



Comunidad
de Madrid

VICEPRESIDENCIA,
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN
Y UNIVERSIDADES



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Financiado por
la Unión Europea

NextGenerationEU

**PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL
CONTRATO DE SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE
EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO
MadQuantum-CM, FINANCIADO POR LA COMUNIDAD DE
MADRID Y POR EL PLAN DE RECUPERACIÓN,
TRANSFORMACIÓN Y RESILENCIA - FINANCIADO POR LA
UNIÓN EUROPEA - NetxGenerationEU.
REDIMadrid - FUNDACIÓN IMDEA SOFTWARE**

PROCEDIMIENTO ABIERTO CON PLURALIDAD DE CRITERIOS

REF:QKD-MADQCI

**PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO,
INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES
PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE
Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan
de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea –
NetxGenerationEU**

Índice

1. Introducción	4
2. Objeto del contrato	5
2.1. Requisitos de información y publicidad	7
2.2. Requisitos de inventariado, identificación y etiquetado de inventario	7
2.3. Requisitos de confidencialidad y de gestión de la propiedad intelectual e industrial	8
2.4. Requisitos de exigencia medioambiental. Condiciones especiales de ejecución.	8
2.5. Requisitos de Inclusión de Logotipos en la Documentación	10
2.6. Compromiso de Firma de Documentación DACI	11
3. Requisitos Técnicos	11
3.1. Requisitos Técnicos de los equipos QKD	11
3.1.1. Funcionalidades del par QKD-CV	16
3.1.2. Funcionalidades del par QKD-DV	21
3.1.3. Requisitos para el Gestor de los equipos QKD	24
3.2. Requisitos Técnicos de los cifradores	26
3.2.1. Seguridad de Capa 3: cifradores IPsec	26
3.2.2. Seguridad de Capa 2: Cifradores MacSEC (IEEE 802.1AE)	31
3.2.3. Requisitos para el Gestor de los equipos IPSEC y MacSEC	34
4. Soluciones a Implementar	41
4.1. Solución con equipo QKD-CV	41
4.2. Solución con equipo QKD-DV	42
5. Requisitos de Formación	43
5.1. Requisitos de Formación de los equipos QKD	43
5.2. Requisitos de Formación de los equipos encriptadores	44
6. Soporte	45
6.1. Soporte equipos QKD	45
6.2. Soporte equipos cifradores	52

**PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO,
INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES
PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE
Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan
de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea –
NetxGenerationEU**

7. Informes	62
7.1. Informes Regulares	62
7.2. Informes Especiales	63
8. Consultas y Contacto	63
9. Confidencialidad	64

**PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO,
INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES
PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE
Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan
de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea –
NetxGenerationEU**

1. Introducción

REDIMadrid es la Red Telemática de Investigación de la Comunidad de Madrid y en su trayectoria ha vivido la explosión de Internet que ha supuesto el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones como elemento fundamental de la sociedad de la información.

El objetivo principal de la Red Telemática de Investigación de la Comunidad de Madrid es la provisión de una infraestructura de alta fiabilidad, flexibilidad y capacidad que permita la experimentación de una amplia gama de servicios telemáticos, así como la puesta en marcha de multitud de aplicaciones y proyectos de investigación.

Se pretende también mejorar y favorecer el desarrollo del trabajo cooperativo entre grupos docentes, investigadores y del colectivo científico en general de las diferentes universidades y centros de investigación de la Comunidad de Madrid y posiblemente de otras instituciones, así como la interacción de diferentes grupos de trabajo interdisciplinarios dispersos, no necesariamente dentro del entorno académico.

Todos estos objetivos llevan al desarrollo de una serie de servicios que, de forma no exhaustiva, podemos ver listados a continuación:

- Servicios de Telefonía sobre IP / Videoconferencia.
- Servicios de Vídeo Bajo Demanda (VoD).
- Servicios de Teleeducación y Teleformación.
- Servicios de Telemedicina.
- Soporte de Redes Privadas Virtuales.
- Servicio de acceso a bases de datos multimedia (Bibliotecas Digitales).
- Servicios de Laboratorios Cooperativos (Laboratorios Virtuales).
- Sistemas de Tiempo Real de altas prestaciones.
- Experimentación de red piloto basada en IPv6 y QoS.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- Experiencias de Supercomputación en Red.
- Comunicaciones cuánticas
- Servicios Anti-DDoS.
- Comunicaciones cuánticas.

La combinación de los servicios anteriores se concreta en la necesidad de gran capacidad de transporte a bajo coste y la posibilidad de su ampliación, así como la utilización de Protocolos de Internet (IP) y servicios de nivel 2.

Las necesidades de los investigadores están cambiando y eso exige una estructura de comunicaciones en la que el énfasis esté en los servicios diferenciados y en la utilización de la red como medio de colaboración para grupos cerrados de usuarios o como parte de grandes experimentos científicos de carácter regional, nacional e internacional.

En la actualidad es responsabilidad de la Fundación IMDEA Software la gestión de REDIMadrid. A efectos del presente pliego técnico se utiliza “REDIMadrid” e “IMDEA Software” indistintamente para referirse a la entidad que publica el pliego y que solicita propuestas para el suministro que se describe en dicho pliego.

2. Objeto del contrato

El objeto de la presente licitación es el suministro de varios equipamientos de distribución de clave cuántica (QKD), con KMS y QRNG integrado, basado en varias tecnologías, destinados a ser utilizados en la nueva red de infraestructura de comunicaciones cuánticas MadQCI.

Además, también se deben suministrar cifradores para de IPsec como de MacSEC para poder utilizar las claves cuánticas que ofrecerán los equipos QKD.

Así mismo también forma parte del presente procedimiento un servicio de formación del equipamiento suministrado por el adjudicatario.

**PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO,
INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES
PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE
Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan
de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea –
NetxGenerationEU**

En este contexto, la red MadQCI es un instrumento con el que se han vertebrado varios proyectos de investigación y desarrollo desde el 2006 hasta estos momentos, cuando se ha alineado con la visión y misión de las iniciativas Quantum Flagship y EuroQCI. Esta red provee la base de conocimiento, técnica y tecnológica necesaria para el despliegue de la infraestructura estable para comunicaciones cuánticas y basada en fibra óptica que aspira crear el Plan Complementario de Comunicación Cuántica en la Comunidad de Madrid.

Los dispositivos de distribución cuántica de clave (QKD en adelante, por las siglas en inglés de quantum key distribution) son una tecnología de la información cuántica fundamental en el estado actual de las redes de información cuántica. La investigación, desarrollo e innovación en comunicaciones cuánticas exige el uso de laboratorios, maquetas y despliegues con características análogas a las industriales y comerciales. Esta condición es fundamental para tareas de transferencia de conocimiento al sector productivo como la normalización, la generación de casos de uso verosímiles, etc. Pero, de la misma forma, también existe la exigencia de incorporar componentes y equipos con características modulables y configurables para adaptar su funcionamiento a las tareas de investigación comprometidas.

Esta licitación forma parte del plan Complementario de Comunicaciones Cuánticas de la Comunidad de Madrid, proyecto MadQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y la Unión Europea con fondos NextGeneration EU en el marco del Plan de Transformación, Recuperación y Resiliencia (Componente 17 Inversión 01).

El detalle, las características y la forma en que debe realizarse el suministro con garantía del equipamiento objeto de la presente licitación se establece en los apartados siguientes.

El equipamiento deberá cumplir las condiciones de hardware indicadas en el apartado 3 “Requisitos Técnicos”

Se solicita el suministro y el soporte del equipamiento así como la instalación y configuración de los equipos objeto del suministro.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

2.1. Requisitos de información y publicidad

Los fondos que financian esta prestación tienen requisitos relativos a la información y publicidad de sus actuaciones. En consecuencia, el adjudicatario deberá incluir información o logos en la totalidad de los documentos, entregables, actos, etc. que formen parte de la ejecución del proyecto. En concreto, en toda la documentación que se genere susceptible de ser pública —como la formación abierta si se opta por ofertarla—, el adjudicatario deberá incorporar el conjunto de logos que figuran en la cabecera de este documento, así como el literal «Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia, financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU». El adjudicatario también observará lo requerido en la siguiente sección sobre inventariado, identificación y etiquetado.

Si el adjudicatario quiere incluir su logo en la documentación, deberá ser aprobado por IMDEA y siempre deberá ir después del logo de la Comunidad de Madrid.

2.2. Requisitos de inventariado, identificación y etiquetado de inventario

Es responsabilidad del adjudicatario proporcionar la información de inventario necesaria para el correcto seguimiento de los activos de REDIMadrid. El adjudicatario se compromete a colaborar de forma diligente para proporcionar la información necesaria con la que gestionar de forma efectiva el inventario de REDIMadrid.

Los activos materiales y fungibles vendrán etiquetados con el etiquetado proporcionado por REDIMadrid. El etiquetado de inventario debe cumplir las siguientes características:

- Material resistente al desgaste, al agua, a los disolventes, a la luz, a altas temperaturas, a la abrasión y con alta resistencia a rotura.
- Adhesivo anti-vandalismo, permanente, universal adaptable a distintas superficies.
- Impresión con tinta indeleble de larga duración.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- Los activos materiales vendrán grabados con estampados en superficies directamente visibles, con medios indelebles. El adjudicatario debe adoptar el procedimiento mejor adaptado según el tipo de superficie, plástica o metálica, donde se realice el grabado. Se grabará la siguiente información, siendo en todo momento perfectamente legible:
 - Logotipos: de REDIMadrid u otros definidos y proporcionados por REDIMadrid.
 - Código de inventario: si la hubiera, la codificación la proporcionará REDIMadrid.

En caso de sustitución del activo, el nuevo activo deberá ir etiquetado y grabado en iguales condiciones que el activo al que sustituye, de acuerdo a lo indicado en el punto [2.4](#) del presente pliego.

2.3. Requisitos de confidencialidad y de gestión de la propiedad intelectual e industrial

El adjudicatario guardará la confidencialidad sobre el contenido de la prestación, los datos o información a la que pueda tener acceso y limitará su uso a los fines de la ejecución del contrato. IMDEA Software podrá exigir la firma de un acuerdo de confidencialidad que concrete este requisito.

El adjudicatario se compromete a la devolución de todos los activos de que haya dispuesto para la prestación del servicio contratado, ya sean documentación, materiales, intangibles o fungibles. En los casos en que REDIMadrid lo estime necesario podrá exigir al adjudicatario certificaciones de destrucción de documentos o eliminación de información de los equipos empleados para la realización de los servicios objeto del presente pliego.

2.4. Requisitos de exigencia medioambiental. Condiciones especiales de ejecución.

Los fondos que financian esta prestación tienen requisitos relativos a la exigencia medioambiental. En concreto, acorde al artículo 5 de la Orden HFP/1030/2021, de 29

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

de septiembre, por la que se configura el sistema de gestión del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, el proyecto MadQuantum-CM debe cumplir con todos los siguientes extremos:

1. Las actividades que se desarrollan en el mismo no ocasionan un perjuicio significativo a los siguientes objetivos medioambientales, según el artículo 17 del Reglamento (UE) 2020/852, relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles mediante la implantación de un sistema de clasificación (o «taxonomía») de las actividades económicas medioambientalmente sostenibles:
 - Mitigación del cambio climático.
 - Adaptación al cambio climático.
 - Uso sostenible y protección de los recursos hídricos y marinos.
 - Economía circular, incluidos la prevención y el reciclado de residuos.
 - Prevención y control de la contaminación a la atmósfera, el agua o el suelo.
 - Protección y restauración de la biodiversidad y los ecosistemas.
2. Las actividades se adecuan a las características y condiciones fijadas para la componente 17, del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.
3. Las actividades que se desarrollan en el proyecto cumplirán la normativa medioambiental vigente que resulte de aplicación.
4. Las actividades que se desarrollan no están excluidas para su financiación por el Plan al no cumplir el principio DNSH, conforme a la Guía técnica sobre la aplicación del principio de «no causar un perjuicio significativo» en virtud del Reglamento relativo al Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (2021/C 58/01)30, a la Propuesta de Decisión de Ejecución del Consejo, relativa a la aprobación de la evaluación del plan de recuperación y resiliencia de España y a su correspondiente Anexo.
5. Las actividades que se desarrollan no causan efectos directos sobre el medioambiente, ni efectos indirectos primarios en todo su ciclo de vida, entendiendo como tales aquéllos que pudieran materializarse tras su finalización, una vez realizada la actividad.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

En consecuencia, el adjudicatario se compromete a respetar los principios de economía circular y evitar impactos negativos significativos en el medio ambiente («DNSH» por sus siglas en inglés «do no significant harm») en la ejecución de las actuaciones llevadas a cabo.

Tras la firma del contrato, el adjudicatario entregará en el plazo máximo de VEINTE (20) días hábiles la autoevaluación justificativa de que las actuaciones a realizar en la ejecución del contrato cumplen con el principio “do not significant harm, DNSH”, “no causar perjuicio significativo al medioambiente” (memoria DNSH), en cumplimiento del artículo 17 Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020.

Para la mitigación del cambio climático, se solicita la etiqueta ecológica EU.

En el caso de sustitución total de productos, será necesario un informe o memoria explicativa en la que se deje constancia de que los nuevos productos son de una calidad equivalente a los iniciales y cumplen con los mismos criterios que los productos ofrecidos en la oferta, esta sustitución deberá aprobarse por la Fundación IMDEA Software.

Se establecerán controles periódicos de la calidad se atenderá a las cláusulas de penalización del PCAP para aquellas situaciones en las que se detecte que la calidad de los equipos suministrados no se ajusta con la indicada en la oferta presentada.

2.5. Requisitos de Inclusión de Logotipos en la Documentación

La documentación administrativa del contrato, incluyendo todos los informes que se remitan por el contratista, deberán contener un encabezado con logotipos de uso obligatorio. Si el contratista desea incluir su logotipo, deberá consultar la manera adecuada de hacerlo, teniendo que ser aprobado para asegurar el cumplimiento de las medidas de publicidad de los financiadores (Comunidad de Madrid y Ministerio de Ciencia e Innovación a través del Plan de Transformación y Resiliencia con Fondos NextGeneration-EU).

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

2.6. Compromiso de Firma de Documentación DACI

La presentación de una oferta conlleva el compromiso expreso de formalizar la firma de la documentación correspondiente a las "DACIs", tal y como se establece en los términos y condiciones recogidos en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP).

3. Requisitos Técnicos

3.1. Requisitos Técnicos de los equipos QKD

En los siguientes subapartados se detallan los requisitos o funcionalidades mínimas que deben cumplir los equipos QKD ofertados por el licitador.

Los requisitos enumerados en los siguientes apartados son requisitos mínimos de obligado cumplimiento. Las propuestas que ofrezcan características inferiores no serán tomadas en consideración en el presente procedimiento de adjudicación:

Requisitos generales

- Se requiere que todo el Suministro que se oferte no se encuentre incluido en procesos de discontinuidad, descatalogación o fin de vida del fabricante. Además, el adjudicatario deberá garantizar la vigencia del Suministro y Soporte, como mínimo, durante los **TRES** años siguientes a la adjudicación del presente pliego.
- El equipamiento propuesto debe incluir las funcionalidades y prestaciones requeridas en el presente pliego técnico, tanto las generales como las particulares.
- El equipamiento se suministrará provisionado y configurado con todos sus elementos redundados, en caso de que se soliciten, tales como fuentes de alimentación, ventiladores, así como cualquier otra tarjeta del plano de control adicional, que por arquitectura del equipamiento, pueda tener una configuración en redundancia.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- Los equipos deberán ocupar la menor huella de rack posible.
- La versión del sistema operativo que el adjudicatario instale en el equipo será la más actualizada y estable que exista en el momento del suministro, la cual implementará todas las funcionalidades especificadas en el presente pliego. En cualquier caso esta versión será consensuada con el personal de REDIMadrid. También se debe incluir todas aquellas licencias que fueran necesarias para utilizar dichas funcionalidades.
- Se incluirán todas las licencias necesarias y software necesario para el cumplimiento de las características requeridas durante la vida útil del equipamiento. Los equipos deberán mantener la funcionalidad descrita una vez finalizado el contrato, no dependiendo dicha funcionalidad de licencias con vigencia limitada a la duración del contrato, es decir, las licencias deben ser sin fecha de vencimiento.
- Salvo que se indique lo contrario, el suministro debe hacerse como pares de dispositivos QKD formados por una unidad transmisora y una receptora capaces de operar de forma conjunta para generar la clave criptográfica por sí solos.
- En el caso de suministrarse tecnologías con configuraciones específicas, como dispositivos MDI-QKD o basados en pares entrelazados (no aplica en esta licitación), se sigue entendiendo por par QKD al conjunto de elementos capaces de generar la clave entre dos puntos, incluyendo sus relés intermedios o unidades de generación de pares entrelazados, por ejemplo.
- En ningún caso, se entenderá como par QKD asociaciones de clave que no se generen directamente de correlaciones cuánticas fruto de ejecutar protocolos cuánticos (p. ej., protocolos de preparación y medida de cúbits como el BB84 o de codificación de información en pares entrelazados cuánticos como el E91). Específicamente, no se entenderá como par QKD al resultado de ejecutar protocolos de reenvío o de transporte de clave mediante su cifrado, incluso cuando este cifrado garantice definiciones de seguridad habituales en la criptografía cuántica como las denominadas «information-theoretic security» o «quantum safe». Asimismo, no se entenderá como par QKD al resultado de ejecutar protocolos propios de la criptografía denominada «post-cuántica».
- En el caso de dispositivos que necesiten de otros sistemas, como sistemas informáticos servidores (de post-procesado, de gestión de clave, de autenticación, etc.) o

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

dispositivos de red, por poner ejemplos, estos deben ser también suministrados sin un coste adicional.

- Asimismo, de ser necesario, se suministrará cualquier elemento fungible —como dispositivos de lectura de tarjetas o tokens— e intangible —como software o licencias— que permita la operación del suministro durante un mínimo de CINCO (5) años.
- El sistema deberá disponer de interfaces de gestión accesibles tanto por línea de comandos (SSH) como mediante interfaz web (HTTP/HTTPS), y garantizar una conectividad mínima de 1 Gbps.
- Deberá proporcionar soporte para el protocolo SNMP (versiones v2c y/o v3), con el fin de permitir su monitorización y gestión automatizada a través de plataformas de gestión de red (NMS), facilitando así su integración en entornos de operación centralizada.
- El sistema deberá estar basado en una arquitectura abierta que ofrezca interfaces programáticas mediante APIs REST, lo cual permitirá una comunicación estandarizada, eficiente y escalable con otras aplicaciones y servicios del entorno.

Requisitos de instalación y operación ambiental

- Se requiere que pueda instalarse en un rack o bastidor estándar. El adjudicatario debe suministrar todos los elementos accesorios para lograrlo, como los raíles adecuados para ello.
- Deben poder operar en las condiciones típicas de temperatura, humedad de los centros de datos en las universidades y con los estándares europeos de alimentación eléctrica.
- El suministro debe poder operar en entornos industriales o profesionales y estar listos para su despliegue en centros de cálculo y oficinas centrales en producción.
- Deben poder operar en las condiciones típicas de temperatura, esto es entre 0 y 40 grados a 1000m de altitud, humedad de entre 5 % y 90 % sin condensación, habitua-

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

les en los centros de datos en las universidades de la comunidad de Madrid y con los estándares europeos de alimentación eléctrica.

- Se requiere tipo de alimentación eléctrica AC 220V - 50Hz, con redundancia de fuente de alimentación si se solicita. Es decir, cada equipo tendrá al menos dos fuentes de alimentación, en una configuración automática de respaldo, en caso de que se solicite.

Compatibilidad e Interoperabilidad Estándar

Cada par de dispositivos QKD deberá garantizar la distribución de claves criptográficas a través de interfaces que sigan estándares reconocidos internacionalmente, específicamente aquellos definidos por el grupo de trabajo ETSI ISG QKD. En particular, se considerarán válidas las implementaciones que cumplan con las especificaciones técnicas ETSI GS QKD 004 y/o ETSI GS QKD 014.

El cumplimiento de estas normas tiene como objetivo asegurar la interoperabilidad con otros sistemas de distribución cuántica de claves, independientemente del fabricante, facilitando así la integración en infraestructuras existentes y promoviendo una arquitectura abierta y flexible.

Capacidades de Gestión y Reconfiguración Remota

Cada par QKD deberá disponer de un mecanismo de reconfiguración que permita su gestión flexible y eficiente, apoyándose en técnicas avanzadas propias de la ingeniería del software. Esta capacidad de reconfiguración deberá facilitar tanto la operación local como la integración en infraestructuras distribuidas y automatizadas.

En concreto, el sistema deberá ser accesible a través de interfaces informáticas estandarizadas, tales como APIs (Application Programming Interfaces), que permitan la interacción programática con el equipo. Asimismo, será necesario la inclusión de mecanismos basados en llamadas a procedimientos remotos (RPC), así como el uso de intérpretes de lenguajes de scripting que permitan la ejecución dinámica de comandos o scripts para tareas de mantenimiento, configuración o actualización.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE **Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU**

Adicionalmente, deberá ofrecer compatibilidad con protocolos de gestión ampliamente utilizados en entornos de red y telecomunicaciones, tales como SNMP (Simple Network Management Protocol), NETCONF o RESTCONF, que permitan la monitorización y configuración remota del sistema. Esta funcionalidad asegurará una adecuada integración con plataformas de orquestación y supervisión de red, contribuyendo a la escalabilidad, interoperabilidad y resiliencia de la infraestructura cuántica.

Despliegue, Integración y Puesta en Funcionamiento

Cada par QKD deberá ser instalado, configurado y puesto en funcionamiento en la ubicación designada por IMDEA Software, situada en la Comunidad de Madrid, España. El adjudicatario será responsable de la correcta gestión de los residuos generados durante la instalación, prestando especial atención a aquellos susceptibles de reciclaje y cumpliendo con la normativa medioambiental vigente en cada emplazamiento. Asimismo, deberá atender los requisitos operativos del lugar, tales como los calendarios y horarios permitidos, los procedimientos de acceso e identificación del personal técnico, y cualquier otra condición habitual en entornos como centros de datos o instalaciones corporativas.

El proceso de instalación deberá ejecutarse de manera que no interfiera de forma significativa con la infraestructura existente ni con otros equipos ya instalados. El diseño físico de los dispositivos debe evitar obstáculos mecánicos o incompatibilidades con el entorno —por ejemplo, no se aceptarán componentes salientes que impidan el cierre correcto de los armarios o racks—. En caso de requerirse modificaciones estructurales en la infraestructura del centro, estas deberán ser previamente aprobadas por IMDEA Software.

Una vez completada la instalación, los equipos deberán poder ser reubicados por el personal autorizado de IMDEA Software en cualquier otro emplazamiento, sin requerir herramientas o elementos exclusivos que limiten esta acción. No se permitirá el uso de sistemas de fijación no estándar, como tornillería especial o mecanismos de bloqueo que impidan la manipulación por parte del personal técnico. En caso de que se produzcan bloqueos o desconfiguraciones derivadas de estas reubicaciones —como puede ser la activación de un sistema antimanipulación—, el adjudicatario deberá facilitar su resolución sin coste adicional. Asimismo, cualquier modificación física del equipamiento

**PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO,
INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES
PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE
Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan
de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea –
NetxGenerationEU**

(recortes, sellados, eliminación de componentes, etc.) deberá contar con la autorización expresa de IMDEA Software.

Además, aunque IMDEA Software pueda realizar internamente reubicaciones, el adjudicatario deberá ofrecer el servicio de traslado e instalación completa del equipamiento —incluyendo su correcta configuración— al menos en tres (3) ocasiones por cada pareja QKD, durante un periodo de CINCO (5) años desde la aceptación formal del proyecto.

3.1.1. Funcionalidades del par QKD-CV

El equipamiento objeto de esta adquisición corresponde a un sistema completo de distribución cuántica de claves (QKD, por sus siglas en inglés) compuesto por un par de nodos QKD —emisores y receptores— cuya tecnología de generación, transmisión y detección de información cuántica esté basada en técnicas de variables continuas (CV-QKD).

Además, el sistema debe estar diseñado para operar en entornos de telecomunicaciones avanzados, concretamente en aquellos donde se utilice la banda C del espectro óptico (entre 1530 nm y 1565 nm). Por tanto, se requiere expresamente que el sistema QKD sea capaz de coexistir de forma eficiente y segura con canales ópticos multiplexados por longitud de onda (WDM), en particular con lambdas comerciales ya desplegadas en esa misma banda C, sin requerir un canal dedicado o aislado exclusivamente para el canal cuántico. Esto implica una adecuada gestión de la interferencia óptica, el ruido introducido por otros canales, y la compatibilidad con los estándares de redes ópticas DWDM.

Esta capacidad de coexistencia es un requisito fundamental, dado que el objetivo del proyecto es desplegar una infraestructura de comunicaciones cuánticas integrada sobre redes ópticas metropolitanas ya existentes, compartidas con servicios clásicos.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

Requisitos de Rendimiento Mínimo

- El sistema QKD deberá estar diseñado para operar de forma fiable en enlaces ópticos cuya atenuación total en el canal cuántico no supere los **18 dB de pérdida óptica**. Este valor se refiere a la pérdida total del enlace desde el emisor hasta el receptor, incluyendo atenuaciones por fibra óptica, conectores, empalmes, filtros, divisores, y cualquier otro componente pasivo presente en el trayecto del canal cuántico. El sistema deberá garantizar la viabilidad de la distribución de claves cuánticas dentro de este margen, manteniendo condiciones operativas estables y seguras bajo los parámetros definidos por su protocolo de funcionamiento.
- El par de dispositivos QKD deberá ser capaz de alcanzar una tasa mínima de generación de clave criptográfica simétrica sin errores de al menos **2 kilobits por segundo (2 kb/s)**, en todo el rango de pérdidas ópticas comprendido hasta los **14 dB**, dentro del espectro correspondiente a la banda C (longitudes de onda entre 1530 nm y 1565 nm). Esta generación de clave debe lograrse manteniendo un QBER (Quantum Bit Error Rate) dentro de los límites aceptables para garantizar la seguridad del protocolo cuántico implementado, incluyendo las fases de sifting, reconciliación y privacidad.

Asimismo, se requiere que el sistema pueda operar en enlaces de fibra sin un umbral mínimo de longitud, es decir, que funcione correctamente incluso en instalaciones donde los nodos QKD estén separados por menos de 1 kilómetro.

Parámetros Ópticos

- El sistema QKD debe operar dentro de la banda C, correspondiente al rango de longitudes de onda entre 1530 nm y 1565 nm, que es la banda de mayor uso para comunicaciones ópticas de alta capacidad. En particular, se debe garantizar que el equipo esté configurado para operar específicamente en el **canal 32** de la red DWDM, correspondiente a una longitud de onda de **1551.72 nm**, que se encuentra dentro de la mencionada banda C.

Aunque en la configuración inicial se haya definido un canal y una frecuencia determinados para la operación del sistema, sería altamente recomendable que este

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

permita su reconfiguración posterior. En particular, se considera ideal que el equipo pueda operar en cualquiera de los canales comprendidos entre el 30 y el 40 de la rejilla DWDM, de forma flexible y sin necesidad de sustituir componentes físicos. Esta capacidad de ajuste facilitaría la adaptación a cambios futuros en la planificación espectral, así como una mejor integración en entornos de red dinámicos donde la asignación de canales pueda variar por motivos técnicos o de coordinación entre operadores.

El diseño del sistema debe asegurar que la mayor parte de la potencia de la señal cuántica se concentre dentro de un único canal de 100 GHz de ancho, y que esta potencia esté centrada en una frecuencia normalizada dentro de la rejilla DWDM de 100 GHz. Esto significa que la señal cuántica generada por el par QKD debe ser compatible con la estructura de canalización estándar utilizada en las redes de comunicación DWDM, asegurando que la señal cuántica se mantenga dentro de los márgenes de frecuencia definidos para una transmisión eficiente y sin interferencias con otros canales ópticos.

Otros Parámetros y Requerimientos Adicionales

- **Fibra requerida para el canal cuántico:** El sistema debe requerir únicamente una fibra óptica para la transmisión del canal cuántico.
- **Co-propagación con tráfico clásico:** El sistema debe ser capaz de operar de forma simultánea con tráfico de datos convencional en la banda C, incluyendo entornos con redes DWDM y canales clásicos amplificadas, sin degradación significativa del rendimiento cuántico.
- **Canal de posprocesamiento:** Este canal debe basarse en conectividad TCP/IP, siendo compatible con interfaces LAN RJ45 o módulos SFP. Adicionalmente, se podrá insertar en el mismo canal óptico que el canal cuántico, para optimizar el uso de recursos de red.
- **Canal de sincronización:** En caso de ser necesario, la sincronización pueda realizarse a través de TCP/IP mediante RJ45 o SFP, o integrarse en el mismo canal óptico que el canal cuántico, evitando así el uso de canales adicionales dentro de la red DWDM.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

Condiciones de Diseño e Instalación

- En este caso, todas las funcionalidades del par QKD (por ejemplo, pero no requeridos, de postprocesado, de gestión de clave, de autenticación, etc.) deben estar contenidas en un único par de equipos emisor y receptor. Además, estos dos equipos deben estar diseñados específicamente para su instalación en un gabinete tipo rack de 19 pulgadas y 800 mm de fondo, y ocupar un máximo de 3U de altura cada equipo. Si los equipos precisan de elementos auxiliares, como paneles de organización de cableado, sólo se permitirá el uso de 1U adicional. Por último, deberán usar un flujo de ventilación de adelante a atrás o viceversa, no pudiendo ser, en ningún caso, ventilación lateral.

El enlace en el que se instale el par QKD podría presentar pérdidas ópticas cercanas a 0 dB. En este caso, el adjudicatario podrá instalar algún elemento óptico accesorio (p. ej. un atenuador) durante la puesta en marcha del equipo que permita afinar las pérdidas para conseguir un régimen de funcionamiento en el que se genere la tasa de clave requerida, pero debe ser un accesorio extraíble por el personal de IMDEA Software.

KMS y QRNG Integrado en los equipos QKD

El par de equipos QKD-CV deberá contar con un sistema de gestión de claves (KMS) y un generador cuántico de números aleatorios (QRNG) integrados, fundamentales para la operación segura y autónoma del sistema. A continuación, se detallan los requisitos mínimos exigidos:

KMS (Key Management System)

- Gestión segura de las claves generadas mediante protocolos QKD.
- Compatibilidad con estándares reconocidos de seguridad cuántica como ETSI GS QKD 014, ETSI GS QKD 004, SKIP, entre otros.
- Capacidad para distribuir claves dinámicamente y en tiempo real a múltiples dispositivos y aplicaciones.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- Soporte para autenticación y autorización segura de usuarios y dispositivos.
- Mecanismos de respaldo y recuperación de claves sin comprometer su confidencialidad o integridad.
- Protección frente a ataques de canal lateral, manipulación física o accesos no autorizados.
- Registro de auditoría y monitoreo en tiempo real del acceso, distribución y uso de las claves.

QRNG (Quantum Random Number Generator) Los sistemas deberán generar números aleatorios a partir de la medición de fenómenos físicos modelados conforme a los principios de la teoría de la información cuántica. En ningún caso se considerará un sistema QRNG aquel cuya generación de números aleatorios no derive directamente de fenómenos físicos de naturaleza cuántica.

Específicamente, se excluyen aquellos generadores de números aleatorios basados en técnicas criptográficas denominadas «post-cuánticas».

- Generación de entropía basada en procesos cuánticos físicamente impredecibles (p.ej., fluctuaciones del vacío o ruido cuántico).
- El rendimiento de los sistemas deberá ser superior a **10 Mb/s** de números aleatorios generados mediante mecanismos cuánticos y procesados mediante técnicas de post-procesado que garanticen la máxima calidad y seguridad criptográfica del material entregado.
- Verificación o certificación independiente conforme a pruebas estadísticas reconocidas (NIST, DieHard, etc.).
- Integración directa con el sistema KMS interno para su uso criptográfico y distribución segura.
- Protección contra interferencias externas o desviaciones en el mecanismo físico de generación.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- Funcionamiento autónomo e ininterrumpido como fuente primaria de entropía del sistema.

3.1.2. Funcionalidades del par QKD-DV

El equipamiento objeto de esta adquisición corresponde a un sistema completo de distribución cuántica de claves (QKD, por sus siglas en inglés) compuesto por un par de nodos QKD —emisores y receptores— cuya tecnología de generación, transmisión y detección de información cuántica esté basada en técnicas de variables discreta (DV-QKD).

El sistema requerido deberá estar específicamente diseñado para funcionar dentro del rango de la **banda O del espectro óptico**, comprendida aproximadamente entre 1260 nm y 1360 nm.

Requisitos de Rendimiento Mínimo

- El sistema QKD deberá estar diseñado para operar de forma fiable en enlaces ópticos cuya atenuación total (en banda O) en el canal cuántico no supere los **24 dB de pérdida óptica**. Este valor se refiere a la pérdida total del enlace desde el emisor hasta el receptor, incluyendo atenuaciones por fibra óptica, conectores, empalmes, filtros, divisores, y cualquier otro componente pasivo presente en el trayecto del canal cuántico. El sistema deberá garantizar la viabilidad de la distribución de claves cuánticas dentro de este margen, manteniendo condiciones operativas estables y seguras bajo los parámetros definidos por su protocolo de funcionamiento.
- El par de dispositivos QKD deberá ser capaz de alcanzar una tasa mínima de generación de clave criptográfica simétrica sin errores de al menos **2 kilobits por segundo (2 kb/s)**, en todo el rango de pérdidas ópticas comprendido hasta los **18 dB**, dentro del espectro correspondiente a la banda O (longitudes de onda entre 1260 nm y 1360 nm). Esta generación de clave debe lograrse manteniendo un QBER (Quantum Bit Error Rate) dentro de los límites aceptables para garantizar la seguridad del protocolo cuántico implementado, incluyendo las fases de sifting, reconciliación y privacidad.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

Asimismo, se requiere que el sistema pueda operar en enlaces de fibra sin un umbral mínimo de longitud, es decir, que funcione correctamente incluso en instalaciones donde los nodos QKD estén separados por menos de 1 kilómetro.

Parámetros Ópticos

- El sistema QKD debe operar dentro de la banda O, correspondiente al rango de longitudes de onda entre 1260 nm y 1360 nm. En particular, se debe garantizar que el equipo esté configurado para operar específicamente la longitud de onda de **1310 nm**, que se encuentra dentro de la mencionada banda O.

Otros Parámetros y Requerimientos Adicionales

- **Fibra requerida para el canal cuántico:** El sistema debe requerir únicamente una fibra óptica (dos hilos) para la transmisión del canal cuántico.
- **Canal de posprocesamiento:** Idealmente, este canal debe basarse en conectividad TCP/IP, siendo compatible con interfaces LAN RJ45 o módulos SFP. Adicionalmente, se podrá insertar en el mismo canal óptico que el canal cuántico, para optimizar el uso de recursos de red, como ultimo recurso, se permitirá que se use otro canal dentro de la red DWDM.
- **Canal de sincronización:** En caso de ser necesario, la sincronización puede realizarse a través de TCP/IP mediante RJ45 o SFP, o integrarse en el mismo canal óptico que el canal cuántico, evitando así el uso de canales adicionales dentro de la red DWDM. En caso de que la sincronización no esté disponible a través de TCP/IP ni utilizando el mismo canal óptico de transmisión, se permitirá el uso de un canal alternativo, siempre que este se ajuste a la planificación de canales definida para la red y no interfiera con los servicios existentes.

Condiciones de Diseño e Instalación

- En este caso, todas las funcionalidades del par QKD (por ejemplo, pero no requeridos, de postprocesado, de gestión de clave, de autenticación, etc.) deben estar

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

contenidas en un único par de equipos emisor y receptor. Además, estos dos equipos deben estar diseñados específicamente para su instalación en un gabinete tipo rack de 19 pulgadas y 800 mm de fondo, y ocupar un máximo de 3U de altura cada equipo. Si los equipos precisan de elementos auxiliares, como paneles de organización de cableado, sólo se permitirá el uso de 1U adicional. Por último, deberán usar un flujo de ventilación de adelante a atrás o viceversa, no pudiendo ser, en ningún caso, ventilación lateral.

El enlace en el que se instale el par QKD podría presentar pérdidas ópticas cercanas a 0 dB. En este caso, el adjudicatario podrá instalar algún elemento óptico accesorio (p. ej. un atenuador) durante la puesta en marcha del equipo que permita afinar las pérdidas para conseguir un régimen de funcionamiento en el que se genere la tasa de clave requerida, pero debe ser un accesorio extraíble por el personal de IMDEA Software.

KMS y QRNG Integrado

El par de equipos QKD-CV deberá contar con un sistema de gestión de claves (KMS) y un generador cuántico de números aleatorios (QRNG) integrados, fundamentales para la operación segura y autónoma del sistema. A continuación, se detallan los requisitos mínimos exigidos:

KMS (Key Management System)

- Gestión segura de las claves generadas mediante protocolos QKD.
- Compatibilidad con estándares reconocidos de seguridad cuántica como ETSI GS QKD 014, ETSI GS QKD 004, SKIP, entre otros.
- Capacidad para distribuir claves dinámicamente y en tiempo real a múltiples dispositivos y aplicaciones.
- Soporte para autenticación y autorización segura de usuarios y dispositivos.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- Mecanismos de respaldo y recuperación de claves sin comprometer su confidencialidad o integridad.
- Protección frente a ataques de canal lateral, manipulación física o accesos no autorizados.
- Registro de auditoría y monitoreo en tiempo real del acceso, distribución y uso de las claves.

QRNG (Quantum Random Number Generator)

- Generación de entropía basada en procesos cuánticos físicamente impredecibles (p.ej., fluctuaciones del vacío o ruido cuántico).
- Tasa mínima de generación de bits aleatorios de al menos 1 Mbps de entropía verdadera.
- Verificación o certificación independiente conforme a pruebas estadísticas reconocidas (NIST, DieHard, etc.).
- Integración directa con el sistema KMS para su uso criptográfico y distribución segura.
- Protección contra interferencias externas o desviaciones en el mecanismo físico de generación.
- Funcionamiento autónomo e ininterrumpido como fuente primaria de entropía del sistema.

3.1.3. Requisitos para el Gestor de los equipos QKD

Se deben suministrar sin coste adicional, todas las licencias necesarias para el correcto funcionamiento de la gestión de los equipos en los términos descritos en los siguientes bullets.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- El equipo debe disponer de Soporte de gestión mediante acceso CLI y/o aplicación embebida (Web o JAVA por ejemplo) en el propio equipo óptico.
- Al equipo se podrá conectar con seguridad en el acceso remoto para la gestión: SSHv2.
- El equipo deberá tener acceso local para la gestión por puerto consola.
- El equipamiento soporta el protocolo SNMP (v2 y v3) para la exportación de alarmas, eventos y la realización de consultas informativas y gestión de los dispositivos.
- Toda la infraestructura suministrada podrá ser gestionada de manera centralizada y sin pérdida de funcionalidad mediante las herramientas de que IMDEA Software dispone en la actualidad, como son Zabbix y Grafana.
- Se deben aportar el árbol MIB SNMP del equipamiento para su posterior integración con estos sistemas de gestión.
- Debe incluir interfaces abiertas, basadas en estándares, para permitir la integración con otras plataformas de gestión. Permitirá exportar la información de alarmas, configuraciones y de rendimiento entre otras, hacia sistemas externos.
- Estas interfaces abiertas basadas en estándares deben permitir consultar y extraer información de: inventario, números de serie, servicios, información topológica de la red, etc.
- El acceso de los usuarios será autenticado (acceso seguro).
- El acceso de los usuarios será concurrente, incluso de diferentes dominios de gestión o administrativos. Se deben incluir, en caso de ser necesarias, las licencias para el acceso concurrente de, al menos, 10 usuarios diferentes.
- El sistema de gestión realizará accounting de las acciones de cada usuario; deberá guardar log de cada sesión y estadísticas relativas tanto a la sesión como por usuario y grupo, así como un histórico de dichos datos.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

3.2. Requisitos Técnicos de los cifradores

El equipamiento incluido en esta adquisición consiste en cuatro dispositivos capaces de implementar IPsec, cumpliendo con los requisitos especificados en 3.2.1, y cuatro dispositivos capaces de implementar MacSEC, conforme a las especificaciones técnicas detalladas en 3.2.2.

Al igual que con el equipamiento QKD, el adjudicatario deberá ofrecer el servicio de traslado e instalación completa del equipamiento —incluyendo su correcta configuración— al menos en tres (3) ocasiones por cada pareja de cifradores, durante un periodo de CINCO (5) años desde la aceptación formal del proyecto.

3.2.1. Seguridad de Capa 3: cifradores IPsec

- El dispositivo deberá soportar IPsec en modo túnel y transporte conforme a la RFC4303 para tráfico IPv4 e IPv6, garantizando confidencialidad, integridad y autenticación extremo a extremo.
- El dispositivo deberá implementar IKEv2 (RFC7296) con opción de retrocompatibilidad IKEv1 (Main / Aggressive Mode), permitiendo negociación automática de parámetros de seguridad.
- El dispositivo deberá implementar autenticación mediante firmas (Signature authentication) en IKEv2(RFC7427) basadas en los algoritmos de hash SHA256, SHA384, y SHA512.
- El dispositivo deberá admitir autenticación de pares mediante certificados X.509 (PKI) y claves pre-compartidas (PSK) de hasta 64 octetos, configurables mediante CLI, SNMP, NETCONF o RESTCONF.
- El dispositivo deberá soportar suites de cifrado AES-GCM-192/256, AES-CBC-192/256 y ChaCha20-Poly1305, con algoritmos de integridad SHA-256 / SHA-384 / SHA- 512, y capacidad de cambio de suite sin interrupción del tráfico (hitless re-key).

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- El dispositivo deberá ofrecer Perfect Forward Secrecy (PFS) con grupos Diffie-Hellman 14, 15, 16 y 19 (ECDH), y regeneración de claves IKE/Child SA en intervalos configurables menores o iguales a 24h.
- El dispositivo deberá permitir al menos 100 túneles IPsec concurrentes con un throughput agregado ≥ 2.5 Gb/s y latencia añadida ≥ 40 μ s para paquetes de 64 bytes.
- El dispositivo deberá soportar ventana anti-replay de al menos 64 bits y ser configurable hasta al menos 1024bits, protegiendo contra ataques de repetición sin impacto en el rendimiento. También deberá estar disponible la opción de deshabilitar la función de anti-reply.
- El dispositivo deberá ser compatible con NAT Traversal (UDP 4500) y detectar pares detrás de NAT sin intervención manual.
- El dispositivo deberá permitir fragmentación IKEv2 y Path MTU Discovery (PMTUD) para evitar fragmentos IP no deseados en redes intermedias. Adicionalmente, el equipo deberá poder borrar el bit do-not-fragment de la cabecera de todos los paquetes IP entrantes en el túnel IPSEC.
- El dispositivo deberá soportar redireccionamiento dinámico de tráfico sobre túneles mediante OSPF, IS-IS y BGP (VPN IPsec basada en rutas), y preservar marcas QoS/DSCP a través del encapsulado.
- El dispositivo deberá proporcionar alta disponibilidad con conmutación de SA en modo activa/activa y sincronización de estado entre controladoras redundantes en menos de 1 segundo.
- El dispositivo deberá exponer contadores y alarmas IPsec (paquetes cifrados, errores de autenticación, eventos de re-key, DPD) vía SNMPv3, NETCONF/YANG, RESTCONF y syslog sobre TLS para auditoría.
- El dispositivo deberá ofrecer detección de par caído (DPD / IKEv2 liveness) con temporizador configurable mínimo de 10 segundos, y cierre de SA inactiva en menos de 30 segundos tras su detección.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- El dispositivo deberá incluir un modo de diagnóstico que permita loopback cifrado, captura de paquetes IPsec a velocidad de línea y pruebas de rendimiento integradas sin afectar al tráfico de producción.
- El dispositivo deberá soportar tráfico multicast en los túneles IPSEC y el protocolo PIM (Protocol Independent Multicast).

Requisitos Específicos para PQC

- El dispositivo deberá permitir la renegociación *hitless* de SA cuando se actualice de un algoritmo clásico a uno PQC o híbrido, manteniendo la ventana *anti-replay* íntegra y sin pérdida de paquetes.
- El dispositivo deberá soportar Post-quantum Preshared Keys (PPKs) utilizando perfiles de claves estáticos o mediante la integración de un gestor de claves cuántico (Quantum Key Manager - KME) fuera de banda. Esta implementación permitirá la distribución de claves precompartidas de manera segura utilizando tecnologías post-cuánticas, garantizando así una protección adicional frente a amenazas de computadoras cuánticas. Los PPKs deberán ser compatibles con los protocolos de seguridad existentes como IKEv2 y se deberán gestionar de acuerdo con los estándares de criptografía post-cuántica para su uso en redes seguras.

Los requisitos que se detallan a continuación no tienen carácter obligatorio en esta licitación. No obstante, se consideraría altamente recomendable que el equipamiento ofertado disponga de estas funcionalidades o características, aunque no estén necesariamente disponibles desde el momento de la puesta en servicio inicial. La posibilidad de incorporar estas capacidades en fases posteriores —ya sea mediante actualizaciones de firmware, licencias adicionales o ampliaciones de hardware— sería ideal, ya que permitiría una evolución más flexible del sistema ante futuras necesidades operativas o tecnológicas.

- El dispositivo deberá implementar grupos de intercambio de claves PQC definidos en el IETF `draft-ipsecme-ikev2-multiple-ke` (por ejemplo, ML-KEM-768 y BIKE-R3-Level-1), con modo híbrido ECDH + KEM.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- El dispositivo deberá soportar certificados X.509 con firmas PQC (por ejemplo, Dilithium3 según `draft-ietf-lamps-dilithium-certificates`) y validar cadenas híbridas RSA/ECDSA + PQC.

Requisitos Específicos para QKD

El sistema *Key Management System* (KMS) integrado en el equipo de QKD ofrecerá la clave cuántica con las interfaces estandarizadas definidas por ETSI para garantizar la interoperabilidad y futura evolución del sistema. Específicamente, se ofrecerá la clave mediante las interfaces:

- **ETSI GS QKD 014:** Interfaz para el intercambio seguro de claves entre el KMS y aplicaciones de red.
- **ETSI GS QKD 004:** Interfaz de control y gestión para la integración del sistema QKD con sistemas de gestión de red.
- **SKIP (Standardised Key Interface Protocol):** Protocolo emergente de interoperabilidad para sistemas QKD.
- **Otras interfaces estándar o propietarias,** que puedan considerarse relevantes en función de la madurez del producto y su compatibilidad con la infraestructura objetivo.

Pese a estos avances normativos, debe tenerse en cuenta que la tecnología QKD aún se encuentra en proceso de maduración industrial. En consecuencia, es razonable considerar que ciertas funcionalidades asociadas a la provisión de claves o a la gestión del sistema QKD puedan requerir inicialmente configuraciones específicas, desarrollos ad-hoc o la ejecución de scripts proporcionados por los servicios profesionales del fabricante. Estas implementaciones deberán garantizar trazabilidad, soporte y seguridad operativa hasta que dichas funcionalidades queden completamente integradas en el producto de forma estandarizada.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

Actualmente, la disponibilidad comercial de soluciones que integren Quantum Key Distribution (QKD) con redes IP mediante cifrado IPsec en capa 3 (nivel de red) es todavía muy limitada. Sin embargo, existen avances significativos hacia la estandarización de esta integración, destacando la **RFC 8784** (*Quantum Key Distribution Protocol Support for IKEv2*), que establece los mecanismos necesarios para utilizar claves cuánticas generadas por sistemas QKD dentro del proceso de negociación de seguridad del protocolo IKEv2. Esta especificación permite aprovechar QKD como fuente de entropía para la generación de claves simétricas en entornos IPsec, abriendo así el camino hacia arquitecturas híbridas con mayor resistencia frente a amenazas post-cuánticas, todo ello sin modificar sustancialmente las infraestructuras de red existentes.

Referencia: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc8784>

A pesar de los avances, es importante señalar que la tecnología QKD aún se encuentra en fase de maduración industrial. Por ello, se considera aceptable que algunas funcionalidades asociadas a la integración de claves o el control de dispositivos QKD deban ser implementadas inicialmente mediante mecanismos personalizados o intervención manual (como scripts proporcionados por servicios profesionales del fabricante), siempre que se garantice su trazabilidad, soporte y seguridad en la operación.

Requisitos de instalación y operación ambiental

- El sistema estará compuesto por tantos equipos sea necesario para soportar las comunicaciones remotas entre dos emplazamientos remotos, siempre y cuando el conjunto por emplazamiento no supere las 2U de altura. Los equipos serán enracables en armarios rack dine 19 pulgadas de 800 mm de fondo.
- Se requiere que pueda instalarse en un rack o bastidor estándar. El adjudicatario debe suministrar todos los elementos accesorios para lograrlo, como los raíles adecuados para ello.
- Deben poder operar en las condiciones típicas de temperatura, esto es entre 0 y 40 grados a 1000m de altitud, humedad de entro 5 % y 90 % sin condesación, habituales en los centros de datos en las universidades de la comunidad de Madrid y con los estándares europeos de alimentación eléctrica.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- Los sistemas deberán tener un MTBF de al menos 100,000 horas.
- Se requiere tipo de alimentación eléctrica AC 220V - 50Hz, con redundancia de fuente de alimentación si se solicita. Es decir, cada equipo tendrá al menos dos fuentes de alimentación, en una configuración automática de respaldo, en caso de que se solicite.
- Deben poder operar en las condiciones típicas de temperatura, humedad de los centros de datos en las universidades y con los estándares europeos de alimentación eléctrica.
- El suministro debe poder operar en entornos industriales o profesionales y estar listos para su despliegue en centros de cálculo y oficinas centrales en producción.

3.2.2. Seguridad de Capa 2: Cifradores MacSEC (IEEE 802.1AE)

- El dispositivo deberá soportar MACsec (IEEE 802.1AE-2018, incluyendo 802.1AEbn y 802.1AEbw) en sus puertos de fibra SFP+ y SFP28, garantizando cifrado y autenticidad de las tramas punto a punto a nivel de enlace de datos.
- El dispositivo deberá permitir la selección dinámica de suites de cifrado GCM-AES128, GCM-AES256, GMC-AES-XPB-128 y GMC-AES-XPB-256 con ICV de 128 bits, sin interrupción del tráfico durante el cambio de suite.
- El dispositivo deberá permitir el uso de claves pre-compartidas (PSK) de hasta 64 octetos configurables por CLI, SNMP, NETCONF o RESTCONF, para establecer asociaciones de seguridad MACsec en enlaces específicos.
- El dispositivo deberá ser compatible con la negociación dinámica de claves mediante MKA (IEEE 802.1X-2010), incluyendo autenticación mutua basada en EAP-TLS y rotación automática de claves con un intervalo configurable no superior a 30 segundos.
- El dispositivo deberá soportar al menos 8 *Secure Channels* (SC) por puerto y 128 *Secure Associations* (SA) por SC, con selección de SA mediante TCI/AN.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- El dispositivo deberá proporcionar cifrado y descifrado MACsec a velocidad de línea de hasta **12 Gb/s** en puertos de tipo SFP28 y hasta **10Gb/s** en puertos para ópticas de tipo SFP+, añadiendo una latencia máxima de **2 μ s**.
- El dispositivo deberá permitir el transporte de tramas *jumbo* de hasta 9100 bytes tras la aplicación de MACsec, recalculando el CRC de forma automática.
- El dispositivo deberá soportar operación MACsec sobre enlaces agregados (IEEE 802.1AX-Rev LAG), cifrando por miembro y conmutando de SA en menos de 50 ms ante fallos de enlace.
- El dispositivo deberá ofrecer filtros TCI/AN configurables que permitan el paso en claro de tramas OAM esenciales (xSTP, CDP, LLDP y LACP) sin comprometer la gestión de la red.
- El dispositivo deberá exponer, mediante SNMPv3, NETCONF/YANG o RESTCONF, estadísticas de MACsec (contadores de seguridad, estado de SC/SA, eventos de re-key y alarmas de MKA) para monitorización centralizada.
- El dispositivo deberá permitir la rotación forzada de claves en intervalos no superiores a 1 h y revocar SAs en menos de 1 s ante pérdida de la sesión MKA.
- El dispositivo deberá incorporar hardware criptográfico compatible con FIPS 140-3 Nivel 2 o superior y soportar el borrado seguro inmediato de las claves MACsec en caso de detección de intrusión física.
- El dispositivo deberá disponer de un modo de diagnóstico que permita *loopback* cifrado, captura de tramas cifradas/descifradas a velocidad de línea y generación de registros firmados mediante *syslog* sobre TLS para auditoría.

Requisitos Específicos para PQC

- El dispositivo deberá exponer, vía NETCONF/YANG, la capacidad de activar o desactivar perfiles PQC por puerto, así como métricas de rendimiento separadas para algoritmos clásicos e híbridos.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

Requisitos Específicos para QKD

El sistema *Key Management System* (KMS) integrado en el equipo de QKD ofrecerá la clave cuántica con las interfaces estandarizadas definidas por ETSI para garantizar la interoperabilidad y futura evolución del sistema. Específicamente, se ofrecerá la clave mediante las interfaces:

- **ETSI GS QKD 014:** Interfaz para el intercambio seguro de claves entre el KMS y aplicaciones de red.
- **ETSI GS QKD 004:** Interfaz de control y gestión para la integración del sistema QKD con sistemas de gestión de red.
- **SKIP (Standardised Key Interface Protocol):** Protocolo emergente de interoperabilidad para sistemas QKD.
- **Otras interfaces estándar o propietarias,** que puedan considerarse relevantes en función de la madurez del producto y su compatibilidad con la infraestructura objetivo.

Dado que la tecnología QKD se encuentra aún en una fase de desarrollo incipiente a nivel de estandarización e interoperabilidad industrial, se reconoce que algunas funcionalidades requeridas podrían no estar completamente homologadas o certificadas por el fabricante en el momento de la entrega. Por tanto, se aceptará que determinadas funciones críticas para la integración del sistema puedan requerir configuraciones avanzadas o intervenciones manuales, incluso estas pueden ser realizadas por parte de los servicios profesionales del fabricante.

En este sentido, se admite la posibilidad de que sea necesario incluir scripts, plantillas de configuración, o módulos de integración personalizados como parte de la puesta en marcha, con el objetivo de asegurar la funcionalidad completa del sistema dentro del entorno específico de la red MadQCI. Estas personalizaciones deberán documentarse adecuadamente y contar con mecanismos de soporte y mantenimiento por parte del proveedor, aunque con un SLA más relajado

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

Requisitos de instalación y operación ambiental

- El sistema estará compuesto por tantos equipos sea necesario para soportar las comunicaciones remotas entre dos emplazamientos remotos, siempre y cuando el conjunto por emplazamiento no supere las 2U de altura. Los equipos serán enracables en armarios rack dine 19 pulgadas de 800 mm de fondo.
- Se requiere que pueda instalarse en un rack o bastidor estándar. El adjudicatario debe suministrar todos los elementos accesorios para lograrlo, como los raíles adecuados para ello.
- Deben poder operar en las condiciones típicas de temperatura, humedad de los centros de datos en las universidades y con los estándares europeos de alimentación eléctrica.
- El suministro debe poder operar en entornos industriales o profesionales y estar listos para su despliegue en centros de cálculo y oficinas centrales en producción.
- Deben poder operar en las condiciones típicas de temperatura, esto es entre 0 y 40 grados a 1000m de altitud, humedad de entro 5 % y 90 % sin condesación, habituales en los centros de datos en las universidades de la comunidad de Madrid y con los estándares europeos de alimentación eléctrica.
- Los sistemas deberán tener un MTBF de al menos 100,000 horas.
- Se requiere tipo de alimentación eléctrica AC 220V - 50Hz, con redundancia de fuente de alimentación si se solicita. Es decir, cada equipo tendrá al menos dos fuentes de alimentación, en una configuración automática de respaldo, en caso de que se solicite.

3.2.3. Requisitos para el Gestor de los equipos IPSEC y MacSEC

Requisitos para la gestión de los equipos IPSEC y MacSEC (Obligatoria)

Los siguientes requisitos para la gestión de equipos IPSEC y MacSec es obligatoria.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

Se deben suministrar sin coste adicional, todas las licencias necesarias para el correcto funcionamiento de la gestión de los equipos en los términos descritos en los siguientes bullets.

- El equipo debe disponer de Soporte de gestión mediante acceso CLI y/o aplicación embebida (Web o JAVA por ejemplo) en el propio equipo óptico.
- Al equipo se podrá conectar con seguridad en el acceso remoto para la gestión: SSHv2.
- El equipo deberá tener acceso local para la gestión por puerto consola.
- El equipamiento soporta el protocolo SNMP (v2 y v3) para la exportación de alarmas, eventos y la realización de consultas informativas y gestión de los dispositivos.
- Toda la infraestructura suministrada podrá ser gestionada de manera centralizada y sin pérdida de funcionalidad mediante las herramientas de que IMDEA Software dispone en la actualidad, como son Zabbix y Grafana.
- Se deben aportar el árbol MIB SNMP del equipamiento para su posterior integración con estos sistemas de gestión.
- Debe incluir interfaces abiertas, basadas en estándares, para permitir la integración con otras plataformas de gestión. Permitirá exportar la información de alarmas, configuraciones y de rendimiento entre otras, hacia sistemas externos.
- Estas interfaces abiertas basadas en estándares deben permitir consultar y extraer información de: inventario, números de serie, servicios, información topológica de la red, etc.
- El acceso de los usuarios será autenticado (acceso seguro).
- El acceso de los usuarios será concurrente, incluso de diferentes dominios de gestión o administrativos. Se deben incluir, en caso de ser necesarias, las licencias para el acceso concurrente de, al menos, 10 usuarios diferentes.
- El sistema de gestión realizará accounting de las acciones de cada usuario; deberá guardar log de cada sesión y estadísticas relativas tanto a la sesión como por usuario y grupo, así como un histórico de dichos datos.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

Requisitos para la gestión de los equipos IPSEC (Opcionales y valorable con puntuación)

REQUISITOS DE ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN CENTRALIZADA

1. **Interfaz gráfica de administración (GUI):** Deberá proveer una interfaz web gráfica (HTTPS) para la administración, accesible vía navegador moderno. La GUI debe ser intuitiva, mostrando paneles de estado, estadísticas de tráfico, alertas, etc., y permitiendo configurar todas las funciones (reglas, VPN, usuarios, etc.) con controles granulares. Debe soportar conexiones seguras (HTTPS/TLS) y ser accesible tanto por el puerto de gestión dedicado como, opcionalmente, por una interfaz de datos específica (según se configure).
2. **Interfaz de línea de comandos (CLI):** Además de la GUI, deberá contar con una CLI accesible por consola serie o SSH para administración avanzada o automatizada. La CLI debe permitir configurar todas (o la mayoría) de las funcionalidades, ejecutar diagnósticos y scripts. Es importante que el personal técnico pueda administrar el equipo vía CLI como alternativa, especialmente para scripting de configuraciones repetitivas o troubleshooting detallado.
3. **Gestión centralizada multi-dispositivo:** Si en el futuro MadQCI despliega múltiples equipos (por ejemplo, en distintas sedes), deberá existir una plataforma de administración centralizada que permita gestionar todos los dispositivos de forma unificada. Esta plataforma podrá ser un software on-premise instalado en servidor propio o una solución en la nube proporcionada por el fabricante, y deberá posibilitar:
 - a) Administración de la configuración de múltiples NGFW desde una consola única.
 - b) Gestión de políticas globales: definir objetos, reglas o perfiles reutilizables y aplicarlos a múltiples equipos para consistencia.
 - c) Distribución de cambios masivos: por ejemplo, agregar una regla y propagarla a todos los equipos del grupo.
 - d) Visualización central de alertas y eventos de todos los dispositivos (ver sección 10 de registros).

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

4. **Capacidad de gestionar mínimo 50 dispositivos:** La plataforma centralizada (en caso de ser requerida) deberá escalar para soportar al menos 10 Equipos bajo su gestión, dado que REDIMadrid podría extender la solución a muchas sucursales u oficinas. Debe manejar jerarquías o agrupaciones (p. ej. políticas por región) para facilitar esta escala.
5. **Roles y perfiles administrativos:** La solución de administración centralizada (y local) deberá soportar Control de Acceso Basado en Roles (RBAC) para la administración (como se mencionó en requisitos de autenticación). Podrá crearse usuarios administradores con distintos privilegios: p. ej., un operador que solo monitorea no podrá cambiar configuraciones; un administrador de red puede manejar reglas de equipos pero no tocar configuración global del sistema, etc. Esto permite delegar tareas sin exponer toda la configuración a todos los administradores.
6. **Registro de auditoría de cambios:** Es indispensable que cualquier cambio de configuración realizado por un administrador quede registrado en un log de auditoría indicando qué usuario realizó qué cambio y cuándo. Esto tanto en la administración local como en la central. Así se puede trazar históricamente modificaciones (cumpliendo también normativas como ISO 27001 y PCI en cambios controlados). Idealmente, la interfaz debería mostrar un historial de cambios e incluso permitir comparar configuraciones o revertir cambios recientes fácilmente (versionado de configuración).
7. **Administración de firmware y actualizaciones:** La herramienta de gestión debe facilitar la actualización de firmware de los dispositivos de forma controlada. Por ejemplo, poder cargar una nueva versión de software del equipo y programar su instalación en mantenimiento. También, gestionar las licencias y suscripciones de servicios (IPS, URL Filtering, soporte) de forma centralizada, mostrando expiraciones, facilitando renovaciones, etc.
8. **Acceso remoto seguro a la administración:** Deberá ser posible administrar el equipo de forma remota a través de Internet con seguridad. Para ello, se podrá hacer vía VPN (preferido) o habilitando acceso a la GUI/SSH por Internet a IPs específicas. En cualquier caso, el dispositivo debe soportar medidas de protección como restricción de IP origen, uso obligatorio de HTTPS/SSH, timeout de sesión y 2FA para administradores remotos.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

9. **Usabilidad y ayudas:** La interfaz deberá contar con documentación/ayuda en línea para parámetros, mensajes de error claros, y plantillas o asistentes para las configuraciones comunes (wizards), de modo que reducir errores de configuración. Aunque esto es difícil de medir objetivamente, se valorará la ergonomía de la solución durante la evaluación (p. ej., creando una regla nueva paso a paso).

ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN

- **Gestión Centralizada:** Administración unificada de políticas de seguridad, configuraciones y actualizaciones.
- **Gestión de Configuraciones:**
 - Creación, modificación y eliminación de reglas del equipo.
 - Uso de plantillas para replicar configuraciones.
 - Gestión centralizada de objetos y direcciones IP.
- **Control de Cambios y Versionado:**
 - Auditoría de cambios en la configuración.
 - Capacidad de revertir configuraciones previas en caso de fallo.
- **Administración Basada en Roles (RBAC):** Acceso diferenciado según perfil del usuario.

POLÍTICAS DE SEGURIDAD

- **Gestión de Políticas Globales:** Aplicación de políticas a múltiples dispositivos.
- **Análisis de Políticas:** Herramientas de optimización y eliminación de reglas redundantes.
- **Segmentación de Red y Control de Aplicaciones:** Definición de reglas basadas en usuarios, aplicaciones y direcciones IP.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

MONITOREO Y VISIBILIDAD

- **Panel de Control Centralizado:** Dashboard con métricas en tiempo real.
- **Registro y Auditoría:**
 - Registro centralizado de logs de tráfico y seguridad.
 - Exportación de logs a sistemas SIEM externos.
- **Alertas y Notificaciones:**
 - Notificación de eventos críticos.
 - Soporte para alertas por email, SNMP y Syslog.

AUTOMATIZACIÓN Y ORQUESTACIÓN

- **APIs de Integración:** Soporte para REST API y automatización con Ansible o Terraform.
- **Gestión Basada en Políticas Dinámicas:** Adaptación automática de reglas según cambios en la red.
- **Compatibilidad con Threat Intelligence:** Integración con plataformas de inteligencia de amenazas.

SEGURIDAD Y CUMPLIMIENTO

- **Cifrado de Comunicaciones:** Uso de TLS para comunicación segura.
- **Cumplimiento de Normativas:** Soporte para GDPR, ISO 27001, PCI-DSS, NIST, etc.
- **Autenticación Multi-Factor (MFA):** Seguridad adicional para administradores.

BACKUP Y RECUPERACIÓN

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- **Backups Programados:** Respaldo automático de configuraciones.
- **Planes de Recuperación:** Procedimientos de restauración ante fallos o ataques.

INSTALACIÓN Y LICENCIAS:

- Se deben suministrar sin coste adicional, todas las licencias necesarias para el correcto funcionamiento del sistema de gestión en los términos descritos en el presente procedimiento de licitación, estas tienen que ser sin fecha de finalización, es decir, tienen que ser licencias ilimitadas en tiempo.
- El software de gestión podrá ser instalado en hardware dedicado (1), o en hardware virtualizado(2).

(1) En caso de que el adjudicatario opte por la primera opción (1):

- Se debe incluir el servidor o servidores con todas las características técnicas necesarias para el correcto funcionamiento del sistema de gestión. Se debe incluir el sistema operativo y todas las licencias necesarias para estos servidores.
- El adjudicatario se encargará de realizar la instalación y la total configuración del sistema de gestión y del sistema operativo de los servidores para lo cual deberá comunicar previamente las necesidades de recursos al personal de REDIMadrid.

(2) En caso de que el adjudicatario opte por la segunda opción (2) las características que están disponibles actualmente en REDIMadrid y por tanto las que debe cumplir la plataforma para su uso correcto, son las siguientes:

- 32GB RAM.
- 16 Core vCPU.
- KVM hypervisor.
- HDD 300GB.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

4. Soluciones a Implementar

Será necesario implementar, desplegar y poner en operación las siguientes soluciones tecnológicas:

4.1. Solución con equipo QKD-CV

La implementación del equipo QKD-CV se propone en una sección de la infraestructura donde se llevará a cabo la copropagación de la *lambda* cuántica junto con la *lambda* clásica, a fin de garantizar la seguridad y confidencialidad de la transmisión de datos en un entorno mixto. En este escenario, se busca integrar una solución que permita la coexistencia de ambos tipos de tráfico (cuántico y clásico) de manera eficiente y segura.

El objetivo principal es proteger una VLAN extendida entre IMDEA Software y la ubicación de Puerta de Toledo, o entre CSIC y UCM, mediante una combinación de tecnologías de seguridad avanzadas, tales como *MACsec* y *IPsec*, que proporcionan una capa adicional de cifrado y autenticación tanto a nivel de enlace de datos como a nivel de red.

Concretamente, el equipo QKD-CV se encargará de distribuir claves cuánticas de forma segura a través de la infraestructura existente, aprovechando la capacidad de *Quantum Key Distribution* (QKD) para generar claves secretas compartidas entre los extremos de la conexión. Estas claves se emplearán para garantizar el cifrado de las transmisiones de datos, protegiendo la VLAN extendida contra posibles ataques y accesos no autorizados.

La solución combinada de *MACsec* y *IPsec* permitirá asegurar que el tráfico que atraviesa esta red extendida esté completamente cifrado, tanto en el nivel de enlace de datos (*MACsec*) como en el nivel de red (*IPsec*), lo que proporcionará una defensa robusta contra diversas amenazas, como los ataques de interceptación y manipulación de datos.

Además, la implementación de la tecnología QKD-CV garantiza que las claves de cifrado utilizadas sean de una calidad excepcional, basada en principios cuánticos que ofrecen una seguridad inherente mucho más fuerte que los métodos criptográficos clásicos.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

cos. De esta manera, se protege la integridad de las comunicaciones mientras se facilita la transición hacia una infraestructura de red preparada para las amenazas post-cuánticas.

4.2. Solución con equipo QKD-DV

Por otro lado, la solución con el equipo QKD-DV se plantea para un entorno en el que se dispone de una infraestructura de fibra óptica separada, lo que permite el envío de las *lambdas* cuánticas y las *lambdas* clásicas a través de rutas físicas distintas. Esta separación de las *lambdas* cuánticas y clásicas proporciona una mayor flexibilidad y seguridad en el manejo de los flujos de datos, minimizando el riesgo de interferencias o posibles ataques a las señales cuánticas al estar físicamente separadas de las señales tradicionales.

En este escenario, se propone proteger una VLAN extendida entre IMDEA Software y CSIC, utilizando una arquitectura de cifrado robusta basada en *MACsec* y *IPsec*. Al igual que en la solución con QKD-CV, el objetivo es asegurar la transmisión de datos a través de esta VLAN extendida, garantizando su confidencialidad, integridad y autenticidad mediante el uso combinado de estas dos tecnologías de seguridad de alto nivel.

El equipo QKD-DV se encargará de proporcionar las claves cuánticas necesarias para el cifrado de los datos, distribuyéndolas de forma segura a través de la red y permitiendo su utilización en los mecanismos de cifrado de *MACsec* y *IPsec*. Esto asegura que, tanto el tráfico de datos como las comunicaciones de control, estén protegidos en todo momento, incluso en presencia de posibles amenazas cuánticas en el futuro.

El uso de *MACsec* a nivel de enlace de datos garantiza la protección contra ataques de manipulación o interceptación de tramas en las interconexiones entre los dispositivos de red, mientras que *IPsec* proporciona una capa adicional de seguridad en el nivel de red, protegiendo el tráfico IP entre los extremos de la VLAN extendida.

Al igual que en la solución QKD-CV, la implementación de tecnología QKD-DV permite a la red aprovechar los beneficios de la criptografía cuántica, asegurando una protección avanzada frente a los futuros desafíos de seguridad, como los derivados de las computadoras cuánticas y sus capacidades para romper los algoritmos criptográficos tradicionales. Este enfoque no solo garantiza la seguridad de los datos, sino que tam-

**PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO,
INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES
PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE
Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan
de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea –
NetxGenerationEU**

bién facilita la evolución hacia infraestructuras de red seguras y resilientes frente a las amenazas post-cuánticas.

5. Requisitos de Formación

A continuación se describen los requisitos de formación:

5.1. Requisitos de Formación de los equipos QKD

- Se requiere que le adjudicatario preste unas sesiones de formación de, al menos, 10 horas (5 horas de cada tecnología(QKD-CV, QKD-DV)) basadas en la gestión, operación y mantenimiento del equipamiento asociado indicado en el punto 3.
- Idelamente, el programa de formación debe seguir el programa o cursos de formación oficiales del fabricante del equipamiento ofertado, aunque se acepta un curso realizado ad-hoc siempre que el curso tenga una calidad adecuada y similar a la de un curso de formación oficial.
- Las sesiones de formación se realizaran idealmente en castellano, aunque se acepta que sea en ingles, la documentación oficial puede estar redactada en ingles o en español.
- La formación estará destinada, al menos, para 6 personas.
- El licitador será responsable del suministro del material de formación a los asistentes a las sesiones, este material debe ser material oficial que este diseñado para los cursos oficiales.
- Se requiere que la formación sea impartida por personal con certificación oficial del fabricante del equipamiento incluido en la oferta, además el formador debe ser un formador oficial del fabricante con la titulación específica para poder impartir formación, esto es, el formador deberá tener una titulación y conocimientos acorde con la formación que se va a impartir, para este fin se solicitara datos del

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

instructor antes de realizar la formación, REDIMadrid podrá decidir si el instructor esta suficientemente formado.

- La formación se realizará en el lugar y días que a tales efectos designe IMDEA Software, entendiendo que se puede realizar de manera online si el licitador lo considera mas operativo.

5.2. Requisitos de Formación de los equipos encriptadores

- Se requiere que le adjudicatario preste unas sesiones de formación de, al menos, 10 horas, (5 horas de cada tecnología(IPSEC, MacSEC)) basadas en la gestión, operación y mantenimiento del equipamiento asociado indicado en el punto 3.
- Idelamente, el programa de formación debe seguir el programa o cursos de formación oficiales del fabricante del equipamiento ofertado, aunque se acepta un curso realizado ad-hoc siempre que el curso tenga una calidad adecuada y similar a la de un curso de formación oficial.
- Las sesiones de formación se realizaran en castellano, aunque la documentación oficial puede estar redactada en ingles o en español.
- La formación estará destinada, al menos, para 6 personas.
- El licitador será responsable del suministro del material de formación a los asistentes a las sesiones, este material debe ser material oficial que este diseñado para los cursos oficiales.
- Se requiere que la formación sea impartida por personal con certificación oficial del fabricante del equipamiento incluido en la oferta, ademas el formador debe ser un formador oficial del fabricante con la titulación especifica para poder impartir formación,esto es, el formador deberá tener una titulación y conocimientos acorde con la formación que se va a impartir, para este fin se solicitara datos del instructor antes de realizar la formación, REDIMadrid podrá decidir si el instructor esta suficientemente formado.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- La formación se realizará en el lugar y días que a tales efectos designe IMDEA Software, entendiendo que se puede realizar de manera online si el licitador lo consedera mas operativo.

6. Soporte

6.1. Soporte equipos QKD

Se requiere que el adjudicatario preste un servicio de Garantía para todos los componentes objeto del Suministro indicados en el apartado 3.1.

El servicio de garantía tendrá una duración de, al menos, de **1 año**, contado desde la aceptación total del proyecto, teniendo en cuenta que siempre se tiene que ofertar la garantía para que el fin del soporte este sincronizada para que termine el 31/12 del año siguiente a la publicación de la petición de ofertas, ademas hay que tener en cuenta que el soporte en ningún caso entrara en servicio antes de la instalación del equipamiento.

Ejemplo aclaratorio:

- Fecha limite de presentación de ofertas 20/06/2025
- Instalación de equipamiento, por tanto, entrada en mantenimiento de los equipos 15/11/2025
- Garantía que se debe ofertar: desde 15/11/2025 hasta el 31/12/2026.

También esta incluida en el servicio de garantía la actualización de software de los equipamientos ofertados.

El ámbito de responsabilidad de la garantía del adjudicatario incluirá toda aquella electrónica de comunicaciones, elementos para el acondicionamiento, componentes, materiales, elementos pasivos etc., que se haya suministrado como parte del contrato.

Los requisitos del servicio de garantía son los siguientes:

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- El suministrador del equipamiento es responsable de proporcionar la garantía in-situ para todo el equipamiento, elementos de acondicionamiento, componentes, materiales, etc.. que haya suministrado como parte del contrato.
- Aunque se establezcan estos ámbitos de responsabilidad de las infraestructuras, el conjunto será único en su funcionamiento para prestar un servicio de transporte de canales ópticos. En este sentido, la colaboración entre los distintos suministradores constituye una obligación del adjudicatario.
- Esta garantía incluirá, entre otros, los siguientes aspectos que se desarrollan en los apartados siguientes:
 - Versiones de software.
 - Actualización de software.
 - Soporte técnico.
 - Revisiones preventivas.
 - Actuaciones correctivas, donde se incluye la reposición e instalación de nuevos componentes que sustituyan a aquellos averiados.
 - Actuaciones preventivas.
 - Intervenciones programadas.
 - Generación de informes.
- La garantía que se requiere aplica tanto al equipamiento suministrado (equipamiento como el cableado o chasis por ejemplo).
- La garantía incluirá todas las intervenciones que sean necesarias, tanto in-situ como en remoto, de forma que se resuelvan y/o ejecuten de forma óptima y con calidad todas las actividades, revisiones, procedimientos, etc., cubiertas por la garantía.
- El servicio incluirá la instalación de nuevas versiones de software y parches, tanto aquellas necesarias para solucionar problemas de la operativa del equipamiento como versiones nuevas que soporten nuevas funcionalidades que REDIMadrid considere de interés para la red óptica o aquellas versiones nuevas que se requieran por dependencias tecnológicas entre aplicativos software y/o hardware en una

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

misma máquina. Las anteriores cargas serán ejecutadas por el adjudicatario de conformidad con el plan y las ventanas de mantenimiento que establezca REDIMadrid. El adjudicatario realizará la carga de la versión in-situ si fuera necesario. Estos trabajos no tendrán coste adicional para REDIMadrid.

- REDIMadrid podrá seleccionar la versión de software que desea cargar de entre las existentes en ese momento, aunque no sea la más reciente. Para realizar esta selección, el adjudicatario deberá proporcionar a REDIMadrid la información técnica detallada de cada nueva versión software del sistema operativo de los equipos. La información deberá ser tan detallada como sea necesario de tal modo que REDIMadrid pueda evaluar la conveniencia o no de la actualización, siendo responsable el adjudicatario de satisfacer todas las dudas y preguntas y/o aportar la información que sea necesaria. Esta información se facilitará a REDIMadrid tan pronto las nuevas versiones hayan sido liberadas por el fabricante para su utilización.
- El servicio de garantía incluirá las actualizaciones de microcódigo u otros módulos o licencias tantas veces como sea necesario para el funcionamiento óptimo de los equipos. Estas actualizaciones, al igual que las cargas de nuevas versiones de software, serán realizadas por el adjudicatario.
- El adjudicatario será responsable de realizar los ajustes necesarios en las configuraciones de los equipos implicados para adaptarlas a la nueva versión del software o licencias cargadas u otras actualizaciones de software o licencias que se hubieran realizado. Estos trabajos se realizarán bajo la coordinación de REDIMadrid. El alcance del servicio de garantía incluye a todos los componentes objeto del Suministro y consiste en:
 - La garantía debe cubrir los siguientes niveles:
 - **Nivel 1/Tier 1:** Este es el nivel de soporte inicial, que cubre la responsabilidad de las incidencias básicas. El Nivel 1 recibirá alarmas que se enviarán desde los sistemas de gestión y se tendrán que tratar. Se realizará un trabajo proactivo de las incidencias también a través del sistema de monitorización.
 - **Nivel 2/Tier 2:** Soporte técnico teniendo en cuenta áreas del conocimiento más especializadas en la incidencia. se escalará la incidencia desde el Nivel 1, De esta manera, el soporte de segundo nivel lo realizan personas especializadas en los equipos ofertados en la presente petición de oferta, y son responsables

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE

Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

de personarse físicamente en un PdP para solucionar un problema con la ayuda del fabricante. También son responsables de realizar cambios de hardware si fuera necesario. Este nivel se requiere que sea el que "traduzca" al nivel 3 el problema exacto que existe y que se tiene que identificar desde la incidencia escalada desde el Nivel 1, en este sentido se solicita que el Nivel 2 sea un nivel cercano y que tenga un conocimiento extenso de la red de REDIMadrid.

- **Nivel 3/Tier 3:** Soporte técnico del fabricante, en el que se escalará la incidencia a Nivel 3 (fabricante) desde el Nivel 2. Los técnicos asignados a este nivel son expertos y son responsables, no solo para ayudar al personal de los otros niveles 1 y 2 sino también para investigación y desarrollo de soluciones a los problemas nuevos o desconocidos teniendo en cuenta áreas del conocimiento más especializadas y conocimientos internos de fabricante.
- La empresa adjudicataria establecerá un servicio de monitorización, recepción de alarmas y recepción de llamadas de incidencias 24x7x365 con su consiguiente procesamiento según los tiempos establecidos en la sección 6. Este centro de gestión de incidencias de red debe estar accesible por REDIMadrid al menos un 99,9 % del tiempo a través de teléfono con atención en castellano.
- El adjudicatario proporcionará soporte técnico, cuando sea requerido por REDIMadrid, sobre el funcionamiento, operación y configuración (incluidas todas las funcionalidades soportadas en las versiones de software actuales y en aquellas nuevas que pudieran ser instaladas durante la ejecución del contrato) de los componentes objeto del Suministro, así como para el análisis y gestión de cualquier anomalía.
- Se considera incidencia a:
 - cualquier situación que suponga la interrupción o degradación de cualquiera de los servicios configurados y/o soportados por los componentes objeto del Suministro.
 - cualquier situación que suponga que alguna de las funcionalidades del equipo, aun cuando no afecte a los servicios configurados, no opere con total normalidad, esté degradada o interrumpida.
 - cualquier situación que suponga que la gestión del equipo no es viable o está degradada o no funciona con total normalidad.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- cualquier situación que suponga que el sistema de alimentación eléctrica (rectificador y/o baterías) de los equipos ópticos en cualquiera de los Puntos de Presencia de no funciona con total normalidad.
- Se entiende por Tiempo Máximo de Reposición de Hardware (TMRH) aquel que transcurre entre el momento en que el fabricante determina que hay que sustituir un elemento hardware y el momento en que llega al destino indicado en la gestión de la sustitución. El TMRH que se solicita en el presente contrato es de 30 días.
- Las incidencias se clasifican en tres tipos, en función de su severidad. El nivel de severidad de una incidencia será asignado y/o modificado por REDIMadrid. En el momento de abrir una incidencia REDIMadrid asignará el nivel de severidad. Si la incidencia hubiera sido abierta por el adjudicatario, el nivel de severidad inicial podrá ser modificado por REDIMadrid. El adjudicatario solo podrá modificarlo para elevar la severidad. El adjudicatario necesitará el visto bueno de REDIMadrid para disminuir la severidad de una incidencia.

Nivel de severidad	Descripción	Tiempo de resolución *
Alto	Problemas que impiden o degradan el funcionamiento de todos o parte de los servicios o funcionalidades configurados en cualquiera de los equipos.	72 horas laborales/30 días para cambio hardware
Medio	Problemas que no afectan al funcionamiento de los servicios o funcionalidades configuradas	Cinco días laborales
Bajo	Requerimientos de información y clarificación sobre aspectos técnicos relacionados con el funcionamiento operación y configuración de equipos	Diez días laborales

Según esta clasificación, para cada nivel de severidad se requiere un tiempo de respuesta máximo en el que un técnico cualificado atenderá la incidencia:

*En el caso que se identifique como posible solución de la incidencia el reemplazo o sustitución hardware, el Tiempo de Resolución no forma parte del Tiempo de Total de la incidencia. No es así en el caso del Tiempo de Respuesta que si se incluye en el Tiempo de Resolución.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE
Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

Nivel de severidad	Tiempo de respuesta (incluido en el tiempo de resolución)
Alto	4 horas laborables
Medio	15 horas laborables
Bajo	48 horas laborables

El horario de atención de los diferentes niveles de mantenimiento debe ser el siguiente:

Nivel de mantenimiento	Horario de atención
Atención de incidencias L1	24x7
Soporte L2	8x5 laborables
Soporte L3	8x5 laborales
Sustitución de repuestos on site	30 días

- Se define como tiempo total de una incidencia el comprendido entre el momento en que un problema se origina y el momento de su resolución, y por tanto, están incluidos en dicho periodo el tiempo de resolución y el tiempo de reposición de hardware, que son independientes entre sí, en caso que fuera necesaria dicha reposición para resolver la incidencia.
- El plazo se inicia cuando el centro de soporte del fabricante o del adjudicatario (lo que antes ocurra) identifiquen la sustitución del hardware como solución de la incidencia. El reloj que contabiliza el tiempo o plazo máximo para realizar la sustitución no se detiene hasta que el hardware no haya sido correctamente reemplazado. Así, por ejemplo, podrían ser necesarias actualizaciones del sistema operativo para que el nuevo hardware fuera reconocido o bien para que las features configuradas recuperaran la operatividad. La ejecución de estas tareas, y otras que fueran necesarias para la correcta operatividad del hardware en el conjunto de la red, quedan incluidas en el plazo máximo de reposición o sustitución.
- se mantendrá informado a REDIMadrid en todo momento y de manera detallada de cualquier acción a tomar para la resolución de la incidencia.

**PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO,
INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES
PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE
Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan
de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea –
NetxGenerationEU**

- Siempre que el adjudicatario gestione una incidencia de forma directa con el centro de soporte del fabricante, REDIMadrid estará siempre en copia de todos los mensajes intercambiados o mensajes de actualización en el seguimiento de la incidencia a través de la herramienta de ticketing que para este objeto tenía el fabricante.
- Una incidencia se cerrará cuando el NOC de REDIMadrid haya aceptado dicho cierre, lo que normalmente se producirá cuando el servicio se haya restablecido y estabilizado, se hayan eliminado o corregido las causas que originaban los problemas en el servicio y se haya informado al NOC de dichas causas y confirmado que éstas se han eliminado. Si después de cerrar una incidencia se vuelven a presentar los mismos fallos que se pensó que estaban resueltos se reabrirá la misma incidencia anterior.
- Una incidencia se volverá a abrir si se presentan de nuevo los mismos fallos que había sido dados por resueltos.
- El adjudicatario deberá realizar las actuaciones remotas y/o in-situ como proporcionar el soporte técnico necesario para atender y solucionar las incidencias o problemas que puedan aparecer en los componentes objeto del suministro o en los servicios configurados y/o soportados sobre los mismos hasta que se restablezca su funcionamiento normal, es decir, el que tenía antes de que surgiera la incidencia o problema.
- Dichas actuaciones consistirán, entre otras, en trabajo de diagnóstico de mal funcionamiento de los componentes objeto del suministro y/o las funcionalidades configuradas y/o soportadas sobre los mismos, modificación de configuraciones, carga de versiones de software, apertura de incidencias o casos con el fabricante, revisión de elementos pasivos, realización de bucles, soporte y colaboración técnica con cualquiera de los suministradores y proveedores de otros servicios conectados o relacionados directamente con los componentes objeto del Suministro. y si fuera necesario, la reposición o sustitución del componente o pieza modular del componente afectado por la incidencia.
- Estas actuaciones podrán ser realizadas in-situ o bien en remoto, según la naturaleza de la incidencia requiera, para que la resolución sea eficiente y se mantenga la garantía y calidad de las prestaciones configuradas en los componentes objeto del Suministro.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- Las actuaciones se realizarán a petición expresa de REDIMadrid, o de aquella empresa o institución en la que REDIMadrid delegue, o por iniciativa del adjudicatario como parte del proceso de resolución de la incidencia.

6.2. Soporte equipos cifradores

Se requiere que el adjudicatario preste un servicio de Garantía para todos los componentes objeto del Suministro indicados en el apartado 3.2. También se debería soportar el sistema de gestión (si se oferta) y todos los elementos (hardware y software) si el licitador ofreció su instalación.

El servicio de garantía tendrá una duración de, al menos, de **1 año** en modo NBD (Next Business Day) con reparación de repuestos y almacenaje de estos, teniendo en cuenta que siempre se tiene que ofertar la garantía para que el fin del soporte este sincronizada para que termine el 31/12 del año siguiente a la publicación de la petición de ofertas, además hay que tener en cuenta que el soporte en ningún caso entrara en servicio antes de la instalación del equipamiento.

Ejemplo aclaratorio:

- Fecha límite de presentación de ofertas 20/06/2025
- Instalación de equipamiento, por tanto, entrada en mantenimiento de los equipos 15/11/2025
- Garantía que se debe ofertar: desde 15/11/2025 hasta el 31/12/2026.

También esta incluida en el servicio de garantía la actualización de software de los equipamientos ofertados.

El ámbito de responsabilidad de la garantía del adjudicatario incluirá toda aquella electrónica de comunicaciones, elementos para el acondicionamiento, componentes, materiales, elementos pasivos etc., que se haya suministrado como parte del contrato.

Los requisitos del servicio de garantía son los siguientes:

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- El suministrador del equipamiento es responsable de proporcionar la garantía in-situ para todo el equipamiento, elementos de acondicionamiento, componentes, materiales, etc.. que haya suministrado como parte del contrato.
- Aunque se establezcan estos ámbitos de responsabilidad de las infraestructuras, el conjunto será único en su funcionamiento para prestar un servicio de transporte de canales ópticos. En este sentido, la colaboración entre los distintos suministradores constituye una obligación del adjudicatario.
- Esta garantía incluirá, entre otros, los siguientes aspectos que se desarrollan en los apartados siguientes:
 - Versiones de software.
 - Actualización de software.
 - Soporte técnico.
 - Revisiones preventivas.
 - Actuaciones correctivas, donde se incluye la reposición e instalación de nuevos componentes que sustituyan a aquellos averiados.
 - Actuaciones preventivas.
 - Intervenciones programadas.
 - Generación de informes.
- La garantía que se requiere aplica tanto al equipamiento suministrado (equipamiento como el cableado o chasis por ejemplo).
- El modelo de garantía requerido **NO** contempla en ningún caso que REDIMadrid deba disponer de un stock de repuestos de su propiedad, los repuestos deben gestionarlos el licitador en sus instalaciones.
- Las condiciones establecidas para los repuestos, se detallan a continuación:
 - Los repuestos no pueden estar físicamente en stock en los almacenes de REDIMadrid
 - Toda la gestión de los repuestos será responsabilidad del licitador.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- A todos los efectos de cara a REDIMadrid el soporte sera NBD bajo las condiciones indicadas en este punto 6
- Una vez terminado el periodo de garantía de 1 año o el ofertado por el licitador si es mayor, los repuestos pasaran a gestionarse por el nuevo responsable del soporte de los equipos, por tanto a todos los efectos los repuestos serán propiedad de REDIMadrid.
- De cara a hacer acopio de repuestos, estos repuestos se deben calcular de acuerdo a:
 - Si el plan de reparaciones ofrecido es Repair & Return hasta 30 días”, se debe ofertar 1 repuesto de cada pieza hardware (HW) incluido en la oferta.
 - Si el plan de reparaciones ofrecido es Repair & Return es mas de 30 días”, 1 repuesto de cada pieza hardware (HW) incluido en la oferta, más 1 repuesto adicional de todas las unidades activas.
- La garantía incluirá todas las intervenciones que sean necesarias, tanto in-situ como en remoto, de forma que se resuelvan y/o ejecuten de forma óptima y con calidad todas las actividades, revisiones, procedimientos, etc., cubiertas por la garantía.
- El servicio incluirá la instalación de nuevas versiones de software y parches, tanto aquellas necesarias para solucionar problemas de la operativa del equipamiento como versiones nuevas que soporten nuevas funcionalidades que REDIMadrid considere de interés para la red óptica o aquellas versiones nuevas que se requieran por dependencias tecnológicas entre aplicativos software y/o hardware en una misma máquina. Las anteriores cargas serán ejecutadas por el adjudicatario de conformidad con el plan y las ventanas de mantenimiento que establezca REDIMadrid. El adjudicatario realizará la carga de la versión in-situ si fuera necesario. Estos trabajos no tendrán coste adicional para REDIMadrid.
- REDIMadrid podrá seleccionar la versión de software que desea cargar de entre las existentes en ese momento, aunque no sea la más reciente. Para realizar esta selección, el adjudicatario deberá proporcionar a REDIMadrid la información técnica detallada de cada nueva versión software del sistema operativo de los equipos. La información deberá ser tan detallada como sea necesario de tal modo que REDIMadrid pueda evaluar la conveniencia o no de la actualización, siendo responsable

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

el adjudicatario de satisfacer todas las dudas y preguntas y/o aportar la información que sea necesaria. Esta información se facilitará a REDIMadrid tan pronto las nuevas versiones hayan sido liberadas por el fabricante para su utilización.

- El servicio de garantía incluirá las actualizaciones de microcódigo u otros módulos o licencias tantas veces como sea necesario para el funcionamiento óptimo de los equipos. Estas actualizaciones, al igual que las cargas de nuevas versiones de software, serán realizadas por el adjudicatario.
- El adjudicatario será responsable de realizar los ajustes necesarios en las configuraciones de los equipos implicados para adaptarlas a la nueva versión del software o licencias cargadas u otras actualizaciones de software o licencias que se hubieran realizado. Estos trabajos se realizarán bajo la coordinación de REDIMadrid. El alcance del servicio de garantía incluye a todos los componentes objeto del Suministro y consiste en:
 - La garantía debe cubrir los siguientes niveles:
 - **Nivel 1/Tier 1:** Este es el nivel de soporte inicial, que cubre la responsabilidad de las incidencias básicas. El Nivel 1 recibirá alarmas que se enviarán desde los sistemas de gestión y se tendrán que tratar. Se realizará un trabajo proactivo de las incidencias también a través del sistema de monitorización.
 - **Nivel 2/Tier 2:** Soporte técnico teniendo en cuenta áreas del conocimiento más especializadas en la incidencia. se escalará la incidencia desde el Nivel 1, De esta manera, el soporte de segundo nivel lo realizan personas especializadas en los equipos ofertados en la presente petición de oferta, y son responsables de personarse físicamente en un PdP para solucionar un problema con la ayuda del fabricante. También son responsables de realizar cambios de hardware si fuera necesario. Este nivel se requiere que sea el que "traduzca" al nivel 3 el problema exacto que existe y que se tiene que identificar desde la incidencia escalada desde el Nivel 1, en este sentido se solicita que el Nivel 2 sea un nivel cercano y que tenga un conocimiento extenso de la red de REDIMadrid.
 - **Nivel 3/Tier 3:** Soporte técnico del fabricante, en el que se escalará la incidencia a Nivel 3 (fabricante) desde el Nivel 2. Los técnicos asignados a este nivel son expertos y son responsables, no solo para ayudar al personal de los otros niveles 1 y 2 sino también para investigación y desarrollo de soluciones a los

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

problemas nuevos o desconocidos teniendo en cuenta áreas del conocimiento más especializadas y conocimientos internos de fabricante.

- La empresa adjudicataria establecerá un servicio de monitorización, recepción de alarmas y recepción de llamadas de incidencias 24x7x365 con su consiguiente procesamiento según los tiempos establecidos en la sección 6. Este centro de gestión de incidencias de red debe estar accesible por REDIMadrid al menos un 99,9 % del tiempo a través de teléfono con atención en castellano.
- El soporte Nivel 1 y Nivel 2 debe ofrecerse en idioma **Español**.
- Los técnicos que atienden el Nivel 1 deben ser distintos de los que atienden el Nivel 2. Para esto, se deben identificar y proporcionar correos electrónicos y números de teléfono de contacto diferentes para cada nivel.
- Todas las necesidades y prestaciones que se requieren para la garantía especificada en este apartado deben ser proporcionadas **directamente** por el adjudicatario del contrato, entendiendo que el soporte de alto nivel (Nivel 3) se contratará directamente al fabricante original del hardware, permitiendo también que el soporte de Nivel 2 se contrate al fabricante original del hardware, aunque solo está permitido que el Nivel 2 se contrata el fabricante original si los grupos que harán el Nivel 2 y el Nivel 3 dentro del fabricante están atendidos por distintos grupos de personas, en relación a lo anterior no se permite que el licitador contrate a otro integrador de los equipos licitados para realizar la garantía y tampoco se permite que el fabricante original contrate a otro integrador para dar el soporte final del licitador, solo está permitido con respecto al párrafo anterior que el licitador o fabricante contrate a otro integrador para dar el soporte físico, es decir, para personarse físicamente en el PdP de cara a solucionar un problema hardware (cambiar una tarjeta por ejemplo) o conectarse en local al equipo, la razón de no poder subcontratar el Nivel 2 es porque es un nivel de soporte muy especializado y sería necesario que las personas que ofrezcan esta garantía tengan una formación adecuada a este nivel de especialidad. A estos efectos, el adjudicatario tiene la responsabilidad de ser garante y responder de la correcta ejecución de la garantía por parte del fabricante, satisfaciendo los requisitos del presente documento, dado que su función es en algunos casos la de contratar el servicio de Nivel 3 con el fabricante con la garantía de calidad requerida y en otros traspasar el soporte de Nivel 2/3 al fabricante del hardware.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE
Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- IMDEA Software tendrá acceso directo, 24 horas al día, todos los días del año, al centro de soporte de los fabricantes de los componentes objeto del Suministro, vía teléfono, correo electrónico y herramienta o aplicación web de soporte al cliente, si existiera. IMDEA Software también tendrá acceso directo a la herramienta de ticketing para gestión de incidencias que tenga el fabricante, con objeto de poder abrir incidencias directamente o hacer seguimiento de aquellas que hubiera podido abrir directamente el adjudicatario. Con estos accesos, IMDEA Software podrá realizar consultas técnicas, abrir incidencias, hacer seguimiento de incidencias que hubieran sido abiertas por el adjudicatario, acceder a documentación privada, así como obtener parches y actualizaciones o cualquiera de las nuevas versiones software liberadas por el fabricante que puedan ser cargadas y puestas en operación en los equipos.
- El adjudicatario proporcionará soporte técnico, cuando sea requerido por REDIMadrid, sobre el funcionamiento, operación y configuración (incluidas todas las funcionalidades soportadas en las versiones de software actuales y en aquellas nuevas que pudieran ser instaladas durante la ejecución del contrato) de los componentes objeto del Suministro, así como para el análisis y gestión de cualquier anomalía.
- El licitador debe ser **partner o socio oficial** del fabricante del equipamiento suministrado para el equipamiento indicado en el punto 3. No obstante, también se permitirá la participación de partners con una categoría un paso inferior, siempre que acrediten que la oferta presentada cuenta con la adscripción de un técnico que posea la certificación más alta otorgada por el fabricante dentro del segmento Service Provider.
- Se considera incidencia a:
 - cualquier situación que suponga la interrupción o degradación de cualquiera de los servicios configurados y/o soportados por los componentes objeto del Suministro.
 - cualquier situación que suponga que alguna de las funcionalidades del equipo, aun cuando no afecte a los servicios configurados, no opere con total normalidad, esté degradada o interrumpida.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- cualquier situación que suponga que la gestión del equipo no es viable o está degradada o no funciona con total normalidad.
 - cualquier situación que suponga que el sistema de alimentación eléctrica (rectificador y/o baterías) de los equipos ópticos en cualquiera de los Puntos de Presencia de no funciona con total normalidad.
- El adjudicatario deberá disponer del stock necesario para cumplir estos tiempos de respuesta. REDIMadrid se reserva el derecho de auditar dicho stock.
 - Se entiende por Tiempo Máximo de Reposición de Hardware (TMRH) aquel que transcurre entre el momento en que el fabricante determina que hay que sustituir un elemento hardware y el momento en que llega al destino indicado en la gestión de la sustitución. El TMRH que se solicita en el presente contrato es de NBD (Next Business Day).
 - Las incidencias se clasifican en tres tipos, en función de su severidad. El nivel de severidad de una incidencia será asignado y/o modificado por REDIMadrid. En el momento de abrir una incidencia REDIMadrid asignará el nivel de severidad. Si la incidencia hubiera sido abierta por el adjudicatario, el nivel de severidad inicial podrá ser modificado por REDIMadrid. El adjudicatario solo podrá modificarlo para elevar la severidad. El adjudicatario necesitará el visto bueno de REDIMadrid para disminuir la severidad de una incidencia.

Nivel de severidad	Descripción	Tiempo de resolución **
Alto	Problemas que impiden o degradan el funcionamiento de todos o parte de los servicios o funcionalidades configurados en cualquiera de los equipos.	6 horas laborales/NBD para cambio hardware
Medio	Problemas que no afectan al funcionamiento de los servicios o funcionalidades configuradas	Dos días laborales
Bajo	Requerimientos de información y clarificación sobre aspectos técnicos relacionados con el funcionamiento operación y configuración de equipos	Cinco días laborales

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

Según esta clasificación, para cada nivel de severidad se requiere un tiempo de respuesta máximo en el que un técnico cualificado atenderá la incidencia:

Nivel de severidad	Tiempo de respuesta (incluido en el tiempo de resolución)
Alto	15 minutos
Medio	2 horas
Bajo	24 horas

El horario de atención de los diferentes niveles de mantenimiento debe ser el siguiente:

Nivel de mantenimiento	Horario de atención
Atención de incidencias L1	24x7
Soporte L2	8x5 laborables
Soporte L3	8x5 laborales
Sustitución de repuestos on site	NBD

- Se define como tiempo total de una incidencia el comprendido entre el momento en que un problema se origina y el momento de su resolución, y por tanto, están incluidos en dicho periodo el tiempo de resolución y el tiempo de reposición de hardware, que son independientes entre sí, en caso que fuera necesaria dicha reposición para resolver la incidencia.
- El plazo se inicia cuando el centro de soporte del fabricante o del adjudicatario (lo que antes ocurra) identifiquen la sustitución del hardware como solución de la incidencia. El reloj que contabiliza el tiempo o plazo máximo para realizar la

**En el caso que se identifique como posible solución de la incidencia el reemplazo o sustitución hardware, el Tiempo de Resolución no forma parte del Tiempo de Total de la incidencia. No es así en el caso del Tiempo de Respuesta que si se incluye en el Tiempo de Resolución, así por ejemplo en un caso de severidad alta ocurrida en un PdP con Tiempo Máximo de Reposición de Hardware (TMRH) de NBD, el plazo máximo para corregir el fallo sería de 10 horas laborables, donde 6 horas laborales corresponden a la fase de análisis de la incidencia (o Tiempo de Resolución) y 4 horas corresponden al plazo máximo para realizar una correcta sustitución hardware el siguiente día laboral.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

sustitución no se detiene hasta que el hardware no haya sido correctamente reemplazado. Así, por ejemplo, podrían ser necesarias actualizaciones del sistema operativo para que el nuevo hardware fuera reconocido o bien para que las features configuradas recuperaran la operatividad. La ejecución de estas tareas, y otras que fueran necesarias para la correcta operatividad del hardware en el conjunto de la red, quedan incluidas en el plazo máximo de reposición o sustitución.

- se mantendrá informado a REDIMadrid en todo momento y de manera detallada de cualquier acción a tomar para la resolución de la incidencia.
- Siempre que el adjudicatario gestione una incidencia de forma directa con el centro de soporte del fabricante, REDIMadrid estará siempre en copia de todos los mensajes intercambiados o mensajes de actualización en el seguimiento de la incidencia a través de la herramienta de ticketing que para este objeto tena el fabricante.
- El adjudicatario mantendrá informado regularmente a REDIMadrid y a los clientes afectados sobre el proceso que se sigue para reparar el fallo, de acuerdo con los tiempos de actualización en función de su severidad.

Nivel de severidad	Descripción	Tiempo de Actualización
Alto	Problemas que impiden o degradan el funcionamiento de todos o parte de los servicios o funcionalidades configurados en cualquiera de los equipos. Se incluyen los problemas que ocurran cuyo origen esté localizado en los latiguillos.	Cada hora en horario laboral.
Medio	Problemas que no afectan al funcionamiento de los servicios o funcionalidades configuradas.	Cada 3 horas en horario laboral.
Bajo	Requerimientos de información y clarificación sobre aspectos técnicos relacionados con el funcionamiento, operación y configuración de equipos.	Cada 6 horas en horario laboral.

- Una incidencia se cerrará cuando el NOC de REDIMadrid haya aceptado dicho cierre, lo que normalmente se producirá cuando el servicio se haya restablecido

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRİPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

y estabilizado, se hayan eliminado o corregido las causas que originaban los problemas en el servicio y se haya informado al NOC de dichas causas y confirmado que éstas se han eliminado. Si después de cerrar una incidencia se vuelven a presentar los mismos fallos que se pensó que estaban resueltos se reabrirá la misma incidencia anterior.

- En un plazo no superior a 48 horas desde el cierre del caso, el adjudicatario enviará un informe detallado sobre la incidencia a REDIMadrid. Todos los informes deben realizarse en una plantilla que contiene un encabezado con logotipos de uso obligatorio en la documentación administrativa del contrato.

El informe recogerá, como mínimo, los siguientes datos:

- Hora de comienzo de la incidencia.
 - Hora de fin de la incidencia.
 - Descripción de la causa.
 - Actuaciones para solucionarla.
 - Datos de contacto de las personas que han participado en su resolución.
 - Si el adjudicatario hiciera uso de una solución provisional para solventar la incidencia, se incluirá el detalle técnico de dicha solución y la propuesta de implantación de la solución definitiva (incluyendo tanto una descripción técnica como plazos)
 - Otros datos de interés.
- Una incidencia se volverá a abrir si se presentan de nuevo los mismos fallos que había sido dados por resueltos.
 - El adjudicatario deberá realizar las actuaciones remotas y/o in-situ como proporcionar el soporte técnico necesario para atender y solucionar las incidencias o problemas que puedan aparecer en los componentes objeto del suministro o en los servicios configurados y/o soportados sobre los mismos hasta que se restablezca su funcionamiento normal, es decir, el que tenía antes de que surgiera la incidencia o problema.
 - Dichas actuaciones consistirán, entre otras, en trabajo de diagnóstico de mal funcionamiento de los componentes objeto del suministro y/o las funcionalidades

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPTADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

configuradas y/o soportadas sobre los mismos, modificación de configuraciones, carga de versiones de software, apertura de incidencias o casos con el fabricante, revisión de elementos pasivos, realización de bucles, soporte y colaboración técnica con cualquiera de los suministradores y proveedores de otros servicios conectados o relacionados directamente con los componentes objeto del Suministro. y si fuera necesario, la reposición o sustitución del componente o pieza modular del componente afectado por la incidencia.

- Estas actuaciones podrán ser realizadas in-situ o bien en remoto, según la naturaleza de la incidencia requiera, para que la resolución sea eficiente y se mantenga la garantía y calidad de las prestaciones configuradas en los componentes objeto del Suministro.
- Las actuaciones se realizarán a petición expresa de REDIMadrid, o de aquella empresa o institución en la que REDIMadrid delegue, o por iniciativa del adjudicatario como parte del proceso de resolución de la incidencia.

7. Informes

7.1. Informes Regulares

El adjudicatario suministrará mensualmente a REDIMadrid un informe técnico, como máximo en los cinco días laborables siguientes al final del mes. Este informe se enviará por correo electrónico y contendrá, al menos, la información que a continuación se detalla:

- Hora de comienzo de la incidencia.
- Hora de fin de la incidencia.
- Descripción de la causa.
- Actuaciones para solucionarla.

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NetxGenerationEU

- Otros datos de interés.

No obstante, esta estructura podrá ser modificada a petición de REDIMadrid en cualquier momento. Con la información de la que REDIMadrid disponga de las incidencias del mes se evaluará el informe enviado y, de ser necesario, se abrirá un periodo de diálogo para aclarar aquellos datos en los que se detecten discrepancias. El adjudicatario enviará un informe final actualizado.

7.2. Informes Especiales

REDIMadrid podrá solicitar un informe especial sobre un problema determinado. El adjudicatario deberá confirmar a REDIMadrid la recepción de la petición inmediatamente y suministrar un borrador del informe (causa del problema y acciones tomadas para su solución) en las 24 horas siguientes a la recepción de la petición. El informe completo deberá enviarse a REDIMadrid durante los cinco días laborables siguientes. El informe incluirá, al menos, descripción detallada y completa del problema y su impacto, resumen de todas las acciones llevadas a cabo para resolver el problema e información detallada de las medidas tomadas para prevenir la repetición del problema. El informe se enviará por correo electrónico.

8. Consultas y Contacto

Cualquier consulta en relación con el presente procedimiento de adjudicación debe dirigirse por correo electrónico a la dirección noc@redimadrid.es indicando:

Asunto: Equipos QKD MadQCI.

Cuerpo: nombre de la empresa, datos de la persona que realiza la consulta y texto de la consulta.

**PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL SUMINISTRO,
INSTALACIÓN Y SOPORTE DE EQUIPAMIENTO QKD Y ENCRIPADORES
PARA EL PROYECTO MadQuantum-CM, REDIMadrid - IMDEA SOFTWARE
Proyecto MADQuantum-CM, financiado por la Comunidad de Madrid y por el Plan
de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea –
NetxGenerationEU**

El plazo de recepción de consultas finalizará 24 horas antes del fin del plazo de presentación de ofertas. IMDEA Software no tendrá obligación de responder las consultas realizadas transcurrido dicho plazo.

9. Confidencialidad

El adjudicatario garantizará la seguridad y confidencialidad de toda la documentación e información sobre REDIMadrid de la que disponga, disponiendo los medios necesarios para ello. Esta obligación estará en vigor aun cuando el contrato haya llegado a su término o haya sido cancelado.