PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL CONTRATO DE SUMINISTRO CUYO OBJETO ES EL SUMINISTRO DEL EQUIPAMIENTO NECESARIO (TSN, PLATAFORMA DE VIRTUALIZACIÓN, SISTEMA DE GENERACIÓN DE CARGA, NTN) PARA EXTENDER EL DESPLIEGUE DE UN ENTORNO DE INVESTIGACIÓN EN REDES 5G AVANZADO/6G ORIENTADAS A SERVICIOS CRÍTICOS.

0 ANTECEDENTES O CONTEXTO

El equipamiento a adquirir pretende, a través del proyecto CRISOL de la convocatoria UNICO I+D 2022 Equipamiento, extender un laboratorio de 5G avanzado orientado a comunicaciones críticas que se ha ido desarrollando en los últimos años en la UPV/EHU

1 OBJETO

El presente pliego tiene por objeto la definición de las características técnicas que rigen la prestación consistente en el suministro de equipamiento necesario (TSN, plataforma de Virtualización, Sistema de generación de carga, NTN) para extender el despliegue de un entorno de investigación en redes 5G avanzado/6G orientadas a servicios críticos, como parte del proyecto CRISOL6G (CRItical Services Oriented networking Leaning towards 6G) TSI-064100-2022-26 del Programa de Universalización de Infraestructuras Digitales para la Cohesión (Infraestructuras de investigación, equipamiento científico técnico y Proyectos de I+D en 5G Avanzado) UNICO I+D 5G-6G 2022 en el marco del Plan de Recuperacion, Transformación y Resiliencia - Financiado por la Unión Europea- NextGenerationEU. Ese despliegue está orientado al análisis del rendimiento de redes de operadores de telecomunicaciones para su uso en entornos sensibles (transporte y seguridad pública) y supone la extensión del equipamiento actual disponible en la UPV/EHU, contemplando los siguiente lotes:

1.1 Lote 1.- Equipamiento TSN embarcado para redes TSC 5G+: incluyendo los componentes necesarios tanto en la red cableada como la conectividad con red 5G para reproducir la operación de equipamiento embarcado FRMCS con requisitos de retardo

1.2 Lote 2.- Plataforma de virtualización y despliegue de servicios: para el despliegue y orquestación avanzada de servicios de misión crítica (ej. FRMCS)

1.3 Lote 3.- Sistema de generación de carga y evaluación de componentes 5G: que permita emular el comportamiento de múltiples terminales de usuario incluyendo el acceso radio

1.4 Lote 4.- Emulador de conexiones NTN: para evaluar el comportamiento de conexiones 5G en diferentes modalidades, tipos de satélites y constelaciones

Al tratarse de una plataforma de experimentación de redes 5G para servicios de misión crítica (orientado a entornos de transporte y seguridad públicos, y abierto a la colaboración con agentes activos en esos ámbitos) las contratistas deberán tener en cuenta lo establecido en el artículo 2 f) del Real Decreto 443/2024, de 30 de abril, por el que se aprueba el Esquema Nacional de Seguridad de redes y servicios 5G (ENS5G) y que establece entre sus objetivos “Promover un mercado de suministradores en las redes y servicios de comunicaciones electrónicas 5G suficientemente diversificado en aras de garantizar la seguridad basada en razones técnicas, estratégicas y operativas y evitar, por dichas razones, la presencia de suministradores con una calificación de alto riesgo o de riesgo medio en determinados elementos de red o ámbitos.” y la Medida Estratégica ME03: “Evaluar el perfil de riesgo de los proveedores y aplicar restricciones a los considerados de alto riesgo, incluidas las exclusiones necesarias para mitigar los riesgos de forma eficaz para los activos clave” del “EU TOOLBOX FOR 5G SECURITY”.

2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS QUE DEBEN REUNIR LOS BIENES A SUMINISTRAR

2.1 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

2.1.1 Lote 1.- Equipamiento TSN embarcado para redes TSC 5G+

R.1.1 Capacidades básicas. Se solicita el despliegue e integración de un kit TSN en la red 5G que incluya **3 redes de ensayo TSN** con capacidades de sincronización temporal, *Traffic Shaping* e interfaces de gestión de red, incluyendo los componentes que se recogen en los siguientes requerimientos (R.2.2; R.2.3, ect) a distribuir en **3 racks que representen cada segmento de red TSN** conectadas a la red 5G a emular.

R.1.2 Capacidades comunes del equipamiento TSN:—Incluirá los estándares de sincronización siguientes:

- IEEE 802.1CB
- IEEE 802.1Qci
- IEEE 802.1AS
- IEEE 802.1Qav
- IEEE 802.1Qbu
- IEEE 802.3br

R.1.3 Se proporcionarán al menos 4 Tarjetas TSN PCIE para la conexión del equipo final, como *endpoints* para los sistemas de señalización ferroviaria emulando la recogida de sensórica con conexiones SFP.

R.1.4 Se suministrarán al menos **7 Bridges TSN, para acceder al *backbone* TSN** con al menos 8 puertos de 1 GbE cobre y 4 puertos SFP con capacidad de TSN a 10G

R.1.5 Se suministrarán al menos **2 bridges TSN *ruggedizados*** para conectar las redes TSN a través de un enlace 5G. Cada uno deberá ofrecer al menos 16 puertos de conectividad en cobre (con conectores MIL-STD) y 4 puertos de conectividad en fibra óptica (con conectores MIL-STD). Deberán implementar al menos 8 puertos TSN 1GBE y 4 puertos con capacidades TSN a 10G. El quipo deberá ofrecer tanto la conectividad 5G ~~y~~ como el bridging entre una red TSN y la red 5G con las siguientes funcionalidades:

- Conectividad 5G sub-6Ghz FDD y TDD.
- Operaciones SA y NSA compatibles con Rel.16.
- Capacidad de actualización a Rel. 17/18.
- Capacidad de sincronización en el dominio de reloj 5G
- Funcionalidad DS-TT: eliminación de las tramas TLV añadidas por el NW-TT y composición de los mensajes CorrectionField en base a los timestamps Tsi y Tse

R.1.6 1 Herramienta software para configuración de redes TSN que permita:

- Definir la topología de la red TSN que se desee configurar.
- Tener en cuenta las capacidades de cada equipo de la red y los requisitos del tráfico TSN que se desea transportar por la red.
- Seleccionar los mecanismos TSN a utilizar.
- Incorporar un visualizador gráfico de la red.

R.1.7 3 racks de 19''.

R.1.8 3 osciloscopios que incluyan conexión a ordenadores PC a través de interfaz USB para comprobar el funcionamiento TSN

R.1.9 Instalación y configuración del equipamiento hardware y software, conexionado y cableado incluyendo:

- Todos los aspectos de implementación, instalación, puesta en servicio y soporte de la puesta en marcha.
- Suministro de los equipos constitutivos de la red y todos los componentes necesarios para su instalación y puesta en marcha.

- Los gastos de transporte que se produzcan, así como todos los gastos de tramitación, permisos, aduanas, impuestos y tributos que pudieran gravar el suministro.
- Trabajos de instalación, puesta en marcha del equipo, y verificación de correcto funcionamiento.
- Formación sobre el funcionamiento e instalación de los equipos suministrados. La contratista debe impartir una formación específica en el manejo y operación de los equipos de 8 horas a 5 personas determinadas por la UPV/EHU. El formato (presencial u online), el calendario y los horarios se acordarán entre la UPV/EHU y la contratista para seleccionar la opción más adecuada.

R.1.10 Garantía de soporte

- El periodo mínimo de garantía será de 2 años a contar desde la fecha del acta de recepción del suministro, durante los cuales la contratista se hace responsable de la resolución de incidencias que el suministro pueda generar y de la corrección de cualquier problema de funcionamiento que pudiera detectarse.
- La garantía comprende la resolución de incidencias y el correcto funcionamiento del equipamiento, sistemas y/o software suministrado para el despliegue de la emulación de TSN 5G.
- Las acciones incluidas en el servicio durante el periodo de garantía abarcan:
    - Corrección de incidencias: la contratista deberá atender y solucionar cualquier avería o incidencia comunicada o detectada, hasta el restablecimiento total del servicio, devolviendo los elementos afectados a su estado original de conservación y operatividad, reparando o sustituyendo todos los elementos deteriorados si fuera preciso.
    - Comprendiendo la sustitución de componentes y equipamiento o reparación según proceda, los desplazamientos del personal técnico o traslado del equipamiento a fábrica, la mano de obra, piezas de repuesto y elementos necesarios para pruebas de funcionamiento.
- Mejoras y actualizaciones: La contratista propondrá a UPV/EHU evoluciones de los sistemas objeto del contrato, prestará servicios de soporte en caso de que sea necesario para evolucionar los sistemas objeto del contrato incluyendo las siguientes actividades:
    - Comunicación de actualizaciones, parches, firmwares o cualquier otro aspecto relacionado con los sistemas (hardware y software) objeto del contrato.
    - Propuesta de actualización de los sistemas a la release 3GPP más reciente. El equipo de UPV/EHU, de común acuerdo con la contratista elegirá, durante el periodo de garantía, el momento de actualización e implementación de las funcionalidades necesarias.
    - Asistencia remota durante las actualizaciones que se realicen.
- Una vez finalizado el periodo de garantía, soporte y actualización, la red debe ser completamente operativa en la versión en que se encuentre, y con capacidad de actualización posterior fuera de las condiciones establecidas en la oferta.

2.1.2 Lote 2.- Plataforma de virtualización y despliegue de servicios

R.2.1 Capacidades básicas. Se pretende desplegar una plataforma de virtualización y orquestación de servicios mediante CNFs, incluyendo el equipamiento hardware necesario tanto para los nodos de cómputo como para el conexionado de los diferentes servidores.

R.2.2 Requisitos comunes para todos los **servidores**:

- 2 discos SSD NVMe M.2 de 960 GB configurados en RAID1 como discos para el sistema operativo, con soporte de extracción en caliente.
- Set de raíles para instalar en rack estándar de 19" y utensilios o herramientas adicionales para la instalación en caso de ser necesarios.
- Sistema de gestión remota con al menos las siguientes características:
  - KVM remoto.
  - Accesible mediante navegador web estándar.
  - Tarjeta de red dedicada Gigabit Ethernet.
  - La interface de control deberá estar en inglés o castellano
  - Compatible con Canonical Maas PXE NEXT BOOT y POWER QUERYING (https://maas.io/docs/reference-bmc-drivers).
  - Monitorización de recursos, consumo eléctrico, temperatura... sin necesidad de agentes en el sistema operativo.
  - Almacenamiento histórico de al menos 1 a del consumo eléctrico y de la temperatura interna
  - Generación de alertas de componentes críticos como CPU, memoria y disco, con gestión de eventos automatizada que permita el establecimiento de políticas para notificar fallos.
  - Funcionalidad de actualización del firmware.
  - Virtual Media (capacidad para mapear dispositivos de un equipo local del usuario al servidor de manera remota, como CDs, DVDs, USBs, etc.).
  - Detección de intrusiones: El servidor deberá disponer de un mecanismo físico de detección de intrusiones, integrado en la máquina sin elementos externos, que genere alertas en al sistema de gestión.
  - Federación de los sistemas de gestión embebidos de múltiples equipos que permita el descubrimiento y manejo vía Web de múltiples servidores, a través del procesador de gestión embebido de uno de ellos.
- Fuente de alimentación redundante 80 Plus, en su nivel de certificación Titanium.
- 2 cables de alimentación compatibles con la PDU seleccionada.
- 1 tarjeta de red ethernet con dos puertos 1G BaseT
- 1 cable de red para la interface de gestión remota, cat6 o superior de longitud mínima 1,5m.
- Ser compatibles con los sistemas operativos Ubuntu y RHEL
- Deben estar certificados para "Red Hat OpenStack Platform" y "Red Hat OpenShift Container Platform"

R.2.3 Los equipos y material proporcionado deben ser originales de fábrica, en ningún caso equipos remanufacturados "refurbished", en período de fin de vida, discontinuados por el fabricante o provenientes de demostraciones.

R.2.4 Los equipos deben utilizar exclusivamente aire para refrigerarse. No se admitirá refrigeraciones liquida en ninguno de sus componentes.

R.2.5 La solución ofertada no deberá tener restricciones legales ni técnicas (ya sea por hardware, firmware, drivers o software) que, una vez finalizado el periodo de garantía, impida la utilización de recambios disponibles en el mercado (de otros fabricantes distintos a los suministrados) para los siguientes componentes y tecnologías: CPU, memoria, almacenamiento secundario (incluido sus discos y su conexión), redes de interconexión hacia el exterior y buses de conexión de periféricos.

R.2.6 Mientras no se indique lo contrario, de todos los componentes software incluidos en el suministro, se instalará la **última versión estable** disponible en el momento de la entrega. De la misma manera, aquellos elementos del equipamiento que cuenten con algún módulo de firmware (BIOS de servidores, conmutadores, controladoras RAID, etc), se

entregarán actualizados a la última versión estable disponible del mismo en el momento de la instalación y puesta en marcha.

R.2.7 Servidores tipo A: Tres servidores de alto rendimiento para orquestación de servicios con las siguientes características mínimas:

- Servidor enrackable 1U de altura
- Al menos 1 CPU con 24 cores, a 2,5 GHz, 64M de memoria cache L3 y arquitectura amd64.
- Al menos 12 módulos de 16GB de RAM DDR5 cada uno Dual Rank a 5600MT/s.
- Al menos 4 discos NVMe Mixed Use Gen4 adicionales de 6,4TB cada uno con soporte de extracción en caliente.
- Chasis con capacidad de 8 discos NVME sin controladora Raid (Direct Drives).
- Al menos 2 tarjetas de red con 2 puertos de red QSFP56 100GbE cada una.
- Al menos 4 cables de red de QSFP28 de 100Gb/s compatibles con las interfaces de red proporcionadas, compatibles tanto con el conmutador como con la interface de red a la velocidad máxima soportada, con longitud mínima de 1,5m.

R.2.8 Servidores tipo B: Tres servidores de alto rendimiento para despliegue de nodos de cómputo con las siguientes características:

- Servidor enrackable 2U de altura
- Al menos 2 procesadores con 64 cores cada uno, a 3,10 GHz, 256 MB de memoria cache L3 y con arquitectura amd64
- Al menos 12 módulos de 96GB de RAM DDR5 cada uno Dual Rank a 5600MT/s
- Al menos 4 discos NVMe Mixed Use Gen4 adicionales de 6,4TB cada uno con soporte de extracción en caliente.
- Chasis con capacidad de 8 discos NVME sin controladora Raid (Direct Drives).
- Al menos 2 tarjetas de red con 2 puertos de red QSFP56 100GbE cada una.
- Al menos 4 cables de red de QSFP28 de 100Gb/s compatibles con las interfaces de red proporcionadas, compatibles tanto con el conmutador como con la interface de red a la velocidad máxima soportada, con longitud mínima de 1,5m.

R.2.9 Servidores tipo C: Seis servidores de alto rendimiento para despliegue de nodos de cómputo de servicios con las siguientes características:

- Servidor enrackable 1U o 2U de altura
- Al menos una CPU con 64 cores, a 3,1 GHz, 256 MB de memoria cache L3 y con arquitectura amd64
- Al menos 12 módulos de 64GB de RAM DDR5 cada uno Dual Rank a 5600MT/s
- Al menos 4 discos NVMe Mixed Use Gen4 adicionales de 6,4TB cada uno con soporte de extracción en caliente
- Chasis con capacidad de 8 discos NVME sin controladora Raid (Direct Drives).
- Al menos 2 tarjetas de red con 2 puertos de red QSFP56 100 GbE cada una.
- Al menos 4 cables de red de QSFP28 de 100Gb/s compatibles con las interfaces de red proporcionadas, compatibles tanto con el conmutador como con la interface de red a la velocidad máxima soportada, con longitud mínima de 1,5m.
- 3 de los 6 servidores deben permitir la instalación de una Nvidia L40S o similar sin modificación posterior de los servidores.

R.2.10 Tres *conmutadores* de alto rendimiento para interconexionar los nodos de cómputo desplegados con las siguientes características:

- Al menos 30 puertos QSFP28 de 100Gb/s para acceso para a los servidores y 2 puertos QSFP28 de 100Gb/s adicionales de interconexión entre conmutadores de alto rendimiento.
- Kit de instalación en rack estándar de 19" y utensilios o herramientas para la instalación.
- Protocolo Precision Time Protocol (PTP).
- Vlan y vxlan.
- Rutado L3.
- Dispondrán de un rendimiento de conmutación no inferior a 6.4Tbps en full-duplex y latencia máxima de 906ns.
- Fuente de alimentación redundante.
- Configuración de ventiladores para refrigeración back-to-front.
- Al menos 2 cables de red de QSFP28 de 100Gb/s compatibles.

R.2.11 Tres *conmutadores* de propósito general para la red de monitorización/gestión de los equipos

- Kit de instalación en rack estándar de 19" y utensilios o herramientas para la instalación.
- Capacidad de definición de vlans
- Configuración de ventiladores para refrigeración back-to-front
- Al menos 14 puertos ethernet RJ45 1Gb/s
- 1 cable de red Rj45 para conectar al enrutador

R.2.12 Tres *routers* (enrutadores)

- Kit de instalación en rack estándar de 19" y utensilios o herramientas para la instalación.
- Al menos 2 puertos de red QSFP28 de 100Gb/s.
- 2 puertos de red 10Gb/s RJ45, o SFP28 si se proporcionan adaptadores a RJ45.
- Capacidades OpenFlow.
- Capacidades BGP.
- Capacidades IPSec.
- Fuente de alimentación redundante.

R.2.13 Dos racks

- Se proporcionarán dos racks de 19", uno de **42U de altura y otro de 24U de altura**.
- Deberán poder cerrarse con llave.
- Deberán poder abrirse tanto por la parte trasera como por la delantera sin necesidad de herramientas.
- Deberán proporcionar una correcta ventilación para los equipos proporcionados.

R.2.14 SAIs y PDUs

- Se deberán proporcionar uno o varios SAI cuya combinación cumpla los siguientes **requisitos**:
  - Potencia nominal en W de 16000W.
  - Potencia nominal en VA de 20000VA.
  - Voltaje de entrada de 220V-240V.
  - Voltaje de salida de 220V-240V.
  - Soporte para entrada monofásica y trifásica.
  - Altura combinada máxima de 12U.
  - Kit de instalación en rack de 19".
  - Debe ser de tipo "On-Line".
- **En caso de suministrar varios SAIs, éstos deberán de ser el mismo modelo con las mismas características.**

- **Las PDU deberán ser alimentadas desde los SAI**
- **Se deberán proporcionar las PDU necesarias para poder conectar las fuentes de alimentación de los equipos de manera redundada.**
- **Una vez todos los equipos estén conectados deberán quedar al menos 4 conectores IEC C13 libres para conectar equipos adicionales.**
- **El/los SAIs deberá poder gestionarse de manera remota por red.**

R.2.15 Instalación y configuración del equipamiento hardware y software, conexionado y cableado incluyendo:

- Todos los aspectos de implementación, instalación, puesta en servicio y soporte de la puesta en marcha.
- Suministro de los equipos constitutivos de la plataforma y todos los componentes necesarios para su instalación y puesta en marcha.
- Los gastos de transporte que se produzcan, así como todos los gastos de tramitación, permisos, aduanas, impuestos y tributos que pudieran gravar el suministro.
- Trabajos de instalación, puesta en marcha del equipo, y verificación de correcto funcionamiento.
- Formación sobre el funcionamiento e instalación de los equipos suministrados. La contratista debe impartir una formación específica en el manejo y operación de los equipos de al menos un día a 6 personas determinadas por la UPV/EHU. El formato (presencial u online), el calendario y los horarios se acordarán entre la UPV/EHU y la contratista para seleccionar la opción más adecuada. Este curso se impartirá en castellano e irá acompañado de un documento de referencia que incluirá un resumen de los contenidos, pudiendo hacer referencia a la documentación técnica suministrada. Tratará al menos los siguientes temas:
    - Configuración del sistema
    - Mantenimiento hardware
    - Mantenimiento software
    - Monitorización
    - Accounting
    - Gestión de incidencias a través del servicio de asistencia técnica
- La contratista deberá entregar la siguiente documentación:
    - Catálogo de equipos instalados, incluyendo modelo, número de serie y localización en rack.
    - Tablas de cableado de potencia y de red para cada equipo instalado, con referencia a la etiqueta de identificación utilizada en el cable de conexión correspondiente.
    - Dirección IP empleada en cada interfaz de red configurado.
    - Detalles de la configuración de los RAIDs y cualquier otro sistema de almacenamiento definido.
    - Resumen de la configuración de servicios de sistema y aplicaciones instaladas, con referencias a los ficheros de configuración correspondientes, así como indicación de passwords de usuario y administrador definidos.

R.2.16 Garantía de soporte

- El periodo mínimo de garantía será de 3 años a contar desde la fecha del acta de recepción del suministro, durante los cuales la contratista se hace responsable de la resolución de incidencias que el suministro pueda generar y de la corrección de cualquier problema de funcionamiento que pudiera detectarse.
- La garantía comprende la resolución de incidencias y el correcto funcionamiento del equipamiento, sistemas y/o software suministrado.

- Las acciones incluidas en el servicio durante el periodo de garantía abarcan sin coste adicional:
    - Corrección de incidencias: la contratista deberá atender y solucionar cualquier avería o incidencia comunicada o detectada, hasta el restablecimiento total del servicio, devolviendo los elementos afectados a su estado original de conservación y operatividad, reparando o sustituyendo todos los elementos deteriorados si fuera preciso.
    - Tiempo de respuesta en la Escuela de Ingeniería de Bilbao como máximo de el día siguiente o NBD para al menos los servidores, conmutadores de alto rendimiento y los SAI.
    - Comprendiendo la sustitución de componentes y equipamiento o reparación según proceda, los desplazamientos del personal técnico o traslado del equipamiento a fábrica, la mano de obra, piezas de repuesto y elementos necesarios para pruebas de funcionamiento.
- Mejoras y actualizaciones: La contratista propondrá a UPV/EHU evoluciones de los sistemas objeto del contrato, prestará servicios de soporte en caso de que sea necesario para evolucionar los sistemas objeto del contrato incluyendo las siguientes actividades:
    - Comunicación de actualizaciones, parches, firmwares o cualquier otro aspecto relacionado con los sistemas (hardware y software) objeto del contrato.
    - Asistencia remota durante las actualizaciones que se realicen.
- Una vez finalizado el periodo de garantía, soporte y actualización, la plataforma de virtualización debe ser completamente operativa en la versión en que se encuentre, y con capacidad de actualización posterior fuera de las condiciones establecidas en la oferta.

2.1.3 Lote 3.- Sistema de generación de carga y evaluación de componentes 5G

R.3.1 **Capacidades básicas**. Se deberá proporcionar el equipamiento tanto hardware como software para desplegar un sistema de generación de carga avanzado para redes 5G que emule un número de terminales (User Equipments -UEs-) con interfaz RF con los siguientes requerimientos.

R.3.2 Ancho de banda de al menos **100 Mhz** combinados en 5G NR configurable en banda N40

R.3.3 **Emulación de 512 UEs de forma simultánea**

R.3.4 **Número de UEs planificados por TTI al menos de 32 DL (PDSCH)/32 UL (PUSCH + PUCCH).**

R.3.5 **Capacidad para gestionar configured grants en el UL**

R.3.6 Cada UE deberá admitir el establecimiento de al menos 16 portadoras/QoS Flow 5G en modo Network Initiated con los 5G Qis 65, 66, 67, 69

R.3.7 Se deberá **poder modificar de forma dinámica tanto internamente como externamente en tiempo real el CQI/CSI reportado por cada UE emulado para simular diferentes condicionales de cobertura/propagación**

R.3.8 **Deberá exponer interfaces con conectividad IP** o similar **por cada UE emulado** para poder utilizar aplicaciones específicas (custom) para la generación de carga externa con aplicaciones de terceros

R.3.9 Serán configurables **los datos de autentificación** de los UEs simulados

R.3.10 Se deberán poder utilizar **escenarios de movilidad simulados** para modelar el comportamiento/condiciones de propagación de los UEs

R.3.11 5G SA incluyendo *slicing*/URSP (Release 16 y posteriores)

R.3.12 Modulación 1024 QAM en DL para 100Mhz

R.3.13 Capacidad para ejecutar escenarios con 2 celdas y 2x2 MIMO DL/UL o 1 celda and 4x4 MIMO

R.3.14 Instalación y configuración del equipamiento hardware y software, conexionado y cableado incluyendo:

- Todos los aspectos de implementación, instalación, puesta en servicio y soporte de la puesta en marcha.
- Suministro de los equipos constitutivos del sistema de generación de carga y todos los componentes necesarios para su instalación y puesta en marcha.
- Los gastos de transporte que se produzcan, así como todos los gastos de tramitación, permisos, aduanas, impuestos y tributos que pudieran gravar el suministro.
- Trabajos de instalación, puesta en marcha del equipo, y verificación de correcto funcionamiento.
- Formación sobre el funcionamiento e instalación de los equipos suministrados. La contratista debe impartir una formación específica en el manejo y operación de los equipos de 2 días a 5 personas determinadas por la UPV/EHU. El formato (presencial u online), el calendario y los horarios se acordarán entre la UPV/EHU y la contratista para seleccionar la opción más adecuada.

R.3.15 Garantía de soporte

- El periodo mínimo de garantía será de 1 año a contar desde la fecha del acta de recepción del suministro, durante los cuales la contratista se hace responsable de la resolución de incidencias que el suministro pueda generar y de la corrección de cualquier problema de funcionamiento que pudiera detectarse.
- La garantía comprende la resolución de incidencias y el correcto funcionamiento del equipamiento, sistemas y/o software suministrado.
- Las acciones incluidas en el servicio durante el periodo de garantía abarcan:
    - Corrección de incidencias: la contratista deberá atender y solucionar cualquier avería o incidencia comunicada o detectada, hasta el restablecimiento total del servicio, devolviendo los elementos afectados a su estado original de conservación y operatividad, reparando o sustituyendo todos los elementos deteriorados si fuera preciso.
    - Comprendiendo la sustitución de componentes y equipamiento o reparación según proceda, los desplazamientos del personal técnico o traslado del equipamiento a fábrica, la mano de obra, piezas de repuesto y elementos necesarios para pruebas de funcionamiento.
- Mejoras y actualizaciones: La contratista propondrá a UPV/EHU evoluciones de los sistemas objeto del contrato, prestará servicios de soporte en caso de que sea necesario para evolucionar los sistemas objeto del contrato incluyendo las siguientes actividades:
    - Comunicación de actualizaciones, parches, firmwares o cualquier otro aspecto relacionado con los sistemas (hardware y software) objeto del contrato.
    - Asistencia remota durante las actualizaciones que se realicen.
- Una vez finalizado el periodo de garantía, soporte y actualización, el sistema debe ser completamente operativa en la versión en que se encuentre, y con

capacidad de actualización posterior fuera de las condiciones establecidas en la oferta

2.1.4 Lote 4.- Emulador de conexiones NTN

R.4.1 **Capacidades básicas**. Se deberá proporcionar el equipamiento tanto hardware como software para proporcionar un sistema de emulación de conectividad 5G NTN completa extremo a extremo que permita conectar mediante cable RF/medio aire un terminal NTN al emulador.

R.4.2 **Emulador de celda y red 5G completa**: el equipamiento a suministrar deberá ser capaz de emular tanto a la estación base 5G satelital en sí, como todos los elementos de red necesarios para poder establecer la comunicación con un equipo de usuario (UE) en un único equipo, siendo indistinguible para éste estar conectado al equipamiento respecto a una red real.

R.4.3 **Deberá emular una celda 5G** de las siguientes tecnologías: Rel. 15, modos SA y NSA; Rel.17 NTN.

R.4.4 **Emular redes NTN multi-satélite y multi-constelación.**

R.4.5 **Bandas de frecuencia**: el equipamiento deberá generar señales NTN en las bandas L, S y Ku, sin necesidad de elementos adicionales.

R.4.6 **Interfaz de usuario**: el equipo se podrá controlar remotamente vía web a través de una conexión Ethernet o similar e incorporará un interfaz de scripting para facilitar la generación de escenarios automáticos en Python o lenguaje similar.

R.4.7 **Emulación de canal**: el equipo permite emular el canal configurando tanto efecto doppler como retardo.

R.4.8 **Enlaces activos**: el equipo permitirá emular al menos los siguientes escenarios: seis enlaces activos del UE con seis satélites diferentes; seis enlaces activos del UE con cuatro satélites diferentes y dos estaciones base diferentes.

R.4.9 Se incluirá un **software de gestión de satélites para crear escenarios de visibilidad de satélites** que permita indicar la localización geográfica del UE al que se pretende dar servicio y seleccionar o bien las constelaciones de satélites más comunes (Starlink, OneWeb, etc.) o agregar una constelación a mano mediante formato TLE o similar. Dicho software permitirá seleccionar los límites de visibilidad en altitud y calcular los satélites visibles en una franja horaria determinada.

R.4.10 El **software de simulación de satélites** permitirá crear escenarios que se cargarán directamente en el emulador, cambiando los satélites activos cuando vaya perdiéndose la visibilidad. Los datos de emulación de canal de cada satélite se calcularán también de forma automática.

R.4.11 **Conectividad Ethernet/IP extremo a extremo**: el emulador de red deberá permitir que el UE conectado a través de la interfaz RF pueda comunicarse a nivel IP con cualquier equipo que se conecte por Ethernet al emulador.

R.4.12 **Extensiones futuras**: el equipo deberá permitir extender las bandas soportadas a banda Ka (hasta 50 GHz) mediante hardware adicional.

R.4.13 **Extensiones futuras**: el equipo permitirá añadir fading según modelos del 3GPP mediante software.

R.4.14 **Tarjeta SIM**: así mismo se proporcionará al menos una tarjeta SIM para dotar al UE de conectividad con el testeador.

R.4.15 Instalación y configuración del equipamiento hardware y software, conexionado y cableado incluyendo:

- Todos los aspectos de implementación, instalación, puesta en servicio y soporte de la puesta en marcha.
- Suministro de los equipos constitutivos del emulador y todos los componentes necesarios para su instalación y puesta en marcha.
- Los gastos de transporte que se produzcan, así como todos los gastos de tramitación, permisos, aduanas, impuestos y tributos que pudieran gravar el suministro.
- Trabajos de instalación, puesta en marcha del equipo, y verificación de correcto funcionamiento.
- Formación sobre el funcionamiento e instalación de los equipos suministrados. La contratista debe impartir una formación específica en el manejo y operación de los equipos de 7 horas (1 día) a 5 personas determinadas por la UPV/EHU. El formato (presencial u online), el calendario y los horarios se acordarán entre la UPV/EHU y la contratista para seleccionar la opción más adecuada.

R.4.16 Garantía de soporte

- El periodo mínimo de garantía será de 1 año a contar desde la fecha del acta de recepción del suministro, durante los cuales la contratista se hace responsable de la resolución de incidencias que el suministro pueda generar y de la corrección de cualquier problema de funcionamiento que pudiera detectarse.
- La garantía comprende la resolución de incidencias y el correcto funcionamiento del equipamiento, sistemas y/o software suministrado.
- Las acciones incluidas en el servicio durante el periodo de garantía abarcan:
    - Corrección de incidencias: la contratista deberá atender y solucionar cualquier avería o incidencia comunicada o detectada, hasta el restablecimiento total del servicio, devolviendo los elementos afectados a su estado original de conservación y operatividad, reparando o sustituyendo todos los elementos deteriorados si fuera preciso.
    - Comprendiendo la sustitución de componentes y equipamiento o reparación según proceda, los desplazamientos del personal técnico o traslado del equipamiento a fábrica, la mano de obra, piezas de repuesto y elementos necesarios para pruebas de funcionamiento.
- Mejoras y actualizaciones: La contratista propondrá a UPV/EHU evoluciones del emulador objeto del contrato, prestará servicios de soporte en caso de que sea necesario para evolucionar los sistemas objeto del contrato incluyendo las siguientes actividades:
    - Comunicación de actualizaciones, parches, firmwares o cualquier otro aspecto relacionado con los sistemas (hardware y software) objeto del contrato.
    - Asistencia remota durante las actualizaciones que se realicen.
- Una vez finalizado el periodo de garantía, soporte y actualización, el emulador debe ser completamente operativa en la versión en que se encuentre, y con capacidad de actualización posterior fuera de las condiciones establecidas en la oferta

Firma:



Digitally signed by FIDEL LIBERAL MALAINA - 72721400T
Date: 2025.03.17 14:04:06 +01'00'