Informat favorablement per l'Assessoria Jurídica del Departament d'Esports : 11.02.2026

Plec de condicions tècniques per al subministrament, la instal·lació, configuració i posada en servei de l'equipament que conformarà el sistema de virtualització per al Centre d'Alt Rendiment de Sant Cugat del Vallès

(EXPEDIENT NÚM. 2025/17)

Índex

1 Presentació

En l'actualitat, les empreses de recerca esportiva es basen cada cop més en dades per prendre decisions crítiques, tant en la millora del rendiment dels esportistes com en la gestió operativa dels recursos. Amb la creixent quantitat de dades que es generen i la necessitat de processar-les ràpidament, la infraestructura TIC ha d'estar a l'alçada. Aquí és on entra en joc la **virtualització**, una tecnologia que ha esdevingut essencial per a l'optimització i l'eficiència dels sistemes informàtics moderns.

1.1 Què és la Virtualització?

La virtualització és el procés de crear versions virtuals d'elements físics, com ara servidors, emmagatzematge o xarxes. A través d'un programari específic, conegut com a hipervisor, la virtualització permet que una única màquina física actuï com si fos diverses màquines virtuals independents, cadascuna amb el seu propi sistema operatiu i aplicacions. Això significa que es pot utilitzar més eficientment el maquinari existent, reduint la necessitat de mantenir múltiples servidors físics.

1.2 Beneficis de la Virtualització per a Empreses de Recerca Esportiva

En el context d'una empresa de recerca esportiva, la virtualització ofereix nombrosos beneficis que la converteixen en una eina imprescindible:

0. **Reducció de costos**: La virtualització elimina la necessitat d'adquirir múltiples servidors físics. En lloc d'això, es pot utilitzar un únic servidor potent que suporti diverses màquines virtuals, reduint així els costos de maquinari, manteniment i consum energètic.
1. **Escalabilitat i flexibilitat**: Les empreses de recerca esportiva han de processar grans volums de dades, especialment quan es treballa amb tecnologies com el *machine learning* i la intel·ligència artificial. La virtualització permet escalar els recursos fàcilment, creant noves màquines virtuals en funció de les necessitats del projecte.
2. **Millora de la seguretat**: La virtualització ofereix un nivell addicional de seguretat, ja que les màquines virtuals estan aïllades les unes de les altres. Això significa que, si una màquina és compromesa per un atac, les altres màquines virtuals i el servidor físic principal no es veuran afectats. Aquesta protecció és especialment important quan es treballa amb dades sensibles d'esportistes.
3. **Recuperació davant de desastres**: La virtualització facilita la creació de còpies de seguretat i la implementació de plans de recuperació davant de desastres. Les màquines virtuals es poden clonar i restaurar ràpidament en cas de fallada, reduint el temps d'inactivitat i assegurant que els processos crítics continuen sense interrupcions.

1.3 Virtualització en la Infraestructura TIC Actual

En una empresa de recerca esportiva, la infraestructura TIC ha de ser capaç de suportar diferents tipus de càrregues de treball, des de l'anàlisi de dades en temps real fins a la gestió de bases de

dades massives. Tradicionalment, això s'ha fet mitjançant servidors físics dedicats, però aquest model té diverses limitacions: és costós, ineficient i poc flexible. La virtualització ofereix una solució moderna i eficient a aquests problemes.

Gràcies a la virtualització, l'empresa pot implementar una infraestructura en núvol o híbrida, aprofitant al màxim els recursos locals i externs. Això permet un accés més ràpid a les dades i una gestió més eficient dels recursos, optimitzant el rendiment tant en els centres d'entrenament com en les seus centrals. Per exemple, els analistes poden utilitzar màquines virtuals per executar simulacions i models predictius sense afectar el rendiment de les altres aplicacions crítiques de l'empresa.

1.4 La virtualització com a avantatge competitiu

En un sector tan dinàmic com el de la recerca esportiva, tenir una infraestructura TIC robusta i flexible pot marcar la diferència entre liderar el mercat o quedar-se enrere. La virtualització no només permet una gestió més eficient dels recursos, sinó que també facilita la innovació, ja que els equips poden experimentar amb noves tecnologies sense comprometre la infraestructura existent.

A més, amb la creixent necessitat d'analitzar dades biomètriques, fisiològiques i de rendiment dels esportistes, una infraestructura virtualitzada pot suportar millor les càrregues de treball variables i els requisits de processament intensiu. Així, l'empresa pot prendre decisions basades en dades de manera més ràpida i precisa, millorant l'entrenament, reduint el risc de lesions i augmentant el rendiment general dels esportistes.

2 Àmbit de la contractació

L'objectiu d'aquest plec és la contractació del subministrament, la instal·lació, configuració i posada en servei de l'equipament que conformarà el sistema de virtualització del CAR.

Aquest contracte ha de contemplar la instal·lació d'una solució de servidors, sistema d'emmagatzemament i elements de comunicació, que disposi de funcionalitats avançades per optimitzar les dades i que ofereixi disponibilitat, resiliència i escalabilitat amb el mínim de nodes possible.

Aquesta actuació servirà per evolucionar a un nou model de virtualització, que concentri els serveis de virtualització de servidors, xarxa i emmagatzemament en una plataforma, gestionada de forma centralitzada i que aportarà una sèrie d'avantatges:

- Simplificar la gestió.
- Suport de múltiples hipervisors
- Arquitectura escalable, que permeti la deslocalització geogràfica dels serveis.
- Resiliència, per a millorar la disponibilitat davant problemes hardware.
- Sistema de copia de seguretat integrat

Caldrà incloure l'electrònica de xarxa a 100 Gbps necessària per interconnectar la nova plataforma i els commutadors de nucli existents amb totes les llicències necessàries per al correcte funcionament de la nova infraestructura.

2.1 Llicències i Funcionalitats

Durant la vigència del contracte, es requereix que totes les llicències necessàries per al correcte funcionament dels equips subministrats estiguin incloses, així com totes les funcionalitats associades als mateixos. Aquesta inclusió haurà d'assegurar que el beneficiari del contracte tingui accés complet i il·limitat a totes les capacitats dels equips durant el període de contractació, sense que això impliqui cap cost addicional o càrregues imprevistes.

El contractista serà responsable de garantir que:

1. **Disponibilitat de llicències**: Totes les llicències de programari, subscripcions o drets d'ús necessaris per al funcionament integral dels equips i sistemes associats estiguin actives i plenament operatives des del moment de la posada en marxa dels equips fins al final del contracte. Caldran tantes llicències Open Nebula Enterprise Elemental nodes proposats.
2. **Funcionalitats completes**: Cap funcionalitat dels equips subministrats podrà quedar desactivada o limitada per manca de llicències. Es considera que qualsevol funcionalitat inherent al producte ha d'estar habilitada durant tota la durada del contracte.

3. **Registre de llicències**: Totes les llicències necessàries per al correcte funcionament dels equips hauran d'estar registrades a nom del Centre d'Alt Rendiment (CAR), garantint així la plena titularitat i el control exclusiu per part de l'entitat contractant.
4. **Actualitzacions i manteniment**: Qualsevol actualització de llicències o funcionalitats, incloses millores tècniques i de seguretat, haurà d'estar inclosa sense cap cost extra per l'administració contractant.

A més, es requerirà que el contractista garanteixi el suport tècnic necessari per al manteniment de les llicències i funcionalitats, així com l'assistència en cas d'incidències relacionades amb aquestes. Aquest requisit és essencial per assegurar la continuïtat del servei i l'òptim rendiment dels equips al llarg de la durada del contracte.

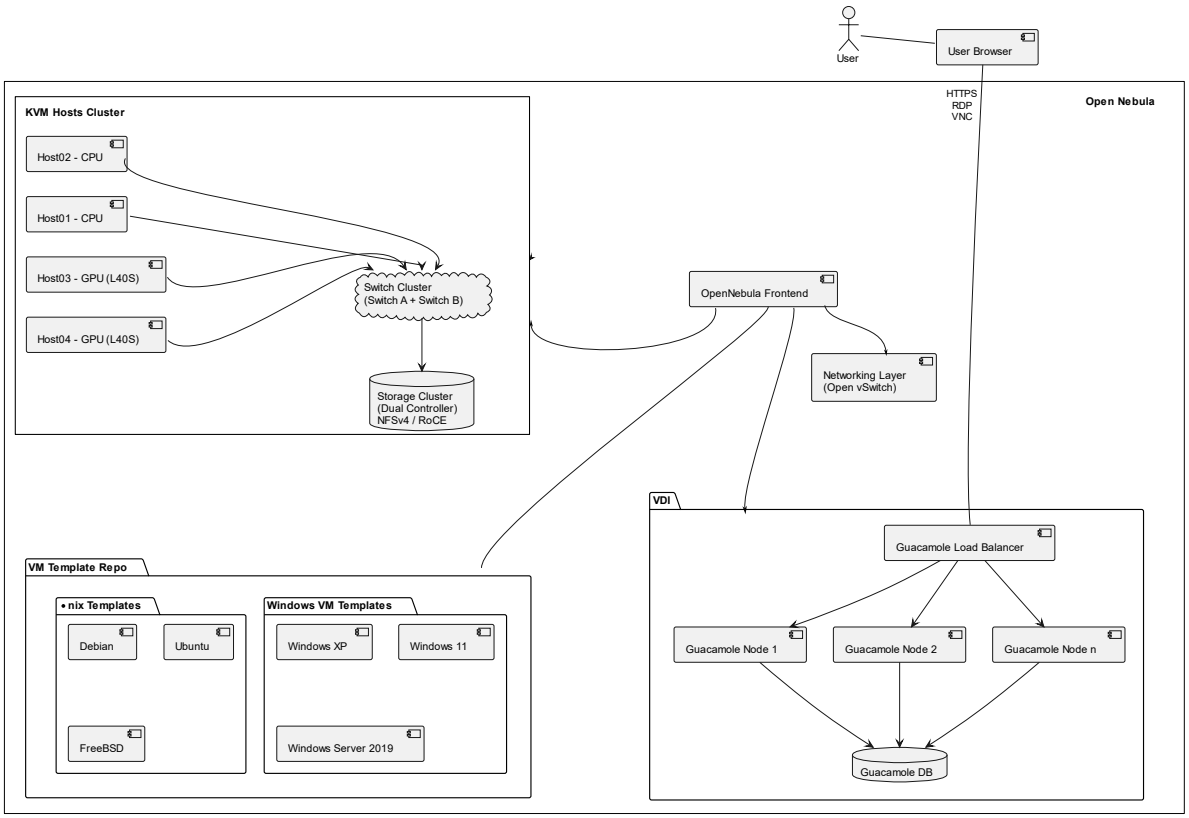
Qualsevol incompliment en aquest aspecte serà considerat un defecte greu en l'execució del contracte.

3 Disseny de la solució

El Licitador proposarà al CAR una arquitectura i una configuració que un cop validada i acceptada podrà instal·lar, configurar i posar en marxa. Aquesta disseny ha d'incorporar tots els requisits detallats en el plec i ha d'explicar la solució a tots els nivells, des de les connexions físiques del maquinari, passant pels protocols que es faran servir i com es configuraran, fins a la capa superior d'us i gestió del maquinar.

Aquesta solució ha de tenir en compte la ciberseguretat en el propi disseny i l'ha d'aplicar a cada un dels subsistemes

La solució pot estar en 1 sol bastidor de servidors, o distribuït en varis.



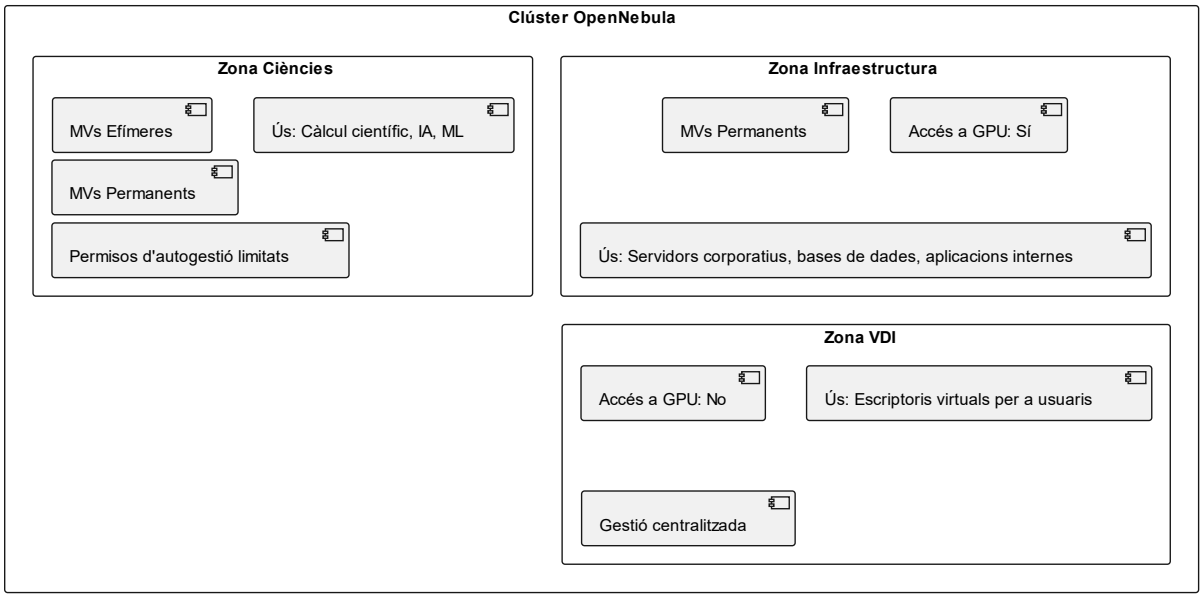
3.1 OpenNebula

El projecte planteja el desplegament d'un clúster de virtualització avançat format per **quatre servidors físics**, amb l'objectiu de proporcionar una infraestructura robusta, segura i escalable per a diversos usos: serveis TIC d'infraestructura, escriptoris virtuals (VDI) i entorns científics amb accés a GPU per càlcul intensiu. El clúster estarà gestionat íntegrament amb **OpenNebula**, una plataforma de gestió de virtualització lleugera i modular, que permet l'orquestració de màquines virtuals sobre hipervisors KVM i l'ús de tecnologies de codi obert com Apache Guacamole, Open vSwitch i Wazuh SIEM.

El **maquinari del clúster** estarà compost per quatre nodes físics, dels quals dos estaran equipats amb **GPU NVIDIA L40S**, dissenyades específicament per a càrregues de treball relacionades amb la intel·ligència artificial, machine learning i processament paral·lel. Cada servidor disposarà de com a mínim de 2 CPUs de minim 32 cores, 768 GB de RAM i emmagatzematge local en SSD NVMe específic per l'arrancada. La connectivitat estarà garantida amb dues interfícies de xarxa de 100 GbE per node, connectades a un clúster de dos commutadors redundants per garantir alta disponibilitat i tolerància a fallades. L'emmagatzematge compartit estarà proporcionat per una cabina amb doble controladora i accés via NFSv4 o RoCE.

A nivell lògic, OpenNebula gestionarà un **únic clúster físic** amb aquests quatre nodes, però amb tres zones de servei clarament diferenciades:

- **Zona d'Infraestructura**: per allotjar màquines virtuals persistents destinades a serveis TIC generals (bases de dades, aplicacions web, gestors documentals, etc.). Aquesta zona tindrà accés parcial a les GPUs.
- **Zona de Ciències**: orientada a investigadors i equips científics, permetrà crear i gestionar màquines persistents i efimeres, amb accés controlat a recursos GPU i permisos intermedis per a la seva autogestió.
- **Zona VDI**: destinada a llançament sota demanda de màquines virtuals efímeres Windows i Linux per a fins educatius o de treball remot de tipus administratiu. Aquesta zona no tindrà accés a GPU i utilitzarà Apache Guacamole com a passarel·la d'accés web per als usuaris.



Els usuaris es classificaran en tres grups: **vdi-users**, **science-users** i **local-admins**. Els dos primers s'autentiquen mitjançant l'**Active Directory del CAR**, amb permisos limitats i controlats. Els administradors, en canvi, utilitzen comptes **locals fora del domini corporatiu**, amb accés complet i restricció estricta del nombre d'usuaris autoritzats, seguint el principi de mínima privilegiació.

Per garantir el **rendiment i l'eficiència** del clúster, OpenNebula ofereix mecanismes equivalents als sistemes **DRS (Distributed Resource Scheduler)** i **vMotion** de VMware. A través del seu **scheduler configurable**, és possible definir polítiques de col·locació (PACK, STRIPED, LOAD_AWARE), afinitat de màquines i pesos per optimitzar l'assignació de recursos. Pel que fa a la migració de màquines en execució, OpenNebula suporta **live migration** (com vMotion), sempre que es faci ús d'un datastore compartit i de configuracions de xarxa compatibles entre nodes.

Pel que fa al **monitoratge i la seguretat**, el clúster s'integrarà amb sistemes ja existents al centre: **LibreNMS** per a monitoratge d'estat i rendiment, i **Wazuh SIEM** per a gestió centralitzada de logs i correlació d'esdeveniments de seguretat. A més, es desplegaran nous mòduls amb **Prometheus** i **Grafana**, o eines equivalents com Zabbix o Netdata, per oferir una visió detallada del consum de recursos, l'estat de les VMs, les càrregues GPU i el comportament del sistema. Aquesta capa de monitoratge permetrà generar alertes operacionals i dashboards personalitzats per a cada zona del clúster.

Amb aquesta arquitectura, es garanteix un sistema modular, escalable i segur, preparat per a entorns exigents i amb capacitat de creixement.

3.1.1 Zona d'Infraestructura

La **zona d'infraestructura** del clúster de virtualització està destinada a allotjar totes aquelles màquines virtuals que donen suport a les funcions TIC generals del centre: serveis corporatius, gestors documentals, bases de dades, servidors web, plataformes internes, eines de comunicació i automatització, etc. Aquestes màquines virtuals són de tipus **persistent**, és a dir, mantenen l'estat entre reinicis, tenen discos associats permanents i estan pensades per oferir servei continuat i estable.

La gestió d'aquestes màquines recau **principalment en el personal del Departament d'Informàtica**, que és qui les administra, supervisa i manté. Els tècnics del departament poden crear noves màquines, adaptar recursos segons necessitats, aplicar actualitzacions, fer tasques de còpia de seguretat, i supervisar el seu funcionament de manera regular. Per garantir la seguretat i el control, aquests usuaris formen part d'un grup específic dins d'OpenNebula (`infra-users`), amb permisos delimitats però suficients per autogestionar els seus propis serveis, sense interferir amb les altres zones del clúster.

A nivell de rendiment, aquestes màquines poden accedir a **recursos de GPU** de forma limitada i controlada. Aquesta funcionalitat és útil en el cas de serveis que requereixen càlcul gràfic o acceleració, com pot ser l'ús de programari CAD, processament d'imatges o visualització 3D en remot. Per controlar aquest accés, OpenNebula permet definir plantilles específiques amb assignació restringida de GPU per a usuaris del grup d'infraestructura, aplicant limitacions via polítiques de programació i quotes.

La zona d'infraestructura comparteix el **datastore persistent** (`infra-system` i `infra-images`) que està replicat i allotjat a la cabina d'emmagatzematge central, amb accés via NFSv4 o RoCE. Aquesta configuració garanteix la durabilitat de les dades, el rendiment d'accés i la possibilitat de recuperar ràpidament les màquines en cas de caiguda d'un node físic.

Pel que fa a la xarxa, les màquines virtuals d'infraestructura estan connectades mitjançant **Open vSwitch**, integrades amb la infraestructura de xarxa corporativa del centre. Es poden definir VLANs específiques per segmentar serveis i aïllar funcionalitats (producció, desenvolupament, proves, etc.), tot mantenint compatibilitat amb els sistemes físics existents.

Des del punt de vista del monitoratge i la seguretat, aquestes màquines estan integrades amb les plataformes **LibreNMS** (monitoratge d'estat i rendiment) i **Wazuh SIEM** (auditoria i correlació de logs). També es visualitzen mitjançant **dashboards de Grafana** vinculats a Prometheus, oferint en temps real informació sobre disponibilitat, ús de CPU, memòria, disc i xarxa.

En resum, la zona d'infraestructura proporciona un entorn estable i altament configurable per desplegar els serveis TIC del centre, sota la gestió directa del Departament d'Informàtica, amb accés restringit, controlat i monitoritzat de manera proactiva. És una peça clau per garantir la continuïtat operativa i la seguretat digital de tot l'ecosistema tecnològic institucional.

3.1.1.1 Migració Datacenter VMware existent

La migració del datacenter existent, actualment basat en VMware, a la nova infraestructura virtualitzada gestionada amb OpenNebula és una operació crítica que ha de permetre consolidar, modernitzar i optimitzar els serveis TIC del centre. Aquest entorn, amb més de 200 màquines virtuals actives, 12 VLANs configurades i 5 datastores, passarà a formar part de la **zona d'infraestructura** del nou clúster OpenNebula, que ofereix un entorn persistent, flexible i altament controlable per al personal del Departament d'Informàtica.

Per dur a terme aquesta migració de manera ordenada i segura, cal primer una **auditoria prèvia de serveis i dependències**. Aquesta anàlisi ha de permetre entendre amb precisió quines màquines són crítiques, quines estan obsoletes, quines poden ser agrupades, eliminades o simplificades, i quins serveis poden ser substituïts per solucions més modernes o eficients. Aquesta auditoria és imprescindible no només per garantir la continuïtat de servei un cop completada la migració, sinó també per aprofitar l'ocasió per **actualitzar, optimitzar i racionalitzar** l'arquitectura TIC existent, eliminant duplicats, redefinint rols de xarxa i millorant l'escalabilitat dels serveis.

Un cop establert el pla funcional de migració, cal utilitzar eines automatitzades per facilitar el trasllat de les màquines virtuals des de VMware cap a OpenNebula. L'eina **OneSwap**, proporcionada per OpenNebula, permet convertir imatges de màquines virtuals de VMware en format compatible amb KVM i el model de gestió d'imatges d'OpenNebula. Aquesta conversió s'ha d'aplicar a totes les màquines virtuals identificades com a vàlides i actualitzables. Durant aquest procés, cal assegurar-se que totes les imatges migrades disposin dels **drivers VirtIO**, la contextualització d'OpenNebula i la configuració adequada per integrar-se amb les VLANs i la xarxa virtual gestionada amb Open vSwitch.

Per simular els comportaments avançats que oferia VMware a través de DRS i vMotion, OpenNebula posa a disposició diversos mecanismes que cal configurar abans de la posada en marxa del nou entorn. El sistema de **planificació avançada de recursos**, mitjançant el scheduler configurable, ha de permetre una distribució òptima de les càrregues, utilitzant polítiques de col·locació com `PACK`, `STRIPED` i `LOAD_AWARE`, així com regles d'afinitat i anti-afinitat per

controlar quines màquines poden compartir host. També s'han de definir pesos i requisits per garantir que els serveis més crítics es despleguin sempre sobre els nodes amb més capacitat disponible. A més, la funcionalitat de **migració en viu (live migration)** permet reubicar màquines actives entre hosts sense downtime, proporcionant una alternativa clara al comportament del vMotion de VMware.

Un cop completada la migració, totes les màquines i serveis han d'estar correctament integrats al sistema de monitoratge del centre. Això implica assegurar que totes les instàncies virtuals migrades estiguin visibles i auditables des de LibreNMS, Wazuh i Grafana, i que responguin a les polítiques de seguretat, rendiment i supervisió establertes. Aquest procés de migració no només implica un canvi tecnològic, sinó una **transformació estructural de l'entorn TIC**, que ha de garantir una gestió més àgil, segura i eficient a llarg termini.

3.1.2 Zona de Ciències

La **zona de Ciències** dins del clúster de virtualització està dissenyada per donar resposta a les necessitats específiques dels equips de recerca, laboratoris i grups d'investigació del centre. Aquesta zona proporciona un entorn flexible, potent i segur per desplegar màquines virtuals orientades a la computació científica, el processament de dades, l'anàlisi avançada i la creació de prototips de software o models d'intel·ligència artificial. A diferència de la zona VDI, on les màquines són efímeres i no persistents i de la zona d'infraestructura, destinada a serveis corporatius estables, la zona de Ciències combina ambdues modalitats: pot allotjar tant **màquines virtuals persistents** com **instàncies efímeres sota demanda**.

Les màquines **persistents** són utilitzades per projectes de llarg recorregut o per entorns que requereixen personalització, configuració específica i manteniment de l'estat. Aquestes màquines poden tenir programari especialitzat, entorns de desenvolupament, conjunts de dades locals i serveis interns que cal conservar entre sessions. Els investigadors poden crear-les a partir de plantilles validades, adaptar-les a les seves necessitats i conservar-les mentre el projecte estigui actiu. Aquestes màquines tenen discos associats a datastores persistents i poden estar subjectes a polítiques de còpia de seguretat i control d'integritat.

D'altra banda, la zona de Ciències també permet el desplegament de **màquines efímeres**, pensades per a usos puntuals, demostracions, simulacions ràpides o entorns de test sense necessitat de persistència. Aquestes instàncies es generen a partir de plantilles predefinides, poden tenir assignació dinàmica de recursos i s'eliminen automàticament en finalitzar la sessió o després d'un període d'inactivitat. Aquesta dualitat de modalitats proporciona als equips científics una gran capacitat d'adaptació a les seves metodologies de treball, ja que poden disposar d'entorns estables i també d'entorns volàtils per a proves o execucions específiques.

Una de les característiques diferencials d'aquesta zona és el **suport per a recursos GPU**, compartits amb la zona d'infraestructura però separats de la zona VDI. Les màquines virtuals persistents o efímeres poden accedir a les **GPU NVIDIA L40S** dels nodes corresponents mitjançant mecanismes de passtrough o virtualització de GPU, segons els requeriments. L'accés a les GPU està subjecte a polítiques de quota, limitacions per plantilla i control per part del planificador d'OpenNebula, que pot assignar els recursos en funció de la demanda i la

disponibilitat. Aquesta funcionalitat és especialment rellevant per a projectes d'intel·ligència artificial, aprenentatge automàtic, visualització científica o simulació numèrica.

Els usuaris de la zona de Ciències formen part del grup `science-users` i tenen un **rol d'administració parcial** dins d'OpenNebula. Poden instanciar màquines, crear plantilles pròpies a partir de les validades, gestionar les seves pròpies dades i configurar serveis dins de les seves màquines. A diferència dels usuaris VDI, els científics tenen autonomia per gestionar el seu entorn virtual, sempre dins dels límits establerts pel sistema. L'autenticació es fa mitjançant l'**Active Directory del CAR**, i tots els serveis estan subjectes a monitoratge i traçabilitat a través de les plataformes LibreNMS, Wazuh i Grafana, garantint la seguretat i la visibilitat completa de les activitats dins d'aquesta zona.

3.1.3 Zona de Virtual Desktop Infrastructure (VDI)

La **Zona de Virtual Desktop Infrastructure (VDI)** dins del clúster de virtualització està dissenyada per oferir escriptoris virtuals remots a un conjunt d'usuaris que necessiten accedir a entorns Windows o Linux des de qualsevol lloc, a través d'un navegador web, de manera centralitzada, segura i escalable. Aquest entorn està pensat per donar servei com a mínim a **100 usuaris simultanis**, garantint un bon nivell de rendiment i resposta, **fins i tot en hores punta**.

Les màquines virtuals generades en aquesta zona són **efímeres**, és a dir, es creen sota demanda a partir de plantilles predefinides i s'elimina completament el seu contingut un cop l'usuari tanca la sessió. Això garanteix una alta higiene digital, facilita l'administració del sistema i evita problemes derivats de la persistència d'arxius, configuracions no autoritzades o infeccions. Cada sessió és nova, neta i controlada. Aquesta estratègia és especialment adequada per a entorns educatius, laboratoris de formació, treballadors remots o usuaris amb necessitats puntuals d'accés a recursos del centre.

El sistema d'accés està basat en **Apache Guacamole**, una passarel·la d'accés remot sense client que permet connectar-se mitjançant protocols com RDP, VNC o SSH, tot utilitzant únicament un navegador web. Per garantir l'escalabilitat, s'ha previst un desplegament modular amb **un Load Balancer i múltiples nodes Guacamole**, cadascun capaç de gestionar desenes de connexions simultànies. Això permet escalar horitzontalment en funció de la demanda i assegurar que, fins i tot amb 100 usuaris actius, es manté un nivell de servei òptim.

Els usuaris d'aquesta zona, agrupats com a `vdi-users`, s'autentiquen mitjançant l'**Active Directory del CAR**, permetent una integració directa amb els sistemes d'identitat corporatius existents. Aquests usuaris no tenen accés a la consola de gestió d'OpenNebula, ni poden crear, eliminar o modificar màquines virtuals. El seu accés està completament encapsulat dins l'entorn Guacamole, que s'encarrega de generar les instàncies virtuals, assignar-les dinàmicament, i finalitzar-les quan ja no són necessàries.

A nivell tècnic, aquestes màquines s'instancien a partir de **plantilles efímeres** configurades per funcionar en mode *volatile* i allotjades en datastores dedicats a VDI. L'entorn està optimitzat per minimitzar el temps d'arrencada i el consum de recursos. Aquestes màquines no tenen accés a les GPU del clúster, ja que es prioritza la càrrega de treball lleugera i la compatibilitat general.

Tot i això, poden accedir a serveis TIC del centre i rebre configuracions específiques via contextualització d'OpenNebula.

La zona VDI està completament integrada dins els sistemes de monitoratge existents, com **LibreNMS, Wazuh i Grafana**, permetent supervisar l'estat de les sessions, els recursos utilitzats i detectar qualsevol anomalia de seguretat o rendiment. A més, l'ús de màquines efímeres facilita l'escalat automàtic del servei, l'automatització de manteniments i l'assignació dinàmica de recursos segons demanda. Així, la zona VDI esdevé un servei robust, flexible i segur, capaç de donar suport a un volum elevat d'usuaris sense comprometre la qualitat ni la seguretat del sistema.

3.2 Emmagatzemament

Es requereix una **solució d'emmagatzematge centralitzat d'alt rendiment i alta disponibilitat**, orientada a donar servei a un entorn de virtualització gestionat amb **OpenNebula**, amb una càrrega estimada de fins a **200 màquines virtuals actives** i una infraestructura de **Virtual Desktop Infrastructure (VDI)** dissenyada per donar servei **a un mínim de 100 usuaris simultanis en hores punta**. Aquesta solució haurà de ser capaç de mantenir un nivell de rendiment constant, estable i predictible, incloent suport complet per a operacions intensives en IOPS i alta concurrència.

L'arquitectura d'emmagatzematge serà **independent de la capa de càlcul** (no hiperconvergent), basada exclusivament en **tecnologia all-flash** i amb una **capacitat mínima de 200 TB en brut**, és a dir, la capacitat total de discs físics disponibles abans de formats, paritats o rèpliques. Aquesta capacitat ha de ser aprovisionada íntegrament mitjançant unitats de memòria no volàtil (NVMe) i no s'acceptaran solucions híbrides ni sistemes que impliquin l'ús de discs mecànics (HDD) per cap nivell de servei.

El sistema constarà de **dos filers o controladors físics**, totalment redundants, capaços de funcionar en mode actiu-actiu o actiu-passiu segons el fabricant, però que **garanteixin que qualsevol dels dos nodes pot assumir el 100% de la càrrega total** del sistema en cas de fallada de l'altre. Aquesta capacitat ha de ser real, comprovable i completament suportada pel fabricant de la solució. La gestió de la càrrega haurà de distribuir-se de forma intel·ligent durant el funcionament normal i ha d'estar suportada per mecanismes interns de reequilibri automàtic.

Els *pools* permetran barrejar discos NVMe SSD de diferents capacitats.

No es dedicaran discos per fer la funció de hot spare, sinó que es reservarà un cert espai a cada disc del *pool* per a aquesta funció, permetent aprofitar millor tots els discos disponibles en la solució i escurçar els temps de reconstrucció de les dades en cas de fallada d'un disc.

La solució ha d'escalar fins a un mínim de **8 controladores**, totes elles actives.

Cada controladora ha de disposar d'un mínim de **40 nuclis Intel x86** amb una freqüència de rellotge igual o superior a **2,4 GHz**.

Cada controladora ha de tenir un mínim de **192 GB de memòria cau**.

La solució ha de suportar un mínim de **93 discos SSD NVMe** per cada parella de controladores.

La solució ha d'escalar a un mínim de **24 ports IP a 25 G** per cada parella de controladores i **96 ports** agrupant les 8 controladores que, com a mínim, ha de suportar la solució.

La solució ha de permetre un creixement multidimensional: **scale-up** (augmentant la capacitat afegint DAE NVMe amb discos) i **scale-out** (augmentant el rendiment afegint controladores).

Cada parella de controladores haurà de suportar un mínim de **6.000 volums** i **150.000** *snapshots* **de volums**.

Cada parella de controladores haurà de suportar un mínim de **2.000 sistemes de fitxers** i **50 servidors de fitxers virtuals**.

Cada parella de controladores haurà de suportar un mínim de **15.000 vVols**.

Es podran crear **volums i sistemes de fitxers de 256 TB o més** de capacitat i **vVols de 62 TB o més** de capacitat.

La solució ha de maximitzar la disponibilitat, mantenint el negoci operatiu amb un objectiu de **99,9999 % de MTBF**.

La solució ha d'estar dissenyada sense punts únics de fallada i amb tot el maquinari redundant. Ha de ser resilient a la fallada d'una font d'alimentació, d'una controladora, d'un disc o d'un cable i ha de permetre canviar aquests elements en calent sense interrupció del servei.

La solució ha de permetre **actualitzacions de programari i maquinari sense interrupcions**.

La solució ha de poder **barrejar diferents sistemes operatius** en un mateix entorn.

La solució ha de permetre protegir els discs tant amb **RAID 5 de paritat única** com amb **RAID 6 de doble paritat**.

La solució ha de suportar **compressió** *in-line* **i deduplicació** *in-line* per maximitzar l'eficiència en capacitat.

La compressió estarà assistida per maquinari per garantir que el rendiment no es vegi afectat i utilitzarà un algorisme que permeti adaptar-se a la càrrega comprimint blocs de dades de **mida variable**.

El domini per trobar duplicats inclourà **tots els recursos** —siguin del tipus que siguin (volums, vVols o sistemes de fitxers)— que gestioni cada parella de controladores, amb l'objectiu de maximitzar la taxa de reducció de dades.

No s'admetran mètodes d'eficiència que funcionin exclusivament en postprocès.

El fabricant proporcionarà **xifres de rendiment (IOPS / MB/s / latència)** amb tots els mecanismes de reducció de dades activats i amb tota la capacitat adreçada.

La llicència de reducció de dades estarà inclosa per a tot l'espai adreçable de la cabina.

La solució ha d'incloure llicències per poder utilitzar **totes les funcionalitats natives** del sistema d'emmagatzematge que es puguin llicenciar. A més, aquestes funcionalitats quedaran llicenciades per a **tota la capacitat adreçable** del sistema, actual o futura.

La solució ha de permetre el moviment **no disruptiu** de recursos d'emmagatzematge (volums, vVols i sistemes de fitxers) entre diferents parelles de controladores que conformin la solució d'emmagatzematge.

La solució permetrà **aplicar polítiques de qualitat de servei (QoS)** sobre qualsevol volum per limitar les **IOPS / KB/s** que pugui rebre com a màxim aquest volum.

La solució ha de suportar rèplica asíncrona bidireccional sobre IP amb opció de configurar «1:1», «1:n» o «n:1» de volums, vVols i sistemes de fitxers.

Ha de suportar també rèplica síncrona bidireccional sobre IP de volums i sistemes de fitxers.

Ha de ser capaç de treballar en escenaris de centres de dades actiu/actiu per al servei de bloc en entorns VMware i Linux, permetent escriptures concurrents en ambdós llocs sense penalització de latència; les lectures es serviran localment emprant l'emmagatzematge del lloc mentre que les escriptures es sincronitzaran en tots dos. Es requereixen RPO = 0 i RTO = 0.

La solució permetrà utilitzar rèpliques asíncrones, síncrones i «metro» de manera concurrent sobre volums diferents.

Haurà de proporcionar protecció local mitjançant snapshots amb tecnologia *redirect-on-write* i *thin clones*; no s'admetran tecnologies de snapshots que no facin servir *redirect-on-write*.

S'ha de poder recuperar snapshots eliminats accidentalment durant un període de temps determinat, i aquests snapshots es podran marcar com a segurs perquè no puguin ser esborrats ni tan sols per un administrador.

La solució permetrà definir polítiques de protecció que incloguin rèpliques locals (snapshots normals i segurs), rèpliques remotes —síncrones, asíncrones o *metro*— i rèpliques al núvol, aplicables de manera senzilla a qualsevol nou recurs d'emmagatzematge que calgui aprovisionar.

La solució ha de proveir un entorn gràfic (GUI), una línia de comandes (CLI) i una REST API que permetin administrar el 100 % de les funcionalitats i monitorar la solució.

La solució informarà de la quantitat de dades reduïbles i no reduïbles que emmagatzema i mostrarà la taxa de reducció de dades real obtinguda sobre les dades reduïbles.

L'entorn gràfic ha de formar part del programari instal·lat a la solució i no ha de requerir maquinari ni programari extern addicional.

La solució ha de poder ser administrada des d'Ansible, i el fabricant proporcionarà *playbooks* d'exemple.

La **connexió entre el clúster d'emmagatzematge i la infraestructura de virtualització** es realitzarà mitjançant **Ethernet a 100 Gbps**, excloent explícitament l'ús d'InfiniBand. Tots els components d'interconnexió hauran d'incloure **suport nadiu per RDMA via RoCEv2** (Remote Direct Memory Access), evitant solucions software (Soft-RoCE) o aproximacions no optimitzades per hardware. Caldrà garantir la compatibilitat plena amb el protocol **NFSv4.1 amb suport pNFS i RDMA**, i oferir funcionalitats com failover transparent, suport multi-path i autenticació segura.

Els objectius de rendiment mínims establerts són de **40.000 IOPS sostingudes per node**, amb latència inferior a 1 ms sota càrrega combinada de lectura i escriptura aleatòria de blocs petits

(4K). Aquest valor inclou les necessitats dels **200 servidors virtuals (estimats a 100 IOPS cadascun)** i dels **100 escriptoris virtuals (estimats a 150 IOPS cadascun)**, sumant un total de 35.000 IOPS amb un **marge del 30%** per suportar pics i tolerància a fallades.

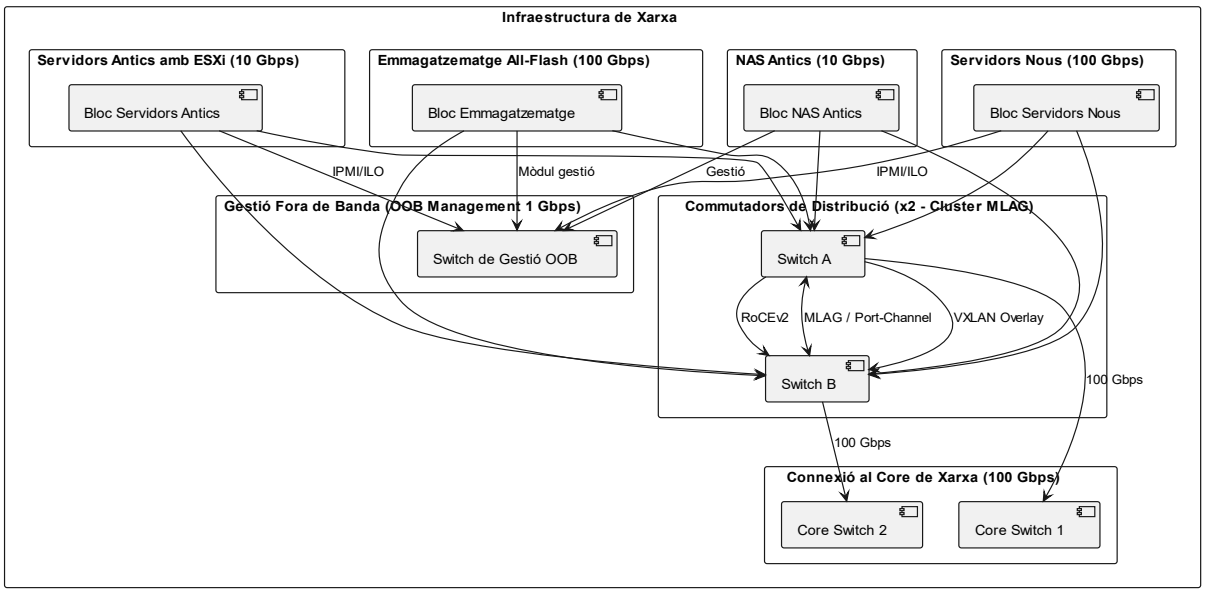
El sistema haurà d'integrar-se perfectament amb OpenNebula mitjançant **datastores configurables per accés compartit (shared NFS)**, suport per snapshots consistents, còpies de seguretat i polítiques de retenció. S'haurà d'habilitar la compartició de volums entre hostes per permetre funcionalitats equivalents a **vMotion i DRS**, especialment per a migració en calent (live migration) de màquines virtuals en escenaris de reequilibri de càrrega o manteniment.

A nivell de monitoratge, la solució haurà d'oferir **integració amb sistemes externs com Prometheus, Grafana i/o SNMP v3**, així com generar mètriques útils per a la supervisió i correlació d'esdeveniments a través del SIEM corporatiu Wazuh. No serà requisit desenvolupar aquestes eines, però sí **subministrar les integracions, dashboards o connectors necessaris per habilitar el control centralitzat del rendiment i l'estat del sistema**.

Finalment, serà imprescindible que la proposta inclogui **tots els components físics i llicències necessàries** (discs, xassís, controladors, targetes de xarxa, software de gestió i manteniment) per garantir una **implementació completa i operativa** des del primer dia. També caldrà incloure documentació tècnica detallada i suport tècnic especialitzat durant la posada en marxa i integració amb l'entorn OpenNebula.

3.3 Xarxa

La infraestructura de xarxa ha d'estar dissenyada per proporcionar **connectivitat d'alt rendiment, fiable i escalable**, capaç de suportar la càrrega generada per un entorn virtualitzat gestionat amb **OpenNebula**, que inclou més de **200 màquines virtuals**, una zona de **Virtual Desktop Infrastructure (VDI)** amb un mínim de **100 usuaris simultanis**, màquines virtuals persistents per a recerca científica i accés a sistemes d'emmagatzematge de tipus all-flash. Aquesta infraestructura ha de permetre **la gestió de càrregues mixtes**, incloent-hi bases de dades, serveis web, IA i serveis corporatius crítics, assegurant latència mínima i màxima disponibilitat.



Els **commutadors de distribució** han de permetre la connexió directa amb:

- **4 servidors físics nous** per a virtualització (amb interfícies de 100 Gbps, alguns amb GPU).
- **1 sistema d'emmagatzematge dual-controller** amb enllaços de 100 Gbps i suport per RDMA (RoCE).
- **4 servidors antics** i **4 NAS antics** amb interfícies de 10 Gbps (SFP+).
- **Connexió ascendent** redundada als commutadors de nucli ja existents a **100 Gbps**.

Cada commutador ha de disposar d'un **mínim de 12 ports de 100 Gbps** (QSFP28) i **16 ports de 10 Gbps** (SFP+), amb capacitat d'ampliació mitjançant mòduls o expansions si cal. Aquesta configuració garanteix la capacitat de connectar l'equipament nou i l'existent sense colls d'ampolla i amb possibilitats de creixement.

A nivell d'arquitectura, els commutadors de distribució han de funcionar en mode **altament redundant**, formant un **clúster de dos commutadors interconnectats mitjançant M-LAG (Multi-Chassis Link Aggregation)** o protocols equivalents de **stacking intel·ligent**, que permetin la creació d'agrupacions de ports entre equips físics independents. Aquesta topologia ha d'assegurar:

- Alta disponibilitat (un commutador pot caure sense interrompre el servei).
- Balanceig de càrrega automàtic.
- Reconfiguració automàtica en cas de fallada o manteniment.

Els commutadors han de suportar **VxLAN** per a la segmentació de xarxes virtuals dins l'entorn OpenNebula, especialment per permetre l'aïllament i la gestió avançada de les tres zones definides: **Infraestructura, VDI i Ciències**. Aquesta funcionalitat ha de ser compatible amb Open vSwitch i ha de permetre la gestió dinàmica de xarxes virtuals sobre una infraestructura física comuna, sense dependre d'estàtiques VLAN tradicionals.

És imprescindible el **suport complet per RDMA sobre Ethernet (RoCEv2)**, que permetrà maximitzar el rendiment en accés a emmagatzematge all-flash, reduint la latència i la càrrega de CPU als servidors. El sistema ha de garantir que es pot aprofitar tot el potencial del protocol NFSv4 amb pNFS i accés concurrent a través de RoCE. No s'acceptarà l'ús de Soft-RoCE o qualsevol altra tecnologia que no sigui suportada de forma nativa per hardware.

A nivell funcional, els commutadors han de proporcionar **protocols de Qualitat de Servei (QoS)** configurables per prioritzar el tràfic crític, com ara accés a emmagatzematge o tràfic de gestió. També es requeriran **funcionalitats de spanning tree optimitzat (RSTP/MSTP)**, control d'accés (ACLs per VLAN o per MAC/IP), limitació de velocitat per port (rate limiting), mirroring de ports (per monitoratge) i protocols de monitoratge compatibles amb **SNMPv3, sFlow o NetFlow**.

Els equips han de ser compatibles amb sistemes de monitoratge com **LibreNMS**, **Prometheus/Grafana** i han de permetre integració amb **Wazuh** per al SIEM, a través de l'enviament de logs, alertes o traps SNMP. Els dashboards de monitoratge han d'incloure mètriques de trànsit, errors, latències i disponibilitat per port, per VLAN i per commutador.

Caldrà proveïr desuficients ports d'1Gbps de coure per la gestió fora de banda (IPMI / iLO) de tots els sistemes

Tota la configuració haurà de ser proporcionada en format estructurat i documentat, incloent fitxers de configuració exportables i guies per a la integració amb l'entorn OpenNebula. També s'especificarà si el sistema disposa de **plataforma de gestió centralitzada** (web o CLI), compatibilitat amb protocols d'automatització (REST API, Ansible, etc.) i sistemes de notificació d'alertes.

Finalment, s'haurà de garantir que els equips compleixen els estàndards més alts de fiabilitat, i inclouran **garantia mínima de 5 anys**, actualitzacions de firmware i accés a suport tècnic durant tota la vida útil del projecte.

3.4 Automatització del desplegament mitjançant Ansible

El sistema complet, incloent servidors, commutadors, la plataforma OpenNebula i totes les infraestructures associades, s'ha de desplegar utilitzant un sistema d'automatització basat en Ansible. Aquesta metodologia garantirà un desplegament ràpid, consistent i replicable de tots els components, assegurant que cada element de la infraestructura es configuri de manera òptima segons els requeriments específics del projecte.

Per tal d'assolir aquest objectiu, serà necessari desenvolupar una estructura d'**Ansible roles** que permeti gestionar el desplegament de cada sistema de manera independent. Això inclourà rols dedicats per a la configuració dels servidors, la instal·lació i configuració dels commutadors, la implementació de l'entorn d'OpenNebula i la integració del sistema d'emmagatzematge. Cada rol s'encarregarà de definir les tasques necessàries per preparar i configurar correctament el component corresponent, tenint en compte les dependències entre sistemes i els requisits d'integració.

A més, es desenvoluparà una **playbook global** que permeti desplegar tota la infraestructura de manera automàtica en una sola acció. Aquesta recepta consolidarà tots els rols individuals,

aplicant-los en l'ordre adequat i garantint que l'entorn complet estigui plenament operatiu en el mínim temps possible. Això és especialment crític per assegurar una posada en marxa eficient, reduir el temps de desplegament i minimitzar errors humans.

L'ús d'un sistema d'automatització com Ansible és essencial per diverses raons. En primer lloc, permet mantenir un control total sobre els processos de configuració i desplegament, assegurant la consistència i homogeneïtat entre tots els nodes del sistema. En segon lloc, ofereix una escalabilitat significativa, ja que facilita la incorporació de nous servidors o components a la infraestructura amb mínims esforços addicionals. A més, millora la gestió del cicle de vida de la infraestructura, ja que qualsevol canvi o actualització pot aplicar-se de manera centralitzada i controlada, evitant divergències en la configuració.

Aquesta estratègia no només assegura l'èxit inicial del projecte, sinó que també simplifica la gestió contínua i l'adaptabilitat futura del sistema, complint amb els més alts estàndards d'eficiència, fiabilitat i seguretat.

4 Descripció de la infraestructura

Aspectes més rellevants de les especificacions tècniques

1. **Separació clara entre còmput i emmagatzematge**

No s'admeten solucions d'hiperconvergència. Els servidors i l'emmagatzematge han d'estar físicament separats i gestionar-se independentment.

2. **Servidors de còmput de gamma alta, preconfigurats pel fabricant**

Cada servidor ha de tenir 2 CPUs de mínim 32 nuclis, 768 GB de RAM DDR4, boot en RAID1 amb SSDs M.2 i 2 ports de 100 Gbps RoCEv2. Tots els servidors han de ser compatibles amb Debian i Ubuntu.

3. **Compatibilitat amb virtualització KVM i gestió remota avançada**

Cal suport de VT-x/AMD-V, certificació KVM per part del fabricant i llicència completa de gestió remota (IPMI/iLO/iDRAC Enterprise).

4. **Commutadors de xarxa amb alta capacitat i suport M-LAG**

Dos commutadors amb mínim 16 ports de 100 Gbps i 24 ports de 10 Gbps, amb suport per VXLAN, stacking, RoCEv2 i gestió via CLI, SSH i Ansible.

5. **Integració amb electrònica existent (Dell S4148F-ON)**

Els nous commutadors han de ser compatibles a nivell de M-LAG amb l'electrònica de xarxa existent, amb actualització independent dels membres del cluster.

6. **Sistema d'emmagatzematge all-flash en alta disponibilitat**

Solució amb 2 filers redundants, discos NVMe substituïbles en calent, mínima de 200 TB en brut, amb suport per snapshots, de-duplicació i RAID 5/6.

7. **Connectivitat d'emmagatzematge a 100 Gbps natius**

Cada filer ha de disposar de mínim 2 ports de 100 Gbps amb suport nadiu per RDMA (RoCEv2), evitant l'ús de Soft-RoCE.

8. **Protocol NFSv4.2 over RDMA com a base per accés a dades**

L'emmagatzematge ha de publicar volums via NFSv4.2 amb RoCEv2 per garantir baixíssima latència i alt rendiment I/O.

9. **Gestió centralitzada i automatitzada**

Tots els dispositius han de permetre gestió via interfície web, SSH i compatibilitat amb Ansible. Autenticació centralitzada via TACACS per commutadors.

10. **Xarxa de gestió fora de banda dedicada**

Commutador dedicat amb mínim 16 ports de 1 Gbps per connectar IPMI, iLO, iDRAC i gestió dels nous i antics dispositius.

4.1 Especificacions tècniques dels servidors

No seran admeses solucions d'hiperconvergencia. El còmput i l'emmagatzematge han d'estar separats. Els servidors subministrats hauran de ser equips completament muntats i configurats en origen pel fabricant, amb la finalitat de garantir la qualitat, la fiabilitat i el compliment de les especificacions tècniques requerides. No s'acceptaran servidors que hagin estat assemblats posteriorment per tercers. Així mateix, els servidors han de pertànyer a una marca de reconegut prestigi en el sector tecnològic.
De manera independent als components que defineixi cada solució, cada node haurà d'incorporar, com a mínim:

Requeriments maquinari genèrics, **per node**:

- Servidor de 19"
- 2 CPUs de mínim 32 nuclis físics (cores), per exemple Intel® Xeon® Platinum 8462Y+ o superior.
- La CPU ha de tenir les característiques Intel VT o AMD-V d'AMD per tal de suportar la virtualització.
- Han de ser compatibles amb KVM (Kernel-based Virtual Machine) amb certificació del fabricant.
- 768GB de memòria RAM 12x 64GB DIMM) DDR4
- 2 ports de 100Gb QSFP28 compatibles amb NFSv4.x over RDMA (RoCEv2/RDMA). No s'accepta Soft-RoCE.
- 1 port de 1GbE IPMI / iLO / iDRAC per accés fora de banda
- Font d'alimentació redundant de mínim 1100W hot-plug
- Sistema d'emmagatzematge específic per a sistema d'arrencada (boot) en RAID1, format per dos (2) discos M.2 dedicats, de mida mínima 480GB. Aquest sistema es diferent dels disc d'us general.
- Tot el cablejat necessari per interconnectar l'equip
- Tots els components seran compatibles amb Debian 12 *bookworm (o posterior) i Ubuntu server 24.04 (LTS)* amb *drivers* específics en els repositoris de les distribucions i certificació del fabricant
- Llicència per a gestió remota amb funcionalitats avançades
- L'alçada màxima sumada dels 4 nodes no pot superar les 8 u.

A mes a mes 2 dels nodes tindran 1 GPU Nvidia L40S cada un.

Amb la finalitat que l'equip subministrat compleixi uns mínims de garanties de respecte pel medi ambient, **el servidor ha d'estar catalogat a Espanya com de nivell "Silver" al registre EPEAT**, respecte al seu consum energètic i característiques mediambientals. Aquesta dada ha de poder ser verificable a la pàgina web d'EPEAT, categoria de servidors (https://www.epeat.net/search-servers).

4.2 Especificacions tècniques de l'electrònica de xarxa

Es requereix nova electrònica de xarxa de nova generació, que ofereixi connectivitat 100Gb i que permeti la gestió unificada dels membres que la componguin (stack).

Les característiques mínimes dels nous commutadors són les següents:

- Dos commutadors amb capacitat de ports de 100Gbps
- Mínim 16 ports 100Gb cadascun amb mòduls QSFP28 amb connector LC
- Mínim 24 ports 10Gb cadascun amb mòduls SFP+ amb connector LC
- Capacitats per a *stacking*
- Capacitat M-LAG, especialment contra els commutadors Dell S4148F-ON existents
- Mínim d'enllaços en un grup M-LAG: 8. Els membres d'un grup M-LAG s'han de poder actualitzar de manera independent. Durant l'actualització, el altres commutadors del grup es fan càrrec del reenviament del trànsit per evitar interrupcions del servei.
- Capacitat RoCE (RDMA over Converged Ethernet) (NFSv4.x over RDMA)
- CLI amb capacitat per configurar qualsevol paràmetre del commutador (accés via consola serie i terminals SSH).
- Autentificació via TACACS
- S'ha de poder gestionar amb ANSIBLE
- 1 port Ethernet Gigabit 100/1000Base-T per gestió fora de banda.
- Fonts d'alimentació redundades, intercanviables en calent
- El cablejat necessari per als *uplinks* contra l'electrònica existent, a 100Gb
- El components (mòduls, connectors, cables, fuetons, etc) necessaris per interconnectar els dos nodes, els servidors i els commutadors de nucli actuals. Tot enllaç que ho permeti, pot fer-se amb cables DAC. S'han de fer servir el cable DAC més curt possible.

Cal proveir de com a mínim 16 ports de coure a 1Gbps per la xarxa OOB (IPMI, iDRAC, iLO, etc) de gestió fora de banda. Pot ser en un commutador apart.

4.3 Especificacions tècniques del sistema d'emmagatzemament

Es requereix un sistema d'emmagatzemament de nova generació, en mode clúster, que ofereixi connectivitat 100Gb i que permeti la gestió unificada dels membres que la componguin. De cara als servidors i clients s'ha de veure com 1 sol element.

Les característiques mínimes dels nous commutadors són les següents:

- Dos *filers* o mòduls de control per tenir redundància, alta disponibilitat i alta capacitat. En cas de fallada d'un dels mòduls l'altre ha d'assumir la carrega.
- Ports a 100Gbps, mínim 2 per mòdul de control
- Tots els discos han de ser all-flash, NVMe i substituïbles en calent.
- Capacitat mínima 200 TB «en brut» es a dir la capacitat nominal sense tenir en compte la «pèrdua» pel formatat.
- El sistema d'arxius (*file system*) ha de permetre els snapshots i la de-duplicació i RAID 5 i 6

- Ha de permetre la publicació de volums amb NFSv4.2 over RDMA (RoCEv2/RDMA). No s'accepta Soft-RoCE.
- El sistema ha de tenir suport dels protocols habituals com son SMB3, SNMP, LDAP, NTP, etc.
- La gestió del sistema s'ha de poder fer via web i via SSH

5 Instal·lació

La fase d'instal·lació consistirà en la instal·lació, connexió i configuració dels equips segons el disseny de la solució.

5.1 Fase 1: Instal·lació física dels equips

Abans d'iniciar qualsevol treball, la contractista haurà de presentar una proposta de planificació estructurada en quatre fases: instal·lació física, configuració, validació i migració. Aquesta proposta haurà de ser aprovada prèviament pel Centre d'Alt Rendiment (CAR), el qual coordinarà i supervisarà tot el desplegament.

La instal·lació física es durà a terme al Centre de Processament de Dades (CPD) del CAR, ubicat a l'edifici Mòdul. El CPD està dissenyat segons arquitectura d'illa amb passadís calent i fred, amb bastidors tancats que garanteixen una elevada eficiència energètica. Cada bastidor disposa de dues PDU alimentades per línies diferenciades, i sis fibres òptiques OM3 preinstal·lades.

Els equips seran ubicats a bastidors segons el pla de replanteig aprovat pel CAR. No es permetrà la manipulació ni l'entrada de material sense autorització escrita prèvia. Caldrà considerar l'accessibilitat, la dissipació tèrmica i el pes. Tots els equips hauran d'estar etiquetats amb codificació proporcionada pel CAR. Els cables, fuetons i DACs de menys de 10 metres hauran d'estar també etiquetats als dos extrems.

La contractista haurà de proporcionar tot el material necessari: cargols, brides, adaptadors, tubs, etc. Si s'ha de dur a terme qualsevol modificació estructural de bastidors que calgui per adaptar els equips nous i existents, el CAR haurà d'aprovar aquestes modificacions durant la fase de replanteig.

Finalitzada la instal·lació, caldrà entregar un plànol actualitzat i un inventari detallat de tots els components, connexions i etiquetatges realitzats amb les corresponents . Tot haurà de complir amb la normativa vigent en matèria de seguretat i bones pràctiques de cablejat i documentació tècnica.

5.2 Fase 2: Configuració de sistema i serveis

5.2.1 Servidors

Un cop finalitzada la instal·lació física, s'iniciarà la configuració dels servidors. Aquesta es farà de forma completament automatitzada mitjançant Ansible. La contractista haurà de crear els rols i receptes necessàries per a:

- Instal·lar el sistema operatiu amb els drivers necessaris.
- Configurar interfícies RDMA sobre RoCEv2.
- Definir els datastores NFSv4.2.
- Configurar serveis com SNMP, LLDP, sense interfície gràfica.

OpenNebula Enterprise Elemental s'instal·larà a 4 nodes. S'haurà de configurar:

- Datastores (System, Image i mapeig de datastores VMware com vCenter Datastores).
- Backup amb Restic cap a sistema extern via S3.
- Xarxes virtuals mitjançant Open vSwitch i VLANs heretades de VMware.
- Plantilles de MV amb sistemes Windows i GNU/Linux.

5.2.2 Configuració dels commutadors

Els commutadors que formen part del nou entorn virtualitzat han de proporcionar una infraestructura de xarxa de **molt alt rendiment, escalable, redundant i segmentable**, amb suport per a operacions de computació intensiva, accés ràpid a emmagatzematge i comunicació segura entre zones. Aquest sistema de commutació formarà el backbone de l'entorn virtualitzat i serà essencial per garantir l'estabilitat i l'eficiència dels serveis.

5.2.2.1 Arquitectura física i topologia

- Cada commutador haurà de disposar com a mínim de:
    - **12 ports de 100 Gbps** (QSFP28) per a connexions amb servidors i sistema d'emmagatzematge.
    - **16 ports SFP+ de 10 Gbps** per a equips existents (servidors VMware i cabines NAS antigues).
    - **16 ports de gestió (1 Gbps)** per a connexió IPMI/ILO i integració amb el commutador de gestió.
- Els commutadors han d'estar dissenyats per treballar en **configuració redundada**, mitjançant:
    - **Stacking virtual** o **Multi-Chassis Link Aggregation (MLAG)**.
    - Protocols compatibles com **LACP (IEEE 802.3ad)**, **EVPN-VxLAN**, **BGP** i **RoCEv2**.
- Caldrà que tots els enllaços entre commutadors i servidors es configurin amb **agrupacions de ports (LAGs)** per millorar l'amplada de banda i la tolerància a fallades.

5.2.2.2 Configuració de serveis i funcionalitats avançades

Els commutadors hauran d'incloure i configurar les funcionalitats següents:

- **VxLAN i EVPN:** per proporcionar una capa d'abstracció de xarxa entre zones virtuals. Cada zona (Infraestructura, Ciències, VDI) disposarà de la seva pròpia VNI (VxLAN Network Identifier).
- **QoS (Quality of Service):** amb polítiques diferenciades per garantir latència baixa en fluxos crítics (VDI, accés a disc, IA).
- **RoCEv2 (RDMA over Converged Ethernet):** activat en els ports cap a l'emmagatzematge i computació, amb configuració de priorització PFC (Priority Flow Control) i ECN (Explicit Congestion Notification).

- **ACLs (Access Control Lists):** per filtrar trànsit entre zones i augmentar la seguretat.
- **LLDP i SNMPv3:** activats i configurats per a la integració amb LibreNMS i els sistemes de monitoratge del CAR.
- **Syslog remot:** configurat per centralitzar els logs a la infraestructura existent del CAR.

5.2.2.3 Integració amb infraestructura existent

- Es configuraran **enllaços de 100 Gbps redundants** cap als commutadors de nucli del CAR, en configuració **active-active** mitjançant LAGs.
- Els commutadors han de ser compatibles amb el **pla d'adreçament existent**, permetent la reutilització de VLANs i la integració amb subxarxes ja desplegades.
- La solució ha d'incloure scripts d'integració per **guardar configuracions amb Oxidize** i exportació automàtica a la plataforma de gestió.

5.2.2.4 Commutador de gestió fora de banda

- S'instal·larà un commutador addicional amb un minim de 16 ports d'1 Gbps de coure per a la connexió de totes les interfícies de **gestió fora de banda (OOB)** dels equips:
    - IPMI dels nous servidors i dels antics.
    - ILO de les cabines NAS.
    - Consoles dels commutadors i sistema d'emmagatzematge.
- Aquest commutador estarà aïllat de la xarxa de producció i integrat dins la VLAN de gestió interna del CAR, amb accés controlat per ACLs i registre centralitzat.

5.2.2.5 Etiquetatge, documentació i supervisió

- Tots els ports i cables (fibra i coure) hauran d'estar **etiquetats als dos extrems**, segons la nomenclatura acordada durant la fase de replanteig.
- S'haurà de lliurar un **plànol complet de connexions**, identificant les interconnexions, agrupacions de ports i VLANs per cada equip.
- La configuració final dels commutadors s'entregarà en format **editable i versionat**, incloent scripts d'aplicació, fitxers de backup i documentació d'estat inicial.

5.2.3 Configuració del sistema d'emmagatzematge

El sistema d'emmagatzematge s'ha de configurar com un clúster d'alt rendiment, tolerant a fallades, amb operació **actiu-actiu**, accés **multi-path** i disponibilitat contínua. Els dispositius de control (controllers) s'han de distribuir de forma redundant i oferir una gestió centralitzada.

El sistema ha de ser capaç de publicar recursos compartits de manera simultània per a **tres zones de servei diferenciades**, cadascuna amb requisits específics en termes de rendiment, persistència, disponibilitat i compatibilitat.

5.2.3.1 Zones de servei i polítiques d'emmagatzematge

Zona 1: Servidors d'infraestructura

- **Tipus d'ús:** Maquines virtuals permanents per a serveis centrals (LDAP, DNS, GitLab, Nextcloud, etc.).
- **Accés:** NFSv4.2 sobre RDMA (RoCEv2), sincronitzat.
- **Configuració:** Volums **Thick Provisioned**, RAID 6, snapshots horàries (24h), diàries (7 dies) i mensuals (6 mesos).

Zona 2: Àrea de Ciències (recerca i desenvolupament)

- **Tipus d'ús:**
    - Maquines efímeres per a càlcul i simulacions.
    - Maquines persistents de llarga durada (entorns amb GPU, IA).
- **Accés:** NFSv4.2 sobre RDMA, alt rendiment.
- **Configuració:**
    - Volums efímers sense snapshots, RAID 5.
    - Volums persistents amb RAID 6 i snapshot diari (7 dies).
    - Gestió de quotes per projecte o usuari via OpenNebula.

Zona 3: Virtual Desktop Infrastructure (VDI)

- **Tipus d'ús:** Escritoris virtuals (Windows 11 i altres), principalment no persistents.
- **Accés:** Lectura intensiva, baixa latència.
- **Configuració:**
    - Volums base amb deduplicació activa, RAID 5.
    - Volums temporals sense snapshots.
    - Volums persistents amb snapshot diari (retenció 3 dies) per a perfils especials.

5.2.3.2 Arquitectura funcional del sistema

- Es publicarà un conjunt d'**exports NFSv4.2 sobre RDMA**, un per cada zona i tipus de volum (persistents, efímers, plantilles).
- S'empraran noms i permisos ACL diferenciats per a cada ús i projecte.
- Els volums es distribuiran físicament i lògicament de forma a garantir independència i rendiment per zona.

5.2.3.3 Gestió i monitorització

- El sistema es gestionarà de forma centralitzada via interfície web, CLI i Ansible.
- Integració amb **Prometheus**, **Grafana** i **LibreNMS**, exposant mètriques d'estat, IOPS, latència i ocupació.
- Configuració d'alertes SNMP, correu per ocupació de quota, fallades o anomalies.

- Automatització de snapshots segons polítiques descrites, amb esborrat automàtic.

5.3 Fase 3: Validació i proves funcionals

El licitador haurà de definir un protocol de validació que inclogui:

- Proves funcionals de cada component.
- Validació de rols i playbooks Ansible.
- Proves de rendiment: IOPS, latència, test de fallades, verificació del sistema de snapshots i transferències RDMA.
- Proves d'integració: comunicació amb commutadors de nucli, compatibilitat amb l'electrònica antiga, connectivitat IPMI.

S'hauran de documentar els resultats i resoldre qualsevol anomalia abans del lliurament. La validació es farà sota la supervisió del CAR.

5.4 Fase 4: Migració de l'entorn VMware

La migració a OpenNebula no replicarà l'entorn VMware, sinó que transformarà l'estructura actual per aprofitar les funcionalitats de la nova plataforma.

Fase d'anàlisi:

- Inventari de 200 MVs, 12 VLANs, 5 datastores i altres recursos.
- Anàlisi de compatibilitat amb OpenNebula.
- Pla de migració amb proves, validació i cronograma.

Preparació de l'entorn:

- Configuració d'OpenNebula, plantilles i datastores.
- Adaptació de xarxes: configuració d'Open vSwitch i mapeig de VLANs.

Migració de MVs:

- Exportació en format OVF/OVA.
- Conversió VMDK a QCOW2/RAW amb qemu-img.
- Importació i adaptació en OpenNebula.

Es faran proves per validar funcionalitat i optimització post-migració. Es desmantellarà VMware i es proporcionarà formació a administradors.

S'utilitzarà OneSwap i altres eines subministrades per OpenNebula per automatitzar el procés. No s'acceptaran migracions manuals ni intervencions fora de les eines definides. La contractista haurà de lliurar documentació detallada de tot el procés, amb registre de configuracions i resultats.

Aquesta planificació haurà d'estar plenament integrada al document final de licitació i es considerarà part vinculant del contracte. L'incompliment dels procediments, eines i fases descrites implicarà penalitzacions o anul·lació de la prestació del servei.

6 Termini d’execució

El contracte tindrà una durada de 5 anys, sense possibilitat de pròrroga, que començarà a comptar a partir de la signatura del contracte, o a partir de la data que s’indiqui en el document de formalització.

En funció de les prestacions objecte del contracte, l’execució del subministrament i servei queda subjecta al compliment dels següents terminis parcials:

- S’estableix un termini màxim per al subministrament de màxim 2 mesos des de la data d’inici del contracte.
- S’estableix un termini màxim de 3 mesos per la instal·lació, configuració i migració, a comptar des de l’entrega del subministrament.

L’acta de recepció de la part del subministrament, configuració i instal·lació no es signarà fins que el sistema de virtualització no estigui en funcionament, i realitzades les proves que acreditin el correcte funcionament..

7 Documentació a entregar

A la finalització de la instal·lació de l'equipament s'haurà de lliurar la següent documentació:

- Documentació "AS BUILT". Ha d'incloure descripció de la ubicació i configuració de tots els equips així com un mapa global de tota la xarxa. També inclourà la definició dels serveis de la xarxa i l'adreçament IP definit.
- Diagrames de xarxa. Per tal de tenir la xarxa ben documentada serà necessari entregar, a més del mapa global de la xarxa, els següents diagrames:
  - Diagrama Físic: mostra tots els switchs, routers, connexions, etc. (ha d'incloure enllaços, grups, velocitats, ports, slots, tipus de xassís, software, MAC Address, ports bloquejats, enllaços principals, enllaços de backup...).
  - Diagrama Lògic: mostra les funcionalitats a nivell 3 (routers, VLANs i segments Ethernet). Adreces IP, subxarxes, capes d'accés, distribució i nucli i tota la informació de routing.
- La documentació es complementarà amb catàlegs de tot l'equipament instal·lat amb les seves característiques tècniques incloent codis i referències.
- Inventari detallat per introduir al sistema de gestió del CAR (Netbox) tot el material instal·lat amb la següent informació: equipament (nom, model, versió HW), número de sèrie, adreça IP, versió software, ports fonts d'alimentació, enllaços, etc.
- Playbooks, scripts i qualsevol recepta elaborada per instal·lar, desplegar o gestionar qualsevol element.
- Procediments bàsics d'operació.

Seran propietat de CAR tots els documents elaborats para la instal·lació del present contracte. Tota la documentació estarà escrita en català.

7.1 Informes de seguiment

Per tal de tenir un control exhaustiu de tota la instal·lació que s'està realitzant serà necessari la següent informació:

- Abans de començar la instal·lació serà necessari una planificació detallada de tota la instal·lació.
- Actes de seguiment periòdiques amb tot el que s'ha instal·lat durant aquest període. En aquestes actes s'ha de contemplar evolució de la instal·lació, incidències possibles que hi hagi pogut haver, fotos dels punts crítics d'instal·lació, així com tota aquella informació que el Contractista consideri oportuna. La periodicitat pot variar si CAR ho creu necessari i segons l'avanç del projecte.

A part d'aquesta documentació seran necessàries reunions periòdiques per fer el seguiment de l'avanç del projecte i analitzar problemes o futures actuacions. Aquestes reunions podran ser semestrals o anuals segons consideri el CAR. En aquestes reunions s'haurà de lliurar tota documentació dels mesos anteriors i la planificació al dia de la instal·lació indicant punts crítics per possibles de retards si s'escau.

7.2 Informes d'incidències i/o actuacions.

L'empresa contractista haurà de portar a terme un seguiment de la qualitat del servei i presentarà a CAR un informe de forma periòdica del seguiment de les incidències i la resta d'actuacions realitzades.

En el cas d'una incidència s'haurà de proporcionar, com a mínim, la següent informació: Codi Identificador proporcionat pel departament d'operació de la incidència.

- Prioritat (greu, principal, secundaria).
- Dia i hora d'apertura.
- Dia i hora de tancament.
- Descripció de la incidència.
- Persona que comunica la incidència per part de CAR.
- Persona que atén la incidència per part de l'empresa contractista.
- Elements substituïts i/o accions realitzades.

Es generarà un informe que haurà d'incloure:

- Nº total d'incidències ateses
- Nº incidències corresponents a cada sistema
- Temps de resolució empleat per incidència
- Altres activitats realitzades

8 Serveis de manteniment

Un cop entregada la solució, s'iniciarà el servei de manteniment de la mateixa.

Durant el termini de manteniment, l'empresa contractista restarà obligada a un manteniment amb modalitat 8x5 NBD i de suport 8x5 NBD amb fabricant. L'empresa contractista haurà de disposar el Help Desk propi i en qualsevol cas atendrà en català.

8.1 Serveis de manteniment correctiu.

Serveis de manteniment correctiu durant la duració del contracte amb l'objectiu de restablir el funcionament del servei de qualsevol element inclòs en aquest contracte en cas de fallada. L'empresa contractista haurà de disposar dels recursos necessaris per garantir aquest servei.

El manteniment correctiu serà efectuat en la seva totalitat pel personal de la empresa contractista. La cessió parcial o total del servei sense autorització de CAR podrà suposar la cancel·lació del contracte de manteniment.

L'empresa contractista haurà de disposar d'un servei de manteniment amb capacitat de intervenció a les instal·lacions de CAR amb la modalitat de manteniment 8x5 NBD amb un temps de resposta màxim de 4h.

Per realitzar el manteniment correctiu es podrà realitzar un diagnòstic remot. Per fer-ho CAR habilitarà una connexió VPN per intercanviar informació i tenir accés restringit a l'equipament objecte del contracte. En el cas del manteniment correctiu es pretén que mitjançant l'accés remot es pugui diagnosticar amb més precisió la possible causa de la incidència. En cap cas, aquest servei eximirà de realitzar el manteniment correctiu in situ. Aquest servei només pretén facilitar i agilitzar les tasques de diagnòstic del manteniment correctiu.

L'empresa contractista haurà d'establir amb els fabricants dels equips els contractes de suport adients per assegurar el suport tècnic de l'equipament objecte del manteniment.

8.2 Serveis de manteniment preventiu.

El manteniment proactiu dels equips inclou accions preventives per garantir la màxima disponibilitat, rendiment i fiabilitat de tota la infraestructura (servidors, commutadors i sistemes d'emmagatzematge). Aquest servei no només té com a objectiu prevenir la fallada de components maquinari, sinó també gestionar i analitzar de manera contínua les actualitzacions, pegats i correccions publicades pels fabricants del sistema operatiu i el sistema de virtualització. En detectar vulnerabilitats o millores disponibles, s'avaluarà l'impacte i la conveniència d'aplicar-les, dissenyant un pla d'implementació que asseguri el mínim impacte en l'operativa del sistema. Aquest enfocament permet mantenir la infraestructura segura, actualitzada i en condicions òptimes de funcionament.

El contractista haurà d'incloure en aquest manteniment inclou els següents aspectes:

8.2.1 Manteniment del Maquinari

Per prevenir la fallada de components físics, es realitzaran les següents tasques periòdiques mínim 1 cop l'any:

- **Inspecció i neteja física**: Verificar l'estat dels ventiladors, fonts d'alimentació, cables i connexions. Retirar pols acumulada per evitar sobreescalfaments.
- **Monitoratge proactiu**: Utilitzar eines de supervisió per detectar anomalies de rendiment o senyals de fallada imminent en discos durs (SMART), memòria RAM o components de xarxa.
- **Substitució preventiva de components**: Reemplaçar discos, ventiladors o bateries d'unitats RAID segons les recomanacions del fabricant o en cas de degradació detectada.
- **Verificació de firmware**: Comprovar i actualitzar, si cal, el firmware de servidors, commutadors i sistemes d'emmagatzematge per assegurar compatibilitat i estabilitat.

8.2.2 Manteniment del Sistema Operatiu

El sistema operatiu dels servidors és fonamental per a la funcionalitat global de la infraestructura. Es realitzaran les següents accions:

- **Gestió d'actualitzacions**: Quan es publiquin actualitzacions o pegats de seguretat, s'analitzarà el seu impacte potencial en el sistema. Només s'aplicaran aquells que siguin necessaris per corregir vulnerabilitats o millorar la funcionalitat.
- **Proves d'actualització**: Abans d'instal·lar actualitzacions en entorns de producció, es provaran en un entorn controlat per verificar la compatibilitat i estabilitat.
- **Documentació d'incidències**: Registrar detalls de bugs identificats, passos seguits per aplicar pegats i resultats posteriors.

8.2.3 Manteniment del Sistema de Virtualització

El sistema de virtualització és crític per l'eficiència i escalabilitat dels servidors. El manteniment inclou:

- **Monitoratge del rendiment**: Supervisar l'ús de CPU, memòria i I/O per garantir un balanç òptim de càrregues.
- **Actualitzacions del hipervisor**: Analitzar pegats i noves versions del sistema de virtualització per evitar vulnerabilitats i afegir funcionalitats noves.
- **Gestió d'instantànies (snapshots)**: Utilitzar snapshots abans d'actualitzacions crítiques per facilitar la recuperació en cas d'incidències.
- **Gestió de copies de seguretat**: S'ha de configurar un sistema de copies de seguretat externes (fora del CPD o de les instal·lacions del CAR) amb una periodicitat definida pel CAR de les maquines virtuals. D'aquestes copies de seguretat, **cada 3 mesos el CAR n'escullirà una al l'atzar i el contractista la restaurarà a la mateixa infraestructura o una similar que proposi el CAR**. Si no s'aconseguís restaurar amb èxit caldrà revisar i refer tot el sistema de copies de seguretat fins que funcioni correctament.

- **Documentació del pla d'actualització**: Dissenyar un calendari d'actualitzacions que minimitzi l'impacte sobre l'operació, aprofitant finestres de manteniment o horaris de baixa activitat.

8.2.4 Règim de servei

- **Horari de cobertura**: 8x5 (de dilluns a divendres, de 08:00 a 17:00)
- **Temps màxim de resposta**: 4 hores laborables
- **Temps màxim de resolució**: 16 hores laborables (amb excepcions justificades)

8.2.5 Equips mínims

El contractista haurà de posar a disposició del servei com a mínim:

- 1 Enginyer de sistemes virtualitzats (OpenNebula, Debian, Ubuntu, Ansible)
- 1 Tècnic de suport de nivell 2 (operacions, scripts, monitoratge)
- 1 Referent per escalat a fabricant (amb suport contractat)

8.3 Serveis gestionats

L'empresa contractista haurà de proveir un servei de suport tècnic i serveis gestionats per al manteniment preventiu, correctiu i evolutiu de la infraestructura instal·lada, durant el període de vigència del contracte. Els serveis cobriran tant el **hardware** com el **software**, incloent Open Nebula, sistemes de monitoratge, sistema d'emmagatzematge, virtualització, xarxa i automatització.

8.3.1 Objectius dels serveis gestionats

- Garantir el manteniment operatiu i la resolució d'incidències.
- Donar suport a l'equip tècnic del CAR en operacions crítiques o complexes.
- Assegurar l'actualització segura dels sistemes (OS, firmware, OpenNebula, drivers). Sempre que no sigui necessari per corregir un problema o fallada.
- Revisar i optimitzar el rendiment del sistema.
- Fer millores evolutives i de seguretat (backups, snapshots, alertes, etc.).
- Automatitzar tasques recurrents o processos de creació de màquines.
- Qualsevol altre tasca que el CAR i el contractista pactin.

8.3.2 Àmbit del servei

El servei gestionat ha de cobrir els següents àmbits:

Àmbit	Tasques incloses
OpenNebula	Actualització de versions, creació de plantilles, resolució d'errors, manteniment de zones
Infraestructura VDI	Gestió d'usuaris, plantilles de Windows, sessions remotes, optimització d'ús
Sistema d'emmagatzematge	Supervisió de rendiment, capacitat, snapshots, rèpliques, suport fabricant
Commutadors	Validació de configuració, optimització d'enllaços M-LAG/LAG, supervisió RoCE
Monitoratge	Revisió i manteniment de LibreNMS i Oxidized, configuració d'alertes
Automatització (Ansible)	Manteniment de rols, optimització de playbooks, validació de nous fluxos
Seguretat i back-ups	Validació Restic/S3, snapshots cabina, gestió d'usuaris SSH, actualització de clau, restauració de backups.

8.3.3 Formació i transferència de coneixement

Cada semestre es durà a terme una sessió de transferència de coneixement per al personal tècnic del CAR, amb documentació. La formació ha d'incloure canvis realitzats, bones pràctiques i preguntes freqüents.

8.3.4 Càlcul d'hores

S'oferirà un mínim de 500h per la durada del contracte. Aquestes hores s'aniran emprant al llarg de la durada del contracte.

8.3.5 Lliurables

- Informes mensuals d'activitat i incidències resoltes.
- Informe del temps emprat en cada actuació i temps restant.
- Propostes de millora i optimització semestrals.
- Documentació d'actualitzacions i configuracions.
- Històric de snapshots, backups i incidents greus.

8.4 Coordinació i Comunicació

Un pla de manteniment preventiu inclou la notificació als usuaris afectats, la planificació de finestres de manteniment i la documentació completa de totes les accions realitzades. Això assegura una infraestructura estable, segura i preparada per a futurs requeriments.

8.5 Help Desk

Inclou assistència telefònica, correu electrònic, videoconferència.

L'empresa contractista disposarà d'un servei de help-desk propi amb modalitat 8x5 NBD accessible telefònicament i amb correu electrònic com a mínim.

Aquest help-desk es podrà fer servir per les següents tasques:

- Notificació d'incidències i avaries.
- Suport a les funcionalitats existents o millores d'aquestes.

- Dubtes de la operativa diària dels equips inclosos a aquest contracte.

La notificació d'una incidència d'un sistema serà notificada generalment a través del Departament d'Informàtica del CAR, aquest proporcionarà un número d'incidència que es el que ha d'utilitzat l'empresa mantenidora per la notificació de les actuacions. Les intervencions realitzades per solucionar els problemes es documentaran d'acord amb el format proposat per la contractista i acceptat pel CAR.

Personal de CAR establirà la severitat del problema i col·laborarà, juntament amb el personal de l'empresa contractista, en la identificació i aïllament del problema i en les seves accions correctives. S'haurà d'incloure una descripció de l'evolució de la incidència així com tot l'intercanvi d'informació (fitxers d'error, registres de traces..) que es produeixin durant la resolució de la mateixa.

L'empresa contractista serà la responsable del registre, manteniment i actualització del diari d'incidències durant el període de manteniment.

CAR podrà consultar en tot moment l'estat de la incidència, pel que l'empresa contractista haurà de proposar un sistema de consulta "on-line" de la informació.

Tota l'atenció a l'usuari, tant telefònica com escrita, haurà de ser en català.

9 Penalitzacions

En el marc de la present licitació per al desplegament de servidors i serveis gestionats, es considera fonamental establir un conjunt de penalitzacions econòmiques per incompliments del contracte. Aquestes penalitzacions tenen com a objectiu garantir el compliment rigorós dels compromisos adquirits per les parts implicades, així com assegurar la qualitat i la fiabilitat dels serveis prestats. La naturalesa crítica dels serveis tecnològics en l'actualitat exigeix un alt nivell de responsabilitat i professionalitat per part del proveïdor, ja que qualsevol incompliment pot tenir repercussions significatives en l'operativa del client.

Les penalitzacions econòmiques es dissenyen com a mecanisme dissuasori per prevenir incompliments i per fomentar un comportament proactiu en la gestió del contracte. Així mateix, aquestes sancions proporcionen una compensació justa al client per les pèrdues econòmiques o operatives que puguin derivar-se d'un servei deficient o d'un retard en la seva implementació. En aquest sentit, les penalitzacions no només busquen protegir els interessos del client, sinó que també promouen un entorn de treball col·laboratiu i responsable entre les parts. La seva aplicació serà proporcional a la gravetat de l'incompliment, garantint així un tracte equitatiu i transparent en la relació contractual.

1. **Incompliment en el Termini de Lliurament**:
    - El proveïdor no lliura els servidors dins del termini acordat.
    - **Sanció Proposada**: Penalització econòmica de 1% del valor total del contracte per cada setmana de retard.
2. **Falta de Disponibilitat del Servei**:
    - El servidor està inactiu durant més de 5 hores en un mes sense avís previ.
    - **Sanció Proposada**: Compensació equivalent al 10% del cost mensual del servei per cada incident d'inactivitat.
3. **Incompliment dels Nivells de Servei (SLA)**:
    - Les condicions del servei, com poden ser l'idioma o el temps de resposta del servei no s'adequa o supera els temps acordats en el contracte.
    - **Sanció Proposada**: Descompte del 5% en la factura mensual per cada mes que no es compleixi l'SLA.
4. **Falta de Suport Tècnic**:
    - El proveïdor no proporciona suport tècnic dins del termini de resposta acordat de 4 hores.
    - **Sanció Proposada**: Obligatorietat de proporcionar dues hores de formació gratuïta al personal del client per cada incident d'incompliment.
5. **Incompliment en la Seguretat**:

- No s'implementen les mesures de seguretat acordades, com ara la xifratge de dades.
- **Sanció Proposada**: Penalització econòmica de 2.000 euros i obligació de corregir les vulnerabilitats en un termini de 10 dies.

6. **Retard en la Implementació de Canvis**:
    - El proveïdor no implementa canvis acordats en el sistema en el termini establert.
    - **Sanció Proposada**: Retenció del 20% del pagament fins que els canvis siguin implementats correctament.
7. **Falta d'Informes de Compliment**:
    - El proveïdor no presenta els informes mensuals sobre l'estat del servei.
    - **Sanció Proposada**: Penalització de 500 euros per cada informe no presentat a temps.
8. **Incompliment en la Formació**:
    - El proveïdor no proporciona la formació acordada al personal del client.
    - **Sanció Proposada**: Obligatorietat de proporcionar formació addicional gratuïta i penalització de 1.500 euros.
9. **Falta de Comunicació**:
    - El proveïdor no informa el client sobre incidents crítics que afecten el servei.
    - **Sanció Proposada**: Penalització de 1.000 euros i compromís de millorar els protocols de comunicació.