFP28
  - **Sincronisme:** IEEE 1588 PTP, SyncE, PPS in/out.
  - **Interconnexió i format:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8).
- **2x GPU/s per bessó digital i Metavers:**
  - **Memòria i amplada de banda:**  $\geq 40$  GB i  $\geq 900$  GB/s
  - **CUDA, Tensor i RT cores:**  $\geq 15000$ ,  $\geq 500$ ,  $\geq 140$ .
  - **Interconnexió i format:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8), dual-slot FH

- **NIC per connectivitat midhaul:**
  - **Connectivitat de xarxa (NIC):**  $\geq 1 \times 100 \text{ GbE}$ , QSFP28
  - **Sincronisme:** IEEE 1588 PTP, SyncE, PPS in/out.
  - **Interconnexió i format:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8).
- **Característiques tècniques de les 2 Estacions de treball d'altres prestacions**
  - **Arquitectura de processador:** x86, de tipus **AMD Threadripper Pro (màquina 1)** i **Intel Xeon (màquina 2)** que suporti els sets d'instruccions Intel SSE4.1, Intel SSE4.2, Intel AVX2, Intel AVX-512, i amb placa mare totalment compatible amb drivers per Linux (perifèrics E/S, adaptador de xarxa, etc.).
  - **Nuclis de processador/fils:**  $\geq 32$  nuclis / 64 fils
  - **Freqüència de rellotge base/turbo:**  $\geq 2.5 \text{ GHz}$  /  $\geq 5 \text{ GHz}$
  - **Memòria RAM:**  $\geq 256 \text{ GB DDR5}$  a  $\geq 4800 \text{ MHz}$
  - **Disc dur principal:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2 \text{ TB}$
  - **Disc dur secundari:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2 \text{ TB}$
  - **Placa base:** Configuració versàtil de busos d'expansió PCIe per donar suport a múltiples configuracions de maquinari compatible amb PCIe 5.0(o 4.0)/3.0 (x16/x8/x4), amb la cabuda necessària per ubicar els components PCIe especificats pels equips.
  - **Refrigeració:** Per ventilació, a través de l'unitat (de frontal a posterior). Placa base amb 2x ports 10GBASE-T.
  - **Caixa i font d'alimentació:** Caixa de baix soroll i font d'alimentació de amb la potència necessària per donar abast als components instal·lats i ampliacions d'acord amb els slots lliures a placa base, amb eficiència 80+gold o superior.
  - **Sistema operatiu i eines:** Llicència de Windows 10 o 11 Pro instal·lada a disc secundari i S.O basat en Linux en disc primari (Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux, CentOS, etc.), i eines base per programació ML pre-instal·lades, que permetin validar la funcionalitat de les estacions de treball i els seus components PCIe. .
  - **Perifèrics:** Ratolí, teclat i monitor amb pantalla entre 24 i 27 polzades, resolució mínima WQHD, refresc a 144 Hz, HDMI, Display Port i G-Sync.
  - **NIC per connectivitat amb ràdios:**



- **Conectivitat de xarxa (NIC):**  $\geq 2 \times 100$  GbE, QSFP28 (**màquina 1**) i  $\geq 2 \times 25$  GbE, SFP28 (**màquina 2**).
- **Sincronisme:** IEEE 1588 PTP, SyncE, PPS in/out.
- **Interconnexió i format:** PCIe 4.0 o 3.0 (x16/x8)
- **GPU/s per bessó digital i Metavers (2x per màquina 1, 1x màquina 2):**
  - **Memòria i amplada de banda:**  $\geq 40$  GB i  $\geq 900$  GB/s (**màquina 1**) i  $\geq 20$  GB i  $\geq 400$  GB/s (**màquina 2**)
  - **CUDA, Tensor i RT cores:**  $\geq 15000$ ,  $\geq 500$ ,  $\geq 140$  (**màquina 1**) i  $\geq 7500$ ,  $\geq 225$ ,  $\geq 55$  (**màquina 2**)
  - **Interconnexió i format:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8), dual-slot FH (**màquina 1 i 2**).
- **NIC per connectivitat midhaul (només màquina 1):**
  - **Connectivitat de xarxa (NIC):**  $\geq 1 \times 100$  GbE, QSFP28
  - **Sincronisme:** IEEE 1588 PTP, SyncE, PPS in/out.
  - **Interconnexió i format:** PCIe 4.0 o 3.0 (x16)
- **Característiques tècniques de les 2 Estacions de treball portàtils amb GPU**
  - **Processador:** x86, Intel Core i9 14th Gen o similar.
  - **Nuclis de processador/subprocessos:**  $\geq 24$  nuclis / 32 subprocessos
  - **Freqüència de rellotge base/turbo (P-cores):**  $\geq 2$  GHz /  $\geq 5$  GHz
  - **Memòria RAM:**  $\geq 96$  GB DDR5 a  $\geq 5200$  MHz, ampliable fins a 192 GB.
  - **Disc dur principal:** SSD PCIe 4.0 NVMe  $\geq 2$ TB.
  - **Mida de pantalla, resolució i refresc:**  $\geq 18''$ ,  $\geq$  QHD i  $\geq 100$  Hz.
  - **Ports de vídeo:**  $\geq 1$  HDMI 2.1.
  - **Ports USB:**  $\geq 2$  Thunderbolt 4,  $\geq 2$  USB3.2 Gen2.
  - **Connectivitat LAN:** RJ45, 2.5 GbE
  - **Connectivitat WiFi/Bluetooth:** Wifi 6E o superior / BT v5.4.
  - **Sistema operatiu i eines:** Windows 10/11 Pro preinstal·lat amb llicència o S.O basat en Linux (Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux, CentOS, etc.).
  - **GPU compacta per microorquestració vRAN+AI, extensió de bessó digital:**

- **Memòria i amplada de banda:**  $\geq 16 \text{ GB}$  i  $\geq 500 \text{ GB/s}$
  - **CUDA, Tensor i RT cores:**  $\geq 9000$ ,  $\geq 300$ ,  $\geq 70$ .
  - **Consum màxim:** 150W
  - **Accessoris addicionals per connectivitat de xarxa:** Adaptador de Thunderbolt 4 o 3 a SFP28(25 GbE) o SPF+ (10 GbE), un per estació de treball.
- **Característiques tècniques de l'Estació de treball portàtil per emulació de computació**  
**CPU-GPU-NPU**
    - **CPU:** x86, AMD Ryzen AI 9 HX 370 o similar, amb capacitat fins a 80 TOPS.
    - **Nuclis de processador/subprocessos:**  $\geq 12$  nuclis / 24 subprocessos.
    - **Freqüència de rellotge base/turbo (P-cores):**  $\geq 2 \text{ GHz}$  /  $\geq 5 \text{ GHz}$
    - **Memòria RAM:**  $\geq 32 \text{ GB DDR5}$  a  $\geq 5200 \text{ MHz}$ , ampliable fins a 64 GB.
    - **NPU:** AMD XDNA amb capacitat fins a 50 TOPS.
    - **GPU compacta:**
      - **Memòria i amplada de banda:**  $\geq 8 \text{ GB}$  i  $\geq 250 \text{ GB/s}$
      - **CUDA, Tensor i RT cores:**  $\geq 4000$ ,  $\geq 144$ ,  $\geq 36$ .
      - **Consum màxim:** 120W
    - **Disc dur principal:** SSD PCIe 4.0 NVMe  $\geq 1\text{TB}$ .
    - **Mida de pantalla, resolució i refresc:**  $\geq 16''$ ,  $\geq \text{QHD}$  i  $\geq 100 \text{ Hz}$ .
    - **Ports de vídeo:**  $\geq 1 \text{ HDMI 2.1}$ .
    - **Ports USB:** 1  $\geq$  Thunderbolt 4 or USB 4.0,  $\geq 2 \text{ USB3.2 Gen2}$ .
    - **Connectivitat LAN:** RJ45, 2.5 GbE, o adaptador USB-A to GbE.
    - **Connectivitat WiFi/Bluetooth:** Wifi 6E o superior / BT v5.4.
    - **Sistema operatiu i eines:** Windows 10/11 Pro preinstal·lat amb llicència o S.O basat en Linux (Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux, CentOS, etc.).
    - **Accessoris addicionals per connectivitat de xarxa:** Adaptador de Thunderbolt 4/USB4 o 3 a SFP28(25 GbE) o SPF+ (10 GbE), un per estació de treball.

- **Característiques tècniques dels 5 nodes del clúster de computació**

- **Processador i placa mare (motherboard):** x86, que suporti el set d'instruccions Intel SSE4.1, Intel SSE4.2, Intel AVX2, Intel AVX-512, i placa mare totalment compatible amb drivers per Linux (perifèrics E/S, adaptador de xarxa, etc.) .
- **Tarjeta gràfica:** Integrada a processador o placa base.
- **Nuclis de processador/subprocessos:** ≥ 16 nuclis / 24 subprocessos
- **Freqüència de rellotge base/turbo:** ≥ 3 GHz / ≥ 5 GHz
- **Memòria RAM:** ≥ 64 GB DDR4 o superior a ≥ 3200 MHz .
- **Disc dur principal:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe ≥ 1TB.
- **Ports de vídeo:** ≥ 1 HDMI 2.0.
- **Ports USB:** ≥ 2 USB3.2 Gen2 o superior.
- **Connectivitat LAN:** RJ45, 1 GbE
- **Connectivitat WiFi/Bluetooth:** Wifi 6E o superior / BT v5.4.
- **Sistema operatiu i eines:** S.O basat en Linux (Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux, CentOS, etc.) que permeti validar els nodes de computació.
- **Accessoris addicionals per connectivitat de xarxa:** Opció preferent -> Adaptador de xarxa amb almenys un port 10 GbE (SPF+). Opció alternativa: Adaptador de USB 3.2 Gen 2 a SPF+ (10 GbE), en cas que l'adaptador de xarxa no tingui cabuda. Una unitat per estació de treball.
- **Monitor pel centre de control del clúster (una unitat en total):**
  - **Mida de pantalla, resolució màxima, contrast nadiu:** Entre 55" i 75", i ≥ 3840 x 2160p (4K UHD) de resolució a ≥ 60 Hz de refresc, i ≥2500:1 de contrast nadiu.
  - **Format de pantalla i angle de visió:** 16:9, 178º (H) / 178º (V)
  - **Entrada/Sortida i connectivitat:** ≥ 2 HDMI 2.0 o superior, ≥ 2 USB, LAN Ethernet (RJ-45), Wi-Fi 2.4/5 GHz o superior, Bluetooth 5.0 o superior.
  - **Altres:** Sistema operatiu de tipus Android TV, reproducció vídeo/audio/imatge i grabació USB, webcam integrada o inclusió de webcam externa compatible.
  - **Suport de monitor mòbil:** Per mida de pantalla de 40 a 75 polzades o rang superior, suport per monitors de fins a 45-50 kg amb patró VESA 600x400 mm, amb forats de muntatge VESA100 i separadors M4 per muntatge de mini-PC,

rodes que esmorteixin vibracions, suports que permetin rotar la pantalla 90º, alçada ajustable en uns 400mm, estant per ubicar equips que suporti fins a 5 kg, i amb enrutament convenient del cablejat a través de l'estructura del suport.

- **Característiques tècniques del rack:**

- **Dimensions:** 47U, 60 cm d'amplada 120 cm de profunditat.
- **Alimentació:** Contemplar dues o més PDU's monitoritzables verticals de 32A i la capacitat de càrrega necessària per donar servei als 2 nodes servidors de la plataforma 6G-RAN operant a màxima capacitat, i considerant també un **marge adicional del 100%** per ampliacions de components als nodes servidors o afegir-ne de nous.
- **Altres:** Es deixen a criteri del licitador les estructures o elements de fixació en funció de les característiques de l'equipament final escollit pels 2 nodes servidors de la plataforma 6G-RAN. També quina hagi de ser la ventilació de rack necessària i quins són els elements per monitorització de temperatura i humitat.

## ANNEX 4

### **Plataforma 6G-IAS amb nodes de computació heterogènia i distribuïda per IA sostenible i extensió de bessó digital**

**Descripció de la plataforma 6G-IAS:** Conjunt de 14 nodes amb diferents capacitats de computació, memòria i emmagatzament que permeten implementar tècniques d'IA distribuïda i sostenible per xarxes 6G i extensió del bessó digital. També es mesurarà el consum energètic i la petjada de carboni dels algoritmes d'IA proposats. També contindrà un rack amb unitats de distribució d'alimentació i elements de fixació.

- **Arquitectura**

- **Nombre de nodes: 14**
- **Tipus de nodes i funció:**
  - **2x Servidors amb GPUs** per muntatge en rack per algoritmes d'IA que requereixen computació intensiva. En el sistema d'IA distribuïda són el cluster head on es fa l'entrenament d'IA que requereix carga computacional alta.
  - **4x Estacions de treball amb GPUs** per algoritmes d'IA a l' edge cloud.
  - **4x nodes de computació embeguda de baix consum** energètic per implementar IA lleugera i de temps real.
  - **4x nodes de computació embeguda de molt baix consum** energètic per implementar IA molt lleugera i de temps real.

- **Característiques tècniques de cadascun dels 2 nodes servidors GPU per muntatge en rack**

- **Arquitectura de processador:** x86 (AMD Epyc o Intel Xeon).
- **Nuclis de processador/fils:**  $\geq 64$  nuclis / 128 fils
- **Freqüència de rellotge base/turbo:**  $\geq 2.4$  GHz /  $\geq 3.5$  GHz
- **Memòria RAM:**  $\geq 1024$  GB DDR5 a  $\geq 3200$  MHz
- **6x GPUs. Especificacions per cada GPU:**
  - **Memòria i amplada de banda:**  $\geq 48$  GB i  $\geq 800$  GB/s
  - **CUDA cores:**  $\geq 17500$ ,
  - **Computing performance:**  $\geq 350$  Tflops en floating point 32 precision.
  - **Consum:**  $\leq 450$ W.
- **Disc dur principal:** SSD PCIEe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2$ TB
- **Disc dur secundari:** SSD PCIEe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2$ TB
- **Busos a placa base:** Configuració versàtil de busos d'expansió PCIe per donar suport a múltiples configuracions de maquinari compatible amb PCIe 5.0/4.0/3.0 (x16/x8/x4). Suport per fins com a mínim 8x GPUS, preferentment 10x GPUS, d'amplada doble.
- **Caixa rack:**  $\geq 4$ U's amb múltiples mòduls redundants amb font d'alimentació amb eficiència plus Titanium per suportar els components instal·lats i ampliacions segons slots disponibles a placa base. Inclou guies per enracar. Suport per fins com a mínim 8x GPUS, preferentment 10x GPUS, d'amplada doble.
- **Refrigeració:** Per ventilació, a través de la unitat (de frontal a posterior).
- **Sistema operatiu i eines:** S.O basat en Linux ( $\geq$  Ubuntu 20.04 LTS),  $\geq$  CUDA 12 i eines base per programació ML pre-instal·lades, que permetin validar la funcionalitat del servidor i els seus components PCIe.
- **Placa base:**
  - **Connectivitat de xarxa (NIC):**  $\geq 2$ x 10 GbE, IPMI 10/100/1000 management LAN
  - **Altres ports:**  $\geq 9$  PCIe, USB 3.0,  $\geq 2$ x RJ45

- **Característiques tècniques dels 4 nodes workstation GPU:**

- **Arquitectura de processador:** x86 (AMD Threadripper Pro o Intel Xeon).
- **Nuclis de processador/fils:**  $\geq 16$  nuclis / 32 fils
- **Freqüència de rellotge base/turbo:**  $\geq 2.4$  GHz /  $\geq 3.4$  GHz
- **Memòria RAM:**  $\geq 128$  GB DDR5 a  $\geq 3200$  MHz
- **GPUs:**
  - **Memòria i amplada de banda:**  $\geq 24$  GB i  $\geq 425$  GB/s
  - **CUDA cores:**  $\geq 7500$ ,
- **Disc dur principal:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 1$ TB
- **Disc dur secundari:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 1$ TB
- **Caixa Torre:** Caixa torre de baix soroll. 1 x USB 2.0 1xUSB. Font d'alimentació de 1.200W amb eficiència Plus Platinum.
- **Perifèrics** ratolí i teclat.
- **Sistema operatiu i eines:** S.O basat en Linux ( $\geq$  Ubuntu 20.04 LTS),  $\geq$  CUDA 12.x
- **Placa base:** 16 bancs de memòria, 2xLAN 10 Gb/s 2xLAN 1 Gb/s, 1 LAN gestió 10/100/1000,  $\geq 6$ x PCIe

- **4x nodes de computació embeguda de baix consum**

- **Arquitectura de processador:** ARM Cortex-A78 64 bits.
- **Nuclis de processador/fils:**  $\geq 12$  cores
- **Freqüència màxima de rellotge de la CPU:**  $\geq 2.2$  GHz
- **GPU:** Arquitectura NVIDIA Ampere  $\geq 2048$  cores i  $\geq 64$  Tensor Cores.
- **Memòria RAM:**  $\geq 64$  GB LPDDR5
- **Emmagatzament:**  $\geq 64$ GB eMMC 5.1
- **Ports de Networking i connectivitat:**  $\geq 1$ x GbE,  $\geq 1$ x 10GbE.
- **Consum de potència:** 15W – 60W
- **Altres ports:** 3x USB 3.2 Gen 2, 4x USB 2.0 4x UART, 3x SPI, 4x I2S, 8x I2C, 2x CAN, DMIC & DSPK, GPIOs

- **4x nodes de computació embeguda de molt baix consum**
  - **Arquitectura de processador:** RM Cortex-A78 64 bits.
  - **Freqüència màxima de rellotge de la CPU:**  $\geq 1.5$  GHz
  - **Memòria RAM:**  $\geq 4$ GB LPDDR5
  - **GPU:** Arquitectura NVIDIA Ampere  $\geq 512$  cores y  $\geq 16$  Tensor Cores.
  - **Ports Networking:** 10/100/1000BASE-T Ethernet
  - **Consumo de potencia:** 7W – 10W
  - **Altres ports:** : 3x USB 3.2 Gen 2, 3x USB 2.0, HDMI/DisplayPort, M.2 Key E, GPIO, 4x I2C, 2x I2S, 2x SPI, 3x UART.
- **Característiques tècniques del rack:**
  - **Dimensions:** 47U, 60 cm d'amplada 120 cm de profunditat.
  - **Alimentació:** Contemplar dues o més PDUs monitoritzables verticals de 32A i la capacitat de càrrega necessària per donar servei als 2 nodes servidors de la plataforma 6G-IAS operant a màxima capacitat, i considerant també un **marge adicional del 75%** per ampliacions de components als nodes servidors o afegir-ne de nous.
  - **Altres:** Es deixen a criteri del licitador les estructures o elements de fixació en funció de les característiques de l'equipament final escollit pels 2 nodes servidors de la plataforma 6G-IAS. També quina hagi de ser la ventilació de rack necessària i quins són els elements per monitorització de temperatura i humitat.

## ANNEX 5

### **Altres condicionaments**

**Descripció:** Inclusió d'actualitzacions de programari, condicions temporals d'entrega de la solució i sessió de posada en funcionament per primera validació a les instal·lacions del CTTC de la solució, suport tècnic general en un període de 18 mesos posteriors a la sessió de posada a punt realitzada al CTTC, garantia mínima, i qualsevol tipus de documentació necessària per la posada en funcionament de la solució i la seva validació incloent HW, SW, FW, APIs o GUIs.

- Actualitzacions SW i FW
  - **Disponibilitat de com a mínim 3 anys d'actualitzacions SW i FW per totes les llicències i programari aplicable pels diversos equipaments de les 3 plataformes.**
- Condicions i període d' entrega de la solució i sessió de posada en funcionament i entrenament, a instal·lacions del CTTC
  - **Entrega de tots els equips i elements necessaris per la posada en funcionament i validació de les 3 plataformes abans del 15 de maig de 2025.**
  - **La entrega es farà per part de l'adjudicatari (NO directament per part dels seus proveïdors), prèvia verificació inicial dels equips, amb totes les garanties i mecanismes d'assegurança sense cost pel CTTC que s'estimin oportuns.**
  - **La sessió de posada en funcionament i validació preliminar de les plataformes a les instal·lacions del CTTC, es farà abans del 3 de juny de 2025.**
- Sessió de posada en funcionament i desplegament bàsic a les instal·lacions del CTTC
  - **Sessió d'1 dia amb els instal·ladors i/o personal tècnic experts en els equips de les 3 plataformes de computació.**
  - **Enracat, cablejat, alimentació i desplegament dels nodes de computació de la plataforma (HW, FW, SW), connexió a xarxa i validació de funcionalitat bàsica i compatibilitat de components.**
  - **Desplegament de les eines que inicialment vulgui utilitzar el CTTC a les diferents plataformes per validació de compatibilitats i fer troubleshooting amb el personal tècnic in situ en cas necessari.**

- Suport general (aplicable a tots els ítems dels ANNEXOS) i garantia
  - 2 anys de suport genèric (no immediat) per qüestions relatives a desplegar experiments estàndards al HW o actualitzacions de SW o FW.
  - Mínim 3 anys de garantia relativa a defectes originals en els materials i mà d'obra, incloent en cas necessari qualsevol cost de reparació o substitució i despeses logístiques. En determinats casos es valorarà que la garantia vingui suportada directament pel fabricant.
- Documentació d'equipaments individuals
  - Fulles d'especificacions, manuals d'instal·lació o posada en marxa dels diferents equips, així com també pel SW i FW que s'hagi desplegat a les plataformes per operació, control i monitorització de les mateixes.

**Nota:** Es donarà per bona qualsevol composició en un o múltiples manuals d'usuari sempre que incloguin tots els conceptes exposats. L'entrega es produirà en format electrònic pdf permetent les cerques de contingut.

## **CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA – CTTC**

### **PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS PARTICULARES DEL “SUMINISTRO DE UN SISTEMA DE COMPUTACIÓN IA/ML DE ALTAS PRESTACIONES PARA COMUNICACIONES 6G Y GEMELOS DIGITALES AL METAVERSO (IMMERSE6G)” PARA EL CTTC**

#### **LOTE 2: SUMINISTRO DE PLATAFORMAS DE COMPUTACIÓN HETEROGÉNEA PARA TÉCNICAS DISRUPTIVAS 6G, MICROORQUESTACIÓN INTELIGENTE RAN, IA DISTRIBUIDA Y SOSTENIBLE, Y EXTENSIONES DE GEMELO DIGITAL.**

**NÚM. EXPEDIENTE: CTTC-2024-78**

## 1. Contexto

La FUNDACIÓN CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA (en adelante, CTTC o la Fundación) es una Fundación del sector público de la Generalitat de Cataluña, sujeta a la legislación sobre fundaciones de la Generalitat de Cataluña, con personalidad jurídica propia y duración ilimitada. Está registrada en el Registro de Fundaciones de la Generalitat de Cataluña con el número 1613. Impulsada desde el Departamento de Universidades, Investigación y Sociedad de la Información (DURSI) de la Generalitat de Cataluña, se constituyó el 28 de junio de 2001 y tiene como objetivo contribuir a impulsar la promoción y el desarrollo de la investigación de alto nivel en las diferentes ramas de las tecnologías de las telecomunicaciones y la geomática, potenciando grupos de investigación de excelencia en ciencia e ingeniería relacionadas con estos ámbitos; la producción, promoción y divulgación del conocimiento y la formación de personal técnico y científico en tecnologías de telecomunicaciones y la geomática; el establecimiento de colaboraciones científicas y académicas con las universidades y los grandes centros de investigación nacionales e internacionales especializados en tecnología de telecomunicaciones y geomática; el establecimiento de colaboraciones, en la forma que legalmente corresponda, con las administraciones públicas y con el sector privado en las materias propias de su actividad; facilitar el contacto entre la investigación básica y aplicada, actuando, cuando corresponda, como centro de transferencia de tecnología; la organización de encuentros científicos nacionales e internacionales; contribuir, mediante el perfeccionamiento tecnológico y la innovación, a la mejora de la competitividad de las empresas; así como cualquier otra finalidad relacionada.

## 2. Objeto del contrato

El objeto del presente pliego de condiciones técnicas es el establecimiento de las condiciones técnicas que regirán en la adjudicación, por parte del CTTC, del contrato de suministro de **Plataformas de computación heterogénea para técnicas disruptivas 6G, microorquestación inteligente RAN, IA distribuida y sostenible, y extensiones de gemelo digital.**

## Necesidades que se pretenden cubrir con este contrato

Para desarrollar su actividad, el CTTC necesita un entorno de computación con distintas topologías de servidor y Componentes de procesamiento heterogéneo adaptados para la experimentación en nuevas tecnologías radio y de computación acelerada IA/ML para hacer investigación en las nuevas generaciones de redes de comunicaciones móviles como el 6G. Este entorno de experimentación debe ser suficientemente versátil como para abordar los siguientes casos de uso:

- **CU1:** IA/ML en 6G.
- **CU2:** IA y gemelos digitales.
- **CU3:** Gemelos digitales al Metaverso.

Estos casos de uso permitirán al CTTC hacer investigación aplicada enfocada a los objetivos científicos siguientes:

- **01:** Investigación en técnicas de capa física disruptivas basadas en IA/ML para habilitar computación y comunicaciones radio en sistemas 6G.
- **02:** Implementación del gemelo digital y uso del Metaverso en redes 6G.
- **03:** Desarrollo de algoritmos ML (aprendizaje máquina o automático) en entornos distribuidos.
- **04:** Desarrollo de herramientas para la estimación del consumo energético de aplicaciones y cómputo de la huella de carbono.
- **05:** Microorquestación inteligente y dinámica de recursos computacionales y de las funciones RAN en plataformas de computación heterogénea en el Edge.

En este contrato se pide que el licitador proporcione una **solución integral que detalle todo el equipamiento necesario y los modos de operación** para que el CTTC experimente en los casos de uso anteriores de las comunicaciones inalámbricas y la computación 6G. En los anexos de este Pliego de Prescripciones Técnicas, se identifican los bloques fundamentales y un conjunto de características técnicas y de Servicio a satisfacer por parte de la solución integral a ofertar. Para los casos no considerados en dichas secciones, se deja a criterio del licitador qué tipo de equipamiento y Servicio se utilizará para llegar a la solución integral más conveniente.

### 3. Descripción del suministro

Los productos y servicios objeto del suministro se detallan en el anexo 1. Cada artículo está descrito dentro del correspondiente lote y con una denominación específica, la cual el proveedor deberá hacer constar en el albarán emitido al realizar la entrega de los artículos. Todo el material suministrado deberá ser de nueva adquisición.

El plazo de entrega de los equipos deberá ser igual o inferior al **15 de mayo de 2025**.

El material o suministro objeto del presente contrato deberá entregarse en la siguiente dirección:

*Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC),  
Av. Carl Friedrich Gauss 7, Edifici B-6  
08860 Barcelona*

El adjudicatario se hará cargo de los gastos de envío o de cualquier gasto relacionado con la misma.

### 4. Requisitos técnicos

#### 4.1 Arquitectura de la solución

La **arquitectura de la solución** debe considerar los requisitos definidos en el anexo 1 de este Pliego de Prescripciones Técnicas.

#### 4.2 Requisitos técnicos del material

Los **materiales a suministrar** deben cumplir con los requisitos técnicos previstos en los anexos 2,3, y 4 de este Pliego de Prescripciones Técnicas. En los casos no considerados en esos anexos, se deja a criterio del licitador que tipo de material es el **más adecuado para una mejor solución integral**.

Aunque las descripciones técnicas de algunos materiales de este expediente puedan incluir referencias específicas de productos, se podrán presentar ofertas con referencias equivalentes, siempre y cuando tengan la misma funcionalidad y cumplan con las descripciones técnicas indicadas en el presente pliego.

Si a lo largo de la vigencia del contrato, el material adjudicado experimenta evolución tecnológica, mejoras, variación o sustitución en sus componentes, estos se suministrarán en las mismas condiciones económicas del contrato.

Los adjudicatarios están obligados a presentar, de manera continua y hasta la finalización del contrato, el asesoramiento técnico y asistencial necesario para la utilización de los productos suministrados.

El inicio del suministro deberá efectuarse una vez formalizado el contrato en el plazo estipulado en el PCAP.

Los adjudicatarios quedarán implicados técnica y económicamente en su ejecución y, por lo tanto, deben asegurar el funcionamiento óptimo del sistema tanto desde el punto de vista técnico como económico. En caso de no hacerlo, se aplicarán las correspondientes penalizaciones previstas en el PCAP.

#### 4.3 Requisitos técnicos de los experimentos de validación

La solución propuesta debe cumplir con los **otros condicionamientos** definidos en el anexo 5 de este Pliego de Prescripciones Técnicas.

### 5. Garantía del equipo

La duración mínima de la garantía es de **36 meses**, pero además, será uno de los criterios a valorar mediante la aplicación de fórmulas matemáticas o asignación directa de puntos, por este motivo se debe especificar la duración ofertada en el anexo número 2 del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP).

### 6. Plazo de entrega

La empresa adjudicataria deberá entregar los equipos objeto del presente contrato **antes del 15 de mayo de 2025**, una vez generada la orden de compra del CTTC, desde la fecha de la orden de compra que generará el CTTC después de la formalización del contrato. Como aspectos que se valoraran en los criterios subjetivos según el anexo 3 del PCAP y que se incluyen en el sobre 2 está la reducción en el tiempo de entrega de los equipos.

## 7. Entrega del suministro

La entrega incluye el transporte, suministro, ubicación de los bienes objeto del contrato, así como su montaje e instalación por parte del adjudicatario. La descarga y ubicación de los bienes deben realizarse mediante los medios propios de la empresa que resulte adjudicataria.

El equipamiento que constituye el objeto del presente pliego se suministrará con todos aquellos dispositivos y/o elementos necesarios para su instalación completa, puesta en marcha y correcto funcionamiento. La instalación se llevará a cabo bajo la supervisión de un técnico responsable del servicio e incluirá todos los pasos necesarios hasta que el equipo quede situado en la ubicación definitiva y completamente funcional.

Una vez finalizada la instalación y puesta en marcha, el adjudicatario entregará un informe con los resultados de la prueba de puesta en marcha, para su aceptación por parte de la persona responsable del contrato del CTTC. En este momento, el CTTC emitirá la correspondiente acta de recepción provisional, dentro del mes siguiente al suministro o en el plazo que se determine en el pliego de cláusulas administrativas particulares por razón de sus características, confirmando que el equipo ha quedado instalado satisfactoriamente y ha comenzado el período de garantía que se establezca en el contrato, todo ello en virtud del art. 210 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público (LCSP), y en relación al cumplimiento de los contratos y recepción del suministro.

Para la emisión del acta de recepción definitiva será aplicable lo regulado por el PCAP en la CLÁUSULA 22.- RECEPCIÓN, LIQUIDACIÓN Y TÉRMINO DE GARANTÍA.

La empresa adjudicataria también entregará los manuales de instalación, utilización y mantenimiento técnico del equipamiento, así como del software y aplicaciones (preferentemente en inglés y formato electrónico). Además, se compromete a suministrar las correspondientes actualizaciones de la documentación durante toda la vida del equipo, sin que se pueda aplicar ningún cargo por este concepto. Se deberá especificar el plazo de entrega, que no deberá superar el plazo establecido en el punto 6 de este pliego.

## ANEXO 1

### Arquitectura de solución y servicio

Con el objetivo de cubrir las necesidades expuestas en este contrato y disponer de las llamadas **Plataformas de computación heterogénea para técnicas disruptivas 6G, microorquestación inteligente RAN, IA distribuida y sostenible, y extensiones de gemelo digital** se estima que estas deben disponer de los siguientes bloques constitutivos a nivel de arquitectura y servicio:

- **Plataforma 6G-PHY** con nodos para computación heterogénea y técnicas disruptivas 6G, y extensión de gemelo digital (ver ANEXO 2).
- **Plataforma 6G-RAN** con nodos para computación heterogénea con microorquestación inteligente RAN y extensión de gemelo digital (ver ANEXO 3).
- **Plataforma 6G-IAS** con nodos de computación heterogénea y distribuida para IA sostenible y extensión de gemelo digital (ver ANEXO 4).
- **Otras condiciones:** Condiciones de entrega, despliegue y validación inicial, soporte técnico y actualizaciones, garantía y documentación requerida (ver ANEXO 5).

Como **características técnicas de los ANEXOS 2-3-4-5** que se valorarán en los **criterios subjetivos** según el Anexo 3 del PCAP y que se incluyen en el **sobre 2** (que deberá incluir especificaciones técnicas para cualquier equipo y componentes considerados) estarían los siguientes:

- **Nodos de computación:** Aumento respecto el mínimo especificado del número de núcleos por procesador, frecuencia de reloj base, memoria RAM, capacidad de almacenace, capacidades de expansión y buses disponibles, potencia y calificación de eficiencia energética de fuentes de alimentación, número y características de los adaptadores serie a GbE SFP+ o SPF28.
- **Componentes PCIe per NICS, tarjetas de aceleración o GPUs consideradas:** Aumentos en número de puertos GbE QSFP28 y SPF28, memoria RAM y ancho de banda, núcleos de procesamiento AI/ML/RT, o número de GPUs proporcionadas.
- **Racks:** Mejora en capacidad y número de PDUs o en las características técnicas de las mismas.
- **Monitores y soportes:** Mejoras en resolución, tipo y tamaño de pantalla, velocidad de refresco, contraste nativo y puertos de E/S.
- **Otras condiciones:** Aumento en el nombre de años de soporte genérico.

## ANEXO 2

### **Plataforma 6G-PHY con nodos para computación heterogénea y técnicas disruptivas 6G, y extensión de gemelo digital**

**Descripción de la Plataforma 6G-PHY:** 5x nodos de computación con formato de servidor para rack, cada uno de ellos con 1x tarjeta NIC para conectividad fronthaul, dos GPUs para IA/ML/vRAN y extensión de gemelo digital y Metaverso, y un NIC o SmartNIC para conectividad midhaul, además del rack con unidades de distribución de alimentación y elementos para fijación.

- **Arquitectura**
  - **Número de nodos:** 5
  - **Tipo de nodo y función:** Servidores para montaje en rack para computación heterogénea para técnicas disruptivas 6G y extensión del gemelo digital.
- **Características técnicas de los 5 nodos servidores**
  - **Arquitectura de procesador:** x86 (AMD Epyc o Intel Xeon)
  - **Núcleos de procesador/hilos:**  $\geq 64$  núcleos / 128 hilos
  - **Frecuencia de reloj base/turbo:**  $\geq 2.4$  GHz /  $\geq 3.4$  GHz
  - **Memoria RAM:**  $\geq 256$  GB DDR5 a  $\geq 4800$  MHz
  - **Disco duro principal:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2$  TB
  - **Disco duro secundario:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2$  TB
  - **Buses en placa base:** Configuración versátil de buses de expansión PCIe para dar soporte a múltiples configuraciones de componentes compatibles con PCIe 5.0/4.0/3.0 (x16/x8/x4), con el espacio necesario para ubicar los componentes PCIe especificados para los servidores.
  - **Refrigeración:** Por ventilación, a través de la unidad (de frontal a posterior).
  - **Fuente de alimentación:** Múltiples módulos redundantes con fuente de alimentación con eficiencia plus Platinum o Titanium para soportar los componentes instalados y ampliaciones según slots disponibles en placa base.
  - **Sistema operativo y herramientas:** S.O basado en Linux (Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux, CentOS, etc.), con SW de gestión remota del equipo (IPMI, Redfish, etc.) i

herramientas base para programación ML preinstaladas que permitan validar la funcionalidad del servidor y sus componentes PCIe.

- **NIC para conectividad fronthaul:**
  - **Conectividad de red (NIC):**  $\geq 2 \times 100$  GbE, QSFP28
  - **Sincronismo:** IEEE 1588 PTP, SyncE, PPS in/out.
  - **Interconexión:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8).
- **2x GPU/s para gemelo digital y Metaverso:**
  - **Memoria y ancho de banda:**  $\geq 40$  GB i  $\geq 900$  GB/s
  - **CUDA, Tensor y RT cores:**  $\geq 15000$ ,  $\geq 500$ ,  $\geq 140$ .
  - **Interconexión y formato:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8), dual-slot FH
- **NIC para conectividad midhaul:**
  - **Conectividad de red (NIC):**  $\geq 1 \times 100$  GbE, QSFP28
  - **Sincronismo:** IEEE 1588 PTP, SyncE, PPS in/out.
  - **Interconexión:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8).
- **Características técnicas del rack:**
  - **Dimensiones:** Mínimo 42U (preferentemente 47U), 60 cm de ancho y 120 cm de profundidad.
  - **Alimentación:** Contemplar dos o más PDUs monitorizables verticales de 32A con la capacidad de carga necesaria para dar Servicio a los 5 nodos servidores de la plataforma 6G-PHY operando a máxima capacidad y considerando también un **margen adicional del 50%** para ampliaciones de componentes en los nodos servidores o añadir nuevos servidores.
  - **Otros:** Se dejan a criterio del licitador las estructuras o elementos de fijación en función de las características del equipamiento finalmente seleccionado para los 5 nodos servidores de la plataforma 6G-PHY. También cual deba ser la ventilación del rack, en caso necesario, y cuales sean los elementos para monitorización de temperatura y humedad.

### ANEXO 3

## **Plataforma 6G-RAN con nodos para computación heterogénea con microorquestación inteligente RAN y extensión de gemelo digital**

**Descripción de la Plataforma 6G-RAN:** Conjunto de 12 nodos de computación con distintas características para crear una plataforma que permita hacer microorquestación de recursos de computación y aceleración HW heterogéneos, así como desplegar extensiones de gemelo digital para entrenamiento mediante un despliegue de red representativo para múltiples escenarios posibles de aplicación y demostración. También contendrá un rack con unidades de distribución de alimentación y elementos de fijación.

- **Arquitectura**

- **Nombre de nodos: 12**
- **Tipos de nodos y función:**
  - **2x Servidores** para montaje en rack para computación heterogénea, aceleración, microorquestación inteligente RAN y extensión del gemelo digital al centro de datos.
  - **2x Estaciones de trabajo de altas prestaciones** para computación heterogénea, aceleración, microorquestación inteligente RAN y extensión del gemelo digital en laboratorio.
  - **2x Estaciones de trabajo portátiles con GPU** para microorquestación vRAN+AI y extensión del gemelo digital, para facilitar despliegues heterogéneos y demostraciones.
  - **1x Estación de trabajo portátil con capacidad para computación CPU-GPU-NPU** para emular escenarios de IA distribuida y federada entre la red 6G y terminales, con AI engines y SW AI asociado facilitando despliegues heterogéneos y demostraciones.
  - **Clúster de computación 6G O-RAN con 5x nodos** de tipo micro-torre/min-ITX o inferior, para emulación del despliegue de stacks abiertos 6G y RAN-AI

mediante rApps y xApps 'in lab'. Uno de los nodos se utilizará también como centro de monitorización y control de la red e irá conectado a un **monitor de grandes dimensiones y óptima resolución** para visualizar convenientemente los procesos en marcha en todos los nodos de la red.

- **Características técnicas de los 2 nodos servidores**

- **Arquitectura de procesador:** x86 (AMD Epyc o Intel Xeon)
- **Núcleos de procesador/hilos:**  $\geq 64$  núcleos / 128 hilos
- **Frecuencia de reloj base/turbo:**  $\geq 2.4$  GHz /  $\geq 3.4$  GHz
- **Memoria RAM:**  $\geq 256$  GB DDR5 a  $\geq 4800$  MHz
- **Disco duro principal:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2$  TB
- **Disco duro secundario:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2$  TB
- **Buses en placa base:** Configuración versátil de buses de expansión PCIe para dar soporte a múltiples configuraciones de componentes compatibles con PCIe 5.0/4.0/3.0 (x16/x8/x4), con el espacio necesario para ubicar los componentes PCIe especificados para los servidores.
- **Refrigeración:** Por ventilación, a través de la unidad (de frontal a posterior).
- **Fuente de alimentación:** Múltiples módulos redundantes con fuente de alimentación con eficiencia plus Platinum o Titanium para soportar los componentes instalados y ampliaciones según slots disponibles en placa base.
- **Sistema operativo y herramientas:** S.O basado en Linux (Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux, CentOS, etc.), con SW de gestión remota del equipo (IPMI, Redfish, etc.) i herramientas base para programación ML preinstaladas que permitan validar la funcionalidad del servidor y sus componentes PCIe.
- **NIC para conectividad fronthaul:**
  - **Conectividad de red (NIC):**  $\geq 2 \times 100$  GbE, QSFP28
  - **Sincronismo:** IEEE 1588 PTP, SyncE, PPS in/out.
  - **Interconexión:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8).
- **2x GPU/s para gemelo digital y Metaverso:**
  - **Memoria y ancho de banda:**  $\geq 40$  GB i  $\geq 900$  GB/s
  - **CUDA, Tensor y RT cores:**  $\geq 15000$ ,  $\geq 500$ ,  $\geq 140$ .

- **Interconexión y formato:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8), dual-slot FH
- **NIC para conectividad midhaul:**
  - **Conectividad de red (NIC):**  $\geq 1 \times 100 \text{ GbE}$ , QSFP28
  - **Sincronismo:** IEEE 1588 PTP, SyncE, PPS in/out.
  - **Interconexión:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8).
- **Características técnicas de las 2 Estaciones de trabajo de altas prestaciones**
  - **Arquitectura de procesador:** x86, de tipo **AMD Threadripper Pro (máquina 1)** i **Intel Xeon (máquina 2)** que soporte los sets de instrucciones Intel SSE4.1, Intel SSE4.2, Intel AVX2, Intel AVX-512, y con placa madre totalmente compatible con drivers para Linux (periféricos E/S, adaptador de red, etc.) .
  - **Núcleos de procesador/hilos:**  $\geq 32$  núcleos/ 64 hilos
  - **Frecuencia de reloj base/turbo:**  $\geq 2.5 \text{ GHz}$  /  $\geq 5 \text{ GHz}$
  - **Memoria RAM:**  $\geq 256 \text{ GB DDR5}$  a  $\geq 4800 \text{ MHz}$
  - **Disco duro principal:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2 \text{ TB}$
  - **Disco duro secundari:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2 \text{ TB}$
  - **Placa base:** Configuración versátil de buses de expansión PCIe para dar soporte a múltiples configuraciones de componentes compatibles con PCIe 5.0(o 4.0)/3.0 (x16/x8/x4), con el espacio necesario para ubicar los componentes PCIe especificados para los equipos.
  - **Refrigeración:** Por ventilación, a través de la unidad (de frontal a posterior). Placa base con 2x puertos 10GBASE-T.
  - **Caja y fuente de alimentación:** Caja de bajo ruido y fuente de alimentación con potencia necesaria para soportar los componentes instalados y ampliaciones de acuerdo con los slots libres, con eficiencia 80+plus gold o superior.
  - **Sistema operativo y herramientas:** Licencia de Windows 10 o 11 Pro instalada en disco secundario y S.O basado en Linux en disc principal NVMe (Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux, CentOS, etc.), y herramientas para programación ML presinstaladas, que permitan validar la funcionalidad de las estaciones de trabajo y sus componentes PCIe.

- **Periféricos:** Ratón, teclado y monitor con pantalla entre 24 y 27 pulgadas, resolución mínima WQHD, refresco a 144 Hz, HDMI, Display Port i G-Sync.
- **NIC para conectividad con radios:**
  - **Conectividad de red (NIC):**  $\geq 2 \times 100 \text{ GbE}$ , QSFP28 (**máquina 1**) y  $\geq 2 \times 25 \text{ GbE}$ , SFP28 (**máquina 2**).
  - **Sincronismo:** IEEE 1588 PTP, SyncE, PPS in/out.
  - **Interconexión y formato:** PCIe 4.0 o 3.0 (x16/x8)
- **GPU/s para gemelo digital y Metaverso (2x en máquina 1, 1x en máquina 2):**
  - **Memoria y ancho de banda:**  $\geq 40 \text{ GB}$  y  $\geq 900 \text{ GB/s}$  (**máquina 1**), y  $\geq 20 \text{ GB}$  y  $\geq 400 \text{ GB/s}$  (**máquina 2**)
  - **CUDA, Tensor y RT cores:**  $\geq 15000$ ,  $\geq 500$ ,  $\geq 140$  (**máquina 1**), y  $\geq 7500$ ,  $\geq 225$ , y  $\geq 55$  (**máquina 2**)
  - **Interconexión y formato:** PCIe 4.0 o superior (x16 o x8), dual-slot FH (**máquina 1 i 2**).
- **NIC para conectividad midhaul (sólo máquina 1):**
  - **Conectividad de red (NIC):**  $\geq 1 \times 100 \text{ GbE}$ , QSFP28
  - **Sincronismo:** IEEE 1588 PTP, SyncE, PPS in/out.
  - **Interconexión:** PCIe 4.0 o 3.0 (x16)
- **Características técnicas de las 2 Estaciones de trabajo portátiles con GPU**
  - **Procesador:** x86, Intel Core i9 14th Gen o similar.
  - **Núcleos de procesador/subprocesos:**  $\geq 24$  núcleos / 32 subprocesos
  - **Frecuencia de reloj base/turbo (P-cores):**  $\geq 2 \text{ GHz}$  /  $\geq 5 \text{ GHz}$
  - **Memoria RAM:**  $\geq 96 \text{ GB DDR5}$  a  $\geq 5200 \text{ MHz}$ , ampliable hasta 192 GB.
  - **Disco duro principal:** SSD PCIe 4.0 NVMe  $\geq 2 \text{ TB}$ .
  - **Tamaño de pantalla, resolución y refresco:**  $\geq 18''$ ,  $\geq \text{QHD}$  y  $\geq 100 \text{ Hz}$ .
  - **Puertos de vídeo:**  $\geq 1 \text{ HDMI 2.1}$ .
  - **Puertos USB:**  $\geq 2 \text{ Thunderbolt 4}$ ,  $\geq 2 \text{ USB3.2 Gen2}$ .
  - **Conectividad LAN:** RJ45, 2.5 GbE
  - **Conectividad WiFi/Bluetooth:** Wifi 6E o superior / BT v5.4.

- **Sistema operativo y herramientas:** Windows 10/11 Pro preinstalado con licencia o S.O. basado en Linux (Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux, CentOS, etc.).
  - **GPU compacta para microorquestación vRAN+AI, extensión de gemelo digital:**
    - **Memoria y ancho de banda:**  $\geq 16$  GB y  $\geq 500$  GB/s
    - **CUDA, Tensor y RT cores:**  $\geq 9000$ ,  $\geq 300$ ,  $\geq 70$ .
    - **Consumo máximo:** 150W
  - **Accesorios adicionales para conectividad de red:** Adaptador de Thunderbolt 4 o 3 a SFP28(25 GbE) o SPF+ (10 GbE), un por estación de trabajo.
- **Características técnicas de la Estación de trabajo portátil para emulación de computación CPU-GPU-NPU**
    - **CPU:** x86, AMD Ryzen AI 9 HX 370 o similar, con capacidad hasta 80 TOPS.
    - **Núcleos de procesador/subprocesos:**  $\geq 12$  núcleos / 24 subprocesos.
    - **Frecuencia de reloj base/turbo:**  $\geq 2$  GHz /  $\geq 5$  GHz
    - **Memoria RAM:**  $\geq 32$  GB DDR5 a  $\geq 5200$  MHz, ampliable hasta 64 GB.
    - **NPU:** AMD XDNA con capacidad hasta 50 TOPS.
    - **GPU compacta:**
      - **Memoria y ancho de banda:**  $\geq 8$  GB y  $\geq 250$  GB/s
      - **CUDA, Tensor y RT cores:**  $\geq 4000$ ,  $\geq 144$ , y  $\geq 36$ .
      - **Consumo máximo:** 120W
    - **Disco duro principal:** SSD PCIe 4.0 NVMe  $\geq 1$  TB.
    - **Tamaño de pantalla, resolución y refresco:**  $\geq 16''$ ,  $\geq$  QHD y  $\geq 100$  Hz.
    - **Puertos de vídeo:**  $\geq 1$  HDMI 2.1.
    - **Puertos USB:** 1  $\geq$  Thunderbolt 4 o USB 4.0,  $\geq 2$  USB3.2 Gen2.
    - **Conectividad LAN:** RJ45, 2.5 GbE, o adaptador USB-A to GbE.
    - **Conectividad WiFi/Bluetooth:** Wifi 6E o superior/ BT v5.4.
    - **Sistema operativo y herramientas:** Windows 10/11 Pro preinstalado con licencia o S.O. basado en Linux (Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux, CentOS, etc.).
    - **Accesorios adicionales para conectividad de red:** Adaptador de Thunderbolt 4/USB4 o 3 a SFP28(25 GbE) o SPF+ (10 GbE), uno por estación de trabajo.

- **Características técnicas de los 5 nodos del clúster de computación**

- **Procesador y placa madre (motherboard):** x86, que soporte los sets de instrucciones Intel SSE4.1, Intel SSE4.2, Intel AVX2, Intel AVX-512, y placa madre totalmente compatible con drivers para Linux (periféricos E/S, adaptador de red, etc.) .
- **Tarjeta gráfica:** Integrada en procesador o placa base.
- **Núcleos de procesador/subprocesos:**  $\geq 16$  núcleos / 24 subprocesos
- **Frecuencia de reloj base/turbo:**  $\geq 3$  GHz /  $\geq 5$  GHz
- **Memoria RAM:**  $\geq 64$  GB DDR4 o superior a  $\geq 3200$  MHz .
- **Disco duro principal:** SSD PCIe 4.0 o superior NVMe  $\geq 1$  TB.
- **Puertos de vídeo:**  $\geq 1$  HDMI 2.0.
- **Puertos USB:**  $\geq 2$  USB3.2 Gen2 o superior.
- **Conectividad LAN:** RJ45, 1 GbE
- **Conectividad WiFi/Bluetooth:** Wifi 6E o superior / BT v5.4.
- **Sistema operativo y herramientas:** S.O basado en Linux (Ubuntu, Red Hat Enterprise Linux, CentOS, etc.) que permita validar los nodos de computación.
- **Accesorios adicionales para conectividad de red:** Opción preferente -> Adaptador de red con al menos un puerto 10 GbE (SPF+). Opción alternativa: Adaptador de USB 3.2 Gen 2 a SPF+ (10 GbE), en caso de que el adaptador de red no pueda instalarse. Una unidad por estación de trabajo.
- **Monitor para el centro de control del clúster (una unidad en total):**
  - **Tamaño de pantalla, resolución máxima, contraste nativo:** Entre 55" i 75", i  $\geq 3840 \times 2160p$  (4K UHD) de resolución a  $\geq 60$  Hz de refresco, y  $\geq 2500:1$  de contraste nativo.
  - **Formato de pantalla y ángulo de visión:** 16:9, 178° (H) / 178° (V)
  - **Entrada/Salida y conectividad:**  $\geq 3$  HDMI 2.0 o superior,  $\geq 2$  USB, LAN Ethernet (RJ-45), Wi-Fi 2.4/5 GHz o superior, Bluetooth 5.0 o superior.
  - **Otros:** Sistema operativo de tipo Android TV, reproducción vídeo/audio/imagen y grabación USB, webcam integrada o inclusión de webcam externa compatible.

- **Soporte de monitor móvil:** Para tamaño de pantalla de 40 a 75 pulgadas o rango mayor, soporte para monitores de hasta 45-50 kg con patrón VESA 600x400 mm, agujeros de montaje VESA100 y separadores M4 para montaje de mini-PC, ruedas que amortigüen vibraciones, soportes que permitan rotar la pantalla 90º, altura ajustable en unos 400mm, estante para ubicar equipos que soporte hasta 5 kg, i con enrutado conveniente del cableado a través de la estructura del soporte.
- **Características técnicas del rack:**
  - **Dimensiones:** 47U, 60 cm de ancho y 120 cm de profundidad.
  - **Alimentación:** Contemplar dos o más PDU's monitorizables verticales de 32A con la capacidad de carga necesaria para dar Servicio a los 2 nodos servidores de la plataforma 6G-RAN operando a máxima capacidad y considerando también un **margen adicional del 100%** para ampliaciones de componentes en los nodos servidores o añadir nuevos servidores.
  - **Otros:** Se dejan a criterio del licitador las estructuras o elementos de fijación en función de las características del equipamiento finalmente seleccionado para los 2 nodos servidores de la plataforma 6G-RAN. También cual deba ser la ventilación del rack, en caso necesario, y cuales sean los elementos para monitorización de temperatura y humedad.

## ANEXO 4

### **Plataforma 6G-IAS con nodos de computación heterogénea y distribuida para IA sostenible y extensión de gemelo digital**

**Descripción de la plataforma 6G-IAS:** Conjunto de 14 nodos con distintas capacidades de computación, memoria y almacenaje que permiten implementar técnicas de IA distribuida y sostenibles para redes 6G y extensión de gemelo digital. Permitirán también medir el consumo energético y la huella de carbono de los algoritmos IA propuestos. También contendrá un rack con unidades de distribución de alimentación y elementos de fijación.

- **Arquitectura**

- **Número de nodos: 14**
- **Tipos de nodo y función:**
  - **2x Servidores con GPUs** para montaje en rack para algoritmos IA que requieran computación intensiva. En el sistema de IA distribuida son el clúster head donde se hace el entrenamiento de IA que requiere carga computacional alta.
  - **4x Estaciones de trabajo con GPUs** para algoritmos de IA al Edge Cloud.
  - **4x nodos de computación embebida de bajo consumo** energético para implementar IA ligera y a tiempo real.
  - **4x nodos de computación embebida de muy bajo consumo** energético para implementar IA muy ligera y a tiempo real.

- **Características técnicas de cada uno de los 2 nodos servidores GPU para montaje en rack**

- **Arquitectura de procesador:** x86 (AMD Epyc o Intel Xeon).
- **Núcleos de procesador/hilos:**  $\geq 64$  núcleos / 128 hilos
- **Frecuencia de reloj base/turbo:**  $\geq 2.4$  GHz /  $\geq 3.5$  GHz
- **Memoria RAM:**  $\geq 1024$  GB DDR5 a  $\geq 3200$  MHz
- **6x GPUs. Especificaciones para cada GPU:**
  - **Memoria y ancho de banda:**  $\geq 48$  GB i  $\geq 800$  GB/s
  - **CUDA cores:**  $\geq 17500$ ,

- **Computing performance:**  $\geq 350$  Tflops en floating point 32 precision.
- **Consumo:**  $\leq 450$ W.
- **Disco duro principal:** SSD PCIEe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2$ TB
- **Disco duro secundario:** SSD PCIEe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 2$ TB
- **Buses en placa base:** Configuración versátil de buses de expansión PCIe para dar soporte a múltiples configuraciones de componentes compatibles con PCIe 5.0/4.0/3.0 (x16/x8/x4). Soporte para hasta 10x GPUs de anchura doble.
- **Caja para rack:**  $\geq 4$  U's con múltiples módulos redundantes con fuente de alimentación con eficiencia Titanium para soportar los componentes instalados y ampliaciones según slots disponibles en placa base. Incluye guías para enracar. Soporte para hasta mínimo 8 GPUs, preferentemente hasta 10 GPUs, de anchura doble.
- **Refrigeración:** Por ventilación, a través de la unidad (de frontal a posterior).
- **Sistema operativo y herramientas:** S.O basado en Linux ( $\geq$  Ubuntu 20.04 LTS),  $\geq$  CUDA 12 y herramientas base para programación ML preinstaladas, que permitan validar la funcionalidad del servidor y sus componentes PCIe.
- **Placa base:**
  - **Conectividad de red (NIC):**  $\geq 2$ x 10 GbE, IPMI 10/100/1000 management LAN
  - **Otros puertos:**  $\geq 9$  PCIe, USB 3.0,  $\geq 2$ x RJ45
- **Características técnicas de los 4 nodos Workstation GPU:**
  - **Arquitectura de procesador:** x86 (AMD Threadripper Pro o Intel Xeon).
  - **Núcleos de procesador/hilos:**  $\geq 16$  núcleos / 32 hilos
  - **Frecuencia de reloj base/turbo:**  $\geq 2.4$  GHz /  $\geq 3.4$  GHz
  - **Memoria RAM:**  $\geq 128$  GB DDR5 a  $\geq 3200$  MHz
  - **GPUs:**
    - **Memoria y ancho de banda:**  $\geq 24$  GB i  $\geq 425$  GB/s
    - **CUDA cores:**  $\geq 7500$ ,
  - **Disco duro principal:** SSD PCIEe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 1$ TB
  - **Disco duro secundario:** SSD PCIEe 4.0 o superior NVMe M.2  $\geq 1$ TB

- **Caja Torre:** Caja de torre de bajo ruido. 1 x USB 2.0 1xUSB. Fuente de alimentación de 1.200W con eficiencia Plus Platinum.
- **Periféricos:** Ratón y teclado.
- **Sistema operativo y herramientas:** S.O basado en Linux ( $\geq$  Ubuntu 20.04 LTS),  $\geq$  CUDA 12.x
- **Placa base:** 16 bancos de memoria, 2xLAN 10 Gb/s 2xLAN 1 Gb/s, 1 LAN gestión 10/100/1000,  $\geq$ 6x PCIe
- **4x nodos de computación embebida de bajo consumo**
  - **Arquitectura de procesador:** ARM Cortex-A78 64 bits.
  - **Núcleos de procesador:**  $\geq$  12 cores
  - **Frecuencia máxima de reloj de la CPU:**  $\geq$  2.2 GHz
  - **GPU:** Arquitectura NVIDIA Ampere  $\geq$  2048 cores y  $\geq$ 64 Tensor Cores.
  - **Memoria RAM:**  $\geq$  64 GB LPDDR5
  - **Almacenamiento:**  $\geq$  64GB eMMC 5.1
  - **Puertos de Networking y conectividad:**  $\geq$ 1x GbE,  $\geq$ 1x 10GbE.
  - **Consumo de potencia:** 15W – 60W
  - **Otros puertos:** 3x USB 3.2 Gen 2, 4x USB 2.0 4x UART, 3x SPI, 4x I2S, 8x I2C, 2x CAN, DMIC & DSPK, GPIOs
- **4x nodos de computación embebida de muy bajo consumo**
  - **Arquitectura de procesador:** ARM Cortex-A78 64 bits.
  - **Frecuencia máxima de reloj de la CPU:**  $\geq$  1.5 GHz
  - **Memoria RAM:**  $\geq$  4GB LPDDR5
  - **GPU:** Arquitectura NVIDIA Ampere  $\geq$  512 cores y  $\geq$  16 Tensor Cores.
  - **Puertos Networking:** 10/100/1000BASE-T Ethernet
  - **Consumo de potencia:** 7W – 10W
  - **Otros puertos:** 3x USB 3.2 Gen 2, 3x USB 2.0, HDMI/DisplayPort, M.2 Key E, GPIO, 4x I2C, 2x I2S, 2x SPI, 3x UART.

- **Características técnicas del rack:**

- **Dimensiones:** 47U, 60 cm de ancho y 120 cm de profundidad.
- **Alimentación:** Contemplar dos o más PDUs monitorizables verticales de 32A con la capacidad de carga necesaria para dar Servicio a los 2 nodos servidores de la plataforma 6G-IAS operando a máxima capacidad y considerando también un **margen adicional del 75%** para ampliaciones de componentes en los nodos servidores o añadir nuevos servidores.
- **Otros:** Se dejan a criterio del licitador las estructuras o elementos de fijación en función de las características del equipamiento finalmente seleccionado para los 2 nodos servidores de la plataforma 6G-IAS. También cual deba ser la ventilación del rack, en caso necesario, y cuales sean los elementos para monitorización de temperatura y humedad.

## ANEXO 5

### Otras condiciones

**Descripción:** Inclusión de actualizaciones en los programas instalados, condiciones temporales de entrega de la solución y sesión de puesta en marcha para primera validación de la solución en las instalaciones del CTTC, garantía mínima y cualquier tipo de documentación necesaria para la puesta en funcionamiento de la solución y su validación incluyendo cualquier HW, SW, FW, APIs o GUIs.

- Actualizaciones SW i FW
  - Disponibilidad de como mínimo 3 años de SW y FW para todas las licencias y programas aplicables para los distintos equipos de las 3 plataformas.
- Condiciones y período de entrega de la solución y sesión de puesta en funcionamiento para primera validación en las instalaciones del CTTC
  - Entrega de todos los equipos y elementos necesarios para la puesta en funcionamiento y validación de las 3 plataformas antes del 15 de mayo de 2025.
  - La entrega se llevará a cabo por parte del adjudicatario (NO directamente por parte de sus proveedores), previa verificación inicial de los equipos, con todas las garantías y mecanismos de seguro sin coste para el CTTC que se estimen.
- Sesión de puesta en funcionamiento y despliegue básico en las instalaciones del CTTC
  - Sesión de 1 día con los instaladores y/o personal técnico experto en los equipos de la plataforma de computación.
  - Enracado, cableado, alimentación y despliegue de los nodos de computación de la plataforma (HW, FW, SW), conexión a red y validación de funcionalidad básica y compatibilidad de componentes.
  - Despliegue de las herramientas que inicialmente quiera emplear el CTTC en las distintas plataformas para validación de compatibilidades y troubleshooting con el personal técnico in situ en caso necesario.
- Soporte general (aplicable a todos los ítems de los ANEXOS) y garantía
  - 2 años de soporte genérico (no inmediato) para cuestiones relativas a desplegar experimentos estándar en el HW o actualizaciones de SW o FW.

- **Mínimo 3 años de garantía relativa a defectos originales en los materiales y mano de obra, incluyendo en caso necesario cualquier coste de reparación y sustitución y gastos logísticos. En determinados casos se valorará que la garantía venga soportada directamente por el fabricante.**
- Documentación de equipos individuales
  - **Hojas de especificación, manuales de instalación o puesta en marcha de los distintos equipos, así como para el SW y FW que venga desplegado en las plataformas para operación, control y monitorización de las mismas.**

**Nota: Se dará por buena cualquier composición en uno o múltiples manuales de usuario siempre que incluyan todos los conceptos expuestos. La entrega se producirá en formato electrónico pdf permitiendo la búsqueda de contenidos.**