



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
Fondo per lo Sviluppo e la Coesione



GARA EUROPEA A PROCEDURA APERTA CON MODALITA' TELEMATICA SU PIATTAFORMA ASP CONSIP PER L'AFFIDAMENTO DEL CONTRATTO AVENTE AD OGGETTO LA FORNITURA DI DATA CENTER PER CALCOLO AD ALTE PRESTAZIONI, NELL'AMBITO DEL PROGETTO PON R&I 2014-2020 AVVISO 424/2018 AZIONE II.1 PIR01_00022 DARIAH-IT CUP B67E19000040007, SUDDIVISA IN 4 LOTTI FUNZIONALI

LOTTO 1 CIG 8847744D50 CUI 80054330586201900627

LOTTO 2 CIG 8847745E23 CUI 80054330586201900626

LOTTO 3 CIG 8847746EF6 CUI 80054330586201900625

LOTTO 4 CIG 8847747FC9 CUI 80054330586201900624

Capitolato tecnico



1.	Premesse	6
2.	Generalità	6
2.1.	Sintesi della fornitura	7
2.2.	Gestione, coordinamento e controllo della fornitura – lotto 1 – datacenter Napoli	7
2.3.	Composizione dell'offerta tecnica.....	7
2.4.	Prescrizioni in materia di sicurezza	8
3.	Lotto 1 Napoli: Oggetto della Fornitura	8
3.1.	Caratteristiche dell'infrastruttura CDCN-NA.....	8
3.1.1.	Caratteristiche generali dell'architettura	9
3.1.2.	Gestione del Traffico	9
3.1.3.	Funzionalità di Data Center (DC) Interconnect	10
3.1.4.	Virtual Networks / Multi-Tenancy.....	10
3.1.5.	Application Flows e Statistiche.....	10
3.1.6.	Management e monitoraggio	11
3.1.7.	Caratteristiche Hardware dell'Infrastruttura del CDCN-NA.....	12
3.1.8.	Nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al DC-NA.....	16
3.1.9.	Software nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al DC-NA.....	18
3.1.10.	Sistema firewall basato sulla tecnologia Forcepoint.....	18
3.2.	Caratteristiche dell'infrastruttura HTC.....	18
3.2.1.	GPU NODES	19
3.2.1.1.	Processori	19
3.2.1.2.	Memoria	20
3.2.1.3.	Storage locale	20
3.2.1.4.	GPU.....	20
3.2.1.5.	Connettività Ethernet nodi di calcolo con GPU.....	20
3.2.1.6.	Software GPU Nodes	20
3.3.	MANAGEMENT DATA CENTER NETWORK (MDCN).....	22
3.4.	Service Nodes	22
3.4.1.	Processori	22
3.4.2.	Memoria	23
3.4.3.	Software nodi di servizio	24
3.5.	Sistema di Storage/Cluster File System (CFS).....	26
3.6.	Caratteristiche dell'infrastruttura HCI/CI	28
3.6.1.	Componente di management dell'infrastruttura HCI/CI	30
3.6.2.	Componente Software dell'infrastruttura HCI/CI	31
3.6.3.	Componente Servizi a Catalogo dell'infrastruttura HCI/CI	32
3.7.	Network Attached Storage (NAS).....	33
3.7.1.	Descrizione della soluzione richiesta	34
3.7.2.	Caratteristiche funzionali del sistema NAS	37
3.7.3.	Caratteristiche tecniche Componente Tier2 Performante (o ibrido SATA+SSD) e licenze del sistema NAS.....	40
3.8.	Servizi di Setup Fisico, Cabling e implementazione DC-NA.....	40
3.8.1.	Consegna ed installazione fisica	40
3.8.2.	Posizionamento Sistemi e Allacciamenti elettrici	40
3.8.3.	Cabling	41
3.8.4.	Implementazione della Core data center Network (CDCN)	41
3.8.5.	Installazione e configurazione di base dei componenti hardware HCI/CI del DC-NA.....	41
3.8.6.	Configurazioni software dei componenti HTC	41
3.8.7.	Configurazioni software dei componenti HCI/CI.....	42
3.8.8.	Configurazioni software del layer di Automazione e Orchestrazione	42



3.8.9.	Integrazione con l'infrastruttura presente nel sito di Lecce	43
3.8.10.	Coordinamento attività	43
3.8.11.	Supporto post-rilascio e Assistenza sistemistica	43
3.8.12.	Supporto post-rilascio	43
3.9.	Servizi di Assistenza e Manutenzione Sistemi CDCN-NA, HTC e HCI/CI	44
3.9.1.	Servizio di manutenzione on-site	44
3.9.2.	Servizio di assistenza tramite call-center	44
3.9.3.	Assistenza sistemistica per la componente CDCN-NA, HTC, HCI/CI	44
3.10.	Formazione	45
3.10.1.	Workshop	45
3.10.2.	Training on the Job	46
4.	Lotto 2 Firenze: Oggetto della Fornitura	46
4.1.	Thin Nodes	46
4.1.1.	Caratteristiche dei Nodi di Calcolo "Thin"	47
4.1.1.1.	Processori	47
4.1.1.2.	Memoria	47
4.1.1.3.	Storage locale	47
4.1.1.4.	Connettività dei nodi "Thin" all'infrastruttura CDCN-FI	47
4.1.2.	Software Thin Nodes	49
4.2.	Core Data Center Network (CDCN-FI)	49
4.2.1.	Nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al sistema HPC.	52
4.2.2.	Software nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al sistema HPC	53
4.3.	Infrastruttura di rete per l'Interconnessione veloce e a bassa latenza	54
4.4.	Management Network (MN)	54
4.5.	Service Nodes	54
4.5.1.	Processori	55
4.5.2.	Memoria	55
4.5.3.	Software nodi di servizio	56
4.6.	Sistema di Storage/Cluster File System (CFS)	58
4.7.	Network Attached Storage (NAS)	60
4.7.1.	Descrizione della soluzione richiesta	61
4.7.2.	Caratteristiche funzionali del sistema NAS	63
4.7.3.	Caratteristiche tecniche e licenze software del sistema NAS	65
4.8.	Isola modulare ad alta densità per il sistema HPC	66
4.9.	Formazione	66
4.9.1.	Workshop	67
4.9.2.	Training on the Job	67
5.	Lotto 3 Roma: Oggetto della Fornitura	67
5.1.	Thin Nodes	67
5.1.1.	Caratteristiche dei Nodi di Calcolo "Thin"	68
5.1.1.1.	Processori	68
5.1.1.2.	Memoria	68
5.1.1.3.	Storage locale	68
5.1.1.4.	Connettività dei nodi "Thin" all'infrastruttura CDCN-RM	69
5.1.2.	Software Thin Nodes	70
5.2.	Core Data Center Network (CDCN-RM)	70
5.2.1.	Nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al sistema HPC.	73
5.2.2.	Software nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al sistema HPC	74
5.3.	Management Network (MN)	75
5.4.	Service Nodes	75
5.4.1.	Processori	75



5.4.2.	Memoria	76
5.4.3.	Software nodi di servizio	77
5.5.	Sistema di Storage/Cluster File System (CFS)	79
5.6.	Network Attached Storage (NAS)	81
5.6.1.	Descrizione della soluzione richiesta	81
5.6.2.	Caratteristiche funzionali del sistema NAS	84
5.6.3.	Caratteristiche tecniche e licenze software del sistema NAS	86
5.7.	Isola modulare ad alta densità per il sistema HPC	87
5.8.	Formazione	87
5.8.1.	Workshop	87
5.8.2.	Training on the Job	88
6.	Lotto 4 Pisa: Oggetto della Fornitura	88
6.1.	Thin Nodes	88
6.1.1.	Caratteristiche dei Nodi di Calcolo "Thin"	88
6.1.1.1.	Processori	89
6.1.1.2.	Memoria	89
6.1.1.3.	Storage locale	89
6.1.1.4.	Connettività dei nodi "Thin" all'infrastruttura CDCN-PI	89
6.1.2.	Software Thin Nodes	91
6.2.	Core Data Center Network (CDCN-PI)	91
6.2.1.	Nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al sistema HPC.	94
6.2.2.	Software nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al sistema Hpc	95
6.3.	Management Network (MN)	96
6.4.	Service Nodes	96
6.4.1.	Processori	96
6.4.2.	Memoria	96
6.4.3.	Software nodi di servizio	98
6.5.	Sistema di Storage/Cluster File System (CFS)	100
6.6.	Rack Enclosures, PDU e UPS per il sistema HPC	101
6.7.	Formazione	102
6.7.1.	Workshop	102
6.7.2.	Training on the Job	102
7.	Marcatura "CE"	102
8.	Luogo e termine di consegna e installazione	102
8.1.	Lotto 1 Napoli – DATACENTER-NA	102
8.1.1.	Luogo di consegna e installazione	102
8.1.2.	Termine di consegna e installazione	103
8.2.	Lotto 2 Firenze – DATACENTER-FI	103
8.2.1.	Luogo di consegna e installazione:	103
8.2.2.	Termine di consegna e installazione	103
8.3.	Lotto 3 Roma – DATACENTER-ARTOV	103
8.3.1.	Luogo di consegna e installazione	103
8.3.2.	Termine di consegna e installazione	103
8.4.	Lotto 4 Pisa – CloudRack-PI	104
8.4.1.	Luogo di consegna e installazione:	104
8.4.2.	Termine di consegna e installazione	104
9.	Avvio e termine dell'esecuzione del contratto	104
9.1.	Avvio dell'esecuzione	104
9.2.	Sospensione dell'esecuzione	104
9.3.	Termine dell'esecuzione	104
10.	Penalità	105



11.	Modalità di resa	105
12.	Oneri ed obblighi dell'Aggiudicatario	105
13.	Sicurezza sul lavoro	106
14.	Divieto di cessione del contratto.....	106
15.	Verifica di conformità della fornitura	106
16.	Fatturazione e pagamento	106
17.	Tracciabilità dei flussi finanziari	107
18.	Garanzia ed assistenza tecnica	107
19.	Recesso	108
20.	Risoluzione del contratto	108

1. PREMESSE

Il presente documento riguarda la fornitura di data center per il calcolo ad alte prestazioni e relativi servizi per attività di ricerca scientifica del Dipartimento di Scienze Umane e Sociali, Patrimonio Culturale (DSU) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

Salvo diversa esplicita indicazione, ai termini riportati di seguito, viene attribuito, ai fini del presente documento, il significato indicato:

CNR, indica nel complesso le strutture organizzative facenti capo al Consiglio Nazionale delle Ricerche;

DSU, indica nel complesso le strutture organizzative facenti capo al Dipartimento di Scienze Umane e Sociali, Patrimonio Culturale (DSU) del Consiglio Nazionale delle Ricerche;

Capitolato tecnico, indica il presente documento;

Fornitura, indica, nel suo complesso, la vendita degli apparati elettronici, impianti tecnologici, la cessione delle licenze d'uso dei prodotti software oggetto del presente Capitolato tecnico, le licenze per l'abilitazione di funzionalità sugli apparati, nonché l'erogazione dei servizi descritti;

Società, indica l'Aggiudicatario della fornitura;

Apparecchiature HW, indica indistintamente tutte le apparecchiature elettroniche costituenti il sistema di calcolo ad alte prestazioni oggetto della fornitura;

Prodotti SW, indica il software e le licenze d'uso necessarie per il funzionamento del sistema di calcolo ad alte prestazioni oggetto del presente capitolato tecnico oltre l'eventuale software di ausilio alla gestione delle apparecchiature HW e tecnologiche;

Infrastruttura tecnologica, indica indistintamente tutte le parti strutturali ed impiantistiche necessarie per l'allestimento del data center, le apparecchiature elettriche di potenza, di protezione elettrica (UPS e gruppo elettrogeno) e di refrigerazione delle apparecchiature HW oggetto della presente fornitura necessarie per l'allestimento ed il funzionamento del sistema di calcolo ad alte prestazioni;

Sala server, indica il locale in cui dovranno essere installati i data center oggetto della presente fornitura.

2. GENERALITÀ

Il presente documento stabilisce i requisiti (i quali, salvo diversa indicazione, debbono intendersi come **minimi**) che devono essere soddisfatti per l'ammissibilità delle offerte.

L'utilizzo nel presente documento del verbo "dovere" nelle forme di "deve" e "dovrà", anche se non seguite dall'avverbio "obbligatoriamente", indica in ogni caso obblighi di fornitura e/o proposizione tecnica non negoziabili da parte della Società.

Tutti i sistemi hardware offerti dovranno avere le seguenti caratteristiche, pena l'esclusione dalla gara:

- Essere dello stesso Produttore, fatta eccezione per le componenti Infiniband afferenti alla rete di interconnessione a bassa latenza, le eventuali componenti software integrate, i cablaggi e le componenti dell'infrastruttura tecnologica.
- Essere nuovi di fabbrica (e recare il marchio di fabbrica del costruttore), di provenienza legale, provenienti dai canali ufficiali di rivendita/distribuzione sul territorio italiano e conservati nel packaging originale (non usato né rigenerato).
- Essere prodotti da primarie aziende internazionali, ove per aziende internazionali si intendono quelle che hanno sedi commerciali a livello mondiale, direttamente o tramite società controllate, in almeno cinque paesi europei, in U.S.A. ed in Canada.
- Rispettare le prescrizioni della normativa vigente in materia di inquinamento acustico;
- Essere dotati di manuali, cavi di alimentazione e di collegamento con le periferiche, driver ed ogni altro componente indispensabile per il corretto funzionamento.

Tutti i sistemi e le funzionalità offerte devono essere disponibili sul listino e sul portafoglio prodotti pubblico ufficiale del Produttore al momento della pubblicazione della gara.

È obbligatorio per la partecipazione alla gara effettuare il sopralluogo al fine di prendere visione e avere conoscenza degli attuali ambienti fisici (locali, scale, spazi di manovra) delle sedi presso le quali si dovranno consegnare ed installare gli apparati. Il sopralluogo dovrà essere effettuato secondo le prescrizioni del disciplinare di gara.

2.1. SINTESI DELLA FORNITURA

Il progetto Developing nAational and Regional Infrastructural nodes of dAriaH in ITaly (DARIAH-IT) nell'ambito del PON Ricerca e Innovazione 2014-2020 (CCI: 2014IT16M2OP005) prevede, tra gli altri, i seguenti interventi di potenziamento infrastrutturale:

Lotto 1 Napoli - DATACENTER-NA: - CIG: 8847744D50 Fornitura "Chiavi in mano" di un nuovo data center – Nome breve del bene DATACENTER-NA Codice univoco del bene PIR01_00022_296752 – per il calcolo ad alte prestazioni e relativi servizi che sarà installato presso il Centro di Servizi Metrologici e Tecnologici Avanzati dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, presso il Polo universitario di San Giovanni a Teduccio, Corso Nicolangelo Protopisani, 80146, Napoli.

Lotto 2 Firenze - DATACENTER-FI: - CIG: 8847745E23 Fornitura "Chiavi in mano" di un sistema di calcolo ad alte prestazioni di tipo HPC (High performance computing) – Nome breve del bene DATACENTER-FI Codice univoco del bene PIR01_00022_217337 – che sarà installato presso Area della Ricerca di Firenze Via Madonna del Piano, 10 50019 Sesto Fiorentino (FI).

Lotto 3 Roma – DATACENTER-ARTOV: - CIG: 8847746EF6 Fornitura "Chiavi in mano" di un sistema di calcolo ad alte prestazioni di tipo HPC (High performance computing) – Nome breve del bene DATACENTER-ARTOV Codice univoco del bene PIR01_00022_297020 – che sarà installato presso Area della Ricerca di Roma 2 - Tor Vergata, Via del Fosso del Cavaliere, 100 - 00133 Roma

Lotto 4 Pisa – CloudRack-PI: - CIG: 8847747FC9 Fornitura "Chiavi in mano" un sistema di calcolo ad alte prestazioni di tipo HPC (High performance computing) – Nome breve del bene CloudRack-PI Codice univoco del bene PIR01_00022_291007 – che sarà installato presso Area della ricerca CNR via G. Moruzzi, 1 56124 Pisa.

Tutte le apparecchiature HW e i prodotti SW e gli impianti tecnologici che saranno oggetto della fornitura devono intendersi nella loro ultima release Enterprise disponibile e con il numero maggiore di funzionalità previste anche se non esplicitamente indicato.

2.2. GESTIONE, COORDINAMENTO E CONTROLLO DELLA FORNITURA – LOTTO 1 – DATACENTER NAPOLI

Al fine di assicurare una corretta esecuzione della fornitura, ovvero la gestione delle consegne i servizi di pre installazione, installazione, configurazione e attivazione, delle apparecchiature HW, prodotti SW, e le infrastrutture tecnologiche si richiede la supervisione di un Project Manager in possesso di una certificazione PMI o equivalente avente le seguenti responsabilità:

- Ha la visione del disegno dell'architettura.
- Si coordina con le figure responsabili dei singoli sottosistemi nel rispetto dei requisiti tecnologici richiesti.
- Raccoglie e rielabora, se necessario, la documentazione richiesta.
- Evidenzia le criticità ed i rischi di progetto legati alla soluzione tecnica.
- Mantiene il coordinamento tecnico su tutte le iniziative progettuali.
- E' responsabile del raggiungimento degli obiettivi della fornitura, secondo quanto contrattualmente concordato: prodotti, qualità e tempistiche.
- Pianifica le attività e ne segue lo stato di avanzamento.
- Gestisce l'assegnazione delle risorse alle attività di fornitura.
- Gestisce la comunicazione sia interna che esterna ai gruppi di lavoro.
- Evidenzia le criticità e rimuove gli ostacoli.
- Qualifica e gestisce, in collaborazione con i referenti CNR, eventuali modifiche in corso d'opera.
- Verifica che le soluzioni tecnologiche, le procedure ed i deliverable siano adeguati ed approvati dai referenti CNR.

2.3. COMPOSIZIONE DELL'OFFERTA TECNICA

Per questa fornitura è richiesta ai concorrenti la formulazione dell'offerta tecnica che illustri compiutamente la fornitura offerta corredata da:

- 1) Una relazione tecnico illustrativa che illustri la progettazione preliminare del data center comprese le architetture di calcolo proposte, i sistemi di rete (networking) interni e per l'accesso esterno del data center, i sistemi di archiviazione e le infrastrutture tecnologiche;
- 2) Il piano dei servizi di preinstallazione e installazione e configurazione dei sistemi offerti ed il piano dei servizi di formazione e manutenzione;

3) La documentazione tecnico-commerciale del produttore (brochure, datasheet, etc).

Per ogni capitolo e relativi paragrafi del presente capitolato tecnico dovranno essere corrispondentemente illustrate le caratteristiche del prodotto che si intende fornire e la relativa rispondenza ai requisiti tecnici. La rispondenza ai requisiti richiesti dovrà potersi evincere chiaramente dalla documentazione tecnica a corredo, anche mediante l'inserimento nella relazione tecnica dei riferimenti (nome documento, n° pagina) alla documentazione tecnica a corredo del produttore; non saranno ammesse generiche dichiarazioni di rispondenza ai requisiti del Capitolato Tecnico prive di riferimenti documentali.

2.4. PRESCRIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Tutte le apparecchiature fornite devono essere conformi alla normativa vigente che regola la loro produzione, commercializzazione ed utilizzazione.

In particolare, devono rispettare, ciascuna per le singole specifiche caratteristiche, le seguenti prescrizioni in materia di sicurezza:

- Legge 1 marzo 1968, n. 186 "disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- Legge 18 ottobre 1977, n. 791, così come modificata dal D. Lgs. 25 novembre 1996 n. 626, "attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione";
- D. Lgs. 25 luglio 2005, n. 151, "attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti";
- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale";
- D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Norme UNI e CEI di riferimento.

È fatto obbligo alla Società di garantire la sicurezza di quanto fornito documentando in particolare l'eventuale presenza di sostanze nocive o cancerogene.

La Società s'impegna inoltre a porre in essere, prima dell'inizio delle attività contrattuali, quanto necessario a garantire l'esecuzione delle attività in piena aderenza con le disposizioni del D. Lgs. 81/2008 "Testo Unico sulla sicurezza durante il lavoro", fornendo, in particolare, il documento di valutazione dei rischi relativo alle attività di cui al presente Capitolato, ai fini anche della predisposizione/aggiornamento del D.U.V.R.I. (Documento Unico di Valutazione Rischio da Interferenze) di cui al comma 3 dell'art. 26 del suddetto decreto.

3. LOTTO 1 NAPOLI: OGGETTO DELLA FORNITURA

Il presente documento riguarda la fornitura "Chiavi in mano" di un nuovo data center DC-NA per il calcolo ad alte prestazioni e relativi servizi che sarà installato presso il Centro di Servizi Metrologici e Tecnologici Avanzati dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, presso il Polo universitario di San Giovanni a Teduccio, Corso Nicolangelo Protopisani, 80146, Napoli. Il DC-NA dovrà includere sia un'infrastruttura per il calcolo parallelo ad alte prestazioni di tipo HTC (High-Throughput Computing), sia un'infrastruttura iperconvergente (HCI) o convergente (CI) per la creazione di ambienti di calcolo virtuali ad alte prestazioni (HCI/CI).

I due sistemi HTC e HCI/CI del DC-NA, seppur logicamente distinti, condivideranno le infrastrutture tecnologiche necessarie per il funzionamento delle apparecchiature HW:

- L'infrastruttura di rete del data center DC-NA per l'interconnessione ad alta velocità interna ed esterna dei due sistemi HTC e HCI/CI (di seguito indicata CDCN-NA – Core Data Center Network);
- Tre nodi fisici dedicati per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al DC-NA;
- Un sistema firewall basato sulla tecnologia Forcepoint.

3.1. CARATTERISTICHE DELL'INFRASTRUTTURA CDCN-NA

Nei moderni data center, dal punto di vista del networking, risulta ormai superata la tradizionale architettura a tre livelli costituita dai livelli access, aggregation e core. Il motivo principale di ciò è da attribuire alla crescita del traffico di rete orizzontale (ovvero "east-west") all'interno del data center (server-server, server-storage, ecc.). Pertanto l'architettura di riferimento maggiormente in uso attualmente è quella denominata Clos-based (leaf-spine). Tale architettura è stata progettata per minimizzare il numero di hops tra gli hosts. Con questo design la topologia fisica, garantisce un'elevata scalabilità e fornisce una latenza predicibile switch-to-switch, rimuovendo quasi del tutto il rischio di loop di rete.

Requisito Progettuale Vincolante CDCN-NA 1 (RPV-CDCN-NA-1)

L'infrastruttura di rete privata del CDCN-NA, dovrà essere basata su topologia Clos-based e dovrà consentire l'interconnessione di sistemi eterogenei, dall'infrastruttura HTC e HCI/CI, ai sistemi storage e ogni altra entità di servizio del DC-NA.

3.1.1. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'ARCHITETTURA

L'architettura di connettività dovrà implementare una fabric IP-Ethernet basata su protocolli standard ed open che dovrà apparire e comportarsi verso il mondo esterno come un unico sistema logico (Virtual Fabric). Dovrà essere pertanto possibile gestire, configurare, e automatizzare l'intera fabric come un singolo sistema logico.

La componente software che implementa le funzionalità richieste dovrà poter essere eseguita direttamente all'interno degli switch fisici, senza necessità di ricorrere a controller o altre entità esterne. L'insieme degli switch fisici richiesti dal presente Capitolato Tecnico e della componente software relativa all'implementazione delle funzionalità richieste dovranno pertanto essere autoconsistenti.

Il Sistema proposto dovrà implementare una fabric a singolo management plane, sia a livello locale che geografico, dotato di caratteristiche di alta affidabilità.

Dovrà essere possibile implementare la fabric su qualsiasi topologia fisica sottostante ed indipendentemente dall'interconnessione attraverso altri dispositivi non dello stesso vendor, senza la necessità che i sistemi siano adiacenti.

La Fabric dovrà poter essere gestita mediante CLI e RESTful API. La gestione mediante CLI/API dovrà supportare l'utilizzo dei più comuni tool di automazione, come ad es. Ansible o Python.

La fabric dovrà poter essere configurata come una singola entità, ed ogni switch appartenente alla fabric dovrà poter sincronizzare il suo provisioning state in maniera autonoma, con la possibilità di effettuare rollback a stati precedenti.

La Fabric dovrà permettere di configurare oggetti a livello sia globale che locale (singolo switch) e di identificare set di oggetti fabric-wide.

La fabric dovrà supportare eventuali situazioni di split-brain senza che ciò impatti sul forwarding del traffico locale. In caso di fabric-stretch su location geografiche differenti, il sistema dovrà poter continuare a mantenere validi e operativi sia il control plane che il data plane locali.

3.1.2. GESTIONE DEL TRAFFICO

La fabric dovrà supportare meccanismi di:

- Broadcast suppression;
- Conversational forwarding;
- ARP Optimization (possibilità di effettuare proxy ARP se l'informazione è già presente nel DB interno);
- Anycast Gateway (possibilità per gli endpoint di utilizzare lo stesso virtual MAC/Indirizzo IP su tutti i first-hop switch).
Le subnet interessate da funzionalità di anycast gateway dovranno poter essere configurate come un singolo oggetto atomico fabric-wide. Il numero di istanze VRF con capacità di anycast gateway dovrà essere pari almeno a 1000.

Le ottimizzazioni di forwarding sopra menzionate dovranno essere disponibili almeno con riferimento alle seguenti operazioni: bridging, routing, extended bridging (su VxLAN tunnels) ed extended routing (su VxLAN tunnels). La fabric dovrà essere in grado di aggregare link tra due switch mediante meccanismi di Layer2 Multi-pathing e multi chassis/virtual chassis LAG. Tutti gli switch nella fabric dovranno potersi scambiare informazioni topologiche relative ai device adiacenti e dovranno implementare uno shared endpoint database.

La fabric dovrà poter implementare:

- Meccanismi STP standard con altri device non appartenenti alla fabric, utilizzando protocolli standard;
- Un meccanismo di loop-guard di livello 2 non basato su STP. Dovrà cioè essere possibile, senza implementare meccanismi di STP con dispositivi esterni alla fabric, individuare la presenza di loop tra due qualsiasi porte appartenenti alla fabric anche quando le porte sono ubicate su switch differenti interconnessi localmente o attraverso una rete IP.

Gli switch forniti dovranno supportare la possibilità di incapsulare e decapsulare in HW il traffico VxLAN mediante meccanismi di VxLAN Tunnel EndPoint (VTEP).

La virtual fabric nel complesso dovrà supportare funzionalità di VTEP high availability (VTEP HA) attivando funzionalità di VTEP su almeno due switch: la VTEP HA dovrà poter usare lo stesso anycast IP address su entrambi gli switch, ed entrambi gli switch dovranno poter incapsulare e decapsulare il traffico VxLAN allo stesso tempo. La funzionalità di VTEP HA dovrà

essere configurabile come un singolo fabric object (non dovrà richiedere l'effettuazione della configurazione su ogni singolo switch).

La fabric dovrà essere dotata di capacità native di interscambio di informazioni con altri nodi all'interno della fabric. In caso di VXLAN, queste informazioni dovranno includere almeno:

- I dati di configurazione del VXLAN Tunnel Endpoint (VTEP), ad esempio i VTEP IP address e le Virtual Network Interface (VNIs);
- Le informazioni di raggiungibilità e di routing come i MAC Address, i VTEP IP address, e le informazioni VNI.

La fabric dovrà poter creare tunnel VxLAN verso altri nodi nella fabric senza utilizzare protocolli basati su multicast.

La fabric dovrà poter supportare all'interno di una istanza isolata di Sistema Operativo (p.es in un container o in una VM) l'implementazione di:

- Routing application stacks (OSPF o BGP);
- Interfacce OVSDB;
- Istanze virtual network manager.

I servizi implementati nelle istanze di Sistema Operativo dovranno poter essere portabili, ovvero migrabili verso nodi differenti della fabric.

La fabric dovrà inoltre supportare a livello fabric-wide funzionalità di:

- Policy-based Routing;
- Access Control;
- Line-rate control, manipolazione e redirectione logica o fisica dei flussi;
- Flow-level Security;
- Control Plane Traffic Protection: il traffico di control plane dovrà essere separabile e gestito con priorità rispetto al traffico di rete. Dovranno essere inoltre implementabili politiche di rate limiting al fine di mitigare gli effetti di eventuali attacchi di sicurezza.

3.1.3. FUNZIONALITÀ DI DATA CENTER (DC) INTERCONNECT

La fabric dovrà poter estendere eventuali domini Layer 2 su più location geografiche remote, utilizzando protocolli IP standard come VxLAN al fine di garantire l'interoperabilità con eventuali reti e sistemi di terze parti. Non saranno ammesse soluzioni che facciano uso di protocolli o sistemi specializzati per il Data Center Interconnect.

Dovrà essere possibile realizzare tunnel DC verso altre location a partire da qualsiasi switch nella fabric.

La fabric dovrà poter estendere le infrastrutture HCI/CI oggetto di acquisizione tra più data center, e dovrà poter raccogliere, organizzare e presentare mediante interfaccia grafica e testuale tutti i dati relativi alle connessioni (a titolo esemplificativo e non esaustivo: end-to-end latency, duration, total bytes transferred, stato delle connessioni TCP in real time) senza necessità di usare algoritmi di sampling e senza fare uso di wire taps o mirror ports.

In uno scenario multi-tenant, dovrà essere possibile implementare almeno i seguenti servizi:

- Point-to-Point Virtual Connections with HA;
- Multipoint-to-Multipoint Virtual Connections with HA;
- Fully transparent point-to-point pseudo-wires, inclusi i meccanismi di link state tracking e le informazioni di application telemetry.

La fabric dovrà supportare meccanismi avanzati di classificazione del traffico e di QoS e la capacità di regolare il traffico sia a livello di flusso che di porta fisica.

Dovrà essere possibile la tracciatura di qualsiasi flusso di traffico al fine di poter effettuare troubleshooting.

3.1.4. VIRTUAL NETWORKS / MULTI-TENANCY

La fabric dovrà poter organizzare la rete fisica in più reti logiche (Virtual Networks o Tenant) distinte, ognuna dotata delle proprie risorse, servizi di rete e politiche QoS.

Ogni Tenant dovrà avere un singolo punto di management dedicato. Il Fabric Administrator dovrà poter assegnare l'ownership di ogni singolo tenant ad un amministratore distinto e dotato di credenziali separate, il quale potrà provvedere in autonomia alla gestione e configurazione del Tenant.

Ogni Tenant dovrà avere sia data plane che control plane isolati e separati.

3.1.5. APPLICATION FLOWS E STATISTICHE

La fabric dovrà implementare meccanismi di Application flow visibility in grado di fornire informazioni su:

- Real-time Correlation tra server e client;
- Overlay/underlay Performance analysis;
- Capacity Planning & Network Troubleshooting sia a livello Intra-data center che Inter-data center;
- Security and Incident Response.

Gli switch dovranno supportare tool di sampling open-source come sFLOW e processi di metering come IPFIX in grado di fornire informazioni di traffico costanti su tutte le interfacce abilitate.

3.1.6. MANAGEMENT E MONITORAGGIO

Dovrà essere reso disponibile ed incluso in fornitura un tool grafico di Fabric Management al fine di poter effettuare attività di Network Provisioning, Monitoring and Analytics.

Il tool di management dovrà poter visualizzare a livello grafico la completa topologia della rete, rappresentando tutti gli elementi che sono parte della fabric e gli eventuali device esterni ad essa interconnessi.

Attraverso il tool dovrà essere possibile effettuare il provisioning e il monitoraggio di multiple fabric instance, e dovrà altresì essere possibile automatizzare le operazioni relative al deployment iniziale della fabric.

Il tool di management dovrà almeno essere in grado di effettuare il provisioning ed il monitoraggio dei seguenti costrutti:

- Port characteristics;
- VLANs and port VLAN membership;
- STP characteristics;
- VLAN Interfaces and layer-3 ports;
- OSPF, BGP adjacencies and static routes;
- VxLAN VTEPs and related VxLAN to VLAN mappings;
- Point-to-Point transparent pseudowires;
- Security Policies;
- QoS Policies;
- Mirror objects.

Dovrà essere possibile raccogliere e visualizzare almeno i seguenti dati:

- Fabric device model, serial number, transceiver inventory, software version, licensing information;
- Fabric device system health, (CPU utilization, disk and memory utilization);
- Physical port counters over time, ingress and egress, con la possibilità di comparare fino a 10 porte nello stesso tempo;
- Endpoint active on each fabric device and related flow information;
- Syslog data;
- SNMP trap.

Il tool dovrà includere una funzionalità di network analytics collector in grado di raccogliere, analizzare e presentare all'utente i dati relative ai flussi applicative di rete, utilizzando almeno le seguenti sorgenti:

- Dati di telemetria della fabric;
- Altre sorgenti dati come ad es. Netflow, sFlow devono essere supportate.

I dati raccolti dovranno essere presentati in maniera chiara ed utile all'utente mediante grafici a torta, ad istogramma, diagrammi Sankey, etc. anche al fine di consentire l'identificazione di relazioni tra le applicazioni ed il funzionamento dell'infrastruttura fisica e di eventuali colli di bottiglia.

Dovrà essere possibile configurare:

- Tag personalizzati che dovranno essere memorizzati insieme ai dati al fine di migliorare l'interpretabilità degli stessi da parte degli utenti;
- Nomi per specifici valori di porte TCP.

Dovrà essere possibile integrare il collector database con metadati provenienti da sistemi di terze parti come: server DNS, sistemi di geolocalizzazione, sistemi di virtualizzazione (VMware), Active Directory, ecc.

I dati raccolti dovranno poter essere filtrati e ricercabili mediante query specifiche impostate dall'utente.

Il tool dovrà mettere a disposizione una funzione di packet analytics che consenta la visibilità a livello L4-L7 dei pacchetti dati applicativi utilizzando almeno le seguenti sorgenti di dati:

- File PCAP offline;

- Traffico real-time.

3.1.7. CARATTERISTICHE HARDWARE DELL'INFRASTRUTTURA DEL CDCN-NA

Dovrà pertanto essere fornita una infrastruttura di switching ad alte prestazioni di classe data center, avente le seguenti caratteristiche HW minime:

- Architettura HW basata su chipset standard-silicon;
- Topologia fisica di tipo Spine-Leaf, con rapporto di oversubscription non superiore a 3:1 e velocità di accesso alla rete pari ad almeno 25 Gbps;
- L'infrastruttura dovrà mettere a disposizione un numero di porte sufficiente a garantire il collegamento in rete di tutti i nodi FAT e servizi di storage/management, di accesso di tipologia SFP28. Per il soddisfacimento del requisito, non sono ammesse eventuali porte oggetto di breakout (ad es porte a 100Gb splittate in più porte a 25Gbps);
- Velocità di interconnessione tra i layer spine e leaf non inferiore a 100 Gbps
- Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap, assenza di ulteriori single point of failure.
- Supporto ONIE per l'utilizzo di sistemi operativi alternativi linux-based;
- Supporto di Sistemi Operativi di Rete differenti da quelli sviluppati dal produttore degli apparati. L'utilizzo di S.O. diversi non deve inficiare il supporto HW degli apparati;
- Dimensione massima di ogni switch max 1 RU;
- Caratteristiche HW minime degli Switch di Accesso (Leaf):
 - Almeno 48 porte di accesso ad almeno 25Gbps con connettori SFP28;
 - Almeno 6 porte di uplink ciascuna a velocità di 100 Gbps QSFP28;
 - Switching capacity minima 3,6 Tbps, non blocking;
 - Gli switch dovranno essere completi di ottiche 10 e 25Gb SR in rapporto di 3:1. Per l'interconnessione dei soli nodi oggetto della presente fornitura sarà ammesso l'uso di cavi DAC in rame esclusivamente per le connessioni all'interno dello stesso rack.
- Caratteristiche HW minime degli Switch di Core (Spine):
 - Almeno 32 porte 100Gbps QSFP28 con supporto delle velocità 10/25/40/100 Gbps o superiori;
 - Forwarding capacity minima: 4400 Mpps (Full Duplex, packet size >350bytes);
 - Switching capacity minima 6,4 Tbps, non blocking.
 - Gli switch dovranno essere completi di ottiche 40GbSR per l'interconnessione alla rete CNR/ GARR ed ai sistemi HCI/CI di cui ai paragrafi successivi.

Le connessioni tra gli switch spine e leaf dovranno essere effettuate mediante cavi in fibra ottica. Fanno parte della fornitura le eventuali ottiche e cavi necessari per realizzare tutte le interconnessioni tra spine e leaf e verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura, compresa l'interconnessione agli apparati di frontiera del nodo POP-GARR della rete CNR.

Per il CDCN-NA il Sistemi Operativo di Rete degli switch dei layer spine e leaf dovrà essere lo stesso e allineato alla stessa versione.

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori dell'infrastruttura CDCN-NA.

Infrastruttura CDCN-NA – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.CDCN-NA.1	L'infrastruttura CDCN-NA deve essere basata su topologia Clos-based	SI
R.CDCN-NA.2	L'architettura di connettività proposta deve implementare una fabric IP-Ethernet basata su protocolli standard ed open che deve apparire e comportarsi verso il mondo esterno come un unico sistema logico (Virtual Fabric). Deve essere pertanto possibile gestire, configurare, e automatizzare l'intera fabric come un singolo sistema logico	SI
R.CDCN-NA.3	La componente software che implementa le funzionalità richieste deve essere eseguita direttamente all'interno degli switch fisici, senza necessità di ricorrere a controller o altre entità esterne. L'insieme degli switch fisici richiesti dal presente Capitolato Tecnico e della componente software relativa all'implementazione delle funzionalità richieste deve pertanto essere autoconsistente	Si

R.CDCN-NA.4	Deve essere possibile implementare la fabric su qualsiasi topologia fisica sottostante ed indipendentemente dall'interconnessione attraverso altri dispositivi non dello stesso vendor, senza la necessità che i sistemi siano adiacenti	Si
R.CDCN-NA.5	La fabric deve poter essere configurata come una singola entità, ed ogni switch appartenente alla fabric dovrà poter sincronizzare il suo provisioning state in maniera autonoma, con la possibilità di effettuare rollback a stati precedenti.	Si
R.CDCN-NA.6	La Fabric deve poter essere gestita mediante CLI e RESTful API. La gestione mediante CLI/API deve supportare l'utilizzo dei più comuni tool di automazione, come ad es. Ansible o Python.	Si
R.CDCN-NA.7	La fabric deve supportare eventuali situazioni di split-brain senza che ciò impatti sul forwarding del traffico locale. In caso di fabric-stretch su location geografiche differenti, il sistema deve poter continuare a mantenere validi e operativi sia il control plane che il data plane locali.	Si
R.CDCN-NA.8	La fabric deve supportare meccanismi di: <ul style="list-style-type: none"> - Broadcast suppression; - Conversational forwarding; - ARP/ND Optimization (possibilità di effettuare proxy ARP se l'informazione è già presente nel DB interno); - Anycast Gateway (possibilità per gli endpoint di utilizzare lo stesso virtual MAC/Indirizzo IP su tutti i first-hop switch) sia per endpoints IPV4 che IPV6. Le subnet interessate da funzionalità di anycast gateway dovranno poter essere configurate come un singolo oggetto atomico fabric-wide. Il numero di istanze VRF con capacità di anycast gateway dovrà essere pari almeno a 1000. - Multicast routing con trasporto VXLAN attivabile per ciascuna istanza VRF, interoperabile con ricevitori IGMPv2 IGMPv3 e MLD - Possibilità di utilizzare lo stesso VLAN ID in domini distinti sullo stesso switch - Possibilità di associare VLAN ID differenti allo stesso dominio - Interoperabilità con Q-in-Q con possibilità di trasporto VxLAN Le ottimizzazioni di forwarding sopra menzionate devono essere disponibili almeno con riferimento alle seguenti operazioni: bridging, routing, extended bridging (su VxLAN tunnels) ed extended routing (su VxLAN tunnels).	Si
R.CDCN-NA.9	La fabric deve essere in grado di aggregare link tra due switch mediante meccanismi di Layer2 Multi-pathing e multi chassis/virtual chassis LAG. Tutti gli switch nella fabric dovranno potersi scambiare informazioni topologiche relative ai device adiacenti e dovranno implementare uno shared endpoint database.	Si
R.CDCN-NA.10	La fabric deve poter implementare: <ul style="list-style-type: none"> - Meccanismi STP standard con altri device non appartenenti alla fabric, utilizzando protocolli standard; - Un meccanismo di loop-guard di livello 2 non basato su STP. Deve cioè essere possibile, senza implementare meccanismi di STP con dispositivi esterni alla fabric, individuare la presenza di loop tra due qualsiasi porte appartenenti alla fabric anche quando le porte sono ubicate su switch differenti interconnessi localmente o attraverso una rete IP. 	Si
R.CDCN-NA.11	Gli switch forniti devono supportare la possibilità di incapsulare e decapsulare in HW il traffico VxLAN mediante meccanismi di VxLAN Tunnel EndPoint (VTEP).	Si
R.CDCN-NA.12	La virtual fabric deve nel complesso supportare funzionalità di VTEP high availability (VTEP HA) attivando funzionalità di VTEP su almeno due switch: la VTEP HA può poter usare lo stesso anycast IP address su entrambi gli switch, ed entrambi gli switch possono incapsulare e decapsulare il traffico VxLAN allo stesso tempo. La funzionalità di VTEP HA deve essere configurabile come un singolo fabric object (non deve richiedere l'effettuazione della configurazione su ogni singolo switch).	Si
R.CDCN-NA.13	La fabric deve essere dotata di capacità native di interscambio di informazioni con altri nodi all'interno della fabric. In caso di VxLAN, queste informazioni includono almeno:	Si

	<ul style="list-style-type: none"> - I dati di configurazione del VXLAN Tunnel Endpoint (VTEP), ad esempio i VTEP IP address e le Virtual Network Interface (VNIs); - Le informazioni di raggiungibilità e di routing come i MAC Address, i VTEP IP address, e le informazioni VNI. 	
R.CDCN-NA.14	La fabric può creare tunnel VxLAN verso altri nodi nella fabric senza utilizzare protocolli basati su multicast.	Si
R.CDCN-NA.15	<p>La fabric deve poter supportare all'interno di una istanza isolata di Sistema Operativo (p.es in un container o in una VM) l'implementazione di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Routing application stacks (OSPF o BGP); - Interfacce OVSDB; - Istanze virtual network manager. <p>I servizi implementati nelle istanze di Sistema Operativo devono poter essere portabili, ovvero migrabili verso nodi differenti della fabric.</p>	Si
R.CDCN-NA.16	<p>La fabric deve supportare a livello fabric-wide funzionalità di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Policy-based Routing; - Access Control; - Line-rate control, manipolazione e redirectione logica o fisica dei flussi; - Flow-level Security; <p>Control Plane Traffic Protection: il traffic di control plane deve essere separabile e gestito con priorità rispetto al traffico di rete. Dovranno essere inoltre implementabili politiche di rate limiting al fine di mitigare gli effetti di eventuali attacchi di sicurezza.</p>	Si
R.CDCN-NA.17	La fabric dovrà poter estendere eventuali domini Layer 2 su più location geografiche remote, utilizzando protocolli IP standard come VxLAN al fine di garantire l'interoperabilità con eventuali reti e sistemi di terze parti. Non sono ammesse soluzioni che facciano uso di protocolli o sistemi specializzati per il Data Center Interconnect.	Si
R.CDCN-NA.18	Deve essere possibile realizzare tunnel DC verso altre location a partire da qualsiasi switch nella fabric.	Si
R.CDCN-NA.19	La fabric dovrà poter estendere l'infrastruttura convergente oggetto di acquisizione tra più data center, e dovrà poter raccogliere, organizzare e presentare mediante interfaccia grafica e testuale tutti i dati relativi alle connessioni (a titolo esemplificativo e non esaustivo: end-to-end latency, duration, total bytes transferred, stato delle connessioni TCP in real time) senza necessità di usare algoritmi di sampling e senza fare uso di wire taps o mirror ports.	Si
R.CDCN-NA.20	<p>In uno scenario multi-tenant, dovrà essere possibile implementare almeno i seguenti servizi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Point-to-Point Virtual Connections with HA; - Multipoint-to-Multipoint Virtual Connections with HA; - Fully transparent point-to-point pseudo-wires, inclusi i meccanismi di link state tracking e le informazioni di application telemetry. 	Si
R.CDCN-NA.21	La fabric dovrà supportare meccanismi avanzati di classificazione del traffico e di QoS e la capacità di regolare il traffico sia a livello di flusso che di porta fisica. Dovrà essere possibile la tracciatura di qualsiasi flusso di traffico al fine di poter effettuare troubleshooting.	Si
R.CDCN-NA.22	La fabric può organizzare la rete fisica in più reti logiche (Virtual Networks o Tenant) distinte, ognuna dotata delle proprie risorse, servizi di rete e politiche QoS. Ogni Tenant può avere un singolo punto di management dedicato. Il Fabric Administrator può assegnare l'ownership di ogni singolo tenant ad un amministratore distinto e dotato di credenziali separate, il quale potrà provvedere in autonomia alla gestione e configurazione del Tenant. Ogni Tenant ha sia data plane che control plane isolati e separati.	Si
R.CDCN-NA.23	<p>La fabric deve implementare meccanismi di Application flow visibility in grado di fornire informazioni su:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Real-time Correlation tra server e client; 	Si

	<ul style="list-style-type: none"> - Overlay/underlay Performance analysis; - Capacity Planning & Network Troubleshooting sia a livello Intra-data center che Inter-data center; - Security and Incident Response. 	
R.CDCN-NA.24	Gli switch devono supportare tool di sampling open-source come sFLOW e processi di metering come IPFIX in grado di fornire informazioni di traffico costanti su tutte le interfacce abilitate.	Si
R.CDCN-PI.25	Deve essere disponibile ed incluso in fornitura un tool grafico di Fabric Management al fine di poter effettuare attività di Network Provisioning, Monitoring and Analytics.	Si
R.CDCN-NA.26	Il tool di management può visualizzare a livello grafico la completa topologia della rete, rappresentando tutti gli elementi che sono parte della fabric e gli eventuali device esterni ad essa interconnessi.	Si
R.CDCN-NA.27	Attraverso il tool di management deve essere possibile effettuare il provisioning e il monitoraggio di multiple fabric instance, deve essere altresì possibile automatizzare le operazioni relative al deployment iniziale della fabric.	Si
R.CDCN-NA.28	<p>Il tool di management è in grado di effettuare il provisioning ed il monitoraggio dei seguenti costrutti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Port characteristics; - VLANs and port VLAN membership; - STP characteristics; - VLAN Interfaces and layer-3 ports; - OSPF, BGP adjacencies and static routes; - VxLAN VTEPs and related VxLAN to VLAN mappings; - Point-to-Point transparent pseudowires; - Security Policies; - QoS Policies; - Mirror objects. - VRF distribuiti con anycast gateway <p>Deve essere possibile raccogliere e visualizzare almeno i seguenti dati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fabric device model, serial number, transceiver inventory, software version, licensing information; - Fabric device system health, (CPU utilization, disk and memory utilization); - Physical port counters over time, ingress and egress, con la possibilità di comparare fino a 10 porte nello stesso tempo; - Endpoint active on each fabric device and related flow information; - Syslog data; - SNMP trap. <p>Il tool deve mettere a disposizione una funzione di packet analytics che consenta la visibilità a livello L4-L7 dei pacchetti dati applicativi utilizzando almeno le seguenti sorgenti di dati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - File PCAP offline; - Traffico real-time. 	Si
R.CDCN-NA.29	<p>Il tool di management deve includere una funzionalità di network analytics collector in grado di raccogliere, analizzare e presentare all'utente i dati relative ai flussi applicative di rete, utilizzando almeno le seguenti sorgenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dati di telemetria della fabric; - Altre sorgenti dati come ad es. Netflow, sFlow devono essere supportate. <p>I dati raccolti possono essere presentati in maniera chiara ed utile all'utente mediante grafici a torta, ad istogramma, diagrammi Sankey, ecc anche al fine di consentire l'identificazione di relazioni tra le applicazioni ed il funzionamento dell'infrastruttura fisica e di eventuali colli di bottiglia.</p> <p>Deve essere possibile configurare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tag personalizzati che dovranno essere memorizzati insieme ai dati al fine di migliorare l'interpretabilità degli stessi da parte degli utenti; 	Si

	- Nomi per specifici valori di porte TCP.	
R.CDCN-NA.30	Deve essere possibile integrare il collector database con metadati provenienti da sistemi di terze parti come: server DNS, sistemi di geolocalizzazione, sistemi di virtualizzazione/iperconvergenza. I dati raccolti possono essere filtrati e ricercabili mediante query specifiche impostate dall'utente.	Si
R.CDCN-NA.31	L'architettura HW deve essere basata su chipset standard-silicon	Si
R.CDCN-NA.32	La topologia fisica della rete è di tipo Spine-Leaf, con rapporto di over subscription non superiore a 3:1 e velocità di accesso alla rete pari ad almeno 25 Gbps;	Si
R.CDCN-NA.33	La velocità di interconnessione tra i layer spine e leaf non deve essere inferiore a 100 Gbps	Si
R.CDCN-NA.34	Gli switch devono essere dotati di alimentatori e ventole ridondati e hot-swap, non devono essere presenti ulteriori single point of failure.	Si
R.CDCN-NA.35	Gli switch devono supportare ONIE per l'utilizzo di sistemi operativi alternativi linux-based;	Si
R.CDCN-NA.36	Gli switch devono supportare Sistemi Operativi di Rete differenti da quelli sviluppati dal produttore degli apparati, ma dovrà essere lo stesso per i layer spine e leaf e allineato alla stessa versione per la presente installazione CNDC-NA.	Si
R.CDCN-NA.37	La dimensione fisica massima di ogni switch deve essere di 1RU	Si
R.CDCN-NA.38	Gli switch di Accesso (Leaf) devono essere dotati delle seguenti caratteristiche: <ul style="list-style-type: none"> Almeno 48 porte di accesso ad almeno 25Gbps con connettori SFP28; Almeno 6 porte di uplink ciascuna a velocità di almeno 100 Gbps QSFP28; Switching capacity minima 3,6 Tbps, non blocking; Gli switch devono essere completi di ottiche 10 e 25Gb SR in rapporto di 3:1. Per l'interconnessione dei soli nodi oggetto della presente fornitura saranno usati cavi DAC in rame esclusivamente per le connessioni all'interno dello stesso rack. 	Si
R.CDCN-NA.39	Gli switch di Core (Spine) devono essere dotati delle seguenti caratteristiche: <ul style="list-style-type: none"> Almeno 32 porte 100Gbps QSFP28 con supporto delle velocità 10/25/40/100 Gbps o superiore; Forwarding capacity minima: 4400 Mpps (Full Duplex, packet size >350bytes); Switching capacity minima 6,4 Tbps, non blocking. Gli switch dovranno essere completi di ottiche 40GbSR per l'interconnessione ai sistemi HCI/CI. 	Si
R.CDCN-NA.40	Le connessioni tra gli switch spine e leaf devono essere effettuate mediante cavi in fibra ottica. Fanno parte della fornitura le eventuali ottiche e cavi necessari per realizzare tutte le interconnessioni tra spine e leaf e verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura	Si
R.CDCN-NA.41	L'infrastruttura dovrà mettere a disposizione un numero di porte sufficiente a garantire il collegamento in rete di tutti i nodi, del servizio di storage/management dell'infrastruttura HTC e i nodi del sistema HCI/CI, di accesso di tipologia SFP28	Si

3.1.8. NODI PER I SERVIZI DNS, NTP E SMTP DI SUPPORTO AL DC-NA.

Di seguito sono riportati i requisiti minimi dei nodi fisici dedicati per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al DC-NA.

Nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al DC-NA.		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.NA.NET.1	Numero di nodi	3
R.NA.NET.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	≤ 1 nodo/RU

R.NA.NET.3	Chassis dotato di alimentatori aventi classe di efficienza energetica Platinum	Si
R.NA.NET.4	Numero Slot PCIe x16 Low-Profile liberi per futura espansione del sistema	1
Board Management Controller		
R.NA.NET.5	Interfaccia BMC con porta dedicata ad 1Gbps	Si
R.NA.NET.6	<p>La BMC deve supportare almeno:</p> <ul style="list-style-type: none"> - I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; - Funzionalità di virtual console & vMedia; - Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; - Il protocollo Redfish (RESTful API); - Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; - Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; - Funzionalità di rollback del Firmware; - Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: - Funzionalità di Secure Default Password; - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. - Funzionalità di telemetria dei parametri di funzionamento 	Si
CPU		
R.NA.NET.7	Il nodo è dotato di N. 1 CPU Intel® Xeon® E-2224 3.4GHz, 8M cache, 4C/4T	Si
Memoria		
R.NA.NET.8	Quantità di memoria RAM installata	32GB
R.NA.NET.9	Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 2666 MHz; I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;	Si
R.NA.NET.10	I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali	Si
R.NA.NET.11	Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU	Si
Storage		
R.NA.NET.12	Nr 2 HDD da 1,2TB 10krpm SAS. Controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,6 e dotato di almeno 4GB cache. I dischi utilizzati devono essere Hot-Swap	Si
R.NA.NET.13	Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al requisito precedente) cadauno avente capacità minima pari a 480Gb. I dischi SSD utilizzati devono essere Hot-Swap	Si
Connettività		

R.NA.NET.14	Due porte 25GbE SFP28. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.	Si
R.NA.NET.15	Una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MN).	Si

3.1.9. SOFTWARE NODI PER I SERVIZI DNS, NTP E SMTP DI SUPPORTO AL DC-NA

Il sistema operativo installato sui 3 nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al DC-NA dovrà essere Red Hat Enterprise Linux a 64bit (Physical Nodes) nella sua ultima versione stabile. In particolare dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.NA.NET.SO.1	4	SDS-570-DDI-3YS-GM	3 Year Period Subscription for EfficientIP - SOLIDserver 570 software appliance DNS-DHCP-IPAM Services - 24/7 support services
R.NA.NET.SO.2	5 Giorni	PSD-CLT	EfficientIP - Professional Services - Time & Material Engagement (Use or Lose) for Expertise/Consulting (Daily cost) - Statement of Work Required

3.1.10. SISTEMA FIREWALL BASATO SULLA TECNOLOGIA FORCEPOINT

Il DC-NA dovrà essere dotato di un sistema firewall basato sulla tecnologia Forcepoint avente i seguenti requisiti minimi:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.NA.FW.1	1	N3401-0-XX00-X-N	Forcepoint NGFW 3401 Appliance
R.NA.FW.2	1	N3401WR-0-XX00-X-N	Forcepoint NGFW 3401 Appliance Warranty - Advanced RMA (36 months)
R.NA.FW.3	1	MOD10F8-0-XX00- X-N	8 Port 10 Gigabit Ethernet SFP + Module for Forcepoint NGFW 3401 Appliance, Hardware
R.NA.FW.4	1	MOD10F8WR-0-XX00-X-N	8 Port 10 Gigabit Ethernet SFP+ Module Warranty - Advanced RMA (36 months) for 8 Port 10 Gigabit Ethernet SFP+ Module, Warranty
R.NA.FW.5	1	MODG8-0-XX00-X-N	8 Port Gigabit Ethernet RJ45 Module for Forcepoint NGFW 3401 Appliance, Hardware
R.NA.FW.6	1	MODG8WR-0-XX00-X-N	8 Port Gigabit Ethernet RJ45 Module Warranty - Advanced RMA (36 months) for 8 Port Gigabit Ethernet RJ45 Module, Warranty
R.NA.FW.7	1	ESESPT-0-CP36-X-N	Essential Support for Forcepoint NGFW 3401 Appliance, Support
R.NA.FW.8	4	SFP10SR-0-XX00-X-N	SFP+ Fiber Transceiver 10 Gigabit Ethernet Short Reach, Cloud Access & Network Security
R.NA.FW.9	2	MOD40F2-0-XX00- X-N	2 Port 40 Gigabit Ethernet QSFP+ Module for Forcepoint NGFW3401 Appliance HW
R.NA.FW.10	2	MOD40F2WR-0- XX00-X-N	2 Port 40 Gigabit Ethernet QSFP+ Module - Advanced RMA (36 months) for Port 40 Gigabit Ethernet QSFP+ Module, Warranty
R.NA.FW.11	4	SFPQSR-0-XX00- X-N	QSFP+ Fiber Transceiver 40 Gigabit Ethernet Short Reach, Cloud Access & Network Security

3.2. CARATTERISTICHE DELL'INFRASTRUTTURA HTC

L'infrastruttura di calcolo sarà formata da un sistema di tipo HTC (High-Throughput Computing), ossia con, nodi di calcolo "FAT" dotati di schede grafiche GPU della famiglia NVIDIA Ampere A100, e nodi di servizio (I/O nodes, login node,

management e monitoring nodes, etc.), da un sistema di storage ad alte prestazioni basato e gestito dal cluster filesystem BeeGFS e da un insieme di software necessari per garantire l'operatività complessiva del sistema HTC (suite compilatori, scheduler e resource manager e cluster management system). L'infrastruttura HTC sarà basata su di un sistema operativo Linux (Red Hat Enterprise Linux) e per l'interconnessione IP-Ethernet di rete utilizzerà l'infrastruttura CDCN-NA descritta nel paragrafo precedente.

In particolare si richiede la fornitura di:

Requisito Progettuale Vincolante HTC-NA 1 (RPV-HTC-NA-1)

- **Un sistema di Calcolo HTC** (almeno 5 nodi di calcolo HTC con GPU di seguito indicati con **GPU Nodes**);
- **Una Infrastruttura Rete Dati di Gestione** (Management Data Center Network, di seguito **MDCN**);
- **Nodi di servizio** (Front-End Management nodes del sistema HTC, di seguito **Service Nodes**) e **componenti Software di gestione e monitoraggio del sistema**: S.O., software di cluster management, job scheduler, ambienti di sviluppo, software di management Out-Of-Band (OOB) dei nodi (di seguito **Software Nodi di servizio**);
- **Un sistema di Storage/Cluster File System** (Cluster File System, di seguito **CFS**).

Eventuali altre componenti e servizi, anche se non esplicitamente menzionati ma comunque necessari per la gestione, l'integrazione ed il corretto funzionamento dei sistemi forniti (ad es. cavi di collegamento, strumenti HW/SW per la configurazione, per la gestione e per il monitoraggio, firmware, ecc.) dovranno anch'essi essere compresi nella fornitura.

3.2.1. GPU NODES

I nodi di calcolo componenti il sistema HTC dovranno essere basati su piattaforme altamente integrate con fattore di forma di tipo rack mount con scheda madre biprocessore con densità non superiore a 2RU/nodo. I processori dei nodi di calcolo devono essere della famiglia AMD EPYC. L'alimentazione dovrà essere ridondata in modalità 1+1. La caduta di un alimentatore non deve determinare alcuna variazione delle prestazioni e/o della potenza di calcolo generata dai nodi contenuti nello chassis. Tutti i nodi dovranno essere dotati di un board management controller (BMC) compatibile IPMI versione 2.0 o superiore e Redfish. Il BMC dovrà essere dotato di interfaccia di rete almeno 1Gbps Base-T dedicata. Il BMC dovrà consentire almeno il monitoraggio delle ventole (se presenti), della temperatura dei processori e scheda madre, la gestione remota dell'alimentazione elettrica e la misura remota della potenza assorbita dal sistema.

Dovranno inoltre essere supportati:

- I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI;
- Funzionalità di virtual console & vMedia;
- Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni;
- Il protocollo Redfish (RESTful API);
- Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware;
- Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente;
- Funzionalità di rollback del Firmware;
- Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni;
- Funzionalità di Secure Default Password;
- Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE);
- Supporto Active Directory e autenticazione LDAP;
- Il protocollo SNMP v3;
- Funzionalità di IP Blocking;
- Funzionalità di TLS 1.2 communication
- Funzionalità di telemetria dei parametri di funzionamento.

Dovranno essere forniti almeno 5 nodi di calcolo con GPU con la seguente configurazione minimale.

3.2.1.1. PROCESSORI

Per quanto riguarda i processori, i requisiti minimi che dovranno essere soddisfatti sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di 2 processori multi-core AMD EPYC™ 7452 (2nd generation) o superiore (2nd o 3rd generation);
- Ogni processore dovrà avere un numero di core fisici di almeno 32;
- La frequenza del processore dovrà essere ≥ 2 GHz;
- Ogni processore dovrà avere almeno 128 MB di cache L3

3.2.1.2. MEMORIA

I requisiti relative alla memoria sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere equipaggiato con almeno 512 GB di RAM;
- Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 3200 MHz;
- I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;
- I canali di memoria delle CPU dovranno essere popolati interamente ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali;
- Non sarà permesso combinare moduli di memoria con differente dimensione, tipo, velocità o fabbricante.

3.2.1.3. STORAGE LOCALE

Ciascun nodo dovrà essere dotato di:

- Nr 2 HDD SAS aventi capacità non inferiore a 4TB 7.2krpm in configurazione RAID 6 implementata in hardware mediante controller dotato di almeno 4GB di cache e capace di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,6. I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap
- Nr 2 SSD in configurazione RAID 1 (implementato in hardware) su scheda dedicata cadauno avente capacità minima pari a 480GB. I dischi dovranno avere funzionalità hot-swap.

3.2.1.4. GPU

Ogni nodo dovrà essere equipaggiato con almeno N.1 GPU NVIDIA con architettura Ampere A100 Tensor Core dotata di 40 GB di memoria RAM.

3.2.1.5. CONNETTIVITÀ ETHERNET NODI DI CALCOLO CON GPU

Ciascun nodo dovrà essere dotato di:

- Almeno n. 1 scheda di rete per interfacciarsi Cluster Network di interconnessione ad alta velocità, con 4 porte alla velocità di 25Gbs Ethernet;
- Almeno una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MN).

3.2.1.6. SOFTWARE GPU NODES

Il sistema operativo installato sui nodi di calcolo dovrà essere Red Hat Enterprise Linux a 64 bit nella sua ultima versione stabile. In particolare dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.GPU.SO.1	Almeno 5	RH00559F3	Red Hat Enterprise Linux Server for HTC Compute Node, SS (Physical or Virtual Node)

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori dei nodi di calcolo con GPU:

GPU Nodes – Requisiti Minimi Obbligatori		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.GPU.Nodes.1	Numero di nodi	5
R.GPU.Nodes.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	≤ 2 nodo/RU
Board Management Controller		
R.GPU.Nodes.3	Interfaccia BMC con porta dedicata ad 1Gbps	Si
R.GPU.Nodes.4	La BMC deve supportare almeno: - I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; - Funzionalità di virtual console & vMedia;	Si

	<ul style="list-style-type: none"> - Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; - Il protocollo Redfish (RESTful API); - Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; - Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; - Funzionalità di rollback del Firmware; - Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: - Funzionalità di Secure Default Password; - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. - Funzionalità di telemetria dei parametri di funzionamento 	
CPU		
R.GPU.Nodes.5	Il nodo è dotato di N. 2 CPU AMD EPYC™ 7452 (2nd generation) 32c, 128MB cache L3	Si
Memoria		
R.GPU.Nodes.6	Quantità di memoria RAM installata	512GB
R.GPU.Nodes.7	Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 3200 MHz; I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;	Si
R.GPU.Nodes.8	I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali	Si
R.GPU.Nodes.9	Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU	Si
Storage		
R.GPU.Nodes.10	Nr 5 HDD SAS aventi capacità non inferiore a 4TB 7.2krpm in configurazione RAID 6 implementata in hardware mediante controller dotato di almeno 4GB di cache e capace di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,6). I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap	Si
R.GPU.Nodes.11	Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al requisito precedente) su scheda dedicata cadauno avente capacità minima pari a 480GB. I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap	Si
GPU		
R.GPU.Nodes.12	N.1 GPU NVIDIA A100 Tensor Core dotata di 40 GB di memoria RAM. Nel caso di più offerta con più di una GPU queste dovranno esse interconnesse alle CPU in maniera bilanciata.	Si
Connettività Cluster Network e Management Network		
R.GPU.Nodes.13	Quattro porte 25GbE SFP28. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.	Si

R.GPU.Nodes.14	Una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MDCN).	Si
----------------	---	----

3.3. MANAGEMENT DATA CENTER NETWORK (MDCN)

Al fine di rendere possibile il management di tutti i dispositivi oggetto del seguente capitolato, si richiede la fornitura di una rete di management Out-Of-Band (switches). Tale rete interconetterà tutte le BMC (Baseboard Management Controller) e le interfacce di management dei sistemi HW in fornitura e dovrà essere logicamente ed elettricamente disgiunta dalla rete di produzione CDCN-NA.

La tipologia di rete richiesta è Ethernet con velocità di accesso di almeno 1Gbps e dovrà mettere a disposizione un numero di porte tale da interconnettere con almeno 1 link fisico ogni componente della fornitura dotato di BMC o altro sistema di management integrato, ed eventualmente un numero di porte di uplink/mutua interconnessione aventi velocità minima 10Gbps.

La fornitura dell'infrastruttura MDCN dovrà comprendere le eventuali ottiche e cavi necessari per il cablaggio verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura aventi sistemi BMC e dovranno essere descritte tutte le attività necessarie alla realizzazione ed implementazione (VLAN, configurazioni, etc.).

Switch Management Network (MDCN) – Requisiti Minimi Obbligatori		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.NA.MDCN.1	Architettura HW basata su chipset standard-silicon	SI
R.NA. MDCN.2	Velocità di accesso alla rete MDCN Ethernet pari ad almeno 1 Gbps	SI
R.NA. MDCN.3	La rete MDCN dovrà mettere a disposizione un numero di porte tale da interconnettere con almeno 1 link fisico ogni componente della fornitura dotato di BMC o altro sistema di management integrato, ed un opportuno numero di porte di uplink/mutua interconnessione aventi velocità minima 10Gbps	Si
R.NA. MDCN.4	Alimentatori e ventole ridondanti e hot-swap, assenza di ulteriori single point of failure.	Si
R.NA. MDCN.5	Dimensione massima di ogni switch max 1 RU	1

3.4. SERVICE NODES

Il sistema dovrà essere dotato di 3 nodi di servizio (Service Nodes), configurati come meglio descritto nel seguito.

I tre nodi di servizio saranno utilizzati per formare un cluster di virtualizzazione basato sulla piattaforma VMware vSphere Essentials Plus Kit.

I nodi di servizio dovranno avere la seguente configurazione:

- Storage locale:
 - Ciascun nodo dovrà essere dotato di backplane a disco in grado di ospitare almeno 10 HDD/SSD slot da 2,5";
 - Ciascun nodo dovrà essere dotato di controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,6 e dotato di almeno 4GB cache e di nr. 5 HDD 10000rpm SAS in configurazione RAID 1 cadauno avente capacità minima pari a 2.4TB; I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap
 - Ciascun nodo dovrà essere dotato di 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al punto precedente) cadauno avente capacità minima pari a 480Gb. I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap
- Quantità di memoria minima installata a bordo pari a 256 GB.

3.4.1. PROCESSORI

Per quanto riguarda i processori, i requisiti minimi che dovranno essere soddisfatti sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di 2 processori Intel Xeon Gold oppure multi-core AMD EPYC™ 7452 (2nd generation);
- Ogni processore dovrà avere un numero di almeno 24 core fisici **(Max 32 core - valore massimo ammissibile);**

- La frequenza del processore dovrà essere ≥ 2 GHz;
- Ogni processore dovrà avere almeno 128 MB di cache L3

3.4.2. MEMORIA

I requisiti relative alla memoria sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 3200 MHz;
- I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;
- I canali di memoria delle CPU dovranno essere popolati interamente ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali;
- Non sarà permesso combinare moduli di memoria con differente dimensione, tipo, velocità o fabbricante.
- Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU.

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori dei 3 nodi di servizio (Service Nodes).

Nodi di Servizio (MNG-Nodes) – Requisiti Minimi Obbligatori		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.NA.MNG.NODES.1	Numero di nodi	3
R.NA.MNG.NODES.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	≤ 1 nodo/RU
R. NA.MNG.NODES.3	Chassis dotato di alimentatori aventi classe di efficienza energetica Platinum+	Si
R.NA.MNG.NODES.4	Numero Slot PCIe x16 Low-Profile liberi per futura espansione del sistema	1
Board Management Controller		
R.NA.MNG.NODES.5	Interfaccia BMC con porta dedicata ad 1Gbps	Si
R.NA.MNG.NODES.6	La BMC deve supportare almeno: <ul style="list-style-type: none"> - I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; - Funzionalità di virtual console & vMedia; - Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; - Il protocollo Redfish (RESTful API); - Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; - Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; - Funzionalità di rollback del Firmware; - Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: - Funzionalità di Secure Default Password; - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. - Funzionalità di telemetria dei parametri di funzionamento 	Si
CPU		
R.NA.MNG.NODES.7	Il nodo è dotato di N. 2 CPU Intel Xeon Gold oppure AMD EPYC™ 7452 (2nd generation) MIN 24c - MAX 32c , 128MB cache L3	Si

Memoria		
R.NA.MNG.NODES.8	Quantità di memoria RAM installata sui 3 nodi	256GB
R.NA.MNG.NODES.9	Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 3200 MHz; I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;	Si
R.NA.MNG.NODES.10	I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali	Si
R.NA.MNG.NODES.11	Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU	Si
Storage		
R.NA.MNG.NODES.12	Backplane a disco in grado di ospitare un minimo di 10 HDD/SSD 2.5" con connessione SAS.	Si
R.NA.MNG.NODES.13	Nr 6 SSD da 1.92TB e Nr 2 SSD Mixed Use SAS (o superiore) da minimo 800 GB. Controller RAID o HBA con funzionalità di pass-through. I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap. Tutti i componenti dovranno essere certificati per VMware vSAN.	Si
R.NA.MNG.NODES.14	SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al requisito precedente) cadauno avente capacità minima pari a 240GB.	Si
Connettività Cluster Network e Management Network		
R.NA.MNG.NODES.15	Quattro porte 25GbE SFP28. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.	Si
R.NA.MNG.NODES.16	Una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MDCN).	Si

3.4.3. SOFTWARE NODI DI SERVIZIO

Per la realizzazione del cluster VMware vSphere dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.NA.SO.MNG.HTC.1	1	HCI-ES-KIT-A	Academic VMware HCI 6 Kit Essentials for 3 Nodes (Max 2 processors per node) - VMware vSphere 7 Essentials Plus Kit for 3 nodes (Max 2 processors per node) and quantity of 6 VMware vSAN 7 Standard for 1
R.NA.SO.MNG.HTC.2	1	HCI-ES-KIT-P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for Academic VMware HCI 6 Kit Essentials for 3 Nodes (Max 2 processors per node) for 3 years

R.NA.SO.MNG.HTC.3	1	VS7-ESP-KIT-A	Academic VMware vSphere 7 Essentials Plus Kit for 3 hosts (Max 2 processors per host)
R.NA.SO.MNG.HTC.4	1	VS7-ESP-KIT-P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vSphere 7 Essentials Plus Kit for 3 hosts (Max 2 processors per host) for 3 years

Nel cluster VMware vSphere saranno presenti i seguenti 4 nodi virtuali: 2 nodi virtuali di Front-End del sistema HTC (Login) e 2 nodi virtuali di management del sistema HTC (Management nodes). Il sistema operativo installato su questi 4 nodi virtuali dovrà essere Red Hat Enterprise Linux a 64 bit (Virtual Nodes) nella sua ultima versione stabile. In particolare dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.NA.SO.MNG.NODES.1	10	RH00004F3	Red Hat Enterprise Linux Server, Standard (Physical or Virtual Nodes)
R.NA.SO.MNG.NODES.2	4	RH00557F3	Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Head Node with Smart Management, Premium (Physical or Virtual Nodes)

Nel cluster VMware dovranno essere presenti uno o più nodi virtuali Linux (Debian o Ubuntu Server) per la realizzazione dei servizi essenziali per il funzionamento del cluster HTC.

Sui nodi di Front-End del sistema HTC, dovranno essere installati gli strumenti Open Source per lo sviluppo e il debugging dei codici di calcolo ed in particolare i seguenti stack software:

- Stack completo compilatori GNU (C, C++, gfortran, python, etc...);
- Compilatori Intel;
- Stack completo compilatori free HTC-NVIDIA.

Dovrà essere fornita una licenza fino a 3 utenti contemporanei, della suite "Intel Parallel Studio XE Professional Edition for Fortran and C++ Linux" che include: C++ Compiler, Fortran Compiler, Distribution for Python, DAA library, IPP, TBB, MKL, OpenMP, Advisor, Inspector, VTune Amplifier, e tutti gli environment modules per la gestione e configurazione dei path di software, librerie e tools HPC.

Gli strumenti proposti dovranno consentire la compilazione e l'installazione delle principali librerie per il calcolo scientifico.

Per l'implementazione delle funzionalità di Scheduling e Resource Management dovrà essere impiegato il software PBS Professional Open Source (<http://www.pbspro.org/>) o altro equivalente Open Source in grado di garantire:

- La sottomissione di job seriali/paralleli e la gestione dell'allocazione delle risorse.
- Massima efficienza e produttività nella gestione dei job utente;
- Ottimizzazione statica e dinamica dell'allocazione delle risorse;
- Definizione e gestione di un sistema di code;
- Gestione delle priorità dei job;
- Possibilità di sospendere i job;
- Possibilità di implementare differenti policy di scheduling;
- Possibilità di garantire priorità a classi di job e/o utenti;
- Consentire l'implementazione di workflow complessi di job (catene operative);
- Staging intelligente dei dati di input;

- Analisi statistica dell'utilizzo delle risorse (accounting su base temporale arbitraria per gruppi, utenti e progetti ed altro).

Per l'installazione e la messa in opera del cluster dovrà essere utilizzato un software Open Source in grado di gestire il provisioning, il monitoraggio, la gestione del cluster e garantire la continua operatività del cluster fornendo soluzioni di recovery e deploy dei nodi del cluster.

L'autenticazione degli utenti sui nodi di Front-End del sistema HTC (Login Nodes) dovrà essere gestita utilizzando il sistema di Identity Management di RedHat (<https://access.redhat.com/products/identity-management>) presente sui 2 nodi virtuali di management, interfacciato con un sistema di directory LDAP. Dovrà essere possibile abilitare meccanismi di Single sign-on (SSO) per l'accesso alle risorse di storage Tier1 e Tier2 qualora richiesto.

3.5. SISTEMA DI STORAGE/CLUSTER FILE SYSTEM (CFS)

Il sistema di calcolo HTC dovrà essere dotato di un sistema di storage ad alte prestazioni (CFS) dedicato, composto dall'integrazione di una infrastruttura HW con la soluzione software di Cluster File System basata sul **Cluster File System BeeGFS**.

Lo spazio disco utile fornito da tale sistema sarà utilizzato unicamente come "spazio di lavoro" (scratch file system) per memorizzare temporaneamente i risultati delle elaborazioni numeriche che saranno eseguite sul sistema HTC.

Per tale motivo, il sistema CFS dovrà garantire elevate prestazioni in termini di I/O anche in presenza di un elevato numero di richieste concorrenti.

Il sistema di storage CFS dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- Capacità utile complessiva pari ad almeno **240 TeraByte**;
- Performance aggregate di I/O sul file system pari ad almeno 10 GByte/sec sia in lettura che scrittura sequenziale, su file aventi dimensione aggregata pari ad almeno 3 volte la somma delle memorie RAM dei nodi componenti l'infrastruttura CFS.
- Interconnessione alla rete ad alta velocità del CDCN-NA.

Inoltre, a **livello hardware**, il sistema di storage CFS dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- Possibilità di espandere il sistema in termini di scalabilità verticale od orizzontale;
- Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap
- Gestione dei dischi guasti con sistema a doppia sicurezza di tipo "hot spare" e/o "distributed spare" ed in ogni caso con sostituzioni a caldo;
- L'area storage per i metadati dovrà essere implementata utilizzando dischi SSD opportunamente raggruppati;
- Tutti dispositivi forniti, inclusi gli hard-disk, dovranno essere di tipo "enterprise", ovvero certificati per l'uso H24;
- I sottosistemi o controller storage dovranno avere funzionalità in grado di garantire l'assoluta consistenza dei dati in caso di fault come, ad esempio, il "destaging" dei dati presenti in cache prima dello spegnimento in caso di assenza di alimentazione elettrica;
- Gli apparati dovranno avere funzionalità di auto-diagnosi o essere interconnessi ad un sistema di rilevamento dei fault, al fine di informare tempestivamente gli amministratori del sistema di eventuali guasti.

Infine, a **livello software**, il sistema di storage CFS proposto dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- Dovrà essere implementata la componente di management su di un nodo separato (a tale scopo potrà essere utilizzato uno dei Nodi di Servizio)
- Prestazioni elevate, parallelizzazione degli accessi e bilanciamento del carico sia a livello dei dati che dei metadati;
- Compatibilità, a livello di file system, allo standard POSIX ed ai linux kernel;
- Esecuzione nello user space del S.O. e non nel kernel space.

La soluzione offerta deve comprendere altresì tutte le componenti software e licenze, necessarie a garantire la messa in esercizio e il funzionamento dello spazio disco di lavoro del sistema di calcolo HTC, nel rispetto delle funzionalità e dei requisiti minimi sopra descritti.

Il sistema operativo dei nodi di servizio del sistema di storage CFS dovrà essere Red Hat Enterprise Linux Server, Standard (Physical or Virtual Nodes - RH00004F3).

La soluzione software offerta deve essere inclusiva del supporto ufficiale del produttore/manutentore del software BeeGFS. **Non è ammesso fornire soluzioni con supporto di tipo community o più in generale non commerciale.**

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori del Sistema CFS.

Sistema CFS – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.NA.CFS.1	Capacità minima utile	240 TeraByte
R.NA.CFS.2	Performance aggregate di I/O sul file system sia in lettura che scrittura sequenziale, su file aventi dimensione aggregata pari ad almeno 3 volte la somma delle memorie RAM dei nodi componenti l'infrastruttura CFS.	10 Gbps
R.NA.CFS.3	Soluzione basata su Cluster File System BeeGFS	Si
R.NA.CFS.4	L'area storage per i metadati dovrà essere implementata utilizzando dischi SSD opportunamente raggruppati	Si
R.NA.CFS.5	La soluzione si interconnette alla rete ad alta velocità del CDCN-NA	Si
R.NA.CFS.6	La BMC dei nodi componenti il sistema deve supportare almeno: <ul style="list-style-type: none"> - I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; - Funzionalità di virtual console & vMedia; - Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; - Il protocollo Redfish (RESTful API); - Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; - Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; - Funzionalità di rollback del Firmware; - Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: - Funzionalità di Secure Default Password; - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. 	Si
Scalabilità		
R.NA.CFS.7	Possibilità di espandere il sistema in termini di scalabilità verticale od orizzontale	Si
Resilienza		
R.NA.CFS.8	Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap	Si
R.NA.CFS.9	Gestione dei dischi guasti con sistema a doppia sicurezza di tipo "hot spare" e/o "distributed spare" ed in ogni caso con sostituzioni a caldo	Si
R.NA.CFS.10	I sottosistemi o controller storage dovranno avere funzionalità in grado di garantire l'assoluta consistenza dei dati in caso di fault come, ad esempio, il "destaging" dei dati presenti in cache prima dello spegnimento in caso di assenza di alimentazione elettrica;	Si
R.NA.CFS.11	Tutti dispositivi forniti, inclusi gli hard-disk, dovranno essere di tipo "enterprise", ovvero certificati per l'uso H24	Si
Funzionalità Software		
R.NA.CFS.12	La componente di Management è implementata su di un nodo separato	Si
R.NA.CFS.13	Parallelizzazione degli accessi e bilanciamento del carico sia a livello dei dati che dei metadati;	Si

R.NA.CFS.14	Compatibilità, a livello di file system, allo standard POSIX ed ai Linux kernel	Si
R.NA.CFS.15	Esecuzione delle componenti software nello user space del S.O. e non nel kernel space	Si
R.NA.CFS.16	La soluzione software offerta deve essere inclusiva del supporto ufficiale del produttore/manutentore del software BeeGFS	Si
R.NA.CFS.17	Il sistema operativo dei nodi di servizio del sistema di storage CFS dovrà essere Red Hat Enterprise Linux Server, Standard (Physical or Virtual Nodes - RH00004F3)	Si

3.6. CARATTERISTICHE DELL'INFRASTRUTTURA HCI/CI

Ad oggi esistono sul mercato 3 definizioni che caratterizzano l'area dei Sistemi Integrati:

- Reference Architecture;
- Hyper Converged Infrastructure – HCI – (Infrastruttura Iperconvergente);
- Converged Infrastructure – CI – (Infrastruttura Convergente).

Oggetto di questo sottosistema del DC-NA sono tutte e sole le tecnologie appartenenti al secondo tipo “b” delle Infrastrutture Iperconvergenti, oppure al terzo tipo, quello “c” delle Infrastrutture Convergenti, non saranno prese in considerazione risposte relative a Reference Architecture.

Per Infrastrutture HCI/CI si intendono un insieme di apparecchiature di calcolo, networking LAN e SAN e Intelligent Storage System appositamente ingegnerizzate, integrate, certificate e commercializzate dal produttore hardware con un unico serial number. Le infrastrutture HCI/CI sono altamente modulari (sia in termini di calcolo che di storage e networking), completamente ridondate, flessibili e con una scelta di configurazioni che si adattano alle esigenze di carico che si dovessero presentare nel tempo.

In particolare, le HCI/CI di interesse dovranno permettere il contemporaneo utilizzo delle apparecchiature per ambienti virtualizzati (basate su software Hypervisor della famiglia VMware).

Requisito Progettuale Vincolante HCI/CI 1 (RPV-HCI/CI-1)

Le Infrastrutture Convergenti di interesse dovranno permettere il contemporaneo utilizzo delle apparecchiature in ambienti virtualizzati, tramite la possibilità di definire e configurare una parte o la sua totalità (in termini di computing, storage e networking) per un uso general-purpose.

Il produttore hardware del sistema HCI/CI dovrà rilasciare un unico contratto di supporto legato ad un unico serial number della infrastruttura HCI/CI. Il sistema dovrà avere il supporto unificato attraverso un solo numero verde, in grado di intervenire in maniera integrata su tutte le varie componenti HW e SW, nonché un sistema di gestione unica del sistema.

L'infrastruttura HCI/CI del DC-NA dovrà integrare in maniera nativa la soluzione **VMware** come risposta unica all'esigenza di adottare un nuovo modello di “Hybrid Cloud Computing” modello flessibile ed economico per la fornitura di servizi ICT ad utenti interni e esterni. Attraverso tecnologie innovative, consente un accesso più agevole a un insieme di risorse configurabili e condivise (risorse fisiche di rete, di storage e di processamento, servizi e applicazioni finali).

Viene richiesto al fine di avere evidenza dei vantaggi che la Società dovrà garantire con la sua soluzione HCI/CI di argomentare i benefici indicati di seguito:

- Semplicità – Ottimizzazioni tempi e risorse
- Streamlined Deployment – Attivazione strutturata e rapidità nella messa in produzione del sistema.
- System Sustainability – semplificazione aggiornamento di tutte le componenti del sistema HCI/CI e della gestione della configurazione.
- HCI/CI Management - Software di gestione unico per l'intera soluzione, realizzato dal produttore HW dell'infrastruttura convergente, che comprenda funzioni di monitoraggio dello stato, conformità delle certificazioni e la gestione della conformità di sicurezza.
- Expand and Enhance Risk free - espansione ed ottimizzazione dei data services implementati in modo rapido e semplice
- Single-call Support – Supporto 24 ore su 24, completamente integrato con un unico punto di contatto.
- Security and Compliance - Tutti le componenti hardware e software testate e convalidati per eliminare le vulnerabilità della sicurezza e migliorare le prestazioni e l'integrità.

La soluzione offerta per la realizzazione dell'infrastruttura HCI/CI del DC-NA dovrà rispettare i requisiti minimi obbligatori riportati nella seguente tabella:

Infrastruttura HCI/CI del DC-NA Requisiti della soluzione		
ID requisito	Descrizione Requisito	Richiest a Minima
R.NA.HCI.CI.1	La soluzione deve essere di tipo HCI/CI.	Si
R.NA.HCI.CI.2	La soluzione HCI/CI deve essere ingegnerizzata, certificata e realizzata da un singolo vendor.	Si
R.NA.HCI.CI.3	La soluzione deve essere di tipo Scale Out (aggiunta di un singolo nodo per incrementare performance e capacità) e di tipo Scale UP (aggiunta incrementale di spazio storage).	Si
R.NA.HCI.CI.4	La soluzione storage deve essere basata su sistemi a blocchi di tipo SAN oppure soluzioni Software Defined Storage integrato nel kernel. In quest'ultimo caso il sistema non deve essere basato, per l'accesso ai dati, su VSA (Virtual Storage Appliance) aggiuntive. Tale metodo è ritenuto inefficiente, richiedendo un maggior consumo di CPU e memoria. La soluzione SDS deve essere integrata nell'unico tool di management centralizzato dell'intera soluzione. Inoltre deve poter permettere una gestione dello storage di tipo policy based, permettendo un controllo puntuale di ogni singola VM.	Si
R.NA.HCI.CI.5	Deve essere messa a disposizione una dashboard integrata nel software di gestione dell'hypervisor che permetta la gestione e la manutenzione dell'hardware e la gestione del ciclo di vita del software. La soluzione dovrà prevedere aggiornamenti costanti delle componenti della soluzione, garantendo il rispetto di matrici di compatibilità nel tempo. Il software di management dovrà essere in grado di aggiornare sia l'intero cluster che tutto lo stack tramite singola interfaccia, in modo automatico e senza disservizi.	Si
R.NA.HCI.CI.6	Il sistema deve prevedere una soluzione integrata nell'ambiente di management che possa replicare, attraverso apposita funzionalità software, sia in maniera sincrona che asincrona senza limiti di distanza con utilizzo efficiente della larghezza di banda WAN, le singole Virtual Machine (oppure gruppi di Virtual Machine organizzate secondo Gruppi di Consistenza), definendo per ciascuna Virtual Machine/Gruppo di Consistenza, l'RPO (Recovery Point Objective) desiderato. Lo stesso software deve semplificare il DR con funzionalità integrate di orchestrazione e automazione del DR attraverso strumenti di workflow che incrementano la data protection e efficientano le operazioni di recupero. Inoltre deve permettere la replica tra infrastrutture eterogenee cioè deve essere storage agnostico e prevedere la replica multi-site. Ciò consentirà di attivare le repliche verso una qualunque altra architettura virtualizzata, purché basata su VMware, utilizzando hardware e software già in uso presso l'amministrazione.	Si
R.NA.HCI.CI.7	Disporre di supporto di manutenzione e garanzia per l'intero stack hardware e software fornito da un <i>single point of support</i> (problema aperto e seguito dall'inizio alla fine) che escluda, quindi, l'approccio di una <i>single support call</i> inoltrata successivamente ai diversi vendor.	Si
R.NA.HCI.CI.8	La soluzione deve poter essere aggiornata nella sua interezza (BIOS, firmware dei dischi, firmware nelle schede di rete, Hypervisor, Software Defined Storage, strumento di amministrazione) attraverso un <u>singolo pacchetto di upgrade</u> ed in modalità completamente automatizzata rilasciato dal vendor in maniera scadenzata.	Si
R.NA.HCI.CI.9	Le attività di installazione e configurazione devono essere fatte da personale a badge del vendor della soluzione.	Si

Il dimensionamento per il workload del servizio di produzione e di management dell'infrastruttura HCI/CI del DC-NA dovrà rispettare i valori minimi riportati nella seguente tabella:

Infrastruttura HCI/CI del DC-NA Dimensionamento minimo del workload di produzione e di management della HCI/CI del DC-NA

ID requisito	Descrizione caratteristiche	Valori minimi HCI/CI Workload di Produzione
R.NA.HCI.CI.WLP.1	Numero di nodi di calcolo (server/appliance/lame) monoprocesso con licenze VMware associate dell'infrastruttura HCI/CI	16
R.NA.HCI.CI.WLP.2	Numero di nodi di Management (server/appliance/lame) monoprocesso con licenze VMware associate dell'infrastruttura HCI/CI	4
R.NA.HCI.CI.WLP.3	Numero di GPU modello NVIDIA A40 (o modello superiore) installate nell'infrastruttura HCI/CI	5
R.NA.HCI.CI.WLP.4	Capacità storage All-Flash o NVMe complessiva installata (SAN o vSAN) nell'infrastruttura HCI/CI	200 TeraByte RAW

Nel rispetto delle quantità minime dei nodi di calcolo (server/appliance/lame) costituente la soluzione HCI/CI, espresse nella precedente, di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori per ogni nodo monoprocesso della soluzione HCI/CI del DC-NA, pertanto le Società offerenti devono dichiarare che tutti i prodotti offerti hanno caratteristiche tecniche e prestazioni equivalenti o superiori a quelle richieste, pena l'esclusione dalla gara:

Caratteristiche Tecniche Nodo HCI/CI – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.NA.HCI.CI.CTN.1	Form Factor (Rack Units)	≤ 2
R.NA.HCI.CI.CTN.2	Tipologia CPU	Intel Gold oppure AMD EPYC di 3a generazione
R.NA.HCI.CI.CTN.3	Numero CPU x nodo	1
R.NA.HCI.CI.CTN.4	N° Minimo Core per CPU	Almeno 28 (MAX 32)
R.NA.HCI.CI.CTN.5	Quantità di RAM x nodo	$\geq 512\text{GB}$
R.NA.HCI.CI.CTN.6	Tipologia di connettività	25GbE (intra cluster e produzione) ottico
R.NA.HCI.CI.CTN.7	Numero di porte Ethernet 25 GbE x nodo	≥ 4
R.NA.HCI.CI.CTN.8	Possibilità di montare dischi NVMe	Si
R.NA.HCI.CI.CTN.9	Possibilità di montare schede GPU	Almeno 3

3.6.1. COMPONENTE DI MANAGEMENT DELL'INFRASTRUTTURA HCI/CI

Dovranno far parte della soluzione dell'Infrastruttura HCI/CI gli apparati necessari per il management dell'intera soluzione. In particolare i requisiti minimi obbligatori per la componente di management sono:

Componente di management – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.NA.HCI.CI.MGT.1	Gestire l'intera Infrastruttura HCI/CI	Si
R.NA.HCI.CI.MGT.2	Potersi integrare nativamente con la Suite VMware scelta per l'erogazione dei servizi Cloud	Si
R.NA.HCI.CI.MGT.3	Essere commercializzato dallo stesso produttore hardware della soluzione HCI/CI	Si
R.NA.HCI.CI.MGT.4	Consentire di visualizzare ogni elemento del sistema HCI/CI, controllare gli stati (superato o non riuscito).	Si
R.NA.HCI.CI.MGT.5	Fornire una visualizzazione di alto livello in tutti i componenti del sistema Integrato	Si

R.NA.HCI.CI.MGT.6	Avere la possibilità di confrontare la versione di certificazione installata nell'infrastruttura HCI/CI con quelle successive rilasciate dal produttore, al fine di prevedere le possibili azioni da intraprendere per aggiornare il sistema nella sua totalità. Dovrà essere inoltre possibile generare report in grado di dare evidenza dei GAP da colmare tra la versione di certificazione installata e le successive rilasciate dal produttore	Si
R.NA.HCI.CI.MGT.7	Monitorare i problemi in tempo reale che influiscono sul sistema	Si
R.NA.HCI.CI.MGT.8	Integrarsi nativamente con VMware vRealize Operations (vROps) per fornire informazioni complete sullo stato di integrità e metriche di capacity planning	Si

3.6.2. COMPONENTE SOFTWARE DELL'INFRASTRUTTURA HCI/CI

Di seguito la lista dei prodotti software del servizio di produzione dell'infrastruttura HCI/CI che devono essere inclusi nella fornitura con relativa descrizione e volume di licenze necessarie per la componente software del servizio di produzione dell'infrastruttura HCI/CI del DC-NA:

Componente Software – Requisiti Minimi Obbligatori			
ID requisito	SKU	Product Name	Qty
R.NA.HCI.CI.CS.1	TNZ-STD-CPU-TLSS-1Y-C	VMware Tanzu Standard Tenn Subscription + Production Support for 3 years (per CPU). Order Requirement: ELA/SPF and SPP Credit	16
R.NA.HCI.CI.CS.2	SPP-CREDIT-A	Academic VMware Subscription Purchasing Program Credits	1
R.NA.HCI.CI.CS.3	WSU-AEC AP-36PTO-C1S	VMware Workspace ONE Enterprise - Shared Cloud - SaaS Production Support -1 User -Subscription - 36 Month Prepaid	100
R.NA.HCI.CI.CS.4	WSU-AHULP-36PTO-C1S	VMware Horizon Universal Subscription Add-On Option for Workspace ONE Enterprise - Shared Cloud - Per Named User - SaaS Production Support - Subscription - 36 Month Prepaid	100
R.NA.HCI.CI.CS.5	CL19-ENT-A	Academic VMware vCloud Suite 2019 Enterprise	18
R.NA.HCI.CI.CS.6	CL19-ENT-P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vCloud Suite 2019 Enterprise for 3 years	18
R.NA.HCI.CI.CS.7	VCS7-STD-A	Academic VMware vCenter Server 7 Standard for vSphere 7 (Per Instance)	2
R.NA.HCI.CI.CS.8	VCS7-STD-P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription VMware vCenter Server 7 Standard for vSphere 7 (Per Instance) for 3 years	2
R.NA.HCI.CI.CS.9	NX-DC-EPL-A	Academic VMware NSX Data Center Enterprise Plus per Processor	22
R.NA.HCI.CI.CS.10	NX-DC-EPL-P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware NSX Data Center Enterprise Plus per Processor for 3 years	22
R.NA.HCI.CI.CS.11	VR19-STD-A	Academic VMware vRealize Suite 2019 Standard (Per PLU)	8
R.NA.HCI.CI.CS.12	VR19-STD-P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vRealize Suite 2019 Standard (Per PLU) for 3 years	8
R.NA.HCI.CI.CS.13	CL19-STD-A	Academic VMware vCloud Suite 2019 Standard	4
R.NA.HCI.CI.CS.14	CL 19-STD-P-S S S-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vCloud Suite 2019 Standard for 3 years	4
R.NA.HCI.CI.CS.15	711-DWS021-P2EDI00	Licenze software NVIDIA RTX Virtual Workstation (vWS) per creare workstation virtuali (VDI) con vGPU - NVIDIA RTX vWS EDU Perpetual License, 1 CCU	16
R.NA.HCI.CI.CS.14	712-DWS003-P2EDI60	Supporto per 5Y - NVIDIA RTX vWS EDU SUMS 5 Years 1CCU	16

3.6.3. COMPONENTE SERVIZI A CATALOGO DELL'INFRASTRUTTURA HCI/CI

In questo paragrafo sono descritti i requisiti minimi della Componente dei Servizi a Catalogo che saranno abilitati per mezzo dell'infrastruttura HCI/CI del DC-NA. Attraverso i Servizi a Catalogo gli utenti finali avranno accesso alle risorse virtuali dell'infrastruttura HCI/CI del DC-NA. Tale modello di accesso si basa sul paradigma di cloud computing definito con il termine IaaS (Infrastructure as a service).

In particolare vengono esplicitate le attività minime attese nel contesto dell'implementazione della soluzione e le caratteristiche dei servizi di supporto on-site post-rilascio e di assistenza sistemistica.

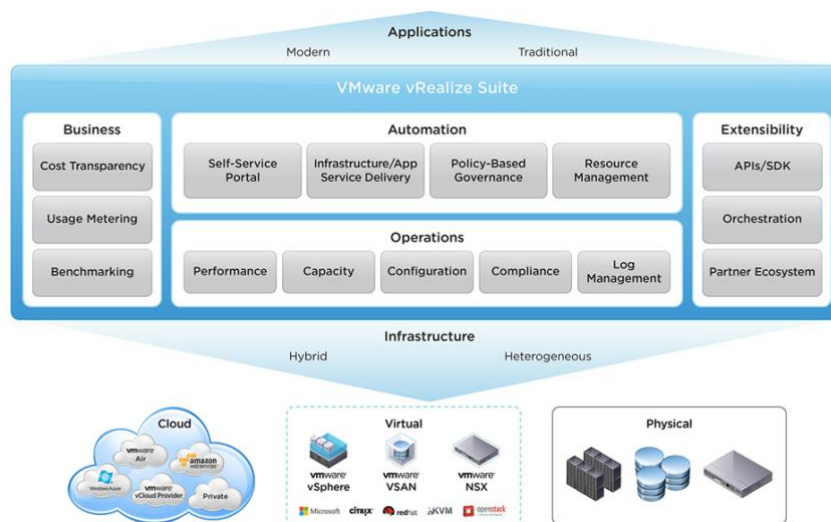
La fornitura dovrà prevedere la realizzazione di una soluzione IaaS, integrata con l'infrastruttura HCI/CI del DC-NA, in grado di fornire in maniera veloce e in modalità self-service, macchine virtuali (VM as a Service), virtualizzazione del desktop (Desktop as a Service), storage (Storage as a Service) on-demand e container (Container as a Service).

In particolare per la parte relativa ai container non è richiesta la modalità self-provisioning, ma la Società dovrà comunque presentare a catalogo le varie configurazioni disponibili per il consumo degli utenti; le modalità di deployment richieste sono meglio indicate nella sezione "Note sul Layer di Virtualizzazione per Container".

La soluzione dovrà quindi includere almeno i seguenti elementi standard:

- Software per la Virtualizzazione dei server;
- Software di Orchestrazione per la definizione di un Service Catalog tramite cui richiedere ed ottenere Virtual Machine, Desktop Virtuali, Storage e Container;
- Installazione software;
- Configurazione di tutte le componenti precedenti;
- Supporto on-site post rilascio;
- Assistenza sistemistica.

L'architettura di riferimento dovrà basarsi sui layer indicati nella Figura 1.2 e meglio descritti nel seguito. Il modello architetturale scelto per la realizzazione di quanto sopra esposto è basato sui componenti software di VMware come descritto nel paragrafo precedente, attraverso cui dovrà essere veicolata la gestione di tutte le risorse infrastrutturali e su cui dovrà essere costruito un catalogo servizi da esporre agli utilizzatori finali.



Schema logico IaaS

La soluzione dovrà prevedere la presenza di uno strato di orchestrazione in grado di gestire le richieste di Compute as a Service e di Storage as a Service, effettuate dagli utenti attraverso un Portale Self-Service ed un Service Catalog messo loro a disposizione a tale scopo.

Le componenti architetturali principali dovranno essere almeno le seguenti:

Portale self-service: Il portale self-service dovrà permettere di standardizzare le richieste di supporto o di risorse/servizi IT e di automatizzarne il provisioning, riducendo significativamente l'effort di gestione e il tempo di rilascio. Il portale è destinato sia agli utenti finali, tramite il quale effettuare richieste di supporto piuttosto che di risorse e servizi IT, sia al

dipartimento IT per la gestione delle attività di supporto agli utenti finali e per la gestione delle richieste IT e dell'infrastruttura a supporto.

Aspettative del portale self-service: (flussi approvativi, definizione profilazione delle utenze, RBAC – Role Based Access Control).

Orchestratore: L'Orchestratore costituisce il motore della soluzione, è deputato all'esecuzione di WorkFlow pre-integrati (modelli e pacchetti pronti all'uso) che racchiudono le operazioni necessarie per l'esecuzione automatizzata dei processi di provisioning.

Tale strato dovrà gestire tutti i flussi autorizzativi che saranno necessari per tracciare e permettere a tutti i proprietari (owner) della catena di approvazione di esprimere il proprio consenso al processamento della richiesta.

Dovranno quindi essere definite policy e profilazioni in accordo alle indicazioni di dettaglio che verranno condivise con il CNR durante la fase di progettazione esecutiva a valle dell'assegnazione dell'appalto.

L'infrastruttura fornita, che si mappa sull'architettura precedentemente descritta, dovrà essere costituita dai seguenti macro-elementi:

- Layer fisico di Computing, Network e Storage: Infrastruttura HCI/CI;
- Layer di Management Domain Controller e Active Directory (AD);
- Layer di Virtualizzazione Compute: VMware vSphere;
- Layer di Orchestrazione: VMware vRealize Automation e Orchestration (vRA e vRO);
- Layer di Monitoraggio e Controllo: VMware Realize Operations (vROps);
- Layer di Virtualizzazione Network (SDN): VMware NSX;
- Layer di Virtualizzazione Desktop (VDI): VMware Horizon 8;
- Layer di Virtualizzazione per Container (Tanzu): VMware Tanzu standard.

Note sul Layer di Monitoraggio e Controllo

Per quanto riguarda il Layer di Monitoraggio e Controllo dovrà essere descritta la personalizzazione di VROps che si intende sviluppare, per integrarsi con gli strumenti di controllo dell'Infrastruttura HCI/CI del DC-NA; dovranno essere altresì descritte le modalità di gestione di tale sistema integrato di monitoraggio e definito il processo di Monitoraggio e Controllo che possa permettere ai referenti del DC-NA di:

- Avere accesso ad un cruscotto centralizzato di visualizzazione e gestione allarmi relativi sia al Layer Infrastrutturale che a quello Virtualizzato del sistema HCI/CI del DC-NA;
- Poter eseguire dei cambi di configurazione del tool di Monitoraggio, in accordo ad una profilazione specifica, del sistema HCI/CI del DC-NA.

Il progetto di dettaglio del processo di Monitoraggio e Controllo che dovrà contemplare anche la definizione di ruoli, profili, risorse sotto monitoraggio, notifiche, report e più in generale azioni da avviare a fronte di specifici trigger (soglie, allarmi, etc. etc.) sarà oggetto di idoneo approfondimento durante la fase di progettazione esecutiva.

Note sul Layer Virtualizzazione Network

Per quanto riguarda il Layer SDN, il software VMware NSX dovrà essere configurato per ottimizzare e automatizzare tutta la componente di gestione del network nell'ambito dei servizi richiesti a catalogo, ove applicabile; è richiesto alle Società di descrivere le modalità con cui intende soddisfare tale requisito.

Note sul Layer di Virtualizzazione per Container

Per quanto riguarda il Layer per la gestione dei Container, la soluzione non dovrà includere un deployment in self-provisioning completamente automatizzato, ma il requisito minimo che viene richiesto di soddisfare è che sia gestita attraverso un work-flow autorizzativo e procedurale/manuale che abbia come risultato finale la fruizione da parte dell'utente che ne ha fatto richiesta, dei container selezionati via portale.

3.7. NETWORK ATTACHED STORAGE (NAS)

Il sistema NAS dovrà poter operare in piena autonomia senza richiedere nessuna risorsa esterna con la sola eccezione dei collegamenti di rete dati e dell'alimentazione elettrica. La proposta dovrà essere composta da una soluzione a singolo Tier di archiviazione, che conterrà i dati storici del progetto. La soluzione dovrà essere di tipo NAS Scale-Out composta da nodi interconnessi tra loro. Non saranno pertanto considerate accettabili soluzioni basate su servizi cloud, sia pubblici che ibridi. Il sistema dovrà comprendere tutte le componenti necessarie all'erogazione dei servizi NAS richiesti. Non saranno accettate soluzioni erogate sotto forma di IAAS, PAAS, hosting, housing o più in generale qualsiasi altra tipologia di acquisto o



contratto che preveda la fornitura sotto forma di servizio a canone. Dovranno essere inoltre forniti, quale parte integrante dell'offerta, i servizi professionali necessari ad una corretta posa, installazione, configurazione di base e "messa in produzione" del sistema. La soluzione offerta dovrà comprendere di sistema di doppia distribuzione di corrente in grado ricevere alimentazione da due linee distinte. Ogni linea di distribuzione dovrà essere progettata per sostenere da sola tutto il carico di potenza necessario a mantenere il sistema in piena efficienza operativa. Il sistema proposto dovrà essere una soluzione per la gestione di dati non strutturati ad accesso file level mediante servizi erogati attraverso rete ethernet su protocolli IP e con caratteristiche tali da essere classificabile sotto la denominazione di sistema Network Attached Storage. Dovranno essere erogabili tutti i protocolli principali tipici delle soluzioni NAS e object, dovranno poter essere gestiti contemporaneamente anche nuovi e innovativi ambienti applicativi.

Il sistema proposto dovrà essere privo qualsiasi elemento che possa essere considerato un "Single Point of Failure" (SPOF) e garantire quindi la piena operatività delle sue funzioni, anche se con un minimo degrado delle sue prestazioni, anche in caso di guasto o parziale malfunzionamento di una delle sue componenti. Il sistema dovrà essere dotato di un completo sottosistema (hardware e software) in grado di determinare eventuali malfunzionamenti di una delle sue componenti e segnalare tale malfunzionamento in modo tale da consentire un rapido intervento in grado di diagnosticare e risolvere il problema verificatosi. Ogni elemento guasto dovrà poter essere sostituito a caldo senza la necessità di interrompere, anche per breve periodo, il funzionamento di altri componenti del sistema per eseguire la sostituzione necessaria. Sarà tuttavia considerata accettabile una soluzione dove sia esplicitamente indicata la necessità di un fermo parziale di una parte del sistema per operare alcune tipologie di manutenzione, in tal caso però il sistema dovrà essere progettato in modo tale da mantenere ogni livello di funzione, uguale ai livelli di piena operatività, durante tutto il periodo di fermo necessario all'attività di manutenzione. Il sottosistema software della soluzione offerta dovrà poter essere aggiornato o modificato senza eseguire alcun fermo dei servizi erogati in una modalità definibile "a caldo". Qualora la soluzione proposta sia costituita da un insieme di nodi indipendenti operanti in una logica di intelligenza distribuita è ammessa la possibilità che l'operazione di upgrade software debba comportare il riavvio di un singolo nodo per volta durante la fase di aggiornamento, questo però non dovrà in alcun modo inficiare il livello di servizio erogabile in fase di piena operatività. Il sottosistema hardware oltre alla già evidenziata assenza di SPOF dovrà poter essere upgradato senza dover alterare la piena operatività dei servizi erogati dal sistema; operazioni quali l'incremento o la riduzione dello spazio storage e della capacità elaborativa, l'aggiunta di nuove funzionalità o licenze, o la modifica del livello di protezione dei dati del sottosistema dovranno poter essere eseguite a caldo senza che questo comporti la riduzione anche temporanea delle funzionalità o le performance del sistema.

Qualora la soluzione proposta sia costituita da un insieme di nodi indipendenti, dovrà essere possibile aggiungere un nuovo nodo al sistema in modo "non distruttivo", senza cioè alterare in alcun modo lo stato del sistema in esercizio, e l'architettura dovrà prevedere la possibilità di integrare tale nodo all'interno dell'insieme preesistente ridistribuendo, in modo del tutto automatico o pilotabile mediante specifiche policy, i dati, i servizi ed il carico di lavoro su tutti i nodi compreso il nuovo appena aggiunto.

3.7.1. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE RICHIESTA

Il sistema dovrà avere la caratteristica strutturale di essere modulare, a scalabilità lineare su tutte le sue principali componenti. Dovrà essere possibile aumentare le capacità computazionali, di memoria cache e di throughput dell'I/O di front-end in modo lineare all'aumento della capacità di archiviazione del sistema stesso. E' considerata una soluzione preferibile, e valutata in conseguenza, la proposizione di un sistema costituito da un insieme di nodi, paritetici e indipendenti, che operano in una struttura di intelligenza distribuita che ripartisca il carico di lavoro (servizi, sessioni, I/O, dati, carico computazionale) su tutti i nodi del sistema o, mediante policy configurabili e modificabili a caldo, su un loro sottoinsieme. La soluzione dovrà prevedere la possibilità di integrare componenti hardware di generazioni differenti mantenendo una piena compatibilità con il resto del sistema. Eventuali refresh tecnologici che si rendessero necessari per l'incremento della richiesta di prestazioni o di nuove funzionalità del sistema dovrà avvenire in modo del tutto trasparente, senza fermi o disservizi e senza la necessità di una procedura di migrazione manuale dei dati. Il sistema dovrà poter prevedere la possibilità di integrare al suo interno componenti di caratteristiche e prestazioni differenti: dovrà essere possibile utilizzare dischi di tipologie, prestazioni e dimensioni differenti, componenti di I/O di front-end con prestazioni differenziate, CPU o cache memory di tipologia differenziata. Tutte queste componenti, sebbene diverse per caratteristiche dovranno poter essere completamente integrate tra loro in da apparire dal punto di vista logico alle applicazioni o all'utenza come una sola componente atomica.

Pur nel rispetto della caratteristica di atomicità sopra descritta, il sistema dovrà prevedere la possibilità di suddividere in modo granulare le sue risorse e le sue componenti in modo da poter creare dei sottosistemi specifici con caratteristiche diverse tra loro e dedicati, secondo le necessità, a compiti e servizi puntuali. Viene lasciata piena libertà sulle modalità con la quale il sistema rende disponibile questo tipo di suddivisione delle risorse interne pur nel rispetto dei seguenti vincoli di base:



- Esecuzione a caldo della suddivisione
- Configurazione dinamica e modificabile nel corso del tempo secondo le necessità
- Migrazione automatica dei dati in funzione della configurazione di suddivisione applicata
- Possibilità di definire specifici servizi erogabili solo da una specifica partizione del sistema

Global Name Space

Il sistema dovrà prevedere la possibilità di poter organizzare i dati contenuti in modo che logicamente siano visti dalle applicazioni come un unico File System. Tale modalità di presentazione logica del dato dovrà rendere del tutto invisibile all'utente la reale collocazione del dato all'interno del sistema; eventuali upgrade del sistema non dovranno in alcun modo alterare questa rappresentazione logica del dato: il nuovo spazio a disposizione dovrà essere integrato all'interno dell'unico File System e la ridistribuzione fisica dei dati all'interno delle nuove risorse del sistema non dovrà in alcun modo alterare la collocazione logica del dato all'interno dello stesso.

Dal punto di vista delle funzionalità è richiesto che il singolo File System sia in grado di indirizzare fino ad almeno 50 PetaByte di capacità lorda.

Funzionalità di bilanciamento

Il sistema dovrà poter supportare un set di funzionalità in grado di bilanciare in modo automatico e dinamico il carico di lavoro in modo da ridistribuirlo su tutti i suoi componenti così da sfruttare in modo completo le risorse a disposizione. E' richiesto che tale bilanciamento avvenga in modo del tutto trasparente alle applicazioni senza la necessità di modifiche alcune alle applicazioni client che utilizzano le risorse del sistema. Il bilanciamento dovrà essere disponibile su tutti i protocolli di comunicazione front-end messi a disposizione dal sistema senza nessuna eccezione. E' consentito lo sfruttamento di tecniche quali il DNS delegation, il floating IP o mac address, multicast o protocol redirection.

In caso di indisponibilità improvvisa di una delle risorse il sistema di bilanciamento dovrà inoltre garantire l'immediata redistribuzione delle sessioni di lavoro sulle risorse rimaste disponibili riadattando la distribuzione del carico di lavoro alla nuova configurazione del sistema.

Autotiering

Il sistema deve implementare nativamente un meccanismo di automatic tiering verticale su base policy che permette di spostare a caldo ogni singolo file presente nel File System da una tipologia di dischi ad un'altra, in modo da ottimizzare le performance erogate. Tale spostamento non dovrà comportare modifiche nella struttura del File System o nell'accesso allo stesso.

Management unificato

Il sistema, anche se a logica distribuita, dovrà prevedere un unico punto di gestione: tale sistema di gestione dovrà essere accessibile sempre con le medesime modalità e caratteristiche a prescindere dalla disponibilità delle risorse del sistema (la caduta di uno o più componenti del sistema non dovrà inficiare l'accesso al sistema di management o una variazione alle sue modalità di accesso). Dal management unificato dovranno essere gestibili tutte le caratteristiche e le funzionalità del sistema. Sebbene sia accettata la possibilità che il management possa essere eseguito attraverso l'utilizzo di client o console dedicata, il sistema dovrà comunque prevedere un'interfaccia di gestione clientless di tipo grafico accessibile attraverso il protocollo http/ssl in grado di fornire all'operatore tecnico tutte le funzionalità di gestione delle componenti del sistema.

Supporto a servizi a esterni

Il sistema dovrà essere pienamente integrabile con sistema di Authentication, Authorization e Accounting esterni che utilizzino i protocolli standard del mercato di riferimento quali LDAP, Active Directory, Kerberos. Attraverso tale integrazione dovrà essere possibile la gestione dell'accesso a ogni risorsa del sistema sia dei servizi erogati all'utenza sia della parte di management del sistema stesso.

In particolar modo il sistema, nella parte di erogazione dei servizi CIFS/SMB, dovrà essere pienamente compatibile e completamente integrabile con l'infrastruttura di Active Directory di Microsoft.

Supporto e gestione delle quote

Il sistema dovrà prevedere funzionalità complete di gestione delle quote: dovrà essere possibile definire almeno due livelli di quota per ogni singolo utente, gruppo di utenti, risorsa AD o sottoalbero del File System principale. Per ogni singolo livello di quota dovrà poter essere possibile definirne la modalità di triggering (warning o blocking), e un "grace period". Le impostazioni di quota dovranno in ogni modo essere dinamiche e modificabili durante le normali operazioni di gestione day-by-day. Dovrà essere possibile applicare funzionalità di quota a tutte le risorse e servizi erogati dal sistema.

Supporto snapshot

Il sistema dovrà prevedere la funzionalità di gestione degli snapshot di tutto o parte del File System fino a 1024 snapshot per directory.

Se ne deve prevedere la creazione, gestione, consolidamento e distruzione. Gli snapshot creati dovranno poter essere accessibili come risorse separate e con modalità anche diverse dalla risorsa dalla quale derivano.

Replicazione Remota

Il sistema deve supportare nativamente, qualora richiesto, la funzionalità di replica remota di tutti o parte dei dati contenuti nel sistema. Sebbene sia considerata sufficiente che la soluzione disponga di una replica remota asincrona, sarebbe preferibile che tale funzione sia talmente efficiente da garantire il minor RPO possibile.

La modalità di replica dovrà essere eseguibile utilizzando come supporto di trasporto una normale rete TCP/IP con adeguata larghezza di banda, latenza, data loss e jitter. Eventuali richieste specifiche su tali caratteristiche vanno indicate nella documentazione e saranno oggetto di valutazione. In caso siano considerate troppo restrittive il sistema verrà considerato privo della funzione di replica remota e valutato di conseguenza.

Non verrà in alcun modo accettata una soluzione di replica remota che preveda un canale dedicato di comunicazione tra il sistema on-line e in sistema in replica.

Integrità dei dati (WORM)

Il sistema dovrà poter consentire la protezione dei dati in modalità WORM (Write Once Read Many) in modo da impedire modifiche o cancellazioni accidentali o volontarie dei dati e contribuire a soddisfare i requisiti richiesti dalle normative vigenti, incluse le rigide norme americane SEC 17a-4.

Data Protection

Il sistema dovrà prevedere un set completo di livelli di protezione del dato inserito nel sistema.

Dovrà essere possibile configurare differenti di livelli di protezione e impostare, nel caso di sistemi a logica distribuita, la tolleranza al numero di nodi che possono essere non disponibili senza che le funzionalità del sistema debba risentirne.

Nel rispetto del vincolo di assenza di SPOF la caduta di una singola risorsa (disco o nodo che sia) non deve comunque mai rappresentare, in nessuna configurazione, un evento che porti al degrado delle funzioni del sistema o a possibili perdite di dati.

Le modalità e livelli di protezione devono essere dinamici, impostabili a caldo e configurabili a vari livelli sulle risorse del sistema fino a un livello di granularità massimo (il singolo file).

Protocolli supportati

Devono essere pienamente supportati i protocolli standard dei sistemi NAS:

- NFSv3, NFSv4 anche con funzionalità di authentication
- CIFS e SMB v1, v2, v2.1, v3
- FTP sia in modalità active che passive
- HTTP con supporto SSL
- HDFS
- Supporto nativo al protocollo Object S3 senza utilizzo di gateway esterni
- NDMP
- Rest API
- Supporto nativo al protocollo del framework di calcolo parallelo Hadoop (HDFS v1, v2 e v3)

Supporto al Cloud

La soluzione deve poter supportare la possibilità di eseguire tiering verso Storage di tipo cloud, sia verso cloud privati che verso i maggiori provider di cloud pubblici (Amazon, Azure, Google). L'accesso al dato archiviato avvenire tramite il filesystem della soluzione NAS, ed i file non dovranno essere quindi spostati integralmente sullo storage Cloud. Non ci dovrà essere quindi un cambio di cartella o di protocollo di accesso per i file archiviati. Il tiering dovrà essere completamente trasparente alle applicazioni o agli utenti che utilizzano lo storage NAS.

Deduplica

Lo storage deve poter supportare meccanismi di riduzione dello spazio fisico occupato, tramite algoritmi di deduplica del dato. Tali algoritmi dovranno essere eseguiti sull'interno filesystem della NAS e sui differenti Tier di storage presenti

all'interno della soluzione. Non saranno accettati validi meccanismi di deduplica che agiscono a livello di singolo volume/tier, in quanto saranno ritenuti non efficienti.

Il sistema deve offrire la possibilità di deduplicare i file, in modalità post-process e senza significativi impatti di performance, con un block size di 8k.

3.7.2. CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEL SISTEMA NAS

Di seguito sono riportati i requisiti funzionali della Componente NAS Scale-OUT che la fornitura dovrà rispettare:

ID requisito	Descrizione caratteristiche	Requisiti Minimi. Le caratteristiche che seguono si intendono per il sottosistema storage Tier2
R.NA.T2.1	L'architettura storage deve essere di tipologia Scale-Out NAS e in un unico sottosistema, ovvero non composta da due o più sezioni separate per la parte "computazionale", di "accesso al file system" e "capacitiva"	Si
R.NA.T2.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	Almeno 4 nodi in 4 Rack Unit
R.NA.T2.3	Il sistema storage deve essere in grado di espandere a caldo le performance e la capacità linearmente.	Si
R.NA.T2.4	Performance e capacità storage lineari devono poter essere raggiunte aggiungendo nodi storage, ciascuno con i suoi Dischi, Cache, I/O e potenza computazionale (CPU) per assicurare la scalabilità lineare e la crescita semplificata del sistema	Si
R.NA.T2.5	Tutti i nodi storage/controller devono essere attivi, contribuendo in modo paritetico alle performance e alla capacità del sistema	Si
R.NA.T2.6	Il sistema storage deve consentire la coesistenza di nodi di differenti generazioni di hardware, senza cambiamenti alla configurazione esistente e mentre il sistema è online. Deve consentire inoltre la dismissione di hardware di vecchia generazione se e quando richiesto.	Si
R.NA.T2.7	L'architettura storage deve supportare il bilanciamento automatico e senza interruzione del servizio dei dati attraverso gli storage pool per ottenere performance ottimali e efficienza della capacità, in caso di espansioni successive del sistema.	Si
R.NA.T2.8	Gli upgrade devono essere applicati senza il cambio della configurazione dei controller proposta.	Si
R.NA.T2.9	Il sistema storage deve fornire l'accesso per una varietà di sistemi operativi (UNIX, MAC, Linux, Windows) usando tutti i protocolli standard: NFSv3, NFSv4, SMB1, SMB2.0 e SMB 3.0 (CIFS), HTTP, FTP, REST, HDFS (Hadoop v1, v2 e v3) ed S3. Tutti i protocolli devono essere inclusi senza licenze aggiuntive o ulteriore hardware. Tutti i protocolli, compresi quelli di tipo object, devono essere interoperabili e utilizzabili su tutti i dati archiviati nel cluster.	Si
R.NA.T2.10	Il sistema storage deve essere in grado di mixare dischi SAS, SATA e SSD all'interno di un unico file system, fornendo agli utenti finali e alle applicazioni capacità aggregata e la visione delle performance del sistema.	Si
R.NA.T2.11	Il sistema storage deve consentire di creare differenti tier di capacità e performance composti di dischi di tipologia differente (SAS, SATA e SSD) con un file system unico. Il sistema storage è in grado di gestire il ciclo di vita dei dati e migrare i file tra i differenti tier, utilizzando politiche basate sull'età del file, sul tipo, sulla dimensione e sulla posizione nelle directory.	Si

R.NA.T2.12	Il sistema storage deve avere una cache coerente globale, scalabile quando vengono aggiunti più nodi al cluster	Si
File System e Scalabilità		
R.NA.T2.13	Dimensione minima del singolo File System (capacità lorda)	Almeno 50PB
R.NA.T2.14	N. massimo di nodi aggregabili in un unico sistema	Almeno 252
R.NA.T2.15	Il file system deve supportare l'espansione a caldo dei nodi, senza interruzione del servizio, e permettere l'utilizzo immediato della capacità e delle performance aggiunte.	Si
R.NA.T2.16	Il file system deve essere continuamente e automaticamente bilanciato su tutti i nodi e i dischi, per eliminare colli di bottiglia e zone calde.	Si
R.NA.T2.17	Il file system deve sopportare la rottura di dischi e controller multipli, e fornire l'accesso ai dati con le performance desiderate. Il fornitore deve specificare i livelli di protezione supportati.	Si
R.NA.T2.18	L'accesso dei client al file system e alle share deve essere automaticamente distribuito su tutti i nodi per ottimizzare le performance del sistema	Si
R.NA.T2.19	Il file system deve permettere un numero illimitato di accessi client indipendentemente dal sistema operativo e dal protocollo.	Si
Integrità, Protezione e Disponibilità del dato.		
R.NA.T2.20	Il sistema Storage deve poter supportare le snapshot a livello di volume e directory fino a 1024 snapshot per directory	Si
R.NA.T2.21	Il sistema Storage deve utilizzare un meccanismo di protezione dei dati basato su "erasure coding" (N+M)	Si
R.NA.T2.22	Il sistema storage deve poter supportare il guasto contemporaneo di almeno due dischi o di un intero nodo senza perdita dei dati.	Si
R.NA.T2.23	Il meccanismo di protezione deve supportare fino al guasto contemporaneo di quattro dischi o quattro nodi (con la presenza di un numero sufficiente di nodi complessivi) senza interruzione del servizio	Si
R.NA.T2.24	Il sistema storage deve avere funzionalità di Journal File System. Il journaling accelera i tempi di ricostruzione per gli storage media ripristinabili richiedendo la scrittura nel file solo dei blocchi nuovi/cambiati	Si
R.NA.T2.25	Il sistema storage deve rimanere completamente online e con tutti i dati accessibili in caso di un fallimento di un intero nodo.	Si
R.NA.T2.26	Il sistema storage deve consentire di modificare le impostazioni e i livelli di protezione del dato a caldo e senza disservizio	Si
R.NA.T2.27	Il sistema storage deve consentire di modificare il livello di protezione del dato in maniera granulare a livello sistema, directory o file	Si
R.NA.T2.28	Il sistema storage deve supportare la quota utenti con limiti soft o hard ed Over Provisioning.	Si
R.NA.T2.29	Il sistema storage deve supportare il Reporting avanzato e l'analisi delle performance, analisi del trend dello storage e strumenti di capacity planning	Si
R.NA.T2.30	Il sistema storage deve supportare nativamente la possibilità di replicare i dati su un sistema remoto, tramite meccanismi di replica asincrona.	Si
R.NA.T2.31	Il sistema storage deve poter offrire supporto al protocollo NDMP per integrazione con soluzioni di backup	Si
R.NA.T2.32	Il sistema storage deve poter offrire meccanismi di deduplica per la riduzione dello spazio fisico occupato	Si

R.NA.T2.33	Il sistema storage deve poter offrire il tiering del dato verso cloud privati e/o pubblici (Amazon, Azure, Google)	Si
R.NA.T2.34	Il sistema storage deve poter supportare il WORM con meccanismi di protezione di tipo locking e compliance con le regolamentazioni SEC 17a-4	Si
Gestione e Amministrazione		
R.NA.T2.35	Il sistema storage deve offrire l'interfaccia Web e la CLI	Si
R.NA.T2.36	Il sistema storage deve il monitoring tramite protocollo l'SNMP	Si
R.NA.T2.37	Il sistema storage deve supportare l'autenticazione degli utenti e degli amministratori con NIS, LDAP e Active Directory	Si
R.NA.T2.38	Il sistema storage deve supportare la scansione con l'Antivirus attraverso il protocollo iCAP.	Si
R.NA.T2.39	Il sistema storage deve fornire il monitoraggio della capacità ed il reporting a livello directory, utenti e gruppi	Si
R.NA.T2.40	Il sistema storage deve supportare lo storico delle performance e la loro analisi.	Si
R.NA.T2.41	Il sistema storage deve fornire funzionalità di monitoraggio remoto e di "chiama a casa" al fine di allertare il fornitore di eventuali fallimenti e/o richieste di manutenzione.	si
R.NA.T2.42	Il sistema storage deve supportare l'integrazione con più domini Active Directory (mount-point esportato per "cliente") anche non in trust	Si, almeno 3 domini diversi non in trust
R.NA.T2.43	Il sistema storage deve poter supportare funzioni di Auditing e la possibilità di esportare i log tramite protocollo CEE o Syslog	Si

Il sistema NAS dovrà poter operare in piena autonomia senza richiedere nessuna risorsa esterna con la sola eccezione dei collegamenti di rete dati e dell'alimentazione elettrica. La proposta dovrà essere composta da una soluzione a singolo Tier di archiviazione, che conterrà i dati storici del progetto. La soluzione dovrà essere di tipo NAS Scale-Out composta da nodi interconnessi tra loro. Non saranno pertanto considerate accettabili soluzioni basate su servizi cloud, sia pubblici che ibridi. Il sistema dovrà comprendere tutte le componenti necessarie all'erogazione dei servizi NAS richiesti. Non saranno accettate soluzioni erogate sotto forma di IAAS, PAAS, hosting, housing o più in generale qualsiasi altra tipologia di acquisto o contratto che preveda la fornitura sotto forma di servizio a canone. Dovranno essere inoltre forniti, quale parte integrante dell'offerta, i servizi professionali necessari ad una corretta posa, installazione, configurazione di base e "messa in produzione" del sistema. La soluzione offerta dovrà comprendere di sistema di doppia distribuzione di corrente in grado ricevere alimentazione da due linee distinte. Ogni linea di distribuzione dovrà essere progettata per sostenere da sola tutto il carico di potenza necessario a mantenere il sistema in piena efficienza operativa. Il sistema proposto dovrà essere una soluzione per la gestione di dati non strutturati ad accesso file level mediante servizi erogati attraverso rete ethernet su protocolli IP e con caratteristiche tali da essere classificabile sotto la denominazione di sistema Network Attached Storage. Dovranno essere erogabili tutti i protocolli principali tipici delle soluzioni NAS e object, dovranno poter essere gestiti contemporaneamente anche nuovi e innovativi ambienti applicativi.

Il sistema proposto dovrà essere privo qualsiasi elemento che possa essere considerato un "Single Point of Failure" (SPOF) e garantire quindi la piena operatività delle sue funzioni, anche se con un minimo degrado delle sue prestazioni, anche in caso di guasto o parziale malfunzionamento di una delle sue componenti. Il sistema dovrà essere dotato di un completo sottosistema (hardware e software) in grado di determinare eventuali malfunzionamenti di una delle sue componenti e segnalare tale malfunzionamento in modo tale da consentire un rapido intervento in grado di diagnosticare e risolvere il problema verificatosi. Ogni elemento guasto dovrà poter essere sostituito a caldo senza la necessità di interrompere, anche per breve periodo, il funzionamento di altri componenti del sistema per eseguire la sostituzione necessaria. Sarà tuttavia considerata accettabile una soluzione dove sia esplicitamente indicata la necessità di un fermo parziale di una parte del sistema per operare alcune tipologie di manutenzione, in tal caso però il sistema dovrà essere progettato in modo tale da mantenere ogni livello di funzione, uguale ai livelli di piena operatività, durante tutto il periodo di fermo necessario all'attività di manutenzione. Il sottosistema software della soluzione offerta dovrà poter essere aggiornato o modificato senza eseguire alcun fermo dei servizi erogati in una modalità definibile "a caldo". Qualora la soluzione proposta sia costituita da un insieme di nodi indipendenti operanti in una logica di intelligenza distribuita è ammessa la possibilità che l'operazione di upgrade software debba comportare il riavvio di un singolo nodo per volta durante la fase di aggiornamento, questo però non dovrà in alcun modo inficiare il livello di servizio erogabile in fase di piena operatività. Il

sottosistema hardware oltre alla già evidenziata assenza di SPOF dovrà poter essere upgradato senza dover alterare la piena operatività dei servizi erogati dal sistema; operazioni quali l'incremento o la riduzione dello spazio storage e della capacità elaborativa, l'aggiunta di nuove funzionalità o licenze, o la modifica del livello di protezione dei dati del sottosistema dovranno poter essere eseguite a caldo senza che questo comporti la riduzione anche temporanea delle funzionalità o le performance del sistema.

Qualora la soluzione proposta sia costituita da un insieme di nodi indipendenti, dovrà essere possibile aggiungere un nuovo nodo al sistema in modo "non distruttivo", senza cioè alterare in alcun modo lo stato del sistema in esercizio, e l'architettura dovrà prevedere la possibilità di integrare tale nodo all'interno dell'insieme preesistente ridistribuendo, in modo del tutto automatico o pilotabile mediante specifiche policy, i dati, i servizi ed il carico di lavoro su tutti i nodi compreso il nuovo appena aggiunto.

3.7.3. CARATTERISTICHE TECNICHE COMPONENTE TIER2 PERFORMANTE (O IBRIDO SATA+SSD) E LICENZE DEL SISTEMA NAS

Di seguito sono riportati i requisiti minimi della componente di storage Tier 2 performante che la fornitura NAS dovrà rispettare.

Componente Tier 2 – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione caratteristiche Tier 2 Performante	Richiesta Minima
R.NA.T2.P.1	Numero di nodi nella configurazione di base	Almeno 6
R.NA.T2.P.2	Spazio RAW di almeno:	720TB
R.NA.T2.P.4	Tipologia di interfacce di front-end verso i sistemi server	10GbE QSFP+
R.NA.T2.P.5	Numero di interfacce 1GbE per nodo (management)	1
R.NA.T2.P.6	Numero di interfacce 10GbE per nodo (front-end)	2
R.NA.T2.P.7	Numero di interfacce 10GbE per nodo (back-end)	2
R.NA.T2.P.8	Licenza software per la gestione delle rete, degli accessi e del failover delle porte	SI
R.NA.T2.P.9	Licenza software per la gestione delle Quote	SI
R.NA.T2.P.10	Licenza software per la gestione delle Snapshot	SI
R.NA.T2.P.11	Licenza software per il supporto alla gestione dei Pool (Tiering)	SI
R.NA.T2.P.12	Licenza software per il supporto al protocollo HDFS	SI
R.NA.T2.P.13	Software di monitoring e reportistica avanzato	SI

3.8. SERVIZI DI SETUP FISICO, CABLING E IMPLEMENTAZIONE DC-NA

3.8.1. CONSEGNA ED INSTALLAZIONE FISICA

I sistemi dovranno essere consegnati in una area messa a disposizione dal CNR. Una volta installati gli apparati, i materiali di risulta (imballi) dovranno essere ritirati e smaltiti a norma di legge.

Tutte le attività si intendono comprensive di ogni onere relativo al trasporto, facchinaggio, consegna, installazione, asporto dell'imballaggio e di qualsiasi altra attività ad esse strumentale.

La Società dovrà garantire, durante tutte le fasi di lavorazione, il rispetto delle normative vigenti in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro per quanto di sua competenza.

3.8.2. POSIZIONAMENTO SISTEMI E ALLACCIAMENTI ELETTRICI

Relativamente al punto in oggetto dovranno essere erogati i seguenti servizi:

- Disimballaggio del materiale e relativo ritiro e smaltimento degli imballi;
- Posizionamento dei sistemi nella posizione definitiva concordata con IL CNR;
- Installazione fisica dei dispositivi in fornitura del CDCN-NA;
- Connessione all'infrastruttura elettrica.

3.8.3. CABLING

La Società dovrà procedere allo sviluppo del piano operativo di dettaglio per il posizionamento degli apparati ed il cabling ed alla definizione degli standard di etichettatura da adottare per quanto riguarda la LAN CDCN-NA.

La Società dovrà quindi condividere il piano operativo con il personale CNR e dovrà essere prodotto il GANTT relativo alle attività di Cabling del CDCN-NA.

Il cablaggio da effettuare include:

- Utilizzo di fascette e dispositivi specifici al fine di ottenere un cablaggio a regola d'arte;
- Ethernet cabling e passaggio dei cavi Ethernet tra i rack e verso gli switch di centro-stella e tra gli apparati di rete dei sistemi HTC, HCI/CI e sistemi di Storage.
- Il sistema HCI/CI dovrà prevedere il cablaggio interno strutturato ed ottimizzato negli spazi direttamente nella fabbrica del produttore hardware.

3.8.4. IMPLEMENTAZIONE DELLA CORE DATA CENTER NETWORK (CDCN)

Dovrà essere implementata l'infrastruttura di rete in architettura SDN richiesta, ed in particolare le attività che dovranno essere effettuate sono le seguenti:

- Disegno di dettaglio della soluzione e della sua integrazione verso rete;
- Definizione dell'architettura Spine&leaf della rete CDCN;
- Modalità di integrazione verso la rete esterna;
- Modalità di integrazione verso le componenti di rete dei sistemi HTC, HCI/CI e sistemi di Storage;
- Condivisione della lista dei test funzionali ai fini del collaudo che sarà eseguito dal CNR.

Implementazione del disegno architetturale definito e test funzionali pre-rilascio:

- Inizializzazione degli switch;
- Implementazione sistema di controllo della soluzione attraverso una Virtual Appliance;
- Configurazione L2/L3 Spine&Leaf come definito;
- Configurazione delle VLAN necessarie a supportare i servizi storage HTC e sistemi esterni (p.es Identity Management, ecc.).
- Configurazione del sistema firewall Forcepoint.

Esecuzione dei test funzionali:

- La verifica accerterà che la fornitura, per quanto riguarda il numero e la tipologia dei componenti, tecniche e metodologie impiegate, l'esecuzione e le funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto previsto dai documenti del capitolato di gara.

3.8.5. INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE DI BASE DEI COMPONENTI HARDWARE HCI/CI DEL DC-NA

Dovranno essere indicate tutte le attività di installazione e configurazione di base delle componenti hardware e software della soluzione HCI/CI del DC-NA.

In particolare le attività inerenti la fase installazione e configurazione del layer Infrastrutturale dovranno contemplare almeno le seguenti:

- Disimballo del materiale e relativo ritiro e smaltimento degli imballi;
- Posizionamento dei sistemi nella posizione definita e concordata con il CNR;
- Installazione e attivazione delle apparecchiature HW dell'infrastruttura HCI/CI del DC-NA in fornitura;
- Inizializzazione dei sistemi richiesti per le successive attività di configurazione.

3.8.6. CONFIGURAZIONI SOFTWARE DEI COMPONENTI HTC

Dovranno essere descritte tutte le attività necessarie alla realizzazione della soluzione per indirizzare le tematiche dell'installazione delle componenti hardware e software dell'infrastruttura HPC e per la loro opportuna configurazione.

La Società dovrà installare e configurare il sistema di management inclusivo delle componenti software per il deployment dei nodi di calcolo e di servizio.

Tramite tale software verrà installato il sistema operativo Red Hat Enterprise Linux sui nodi, i server di management e gli eventuali I/O nodes per la gestione dello storage

In particolare La Società dovrà eseguire le seguenti attività:

- Installazione e configurazione dei nodi di management;

- Installazione e configurazione del software di management;
- Installazione e configurazione degli eventuali I/O nodes;
- Preparazione e test di installazione di 1 nodo di calcolo facente parte dei "Compute nodes" (gold Image)
- Installazione e configurazione del sistema operativo Red Hat Enterprise Linux sui Nodi di Calcolo tramite il software di cluster management:
 - Configurazione driver specifici;
 - Installazione e configurazione interfacce di rete Ethernet;
- Cluster command tool: per esecuzione di comandi cluster-wide;
- Gestione centralizzata degli utenti (Tramite RedHat IDENTITY MANAGEMENT e LDAP);
- Configurazione rete cluster;
- Configurazione servizi come SSH, NTP, DNS ecc.;
- Resource/Queue manager e gestione delle linee di calcolo;
- Implementazioni MPI (openMPI, mvapich) e OpenMP per compilatore standard GNU;
- Installazione Compilatori Intel;
- Tool per benchmarking del sistema: HPL e GPU Stress Test;

La Società dovrà prendersi carico di installare e configurare il sistema di Storage/Cluster File System (CFS) del sistema HTC.

3.8.7. CONFIGURAZIONI SOFTWARE DEI COMPONENTI HCI/CI

Per quanto riguarda la parte di virtualizzazione è richiesta la configurazione di una Virtual Infrastructure (VI) basata su VMware vSphere. In tale contesto dovrà essere configurato almeno un vCenter da cui sarà possibile gestire tutta l'infrastruttura virtuale che si andrà a creare attraverso il portale di orchestrazione.

3.8.8. CONFIGURAZIONI SOFTWARE DEL LAYER DI AUTOMAZIONE E ORCHESTRAZIONE

Tra le attività di configurazione del DC-NA dovrà essere inclusa anche la configurazione di un portale di servizio per le attività di management, controllo e orchestrazione dei servizi e di utilizzo delle risorse virtuali computazionali, di archiviazione, di rete, resi disponibili con l'infrastruttura virtuale del sistema convergente del DC-NA.

Per quanto riguarda la parte di automazione/orchestrazione dovrà essere previsto quanto segue:

- Definizione del Portale Self-Service
- Definizione della profilazione degli utenti
- Definizione dei flussi autorizzativi della catena di approvazione
- Definizione del Service Catalog per l'erogazione dei servizi di:
 - **VM as a Service (VMaaS):**
 - Definizione ed implementazione di flussi (blueprint) dedicati alla creazione delle VM indicate nel catalogo e al loro deployment automatizzato per renderne possibile l'uso all'utente.
 - Nel catalogo dovrà essere possibile selezionare tra diverse tipologie di VM (flavor); nella seguente tabella viene proposto un esempio di possibile categorizzazione dei flavor.

FLAVOR	vCPU	vGPU	Memoria	Disco di sistema	Disco dati
Basic	1	0%	1Gb	20 Gb	20Gb
Bronze	2	20%	2 Gb	40 Gb	100 Gb
Silver	4	50%	4 Gb	40 Gb	200 Gb
Gold	8	1	8 Gb	40 Gb	300 Gb

La caratterizzazione definitiva sarà comunque oggetto di discussione e accordo tra le parti a valle dell'assegnazione dell'appalto.

- **Desktop as a Service (DaaS):**
 - Definizione ed implementazione di flussi (blueprint) dedicati alla creazione delle VDI indicate nel catalogo e al loro deployment automatizzato per renderne possibile l'uso all'utente.
 - Nel catalogo dovrà essere possibile selezionare tra diverse tipologie di VDI (flavor); nella tabella seguente viene proposto un esempio di possibile categorizzazione dei flavor.

FLAVOR	vCPU	vGPU	Memoria	Disco di sistema	Disco dati
Basic	1	0%	1Gb	20 Gb	20Gb
Bronze	2	20%	2 Gb	40 Gb	100 Gb
Silver	4	50%	4 Gb	40 Gb	200 Gb
Gold	8	1	8 Gb	40 Gb	300 Gb

La caratterizzazione definitiva sarà comunque oggetto di discussione e accordo tra le parti a valle dell'assegnazione dell'appalto.

○ **Container as a Service (CaaS)**

- Definizione ed implementazione di flussi (blueprint) dedicati alla creazione di applicazioni in container a catalogo per servizi di produzione ed al loro deployment ed esecuzione per gli utenti del servizio.
 - Non è richiesto che la modalità di deployment sia in self-provisioning. Il flusso di deployment può seguire altre modalità, anche parzialmente automatizzate o manuali; la Società dovrà indicare la modalità che intende usare evidenziandone i benefici.
 - Nel catalogo dovrà essere possibile selezionare tra diverse tipologie di container; la tabella seguente fornisce un esempio di quanto richiesto, da definire compiutamente nella fase di design di dettaglio a valle dell'assegnazione dell'appalto.

FLAVOR	vCPU	vGPU	Memoria Container	Spazio Container
Basic	1	0%	1Gb	20 Gb
Bronze	2	20%	2 Gb	40 Gb
Silver	4	50%	4 Gb	40 Gb
Gold	8	1	8 Gb	40 Gb

La caratterizzazione definitiva sarà comunque oggetto di discussione e accordo tra le parti a valle dell'assegnazione dell'appalto.

3.8.9. INTEGRAZIONE CON L'INFRASTRUTTURA PRESENTE NEL SITO DI LECCE

Durante la fase di analisi e design, la Società dovrà integrare le risorse HCI/CI del DC-NA con la soluzione di automazione già in essere presso il data center DARIAH operativo presso il CNR-NANOTEC (DHLE), basata su vRealize Automation. Solo nel caso in cui elementi tecnici dovessero impedire tale integrazione, si potrà procedere con un'analogia soluzione locale di automazione.

3.8.10. COORDINAMENTO ATTIVITÀ

Le attività precedentemente indicate dovranno essere coordinate da un referente della Società che sarà il focal point per tutte le esigenze relative alla realizzazione di quanto previsto in fornitura in termini di hardware, software e deliverable. In particolare tale figura rappresenterà l'interfaccia ufficiale per la gestione delle comunicazioni e di tutte le esigenze inerenti la fornitura ed il rilascio della soluzione insieme alla la sua operatività, al fine di minimizzare tempi e rischi e garantire la qualità auspicata.

3.8.11. SUPPORTO POST-RILASCIO E ASSISTENZA SISTEMISTICA

La Società dovrà prevedere nell'ambito della fornitura i servizi di supporto descritti nei paragrafi che seguono.

3.8.12. SUPPORTO POST-RILASCIO

Dovranno essere fornite delle giornate di supporto on-site di un consulente specializzato sui software che realizzano la soluzione HCI/CI, al fine di aiutare il CNR ad acquisire le necessarie competenze per preservare, mantenere, monitorare e fare reportistica sulla soluzione appena implementata e rilasciata.

Tale figura provvederà quindi ad un appropriato knowledge transfer e a dare indicazioni pratiche sulla gestione quotidiana della soluzione.

Lo specialista dovrà essere presente on-site durante il normale orario lavorativo (8 ore/giorno) dal lunedì al venerdì, per un periodo di tempo predefinito e pari a 3 settimane, ovvero 15 giorni lavorativi. L'avvio del supporto post-rilascio sarà formalizzato tramite modulo specifico, a valle del rilascio ufficiale della soluzione HCI/CI.

3.9. SERVIZI DI ASSISTENZA E MANUTENZIONE SISTEMI CDCN-NA, HTC E HCI/CI

Il servizio di manutenzione HW e SW offerto dalla Società sulle componenti HTC, CI e CDCN-NA dovrà avere la durata minima come specificato di seguito:

- **Componenti HW afferenti ai sistemi HTC e CDCN-NA: 5 anni**
- **Componenti SW non Open Source afferenti ai sistemi HTC e CDCN-NA: 3 anni**
- **Componenti HW afferenti al sistema HCI/CI: 3 anni**
- **Componenti SW afferenti al sistema HCI/CI: 3 anni**
- **Componenti SW afferenti alla componente VMware: 3 anni**

Costituirà elemento migliorativo soggetto a punteggio una estensione della durata per un massimo di due anni oltre il periodo minimo richiesto.

La durata del servizio richiesta si intende a partire dalla data di collaudo della fornitura.

Dovranno essere erogati per la durata richiesta i servizi di manutenzione e assistenza come sotto riportati:

- A) Servizio di manutenzione on-site
- B) Servizio di assistenza tramite call-center

Considerata la criticità della fornitura, si ritiene indispensabile che tali servizi siano erogati direttamente dai produttori delle componenti hardware con i quali il personale tecnico del CNR intende interagire direttamente e senza intermediazione della Società.

Il servizio di manutenzione di tutti gli apparati Hardware dovrà essere quello ufficiale del produttore (casa madre). La Società dovrà pertanto agire esclusivamente in regime di rivendita del servizio ufficiale.

Dovrà pertanto essere inclusa nella documentazione tecnica presentata in gara una dichiarazione del produttore attestante la tipologia e i dettagli del servizio offerto ed il ruolo della Società nella proposta di gara.

In caso di dubbi o incongruenze il CNR si riserva la possibilità di chiedere chiarimenti direttamente a casa madre.

Si dettagliano nel seguito modalità e requisiti dei servizi richiesti.

3.9.1. SERVIZIO DI MANUTENZIONE ON-SITE

Durante i periodi di garanzia il Produttore degli apparati HW dovrà assicurare i servizi di assistenza e manutenzione nel rispetto degli SLA previsti per la manutenzione, con interventi di sostituzione delle eventuali parti guaste da effettuarsi presso i locali dell'istituto comprensivi di:

- Eliminazione degli inconvenienti che hanno determinato la richiesta di intervento;
- Controllo e ripristino delle normali condizioni di funzionamento;
- Fornitura ed applicazione di parti di ricambio originali (della stessa marca, modello e tipo di quelle sostituite);
- Redazione del relativo "verbale di intervento".

Le attività inerenti il servizio di manutenzione on-site dovranno essere erogate in modo da coprire l'intero arco della giornata lavorativa dell'istituto, ossia dalle 9:00 – 18:00, per cinque giorni lavorativi settimanali, dal lunedì al venerdì. L'intervento on site per la sostituzione delle eventuali parti guaste dovrà avvenire entro il giorno lavorativo successivo all'apertura del guasto.

Le parti sostituite saranno ritirate dal servizio di assistenza tecnica e diventeranno proprietà del Produttore.

3.9.2. SERVIZIO DI ASSISTENZA TRAMITE CALL-CENTER

A supporto delle attività di manutenzione il Produttore degli apparati HW dovrà mettere a disposizione un apposito Call Center quale centro di ricezione e gestione delle chiamate relative alle richieste di informazione ed assistenza.

Sarà cura del personale del CNR preposto alla manutenzione, aprire una chiamata di guasto (trouble ticketing) ed annotare su un apposito registro la data e l'ora della richiesta di intervento.

All'atto dell'apertura del Trouble Ticket l'assistente tecnico del Call Center del Produttore dovrà emettere un numero di identificazione univoco per ciascun ticket.

Le attività inerenti il servizio di assistenza tramite call-center dovranno essere erogate in modo da coprire l'intero arco della giornata, ossia dalle 0:00 alle 24:00, per 7 giorni su 7 su 365 giorni l'anno.

3.9.3. ASSISTENZA SISTEMISTICA PER LA COMPONENTE CDCN-NA, HTC, HCI/CI

Dovrà essere fornito un servizio di assistenza remota che comprenda tutte le attività necessarie al ripristino dei servizi offerti a catalogo nel caso di malfunzionamenti software; in particolare dovrà includere le seguenti attività/possibilità:

- Help desk telefonico;
- Supporto email;
- Interventi di supporto sistemistici remoti;
- Interventi di supporto sistemistici On Site (effettuati on-demand secondo uno SLA di intervento di 4gg lavorativi, per un massimo di 15gg/anno);
- Aggiornamenti del Catalogo Servizi (fino a 5 interventi di modifica configurazione e 5 interventi per l'introduzione di nuovi blueprint).

Il servizio di manutenzione dovrà essere erogato, a seconda delle necessità, attraverso interventi effettuati da remoto e/o telefonicamente da un tecnico specializzato.

Gli eventuali interventi on-site di uno specialista, potranno essere effettuati durante il normale orario lavorativo (8 ore/giorno) dal lunedì al venerdì; non sono previsti interventi di questo tipo durante i fine settimana o i giorni festivi.

Il CNR per poter consentire un migliore livello di assistenza metterà a disposizione una connessione VPN o strumenti di connessione remota analoghi.

La descrizione delle linee-guida del processo di attivazione delle richieste, della gestione delle stesse e la descrizione delle modalità di intervento dovranno essere incluse nell'offerta delle Società.

3.10. FORMAZIONE

La presente sezione descrive i requisiti relativi alle attività di formazione che dovranno essere incluse nella fornitura.

In particolare vengono esplicitate le attività minime attese nel contesto della formazione per gli operatori del CNR che saranno identificati a valle dell'assegnazione del contratto, durante una specifica fase di definizione puntuale di tale iniziativa che dovrà comunque contemplare:

- Definizione dettagliata delle tematiche proposte nelle sessioni di formazione
- Piano di formazione
- Identificazione operatori da formare
- Modalità specifiche di erogazione
- Aspetti logistici delle sessioni di formazione

Le attività di formazione dovranno prevedere quanto segue per ciascuno degli ambiti oggetto di fornitura ovvero ambito HPC, Virtuale e Sistemi Convergenti:

- N° 1 Workshop di 8 ore, in aula
- N° 2 sessioni di Training-on-the-Job di 3 ore
- Crediti corsi specialistici VMware

In definitiva dovranno essere erogati n° 3 Workshop e 6 sessioni complessive di Training-on-the-Job. Per i corsi VMware dovrà essere fornito il seguente credito formativo (quantità minima):

Formazione VMware – Requisiti Minimi Obbligatori			
ID requisito	SKU	Product Name	Crediti Minimi
R.NA.HCI.CI.FOR.1	SVC-CR-10	VMware Consulting & Learning Credits - Prepaid Services PSO Credit 151-600	250

Come anticipato il piano di formazione, che indicherà le date e gli orari di tali momenti, sarà concordato con il CNR; l'indicazione generale è che i workshop vengano completati prima del rilascio formale delle soluzioni per ogni ambito e che le sessioni di Training-on-the-Job vengano effettuate durante il periodo di Supporto Post-rilascio.

3.10.1. WORKSHOP

I workshop in aula dovranno essere corredati di materiale didattico che illustri i principali aspetti delle soluzioni introdotte e che ne descriva almeno:

- Schemi architetturali
- Caratteristiche generali delle componenti hardware e software
- Personalizzazioni delle precedenti componenti, specifiche delle soluzioni in fornitura
- Eventuali processi e procedure definite per lo specifico ambito
- Eventuali vincoli e/o note tecniche

3.10.2. TRAINING ON THE JOB

Le sessioni di Training-on-the-Job hanno come obiettivo quello di fornire agli operatori del CNR delle indicazioni tecnico/pratiche di tipo gestionale/operativo sulle soluzioni implementate, che dopo essere state introdotte a livello concettuale nei precedenti workshop, dovranno essere oggetto di un approfondimento utile a fornire un'esperienza concreta sulle loro specifiche caratteristiche, funzionalità e aspetti peculiari.

4. LOTTO 2 FIRENZE: OGGETTO DELLA FORNITURA

Il Lotto 2 riguarda la fornitura di un sistema di calcolo ad alte prestazioni di tipo HPC (High performance computing) che sarà dislocato presso AREA DI RICERCA DI FIRENZE Via Madonna del Piano, 10 50019 Sesto Fiorentino (FI). Il sistema di calcolo HP dovrà includere i sistemi HW, SW e i servizi professionali riportati di seguito:

- Almeno 8 nodi di calcolo HPC di seguito indicati con **Thin Nodes**;
- Rete di interconnessione ad alta velocità su protocollo Ethernet dei nodi di calcolo, dei nodi di management e dei sistemi di storage ad alte prestazioni di seguito indicati con il termine **Core Data Center Network (CDCN-FI)**;
- **Infrastruttura di rete per l'interconnessione veloce a bassa latenza** dei nodi di calcolo Thin basata sul protocollo EDR 100Gbps Infiniband;
- Rete di management Out-of-Band per l'interconnessione dei nodi di calcolo, dei nodi di management e dei sistemi di storage (Scratch e Long-Term Storage Area) di seguito indicati con il termine **Management Network**;
- Nodi per la gestione e l'interoperabilità del sistema HPC di seguito indicati con il termine **Service Nodes**;
- Sistema di **Storage/Cluster File System (CFS)**;
- Sistema di archiviazione ad alte prestazioni capacitivo realizzato con una soluzione NAS Scale-Out per l'archiviazione a lungo termine del sistema di calcolo HPC di seguito indicato con il termine **Network Attached Storage (NAS)**.
- Isola modulare ad alta densità composta da armadi server HPC con relativi impianti di condizionamento di precisione a colonna, unità di distribuzione dell'alimentazione monitorate (PDU) di seguito indicato con il termine **Isola modulare ad alta densità per il sistema HPC**.

4.1. THIN NODES

I nodi di calcolo componenti il sistema HPC dovranno essere basati su piattaforme altamente integrate e idonee all'ottimizzazione degli spazi, della potenza elettrica assorbita e dissipata.

Il fattore di forma di tutti i nodi dovrà essere rack mount con scheda madre biprocessore con densità non superiore a 1RU/nodo.

L'alimentazione dovrà essere ridondata in modalità 1+1. La caduta di un alimentatore non deve determinare alcuna variazione delle prestazioni e/o della potenza di calcolo generata dai nodi contenuti nello chassis.

La capacità di calcolo max computazionale richiesta dal processore specifico fa riferimento alla theoretical peak performance (Rpeak). Si riferisce al valore in doppia precisione per operazioni in virgola mobile della CPU ed è calcolato in modo teorico tramite la seguente formula:

$$GFlops = ncores_{CPU} * Frequency * FLops \text{ per clock_cycle}$$

Tutti i nodi dovranno essere dotati di un board management controller (BMC) compatibile IPMI versione 2.0 o superiore e Redfish. Il BMC dovrà essere dotato di interfaccia di rete almeno 1Gbps Base-T dedicata.

Il BMC dovrà consentire almeno il monitoraggio delle ventole (se presenti), della temperatura dei processori e scheda madre, la gestione remota dell'alimentazione elettrica e la misura remota della potenza assorbita dal sistema.

Dovranno inoltre essere supportati:

- I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI;
- Funzionalità di virtual console & vMedia;
- Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni;
- Il protocollo Redfish (RESTful API);
- Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware;
- Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente;
- Funzionalità di rollback del Firmware;
- Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni;
- Funzionalità di Secure Default Password;
- Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE);

- Supporto Active Directory e autenticazione LDAP;
- Il protocollo SNMP v3;
- Funzionalità di IP Blocking;
- Funzionalità di TLS 1.2 communication.

4.1.1. CARATTERISTICHE DEI NODI DI CALCOLO "THIN"

Dovranno essere forniti un minimo di 8 nodi "Thin" configurati come descritto nel seguito.

Il singolo chassis del nodo dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- Backplane a dischi in grado di ospitare un minimo di 10 HDD/SSD 2.5" con connessione SAS. Costituirà elemento migliorativo (punteggio) la presenza di slot disco "ibridi" in grado quindi di ospitare anche dischi NVMe (almeno 8).
- Avere un'occupazione minore o uguale ad 1U per singolo nodo.
- Avere alimentatori in classe di efficienza energetica Titanium.
- Essere dotato di minimo 1 slot PCIe x16 Low Profile libero per future espansioni del sistema.

Ogni chassis dovrà inoltre essere dotato di apposito "Cable Management Arm" flessibile per agevolare le operazioni di servizio senza richiedere la rimozione della macchina dal rack in caso di intervento tecnico.

Inoltre, i nodi di calcolo "Thin" dovranno avere le caratteristiche minime descritte di seguito.

4.1.1.1. PROCESSORI

Per quanto riguarda i processori, i requisiti minimi che dovranno essere soddisfatti sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di 2 processori multi-core x86 a 64bit Intel Xeon Gold 6248 o superiore;
- Ogni processore dovrà avere un numero di core fisici maggiore o uguale a 20;
- Frequenza del processore $\geq 2,5$ GHz;
- Ogni processore dovrà avere almeno 27,5 MB di cache L3
- La theoretical peak performance del singolo nodo deve essere almeno di 3200 GFLOPS (processori di riferimento Intel Xeon Gold 6248 2.5GHz, 20C/40T).

4.1.1.2. MEMORIA

I requisiti relativi alla memoria sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere equipaggiato con almeno 192 GB di RAM;
- Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 2933 MHz;
- I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;
- I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali;
- Non sarà permesso combinare moduli di memoria con differente dimensione, tipo, velocità o fabbricante.
- Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CP.

4.1.1.3. STORAGE LOCALE

Considerato che al momento dell'implementazione lo storage locale dei nodi dovrà ospitare unicamente il sistema operativo, ciascun nodo dovrà essere dotato di:

- Backplane a disco in grado di ospitare almeno 10 HDD/SSD slot da 2,5";
- Costituirà elemento migliorativo (punteggio) la presenza di slot disco "ibridi" in grado quindi di ospitare anche dischi NVMe (almeno 8).
- Controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,50,6,60 e dotato di almeno 8GB cache;
- Nr 1 HDD da 1TB 7200rpm SAS
- Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al punto precedente) cadauno avente capacità minima pari a 240GB.

4.1.1.4. CONNETTIVITÀ DEI NODI "THIN" ALL'INFRASTRUTTURA CDCN-FI

Ciascun nodo dovrà essere dotato di:

- Almeno due porte 25GbE, per l'interconnessione alla Core Data Center Network le cui caratteristiche sono descritte al paragrafo 3.1. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.
- Almeno n. 1 scheda di rete per interfacciarsi alla rete Infiniband di interconnessione veloce intra cluster di ultima generazione disponibile.
- Almeno una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Cluster Management Network.

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori, **a pena di esclusione**, dei Nodi Thin.

Nodi Thin – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.FI.HPC.NT.1	Numero di nodi	8
R.FI.HPC.NT.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	≤ 1 nodo/RU
R.FI.HPC.NT.3	Chassis dotato di alimentatori aventi classe di efficienza energetica Titanium	Si
R.FI.HPC.NT.4	Numero Slot PCIe x16 Low-Profile liberi per futura espansione del sistema	1
Board Management Controller		
R.FI.HPC.NT.5	Interfaccia BMC con porta dedicata ad 1Gbps	Si
R.FI.HPC.NT.6	La BMC deve supportare almeno: <ul style="list-style-type: none"> - I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; - Funzionalità di virtual console & vMedia; - Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; - Il protocollo Redfish (RESTful API); - Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; - Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; - Funzionalità di rollback del Firmware; - Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: - Funzionalità di Secure Default Password; - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. 	Si
CPU		
R.FI.HPC.NT.7	Il nodo è dotato di N. 2 CPU da almeno 20c, 2.5GHz, 27,5MB cache L3	Si
R.FI.HPC.NT.8	La theoretical peak performance del singolo nodo deve essere almeno di 3200 GFLOPS (processori di riferimento Intel Xeon Gold 6248 2.5GHz, 20C/40T).	Si
Memoria		
R.FI.HPC.NT.9	Quantità di memoria RAM installata	192GB

R.FI.HPC.NT.10	Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 2933 MHz; I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;	Si
R.FI.HPC.NT.11	I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali	Si
R.FI.HPC.NT.12	Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU	Si
Storage		
R.FI.HPC.NT.13	Backplane a disco in grado di ospitare un minimo di 10 HDD/SSD 2.5" con connessione SAS.	Si
R.FI.HPC.NT.14	Nr 1 HDD da 1TB 7200rpm SAS. Controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,50,6,60 e dotato di almeno 8GB cache	Si
R.FI.HPC.NT.15	Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al requisito precedente) cadauno avente capacità minima pari a 240GB	Si
Connettività		
R.FI.HPC.NT.16	Due porte 25GbE SFP28. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.	Si
R.FI.HPC.NT.17	1 scheda di rete a 100Gbps con supporto del protocollo Infiniband EDR	Si
R.FI.HPC.NT.18	Una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MN).	Si

4.1.2. SOFTWARE THIN NODES

Il sistema operativo installato sui nodi di calcolo dovrà essere Red Hat Enterprise Linux a 64 bit nella sua ultima versione stabile. In particolare dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.FI.HPC.NT.SO.1	8	RH00559F3	Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Compute Node, SS (Physical or Virtual Node)

4.2. CORE DATA CENTER NETWORK (CDCN-FI)

Nei moderni data center, dal punto di vista del networking, risulta ormai superata la tradizionale architettura a tre livelli costituita dai livelli access, aggregation e core. Il motivo principale di ciò è da attribuire alla crescita del traffico di rete orizzontale (ovvero "east-west") all'interno del data center (server-server, server-storage, ecc.). Pertanto l'architettura di riferimento maggiormente in uso attualmente è quella denominata Clos-based (leaf-spine). Tale nuova architettura è stata progettata per minimizzare il numero di hops tra gli hosts. Questo design appiattisce la topologia fisica, garantisce un'elevata scalabilità e fornisce una latenza predicibile switch-to-switch, rimuovendo quasi del tutto il rischio di loop di rete.

Dovrà pertanto essere fornita una infrastruttura di switching ad alte prestazioni di classe data center, avente le seguenti caratteristiche HW minime:

- Architettura HW basata su chipset standard-silicon;
- Topologia fisica di tipo Spine-Leaf, con rapporto di over subscription non superiore a 3:1 e velocità di accesso alla rete pari ad almeno 25 Gbps;

- L'infrastruttura dovrà mettere a disposizione di un numero di porte sufficiente a garantire il collegamento in rete di tutti i nodi THIN e servizi di storage/management, di accesso di tipologia SFP28. Per il soddisfacimento del requisito, non sono ammesse eventuali porte oggetto di breakout (ad es porte a 100Gb splittate in più porte a 25Gbps);
- Velocità di interconnessione tra i layer spine e leaf non inferiore a 100 Gbps
- Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap, assenza di ulteriori single point of failure.
- Supporto ONIE per l'utilizzo di sistemi operativi alternativi linux-based;
- Supporto di Sistemi Operativi di Rete differenti da quelli sviluppati dal produttore degli apparati. L'utilizzo di S.O. diversi non deve inficiare il supporto HW degli apparati;
- Dimensione massima di ogni switch max 1 RU;
- Caratteristiche HW minime degli Switch di Accesso (Leaf):
 - Almeno 24 porte di accesso ad almeno 25Gbps con connettori SFP28;
 - Almeno 4 porte di uplink ciascuna a velocità di 100 Gbps QSFP28;
 - Switching capacity minima 3,6 Tbps, non blocking;
 - Gli switch dovranno essere completi di ottiche 10 e 25Gb SR in rapporto di 3:1. Per l'interconnessione dei soli nodi oggetto della presente fornitura sarà ammesso l'uso di cavi DAC in rame esclusivamente per le connessioni all'interno dello stesso rack.
- Caratteristiche HW minime degli Switch di Core (Spine):
 - Almeno 24 porte 100Gbps QSFP28 con supporto delle velocità 10/25/40/100 Gbps o superiori;
 - Forwarding capacity minima: 4400 Mpps (Full Duplex, packet size >350bytes);
 - Switching capacity minima 6,4 Tbps, non blocking.
 - Gli switch dovranno essere completi di ottiche 10GbSR per l'interconnessione alla rete CNR.

Per il CDCN-FI il Sistema Operativo di Rete degli switch dei layer spine e leaf dovrà essere lo stesso e allineato alla stessa versione.

Le connessioni tra gli switch spine e leaf dovranno essere effettuate mediante cavi in fibra ottica. Fanno parte della fornitura le eventuali ottiche e cavi necessari per realizzare tutte le interconnessioni tra spine e leaf e verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura, compresa l'interconnessione agli apparati di frontiera (firewall/router/switch). In particolare, la rete CDCN-FI dovrà prevedere due collegamenti di Uplink Ethernet a 10GbSR per il collegamento del sistema HPC al firewall di frontiera verso la rete Internet.

La fornitura dell'infrastruttura CDCN-FI dovrà comprendere le eventuali ottiche e cavi necessari per il cablaggio verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura, compresa l'interconnessione agli apparati di frontiera con il firewall e dovranno essere descritte tutte le attività necessarie alla realizzazione ed implementazione (VLAN, configurazioni, etc.). Dovrà pertanto essere fornita una infrastruttura di switching ad alte prestazioni di classe data center, avente le caratteristiche HW minime riportate in tabella.

Infrastruttura CDCN-FI – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.CDCN-FI.1	L'infrastruttura CDCN-FI deve essere basata su topologia Clos-based	SI
R.CDCN-FI.2	L'architettura di connettività proposta deve implementare una fabric IP-Ethernet basata su protocolli standard ed open che deve apparire e comportarsi verso il mondo esterno come un unico sistema logico (Virtual Fabric). Deve essere pertanto possibile gestire, configurare, e automatizzare l'intera fabric come un singolo sistema logico	SI
R.CDCN-FI.3	La componente software che implementa le funzionalità richieste deve essere eseguita direttamente all'interno degli switch fisici, senza necessità di ricorrere a controller o altre entità esterne. L'insieme degli switch fisici richiesti dal presente Capitolato Tecnico e della componente software relativa all'implementazione delle funzionalità richieste deve pertanto essere autoconsistente	Si
R.CDCN-FI.4	Deve essere possibile implementare la fabric su qualsiasi topologia fisica sottostante ed indipendentemente dall'interconnessione attraverso altri dispositivi non dello stesso vendor, senza la necessità che i sistemi siano adiacenti	Si

R.CDCN-FI.5	La fabric deve poter essere configurata come una singola entità, ed ogni switch appartenente alla fabric dovrà poter sincronizzare il suo provisioning state in maniera autonoma, con la possibilità di effettuare rollback a stati precedenti.	1
R.CDCN-FI.6	La Fabric deve poter essere gestita mediante CLI e RESTful API. La gestione mediante CLI/API deve supportare l'utilizzo dei più comuni tool di automazione, come ad es. Ansible o Python.	Si
R.CDCN-FI.7	La fabric deve supportare meccanismi di: <ul style="list-style-type: none"> - Broadcast suppression; - Conversational forwarding; - ARP/ND Optimization (possibilità di effettuare proxy ARP se l'informazione è già presente nel DB interno); - Anycast Gateway (possibilità per gli endpoint di utilizzare lo stesso virtual MAC/Indirizzo IP su tutti i first-hop switch) sia per endpoints IPV4 che IPV6. Le subnet interessate da funzionalità di anycast gateway dovranno poter essere configurate come un singolo oggetto atomico fabric-wide. Il numero di istanze VRF con capacità di anycast gateway dovrà essere pari almeno a 1000. - Multicast routing con trasporto VXLAN attivabile per ciascuna istanza VRF, interoperabile con ricevitori IGMPv2 IGMPv3 e MLD - Possibilità di utilizzare lo stesso VLAN ID in domini distinti sullo stesso switch - Possibilità di associare VLAN ID differenti allo stesso dominio - Interoperabilità con Q-in-Q con possibilità di trasporto VxLAN Le ottimizzazioni di forwarding sopra menzionate devono essere disponibili almeno con riferimento alle seguenti operazioni: bridging, routing, extended bridging (su VxLAN tunnels) ed extended routing (su VxLAN tunnels).	Si
R.CDCN-FI.8	La fabric deve essere in grado di aggregare link tra due switch mediante meccanismi di Layer2 Multi-pathing e multi chassis/virtual chassis LAG. Tutti gli switch nella fabric dovranno potersi scambiare informazioni topologiche relative ai device adiacenti e dovranno implementare uno shared endpoint database.	Si
R.CDCN-FI.9	La fabric dovrà supportare meccanismi avanzati di classificazione del traffico e di QoS e la capacità di regolare il traffico sia a livello di flusso che di porta fisica. Dovrà essere possibile la tracciatura di qualsiasi flusso di traffico al fine di poter effettuare troubleshooting.	Si
R.CDCN-FI.10	La fabric può organizzare la rete fisica in più reti logiche (Virtual Networks o Tenant) distinte, ognuna dotata delle proprie risorse, servizi di rete e politiche QoS. Ogni Tenant può avere un singolo punto di management dedicato. Il Fabric Administrator può assegnare l'ownership di ogni singolo tenant ad un amministratore distinto e dotato di credenziali separate, il quale potrà provvedere in autonomia alla gestione e configurazione del Tenant. Ogni Tenant ha sia data plane che control plane isolati e separati.	Si
R.CDCN-FI.11	L'architettura HW deve essere basata su chipset standard-silicon	Si
R.CDCN-FI.12	La topologia fisica della rete è di tipo Spine-Leaf, con rapporto di over subscription non superiore a 3:1 e velocità di accesso alla rete pari ad almeno 25 Gbps;	Si
R.CDCN-FI.13	La velocità di interconnessione tra i layer spine e leaf non deve essere inferiore a 100 Gbps	Si
R.CDCN-FI.14	Gli switch devono essere dotati di alimentatori e ventole ridondati e hot-swap, non devono essere presenti ulteriori single point of failure.	Si
R.CDCN-FI.15	Gli switch devono supportare ONIE per l'utilizzo di sistemi operativi alternativi linux-based;	Si
R.CDCN-FI.16	Gli switch devono supportare Sistemi Operativi di Rete differenti da quelli sviluppati dal produttore degli apparati. L'utilizzo di S.O. diversi non deve inficiare il supporto HW degli apparati;	Si
R.CDCN-FI.17	La dimensione fisica massima di ogni switch deve essere di 1RU	Si
R.CDCN-FI.18	Gli switch di Accesso (Leaf) devono essere dotati delle seguenti caratteristiche: <ul style="list-style-type: none"> o Almeno 24 porte di accesso ad almeno 25Gbps con connettori SFP28; 	Si

	<ul style="list-style-type: none"> Almeno 4 porte di uplink ciascuna a velocità di almeno 100 Gbps QSFP28; Switching capacity minima 3,6 Tbps, non blocking; Gli switch devono essere completi di ottiche 10 e 25Gb SR in rapporto di 3:1. <p>Per l'interconnessione dei soli nodi oggetto della presente fornitura saranno usati cavi DAC in rame esclusivamente per le connessioni all'interno dello stesso rack.</p>	
R.CDCN-FI.19	<p>Gli switch di Core (Spine) devono essere dotati delle seguenti caratteristiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> Almeno 24 porte 100Gbps QSFP28 con supporto delle velocità 10/25/40/100 Gbps o superiore; Forwarding capacity minima: 4400 Mpps (Full Duplex, packet size >350bytes); Switching capacity minima 6,4 Tbps, non blocking. Gli switch dovranno essere completi di ottiche 40GbSR per l'interconnessione ai sistemi CI. 	Si
R.CDCN-FI.20	Le connessioni tra gli switch spine e leaf devono essere effettuate mediante cavi in fibra ottica. Fanno parte della fornitura le eventuali ottiche e cavi necessari per realizzare tutte le interconnessioni tra spine e leaf e verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura	Si
R.CDCN-FI.21	L'infrastruttura dovrà mettere a disposizione un numero di porte sufficiente a garantire il collegamento in rete di tutti i nodi THIN, del servizio di storage/management dell'infrastruttura HPC di accesso di tipologia SFP28	Si
R.CDCN-FI.22	il Sistema Operativo di Rete degli switch dei layer spine e leaf dovrà essere lo stesso e allineato alla stessa versione.	Si

4.2.1. NODI PER I SERVIZI DNS, NTP E SMTP DI SUPPORTO AL SISTEMA HPC.

Di seguito sono riportati i requisiti minimi dei nodi fisici dedicati per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al sistema HPC.

Nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al DC-FI		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.FI.NET.1	Numero di nodi	3
R.FI.NET.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	≤ 1 nodo/RU
R.FI.NET.3	Chassis dotato di alimentatori aventi classe di efficienza energetica Platinum	Si
R.FI.NET.4	Numero Slot PCIe x16 Low-Profile liberi per futura espansione del sistema	1
Board Management Controller		
R.FI.NET.5	Interfaccia BMC con porta dedicata ad 1Gbps	Si
R.FI.NET.6	<p>La BMC deve supportare almeno:</p> <ul style="list-style-type: none"> I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; Funzionalità di virtual console & vMedia; Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; Il protocollo Redfish (RESTful API); Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; Funzionalità di rollback del Firmware; Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: Funzionalità di Secure Default Password; Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; 	Si

	<ul style="list-style-type: none"> - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. - Funzionalità di telemetria dei parametri di funzionamento 	
CPU		
R.FI.NET.7	Il nodo è dotato di N. 1 CPU Intel® Xeon® E-2224 3.4GHz, 8M cache, 4C/4T	Si
Memoria		
R.FI.NET.8	Quantità di memoria RAM installata	32GB
R.FI.NET.9	Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 2666 MHz; I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;	Si
R.FI.NET.10	I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali	Si
R.FI.NET.11	Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU	Si
Storage		
R.FI.NET.12	Nr 2 HDD da 1,2TB 10krpm SAS. Controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,6 e dotato di almeno 4GB cache. I dischi utilizzati devono essere Hot-Swap	Si
R.FI.NET.13	Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al requisito precedente) cadauno avente capacità minima pari a 480Gb. I dischi SSD utilizzati devono essere Hot-Swap	Si
Connettività		
R.FI.NET.14	Due porte 25GbE SFP28. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.	Si
R.FI.NET.15	Una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MN).	Si

4.2.2. SOFTWARE NODI PER I SERVIZI DNS, DHCP, IPAM E NTP DI SUPPORTO AL SISTEMA HPC

Per i nodi di servizio dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.FI.NET.SO.1	2	SDS-270-DDI-3YS-GM	3 Year Period Subscription for EfficientIP - SOLIDserver 270 software appliance DNS-DHCP-IPAM Services - 24/7 support services
R.FI.NET.SO.2	2 Giorni	PSD-CLT	EfficientIP - Professional Services - Time & Material Engagement (Use or Lose) for Expertise/Consulting (Daily cost) - Statement of Work Required

4.3. INFRASTRUTTURA DI RETE PER L'INTERCONNESSIONE VELOCE E A BASSA LATENZA

Al fine di interconnettere tutti i nodi del sistema HPC, si richiede la fornitura di tutti i necessari componenti hardware e software per la realizzazione di una rete veloce e a bassa latenza basata su protocollo Infiniband almeno EDR a 100Gbps, con un rapporto di over-subscription non superiore a 2:1.

Per la realizzazione di tale rete, le interfacce di rete, gli apparati di switching ed i cavi dovranno essere dello stesso produttore e certificati per il mutuo utilizzo.

Sistema di interconnessione veloce e a bassa latenza – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.FI.HPC.EDR.1	Fornitura di tutti i necessari componenti hardware e software per la realizzazione di una rete veloce e a bassa latenza basata su protocollo Infiniband almeno EDR a 100Gbps, con un rapporto di over-subscription non superiore a 2:1.	SI

4.4. MANAGEMENT NETWORK (MN)

Al fine di rendere possibile il management di tutti i dispositivi oggetto del seguente capitolato, si richiede la fornitura di una rete di management Out-Of-Band (switches). Tale rete interconnetterà tutte le BMC (Baseboard Management Controller) e le interfacce di management dei sistemi HW in fornitura e dovrà essere logicamente ed elettricamente disgiunta dalla rete di produzione CDCN.

La tipologia di rete richiesta è Ethernet con velocità di accesso di almeno 1Gbps e dovrà mettere a disposizione un numero di porte tale da interconnettere con almeno 1 link fisico ogni componente della fornitura dotato di BMC o altro sistema di management integrato, ed eventualmente un numero di porte di uplink/mutua interconnessione aventi velocità minima 10Gbps.

La fornitura dell'infrastruttura MN dovrà comprendere le eventuali ottiche e cavi necessari per il cablaggio verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura aventi sistemi BMC e dovranno essere descritte tutte le attività necessarie alla realizzazione ed implementazione (VLAN, configurazioni, etc.).

Switch Management Network – Requisiti Minimali Obbligatori		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.FI.MN.1	Architettura HW basata su chipset standard-silicon	SI
R.FI.MN.2	Velocità di accesso alla rete MN Ethernet pari ad almeno 1 Gbps	SI
R.FI.MN.3	La rete MN dovrà mettere a disposizione un numero di porte tale da interconnettere con almeno 1 link fisico ogni componente della fornitura dotato di BMC o altro sistema di management integrato, ed un opportuno numero di porte di uplink/mutua interconnessione aventi velocità minima 10Gbps	SI
R.FI.MN.4	Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap, assenza di ulteriori single point of failure.	SI
R.FI.MN.5	Dimensione massima di ogni switch max 1 RU	1

4.5. SERVICE NODES

Il sistema dovrà essere dotato di 4 nodi di servizio (Service Nodes), configurati come meglio descritto nel seguito.

I quattro nodi di servizio saranno utilizzati per formare un cluster di virtualizzazione basato sulla piattaforma VMware.

I nodi di servizio dovranno avere la seguente configurazione:

- Storage locale:
 - Ciascun nodo dovrà essere dotato di slot backplane in grado di ospitare almeno 20 unità NVMe e un totale di 28 unità da 2,5" o 16 unità da 3,5".
 - Ciascun nodo dovrà essere dotato di controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,6 e dotato di almeno 4GB cache e di nr. 6 HDD 10000rpm SAS oppure NVMe in configurazione RAID 1 cadauno avente capacità minima pari a 4TB; I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al punto precedente) cadauno avente capacità minima pari a 480Gb. I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap
- Quantità di memoria minima installata a bordo pari a 256 GB.

4.5.1. PROCESSORI

Per quanto riguarda i processori, i requisiti minimi che dovranno essere soddisfatti sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di 2 processori multi-core Intel Gold;
- Ogni processore dovrà avere un numero di core fisici di 28 **(MAX 32 valore massimo ammissibile)**;
- La frequenza del processore dovrà essere ≥ 2 GHz;
- Ogni processore dovrà avere almeno 128 MB di cache L3

4.5.2. MEMORIA

I requisiti relative alla memoria sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 3200 MHz;
- I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;
- I canali di memoria delle CPU dovranno essere popolati interamente ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali;
- Non sarà permesso combinare moduli di memoria con differente dimensione, tipo, velocità o fabbricante.
- Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU.

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori dei 4 nodi di servizio (Service Nodes).

Nodi di Servizio (MNG-Nodes) – Requisiti Minimali Obbligatori		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.FI.MNG.NODES.1	Numero di nodi	4
R.FI.MNG.NODES.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	≤ 2 nodo/RU
R.FI.MNG.NODES.3	Chassis dotato di alimentatori aventi classe di efficienza energetica Platinum+	Si
R.FI.MNG.NODES.4	Numero Slot PCIe x16 Low-Profile liberi per futura espansione del sistema	1
Board Management Controller		
R.FI.MNG.NODES.5	Interfaccia BMC con porta dedicata ad 1Gbps	Si
R.FI.MNG.NODE.6	La BMC deve supportare almeno: <ul style="list-style-type: none">- I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI;- Funzionalità di virtual console & vMedia;- Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni;- Il protocollo Redfish (RESTful API);- Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware;- Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente;- Funzionalità di rollback del Firmware;- Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni:- Funzionalità di Secure Default Password;- Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE);- Supporto Active Directory e autenticazione LDAP;	Si

	<ul style="list-style-type: none"> - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. - Funzionalità di telemetria dei parametri di funzionamento 	
CPU		
R.FI.MNG.NODES.7	Il nodo è dotato di N. 2 CPU Intel Xeon Gold, min 28c (max 32c), 128MB cache L3	Si
Memoria		
R.FI.MNG.NODES.8	Quantità di memoria RAM installata sui 3 nodi	256GB
R.FI.MNG.NODES.9	Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 3200 MHz; I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;	Si
R.FI.MNG.NODES.10	I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali	Si
R.FI.MNG.NODES.11	Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU	Si
Storage		
R.FI.MNG.NODES.12	Backplane a disco in grado di ospitare un minimo di 10 HDD/SSD 2.5" con connessione SAS.	Si
R.FI.MNG.NODES.13	Nr 6 SSD da 1.92TB e Nr 2 SSD Mixed Use SAS (o superiore) da minimo 800 GB. Controller RAID o HBA con funzionalità di pass-through. I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap. Tutti i componenti dovranno essere certificati per VMware vSAN.	Si
R.FI.MNG.NODES.14	Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al requisito precedente) cadauno avente capacità minima pari a 240GB.	Si
Connettività Cluster Network e Management Network		
R.FI.MNG.NODES.15	Quattro porte 25GbE SFP28. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.	Si
R.FI.MNG.NODES.16	Una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MN).	Si
R.FI.MNG.NODES.17	1 scheda di rete a 100Gbps con supporto del protocollo Infiniband EDR	Si

4.5.3. SOFTWARE NODI DI SERVIZIO

Per la realizzazione del cluster VMware dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	SKU	Descrizione	Quantità
R.FI.MNG.HP.1	VS7-EPL-A	Academic VMware vSphere 7 Enterprise Plus for 1 processor	2

R.FI.MNG.HP.2	VS7-EPL-3P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vSphere 7 Enterprise Plus for 1 processor for 3 years	2
R.FI.MNG.HP.3	VS7-EPL-6AK-A	Academic VMware vSphere 7 Enterprise Plus Acceleration Kit for 6 processors	1
R.FI.MNG.HP.4	VS7-EPL-6AK-3P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vSphere 7 Enterprise Plus Acceleration Kit for 6 processors for 3 years	1
R.FI.MNG.HP.5	ST7-ADV-A	Academic VMware vSAN 7 Advanced for 1 processor	8
R.FI.MNG.HP.6	ST7-ADV-3P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vSAN 7 Advanced for 1 processor for 3 years	8

Nel cluster VMware vSphere saranno presenti almeno i seguenti 4 nodi virtuali: 2 nodi virtuali di Front-End del sistema HPC (Login) e 2 nodi virtuali di management del sistema HPC (Management nodes). Il sistema operativo installato su questi 4 nodi virtuali dovrà essere Red Hat Enterprise Linux a 64 bit (Virtual Nodes) nella sua ultima versione stabile. In particolare dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.FI.MNG.SO.1	2	RH00004F3	Red Hat Enterprise Linux Server, Standard (Physical or Virtual Nodes)
R.FI.MNG.SO.2	2	RH00557F3	Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Head Node with Smart Management, Premium (Physical or Virtual Nodes)

Nel cluster VMware dovranno essere presenti uno o più nodi virtuali Linux (Debian o Ubuntu Server) per la realizzazione dei servizi essenziali per il funzionamento del cluster HPC.

Sui nodi di Front-End del sistema HPC, dovranno essere installati gli strumenti Open Source per lo sviluppo e il debugging dei codici di calcolo ed in particolare i seguenti stack software:

- Stack completo compilatori GNU (C, C++, gfortran, python, etc...);

Per l'implementazione delle funzionalità di Scheduling e Resource Management dovrà essere impiegato il software PBS Professional Open Source (<http://www.pbspro.org/>) o altro equivalente Open Source in grado di garantire:

- La sottomissione di job seriali/paralleli e la gestione dell'allocazione delle risorse.
- Massima efficienza e produttività nella gestione dei job utente;
- Ottimizzazione statica e dinamica dell'allocazione delle risorse;
- Definizione e gestione di un sistema di code;
- Gestione delle priorità dei job;
- Possibilità di sospendere i job;

- Possibilità di implementare differenti policy di scheduling;
- Possibilità di garantire priorità a classi di job e/o utenti;
- Consentire l'implementazione di workflow complessi di job (catene operative);
- Staging intelligente dei dati di input;
- Analisi statistica dell'utilizzo delle risorse (accounting su base temporale arbitraria per gruppi, utenti e progetti ed altro).

Per l'installazione e la messa in opera del cluster dovrà essere utilizzato un software Open Source in grado di gestire il provisioning, il monitoraggio, la gestione del cluster e garantire la continua operatività del cluster fornendo soluzioni di recovery e deploy dei nodi del cluster.

L'autenticazione degli utenti sui nodi di Front-End del sistema HPC (Login Nodes) dovrà essere gestita utilizzando il sistema di Identity Management di RedHat (<https://access.redhat.com/products/identity-management>) presente sui 2 nodi virtuali di management, interfacciato con un sistema di directory LDAP. Dovrà essere possibile abilitare meccanismi di Single sign-on (SSO) per l'accesso alle risorse di storage Tier1 e Tier2 qualora richiesto.

4.6. SISTEMA DI STORAGE/CLUSTER FILE SYSTEM (CFS)

Il sistema di calcolo HPC dovrà essere dotato di un sistema di storage ad alte prestazioni (CFS) dedicato, composto dall'integrazione di una infrastruttura HW con la soluzione software di Cluster File System basata sul **Cluster File System BeeGFS**.

Lo spazio disco utile fornito da tale sistema sarà utilizzato unicamente come "spazio di lavoro" (scratch file system) per memorizzare temporaneamente i risultati delle elaborazioni numeriche che saranno eseguite sul sistema HPC.

Per tale motivo, il sistema CFS dovrà garantire elevate prestazioni in termini di I/O anche in presenza di un elevato numero di richieste concorrenti.

Il sistema di storage CFS dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- Capacità utile complessiva pari ad almeno **720 TeraByte**;
- Performance aggregate di I/O sul file system pari ad almeno 10 GByte/sec sia in lettura che scrittura sequenziale, su file aventi dimensione aggregata pari ad almeno 3 volte la somma delle memorie RAM dei nodi componenti l'infrastruttura CFS.
- Interconnessione alla rete a bassa latenza e alla rete del CDCN-FI.

Inoltre, a **livello hardware**, il sistema di storage CFS dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- Possibilità di espandere il sistema in termini di scalabilità verticale od orizzontale;
- Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap
- Gestione dei dischi guasti con sistema a doppia sicurezza di tipo "hot spare" e/o "distributed spare" ed in ogni caso con sostituzioni a caldo;
- L'area storage per i metadati dovrà essere implementata utilizzando dischi SSD opportunamente raggruppati;
- Tutti dispositivi forniti, inclusi gli hard-disk, dovranno essere di tipo "enterprise", ovvero certificati per l'uso H24;
- I sottosistemi o controller storage dovranno avere funzionalità in grado di garantire l'assoluta consistenza dei dati in caso di fault come, ad esempio, il "destaging" dei dati presenti in cache prima dello spegnimento in caso di assenza di alimentazione elettrica;
- Gli apparati dovranno avere funzionalità di auto-diagnosi o essere interconnessi ad un sistema di rilevamento dei fault, al fine di informare tempestivamente gli amministratori del sistema di eventuali guasti.

Infine, a **livello software**, il sistema di storage CFS proposto dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- Dovrà essere implementata la componente di management su di un nodo separato (a tale scopo potrà essere utilizzato uno dei Nodi di Servizio)
- Prestazioni elevate, parallelizzazione degli accessi e bilanciamento del carico sia a livello dei dati che dei metadati;
- Compatibilità, a livello di file system, allo standard POSIX ed ai linux kernel;
- Esecuzione nello user space del S.O. e non nel kernel space.

La soluzione offerta deve comprendere altresì tutte le componenti software e licenze, necessarie a garantire la messa in esercizio e il funzionamento dello spazio disco di lavoro del sistema di calcolo HTC, nel rispetto delle funzionalità e dei requisiti minimi sopra descritti.

Il sistema operativo dei nodi di servizio del sistema di storage CFS dovrà essere Red Hat Enterprise Linux Server, Standard (Physical or Virtual Nodes - RH00004F3).

La soluzione software offerta deve essere inclusiva del supporto ufficiale del produttore/manutentore del software BeeGFS. **Non è ammesso fornire soluzioni con supporto di tipo community o più in generale non commerciale.**

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori del Sistema CFS.

Sistema CFS – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.FI.CFS.1	Capacità minima utile	720 Terabyte
R.FI.CFS.2	Performance aggregate di I/O sul file system sia in lettura che scrittura sequenziale, su file aventi dimensione aggregata pari ad almeno 3 volte la somma delle memorie RAM dei nodi componenti l'infrastruttura CFS.	10 GBps
R.FI.CFS.3	Soluzione basata su Cluster File System BeeGFS	Si
R.FI.CFS.4	L'area storage per i metadati dovrà essere implementata utilizzando dischi SSD opportunamente raggruppati	Si
R.FI.CFS.5	La soluzione si interconnette alla rete a bassa latenza e alla rete del CDCN-FI.	Si
R.FI.CFS.6	La BMC dei nodi componenti il sistema deve supportare almeno: <ul style="list-style-type: none"> - I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; - Funzionalità di virtual console & vMedia; - Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; - Il protocollo Redfish (RESTful API); - Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; - Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; - Funzionalità di rollback del Firmware; - Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni; - Funzionalità di Secure Default Password; - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. 	Si
Scalabilità		
R.FI.CFS.7	Possibilità di espandere il sistema in termini di scalabilità verticale od orizzontale	Si
Resilienza		
R.FI.CFS.8	Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap	Si
R.FI.CFS.9	Gestione dei dischi guasti con sistema a doppia sicurezza di tipo "hot spare" e/o "distributed spare" ed in ogni caso con sostituzioni a caldo	Si
R.FI.CFS.10	I sottosistemi o controller storage dovranno avere funzionalità in grado di garantire l'assoluta consistenza dei dati in caso di fault come, ad esempio, il "destaging" dei dati presenti in cache prima dello spegnimento in caso di assenza di alimentazione elettrica;	Si
R.FI.CFS.11	Tutti dispositivi forniti, inclusi gli hard-disk, dovranno essere di tipo "enterprise", ovvero certificati per l'uso H24	Si
Funzionalità Software		

R.FI.CFS.12	La componente di Management è implementata su di un nodo separato	Si
R.FI.CFS.13	Parallelizzazione degli accessi e bilanciamento del carico sia a livello dei dati che dei metadati;	Si
R.FI.CFS.14	Compatibilità, a livello di file system, allo standard POSIX ed ai Linux kernel	Si
R.FI.CFS.15	Esecuzione delle componenti software nello user space del S.O. e non nel kernel space	Si
R.FI.CFS.16	La soluzione software offerta deve essere inclusiva del supporto ufficiale del produttore/manutentore del software BeeGFS	Si
R.FI.CFS.17	Il sistema operativo dei nodi di servizio del sistema di storage CFS dovrà essere Red Hat Enterprise Linux Server, Standard (Physical or Virtual Nodes - RH00004F3)	Si

4.7. NETWORK ATTACHED STORAGE (NAS)

Il sistema NAS dovrà poter operare in piena autonomia senza richiedere nessuna risorsa esterna con la sola eccezione dei collegamenti di rete dati e dell'alimentazione elettrica. La proposta dovrà essere composta da una soluzione a singolo Tier di archiviazione, che conterrà i dati storici del progetto. La soluzione dovrà essere di tipo NAS Scale-Out composta da nodi interconnessi tra loro. Non saranno pertanto considerate accettabili soluzioni basate su servizi cloud, sia pubblici che ibridi. Il sistema dovrà comprendere tutte le componenti necessarie all'erogazione dei servizi NAS richiesti. Non saranno accettate soluzioni erogate sotto forma di IAAS, PAAS, hosting, housing o più in generale qualsiasi altra tipologia di acquisto o contratto che preveda la fornitura sotto forma di servizio a canone. Dovranno essere inoltre forniti, quale parte integrante dell'offerta, i servizi professionali necessari ad una corretta posa, installazione, configurazione di base e "messa in produzione" del sistema. La soluzione offerta dovrà comprendere di sistema di doppia distribuzione di corrente in grado ricevere alimentazione da due linee distinte. Ogni linea di distribuzione dovrà essere progettata per sostenere da sola tutto il carico di potenza necessario a mantenere il sistema in piena efficienza operativa. Il sistema proposto dovrà essere una soluzione per la gestione di dati non strutturati ad accesso file level mediante servizi erogati attraverso rete ethernet su protocolli IP e con caratteristiche tali da essere classificabile sotto la denominazione di sistema Network Attached Storage. Dovranno essere erogabili tutti i protocolli principali tipici delle soluzioni NAS e object, dovranno poter essere gestiti contemporaneamente anche nuovi e innovativi ambienti applicativi.

Il sistema proposto dovrà essere privo qualsiasi elemento che possa essere considerato un "Single Point of Failure" (SPOF) e garantire quindi la piena operatività delle sue funzioni, anche se con un minimo degrado delle sue prestazioni, anche in caso di guasto o parziale malfunzionamento di una delle sue componenti. Il sistema dovrà essere dotato di un completo sottosistema (hardware e software) in grado di determinare eventuali malfunzionamenti di una delle sue componenti e segnalare tale malfunzionamento in modo tale da consentire un rapido intervento in grado di diagnosticare e risolvere il problema verificatosi. Ogni elemento guasto dovrà poter essere sostituito a caldo senza la necessità di interrompere, anche per breve periodo, il funzionamento di altri componenti del sistema per eseguire la sostituzione necessaria. Sarà tuttavia considerata accettabile una soluzione dove sia esplicitamente indicata la necessità di un fermo parziale di una parte del sistema per operare alcune tipologie di manutenzione, in tal caso però il sistema dovrà essere progettato in modo tale da mantenere ogni livello di funzione, uguale ai livelli di piena operatività, durante tutto il periodo di fermo necessario all'attività di manutenzione. Il sottosistema software della soluzione offerta dovrà poter essere aggiornato o modificato senza eseguire alcun fermo dei servizi erogati in una modalità definibile "a caldo". Qualora la soluzione proposta sia costituita da un insieme di nodi indipendenti operanti in una logica di intelligenza distribuita è ammessa la possibilità che l'operazione di upgrade software debba comportare il riavvio di un singolo nodo per volta durante la fase di aggiornamento, questo però non dovrà in alcun modo inficiare il livello di servizio erogabile in fase di piena operatività. Il sottosistema hardware oltre alla già evidenziata assenza di SPOF dovrà poter essere upgradato senza dover alterare la piena operatività dei servizi erogati dal sistema; operazioni quali l'incremento o la riduzione dello spazio storage e della capacità elaborativa, l'aggiunta di nuove funzionalità o licenze, o la modifica del livello di protezione dei dati del sottosistema dovranno poter essere eseguite a caldo senza che questo comporti la riduzione anche temporanea delle funzionalità o le performance del sistema.

Qualora la soluzione proposta sia costituita da un insieme di nodi indipendenti, dovrà essere possibile aggiungere un nuovo nodo al sistema in modo "non distruttivo", senza cioè alterare in alcun modo lo stato del sistema in esercizio, e l'architettura dovrà prevedere la possibilità di integrare tale nodo all'interno dell'insieme preesistente ridistribuendo, in modo del tutto automatico o pilotabile mediante specifiche policy, i dati, i servizi ed il carico di lavoro su tutti i nodi compreso il nuovo appena aggiunto.

4.7.1. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE RICHIESTA

Il sistema dovrà avere la caratteristica strutturale di essere modulare, a scalabilità lineare su tutte le sue principali componenti. Dovrà essere possibile aumentare le capacità computazionali, di memoria cache e di throughput dell'I/O di front-end in modo lineare all'aumento della capacità di archiviazione del sistema stesso. E' considerata una soluzione preferibile, e valutata in conseguenza, la proposizione di un sistema costituito da un insieme di nodi, paritetici e indipendenti, che operano in una struttura di intelligenza distribuita che ripartisca il carico di lavoro (servizi, sessioni, I/O, dati, carico computazionale) su tutti i nodi del sistema o, mediante policy configurabili e modificabili a caldo, su un loro sottoinsieme. La soluzione dovrà prevedere la possibilità di integrare componenti hardware di generazioni differenti mantenendo una piena compatibilità con il resto del sistema. Eventuali refresh tecnologici che si rendessero necessari per l'incremento della richiesta di prestazioni o di nuove funzionalità del sistema dovrà avvenire in modo del tutto trasparente, senza fermi o disservizi e senza la necessità di una procedura di migrazione manuale dei dati. Il sistema dovrà poter prevedere la possibilità di integrare al suo interno componenti di caratteristiche e prestazioni differenti: dovrà essere possibile utilizzare dischi di tipologie, prestazioni e dimensioni differenti, componenti di I/O di front-end con prestazioni differenziate, CPU o cache memory di tipologia differenziata. Tutte queste componenti, sebbene diverse per caratteristiche dovranno poter essere completamente integrate tra loro in da apparire dal punto di vista logico alle applicazioni o all'utenza come una sola componente atomica.

Pur nel rispetto della caratteristica di atomicità sopra descritta, il sistema dovrà prevedere la possibilità di suddividere in modo granulare le sue risorse e le sue componenti in modo da poter creare dei sottosistemi specifici con caratteristiche diverse tra loro e dedicati, secondo le necessità, a compiti e servizi puntuali. Viene lasciata piena libertà sulle modalità con la quale il sistema rende disponibile questo tipo di suddivisione delle risorse interne pur nel rispetto dei seguenti vincoli di base:

- Esecuzione a caldo della suddivisione
- Configurazione dinamica e modificabile nel corso del tempo secondo le necessità
- Migrazione automatica dei dati in funzione della configurazione di suddivisione applicata
- Possibilità di definire specifici servizi erogabili solo da una specifica partizione del sistema

Global Name Space

Il sistema dovrà prevedere la possibilità di poter organizzare i dati contenuti in modo che logicamente siano visti dalle applicazioni come un unico File System. Tale modalità di presentazione logica del dato dovrà rendere del tutto invisibile all'utente la reale collocazione del dato all'interno del sistema; eventuali upgrade del sistema non dovranno in alcun modo alterare questa rappresentazione logica del dato: il nuovo spazio a disposizione dovrà essere integrato all'interno dell'unico File System e la redistribuzione fisica dei dati all'interno delle nuove risorse del sistema non dovrà in alcun modo alterare la collocazione logica del dato all'interno dello stesso.

Dal punto di vista delle funzionalità è richiesto che il singolo File System sia in grado di indirizzare fino ad almeno 50 PetaByte di capacità lorda.

Funzionalità di bilanciamento

Il sistema dovrà poter supportare un set di funzionalità in grado di bilanciare in modo automatico e dinamico il carico di lavoro in modo da ridistribuirlo su tutti i suoi componenti così da sfruttare in modo completo le risorse a disposizione. E' richiesto che tale bilanciamento avvenga in modo del tutto trasparente alle applicazioni senza la necessità di modifiche alcune alle applicazioni client che utilizzano le risorse del sistema. Il bilanciamento dovrà essere disponibile su tutti i protocolli di comunicazione front-end messi a disposizione dal sistema senza nessuna eccezione. E' consentito lo sfruttamento di tecniche quali il DNS delegation, il floating IP o mac address, multicast o protocol redirection.

In caso di indisponibilità improvvisa di una delle risorse il sistema di bilanciamento dovrà inoltre garantire l'immediata redistribuzione delle sessioni di lavoro sulle risorse rimaste disponibili riadattando la distribuzione del carico di lavoro alla nuova configurazione del sistema.

Autotiering

Il sistema deve implementare nativamente un meccanismo di automatic tiering verticale su base policy che permette di spostare a caldo ogni singolo file presente nel File System da una tipologia di dischi ad un'altra, in modo da ottimizzare le performance erogate. Tale spostamento non dovrà comportare modifiche nella struttura del File System o nell'accesso allo stesso.

Management unificato



Il sistema, anche se a logica distribuita, dovrà prevedere un unico punto di gestione: tale sistema di gestione dovrà essere accessibile sempre con le medesime modalità e caratteristiche a prescindere dalla disponibilità delle risorse del sistema (la caduta di uno o più componenti del sistema non dovrà inficiare l'accesso al sistema di management o una variazione alle sue modalità di accesso). Dal management unificato dovranno essere gestibili tutte le caratteristiche e le funzionalità del sistema. Sebbene sia accettata la possibilità che il management possa essere eseguito attraverso l'utilizzo di client o console dedicata, il sistema dovrà comunque prevedere un'interfaccia di gestione clientless di tipo grafico accessibile attraverso il protocollo http/ssl in grado di fornire all'operatore tecnico tutte le funzionalità di gestione delle componenti del sistema.

Supporto a servizi a esterni

Il sistema dovrà essere pienamente integrabile con sistema di Authentication, Authorization e Accounting esterni che utilizzino i protocolli standard del mercato di riferimento quali LDAP, Active Directory, Kerberos. Attraverso tale integrazione dovrà essere possibile la gestione dell'accesso a ogni risorsa del sistema sia dei servizi erogati all'utenza sia della parte di management del sistema stesso.

In particolar modo il sistema, nella parte di erogazione dei servizi CIFS/SMB, dovrà essere pienamente compatibile e completamente integrabile con l'infrastruttura di Active Directory di Microsoft.

Supporto e gestione delle quote

Il sistema dovrà prevedere funzionalità complete di gestione delle quote: dovrà essere possibile definire almeno due livelli di quota per ogni singolo utente, gruppo di utenti, risorsa AD o sottoalbero del File System principale. Per ogni singolo livello di quota dovrà poter essere possibile definirne la modalità di triggering (warning o blocking), e un "grace period". Le impostazioni di quota dovranno in ogni modo essere dinamiche e modificabili durante le normali operazioni di gestione day-by-day. Dovrà essere possibile applicare funzionalità di quota a tutte le risorse e servizi erogati dal sistema.

Supporto snapshot

Il sistema dovrà prevedere la funzionalità di gestione degli snapshot di tutto o parte del File System fino a 1024 snapshot per directory.

Se ne deve prevedere la creazione, gestione, consolidamento e distruzione. Gli snapshot creati dovranno poter essere accessibili come risorse separate e con modalità anche diverse dalla risorsa dalla quale derivano.

Replicazione Remota

Il sistema deve supportare nativamente, qualora richiesto, la funzionalità di replica remota di tutti o parte dei dati contenuti nel sistema. Sebbene sia considerata sufficiente che la soluzione disponga di una replica remota asincrona, sarebbe preferibile che tale funzione sia talmente efficiente da garantire il minor RPO possibile.

La modalità di replica dovrà essere eseguibile utilizzando come supporto di trasporto una normale rete TCP/IP con adeguata larghezza di banda, latenza, data loss e jitter. Eventuali richieste specifiche su tali caratteristiche vanno indicate nella documentazione e saranno oggetto di valutazione. In caso siano considerate troppo restrittive il sistema verrà considerato privo della funzione di replica remota e valutato di conseguenza.

Non verrà in alcun modo accettata una soluzione di replica remota che preveda un canale dedicato di comunicazione tra il sistema on-line e in sistema in replica.

Integrità dei dati (WORM)

Il sistema dovrà poter consentire la protezione dei dati in modalità WORM (Write Once Read Many) in modo da impedire modifiche o cancellazioni accidentali o volontarie dei dati e contribuire a soddisfare i requisiti richiesti dalle normative vigenti, incluse le rigide norme americane SEC 17a-4.

Data Protection

Il sistema dovrà prevedere un set completo di livelli di protezione del dato inserito nel sistema.

Dovrà essere possibile configurare differenti di livelli di protezione e impostare, nel caso di sistemi a logica distribuita, la tolleranza al numero di nodi che possono essere non disponibili senza che le funzionalità del sistema debba risentirne.

Nel rispetto del vincolo di assenza di SPOF la caduta di una singola risorsa (disco o nodo che sia) non deve comunque mai rappresentare, in nessuna configurazione, un evento che porti al degrado delle funzioni del sistema o a possibili perdite di dati. Le modalità e livelli di protezione devono essere dinamici, impostabili a caldo e configurabili a vari livelli sulle risorse del sistema fino a un livello di granularità massimo (il singolo file).

Protocolli supportati

Devono essere pienamente supportati i protocolli standard dei sistemi NAS:

- NFSv3, NFSv4 anche con funzionalità di authentication
- CIFS e SMB v1, v2, v2.1, v3
- FTP sia in modalità active che passive
- HTTP con supporto SSL
- HDFS
- Supporto nativo al protocollo Object S3 senza utilizzo di gateway esterni
- NDMP
- Rest API
- Supporto nativo al protocollo del framework di calcolo parallelo Hadoop (HDFS v1, v2 e v3)

Supporto al Cloud

La soluzione deve poter supportare la possibilità di eseguire tiering verso Storage di tipo cloud, sia verso cloud privati che verso i maggiori provider di cloud pubblici (Amazon, Azure, Google). L'accesso al dato archiviato avviene tramite il filesystem della soluzione NAS, ed i file non dovranno essere quindi spostati integralmente sullo storage Cloud. Non ci dovrà essere quindi un cambio di cartella o di protocollo di accesso per i file archiviati. Il tiering dovrà essere completamente trasparente alle applicazioni o agli utenti che utilizzano lo storage NAS.

Deduplica

Lo storage deve poter supportare meccanismi di riduzione dello spazio fisico occupato, tramite algoritmi di deduplica del dato. Tali algoritmi dovranno essere eseguiti sull'interno filesystem della NAS e sui differenti Tier di storage presenti all'interno della soluzione. Non saranno accettati validi meccanismi di deduplica che agiscono a livello di singolo volume/tier, in quanto saranno ritenuti non efficienti.

Il sistema deve offrire la possibilità di deduplicare i file, in modalità post-process e senza significativi impatti di performance, con un block size di 8k.

4.7.2. CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEL SISTEMA NAS

Di seguito sono riportati i requisiti funzionali della Componente NAS Scale-OUT che la fornitura dovrà rispettare:

ID requisito	Descrizione caratteristiche	Requisiti Minimi. Le caratteristiche che seguono si intendono per il sottosistema storage Tier2
R.FI.T2.1	L'architettura storage deve essere di tipologia Scale-Out NAS e in un unico sottosistema, ovvero non composta da due o più sezioni separate per la parte "computazionale", di "accesso al file system" e "capacitiva"	Si
R.FI.T2.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	Almeno 4 nodi in 4 Rack Unit
R.FI.T2.3	Il sistema storage deve essere in grado di espandere a caldo le performance e la capacità linearmente.	Si
R.FI.T2.4	Performance e capacità storage lineari devono poter essere raggiunte aggiungendo nodi storage, ciascuno con i suoi Dischi, Cache, I/O e potenza computazionale (CPU) per assicurare la scalabilità lineare e la crescita semplificata del sistema	Si
R.FI.T2.5	Tutti i nodi storage/controller devono essere attivi, contribuendo in modo paritetico alle performance e alla capacità del sistema	Si
R.FI.T2.6	Il sistema storage deve consentire la coesistenza di nodi di differenti generazioni di hardware, senza cambiamenti alla configurazione esistente e mentre il sistema è online. Deve consentire inoltre la dismissione di hardware di vecchia generazione se e quando richiesto.	Si
R.FI.T2.7	L'architettura storage deve supportare il bilanciamento automatico e senza interruzione del servizio dei dati attraverso gli storage pool per ottenere performance ottimali e efficienza della capacità, in caso di espansioni successive del sistema.	Si

R.FI.T2.8	Gli upgrade devono essere applicati senza il cambio della configurazione dei controller proposta.	Si
R.FI.T2.9	Il sistema storage deve fornire l'accesso per una varietà di sistemi operativi (UNIX, MAC, Linux, Windows) usando tutti i protocolli standard: NFSv3, NFSv4, SMB1, SMB2.0 e SMB 3.0 (CIFS), HTTP, FTP, REST, HDFS (Hadoop v1, v2 e v3) ed S3. Tutti i protocolli devono essere inclusi senza licenze aggiuntive o ulteriore hardware. Tutti i protocolli, compresi quelli di tipo object, devono essere interoperabili e utilizzabili su tutti i dati archiviati nel cluster.	Si
R.FI.T2.10	Il sistema storage deve essere in grado di mixare dischi SAS, SATA e SSD all'interno di un unico file system, fornendo agli utenti finali e alle applicazioni capacità aggregata e la visione delle performance del sistema.	Si
R.FI.T2.11	Il sistema storage deve consentire di creare differenti tier di capacità e performance composti di dischi di tipologia differente (SAS, SATA e SSD) con un file system unico. Il sistema storage è in grado di gestire il ciclo di vita dei dati e migrare i file tra i differenti tier, utilizzando politiche basate sull'età del file, sul tipo, sulla dimensione e sulla posizione nelle directory.	Si
R.FI.T2.12	Il sistema storage deve avere una cache coerente globale, scalabile quando vengono aggiunti più nodi al cluster	Si
File System e Scalabilità		
R.FI.T2.13	Dimensione minima del singolo File System (capacità lorda)	Almeno 50PB
R.FI.T2.14	N. massimo di nodi aggregabili in un unico sistema	Almeno 252
R.FI.T2.15	Il file system deve supportare l'espansione a caldo dei nodi, senza interruzione del servizio, e permettere l'utilizzo immediato della capacità e delle performance aggiunte.	Si
R.FI.T2.16	Il file system deve essere continuamente e automaticamente bilanciato su tutti i nodi e i dischi, per eliminare colli di bottiglia e zone calde.	Si
R.FI.T2.17	Il file system deve sopportare la rottura di dischi e controller multipli, e fornire l'accesso ai dati con le performance desiderate. Il fornitore deve specificare i livelli di protezione supportati.	Si
R.FI.T2.18	L'accesso dei client al file system e alle share deve essere automaticamente distribuito su tutti i nodi per ottimizzare le performance del sistema	Si
R.FI.T2.19	Il file system deve permettere un numero illimitato di accessi client indipendentemente dal sistema operativo e dal protocollo.	Si
Integrità, Protezione e Disponibilità del dato.		
R.FI.T2.20	Il sistema Storage deve poter supportare le snapshot a livello di volume e directory fino a 1024 snapshot per directory	Si
R.FI.T2.21	Il sistema Storage deve utilizzare un meccanismo di protezione dei dati basato su "erasure coding" (N+M)	Si
R.FI.T2.22	Il sistema storage deve poter supportare il guasto contemporaneo di almeno due dischi o di un intero nodo senza perdita dei dati.	Si
R.FI.T2.23	Il meccanismo di protezione deve supportare fino al guasto contemporaneo di quattro dischi o quattro nodi (con la presenza di un numero sufficiente di nodi complessivi) senza interruzione del servizio	Si
R.FI.T2.24	Il sistema storage deve avere funzionalità di Journal File System. Il journaling accelera i tempi di ricostruzione per gli storage media ripristinabili richiedendo la scrittura nel file solo dei blocchi nuovi/cambiati	Si

R.FI.T2.25	Il sistema storage deve rimanere completamente online e con tutti i dati accessibili in caso di un fallimento di un intero nodo.	Si
R.FI.T2.26	Il sistema storage deve consentire di modificare le impostazioni e i livelli di protezione del dato a caldo e senza disservizio	Si
R.FI.T2.27	Il sistema storage deve consentire di modificare il livello di protezione del dato in maniera granulare a livello sistema, directory o file	Si
R.FI.T2.28	Il sistema storage deve supportare la quota utenti con limiti soft o hard ed Over Provisioning.	Si
R.FI.T2.29	Il sistema storage deve supportare il Reporting avanzato e l'analisi delle performance, analisi del trend dello storage e strumenti di capacity planning	Si
R.FI.T2.30	Il sistema storage deve supportare nativamente la possibilità di replicare i dati su un sistema remoto, tramite meccanismi di replica asincrona.	Si
R.FI.T2.31	Il sistema storage deve poter offrire supporto al protocollo NDMP per integrazione con soluzioni di backup	Si
R.FI.T2.32	Il sistema storage deve poter offrire meccanismi di deduplica per la riduzione dello spazio fisico occupato	Si
R.FI.T2.33	Il sistema storage deve poter offrire il tiering del dato verso cloud privati e/o pubblici (Amazon, Azure, Google)	Si
R.FI.T2.34	Il sistema storage deve poter supportare il WORM con meccanismi di protezione di tipo locking e compliance con le regolamentazioni SEC 17a-4	Si
Gestione e Amministrazione		
R.FI.T2.35	Il sistema storage deve offrire l'interfaccia Web e la CLI	Si
R.FI.T2.36	Il sistema storage deve il monitoring tramite protocollo l'SNMP	Si
R.FI.T2.37	Il sistema storage deve supportare l'autenticazione degli utenti e degli amministratori con NIS, LDAP e Active Directory	Si
R.FI.T2.38	Il sistema storage deve supportare la scansione con l'Antivirus attraverso il protocollo iCAP.	Si
R.FI.T2.39	Il sistema storage deve fornire il monitoraggio della capacità ed il reporting a livello directory, utenti e gruppi	Si
R.FI.T2.40	Il sistema storage deve supportare lo storico delle performance e la loro analisi.	Si
R.FI.T2.41	Il sistema storage deve fornire funzionalità di monitoraggio remoto e di "chiama a casa" al fine di allertare il fornitore di eventuali fallimenti e/o richieste di manutenzione.	si
R.FI.T2.42	Il sistema storage deve supportare l'integrazione con più domini Active Directory (mount-point esportato per "cliente") anche non in trust	Si, almeno 3 domini diversi non in trust
R.FI.T2.43	Il sistema storage deve poter supportare funzioni di Auditing e la possibilità di esportare i log tramite protocollo CEE o Syslog	Si

4.7.3. CARATTERISTICHE TECNICHE E LICENZE SOFTWARE DEL SISTEMA NAS

Di seguito sono riportati i requisiti minimi del Tier della componente di storage capacitivo che la fornitura NAS dovrà rispettare:

ID requisito	Descrizione caratteristiche	Requisiti Minimi. Requisiti Iniziali di Storage con capacità di configurazione minime
R.FI.T2.C2.1	Numero di nodi nella configurazione di base	Almeno 4
R.FI.T2.C2.2	Spazio RAW capacitivo con dischi SATA di almeno:	120TB
R.FI.T2.C2.3	Spazio RAW con dischi SSD (cache)	Almeno 1 disco da 400Gb

R.FI.T2.C2.4	Tipologia di interfacce di front-end verso i sistemi server	10GbE SFP+
R.FI.T2.C2.5	Numero di interfacce 1GbE per nodo (management)	1
R.FI.T2.C2.6	Numero di interfacce 10GbE per nodo (front-end)	2
R.FI.T2.C2.7	Numero di interfacce 10GbE per nodo (back-end)	2
R.FI.T2.C2.8	Licenza software per la gestione della rete, degli accessi e del failover delle porte	SI
R.FI.T2.C2.9	Licenza software per la gestione delle Quote	SI
R.FI.T2.C2.10	Licenza software per la gestione delle Snapshot	SI
R.FI.T2.C2.11	Licenza software per il supporto al protocollo HDFS	SI
R.FI.T2.C2.12	Software di monitoring e reportistica avanzato	SI

4.8. ISOLA MODULARE AD ALTA DENSITÀ PER IL SISTEMA HPC

Il sistema HPC dovrà essere installato all'interno di un'isola modulare, pre-ingegnerizzata e pre-assemblata, comprendente:

- Cage compartimentata modulare ad alta efficienza termica con corridoio caldo centrale e disposizione dei rack organizzata per 2 file (con rack dorso a dorso);
- Armadi rack 42U;
- Sistema di condizionamento (unità interne ed esterne) dimensionato per il raffreddamento ottimale del sistema HPC;
- PDU Intelligenti switched con sistema di monitoraggio micro ambientale.

Dovrà essere fornita e installata un'isola modulare ad alta densità composta da armadi per ospitare tutti gli apparati di rete, i nodi di calcolo, di servizio e i sistemi di storage della presente fornitura. Agli effetti del risparmio energetico il sistema deve dirigere l'aria di raffreddamento esattamente dove serve, cioè sulla parte frontale dei server utilizzando un sistema basato su scambio termico. Le unità di raffreddamento interne devono essere di precisione a colonna di tipo In Line da rack, accoppiabili di fianco agli armadi in posizioni idonee a gestire un flusso d'aria climatizzata uniforme per tutta l'altezza del fronte anteriore dei rack ("closed loop"). Le unità di raffreddamento esterne dovranno essere del tipo a pompa di calore, a gas ecologico R410A o superiore e dovranno essere idonei al funzionamento operativo del sistema HPC. All'interno dell'isola dovranno essere presenti uno o più armadi rack (Rack Enclosures) per apparecchiature informatiche robuste e ad elevata densità energetica (30 kW) con capacità di carico elevata (sino a 1500kg), aventi dimensioni minime 42 Unità, 700 mm (larg) x 1200 mm (prof) x 2000 mm (alt), per ospitare tutte le apparecchiature HW della fornitura. Gli armadi dovranno essere dotati di 4 montanti 19" con la numerazione delle unità, porta anteriore singola (microforata), porta posteriore doppia (microforata), porte apertura massima a 260°, piedini di livellamento, kit messa a terra, maniglie con apertura a quarto di giro, con serratura. Gli armadi dovranno essere dotati di barre di alimentazione intelligenti (PDU) in numero adeguato ad alimentare tutti gli apparati della fornitura. Le PDU dovranno poter misurare le principali grandezze elettriche ed ambientali.

4.9. FORMAZIONE

La presente sezione descrive i requisiti relativi alle attività di formazione che dovranno essere incluse nella fornitura.

In particolare vengono esplicitate le attività minime attese nel contesto della formazione per gli operatori del CNR che saranno identificati a valle dell'assegnazione del contratto, durante una specifica fase di definizione puntuale di tale iniziativa che dovrà comunque contemplare:

- Definizione dettagliata delle tematiche proposte nelle sessioni di formazione
- Piano di formazione
- Identificazione operatori da formare
- Modalità specifiche di erogazione
- Aspetti logistici delle sessioni di formazione

Le attività di formazione dovranno prevedere quanto segue per ciascuno degli ambiti oggetto di fornitura ovvero ambito HPC, Virtuale e Sistemi Convergenti:

- N° 1 Workshop di 8 ore, in aula
- N° 2 sessioni di Training-on-the-Job di 3 ore

In definitiva dovranno essere erogati n° 3 Workshop e 6 sessioni complessive di Training-on-the-Job.

Come anticipato il piano di formazione, che indicherà le date e gli orari di tali momenti, sarà concordato con il CNR; l'indicazione generale è che i workshop vengano completati prima del rilascio formale delle soluzioni per ogni ambito e che le sessioni di Training-on-the-Job vengano effettuate durante il periodo di Supporto Post-rilascio.

4.9.1. WORKSHOP

I workshop in aula dovranno essere corredati di materiale didattico che illustri i principali aspetti delle soluzioni introdotte e che ne descriva almeno:

- Schemi architetturali
- Caratteristiche generali delle componenti hardware e software
- Personalizzazioni delle precedenti componenti, specifiche delle soluzioni in fornitura
- Eventuali processi e procedure definite per lo specifico ambito
- Eventuali vincoli e/o note tecniche

4.9.2. TRAINING ON THE JOB

Le sessioni di Training-on-the-Job hanno come obiettivo quello di fornire agli operatori del CNR delle indicazioni tecnico/pratiche di tipo gestionale/operativo sulle soluzioni implementate, che dopo essere state introdotte a livello concettuale nei precedenti workshop, dovranno essere oggetto di un approfondimento utile a fornire un'esperienza concreta sulle loro specifiche caratteristiche, funzionalità e aspetti peculiari.

5. LOTTO 3 ROMA: OGGETTO DELLA FORNITURA

Il Lotto 3 riguarda la fornitura di un sistema di calcolo ad alte prestazioni di tipo HPC (High performance computing) che sarà dislocato presso Area della Ricerca di Roma 2 - Tor Vergata, Via del Fosso del Cavaliere, 100 - 00133 Roma. Il sistema di calcolo HPC dovrà includere i sistemi HW, SW e i servizi professionali riportati di seguito:

- Almeno 14 nodi di calcolo HPC di seguito indicati con **Thin Nodes**;
- Rete di interconnessione ad alta velocità su protocollo Ethernet dei nodi di calcolo, dei nodi di management e dei sistemi di storage ad alte prestazioni Tier1 e Tier2 di seguito indicati con il termine **Core Data Center Network (CDCN-RM)**;
- Rete di management Out-of-Band per l'interconnessione dei nodi di calcolo, dei nodi di management e dei sistemi di storage (Scratch e Long-Term Storage Area) di seguito indicati con il termine **Management Network**;
- Nodi per la gestione e l'interoperabilità del sistema HPC di seguito indicati con il termine **Service Nodes**;
- Sistema di **Storage/Cluster File System (CFS)**;
- Sistema di archiviazione ad alte prestazioni capacitivo realizzato con una soluzione NAS Scale-Out per l'archiviazione a lungo termine del sistema di calcolo HPC di seguito indicato con il termine **Network Attached Storage (NAS)**.
- Isola modulare ad alta densità composta da armadi server HPC con relativi impianti di condizionamento di precisione a colonna, unità di distribuzione dell'alimentazione monitorate (PDU) e sistema UPS di seguito indicato con il termine **Isola modulare ad alta densità per il sistema HPC**.

5.1. THIN NODES

I nodi di calcolo componenti il sistema HPC dovranno essere basati su piattaforme altamente integrate e idonee all'ottimizzazione degli spazi, della potenza elettrica assorbita e dissipata.

Il fattore di forma di tutti i nodi dovrà essere rack mount con scheda madre biprocessore con densità non superiore a 1RU/nodo. L'alimentazione dovrà essere ridondata in modalità 1+1. La caduta di un alimentatore non deve determinare alcuna variazione delle prestazioni e/o della potenza di calcolo generata dai nodi contenuti nello chassis.

La capacità di calcolo max computazionale richiesta dal processore specifico fa riferimento alla theoretical peak performance (Rpeak). Si riferisce al valore in doppia precisione per operazioni in virgola mobile della CPU ed è calcolato in modo teorico tramite la seguente formula:

$$GFlops = ncores_{CPU} * Frequency * FLops \text{ per clock_cycle}$$

Tutti i nodi dovranno essere dotati di un board management controller (BMC) compatibile IPMI versione 2.0 o superiore e Redfish. Il BMC dovrà essere dotato di interfaccia di rete almeno 1Gbps Base-T dedicata.

Il BMC dovrà consentire almeno il monitoraggio delle ventole (se presenti), della temperatura dei processori e scheda madre, la gestione remota dell'alimentazione elettrica e la misura remota della potenza assorbita dal sistema.

Dovranno inoltre essere supportati:

- I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI;

- Funzionalità di virtual console & vMedia;
- Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni;
- Il protocollo Redfish (RESTful API);
- Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware;
- Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente;
- Funzionalità di rollback del Firmware;
- Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni;
- Funzionalità di Secure Default Password;
- Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE);
- Supporto Active Directory e autenticazione LDAP;
- Il protocollo SNMP v3;
- Funzionalità di IP Blocking;
- Funzionalità di TLS 1.2 communication.

5.1.1. CARATTERISTICHE DEI NODI DI CALCOLO "THIN"

Dovranno essere forniti un minimo di 14 nodi "Thin" configurati come descritto nel seguito.

Il singolo chassis del nodo dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- Backplane a dischi in grado di ospitare un minimo di 10 HDD/SSD 2.5" con connessione SAS. Costituirà elemento migliorativo (punteggio) la presenza di slot disco "ibridi" in grado quindi di ospitare anche dischi NVMe (almeno 8).
- Avere un'occupazione minore o uguale ad 1U per singolo nodo.
- Avere alimentatori in classe di efficienza energetica Titanium.
- Essere dotato di minimo 1 slot PCIe x16 Low Profile libero per future espansioni del sistema.

Ogni chassis dovrà inoltre essere dotato di apposito "Cable Management Arm" flessibile per agevolare le operazioni di servizio senza richiedere la rimozione della macchina dal rack in caso di intervento tecnico.

Inoltre, i nodi di calcolo "Thin" dovranno avere le caratteristiche minime descritte di seguito.

5.1.1.1. PROCESSORI

Per quanto riguarda i processori, i requisiti minimi che dovranno essere soddisfatti sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di 2 processori multi-core x86 a 64bit Intel Xeon Gold 6248 o superiore;
- Ogni processore dovrà avere un numero di core fisici maggiore o uguale a 20;
- Frequenza del processore $\geq 2,5$ GHz;
- Ogni processore dovrà avere almeno 27,5 MB di cache L3
- La theoretical peak performance del singolo nodo deve essere almeno di 3200 GFLOPS (processori di riferimento Intel Xeon Gold 6248 2.5GHz, 20C/40T).

5.1.1.2. MEMORIA

I requisiti relativi alla memoria sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere equipaggiato con almeno 192 GB di RAM;
- Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 2933 MHz;
- I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;
- I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali;
- Non sarà permesso combinare moduli di memoria con differente dimensione, tipo, velocità o fabbricante.
- Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CP.

5.1.1.3. STORAGE LOCALE

Considerato che al momento dell'implementazione lo storage locale dei nodi dovrà ospitare unicamente il sistema operativo, ciascun nodo dovrà essere dotato di

- Backplane a disco in grado di ospitare almeno 10 HDD/SSD slot da 2,5";

- Costituirà elemento migliorativo (punteggio) la presenza di slot disco “ibridi” in grado quindi di ospitare anche dischi NVMe (almeno 8).
- Controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,50,6,60 e dotato di almeno 8GB cache;
- Nr 1 HDD da 1TB 7200rpm SAS
- Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al punto precedente) cadauno avente capacità minima pari a 240GB.

5.1.1.4. CONNETTIVITÀ DEI NODI “THIN” ALL’INFRASTRUTTURA CDCN-RM

Ciascun nodo dovrà essere dotato di:

- Almeno due porte 25GbE, per l’interconnessione alla Core Data Center Network le cui caratteristiche sono descritte al paragrafo 3.1. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.
- Almeno una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Cluster Management Network.

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori, **a pena di esclusione**, dei Nodi Thin.

Nodi Thin – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.RM.HPC.NT.1	Numero di nodi	14
R.RM.HPC.NT.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	≤ 1 nodo/RU
R.RM.HPC.NT.3	Chassis dotato di alimentatori aventi classe di efficienza energetica Titanium	Si
R.RM.HPC.NT.4	Numero Slot PCIe x16 Low-Profile liberi per futura espansione del sistema	1
Board Management Controller		
R.RM.HPC.NT.5	Interfaccia BMC con porta dedicata ad 1Gbps	Si
R.RM.HPC.NT.6	La BMC deve supportare almeno: <ul style="list-style-type: none"> - I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; - Funzionalità di virtual console & vMedia; - Funzionalità di scheduling dell’aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; - Il protocollo Redfish (RESTful API); - Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; - Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; - Funzionalità di rollback del Firmware; - Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: - Funzionalità di Secure Default Password; - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. 	Si
CPU		
R.RM.HPC.NT.7	Il nodo è dotato di N. 2 CPU da almeno 20c, 2.5GHz, 27,5MB cache L3	Si
R.RM.HPC.NT.8	La theoretical peak performance del singolo nodo deve essere almeno di 3200 GFLOPS (processori di riferimento Intel Xeon Gold 6248 2.5GHz, 20C/40T).	Si

Memoria		
R.RM.HPC.NT.9	Quantità di memoria RAM installata	192GB
R.RM.HPC.NT.10	Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 2933 MHz; I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;	Si
R.RM.HPC.NT.11	I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali	Si
R.RM.HPC.NT.12	Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU	Si
Storage		
R.RM.HPC.NT.13	Backplane a disco in grado di ospitare un minimo di 10 HDD/SSD 2.5" con connessione SAS.	Si
R.RM.HPC.NT.14	Nr 1 HDD da 1TB 7200rpm SAS. Controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,50,6,60 e dotato di almeno 8GB cache	Si
R.RM.HPC.NT.15	Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al requisito precedente) cadauno avente capacità minima pari a 240GB	Si
Connettività		
R.RM.HPC.NT.16	Due porte 25GbE SFP28. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.	Si
R.RM.HPC.NT.17	Una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MN).	Si

5.1.2. SOFTWARE THIN NODES

Il sistema operativo installato sui nodi di calcolo dovrà essere Red Hat Enterprise Linux a 64 bit nella sua ultima versione stabile. In particolare dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.RM.HPC.NT.SO.1	14	RH00559F3	Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Compute Node, SS (Physical or Virtual Node)

5.2. CORE DATA CENTER NETWORK (CDCN-RM)

Nei moderni data center, dal punto di vista del networking, risulta ormai superata la tradizionale architettura a tre livelli costituita dai livelli access, aggregation e core. Il motivo principale di ciò è da attribuire alla crescita del traffico di rete orizzontale (ovvero "east-west") all'interno del data center (server-server, server-storage, ecc.). Pertanto l'architettura di riferimento maggiormente in uso attualmente è quella denominata Clos-based (leaf-spine). Tale nuova architettura è stata progettata per minimizzare il numero di hops tra gli hosts. Questo design appiattisce la topologia fisica, garantisce un'elevata scalabilità e fornisce una latenza predicibile switch-to-switch, rimuovendo quasi del tutto il rischio di loop di rete. Dovrà pertanto essere fornita una infrastruttura di switching ad alte prestazioni di classe data center, avente le seguenti caratteristiche HW minime:

- Architettura HW basata su chipset standard-silicon;

- Topologia fisica di tipo Spine-Leaf, con rapporto di over subscription non superiore a 3:1 e velocità di accesso alla rete pari ad almeno 25 Gbps;
- L'infrastruttura dovrà mettere a disposizione di un numero di porte sufficiente a garantire il collegamento in rete di tutti i nodi THIN e servizi di storage/management, di accesso di tipologia SFP28. Per il soddisfacimento del requisito, non sono ammesse eventuali porte oggetto di breakout (ad es porte a 100Gb splittate in più porte a 25Gbps);
- Velocità di interconnessione tra i layer spine e leaf non inferiore a 100 Gbps
- Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap, assenza di ulteriori single point of failure.
- Supporto ONIE per l'utilizzo di sistemi operativi alternativi linux-based;
- Supporto di Sistemi Operativi di Rete differenti da quelli sviluppati dal produttore degli apparati. L'utilizzo di S.O. diversi non deve inficiare il supporto HW degli apparati;
- Dimensione massima di ogni switch max 1 RU;
- Caratteristiche HW minime degli Switch di Accesso (Leaf):
 - Almeno 24 porte di accesso ad almeno 25Gbps con connettori SFP28;
 - Almeno 4 porte di uplink ciascuna a velocità di 100 Gbps QSFP28;
 - Switching capacity minima 3,6 Tbps, non blocking;
 - Gli switch dovranno essere completi di ottiche 10 e 25Gb SR in rapporto di 3:1. Per l'interconnessione dei soli nodi oggetto della presente fornitura sarà ammesso l'uso di cavi DAC in rame esclusivamente per le connessioni all'interno dello stesso rack.
- Caratteristiche HW minime degli Switch di Core (Spine):
 - Almeno 24 porte 100Gbps QSFP28 con supporto delle velocità 10/25/40/100 Gbps o superiori;
 - Forwarding capacity minima: 4400 Mpps (Full Duplex, packet size >350bytes);
 - Switching capacity minima 6,4 Tbps, non blocking.
 - Gli switch dovranno essere completi di ottiche 10GbSR per l'interconnessione alla rete CNR.

Per il CDCN-RM il Sistema Operativo di Rete degli switch dei layer spine e leaf dovrà essere lo stesso e allineato alla stessa versione.

Le connessioni tra gli switch spine e leaf dovranno essere effettuate mediante cavi in fibra ottica. Fanno parte della fornitura le eventuali ottiche e cavi necessari per realizzare tutte le interconnessioni tra spine e leaf e verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura, compresa l'interconnessione agli apparati di frontiera (firewall/router/switch). In particolare, la rete CDCN-RM dovrà prevedere due collegamenti di Uplink Ethernet a 10GbSR per il collegamento del sistema HPC al firewall di frontiera verso la rete Internet.

La fornitura dell'infrastruttura CDCN-RM dovrà comprendere le eventuali ottiche e cavi necessari per il cablaggio verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura, compresa l'interconnessione agli apparati di frontiera con il firewall e dovranno essere descritte tutte le attività necessarie alla realizzazione ed implementazione (VLAN, configurazioni, etc.). Dovrà pertanto essere fornita una infrastruttura di switching ad alte prestazioni di classe data center, avente le caratteristiche HW minime riportate in tabella.

Infrastruttura CDCN-RM – Requisiti Minimi Obbligatorî		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.CDCN-RM.1	L'infrastruttura CDCN-RM deve essere basata su topologia Clos-based	SI
R.CDCN-RM.2	L'architettura di connettività proposta deve implementare una fabric IP-Ethernet basata su protocolli standard ed open che deve apparire e comportarsi verso il mondo esterno come un unico sistema logico (Virtual Fabric). Deve essere pertanto possibile gestire, configurare, e automatizzare l'intera fabric come un singolo sistema logico	SI
R.CDCN-RM.3	La componente software che implementa le funzionalità richieste deve essere eseguita direttamente all'interno degli switch fisici, senza necessità di ricorrere a controller o altre entità esterne. L'insieme degli switch fisici richiesti dal presente Capitolato Tecnico e della componente software relativa all'implementazione delle funzionalità richieste deve pertanto essere autoconsistente	Si

R.CDCN-RM.4	Deve essere possibile implementare la fabric su qualsiasi topologia fisica sottostante ed indipendentemente dall'interconnessione attraverso altri dispositivi non dello stesso vendor, senza la necessità che i sistemi siano adiacenti	Si
R.CDCN-RM.5	La fabric deve poter essere configurata come una singola entità, ed ogni switch appartenente alla fabric dovrà poter sincronizzare il suo provisioning state in maniera autonoma, con la possibilità di effettuare rollback a stati precedenti.	1
R.CDCN-RM.6	La Fabric deve poter essere gestita mediante CLI e RESTful API. La gestione mediante CLI/API deve supportare l'utilizzo dei più comuni tool di automazione, come ad es. Ansible o Python.	Si
R.CDCN-RM.7	La fabric deve supportare meccanismi di: <ul style="list-style-type: none"> - Broadcast suppression; - Conversational forwarding; - ARP/ND Optimization (possibilità di effettuare proxy ARP se l'informazione è già presente nel DB interno); - Anycast Gateway (possibilità per gli endpoint di utilizzare lo stesso virtual MAC/Indirizzo IP su tutti i first-hop switch) sia per endpoints IPV4 che IPV6. Le subnet interessate da funzionalità di anycast gateway dovranno poter essere configurate come un singolo oggetto atomico fabric-wide. Il numero di istanze VRF con capacità di anycast gateway dovrà essere pari almeno a 1000. - Multicast routing con trasporto VXLAN attivabile per ciascuna istanza VRF, interoperabile con ricevitori IGMPv2 IGMPv3 e MLD - Possibilità di utilizzare lo stesso VLAN ID in domini distinti sullo stesso switch - Possibilità di associare VLAN ID differenti allo stesso dominio - Interoperabilità con Q-in-Q con possibilità di trasporto VxLAN Le ottimizzazioni di forwarding sopra menzionate devono essere disponibili almeno con riferimento alle seguenti operazioni: bridging, routing, extended bridging (su VxLAN tunnels) ed extended routing (su VxLAN tunnels).	Si
R.CDCN-RM.8	La fabric deve essere in grado di aggregare link tra due switch mediante meccanismi di Layer2 Multi-pathing e multi chassis/virtual chassis LAG. Tutti gli switch nella fabric dovranno potersi scambiare informazioni topologiche relative ai device adiacenti e dovranno implementare uno shared endpoint database.	Si
R.CDCN-RM.9	La fabric dovrà supportare meccanismi avanzati di classificazione del traffico e di QoS e la capacità di regolare il traffico sia a livello di flusso che di porta fisica. Dovrà essere possibile la tracciatura di qualsiasi flusso di traffico al fine di poter effettuare troubleshooting.	Si
R.CDCN-RM.10	La fabric può organizzare la rete fisica in più reti logiche (Virtual Networks o Tenant) distinte, ognuna dotata delle proprie risorse, servizi di rete e politiche QoS. Ogni Tenant può avere un singolo punto di management dedicato. Il Fabric Administrator può assegnare l'ownership di ogni singolo tenant ad un amministratore distinto e dotato di credenziali separate, il quale potrà provvedere in autonomia alla gestione e configurazione del Tenant. Ogni Tenant ha sia data plane che control plane isolati e separati.	Si
R.CDCN-RM.11	L'architettura HW deve essere basata su chipset standard-silicon	Si
R.CDCN-RM.12	La topologia fisica della rete è di tipo Spine-Leaf, con rapporto di over subscription non superiore a 3:1 e velocità di accesso alla rete pari ad almeno 25 Gbps;	Si
R.CDCN-RM.13	La velocità di interconnessione tra i layer spine e leaf non deve essere inferiore a 100 Gbps	Si
R.CDCN-RM.14	Gli switch devono essere dotati di alimentatori e ventole ridondati e hot-swap, non devono essere presenti ulteriori single point of failure.	Si
R.CDCN-RM.15	Gli switch devono supportare ONIE per l'utilizzo di sistemi operativi alternativi linux-based;	Si
R.CDCN-RM.16	Gli switch devono supportare Sistemi Operativi di Rete differenti da quelli sviluppati dal produttore degli apparati. L'utilizzo di S.O. diversi non deve inficiare il supporto HW degli apparati;	Si

R.CDCN-RM.17	La dimensione fisica massima di ogni switch deve essere di 1RU	Si
R.CDCN-RM.18	Gli switch di Accesso (Leaf) devono essere dotati delle seguenti caratteristiche: <ul style="list-style-type: none"> Almeno 24 porte di accesso ad almeno 25Gbps con connettori SFP28; Almeno 4 porte di uplink ciascuna a velocità di almeno 100 Gbps QSFP28; Switching capacity minima 3,6 Tbps, non blocking; Gli switch devono essere completi di ottiche 10 e 25Gb SR in rapporto di 3:1. Per l'interconnessione dei soli nodi oggetto della presente fornitura saranno usati cavi DAC in rame esclusivamente per le connessioni all'interno dello stesso rack.	Si
R.CDCN-RM.19	Gli switch di Core (Spine) devono essere dotati delle seguenti caratteristiche: <ul style="list-style-type: none"> Almeno 24 porte 100Gbps QSFP28 con supporto delle velocità 10/25/40/100 Gbps o superiore; Forwarding capacity minima: 4400 Mpps (Full Duplex, packet size >350bytes); Switching capacity minima 6,4 Tbps, non blocking. Gli switch dovranno essere completi di ottiche 40GbSR per l'interconnessione ai sistemi CI. 	Si
R.CDCN-RM.20	Le connessioni tra gli switch spine e leaf devono essere effettuate mediante cavi in fibra ottica. Fanno parte della fornitura le eventuali ottiche e cavi necessari per realizzare tutte le interconnessioni tra spine e leaf e verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura	Si
R.CDCN-RM.21	L'infrastruttura dovrà mettere a disposizione un numero di porte sufficiente a garantire il collegamento in rete di tutti i nodi THIN, del servizio di storage/management dell'infrastruttura HPC di accesso di tipologia SFP28	Si
R.CDCN-FI-22	Il Sistema Operativo di Rete degli switch dei layer spine e leaf dovrà essere lo stesso e allineato alla stessa versione.	Si

5.2.1. NODI PER I SERVIZI DNS, NTP E SMTP DI SUPPORTO AL SISTEMA HPC.

Di seguito sono riportati i requisiti minimi dei nodi fisici dedicati per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al sistema HPC.

Nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al DC-RM		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.RM.NET.1	Numero di nodi	3
R.RM.NET.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	≤ 1 nodo/RU
R.RM.NET.3	Chassis dotato di alimentatori aventi classe di efficienza energetica Platinum	Si
R.RM.NET.4	Numero Slot PCIe x16 Low-Profile liberi per futura espansione del sistema	1
Board Management Controller		
R.RM.NET.5	Interfaccia BMC con porta dedicata ad 1Gbps	Si
R.RM.NET.6	La BMC deve supportare almeno: <ul style="list-style-type: none"> I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; Funzionalità di virtual console & vMedia; Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; Il protocollo Redfish (RESTful API); Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; Funzionalità di rollback del Firmware; Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni; Funzionalità di Secure Default Password; 	Si

	<ul style="list-style-type: none"> - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. - Funzionalità di telemetria dei parametri di funzionamento 	
CPU		
R.RM.NET.7	Il nodo è dotato di N. 1 CPU Intel® Xeon® E-2224 3.4GHz, 8M cache, 4C/4T	Si
Memoria		
R.RM.NET.8	Quantità di memoria RAM installata	32GB
R.RM.NET.9	Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 2666 MHz; I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;	Si
R.RM.NET.10	I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali	Si
R.RM.NET.11	Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU	Si
Storage		
R.RM.NET.12	Nr 2 HDD da 1,2TB 10krpm SAS. Controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,6 e dotato di almeno 4GB cache. I dischi utilizzati devono essere Hot-Swap	Si
R.RM.NET.13	Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al requisito precedente) cadauno avente capacità minima pari a 480Gb. I dischi SSD utilizzati devono essere Hot-Swap	Si
Connettività		
R.RM.NET.14	Due porte 25GbE SFP28. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.	Si
R.RM.NET.15	Una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MN).	Si

5.2.2. SOFTWARE NODI PER I SERVIZI DNS, DHCP, IPAM E NTP DI SUPPORTO AL SISTEMA HPC

Per i nodi di servizio dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.RM.NET.SO.1	2	SDS-270-DDI-3YS-GM	3 Year Period Subscription for EfficientIP - SOLIDserver 270 software appliance DNS-DHCP-IPAM Services - 24/7 support services
R.RM.NET.SO.2	2 Giorni	PSD-CLT	EfficientIP - Professional Services - Time & Material Engagement (Use or Lose) for Expertise/Consulting

			(Daily cost) - Statement of Work Required
--	--	--	---

5.3. MANAGEMENT NETWORK (MN)

Al fine di rendere possibile il management di tutti i dispositivi oggetto del seguente capitolato, si richiede la fornitura di una rete di management Out-Of-Band. Tale rete interconetterà tutte le BMC (Baseboard Management Controller) e le interfacce di management dei sistemi HW in fornitura e dovrà essere logicamente ed elettricamente disgiunta dalla rete di produzione CDCN. La tipologia di rete richiesta è Ethernet con velocità di accesso di almeno 1Gbps e dovrà mettere a disposizione un numero di porte tale da interconnettere con almeno 1 link fisico ogni componente della fornitura dotato di BMC o altro sistema di management integrato, ed eventualmente un numero di porte di uplink/mutua interconnessione aventi velocità minima 10Gbps.

La fornitura dell'infrastruttura MN dovrà comprendere le eventuali ottiche e cavi necessari per il cablaggio verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura aventi sistemi BMC e dovranno essere descritte tutte le attività necessarie alla realizzazione ed implementazione (VLAN, configurazioni, etc.).

Management Network – Requisiti Minimali Obbligatori		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.RM.MN.1	Architettura HW basata su chipset standard-silicon	SI
R.RM.MN.2	Velocità di accesso alla rete MN Ethernet pari ad almeno 1 Gbps	SI
R.RM.MN.3	La rete MN dovrà mettere a disposizione un numero di porte tale da interconnettere con almeno 1 link fisico ogni componente della fornitura dotato di BMC o altro sistema di management integrato, ed un opportuno numero di porte di uplink/mutua interconnessione aventi velocità minima 10Gbps	Si
R.RM.MN.4	Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap, assenza di ulteriori single point of failure.	Si
R.RM.MN.5	Dimensione massima di ogni switch max 1 RU	1

5.4. SERVICE NODES

Il sistema dovrà essere dotato di 4 nodi di servizio (Service Nodes), configurati come meglio descritto nel seguito.

I quattro nodi di servizio saranno utilizzati per formare un cluster di virtualizzazione basato sulla piattaforma VMware.

I nodi di servizio dovranno avere la seguente configurazione:

- Storage locale:
 - Ciascun nodo dovrà essere dotato di slot backplane in grado di ospitare almeno 20 unità NVMe e un totale di 28 unità da 2,5" o 16 unità da 3,5".
 - Ciascun nodo dovrà essere dotato di controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,6 e dotato di almeno 4GB cache e di nr. 6 HDD 10000rpm SAS oppure NVMe in configurazione RAID 1 cadauno avente capacità minima pari a 4TB; I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap
 - Ciascun nodo dovrà essere dotato di 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al punto precedente) cadauno avente capacità minima pari a 480Gb. I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap
- Quantità di memoria minima installata a bordo pari a 256 GB.

5.4.1. PROCESSORI

Per quanto riguarda i processori, i requisiti minimi che dovranno essere soddisfatti sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di 2 processori multi-core Intel Gold;
- Ogni processore dovrà avere un numero di core fisici di 28 (**MAX 32 valore massimo ammissibile**);
- La frequenza del processore dovrà essere ≥ 2 GHz;
- Ogni processore dovrà avere almeno 128 MB di cache L3

5.4.2. MEMORIA

I requisiti relative alla memoria sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 3200 MHz;
- I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;
- I canali di memoria delle CPU dovranno essere popolati interamente ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali;
- Non sarà permesso combinare moduli di memoria con differente dimensione, tipo, velocità o fabbricante.
- Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU.

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori dei 4 nodi di servizio (Service Nodes).

Nodi di Servizio (MNG-Nodes) – Requisiti Minimali Obbligatori		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.RM.MNG.NODES.1	Numero di nodi	4
R.RM.MNG.NODES.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	≤ 2 nodo/RU
R.RM.MNG.NODES.3	Chassis dotato di alimentatori aventi classe di efficienza energetica Platinum+	Si
R.RM.MNG.NODES.4	Numero Slot PCIe x16 Low-Profile liberi per futura espansione del sistema	1
Board Management Controller		
R.RM.MNG.NODES.5	Interfaccia BMC con porta dedicata ad 1Gbps	Si
R.RM.MNG.NODES.6	La BMC deve supportare almeno: <ul style="list-style-type: none"> - I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; - Funzionalità di virtual console & vMedia; - Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; - Il protocollo Redfish (RESTful API); - Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; - Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; - Funzionalità di rollback del Firmware; - Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: - Funzionalità di Secure Default Password; - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. - Funzionalità di telemetria dei parametri di funzionamento 	Si
CPU		
R.RM.MNG.NODES.7	Il nodo è dotato di N. 2 CPU Intel Xeon Gold 28c, MAX 32c , 128MB cache L3	Si
Memoria		
R.RM.MNG.NODES.8	Quantità di memoria RAM installata sui 3 nodi	256GB

R.RM.MNG.NODES.9	Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 3200 MHz; I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;	Si
R.RM.MNG.NODES.10	I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali	Si
R.RM.MNG.NODES.11	Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU	Si
Storage		
R.RM.MNG.NODES.12	Backplane a disco in grado di ospitare un minimo di 10 HDD/SSD 2.5" con connessione SAS.	Si
R.RM.MNG.NODES.13	Nr 6 SSD da 1.92TB e Nr 2 SSD Mixed Use SAS (o superiore) da minimo 800 GB. Controller RAID o HBA con funzionalità di pass-through. I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap. Tutti i componenti dovranno essere certificati per VMware vSAN.	Si
R.RM.MNG.NODES.14	Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al requisito precedente) cadauno avente capacità minima pari a 240GB.	Si
Connettività Cluster Network e Management Network		
R.RM.MNG.NODES.15	Quattro porte 25GbE SFP28. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.	Si
R.RM.MNG.NODES.16	Una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MN).	Si

5.4.3. SOFTWARE NODI DI SERVIZIO

Per la realizzazione del cluster VMware dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	SKU	Descrizione	Quantità
R.RM.MNG.HP.1	VS7-EPL-A	Academic VMware vSphere 7 Enterprise Plus for 1 processor	2
R.RM.MNG.HP.2	VS7-EPL-3P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vSphere 7 Enterprise Plus for 1 processor for 3 years	2
R.RM.MNG.HP.3	VS7-EPL-6AK-A	Academic VMware vSphere 7 Enterprise Plus Acceleration Kit for 6 processors	1
R.RM.MNG.HP.4	VS7-EPL-6AK-3P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vSphere 7 Enterprise Plus Acceleration Kit for 6 processors for 3 years	1

R.RM.MNG.HP.5	ST7-ADV-A	Academic VMware vSAN 7 Advanced for 1 processor	8
R.RM.MNG.HP.6	ST7-ADV-3P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vSAN 7 Advanced for 1 processor for 3 years	8

Nel cluster VMware vSphere saranno presenti almeno i seguenti 4 nodi virtuali: 2 nodi virtuali di Front-End del sistema HPC (Login) e 2 nodi virtuali di management del sistema HPC (Management nodes). Il sistema operativo installato su questi 4 nodi virtuali dovrà essere Red Hat Enterprise Linux a 64 bit (Virtual Nodes) nella sua ultima versione stabile. In particolare dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.RM.FI.MNG.SO.1	2	RH00004F3	Red Hat Enterprise Linux Server, Standard (Physical or Virtual Nodes)
R.RM.MNG.SO.2	2	RH00557F3	Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Head Node with Smart Management, Premium (Physical or Virtual Nodes)

Nel cluster VMware dovranno essere presenti uno o più nodi virtuali Linux (Debian o Ubuntu Server) per la realizzazione dei servizi essenziali per il funzionamento del cluster HPC.

Sui nodi di Front-End del sistema HPC, dovranno essere installati gli strumenti Open Source per lo sviluppo e il debugging dei codici di calcolo ed in particolare i seguenti stack software:

- Stack completo compilatori GNU (C, C++, gfortran, python, etc...);

Per l'implementazione delle funzionalità di Scheduling e Resource Management dovrà essere impiegato il software PBS Professional Open Source (<http://www.pbspro.org/>) o altro equivalente Open Source in grado di garantire:

- La sottomissione di job seriali/paralleli e la gestione dell'allocazione delle risorse.
- Massima efficienza e produttività nella gestione dei job utente;
- Ottimizzazione statica e dinamica dell'allocazione delle risorse;
- Definizione e gestione di un sistema di code;
- Gestione delle priorità dei job;
- Possibilità di sospendere i job;
- Possibilità di implementare differenti policy di scheduling;
- Possibilità di garantire priorità a classi di job e/o utenti;
- Consentire l'implementazione di workflow complessi di job (catene operative);
- Staging intelligente dei dati di input;
- Analisi statistica dell'utilizzo delle risorse (accounting su base temporale arbitraria per gruppi, utenti e progetti ed altro).

Per l'installazione e la messa in opera del cluster dovrà essere utilizzato un software Open Source in grado di gestire il provisioning, il monitoraggio, la gestione del cluster e garantire la continua operatività del cluster fornendo soluzioni di recovery e deploy dei nodi del cluster.

L'autenticazione degli utenti sui nodi di Front-End del sistema HPC (Login Nodes) dovrà essere gestita utilizzando il sistema di Identity Management di RedHat (<https://access.redhat.com/products/identity-management>) presente sui 2 nodi virtuali di management, interfacciato con un sistema di directory LDAP. Dovrà essere possibile abilitare meccanismi di Single sign-on (SSO) per l'accesso alle risorse di storage Tier1 e Tier2 qualora richiesto.

5.5. SISTEMA DI STORAGE/CLUSTER FILE SYSTEM (CFS)

Il sistema di calcolo HPC dovrà essere dotato di un sistema di storage ad alte prestazioni (CFS) dedicato, composto dall'integrazione di una infrastruttura HW con la soluzione software di Cluster File System basata sul **Cluster File System BeeGFS**.

Lo spazio disco utile fornito da tale sistema sarà utilizzato unicamente come "spazio di lavoro" (scratch file system) per memorizzare temporaneamente i risultati delle elaborazioni numeriche che saranno eseguite sul sistema HPC.

Per tale motivo, il sistema CFS dovrà garantire elevate prestazioni in termini di I/O anche in presenza di un elevato numero di richieste concorrenti.

Il sistema di storage CFS dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- Capacità utile complessiva pari ad almeno **180 TeraByte**;
- Performance aggregate di I/O sul file system pari ad almeno 10 GByte/sec sia in lettura che scrittura sequenziale, su file aventi dimensione aggregata pari ad almeno 3 volte la somma delle memorie RAM dei nodi componenti l'infrastruttura CFS.
- Interconnessione alla rete ad alta velocità del CDCN-RM.

Inoltre, a **livello hardware**, il sistema di storage CFS dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- Possibilità di espandere il sistema in termini di scalabilità verticale od orizzontale;
- Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap
- Gestione dei dischi guasti con sistema a doppia sicurezza di tipo "hot spare" e/o "distributed spare" ed in ogni caso con sostituzioni a caldo;
- L'area storage per i metadati dovrà essere implementata utilizzando dischi SSD opportunamente raggruppati;
- Tutti dispositivi forniti, inclusi gli hard-disk, dovranno essere di tipo "enterprise", ovvero certificati per l'uso H24;
- I sottosistemi o controller storage dovranno avere funzionalità in grado di garantire l'assoluta consistenza dei dati in caso di fault come, ad esempio, il "destaging" dei dati presenti in cache prima dello spegnimento in caso di assenza di alimentazione elettrica;
- Gli apparati dovranno avere funzionalità di auto-diagnosi o essere interconnessi ad un sistema di rilevamento dei fault, al fine di informare tempestivamente gli amministratori del sistema di eventuali guasti.

Infine, a **livello software**, il sistema di storage CFS proposto dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- Dovrà essere implementata la componente di management su di un nodo separato (a tale scopo potrà essere utilizzato uno dei Nodi di Servizio)
- Prestazioni elevate, parallelizzazione degli accessi e bilanciamento del carico sia a livello dei dati che dei metadati;
- Compatibilità, a livello di file system, allo standard POSIX ed ai linux kernel;
- Esecuzione nello user space del S.O. e non nel kernel space.

La soluzione offerta deve comprendere altresì tutte le componenti software e licenze, necessarie a garantire la messa in esercizio e il funzionamento dello spazio disco di lavoro del sistema di calcolo HTC, nel rispetto delle funzionalità e dei requisiti minimi sopra descritti.

Il sistema operativo dei nodi di servizio del sistema di storage CFS dovrà essere Red Hat Enterprise Linux Server, Standard (Physical or Virtual Nodes - RH00004F3).

La soluzione software offerta deve essere inclusiva del supporto ufficiale del produttore/manutentore del software BeeGFS. **Non è ammesso fornire soluzioni con supporto di tipo community o più in generale non commerciale.**

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori del Sistema CFS.

Sistema CFS – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.RM.CFS.1	Capacità minima utile	180 TeraBytes
R.RM.CFS.2	Performance aggregate di I/O sul file system sia in lettura che scrittura sequenziale, su file aventi dimensione aggregata pari ad almeno 3 volte la somma delle memorie RAM dei nodi componenti l'infrastruttura CFS.	10 GBps
R.RM.CFS.3	Soluzione basata su Cluster File System BeeGFS	Si
R.RM.CFS.4	L'area storage per i metadati dovrà essere implementata utilizzando dischi SSD opportunamente raggruppati	Si

R.RM.CFS.5	La soluzione si interconnette alla rete ad alta velocità del CDCN-RM	Si
R.RM.CFS.6	<p>La BMC dei nodi componenti il sistema deve supportare almeno:</p> <ul style="list-style-type: none"> - I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; - Funzionalità di virtual console & vMedia; - Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; - Il protocollo Redfish (RESTful API); - Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; - Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; - Funzionalità di rollback del Firmware; - Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: - Funzionalità di Secure Default Password; - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. 	Si
Scalabilità		
R.RM.CFS.7	Possibilità di espandere il sistema in termini di scalabilità verticale od orizzontale	Si
Resilienza		
R.RM.CFS.8	Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap	Si
R.RM.CFS.9	Gestione dei dischi guasti con sistema a doppia sicurezza di tipo "hot spare" e/o "distributed spare" ed in ogni caso con sostituzioni a caldo	Si
R.RM.CFS.10	I sottosistemi o controller storage dovranno avere funzionalità in grado di garantire l'assoluta consistenza dei dati in caso di fault come, ad esempio, il "destaging" dei dati presenti in cache prima dello spegnimento in caso di assenza di alimentazione elettrica;	Si
R.RM.CFS.11	Tutti dispositivi forniti, inclusi gli hard-disk, dovranno essere di tipo "enterprise", ovvero certificati per l'uso H24	Si
Funzionalità Software		
R.RM.CFS.12	La componente di Management è implementata su di un nodo separato	Si
R.RM.CFS.13	Parallelizzazione degli accessi e bilanciamento del carico sia a livello dei dati che dei metadati;	Si
R.RM.CFS.14	Compatibilità, a livello di file system, allo standard POSIX ed ai Linux kernel	Si
R.RM.CFS.15	Esecuzione delle componenti software nello user space del S.O. e non nel kernel space	Si
R.RM.CFS.16	La soluzione software offerta deve essere inclusiva del supporto ufficiale del produttore/manutentore del software BeeGFS	Si
R.RM.CFS.17	Il sistema operativo dei nodi di servizio del sistema di storage CFS dovrà essere Red Hat Enterprise Linux Server, Standard (Physical or Virtual Nodes - RH00004F3)	Si

5.6. NETWORK ATTACHED STORAGE (NAS)

Il sistema NAS dovrà poter operare in piena autonomia senza richiedere nessuna risorsa esterna con la sola eccezione dei collegamenti di rete dati e dell'alimentazione elettrica. La proposta dovrà essere composta da una soluzione a singolo Tier di archiviazione, che conterrà i dati storici del progetto. La soluzione dovrà essere di tipo NAS Scale-Out composta da nodi interconnessi tra loro. Non saranno pertanto considerate accettabili soluzioni basate su servizi cloud, sia pubblici che ibridi. Il sistema dovrà comprendere tutte le componenti necessarie all'erogazione dei servizi NAS richiesti. Non saranno accettate soluzioni erogate sotto forma di IAAS, PAAS, hosting, housing o più in generale qualsiasi altra tipologia di acquisto o contratto che preveda la fornitura sotto forma di servizio a canone. Dovranno essere inoltre forniti, quale parte integrante dell'offerta, i servizi professionali necessari ad una corretta posa, installazione, configurazione di base e "messa in produzione" del sistema. La soluzione offerta dovrà comprendere di sistema di doppia distribuzione di corrente in grado ricevere alimentazione da due linee distinte. Ogni linea di distribuzione dovrà essere progettata per sostenere da sola tutto il carico di potenza necessario a mantenere il sistema in piena efficienza operativa. Il sistema proposto dovrà essere una soluzione per la gestione di dati non strutturati ad accesso file level mediante servizi erogati attraverso rete ethernet su protocolli IP e con caratteristiche tali da essere classificabile sotto la denominazione di sistema Network Attached Storage. Dovranno essere erogabili tutti i protocolli principali tipici delle soluzioni NAS e object, dovranno poter essere gestiti contemporaneamente anche nuovi e innovativi ambienti applicativi.

Il sistema proposto dovrà essere privo qualsiasi elemento che possa essere considerato un "Single Point of Failure" (SPOF) e garantire quindi la piena operatività delle sue funzioni, anche se con un minimo degrado delle sue prestazioni, anche in caso di guasto o parziale malfunzionamento di una delle sue componenti. Il sistema dovrà essere dotato di un completo sottosistema (hardware e software) in grado di determinare eventuali malfunzionamenti di una delle sue componenti e segnalare tale malfunzionamento in modo tale da consentire un rapido intervento in grado di diagnosticare e risolvere il problema verificatosi. Ogni elemento guasto dovrà poter essere sostituito a caldo senza la necessità di interrompere, anche per breve periodo, il funzionamento di altri componenti del sistema per eseguire la sostituzione necessaria. Sarà tuttavia considerata accettabile una soluzione dove sia esplicitamente indicata la necessità di un fermo parziale di una parte del sistema per operare alcune tipologie di manutenzione, in tal caso però il sistema dovrà essere progettato in modo tale da mantenere ogni livello di funzione, uguale ai livelli di piena operatività, durante tutto il periodo di fermo necessario all'attività di manutenzione. Il sottosistema software della soluzione offerta dovrà poter essere aggiornato o modificato senza eseguire alcun fermo dei servizi erogati in una modalità definibile "a caldo". Qualora la soluzione proposta sia costituita da un insieme di nodi indipendenti operanti in una logica di intelligenza distribuita è ammessa la possibilità che l'operazione di upgrade software debba comportare il riavvio di un singolo nodo per volta durante la fase di aggiornamento, questo però non dovrà in alcun modo inficiare il livello di servizio erogabile in fase di piena operatività. Il sottosistema hardware oltre alla già evidenziata assenza di SPOF dovrà poter essere upgradato senza dover alterare la piena operatività dei servizi erogati dal sistema; operazioni quali l'incremento o la riduzione dello spazio storage e della capacità elaborativa, l'aggiunta di nuove funzionalità o licenze, o la modifica del livello di protezione dei dati del sottosistema dovranno poter essere eseguite a caldo senza che questo comporti la riduzione anche temporanea delle funzionalità o le performance del sistema.

Qualora la soluzione proposta sia costituita da un insieme di nodi indipendenti, dovrà essere possibile aggiungere un nuovo nodo al sistema in modo "non distruttivo", senza cioè alterare in alcun modo lo stato del sistema in esercizio, e l'architettura dovrà prevedere la possibilità di integrare tale nodo all'interno dell'insieme preesistente ridistribuendo, in modo del tutto automatico o pilotabile mediante specifiche policy, i dati, i servizi ed il carico di lavoro su tutti i nodi compreso il nuovo appena aggiunto.

5.6.1. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE RICHIESTA

Il sistema dovrà avere la caratteristica strutturale di essere modulare, a scalabilità lineare su tutte le sue principali componenti. Dovrà essere possibile aumentare le capacità computazionali, di memoria cache e di throughput dell'I/O di front-end in modo lineare all'aumento della capacità di archiviazione del sistema stesso. E' considerata una soluzione preferibile, e valutata in conseguenza, la proposizione di un sistema costituito da un insieme di nodi, paritetici e indipendenti, che operano in una struttura di intelligenza distribuita che ripartisca il carico di lavoro (servizi, sessioni, I/O, dati, carico computazionale) su tutti i nodi del sistema o, mediante policy configurabili e modificabili a caldo, su un loro sottoinsieme. La soluzione dovrà prevedere la possibilità di integrare componenti hardware di generazioni differenti mantenendo una piena compatibilità con il resto del sistema. Eventuali refresh tecnologici che si rendessero necessari per l'incremento della richiesta di prestazioni o di nuove funzionalità del sistema dovrà avvenire in modo del tutto trasparente, senza fermi o disservizi e senza la necessità di una procedura di migrazione manuale dei dati. Il sistema dovrà poter prevedere la possibilità di integrare al suo interno componenti di caratteristiche e prestazioni differenti: dovrà essere possibile utilizzare dischi di tipologie, prestazioni e dimensioni differenti, componenti di I/O di front-end con prestazioni differenziate, CPU o cache memory di tipologia differenziata. Tutte queste componenti, sebbene diverse per caratteristiche



dovranno poter essere completamente integrate tra loro in da apparire dal punto di vista logico alle applicazioni o all'utenza come una sola componente atomica.

Pur nel rispetto della caratteristica di atomicità sopra descritta, il sistema dovrà prevedere la possibilità di suddividere in modo granulare le sue risorse e le sue componenti in modo da poter creare dei sottosistemi specifici con caratteristiche diverse tra loro e dedicati, secondo le necessità, a compiti e servizi puntuali. Viene lasciata piena libertà sulle modalità con la quale il sistema rende disponibile questo tipo di suddivisione delle risorse interne pur nel rispetto dei seguenti vincoli di base:

- Esecuzione a caldo della suddivisione
- Configurazione dinamica e modificabile nel corso del tempo secondo le necessità
- Migrazione automatica dei dati in funzione della configurazione di suddivisione applicata
- Possibilità di definire specifici servizi erogabili solo da una specifica partizione del sistema

Global Name Space

Il sistema dovrà prevedere la possibilità di poter organizzare i dati contenuti in modo che logicamente siano visti dalle applicazioni come un unico File System. Tale modalità di presentazione logica del dato dovrà rendere del tutto invisibile all'utente la reale collocazione del dato all'interno del sistema; eventuali upgrade del sistema non dovranno in alcun modo alterare questa rappresentazione logica del dato: il nuovo spazio a disposizione dovrà essere integrato all'interno dell'unico File System e la redistribuzione fisica dei dati all'interno delle nuove risorse del sistema non dovrà in alcun modo alterare la collocazione logica del dato all'interno dello stesso.

Dal punto di vista delle funzionalità è richiesto che il singolo File System sia in grado di indirizzare fino ad almeno 50 PetaByte di capacità lorda.

Funzionalità di bilanciamento

Il sistema dovrà poter supportare un set di funzionalità in grado di bilanciare in modo automatico e dinamico il carico di lavoro in modo da ridistribuirlo su tutti i suoi componenti così da sfruttare in modo completo le risorse a disposizione. E' richiesto che tale bilanciamento avvenga in modo del tutto trasparente alle applicazioni senza la necessità di modifiche alcune alle applicazioni client che utilizzano le risorse del sistema. Il bilanciamento dovrà essere disponibile su tutti i protocolli di comunicazione front-end messi a disposizione dal sistema senza nessuna eccezione. E' consentito lo sfruttamento di tecniche quali il DNS delegation, il floating IP o mac address, multicast o protocol redirection.

In caso di indisponibilità improvvisa di una delle risorse il sistema di bilanciamento dovrà inoltre garantire l'immediata redistribuzione delle sessioni di lavoro sulle risorse rimaste disponibili riadattando la distribuzione del carico di lavoro alla nuova configurazione del sistema.

Autotiering

Il sistema deve implementare nativamente un meccanismo di automatic tiering verticale su base policy che permette di spostare a caldo ogni singolo file presente nel File System da una tipologia di dischi ad un'altra, in modo da ottimizzare le performance erogate. Tale spostamento non dovrà comportare modifiche nella struttura del File System o nell'accesso allo stesso.

Management unificato

Il sistema, anche se a logica distribuita, dovrà prevedere un unico punto di gestione: tale sistema di gestione dovrà essere accessibile sempre con le medesime modalità e caratteristiche a prescindere dalla disponibilità delle risorse del sistema (la caduta di uno o più componenti del sistema non dovrà inficiare l'accesso al sistema di management o una variazione alle sue modalità di accesso). Dal management unificato dovranno essere gestibili tutte le caratteristiche e le funzionalità del sistema. Sebbene sia accettata la possibilità che il management possa essere eseguito attraverso l'utilizzo di client o console dedicata, il sistema dovrà comunque prevedere un'interfaccia di gestione clientless di tipo grafico accessibile attraverso il protocollo http/ssl in grado di fornire all'operatore tecnico tutte le funzionalità di gestione delle componenti del sistema.

Supporto a servizi a esterni

Il sistema dovrà essere pienamente integrabile con sistema di Authentication, Authorization e Accounting esterni che utilizzino i protocolli standard del mercato di riferimento quali LDAP, Active Directory, Kerberos. Attraverso tale integrazione dovrà essere possibile la gestione dell'accesso a ogni risorsa del sistema sia dei servizi erogati all'utenza sia della parte di management del sistema stesso.

In particolar modo il sistema, nella parte di erogazione dei servizi CIFS/SMB, dovrà essere pienamente compatibile e completamente integrabile con l'infrastruttura di Active Directory di Microsoft.

Supporto e gestione delle quote

Il sistema dovrà prevedere funzionalità complete di gestione delle quote: dovrà essere possibile definire almeno due livelli di quota per ogni singolo utente, gruppo di utenti, risorsa AD o sottoalbero del File System principale. Per ogni singolo livello di quota dovrà poter essere possibile definirne la modalità di triggering (warning o blocking), e un “grace period”. Le impostazioni di quota dovranno in ogni modo essere dinamiche e modificabili durante le normali operazioni di gestione day-by-day. Dovrà essere possibile applicare funzionalità di quota a tutte le risorse e servizi erogati dal sistema.

Supporto snapshot

Il sistema dovrà prevedere la funzionalità di gestione degli snapshot di tutto o parte del File System fino a 1024 snapshot per directory.

Se ne deve prevedere la creazione, gestione, consolidamento e distruzione. Gli snapshot creati dovranno poter essere accessibili come risorse separate e con modalità anche diverse dalla risorsa dalla quale derivano.

Replicazione Remota

Il sistema deve supportare nativamente, qualora richiesto, la funzionalità di replica remota di tutti o parte dei dati contenuti nel sistema. Sebbene sia considerata sufficiente che la soluzione disponga di una replica remota asincrona, sarebbe preferibile che tale funzione sia talmente efficiente da garantire il minor RPO possibile.

La modalità di replica dovrà essere eseguibile utilizzando come supporto di trasporto una normale rete TCP/IP con adeguata larghezza di banda, latenza, data loss e jitter. Eventuali richieste specifiche su tali caratteristiche vanno indicate nella documentazione e saranno oggetto di valutazione. In caso siano considerate troppo restrittive il sistema verrà considerato privo della funzione di replica remota e valutato di conseguenza.

Non verrà in alcun modo accettata una soluzione di replica remota che preveda un canale dedicato di comunicazione tra il sistema on-line e in sistema in replica.

Integrità dei dati (WORM)

Il sistema dovrà poter consentire la protezione dei dati in modalità WORM (Write Once Read Many) in modo da impedire modifiche o cancellazioni accidentali o volontarie dei dati e contribuire a soddisfare i requisiti richiesti dalle normative vigenti, incluse le rigide norme americane SEC 17a-4.

Data Protection

Il sistema dovrà prevedere un set completo di livelli di protezione del dato inserito nel sistema.

Dovrà essere possibile configurare differenti di livelli di protezione e impostare, nel caso di sistemi a logica distribuita, la tolleranza al numero di nodi che possono essere non disponibili senza che le funzionalità del sistema debba risentirne.

Nel rispetto del vincolo di assenza di SPOF la caduta di una singola risorsa (disco o nodo che sia) non deve comunque mai rappresentare, in nessuna configurazione, un evento che porti al degrado delle funzioni del sistema o a possibili perdite di dati.

Le modalità e livelli di protezione devono essere dinamici, impostabili a caldo e configurabili a vari livelli sulle risorse del sistema fino a un livello di granularità massimo (il singolo file).

Protocolli supportati

Devono essere pienamente supportati i protocolli standard dei sistemi NAS:

- NFSv3, NFSv4 anche con funzionalità di authentication
- CIFS e SMB v1, v2, v2.1, v3
- FTP sia in modalità active che passive
- HTTP con supporto SSL
- HDFS
- Supporto nativo al protocollo Object S3 senza utilizzo di gateway esterni
- NDMP
- Rest API
- Supporto nativo al protocollo del framework di calcolo parallelo Hadoop (HDFS v1, v2 e v3)

Supporto al Cloud

La soluzione deve poter supportare la possibilità di eseguire tiering verso Storage di tipo cloud, sia verso cloud privati che verso i maggiori provider di cloud pubblici (Amazon, Azure, Google). L'accesso al dato archiviato avvenire tramite il filesystem della soluzione NAS, ed i file non dovranno essere quindi spostati integralmente sullo storage Cloud. Non ci

dovrà essere quindi un cambio di cartella o di protocollo di accesso per i file archiviati. Il tiering dovrà essere completamente trasparente alle applicazioni o agli utenti che utilizzano lo storage NAS.

Deduplica

Lo storage deve poter supportare meccanismi di riduzione dello spazio fisico occupato, tramite algoritmi di deduplica del dato. Tali algoritmi dovranno essere eseguiti sull'interno filesystem della NAS e sui differenti Tier di storage presenti all'interno della soluzione. Non saranno accettati validi meccanismi di deduplica che agiscono a livello di singolo volume/tier, in quanto saranno ritenuti non efficienti.

Il sistema deve offrire la possibilità di deduplicare i file, in modalità post-process e senza significativi impatti di performance, con un block size di 8k.

5.6.2. CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEL SISTEMA NAS

Di seguito sono riportati i requisiti funzionali della Componente NAS Scale-OUT che la fornitura dovrà rispettare:

ID requisito	Descrizione caratteristiche	Requisiti Minimi. Le caratteristiche che seguono si intendono per il sottosistema storage Tier2
R.RM.T2.1	L'architettura storage deve essere di tipologia Scale-Out NAS e in un unico sottosistema, ovvero non composta da due o più sezioni separate per la parte "computazionale", di "accesso al file system" e "capacitiva"	Si
R.RM.T2.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	Almeno 4 nodi in 4 Rack Unit
R.RM.T2.3	Il sistema storage deve essere in grado di espandere a caldo le performance e la capacità linearmente.	Si
R.RM.T2.4	Performance e capacità storage lineari devono poter essere raggiunte aggiungendo nodi storage, ciascuno con i suoi Dischi, Cache, I/O e potenza computazionale (CPU) per assicurare la scalabilità lineare e la crescita semplificata del sistema	Si
R.RM.T2.5	Tutti i nodi storage/controller devono essere attivi, contribuendo in modo paritetico alle performance e alla capacità del sistema	Si
R.RM.T2.6	Il sistema storage deve consentire la coesistenza di nodi di differenti generazioni di hardware, senza cambiamenti alla configurazione esistente e mentre il sistema è online. Deve consentire inoltre la dismissione di hardware di vecchia generazione se e quando richiesto.	Si
R.RM.T2.7	L'architettura storage deve supportare il bilanciamento automatico e senza interruzione del servizio dei dati attraverso gli storage pool per ottenere performance ottimali e efficienza della capacità, in caso di espansioni successive del sistema.	Si
R.RM.T2.8	Gli upgrade devono essere applicati senza il cambio della configurazione dei controller proposta.	Si
R.RM.T2.9	Il sistema storage deve fornire l'accesso per una varietà di sistemi operativi (UNIX, MAC, Linux, Windows) usando tutti i protocolli standard: NFSv3, NFSv4, SMB1, SMB2.0 e SMB 3.0 (CIFS), HTTP, FTP, REST, HDFS (Hadoop v1, v2 e v3) ed S3. Tutti i protocolli devono essere inclusi senza licenze aggiuntive o ulteriore hardware. Tutti i protocolli, compresi quelli di tipo object, devono essere interoperabili e utilizzabili su tutti i dati archiviati nel cluster.	Si
R.RM.T2.10	Il sistema storage deve essere in grado di mixare dischi SAS, SATA e SSD all'interno di un unico file system, fornendo agli utenti finali e alle applicazioni capacità aggregata e la visione delle performance del sistema.	Si

R.RM.T2.11	Il sistema storage deve consentire di creare differenti tier di capacità e performance composti di dischi di tipologia differente (SAS, SATA e SSD) con un file system unico. Il sistema storage è in grado di gestire il ciclo di vita dei dati e migrare i file tra i differenti tier, utilizzando politiche basate sull'età del file, sul tipo, sulla dimensione e sulla posizione nelle directory.	Si
R.RM.T2.12	Il sistema storage deve avere una cache coerente globale, scalabile quando vengono aggiunti più nodi al cluster	Si
File System e Scalabilità		
R.RM.T2.13	Dimensione minima del singolo File System (capacità lorda)	Almeno 50PB
R.RM.T2.14	N. massimo di nodi aggregabili in un unico sistema	Almeno 252
R.RM.T2.15	Il file system deve supportare l'espansione a caldo dei nodi, senza interruzione del servizio, e permettere l'utilizzo immediato della capacità e delle performance aggiunte.	Si
R.RM.T2.16	Il file system deve essere continuamente e automaticamente bilanciato su tutti i nodi e i dischi, per eliminare colli di bottiglia e zone calde.	Si
R.RM.T2.17	Il file system deve sopportare la rottura di dischi e controller multipli, e fornire l'accesso ai dati con le performance desiderate. Il fornitore deve specificare i livelli di protezione supportati.	Si
R.RM.T2.18	L'accesso dei client al file system e alle share deve essere automaticamente distribuito su tutti i nodi per ottimizzare le performance del sistema	Si
R.RM.T2.19	Il file system deve permettere un numero illimitato di accessi client indipendentemente dal sistema operativo e dal protocollo.	Si
Integrità, Protezione e Disponibilità del dato.		
R.RM.T2.20	Il sistema Storage deve poter supportare le snapshot a livello di volume e directory fino a 1024 snapshot per directory	Si
R.RM.T2.21	Il sistema Storage deve utilizzare un meccanismo di protezione dei dati basato su "erasure coding" (N+M)	Si
R.RM.T2.22	Il sistema storage deve poter supportare il guasto contemporaneo di almeno due dischi o di un intero nodo senza perdita dei dati.	Si
R.RM.T2.23	Il meccanismo di protezione deve supportare fino al guasto contemporaneo di quattro dischi o quattro nodi (con la presenza di un numero sufficiente di nodi complessivi) senza interruzione del servizio	Si
R.RM.T2.24	Il sistema storage deve avere funzionalità di Journal File System. Il journaling accelera i tempi di ricostruzione per gli storage media ripristinabili richiedendo la scrittura nel file solo dei blocchi nuovi/cambiati	Si
R.RM.T2.25	Il sistema storage deve rimanere completamente online e con tutti i dati accessibili in caso di un fallimento di un intero nodo.	Si
R.RM.T2.26	Il sistema storage deve consentire di modificare le impostazioni e i livelli di protezione del dato a caldo e senza disservizio	Si
R.RM.T2.27	Il sistema storage deve consentire di modificare il livello di protezione del dato in maniera granulare a livello sistema, directory o file	Si
R.RM.T2.28	Il sistema storage deve supportare la quota utenti con limiti soft o hard ed Over Provisioning.	Si
R.RM.T2.29	Il sistema storage deve supportare il Reporting avanzato e l'analisi delle performance, analisi del trend dello storage e strumenti di capacity planning	Si

R.RM.T2.30	Il sistema storage deve supportare nativamente la possibilità di replicare i dati su un sistema remoto, tramite meccanismi di replica asincrona.	Si
R.RM.T2.31	Il sistema storage deve poter offrire supporto al protocollo NDMP per integrazione con soluzioni di backup	Si
R.RM.T2.32	Il sistema storage deve poter offrire meccanismi di deduplica per la riduzione dello spazio fisico occupato	Si
R.RM.T2.33	Il sistema storage deve poter offrire il tiering del dato verso cloud privati e/o pubblici (Amazon, Azure, Google)	Si
R.RM.T2.34	Il sistema storage deve poter supportare il WORM con meccanismi di protezione di tipo locking e compliance con le regolamentazioni SEC 17a-4	Si
Gestione e Amministrazione		
R.RM.T2.35	Il sistema storage deve offrire l'interfaccia Web e la CLI	Si
R.RM.T2.36	Il sistema storage deve il monitoring tramite protocollo l'SNMP	Si
R.RM.T2.37	Il sistema storage deve supportare l'autenticazione degli utenti e degli amministratori con NIS, LDAP e Active Directory	Si
R.RM.T2.38	Il sistema storage deve supportare la scansione con l'Antivirus attraverso il protocollo iCAP.	Si
R.RM.T2.39	Il sistema storage deve fornire il monitoraggio della capacità ed il reporting a livello directory, utenti e gruppi	Si
R.RM.T2.40	Il sistema storage deve supportare lo storico delle performance e la loro analisi.	Si
R.RM.T2.41	Il sistema storage deve fornire funzionalità di monitoraggio remoto e di "chiama a casa" al fine di allertare il fornitore di eventuali fallimenti e/o richieste di manutenzione.	si
R.RM.T2.42	Il sistema storage deve supportare l'integrazione con più domini Active Directory (mount-point esportato per "cliente") anche non in trust	Si, almeno 3 domini diversi non in trust
R.RM.T2.43	Il sistema storage deve poter supportare funzioni di Auditing e la possibilità di esportare i log tramite protocollo CEE o Syslog	Si

5.6.3. CARATTERISTICHE TECNICHE E LICENZE SOFTWARE DEL SISTEMA NAS

Di seguito sono riportati i requisiti minimi del Tier della componente di storage capacitivo che la fornitura NAS dovrà rispettare:

ID requisito	Descrizione caratteristiche	Requisiti Minimi. Requisiti Iniziali di Storage con capacità di configurazione minime
R.RM.T2.C2.1	Numero di nodi nella configurazione di base	Almeno 4
R.RM.T2.C2.2	Spazio RAW capacitivo con dischi SATA di almeno:	120TB
R.RM.T2.C2.3	Spazio RAW con dischi SSD (cache)	Almeno 1 disco da 400Gb
R.RM.T2.C2.4	Tipologia di interfacce di front-end verso i sistemi server	10GbE SFP+
R.RM.T2.C2.5	Numero di interfacce 1GbE per nodo (management)	1
R.RM.T2.C2.6	Numero di interfacce 10GbE per nodo (front-end)	2
R.RM.T2.C2.7	Numero di interfacce 10GbE per nodo (back-end)	2
R.RM.T2.C2.8	Licenza software per la gestione della rete, degli accessi e del failover delle porte	SI
R.RM.T2.C2.9	Licenza software per la gestione delle Quote	SI
R.RM.T2.C2.10	Licenza software per la gestione delle Snapshot	SI
R.RM.T2.C2.11	Licenza software per il supporto al protocollo HDFS	SI
R.RM.T2.C2.12	Software di monitoring e reportistica avanzato	SI

5.7. ISOLA MODULARE AD ALTA DENSITÀ PER IL SISTEMA HPC

Il sistema HPC dovrà essere installato all'interno di un'isola modulare, pre-ingegnerizzata e pre-assemblata, comprendente:

- Cage compartimentata e modulare ad alta efficienza termica;
- Armadi rack 42U;
- Sistema di condizionamento (unità interne ed esterne) dimensionato per il raffreddamento ottimale del sistema HPC;
- PDU Intelligenti switched con sistema di monitoraggio micro ambientale;
- Sistema UPS dimensionato per garantire il funzionamento del sistema HPC per almeno 10 minuti.

Dovrà essere fornita e installata un'isola modulare ad alta densità composta da armadi per ospitare tutti gli apparati di rete, i nodi di calcolo, di servizio e i sistemi di storage della presente fornitura. Agli effetti del risparmio energetico il sistema deve dirigere l'aria di raffreddamento esattamente dove serve, cioè sulla parte frontale dei server utilizzando un sistema basato su scambio termico. Le unità di raffreddamento interne devono essere di precisione a colonna di tipo In Line da rack, accoppiabili di fianco agli armadi in posizioni idonee a gestire un flusso d'aria climatizzata uniforme per tutta l'altezza del fronte anteriore dei rack ("closed loop"). Le unità di raffreddamento esterne dovranno essere del tipo a pompa di calore, a gas ecologico R410A o superiore e dovranno essere idonei al funzionamento operativo del sistema HPC. All'interno dell'isola dovranno essere presenti uno o più armadi rack (Rack Enclosures) per apparecchiature informatiche robusti e ad elevata densità energetica (30 kW) con capacità di carico elevata (sino a 1500kg), aventi dimensioni minime 42 Unità, 700 mm (larg) x 1200 mm (prof) x 2000 mm (alt), per ospitare tutte le apparecchiature HW della fornitura. Gli armadi dovranno essere dotati di 4 montanti 19" con la numerazione delle unità, porta anteriore singola (microforata), porta posteriore doppia (microforata), porte apertura massima a 260°, piedini di livellamento, kit messa a terra, maniglie con apertura a quarto di giro, con serratura. Gli armadi dovranno essere dotati di barre di alimentazione intelligenti (PDU) in numero adeguato ad alimentare tutti gli apparati della fornitura. Le PDU dovranno poter misurare le principali grandezze elettriche ed ambientali. Il sistema UPS dovrà essere installato all'interno dell'isola compartimentata, ma si potranno proporre soluzioni alternative compatibili con gli spazi della sala server che ospiterà il sistema HPC.

5.8. FORMAZIONE

La presente sezione descrive i requisiti relativi alle attività di formazione che dovranno essere incluse nella fornitura.

In particolare vengono esplicitate le attività minime attese nel contesto della formazione per gli operatori del CNR che saranno identificati a valle dell'assegnazione del contratto, durante una specifica fase di definizione puntuale di tale iniziativa che dovrà comunque contemplare:

- Definizione dettagliata delle tematiche proposte nelle sessioni di formazione
- Piano di formazione
- Identificazione operatori da formare
- Modalità specifiche di erogazione
- Aspetti logistici delle sessioni di formazione

Le attività di formazione dovranno prevedere quanto segue per ciascuno degli ambiti oggetto di fornitura ovvero ambito HPC, Virtuale e Sistemi Convergenti:

- N° 1 Workshop di 8 ore, in aula
- N° 2 sessioni di Training-on-the-Job di 3 ore

In definitiva dovranno essere erogati n° 3 Workshop e 6 sessioni complessive di Training-on-the-Job.

Come anticipato il piano di formazione, che indicherà le date e gli orari di tali momenti, sarà concordato con il CNR; l'indicazione generale è che i workshop vengano completati prima del rilascio formale delle soluzioni per ogni ambito e che le sessioni di Training-on-the-Job vengano effettuate durante il periodo di Supporto Post-rilascio.

5.8.1. WORKSHOP

I workshop in aula dovranno essere corredati di materiale didattico che illustri i principali aspetti delle soluzioni introdotte e che ne descriva almeno:

- Schemi architetturali
- Caratteristiche generali delle componenti hardware e software
- Personalizzazioni delle precedenti componenti, specifiche delle soluzioni in fornitura
- Eventuali processi e procedure definite per lo specifico ambito
- Eventuali vincoli e/o note tecniche

5.8.2. TRAINING ON THE JOB

Le sessioni di Training-on-the-Job hanno come obiettivo quello di fornire agli operatori del CNR delle indicazioni tecnico/pratiche di tipo gestionale/operativo sulle soluzioni implementate, che dopo essere state introdotte a livello concettuale nei precedenti workshop, dovranno essere oggetto di un approfondimento utile a fornire un'esperienza concreta sulle loro specifiche caratteristiche, funzionalità e aspetti peculiari.

6. LOTTO 4 PISA: OGGETTO DELLA FORNITURA

Il Lotto 4 riguarda la fornitura di un sistema di calcolo ad alte prestazioni di tipo HPC (High performance computing) che sarà dislocato presso Area della ricerca CNR via G. Moruzzi, 1 56124 Pisa. Il sistema di calcolo HTC, in accordo con le regole del PON, dovrà includere i sistemi HW, SW e i servizi professionali riportati di seguito:

- Almeno 7 nodi di calcolo HPC di seguito indicati con **Thin Nodes**;
- Rete di interconnessione ad alta velocità su protocollo Ethernet dei nodi di calcolo, dei nodi di management e dei sistemi da storage di seguito indicati con il termine **Core Data Center Network (CDCN-PI)**;
- Rete di management Out-of-Band per l'interconnessione dei nodi di calcolo, dei nodi di management e dei sistemi di storage (Scratch e Long-Term Storage Area) di seguito indicati con il termine **Management Network**;
- Nodi per la gestione e l'interoperabilità del sistema HPC di seguito indicati con il termine **Service Nodes**;
- Sistema di **Storage/Cluster File System (CFS)**;
- Rack Enclosures, PDU e UPS per il sistema HPC.

6.1. THIN NODES

I nodi di calcolo componenti il sistema HPC dovranno essere basati su piattaforme altamente integrate e idonee all'ottimizzazione degli spazi, della potenza elettrica assorbita e dissipata.

Il fattore di forma di tutti i nodi dovrà essere rack mount con scheda madre biprocessore con densità non superiore a 1RU/nodo. L'alimentazione dovrà essere ridondata in modalità 1+1. La caduta di un alimentatore non deve determinare alcuna variazione delle prestazioni e/o della potenza di calcolo generata dai nodi contenuti nello chassis.

La capacità di calcolo max computazionale richiesta dal processore specifico fa riferimento alla theoretical peak performance (Rpeak). Si riferisce al valore in doppia precisione per operazioni in virgola mobile della CPU ed è calcolato in modo teorico tramite la seguente formula:

$$GFlops = ncores_{CPU} * Frequency * FLops\ per\ clock_cycle$$

Tutti i nodi dovranno essere dotati di un board management controller (BMC) compatibile IPMI versione 2.0 o superiore e Redfish. Il BMC dovrà essere dotato di interfaccia di rete almeno 1Gbps Base-T dedicata.

Il BMC dovrà consentire almeno il monitoraggio delle ventole (se presenti), della temperatura dei processori e scheda madre, la gestione remota dell'alimentazione elettrica e la misura remota della potenza assorbita dal sistema.

Dovranno inoltre essere supportati:

- I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI;
- Funzionalità di virtual console & vMedia;
- Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni;
- Il protocollo Redfish (RESTful API);
- Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware;
- Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente;
- Funzionalità di rollback del Firmware;
- Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni;
- Funzionalità di Secure Default Password;
- Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE);
- Supporto Active Directory e autenticazione LDAP;
- Il protocollo SNMP v3;
- Funzionalità di IP Blocking;
- Funzionalità di TLS 1.2 communication.

6.1.1. CARATTERISTICHE DEI NODI DI CALCOLO "THIN"

Dovranno essere forniti un minimo di 7 nodi "Thin" configurati come descritto nel seguito.

Il singolo chassis del nodo dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- Backplane a dischi in grado di ospitare un minimo di 10 HDD/SSD 2.5" con connessione SAS. Costituirà elemento migliorativo (punteggio) la presenza di slot disco "ibridi" in grado quindi di ospitare anche dischi NVMe (almeno 8).

- Avere un'occupazione minore o uguale ad 1U per singolo nodo.
- Avere alimentatori in classe di efficienza energetica Titanium.
- Essere dotato di minimo 1 slot PCIe x16 Low Profile libero per future espansioni del sistema.

Ogni chassis dovrà inoltre essere dotato di apposito "Cable Management Arm" flessibile per agevolare le operazioni di servizio senza richiedere la rimozione della macchina dal rack in caso di intervento tecnico.

Inoltre, i nodi di calcolo "Thin" dovranno avere le caratteristiche minime descritte di seguito.

6.1.1.1. PROCESSORI

Per quanto riguarda i processori, i requisiti minimi che dovranno essere soddisfatti sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di 2 processori multi-core x86 a 64bit Intel Xeon Gold 6248 o superiore;
- Ogni processore dovrà avere un numero di core fisici maggiore o uguale a 20;
- Frequenza del processore $\geq 2,5$ GHz;
- Ogni processore dovrà avere almeno 27,5 MB di cache L3
- La theoretical peak performance del singolo nodo deve essere almeno di 3200 GFLOPS (processori di riferimento Intel Xeon Gold 6248 2.5GHz, 20C/40T).

6.1.1.2. MEMORIA

I requisiti relativi alla memoria sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere equipaggiato con almeno 192 GB di RAM;
- Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 2933 MHz;
- I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;
- I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali;
- Non sarà permesso combinare moduli di memoria con differente dimensione, tipo, velocità o fabbricante.
- Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolandolo sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CP.

6.1.1.3. STORAGE LOCALE

Considerato che al momento dell'implementazione lo storage locale dei nodi dovrà ospitare unicamente il sistema operativo, ciascun nodo dovrà essere dotato di

- Backplane a disco in grado di ospitare almeno 10 HDD/SSD slot da 2,5";
- Costituirà elemento migliorativo (punteggio) la presenza di slot disco "ibridi" in grado quindi di ospitare anche dischi NVMe (almeno 8).
- Controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,50,6,60 e dotato di almeno 8GB cache;
- Nr 1 HDD da 1TB 7200rpm SAS
- Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al punto precedente) cadauno avente capacità minima pari a 240GB.

6.1.1.4. CONNETTIVITÀ DEI NODI "THIN" ALL'INFRASTRUTTURA CDCN-PI

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di:
- Almeno due porte 25GbE, per l'interconnessione alla Core Data Center Network le cui caratteristiche sono descritte al paragrafo 3.1. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.
- Almeno una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Cluster Management Network.

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori, **a pena di esclusione**, dei Nodi Thin.

Nodi Thin – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.PI.HPC.NT.1	Numero di nodi	7

R.PI.HPC.NT.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	≤ 1 nodo/RU
R.PI.HPC.NT.3	Chassis dotato di alimentatori aventi classe di efficienza energetica Titanium	Si
R.PI.HPC.NT.4	Numero Slot PCIe x16 Low-Profile liberi per futura espansione del sistema	1
Board Management Controller		
R.PI.HPC.NT.5	Interfaccia BMC con porta dedicata ad 1Gbps	Si
R.PI.HPC.NT.6	<p>La BMC deve supportare almeno:</p> <ul style="list-style-type: none"> - I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; - Funzionalità di virtual console & vMedia; - Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; - Il protocollo Redfish (RESTful API); - Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; - Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; - Funzionalità di rollback del Firmware; - Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: - Funzionalità di Secure Default Password; - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. 	Si
CPU		
R.PI.HPC.NT.7	Il nodo è dotato di N. 2 CPU da almeno 20c, 2.5GHz, 27,5MB cache L3	Si
R.PI.HPC.NT.8	La theoretical peak performance del singolo nodo deve essere almeno di 3200 GFLOPS (processori di riferimento Intel Xeon Gold 6248 2.5GHz, 20C/40T).	Si
Memoria		
R.PI.HPC.NT.9	Quantità di memoria RAM installata	192GB
R.PI.HPC.NT.10	Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 2933 MHz; I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;	Si
R.PI.HPC.NT.11	I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali	Si
R.PI.HPC.NT.12	Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU	Si
Storage		
R.PI.HPC.NT.13	Backplane a disco in grado di ospitare un minimo di 10 HDD/SSD 2.5" con connessione SAS.	Si

R.PI.HPC.NT.14	Nr 1 HDD da 1TB 7200rpm SAS. Controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,50,6,60 e dotato di almeno 8GB cache	Si
R.PI.HPC.NT.15	Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al requisito precedente) cadauno avente capacità minima pari a 240GB	Si
Connettività		
R.PI.HPC.NT.16	Due porte 25GbE SFP28. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.	Si
R.PI.HPC.NT.17	Una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MN).	Si

6.1.2. SOFTWARE THIN NODES

Il sistema operativo installato sui nodi di calcolo dovrà essere Red Hat Enterprise Linux a 64 bit nella sua ultima versione stabile. In particolare dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.PI.HPC.NT.SO.1	7	RH00559F3	Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Compute Node, SS (Physical or Virtual Node)

6.2. CORE DATA CENTER NETWORK (CDCN-PI)

Nei moderni data center, dal punto di vista del networking, risulta ormai superata la tradizionale architettura a tre livelli costituita dai livelli access, aggregation e core. Il motivo principale di ciò è da attribuire alla crescita del traffico di rete orizzontale (ovvero “east-west”) all’interno del data center (server-server, server-storage, ecc.). Pertanto l’architettura di riferimento maggiormente in uso attualmente è quella denominata Clos-based (leaf-spine). Tale nuova architettura è stata progettata per minimizzare il numero di hops tra gli hosts. Questo design appiattisce la topologia fisica, garantisce un’elevata scalabilità e fornisce una latenza predicibile switch-to-switch, rimuovendo quasi del tutto il rischio di loop di rete.

Dovrà pertanto essere fornita una infrastruttura di switching ad alte prestazioni di classe data center, avente le seguenti caratteristiche HW minime:

- Architettura HW basata su chipset standard-silicon;
- Topologia fisica di tipo Spine-Leaf, con rapporto di over subscription non superiore a 3:1 e velocità di accesso alla rete pari ad almeno 25 Gbps;
- L’infrastruttura dovrà mettere a disposizione di un numero di porte sufficiente a garantire il collegamento in rete di tutti i nodi THIN e servizi di storage/management, di accesso di tipologia SFP28. Per il soddisfacimento del requisito, non sono ammesse eventuali porte oggetto di breakout (ad es porte a 100Gb splittate in più porte a 25Gbps);
- Velocità di interconnessione tra i layer spine e leaf non inferiore a 100 Gbps
- Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap, assenza di ulteriori single point of failure.
- Supporto ONIE per l’utilizzo di sistemi operativi alternativi linux-based;
- Supporto di Sistemi Operativi di Rete differenti da quelli sviluppati dal produttore degli apparati. L’utilizzo di S.O. diversi non deve inficiare il supporto HW degli apparati;
- Dimensione massima di ogni switch max 1 RU;
- Caratteristiche HW minime degli Switch di Accesso (Leaf):
 - Almeno 24 porte di accesso ad almeno 25Gbps con connettori SFP28;
 - Almeno 4 porte di uplink ciascuna a velocità di 100 Gbps QSFP28;
 - Switching capacity minima 3,6 Tbps, non blocking;
 - Gli switch dovranno essere completi di ottiche 10 e 25Gb SR in rapporto di 3:1. Per l’interconnessione dei soli nodi oggetto della presente fornitura sarà ammesso l’uso di cavi DAC in rame esclusivamente per le connessioni all’interno dello stesso rack.
- Caratteristiche HW minime degli Switch di Core (Spine):
 - Almeno 24 porte 100Gbps QSFP28 con supporto delle velocità 10/25/40/100 Gbps o superiori;
 - Forwarding capacity minima: 4400 Mpps (Full Duplex, packet size >350bytes);

- Switching capacity minima 6,4 Tbps, non blocking.
- Gli switch dovranno essere completi di ottiche 10GbSR per l'interconnessione al firewall NGFW 1101.

Per il CDCN-PI il Sistema Operativo di Rete degli switch dei layer spine e leaf dovrà essere lo stesso e allineato alla stessa versione.

Le connessioni tra gli switch spine e leaf dovranno essere effettuate mediante cavi in fibra ottica. Fanno parte della fornitura le eventuali ottiche e cavi necessari per realizzare tutte le interconnessioni tra spine e leaf e verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura, compresa l'interconnessione agli apparati di frontiera (firewall/router/switch). In particolare, la rete CDCN dovrà prevedere due collegamenti di Uplink Ethernet a 10GbSR per il collegamento del sistema HPC al firewall di frontiera verso la rete Internet.

La fornitura dell'infrastruttura CDCN dovrà includere un sistema firewall basato sulla tecnologia Forcepoint avente i seguenti requisiti minimi:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.PI.FW.1	1	N1101-O-XX00-X-N	Forcepoint NGFW 1101 Appliance, Cloud Access & Network Security
R.PI.FW.2	1	N1101WR-O-XX00- X-N	Forcepoint NGFW 1101 Warranty - Advanced RMA (36 months), Cloud Access & Network Security
R.PI.FW.3	1	ESESPT-O-CP36- X-N	Essential Support for Forcepoint NGFW 1101 Appliance, Support
R.PI.FW.4	1	MOE10F4-O-XX00-X-N	4 port 10 Gigabit Ethernet SFP+ Module revision 2, Cloud Access & Network Security
R.PI.FW.5	1	MOE10F4WR-O-XX00-X-N	4 port 10 Gigabit Ethernet SFP+ Module revision 2 Warranty - Advanced RMA (36 months), Cloud Access & Network Security
R.PI.FW.6	6	SFP10SR-O-XX00-X-N	SFP+ Fiber Transceiver 10 Gigabit Ethernet Short Reach, Cloud Access & Network Security

La fornitura dell'infrastruttura CDCN dovrà comprendere le eventuali ottiche e cavi necessari per il cablaggio verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura, compresa l'interconnessione agli apparati di frontiera con il firewall e dovranno essere descritte tutte le attività necessarie alla realizzazione ed implementazione (VLAN, configurazioni, etc.).

Dovrà pertanto essere fornita una infrastruttura di switching ad alte prestazioni di classe data center, avente le caratteristiche HW minime riportate in tabella.

Infrastruttura CDCN-PI – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.CDCN-PI.1	L'infrastruttura CDCN deve essere basata su topologia Clos-based	SI
R.CDCN-PI.2	L'architettura di connettività proposta deve implementare una fabric IP-Ethernet basata su protocolli standard ed open che deve apparire e comportarsi verso il mondo esterno come un unico sistema logico (Virtual Fabric). Deve essere pertanto possibile gestire, configurare, e automatizzare l'intera fabric come un singolo sistema logico	SI
R.CDCN-PI.3	La componente software che implementa le funzionalità richieste deve essere eseguita direttamente all'interno degli switch fisici, senza necessità di ricorrere a controller o altre entità esterne. L'insieme degli switch fisici richiesti dal presente Capitolato Tecnico e della componente software relativa all'implementazione delle funzionalità richieste deve pertanto essere autoconsistente	Si
R.CDCN-PI.4	Deve essere possibile implementare la fabric su qualsiasi topologia fisica sottostante ed indipendentemente dall'interconnessione attraverso altri dispositivi non dello stesso vendor, senza la necessità che i sistemi siano adiacenti	Si

R.CDCN-PI.5	La fabric deve poter essere configurata come una singola entità, ed ogni switch appartenente alla fabric dovrà poter sincronizzare il suo provisioning state in maniera autonoma, con la possibilità di effettuare rollback a stati precedenti.	1
R.CDCN-PI.6	La Fabric deve poter essere gestita mediante CLI e RESTful API. La gestione mediante CLI/API deve supportare l'utilizzo dei più comuni tool di automazione, come ad es. Ansible o Python.	Si
R.CDCN-PI.7	La fabric deve supportare meccanismi di: <ul style="list-style-type: none"> - Broadcast suppression; - Conversational forwarding; - ARP/ND Optimization (possibilità di effettuare proxy ARP se l'informazione è già presente nel DB interno); - Anycast Gateway (possibilità per gli endpoint di utilizzare lo stesso virtual MAC/Indirizzo IP su tutti i first-hop switch) sia per endpoints IPV4 che IPV6. Le subnet interessate da funzionalità di anycast gateway dovranno poter essere configurate come un singolo oggetto atomico fabric-wide. Il numero di istanze VRF con capacità di anycast gateway dovrà essere pari almeno a 1000. - Multicast routing con trasporto VXLAN attivabile per ciascuna istanza VRF, interoperabile con ricevitori IGMPv2 IGMPv3 e MLD - Possibilità di utilizzare lo stesso VLAN ID in domini distinti sullo stesso switch - Possibilità di associare VLAN ID differenti allo stesso dominio - Interoperabilità con Q-in-Q con possibilità di trasporto VxLAN Le ottimizzazioni di forwarding sopra menzionate devono essere disponibili almeno con riferimento alle seguenti operazioni: bridging, routing, extended bridging (su VxLAN tunnels) ed extended routing (su VxLAN tunnels).	Si
R.CDCN-PI.8	La fabric deve essere in grado di aggregare link tra due switch mediante meccanismi di Layer2 Multi-pathing e multi chassis/virtual chassis LAG. Tutti gli switch nella fabric dovranno potersi scambiare informazioni topologiche relative ai device adiacenti e dovranno implementare uno shared endpoint database.	Si
R.CDCN-PI.9	La fabric dovrà supportare meccanismi avanzati di classificazione del traffico e di QoS e la capacità di regolare il traffico sia a livello di flusso che di porta fisica. Dovrà essere possibile la tracciatura di qualsiasi flusso di traffico al fine di poter effettuare troubleshooting.	Si
R.CDCN-PI.10	La fabric può organizzare la rete fisica in più reti logiche (Virtual Networks o Tenant) distinte, ognuna dotata delle proprie risorse, servizi di rete e politiche QoS. Ogni Tenant può avere un singolo punto di management dedicato. Il Fabric Administrator può assegnare l'ownership di ogni singolo tenant ad un amministratore distinto e dotato di credenziali separate, il quale potrà provvedere in autonomia alla gestione e configurazione del Tenant. Ogni Tenant ha sia data plane che control plane isolati e separati.	Si
R.CDCN-PI.11	L'architettura HW deve essere basata su chipset standard-silicon	Si
R.CDCN-PI.12	La topologia fisica della rete è di tipo Spine-Leaf, con rapporto di over subscription non superiore a 3:1 e velocità di accesso alla rete pari ad almeno 25 Gbps;	Si
R.CDCN-PI.13	La velocità di interconnessione tra i layer spine e leaf non deve essere inferiore a 100 Gbps	Si
R.CDCN-PI.14	Gli switch devono essere dotati di alimentatori e ventole ridondati e hot-swap, non devono essere presenti ulteriori single point of failure.	Si
R.CDCN-PI.15	Gli switch devono supportare ONIE per l'utilizzo di sistemi operativi alternativi linux-based;	Si
R.CDCN-PI.16	Gli switch devono supportare Sistemi Operativi di Rete differenti da quelli sviluppati dal produttore degli apparati. L'utilizzo di S.O. diversi non deve inficiare il supporto HW degli apparati;	Si
R.CDCN-PI.17	La dimensione fisica massima di ogni switch deve essere di 1RU	Si
R.CDCN-PI.18	Gli switch di Accesso (Leaf) devono essere dotati delle seguenti caratteristiche: <ul style="list-style-type: none"> o Almeno 24 porte di accesso ad almeno 25Gbps con connettori SFP28; 	Si

	<ul style="list-style-type: none"> Almeno 4 porte di uplink ciascuna a velocità di almeno 100 Gbps QSFP28; Switching capacity minima 3,6 Tbps, non blocking; Gli switch devono essere completi di ottiche 10 e 25Gb SR in rapporto di 3:1. <p>Per l'interconnessione dei soli nodi oggetto della presente fornitura saranno usati cavi DAC in rame esclusivamente per le connessioni all'interno dello stesso rack.</p>	
R.CDCN-PI.19	<p>Gli switch di Core (Spine) devono essere dotati delle seguenti caratteristiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> Almeno 24 porte 100Gbps QSFP28 con supporto delle velocità 10/25/40/100 Gbps o superiore; Forwarding capacity minima: 4400 Mpps (Full Duplex, packet size >350bytes); Switching capacity minima 6,4 Tbps, non blocking. Gli switch dovranno essere completi di ottiche 40GbSR per l'interconnessione ai sistemi CI. 	Si
R.CDCN-PI.20	Le connessioni tra gli switch spine e leaf devono essere effettuate mediante cavi in fibra ottica. Fanno parte della fornitura le eventuali ottiche e cavi necessari per realizzare tutte le interconnessioni tra spine e leaf e verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura	Si
R.CDCN-PI.21	L'infrastruttura dovrà mettere a disposizione un numero di porte sufficiente a garantire il collegamento in rete di tutti i nodi THIN, del servizio di storage/management dell'infrastruttura HPC di accesso di tipologia SFP28	Si
R.CDCN-PI.22	Il Sistema Operativo di Rete degli switch dei layer spine e leaf dovrà essere lo stesso e allineato alla stessa versione.	Si

6.2.1. NODI PER I SERVIZI DNS, NTP E SMTP DI SUPPORTO AL SISTEMA HPC.

Di seguito sono riportati i requisiti minimi dei nodi fisici dedicati per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al sistema.

Nodi per i servizi DNS, NTP e SMTP di supporto al DC-PI		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.PI.NET.1	Numero di nodi	3
R.PI.NET.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	≤ 1 nodo/RU
R.PI.NET.3	Chassis dotato di alimentatori aventi classe di efficienza energetica Platinum	Si
R.PI.NET.4	Numero Slot PCIe x16 Low-Profile liberi per futura espansione del sistema	1
Board Management Controller		
R.PI.NET.5	Interfaccia BMC con porta dedicata ad 1Gbps	Si
R.PI.NET.6	<p>La BMC deve supportare almeno:</p> <ul style="list-style-type: none"> I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; Funzionalità di virtual console & vMedia; Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; Il protocollo Redfish (RESTful API); Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; Funzionalità di rollback del Firmware; Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: Funzionalità di Secure Default Password; Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; Il protocollo SNMP v3; 	Si

	<ul style="list-style-type: none"> - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. - Funzionalità di telemetria dei parametri di funzionamento 	
CPU		
R.PI.NET.7	Il nodo è dotato di N. 1 CPU Intel® Xeon® E-2224 3.4GHz, 8M cache, 4C/4T	Si
Memoria		
R.PI.NET.8	Quantità di memoria RAM installata	32GB
R.PI.NET.9	Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 2666 MHz; I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;	Si
R.PI.NET.10	I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali	Si
R.PI.NET.11	Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU	Si
Storage		
R.PI.NET.12	Nr 2 HDD da 1,2TB 10krpm SAS. Controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,6 e dotato di almeno 4GB cache. I dischi utilizzati devono essere Hot-Swap	Si
R.PI.NET.13	Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al requisito precedente) cadauno avente capacità minima pari a 480Gb. I dischi SSD utilizzati devono essere Hot-Swap	Si
Connettività		
R.PI.NET.14	Due porte 25GbE SFP28. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.	Si
R.PI.NET.15	Una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MN).	Si

6.2.2. SOFTWARE NODI PER I SERVIZI DNS, DHCP, IPAM E NTP DI SUPPORTO AL SISTEMA HPC

Per i nodi di servizio dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.PI.NET.SO.1	2	SDS-270-DDI-3YS-GM	3 Year Period Subscription for EfficientIP - SOLIDserver 270 software appliance DNS-DHCP-IPAM Services - 24/7 support services
R.PI.NET.SO.2	2 Giorni	PSD-CLT	EfficientIP - Professional Services - Time & Material Engagement (Use or Lose) for Expertise/Consulting (Daily cost) - Statement of Work Required

6.3. MANAGEMENT NETWORK (MN)

Al fine di rendere possibile il management di tutti i dispositivi oggetto del seguente capitolato, si richiede la fornitura di una rete di management Out-Of-Band. Tale rete interconetterà tutte le BMC (Baseboard Management Controller) e le interfacce di management dei sistemi HW in fornitura e dovrà essere logicamente ed elettricamente disgiunta dalla rete di produzione CDCN.

La tipologia di rete richiesta è Ethernet con velocità di accesso di almeno 1Gbps e dovrà mettere a disposizione un numero di porte tale da interconnettere con almeno 1 link fisico ogni componente della fornitura dotato di BMC o altro sistema di management integrato, ed eventualmente un numero di porte di uplink/mutua interconnessione aventi velocità minima 10Gbps.

La fornitura dell'infrastruttura MN dovrà comprendere le eventuali ottiche e cavi necessari per il cablaggio verso tutti i sistemi oggetto della presente fornitura aventi sistemi BMC e dovranno essere descritte tutte le attività necessarie alla realizzazione ed implementazione (VLAN, configurazioni, etc.).

Management Network – Requisiti Minimali Obbligatori		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.PI.MN.1	Architettura HW basata su chipset standard-silicon	SI
R.PI.MN.2	Velocità di accesso alla rete MN Ethernet pari ad almeno 1 Gbps	SI
R.PI.MN.3	La rete MN dovrà mettere a disposizione un numero di porte tale da interconnettere con almeno 1 link fisico ogni componente della fornitura dotato di BMC o altro sistema di management integrato, ed un opportuno numero di porte di uplink/mutua interconnessione aventi velocità minima 10Gbps	Si
R.PI.MN.4	Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap, assenza di ulteriori single point of failure.	Si
R.PI.MN.5	Dimensione massima di ogni switch max 1 RU	1

6.4. SERVICE NODES

Il sistema dovrà essere dotato di 4 nodi di servizio (Service Nodes), configurati come meglio descritto nel seguito.

I quattro nodi di servizio saranno utilizzati per formare un cluster di virtualizzazione basato sulla piattaforma VMware.

I nodi di servizio dovranno avere la seguente configurazione:

- Storage locale:
 - Ciascun nodo dovrà essere dotato di slot backplane in grado di ospitare almeno 20 unità NVMe e un totale di 28 unità da 2,5" o 16 unità da 3,5".
 - Ciascun nodo dovrà essere dotato di controller RAID in HW in grado di implementare almeno i livelli RAID 0,1,10,5,6 e dotato di almeno 4GB cache e di nr. 5 HDD 10000rpm SAS oppure NVMe in configurazione RAID 1 cadauno avente capacità minima pari a 4TB; I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap
 - Ciascun nodo dovrà essere dotato di 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al punto precedente) cadauno avente capacità minima pari a 480Gb. I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap
- Quantità di memoria minima installata a bordo pari a 256 GB.

6.4.1. PROCESSORI

Per quanto riguarda i processori, i requisiti minimi che dovranno essere soddisfatti sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di 2 processori multi-core Intel Gold;
- Ogni processore dovrà avere un numero di core fisici di 28 (**MAX 32 valore massimo ammissibile**);
- La frequenza del processore dovrà essere ≥ 2 GHz;
- Ogni processore dovrà avere almeno 128 MB di cache L3

6.4.2. MEMORIA

I requisiti relative alla memoria sono i seguenti:

- Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 3200 MHz;

- I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;
- I canali di memoria delle CPU dovranno essere popolati interamente ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali;
- Non sarà permesso combinare moduli di memoria con differente dimensione, tipo, velocità o fabbricante.
- Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolandolo sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU.

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori dei 4 nodi di servizio (Service Nodes).

Nodi di Servizio (MNG-Nodes) – Requisiti Minimali Obbligatori		
Criterio	Descrizione	Richiesta Minima
R.PI.MNG.NODES.1	Numero di nodi	4
R.PI.MNG.NODES.2	Dimensione dei nodi in termini di Rack Unit	≤ 2 nodo/RU
R.PI.MNG.NODES.3	Chassis dotato di alimentatori aventi classe di efficienza energetica Platinum+	Si
R.PI.MNG.NODES.4	Numero Slot PCIe x16 Low-Profile liberi per futura espansione del sistema	1
Board Management Controller		
R.PI.MNG.NODES.5	Interfaccia BMC con porta dedicata ad 1Gbps	Si
R.PI.MNG.NODES.6	La BMC deve supportare almeno: <ul style="list-style-type: none"> - I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; - Funzionalità di virtual console & vMedia; - Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; - Il protocollo Redfish (RESTful API); - Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; - Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; - Funzionalità di rollback del Firmware; - Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: - Funzionalità di Secure Default Password; - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication. - Funzionalità di telemetria dei parametri di funzionamento 	Si
CPU		
R.PI.MNG.NODES.7	Il nodo è dotato di N. 2 CPU Intel Xeon 28c, MAX 32c , 128MB cache L3	Si
Memoria		
R.PI.MNG.NODES.8	Quantità di memoria RAM installata sui 3 nodi	256GB
R.PI.MNG.NODES.9	Ciascun nodo dovrà essere dotato di memorie del tipo DDR-4 registered ECC ed operanti, nel sistema fornito, ad una frequenza effettiva di almeno 3200 MHz; I moduli di memoria offerti dovranno essere approvati e certificati dal costruttore della scheda madre;	Si

R.PI.MNG.NODES.10	I canali di memoria dovranno essere popolati per intero ed in maniera bilanciata (almeno 1 DIMM per canale di ogni CPU) ed in base alle indicazioni fornite sia dal produttore del processore, sia dal produttore della scheda madre al fine di ottenere le prestazioni ottimali	Si
R.PI.MNG.NODES.11	Dovrà essere possibile espandere successivamente la memoria del sistema senza rimuovere o sostituire la memoria esistente e popolando sempre per intero ed in maniera bilanciata i canali di memoria delle CPU	Si
Storage		
R.PI.MNG.NODES.12	Backplane a disco in grado di ospitare un minimo di 10 HDD/SSD 2.5" con connessione SAS.	Si
R.PI.MNG.NODES.13	Nr 6 SSD da 1.92TB e Nr 2 SSD Mixed Use SAS (o superiore) da minimo 800 GB. Controller RAID o HBA con funzionalità di pass-through. I dischi dovranno avere funzionalità Hot-Swap. Tutti i componenti dovranno essere certificati per VMware vSAN.	Si
R.PI.MNG.NODES.14	Nr 2 SSD M.2 SATA in configurazione RAID 1 (implementato in hardware mediante controller DISGIUNTO da quello di cui al requisito precedente) cadauno avente capacità minima pari a 240GB.	Si
Connettività Cluster Network e Management Network		
R.PI.MNG.NODES.15	Quattro porte 25GbE SFP28. Ogni porta deve garantire il supporto per Switch Independent Partitioning (NPAR) fino a 16 partizioni e il supporto dei protocolli RoCE, RoCEv2 e iWARP.	Si
R.PI.MNG.NODES.16	Una porta 1GbE Base-T afferente alla BMC e connessa alla rete OOB di Management Network (MN).	Si

6.4.3. SOFTWARE NODI DI SERVIZIO

Per la realizzazione del cluster VMware dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	SKU	Descrizione	Quantità
R.PI.MNG.HP.1	VS7-EPL-A	Academic VMware vSphere 7 Enterprise Plus for 1 processor	2
R.PI.MNG.HP.2	VS7-EPL-3P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vSphere 7 Enterprise Plus for 1 processor for 3 years	2
R.PI.MNG.HP.3	VS7-EPL-6AK-A	Academic VMware vSphere 7 Enterprise Plus Acceleration Kit for 6 processors	1
R.PI.MNG.HP.4	VS7-EPL-6AK-3P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vSphere 7 Enterprise Plus Acceleration Kit for 6 processors for 3 years	1
R.PI.MNG.HP.5	ST7-ADV-A	Academic VMware vSAN 7 Advanced for 1 processor	8

R.PU.MNG.HP.6	ST7-ADV-3P-SSS-A	Academic Production Support/Subscription for VMware vSAN 7 Advanced for 1 processor for 3 years	8
---------------	------------------	---	---

Nel cluster VMware vSphere saranno presenti almeno i seguenti 4 nodi virtuali: 2 nodi virtuali di Front-End del sistema HPC (Login) e 2 nodi virtuali di management del sistema HPC (Management nodes). Il sistema operativo installato su questi 4 nodi virtuali dovrà essere Red Hat Enterprise Linux a 64 bit (Virtual Nodes) nella sua ultima versione stabile. In particolare dovranno essere fornite le seguenti licenze:

Requisito	Quantità	SKU	Descrizione
R.PI.MNG.SO.1	2	RH00004F3	Red Hat Enterprise Linux Server, Standard (Physical or Virtual Nodes)
R.PI.MNG.SO.2	2	RH00557F3	Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Head Node with Smart Management, Premium (Physical or Virtual Nodes)

Nel cluster VMware dovranno essere presenti uno o più nodi virtuali Linux (Debian o Ubuntu Server) per la realizzazione dei servizi essenziali per il funzionamento del cluster HPC.

Sui nodi di Front-End del sistema HPC, dovranno essere installati gli strumenti Open Source per lo sviluppo e il debugging dei codici di calcolo ed in particolare i seguenti stack software:

- Stack completo compilatori GNU (C, C++, gfortran, python, etc...).

Per l'implementazione delle funzionalità di Scheduling e Resource Management dovrà essere impiegato il software PBS Professional Open Source (<http://www.pbspro.org/>) o altro equivalente Open Source in grado di garantire:

- La sottomissione di job seriali/paralleli e la gestione dell'allocazione delle risorse.
- Massima efficienza e produttività nella gestione dei job utente;
- Ottimizzazione statica e dinamica dell'allocazione delle risorse;
- Definizione e gestione di un sistema di code;
- Gestione delle priorità dei job;
- Possibilità di sospendere i job;
- Possibilità di implementare differenti policy di scheduling;
- Possibilità di garantire priorità a classi di job e/o utenti;
- Consentire l'implementazione di workflow complessi di job (catene operative);
- Staging intelligente dei dati di input;
- Analisi statistica dell'utilizzo delle risorse (accounting su base temporale arbitraria per gruppi, utenti e progetti ed altro).

Per l'installazione e la messa in opera del cluster dovrà essere utilizzato un software Open Source in grado di gestire il provisioning, il monitoraggio, la gestione del cluster e garantire la continua operatività del cluster fornendo soluzioni di recovery e deploy dei nodi del cluster.

L'autenticazione degli utenti sui nodi di Front-End del sistema HTC (Login Nodes) dovrà essere gestita utilizzando il sistema di Identity Management di RedHat (<https://access.redhat.com/products/identity-management>) presente sui 2 nodi virtuali di management, interfacciato con un sistema di directory LDAP. Dovrà essere possibile abilitare meccanismi di Single sign-on (SSO) per l'accesso alle risorse di storage Tier1 e Tier2 qualora richiesto.

6.5. SISTEMA DI STORAGE/CLUSTER FILE SYSTEM (CFS)

Il sistema di calcolo HPC dovrà essere dotato di un sistema di storage ad alte prestazioni (CFS) dedicato, composto dall'integrazione di una infrastruttura HW con la soluzione software di Cluster File System basata sul **Cluster File System BeeGFS**.

Lo spazio disco utile fornito da tale sistema sarà utilizzato unicamente come "spazio di lavoro" (scratch file system) per memorizzare temporaneamente i risultati delle elaborazioni numeriche che saranno eseguite sul sistema HPC.

Per tale motivo, il sistema CFS dovrà garantire elevate prestazioni in termini di I/O anche in presenza di un elevato numero di richieste concorrenti.

Il sistema di storage CFS dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- Capacità utile complessiva pari ad almeno **240 TeraByte**;
- Performance aggregate di I/O sul file system pari ad almeno 10 GByte/sec sia in lettura che scrittura sequenziale, su file aventi dimensione aggregata pari ad almeno 3 volte la somma delle memorie RAM dei nodi componenti l'infrastruttura CFS.
- Interconnessione alla rete ad alta velocità del CDCN-PI.

Inoltre, a **livello hardware**, il sistema di storage CFS dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- Possibilità di espandere il sistema in termini di scalabilità verticale od orizzontale;
- Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap
- Gestione dei dischi guasti con sistema a doppia sicurezza di tipo "hot spare" e/o "distributed spare" ed in ogni caso con sostituzioni a caldo;
- L'area storage per i metadati dovrà essere implementata utilizzando dischi SSD opportunamente raggruppati;
- Tutti dispositivi forniti, inclusi gli hard-disk, dovranno essere di tipo "enterprise", ovvero certificati per l'uso H24;
- I sottosistemi o controller storage dovranno avere funzionalità in grado di garantire l'assoluta consistenza dei dati in caso di fault come, ad esempio, il "destaging" dei dati presenti in cache prima dello spegnimento in caso di assenza di alimentazione elettrica;
- Gli apparati dovranno avere funzionalità di auto-diagnosi o essere interconnessi ad un sistema di rilevamento dei fault, al fine di informare tempestivamente gli amministratori del sistema di eventuali guasti.

Infine, a **livello software**, il sistema di storage CFS proposto dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- Dovrà essere implementata la componente di management su di un nodo separato (a tale scopo potrà essere utilizzato uno dei Nodi di Servizio)
- Prestazioni elevate, parallelizzazione degli accessi e bilanciamento del carico sia a livello dei dati che dei metadati;
- Compatibilità, a livello di file system, allo standard POSIX ed ai linux kernel;
- Esecuzione nello user space del S.O. e non nel kernel space.

La soluzione offerta deve comprendere altresì tutte le componenti software e licenze, necessarie a garantire la messa in esercizio e il funzionamento dello spazio disco di lavoro del sistema di calcolo HPC, nel rispetto delle funzionalità e dei requisiti minimi sopra descritti.

Il sistema operativo dei nodi di servizio del sistema di storage CFS dovrà essere Red Hat Enterprise Linux Server, Standard (Physical or Virtual Nodes - RH00004F3).

La soluzione software offerta deve essere inclusiva del supporto ufficiale del produttore/manutentore del software BeeGFS. **Non è ammesso fornire soluzioni con supporto di tipo community o più in generale non commerciale.**

Di seguito sono riportati i requisiti minimi obbligatori del Sistema CFS.

Sistema CFS – Requisiti Minimi Obbligatori		
ID requisito	Descrizione	Richiesta Minima
R.PI.CFS.1	Capacità minima utile	240 Terabyte
R.PI.CFS.2	Performance aggregate di I/O sul file system sia in lettura che scrittura sequenziale, su file aventi dimensione aggregata pari ad almeno 3 volte la somma delle memorie RAM dei nodi componenti l'infrastruttura CFS.	10 GBps
R.PI.CFS.3	Soluzione basata su Cluster File System BeeGFS	Si
R.PI.CFS.4	L'area storage per i metadati dovrà essere implementata utilizzando dischi SSD opportunamente raggruppati	Si

R.PI.CFS.5	La soluzione si interconnette alla rete ad alta velocità del CDCN-PI	Si
R.PI.CFS.6	La BMC dei nodi componenti il sistema deve supportare almeno: - I protocolli per la gestione remota quali almeno: VNC, Java & HTML5 GUI; - Funzionalità di virtual console & vMedia; - Funzionalità di scheduling dell'aggiornamento automatico del BIOS e del firmware dei componenti interni; - Il protocollo Redfish (RESTful API); - Funzionalità di lock-down della Server Configuration e del Firmware; - Aggiornamenti Firmware firmati digitalmente; - Funzionalità di rollback del Firmware; - Funzionalità di protezione di aggiornamenti firmware dei componenti interni: - Funzionalità di Secure Default Password; - Funzionalità di cancellazione sicura di tutti i dispositivi storage interni al server (ISE); - Supporto Active Directory e autenticazione LDAP; - Il protocollo SNMP v3; - Funzionalità di IP Blocking; - Funzionalità di TLS 1.2 communication.	Si
Scalabilità		
R.PI.CFS.7	Possibilità di espandere il sistema in termini di scalabilità verticale od orizzontale	Si
Resilienza		
R.PI.CFS.8	Alimentatori e ventole ridondati e hot-swap	Si
R.PI.CFS.9	Gestione dei dischi guasti con sistema a doppia sicurezza di tipo "hot spare" e/o "distributed spare" ed in ogni caso con sostituzioni a caldo	Si
R.PI.CFS.10	I sottosistemi o controller storage dovranno avere funzionalità in grado di garantire l'assoluta consistenza dei dati in caso di fault come, ad esempio, il "destaging" dei dati presenti in cache prima dello spegnimento in caso di assenza di alimentazione elettrica;	Si
R.PI.CFS.11	Tutti dispositivi forniti, inclusi gli hard-disk, dovranno essere di tipo "enterprise", ovvero certificati per l'uso H24	Si
Funzionalità Software		
R.PI.CFS.12	La componente di Management è implementata su di un nodo separato	Si
R.PI.CFS.13	Parallelizzazione degli accessi e bilanciamento del carico sia a livello dei dati che dei metadati;	Si
R.PI.CFS.14	Compatibilità, a livello di file system, allo standard POSIX ed ai Linux kernel	Si
R.PI.CFS.15	Esecuzione delle componenti software nello user space del S.O. e non nel kernel space	Si
R.PI.CFS.16	La soluzione software offerta deve essere inclusiva del supporto ufficiale del produttore/manutentore del software BeeGFS	Si
R.PI.CFS.17	Il sistema operativo dei nodi di servizio del sistema di storage CFS dovrà essere Red Hat Enterprise Linux Server, Standard (Physical or Virtual Nodes - RH00004F3)	Si

6.6. RACK ENCLOSURES, PDU E UPS PER IL SISTEMA HPC

Il sistema HPC dovrà essere installato all'interno di uno o più armadi rack comprendente le PDU ed il sistema UPS:

- Uno o più armadi rack 42U;
- PDU Intelligenti switched con sistema di monitoraggio micro ambientale;

- Sistema UPS dimensionato per garantire il funzionamento del sistema HPC per almeno 10 minuti.

Dovranno essere forniti uno o più armadi rack (Rack Enclosures) per apparecchiature informatiche robusti e ad elevata densità energetica (30 kW) con capacità di carico elevata (fino a 1500kg), aventi dimensioni minime 42 Unità, 700 mm (larg) x 1200 mm (prof) x 2000 mm (alt), per ospitare tutte le apparecchiature HW della fornitura. Gli armadi dovranno essere dotati di 4 montanti 19" con la numerazione delle unità, porta anteriore singola (microforata), porta posteriore doppia (microforata), porte apertura massima a 260°, piedini di livellamento, kit messa a terra, maniglie con apertura a quarto di giro, con serratura. Gli armadi dovranno essere dotati di barre di alimentazione intelligenti (PDU) in numero adeguato ad alimentare tutti gli apparati della fornitura. Le PDU dovranno poter misurare le principali grandezze elettriche ed ambientali. Il sistema UPS dovrà essere installato all'interno degli armadi rack, ma si potranno proporre soluzioni alternative compatibili con gli spazi della sala server che ospiterà il sistema HPC.

6.7. FORMAZIONE

La presente sezione descrive i requisiti relativi alle attività di formazione che dovranno essere incluse nella fornitura. In particolare vengono esplicitate le attività minime attese nel contesto della formazione per gli operatori del CNR che saranno identificati a valle dell'assegnazione del contratto, durante una specifica fase di definizione puntuale di tale iniziativa che dovrà comunque contemplare:

- Definizione dettagliata delle tematiche proposte nelle sessioni di formazione
- Piano di formazione
- Identificazione operatori da formare
- Modalità specifiche di erogazione
- Aspetti logistici delle sessioni di formazione

Le attività di formazione dovranno prevedere quanto segue per ciascuno degli ambiti oggetto di fornitura ovvero ambito HPC, Virtuale e Sistemi Convergenti:

- N° 1 Workshop di 8 ore, in aula
- N° 2 sessioni di Training-on-the-Job di 3 ore

In definitiva dovranno essere erogati n° 3 Workshop e 6 sessioni complessive di Training-on-the-Job.

Come anticipato il piano di formazione, che indicherà le date e gli orari di tali momenti, sarà concordato con il CNR; l'indicazione generale è che i workshop vengano completati prima del rilascio formale delle soluzioni per ogni ambito e che le sessioni di Training-on-the-Job vengano effettuate durante il periodo di Supporto Post-rilascio.

6.7.1. WORKSHOP

I workshop in aula dovranno essere corredati di materiale didattico che illustri i principali aspetti delle soluzioni introdotte e che ne descriva almeno:

- Schemi architetturali
- Caratteristiche generali delle componenti hardware e software
- Personalizzazioni delle precedenti componenti, specifiche delle soluzioni in fornitura
- Eventuali processi e procedure definite per lo specifico ambito
- Eventuali vincoli e/o note tecniche

6.7.2. TRAINING ON THE JOB

Le sessioni di Training-on-the-Job hanno come obiettivo quello di fornire agli operatori del CNR delle indicazioni tecnico/pratiche di tipo gestionale/operativo sulle soluzioni implementate, che dopo essere state introdotte a livello concettuale nei precedenti workshop, dovranno essere oggetto di un approfondimento utile a fornire un'esperienza concreta sulle loro specifiche caratteristiche, funzionalità e aspetti peculiari.

7. MARCATURA "CE"

- 1) I materiali e/o le attrezzature e/o gli impianti forniti dovranno essere conformi, se applicabili, alle norme C.E.I. ed U.N.I. ed essere contraddistinti dal marchio CE, qualora applicabile.

8. LUOGO E TERMINE DI CONSEGNA E INSTALLAZIONE

8.1. LOTTO 1 NAPOLI – DATACENTER-NA

8.1.1. LUOGO DI CONSEGNA E INSTALLAZIONE

Centro di Servizi Metrologici e Tecnologici Avanzati dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, presso il Polo universitario di San Giovanni a Teduccio, Corso Nicolangelo Protopisani, 80146, Napoli.

8.1.2. TERMINE DI CONSEGNA E INSTALLAZIONE

La Tabella sottostante illustra i termini di **consegna ed installazione**, in mesi di durata pari a 30 giorni naturali e consecutivi cadauno, con decorrenza dalla stipula del contratto, distintamente per ogni macro-attività in cui è suddiviso l'appalto:

MESE	1	2	3	4
CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA CDCN				
INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURA CDCN				
CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA HPC				
INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURA HPC				
CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA CI E NAS				
INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURA CI E NAS				
CONFIGURAZIONE E AVVIO DC				
FORMAZIONE				

A titolo meramente esemplificativo il termine ultimo per la “CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA CDCN” sarà di 90 giorni dalla stipula del contratto, così come il termine ultimo per la “FORMAZIONE” sarà di 120 giorni dalla stipula del contratto. Il mancato rispetto dei termini di cui alla Tabella costituirà motivo di applicazione delle penali di cui al successivo paragrafo 10.

8.2. LOTTO 2 FIRENZE – DATACENTER-FI

8.2.1. LUOGO DI CONSEGNA E INSTALLAZIONE:

Area Della Ricerca Di Firenze, Via Madonna Del Piano 10, 50019 Firenze.

8.2.2. TERMINE DI CONSEGNA E INSTALLAZIONE

La Tabella sottostante illustra i **termini di consegna ed installazione**, in mesi di durata pari a 30 giorni naturali e consecutivi cadauno, con decorrenza dalla stipula del contratto, distintamente per ogni macro-attività in cui è suddiviso l'appalto:

MESE	1	2	3
CONSEGNA COMPONENTI PER ALLESTIMENTO ISOLA MODULARE AD ALTA DENSITÀ PER IL SISTEMA HPC			
INSTALLAZIONE ISOLA MODULARE AD ALTA DENSITÀ PER IL SISTEMA HPC			
CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA CDCN E EDR100			
INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURA CDCN E EDR100			
CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA HPC			
INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURA HPC			
CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA NAS			
INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURA NAS			
CONFIGURAZIONE E AVVIO DC			
FORMAZIONE			

A titolo meramente esemplificativo il termine ultimo per la “CONSEGNA COMPONENTI PER ALLESTIMENTO ISOLA MODULARE AD ALTA DENSITÀ PER IL SISTEMA HPC” sarà di 45 giorni dalla stipula del contratto, così come il termine ultimo per la “FORMAZIONE” sarà di 90 giorni dalla stipula del contratto. Il mancato rispetto dei termini di cui alla Tabella costituirà motivo di applicazione delle penali di cui al successivo paragrafo 10.

8.3. LOTTO 3 ROMA – DATACENTER-ARTOV

8.3.1. LUOGO DI CONSEGNA E INSTALLAZIONE

Area Della Ricerca Di Roma Tor Vergata, Via Fosso Del Cavaliere 100, 00133 Roma.

8.3.2. TERMINE DI CONSEGNA E INSTALLAZIONE

La Tabella sottostante illustra i **termini di consegna ed installazione**, in mesi di durata pari a 30 giorni naturali e consecutivi cadauno, con decorrenza dalla stipula del contratto, distintamente per ogni macro-attività in cui è suddiviso l'appalto:

MESE	1	2	3
CONSEGNA COMPONENTI PER ALLESTIMENTO ISOLA MODULARE AD ALTA DENSITÀ PER IL SISTEMA HPC			
INSTALLAZIONE ISOLA MODULARE AD ALTA DENSITÀ PER IL SISTEMA HPC			
CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA CDCN			
INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURA CDCN			
CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA HPC			
INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURA HPC			
CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA NAS			
INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURA NAS			
CONFIGURAZIONE E AVVIO DC			
FORMAZIONE			

A titolo meramente esemplificativo il termine ultimo per la “CONSEGNA COMPONENTI PER ALLESTIMENTO ISOLA MODULARE AD ALTA DENSITÀ PER IL SISTEMA HPC” sarà di 45 giorni dalla stipula del contratto, così come il termine ultimo per la “FORMAZIONE” sarà di 90 giorni dalla stipula del contratto. Il mancato rispetto dei termini di cui alla Tabella costituirà motivo di applicazione delle penali di cui al successivo paragrafo 10.

8.4. LOTTO 4 PISA – CLOUDRACK-PI

8.4.1. LUOGO DI CONSEGNA E INSTALLAZIONE:

Area Della Ricerca Di Pisa, Via G. Moruzzi 1, 56124 Pisa.

8.4.2. TERMINE DI CONSEGNA E INSTALLAZIONE

La Tabella sottostante illustra i **termini di consegna ed installazione**, in mesi di durata pari a 30 giorni naturali e consecutivi cadauno, con decorrenza dalla stipula del contratto, distintamente per ogni macro-attività in cui è suddiviso l'appalto:

MESE	1	2	3
CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA CDCN			
INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURA CDCN			
CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA HPC			
INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURA HPC			
CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA NAS			
INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURA NAS			
CONFIGURAZIONE E AVVIO DC			
FORMAZIONE			

A titolo meramente esemplificativo il termine ultimo per la “CONSEGNA COMPONENTI HW-SW INFRASTRUTTURA CDCN” sarà di 60 giorni dalla stipula del contratto, così come il termine ultimo per la “FORMAZIONE” sarà di 90 giorni dalla stipula del contratto. Il mancato rispetto dei termini di cui alla Tabella costituirà motivo di applicazione delle penali di cui al successivo paragrafo 10.

9. AVVIO E TERMINE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO

9.1. AVVIO DELL'ESECUZIONE

Il Direttore dell'esecuzione del contratto (DEC), sulla base delle disposizioni del Responsabile Unico del Procedimento (RUP), dopo che il contratto è divenuto efficace, dà avvio all'esecuzione della prestazione, fornendo alla Società tutte le istruzioni e direttive necessarie e redigendo, laddove sia indispensabile in relazione alla natura e al luogo di esecuzione delle prestazioni, apposito verbale come meglio disciplinato all'Art. 19 del DM n° 49 del 7 marzo 2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

9.2. SOSPENSIONE DELL'ESECUZIONE

In tutti i casi in cui ricorrano circostanze speciali che impediscano in via temporanea l'esecuzione dell'appalto si applicano le disposizioni di cui all'Art. 107 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i. e all'Art. 23 del già citato DM.

9.3. TERMINE DELL'ESECUZIONE

La Società è tenuta a comunicare alla Stazione Appaltante l'intervenuta ultimazione delle prestazioni contrattuali. Il DEC, entro 5 giorni da tale comunicazione, effettua, in contraddittorio con la Società medesima, i necessari accertamenti e

trasmette al RUP, entro i successivi 5 giorni, il certificato di ultimazione delle prestazioni, che ne rilascerà copia conforme alla Società.

10. PENALITÀ

- 1) Per ogni giorno solare di ritardo nell'esecuzione della fornitura e dell'installazione oggetto del presente contratto si applicherà una penale pari all'1‰ (uno per mille) dell'importo contrattuale, al netto dell'IVA e dell'eventuale costo relativo alla sicurezza sui luoghi di lavoro derivante dai rischi di natura interferenziale.
- 2) Nel caso in cui la prima verifica di conformità della fornitura abbia esito sfavorevole non si applicano le penali; qualora tuttavia la Società non renda nuovamente la fornitura disponibile per la verifica di conformità entro i 20 (venti) giorni solari successivi al primo esito sfavorevole, ovvero la verifica di conformità risulti nuovamente negativa, si applicherà la penale sopra richiamata per ogni giorno solare di ritardo.
- 3) Nell'ipotesi in cui l'importo delle penali applicabili superi il 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale, al netto dell'IVA e dell'eventuale costo relativo alla sicurezza sui luoghi di lavoro derivante dai rischi di natura interferenziale, l'Ente potrà risolvere, ai sensi dell'Art. 108 comma 4 del Codice, il contratto in danno all'aggiudicatario, salvo il diritto al risarcimento dell'eventuale danno patito.
- 4) Gli inadempimenti contrattuali che daranno luogo all'applicazione di penali di cui ai precedenti periodi verranno contestati alla Società per iscritto.
- 5) La Società dovrà comunicare in ogni caso le proprie deduzioni nel termine massimo di 5 (cinque) giorni lavorativi dalla stessa contestazione. Qualora dette deduzioni non siano accoglibili a giudizio della Stazione Appaltante ovvero non vi sia stata risposta o la stessa non sia giunta nel termine indicato, si applicheranno le penali sopra indicate.
- 6) Le penali verranno regolate dalla Stazione Appaltante, o sui corrispettivi dovuti alla Società per le attività dell'appalto già effettuate oppure sulla garanzia definitiva. In quest'ultimo caso la garanzia definitiva dovrà essere reintegrata entro i termini fissati dalla Stazione Appaltante.

11. MODALITÀ DI RESA

- 1) Per operatori economici appartenenti a Stati membri dell'Unione europea, si applica la regola Incoterms 2010 - DAP (Delivered At Place);
- 2) Per operatori economici non appartenenti a Stati membri dell'Unione europea, si applica la regola Incoterms 2010 - DDP (Delivered Duty Paid);
- 3) Tutti gli operatori economici sono obbligati, incluso nel prezzo contrattuale d'appalto:
 - I. A stipulare un contratto di assicurazione per la parte di trasporto sotto la loro responsabilità;
 - II. Allo scarico della merce;
 - III. All'installazione della fornitura.

12. ONERI ED OBBLIGHI DELL'AGGIUDICATARIO

La Società:

- a) Si impegna ad eseguire le prestazioni oggetto del presente contratto, senza alcun onere aggiuntivo, salvaguardando le esigenze della Stazione Appaltante e di terzi autorizzati, senza recare intralci, disturbi o interruzioni all'attività lavorativa in atto.
- b) Rinuncia a qualsiasi pretesa o richiesta di compenso nel caso in cui lo svolgimento delle prestazioni contrattuali dovesse essere ostacolato o reso più oneroso dalle attività svolte dalla Stazione Appaltante e/o da terzi.
- c) E' direttamente responsabile dell'inosservanza delle clausole contrattuali anche se questa dovesse derivare dall'attività del personale dipendente di altre imprese a diverso titolo coinvolto.
- d) Deve avvalersi di personale qualificato in regola con gli obblighi previsti dai contratti collettivi di lavoro e da tutte le normative vigenti, in particolare in materia previdenziale, fiscale, di igiene ed in materia di sicurezza sul lavoro.
- e) Risponderà direttamente dei danni alle persone, alle cose o all'ambiente comunque provocati nell'esecuzione dell'appalto che possano derivare da fatto proprio, dal personale o da chiunque chiamato a collaborare. La Stazione Appaltante è esonerata da ogni responsabilità per danni, infortuni o altro dovesse accadere al personale di cui si avvarrà la Società nell'esecuzione del contratto.
- f) Si fa carico, intendendosi remunerati con il corrispettivo contrattuale, di tutti gli oneri ed i rischi relativi alle attività ed agli adempimenti occorrenti all'integrale espletamento dell'oggetto contrattuale, ivi compresi, a mero titolo esemplificativo e non esaustivo, gli oneri relativi alle spese di trasporto, di viaggio e di missione per il personale addetto alla esecuzione della prestazione, nonché i connessi oneri assicurativi.
- g) Si obbliga ad eseguire le prestazioni oggetto del presente contratto a perfetta regola d'arte e nel rispetto di tutte le norme e le prescrizioni tecniche e di sicurezza in vigore e di quelle che dovessero essere emanate nel corso del

presente contratto, nonché secondo le condizioni, le modalità, i termini e le prescrizioni contenute nel presente contratto e nei suoi allegati;

- h) Si obbliga a consegnare gli elaborati progettuali e tutte le dichiarazioni e/o certificazioni discendenti da specifici obblighi normativi e legislativi correlati con l'oggetto della prestazione;
- i) Si obbliga a consegnare i certificati di omologazione "CE" per tutte le apparecchiature che lo richiedano;
- j) Si obbliga a consegnare le schede tecniche e i manuali delle singole apparecchiature fornite, preferibilmente su supporto digitale;
- k) Si obbliga a consegnare le eventuali schede di manutenzione ordinaria e straordinaria delle apparecchiature suddivise per interventi giornalieri, settimanali, mensili, etc.

13. SICUREZZA SUL LAVORO

- 1) La Società si assume la responsabilità per gli infortuni del personale addetto, che dovrà essere opportunamente addestrato ed istruito.
- 2) La valutazione dei rischi propri della Società nello svolgimento della propria attività professionale resta a carico dello stesso, così come la redazione dei relativi documenti e la informazione/formazione dei propri dipendenti.
- 3) La Società è tenuta a garantire il rispetto di tutte le normative riguardanti l'igiene e la sicurezza sul lavoro con particolare riferimento alle attività che si espletano presso l'Ente.
- 4) In relazione alle risorse umane impegnate nelle attività oggetto del presente contratto, La Società è tenuta a far fronte ad ogni obbligo previsto dalla normativa vigente in ordine agli adempimenti fiscali, tributari, previdenziali ed assicurativi riferibili al personale dipendente ed ai collaboratori.
- 5) Per quanto riguarda i lavoratori dipendenti, la Società è tenuta ad osservare gli obblighi retributivi e previdenziali previsti dai corrispondenti CCNL di categoria, compresi, se esistenti alla stipulazione del contratto, gli eventuali accordi integrativi territoriali.
- 6) Gli obblighi di cui al comma precedente vincolano la Società anche qualora la medesima non sia aderente alle associazioni stipulanti gli accordi o receda da esse, indipendentemente dalla struttura o dimensione del medesimo e da ogni altra qualificazione giuridica, economica o sindacale.

14. DIVIETO DI CESSIONE DEL CONTRATTO

- 1) E' vietata la cessione del contratto ai sensi dell'art. 105, comma 1 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i.;
- 2) Per quanto riguarda le modificazioni soggettive che comportino cessioni di azienda e atti di trasformazione, fusione e scissione relative alla Società, si applicano le disposizioni di cui all'art. 106 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i.
- 3) La Società è tenuta a comunicare tempestivamente alla Stazione Appaltante ogni modificazione intervenuta negli assetti proprietari e nella struttura organizzativa.

15. VERIFICA DI CONFORMITÀ DELLA FORNITURA

- 1) La fornitura sarà soggetta a verifica di conformità per certificare che l'oggetto del contratto in termini di prestazioni, obiettivi e caratteristiche tecniche, economiche e qualitative sia stato realizzato ed eseguito nel rispetto delle previsioni contrattuali e delle pattuizioni concordate in sede di aggiudicazione, ai sensi dell'art. 102 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i.
- 2) Le attività di verifica saranno effettuate entro 30 (trenta) giorni solari dalla data di termine dell'esecuzione di cui al paragrafo 9.3.
- 3) Durante le suddette operazioni, la Stazione Appaltante ha altresì la facoltà di chiedere alla Società tutte quelle prove atte a definire il rispetto delle specifiche strumentali dichiarate e quant'altro necessario a definire il buon funzionamento della fornitura.
- 4) Sarà rifiutata la fornitura difettosa o non rispondente alle prescrizioni tecniche richieste dal Capitolato tecnico e accettate in base all'offerta presentata in sede di gara dalla Società.
- 5) L'esito positivo della verifica non esonera la Società dal rispondere di eventuali difetti non emersi nell'ambito delle attività di verifica di conformità e successivamente riscontrati; tali difetti dovranno essere prontamente eliminati durante il periodo di garanzia.

16. FATTURAZIONE E PAGAMENTO

- 1) Ai fini del pagamento del corrispettivo contrattuale l'Aggiudicatario stabilito e/o identificato ai fini IVA in Italia emetterà fattura elettronica ai sensi e per gli effetti del Decreto del Ministero dell'Economia e delle Finanze N. 55 del 3 aprile 2013, inviando il documento elettronico al Sistema di Interscambio che si occuperà di recapitare il documento ricevuto all'Ente. In caso di Aggiudicatario straniero la fattura dovrà essere cartacea.
- 2) Il Consiglio Nazionale delle Ricerche è soggetto all'applicazione del meccanismo dello "split payment".

- 3) E' prevista un'anticipazione sul prezzo contrattuale pari al trenta per cento (30%) da corrispondere all'aggiudicatario, previa emissione di fattura con le modalità di cui al presente articolo, entro quindici giorni dall'effettivo inizio della prestazione, sul conto corrente dedicato di cui alla tracciabilità dei flussi finanziari. L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di garanzia fidejussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorato del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma della prestazione, rilasciata da imprese bancarie autorizzate ai sensi del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385, o assicurative autorizzate alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'assicurazione e che rispondano ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano la rispettiva attività. La garanzia può essere, altresì, rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo degli intermediari finanziari di cui all'articolo 106 del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385. Il beneficiario decade dall'anticipazione, con obbligo di restituzione, se l'esecuzione della prestazione non procede, per ritardi a lui imputabili, secondo i tempi contrattuali. Sulle somme restituite sono dovuti gli interessi legali con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione. Il pagamento della fattura relativa al saldo avverrà entro 30 (trenta) giorni solari dalla data del Certificato di verifica di conformità sul conto corrente dedicato di cui alla tracciabilità dei flussi finanziari.
- 4) La fattura dovrà contenere i seguenti dati, pena il rifiuto della stessa:
- Intestazione: CNR – Dipartimento di Scienze Umane e Sociali, Patrimonio Culturale del Consiglio Nazionale delle Ricerche 00185 - Roma;
 - Il Codice Fiscale 80054330586;
 - La Partita IVA 0211831106;
 - Il riferimento al contratto (N° di protocollo e data);
 - Il CIG del lotto cui si riferisce;
 - Il CUP B67E19000040007;
 - Il CUU (Codice Univoco Ufficio) dell'Ente: M6PTIJ (solo per i soggetti stabiliti e/o identificati ai fini IVA in Italia);
 - L'importo imponibile;
 - L'importo dell'IVA (solo per i soggetti stabiliti e/o identificati ai fini IVA in Italia);
 - Esigibilità IVA "S" scissione dei pagamenti (solo per i soggetti stabiliti e/o identificati ai fini IVA in Italia);
 - L'importo totale;
 - L'oggetto del contratto;
 - Il codice IBAN del conto corrente dedicato;
 - Il "Commodity code" (solo per Aggiudicatari stranieri).
- 5) Ai fini del pagamento del corrispettivo la Stazione Appaltante procederà alle verifiche di legge.
- 6) In sede di liquidazione delle fatture potranno essere recuperate le spese per l'applicazione di eventuali penalità (di cui al paragrafo 10); la Stazione Appaltante potrà sospendere, ferma restando l'applicazione delle eventuali penali, i pagamenti all'Aggiudicatario cui sono state contestate inadempienze nell'esecuzione della fornitura, fino al completo adempimento degli obblighi contrattuali (art. 1460 C.C.). Tale sospensione potrà verificarsi anche qualora insorgano contestazioni di natura amministrativa.

17. TRACCIABILITÀ DEI FLUSSI FINANZIARI

- 1) La Società assume tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art. 3 della legge 13 agosto 2010 n. 136 e successive modificazioni ed integrazioni.
- 2) Il mancato utilizzo del bonifico bancario o postale ovvero degli altri strumenti di incasso o pagamento idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni costituisce causa di risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 3, comma 9-bis, della legge 13 agosto 2010 n.136.
- 3) La Società si impegna a dare immediata comunicazione al CNR – Dipartimento di Scienze Umane e Sociali, Patrimonio Culturale del Consiglio Nazionale delle Ricerche ed alla prefettura-ufficio territoriale del Governo della provincia di Roma della notizia dell'inadempimento della propria controparte (subappaltatore/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria.

18. GARANZIA ED ASSISTENZA TECNICA

- 1) La fornitura dovrà essere garantita per i periodi minimi e con le modalità indicate al paragrafo 3.9, dalla data dell'emissione del certificato di verifica di conformità con esito positivo salvo l'eventuale termine migliorativo nell'offerta presentata dalla Società in sede di gara.



19. RECESSO

- 1) Fermo restando quanto previsto dall'Art. 109 del Codice, la Stazione Appaltante potrà recedere dal presente contratto anche nelle seguenti ipotesi non imputabili alla Società: i) per motivi di pubblico interesse; ii) durante l'esecuzione del contratto in applicazione delle facoltà concesse dall'Art. 1464 C.C.
- 2) La volontà di recesso sarà comunicata alla Società con un preavviso non inferiore a 30 (trenta) giorni naturali e consecutivi. La Stazione Appaltante in caso di recesso sarà esonerata dalla corresponsione di qualsiasi indennizzo o risarcimento.

20. RISOLUZIONE DEL CONTRATTO

- 1) In adempimento a quanto previsto dall'art. 108 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i. la Stazione Appaltante risolverà il contratto nei casi e con le modalità ivi previste.
- 2) Per quanto non previsto nel presente paragrafo, si applicano le disposizioni di cui al Codice Civile in materia di inadempimento e risoluzione del contratto.
- 3) In ogni caso si conviene che la Stazione Appaltante, senza bisogno di assegnare previamente alcun termine per l'adempimento, potrà risolvere di diritto il contratto ai sensi dell'art. 1456 c.c., previa dichiarazione da comunicarsi alla Società tramite posta elettronica certificata nei seguenti casi:
 - I. Mancata reintegrazione della cauzione eventualmente escussa entro il termine di 10 (dieci) giorni lavorativi dal ricevimento della relativa richiesta da parte della Stazione Appaltante;
 - II. Nel caso in cui l'UTG competente rilasci la comunicazione/informazione antimafia interdittiva;
 - III. Nei casi di cui ai precedenti paragrafi:
 - 10 Penalità;
 - 12 Oneri ed obblighi dell'Aggiudicatario;
 - 13 Sicurezza sul lavoro;
 - 14 Divieto di cessione del contratto.