

CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA - CTTC

PLEC DE CLÀUSULES TÈCNIQUES DEL SERVEI DE REALITZACIÓ SUBMINISTRAMENT D'UNA PLATAFORMA CLOUD-NATIVE PER A L'ORQUESTRACIÓ I CONTROL D'UNA XARXA OPEN RAN (PLAZA6G+) PER AL CTTC

NÚM. EXPEDIENT: CTTC-2025-32

1. Context

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

2. Objecte del contracte

L'objecte del present plec de condicions tècniques és l'establiment de les condicions tècniques que regiran en l'adjudicació, per part del CTTC, del contracte de subministrament d'una Plataforma Cloud-native per a l'orquestració i control d'una xarxa Open RAN.

Necessitats que es pretenen cobrir amb aquest contracte

Per desenvolupar la seva activitat, el CTTC necessita una solució per a l'experimentació basada en xarxes Open RAN, per a l'investigació en nous mecanismes d'orquestració i control intel·ligent. Es busca l'optimització de les xarxes mitjançant tècniques de Machine Learning (ML) en un entorn de laboratori per tal d'optimitzar el funcionament d'aquestes. Una solució d'orquestració i control basada en OPEN

RAN permetrà investigar i testear nous algorismes que permetin optimitzar l'ús de recursos ràdio i de computació, obtenint una millor eficiència energètica sense afectar la qualitat de servei(QoS) i/o d'experiència (QoE). Els components d'aquest entorn d'experimentació haurien de contenir:

1. Disseny i orquestració de la xarxa d'accés (RAN)
2. Orquestració intel·ligent dels recursos de computació i ràdio a nivell RAN basat en solucions O-RAN
3. Reconfiguració adaptativa de la RAN basada en models AI/ML mitjançant l'ús de controladors intel·ligents de la RAN i eines GenAI.

3. Descripció del subministrament

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

Tot el material subministrat haurà de ser de nova adquisició.

El temps d'entrega dels equipaments, haurà de ser igual o inferior al 31 d'octubre de 2025 des de la data de la comanda del subministrament.

Es podrà sol·licitar a l'adjudicatari l'emissió de diferents factures per cadascun o varis dels materials de cada un dels lots objecte del present subministrament.

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

Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC),

Av. Carl Friedrich Gauss 7-11, Edifici B-4

08860 Barcelona

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

4. Requeriments tècnics

4.1 Requeriments tècnics del material

Els materials a subministrar han de complir els requisits tècnics previstos a l'annex 1 d'aquest Plec de Prescripcions Tècniques.

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

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

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

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

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

5. Garantia de l'equipament

Tots els equipaments hauran de disposar d'una garantia mínima de 36 mesos en el lloc on es trobi situat l'equipament, i haurà d'incloure tots els costos relacionats amb la reparació: personal, desplaçament, components i qualsevol altra despesa no prevista.

6. Termini d'entrega

L'empresa adjudicatària haurà de lliurar els equips objecte del present contracte en un termini no superior al 31 d'octubre de 2025 des de la data de la comanda que generarà el CTTC després de la formalització del contracte.

7. Lliurament del subministrament

El lliurament inclou el transport, subministrament, ubicació dels béns objecte del contracte, així com el seu muntatge i instal·lació.

La descàrrega i la ubicació dels béns s'ha de fer per mitjans propis de l'empresa que resulti adjudicatària.

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

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

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

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

L'empresa adjudicatària lliurarà també els manuals d'instal·lació, utilització i manteniment tècnic de l'equipament, així com del programari i aplicacions (en castellà i/o en anglès, en format electrònic i en

paper). A més, es compromet a subministrar les actualitzacions corresponents de la documentació durant tota la vida de l'equip, sense que es pugui aplicar cap càrrec per aquest concepte.

S'haurà d'especificar el termini de lliurament que no haurà de superar el termini marcat a punt 6 d'aquest plec.

Castelldefels, 4 de juny de 2025

Albert Bel

Services as networkS (SaS)

ANNEX 1

L'objectiu d'aquest lot és l'adquisició d'una solució d'orquestració components d'una xarxa mòbil de comunicacions basada en Open RAN. Aquesta haurà d'incloure diferents components per al seu control i optimització, focalitzant-se també en tècniques d'AI/ML per a l'optimització de la xarxa, implementant polítiques de control i actuació tant a nivell RealTime com a nivell non-Real Time.

Les **especificacions tècniques** són:

0. **Llicències per programari per gestió extrem a extrem (E2E) i configuració de la infraestructura cloud-native de la xarxa 5G basada en O-RAN:** Llicències de gestió E2E basades en contenidors gestionats per Kubernetes suportant integració contínua (CI), desplegament continu (CD) i optimització contínua (OD). Hauran d'aportar allò necessari pel disseny, implementació i automatització de desplegaments de la xarxa basat en solucions multivendor i qualsevol equipament necessari per la seva instal·lació a servidors COTS existents al nostre centre. Algunes de les funcions a implementar seran, monitorització de KPMs basades en l'estàndar KPM SM d'O-RAN, accions de control com slicing o modificació de PRBs, basat en xApps i rApps. Els requeriments d'aquesta solució serien:

- a. **Cloud service management and orchestration (SMO)/ Operations and Management (OAM):**
 - i. **Infraestructura de desplegament:** Distribució Kubernetes (K8s) optimitzada per xarxa de telecomunicació 5G avançat compatible amb Kubeadm, MicroK8s o Openshift i amb suport per cloud-init i detecció i automatització de recursos HW. Compatible amb contenidors de tipus Docker, Podman, Containerd o CRI-O.
 - ii. **Components:** Stack 5G srsRAN i OAI (per gNB/DU/CU), i Amarisoft RAN en mode emulat amb agents E2 (E2AP v2/v3). Core network Open 5GS all-in-one i desagregat.
 - iii. **Nivells d'operació de cicle de vida:** Detecció de recursos i descoberta, aprovisionament, configuració, desplegament i mesura, distribució i actualització, reconfiguració, observabilitat total mitjançant Dashboard (monitorització, processat de registres, mètriques i alarmes) i reprogramable.

- iv. **Interfície d'usuari:** Interfície de tipus API i per línia de comandament, GUI i Dashboard per articular la xarxa.
- b. **RAN Intelligent Controller (RIC):**
 - i. **Near-RT RIC (com per exemple el FlexRIC o OSC RIC) y Non-RT-RIC,** suportant APIs per intel·ligència artificial (AI).
 - ii. **Models de servei (SM) compatibles amb O-RAN Spec E2:** Monitorització de mesures de rendiment clau (key performance measurement o KPM), control RAN (RC), Cell Configuration Control (CCC) i personalitzats incloent MAC, RLC, PDCP, RRC y NG. Suport per E2AP y A1AP.
 - iii. **xApps i rApps incloent el seu codi font:** Monitorització de rendiment, recollida de dades i estadístiques, RAN slicing i reconfiguració, optimització de recursos ràdio (PRB allocation) i gestió de balanceig de càrrega, suportant polítiques d'acord a nivell de servei (service level agreements o SLA policies).
 - iv. **Compatibilitat:** OAI, srsRAN i Amarisoft.
- c. **Intelligent Agent:**
 - i. **Assistent intel·ligent de xarxa:** observació i optimització de la xarxa mitjançant l'ús de tècniques de GenAI
 - ii. Interfície d'usuari i interfície de línia de comenda per al control de l'eina.
- d. **O-RU discovery:**
 - i. **Servei de localització d'O-RUs que inclourà l'exposició de paràmetres de configuració de les mateixes.**
 - ii. **Connectivitat amb plataforma MEC:** S'habilitarà la connectivitat a una plataforma per mobile Edge computing (MEC) implementada en codi obert que serà exposada al Near-RT RIC.

Altres característiques obligatòries:

- **Software i documentació:** Tant el programari proporcionat com tota la documentació tècnica associada, incloent manuals d'usuari, guies d'implementació, i especificacions tècniques, hauran d'estar disponibles en anglès. Aquesta documentació haurà de ser clara i completa, assegurant que els equips tècnics del CTTC puguin comprendre i gestionar el codi i les seves funcionalitats

de manera eficaç.. A més, s'haurà de proporcionar tota la documentació tècnica necessària, incloent-hi la descripció detallada de l'arquitectura del codi, instruccions per a la seva compilació, desplegament i execució, així com les guies de manteniment i actualització. Aquesta documentació haurà de permetre que els tècnics i treballadors del CTTC puguin realitzar modificacions, millores o actualitzacions futures de manera autònoma, assegurant la continuïtat i escalabilitat de la solució implementada.

- **Actualitzacions SW i llicència:** Actualitzacions SW per la solució integral proporcionada (incloent els seus múltiples components) durant un període mínim de 60 mesos. Passat aquest període, la llicència permetrà al SW seguir operatiu per la darrera actualització contemplada dins d'aquest període. El cost d'aquestes actualitzacions o millores ha d'estar integrat al preu total de la solució a licitar.
- **Pla de formació:** El pla de formació haurà de ser impartit en anglès, amb l'objectiu de capacitar els membres del testbed perquè puguin utilitzar, mantenir i actualitzar el codi lliurat de forma autònoma. Aquest pla de formació haurà d'incloure sessions pràctiques i teòriques sobre la gestió i desplegament del codi, així com sobre la seva integració en la infraestructura existent. A més, es requerirà una formació específica en l'ús de les API, el monitoratge de l'aplicació i el manteniment de les actualitzacions periòdiques.
- **Suport per incidències:** Es proporcionarà un servei de suport per a la gestió d'incidències durant un període mínim de 60 mesos. Aquest servei de suport tècnic estarà disponible per donar resposta a qualsevol consulta o problema que pugui sorgir en relació amb el codi o els serveis associats. El licitador es compromet a respondre totes les incidències en un termini màxim de 48 hores, garantint així una resolució eficient i àgil dels problemes que puguin afectar el rendiment o la funcionalitat del sistema. A més, el suport ha de ser proporcionat en anglès per assegurar la comunicació fluida amb els equips tècnics del CTTC.

CENTRE TECNOLÒGIC DE TELECOMUNICACIONS DE CATALUNYA - CTTC

PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE UNA PLATAFORMA CLOUD-NATIVE PARA LA ORQUESTACIÓN Y CONTROL DE UNA RED OPEN RAN (PLAZA6G+) PARA EL CTTC

NÚM. EXPEDIENTE: CTTC-2025-32

1. Contexto

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

2. Objeto del contrato

El objeto del presente pliego de condiciones técnicas es el establecimiento de las condiciones técnicas que regirán en la adjudicación, por parte del CTTC, del contrato de suministro de una Plataforma Cloud-native para la orquestación Y control de una red Open RAN.

Necesidades que se pretenden cubrir con este contrato

Para desarrollar su actividad, el CTTC necesita una solución para la experimentación basada en redes Open RAN, para la investigación en nuevos mecanismos de orquestación y control inteligente. Se busca

la optimización de las redes mediante técnicas de Machine LeARning (ML) en un entorno de laboratorio con tal de optimizar el funcionamiento de estas. Una solución de orquestación y control basada en OPEN RAN permitirá investigar y testear nuevos algoritmos que permitan optimizar el uso de recursos radio y de computación, obteniendo una mejor eficiencia energética sin afectar la calidad de servicio (QoS) y/o de experiencia (QoE). Los componentes de este entorno de experimentación deben contener:

1. Diseño y orquestación de la red de acceso (RAN)
2. Orquestación inteligente de los recursos de computación y radio a nivel de RAN basado en soluciones O-RAN.
3. Reconfiguración adaptativa de la RAN basada en modelos AI/ML mediante el uso de controladores inteligentes de la RAN y herramientas GenAI.

3. Descripción del suministro

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

Todo el material suministrado deberá ser de nueva adquisición.

La fecha de entrega de los equipos deberá ser igual o inferior al 31 de octubre de 2025.

Se podrá solicitar al adjudicatario la emisión de diferentes facturas para cada uno o varios de los materiales de cada uno de los lotes objeto del presente suministro.

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

Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC),

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

08860 Barcelona

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

4. Requisitos técnicos

4.1 Requisitos técnicos del material

Los materiales a suministrar deben cumplir con los requisitos técnicos previstos en el anexo 1 de este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

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

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

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

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

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

5. Garantía del equipo

Todos los equipos deberán contar con una garantía mínima de 36 meses en el lugar donde esté situado el equipo, y deberá incluir todos los costes relacionados con la reparación: personal, desplazamiento, componentes y cualquier otro gasto no previsto.

6. Plazo de entrega

La empresa adjudicataria deberá entregar los equipos objeto del presente contrato en un plazo no superior al 31 de octubre de 2025 desde la fecha de pedido que generará el CTTC después de la formalización del contrato.

7. Entrega del suministro

La entrega incluye el transporte, suministro, ubicación de los bienes objeto del contrato, así como su montaje e instalación por parte del adjudicatario.

La descarga y ubicación de los bienes deben realizarse mediante los medios propios de la empresa que resulte adjudicataria.

El equipamiento que constituye el objeto del presente pliego se suministrará con todos aquellos dispositivos y/o elementos necesarios para su instalación completa, puesta en marcha y correcto funcionamiento.

La instalación se llevará a cabo bajo la supervisión de un técnico responsable del servicio e incluirá todos los pasos necesarios hasta que el equipo quede situado en la ubicación definitiva y completamente funcional.

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

La empresa adjudicataria también entregará los manuales de instalación, utilización y mantenimiento técnico del equipamiento, así como del software y aplicaciones (en español y/o en inglés, en formato electrónico y en papel). Además, se compromete a suministrar las correspondientes actualizaciones de

la documentación durante toda la vida del equipo, sin que se pueda aplicar ningún cargo por este concepto.

Se deberá especificar el plazo de entrega, que no deberá superar el plazo establecido en el punto 6 de este pliego.

Castelldefels, 4 de junio de 2025

Albert Bel

Services as networkS (SaS)

ANEXO 1

El objetivo de este lote es la adquisición de una solución de orquestación de componentes de una red móvil de comunicaciones basada en Open RAN. Esta tendrá que influir distintos Componentes para su control y optimización, focalizándose en técnicas de AI/ML para la optimización de la red, implementando políticas de control y actuación tanto a nivel Real Time como a nivel Non-Real Time.

Las especificaciones técnicas son:

0. **Licencias para programario de gestión extremo a extremo (E2E) y configuración de la infraestructura cloud-native de la red 5G basada en O-RAN:** licencias de gestión e2E basadas en contenedores gestionados por kubernetes soportando integración continua (CI), despliegue continuo (CD) y optimización continua (OD). Tendrán que aportar lo necesario para el diseño, implementación y automatización de despliegues de la red basada en soluciones multivendor y cualquier equipo necesario para su instalación en servidores COTS existentes en nuestro laboratorio. Algunas de las funciones a implementar serán, monitorización de KPMs basadas en el estándar KPM SM d'O-RAN, acciones de control como slicing o modificación de PRBs, basado en xApps y rApps. Los requerimientos de esta solución serían:
 - a. **Cloud service management and orchestration (SMO)/ Operations and Management (OAM):**
 - i. **Infraestructura de despliegue:** Distribución Kubernetes (K8s) optimizada para red de telecomunicación 5G avanzado compatible con Kubeadm, MicroK8s o Openshift y con soporte para cloud-init y detección y automatización de recursos HW. Compatible con contenedores de tipo DOCKER, Podman, Containerd o CRI-O.
 - ii. **Componentes:** Stack 5G srsRAN y OAI (para gNB/DU/CU), y Amarisoft RAN en modo emulado con agentes E2 (E2AP v2/v3). Core network Open 5GS all-in-one y desagregado.
 - iii. **Niveles de operación de ciclo de vida:** Detección de recursos y descubrimiento, aprovisionamiento, configuración, despliegue y medida, distribución y actualización, reconfiguración, observabilidad total mediante Dashboard (monitorización, procesamiento de registros, métricas y alarmas) y reprogramable.

- iv. **Interfaz de usuario:** Interfaz de tipo API y por línea de comandos, GUI y Dashboard para articular la red.
- b. **RAN Intelligent Controller (RIC):**
 - i. **Near-RT RIC (como por ejemplo FlexRIC o OSC RIC) y Non-RT-RIC,** soportando APIs para inteligencia artificial (AI).
 - ii. **Modelos de servicio (SM) compatibles con O-RAN Spec E2:** Monitorización de medidas de rendimiento clave (key performance measurement o KPM), control RAN (RC), Cell Configuration Control (CCC) y personalizados incluyendo MAC, RLC, PDCP, RRC y NG. Soporte para E2AP y A1AP.
 - iii. **xApps y rApps incluyendo su código fuente:** Monitorización de rendimiento, recogida de datos y estadísticas, RAN slicing y reconfiguración, y optimización de recursos radio (PRB allocation) y gestión de balanceo de carga, soportando políticas de acuerdo al nivel de servicio (service level agreements o SLA policies).
 - iv. **Compatibilidad:** OAI, srsRAN y Amarisoft.
- c. **Intelligent Agent:**
 - i. **Asistente inteligente de red:** observación y optimización de la red mediante el uso de técnicas GenAI.
 - ii. Interfaz de usuario e interfaz de línea de comandos para el control de la herramienta.
- d. **O-RU discovery:**
 - i. **Servicio de localización de O-RUs que incluirá la exposición de parámetros de configuración de las mismas.**
 - ii. **Conectividad con plataforma MEC:** Se habilitará la conectividad a una plataforma para mobile Edge computing (MEC) implementada en código abierto que será expuesta al near-RT RIC.

Otras características obligatorias:

- **Software y documentación:** Tanto el programario proporcionado como toda la documentación técnica asociada, incluyendo manuales de usuario, guías de implementación, y especificaciones técnicas, tendrán que estar disponibles en inglés. Esta documentación

tendrá que ser clara y completa, asegurando que los equipos técnicos del CTTC puedan comprender y gestionar el código y sus funcionalidades de forma eficaz. Además, se tendrá que proporcionar toda la documentación técnica necesaria, incluyendo la descripción detallada de la arquitectura del código, instrucciones para su compilación, despliegue y ejecución, así como guías de mantenimiento y actualización. Esta documentación tendrá que permitir que los técnicos y trabajadores del CTTC puedan realizar modificaciones, mejoras o actualizaciones futuras de forma autónoma, asegurando la continuidad y escalabilidad de la solución implementada.

- **Actualizaciones SW y licencia:** Actualizaciones SW para la solución integral proporcionada (incluyendo sus múltiples componentes) durante un período de 60 meses. Pasado este período, la licencia permitirá al SW seguir operativo con la última actualización contemplada dentro del período. El costo de estas actualizaciones o mejoras debe estar incluido en el precio total de la solución a licitar.
- **Plan de formación:** El plan de formación deberá ser realizado en inglés con el objetivo de capacitar a los miembros del testbed para que puedan utilizar, mantener y actualizar el programario dado de forma autónoma. Este plan de formación tendrá que incluir sesiones prácticas y teóricas sobre la gestión y despliegue de los distintos elementos, así como con la integración con la infraestructura existente. Además, se requerirá una formación específica del uso de las APIs, el monitoreo de las aplicaciones y el mantenimiento de actualizaciones.
- **Soporte para incidencias:** Se proporcionará un servicio de soporte para la gestión de incidencias durante un periodo de 60 meses. Este servicio de soporte técnico estará disponible para dar respuesta a cualquier consulta o problema que pueda surgir con el código o servicios asociados. El licitador se compromete a responder todas las incidencias en un plazo máximo de 48 horas, garantiendo así una resolución eficiente y ágil de los problemas que puedan afectar al rendimiento o la funcionalidad del sistema. Además, el soporte tiene que ser proporcionado en inglés para asegurar la comunicación fluida con los equipos técnicos del CTTC.