Scheda Tecnica

File name	Capitolato Speciale d'Appalto: Scheda Tecnica
Date	09/08/2013
Focus	Progetto Registro
Status	Versione definitiva

Sommario

1 Introduzione

1.1 Il Registro .it

Nel dicembre del 1987, IANA (Internet Assigned Numbers Authority) riconobbe il ccTLD .it, assegnandone la gestione al Consiglio Nazionale delle Ricerche in virtù delle competenze tecniche e scientifiche maturate dai suoi ricercatori, tra i primi in Europa ad adottare il protocollo IP. Il servizio di registrazione e mantenimento dei domini italiani è stato erogato inizialmente dall'Istituto CNUCE del CNR di Pisa. Dal 1997 tale competenza è passata all'Istituto per le Applicazioni Telematiche (IAT-CNR) e, a seguire, all'Istituto di Informatica e Telematica (IIT-CNR), nato nel 2002 dalla fusione tra lo stesso IAT e l'Istituto di Matematica Computazionale (IMC).

Dal 1987 ad oggi il Registro .it ha svolto una costante azione di potenziamento ed innovazione della sua infrastruttura di rete, al fine di fornire livelli di servizio con prestazioni sempre maggiori avvalendosi di tenologie standard, consolidate e allo stesso tempo performanti. Un esempio è l'adozione del protocollo Synchronous Digital Hierachy (SDH) per i link di comunicazione geografici che interconnettono le sedi di Pisa e Milano del Registro ".it" .

Attualmente il datacenter di Pisa del Registro ".it" conta oltre cento server e circa cinquecento porte di rete sugli apparati attivi. La gestione di tutta l'infrastruttura è a cura del "Servizio Internet e Sviluppo Tecnologico" e, in particolare, la gestione dell'infrastruttura di rete è in carico all'unità "Infrastruttura di Rete del Registro".

1.2 Architettura di rete del Registro .it

L'attuale architettura di rete del *Registro .it* (Figura 1) prevede due nodi di backbone, altrimenti detti di core, rispettivamente siti in Pisa, presso la sede del Registro e in Milano, presso il Milan Internet eXchange (MIX). I collegamenti geografici che interconnettono il datacenter del Registro di Pisa con il POP del Registro in Milano (MIX) sono realizzati mediante circuiti *SDH STM1*. Il nodo di Milano, oltre a partecipare al routing di backbone, assolve anche alle funzioni di distribuzione verso gli apparati del livello di accesso.

Gli apparati del livello di accesso del datacenter di Pisa sono switch layer2 che interconnettono, in aggregazione (802.3ad, poi 802.1AX) con larghezza di banda maggiore di 4 Gbps, il datacenter stesso al nodo di core di Pisa. I medesimi apparati di accesso del datacenter di Pisa partecipano al routing OSPF e garantiscono ridondanza anche mediante il protocollo VRRP.

L'intera infrastruttura di rete del Registro .it è dual-stack, ovvero gode di raggiungibilità IPv4 e

IPv6 nativa.

Più in generale, a livello protocollare, si utilizzano i protocolli della *suite TCP/IP* con i relativi *Internet Standard IETF* e *IEEE 802* (in particolare *802.3* a livello *data link*).

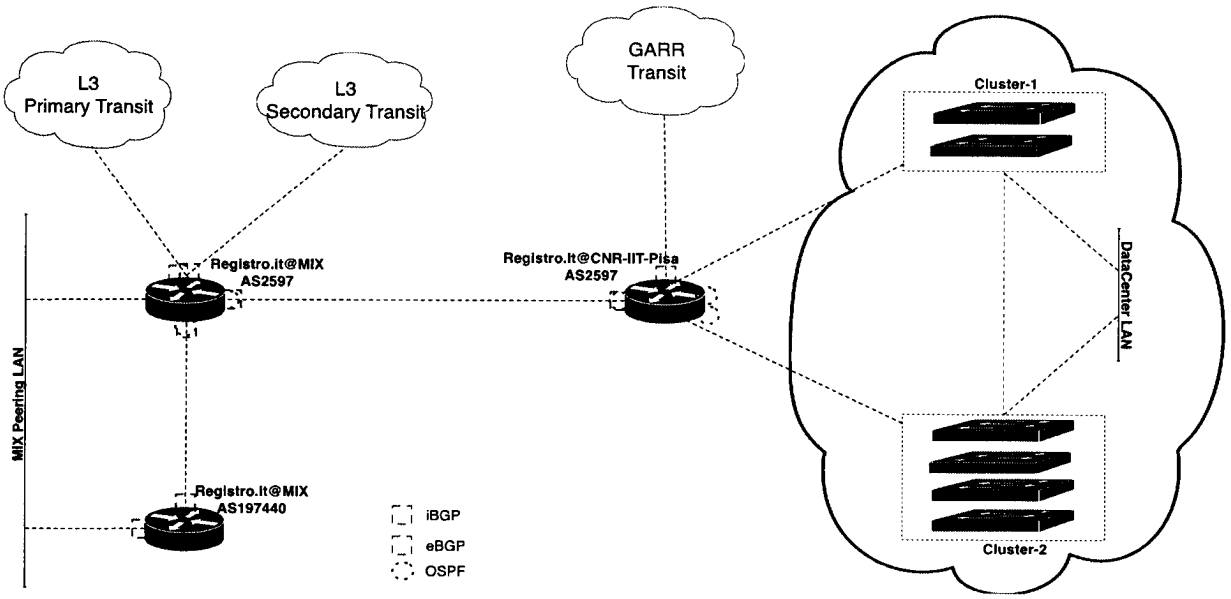


Figura 1: Schema attuale architettura di rete del Registro .it

L'architettura di rete prevede ridondanza sulla dorsale geografica e sulla componente datacenter su tutte le componenti attive (interfacce sugli apparati, moduli di *switching* e di *routing*, componenti *hardware* generici quali alimentatori e ventole di raffreddamento) e sulle alimentazioni. In tutti i datacenter sono presenti linee di alimentazione mediate da gruppi di continuità (UPS) collegati a gruppi elettrogeni alimentati a gasolio.

1.3 Il progetto "Datacenter distribution and anycast services for Registro .it"

Le attività svolte dal Registro si basano sull'erogazione di servizi alla comunità Internet che, in alcuni casi, prevedono livelli di servizio contrattualizzati (SLA) e stringenti nei confronti dei propri clienti, i Registrar.

I principali servizi erogati dal Registro sono la risoluzione dei nomi a dominio nel ccTLD .it, la registrazione dei nomi a dominio nel ccTLD .it e il servizio Whois. Questi servizi, per quanto indissolubilmente legati e accomunati dalla necessità di elevati livelli di disponibilità, hanno peculiarità diverse tra loro.

Il servizio di risoluzione dei nomi a dominio nel ccTLD .it, erogato alla comunità Internet, si basa

sul sistema DNS e da esso eredita anche i meccanismi di "tolleranza" all'indisponibilità, tra cui i meccanismi di caching dell'informazione previsti dal DNS stesso. Tuttavia il servizio di risoluzione dei nomi a dominio, per le sue specificità si presta ad essere erogato mediante un modello chiamato anycast. Il modello anycast prevede che la stessa informazione sia erogata da più nodi collegati alla rete Internet. Ciò si realizza mediante un'opportuna configurazione del routing interdominio a livello globale. Il modello Anycast permette di diminuire la probabilità di down dei servizi erogati con questo paradigma. Inoltre ridimensiona i problemi prestazionali legati alla fruizione dei servizi stessi (con particolare riferimento alla risoluzione dei nomi a dominio nel ccTLD .it) e derivanti della topologia fisica della rete Internet. In ultima analisi il modello anycast permette la riduzione del Round Trip Delay (RTD), metrica che potrebbe essere definita, come nell'RFC 2681, principalmente funzione sia della distanza geografica che intercorre tra i dispositivi che erogano il servizio in oggetto e l'utilizzatore, che delle specificità della connettività Internet.

Il servizio di registrazione dei nomi a dominio nel ccTLD .it. si avvale del protocollo EPP come definito negli RFC: 5730, 5731, 5732, 5733, 5734. Il protocollo EPP ha un modello di funzionamneto sincrono e prevede necessariamente l'accesso ad una base di dati, che nel caso del ccTLD .it è centralizzata. Per la natura stessa del servizio non sono presenti meccanismi di "tolleranza" all'indisponibilità analoghi a quelli forniti dal sistema DNS. Inoltre tale servizio non si presta ad essere erogato mediante il modello anycast.

Il servizio Whois rende disponibile pubblicamente la consultazione circa l'assegnamento dei nomi a dominio nel ccTLD.it. Questo servizio si basa sul protocollo whois come specificato nell'RFC 3912. Anche in questo caso, per la natura stessa del servizio, non sono presenti meccanismi di "tolleranza" all'indisponibilità simili a quelli forniti dal sistema DNS. Tuttavia anche il servizio Whois si può prestare ad essere erogato mediante un modello anycast, subordinatamente ad alcuni accorgimenti implementativi.

Gli obbiettivi di questo progetto possono così riassumersi:

- aumentare il livello di disponibilità dei servizi erogati del Registro con particolare riferimento ai servizi di risoluzione e registrazione dei nomi a dominio nel ccTLD .it;
- ottimizzare le prestazioni del servizio di risoluzione dei nomi a dominio e di altri servizi che si possono erogare con il modello Anycast, implementando una propria infrastruttura Anycast;
- estendere geograficamente l'insieme dei datalink che costituiscono il datacenter del Registro al fine di dislocare, in modo opportuno, i servizi del Registro stesso che non possono essere erogati mediante il modello Anycast e mitigando, quindi, il problema legato all'RTD. Nello specifico, l'obbiettivo è quello di dislocare i servizi in punti ad alta concentrazione di connettività dove sono presenti molti operatori, tipicamente IXP.

Alla luce delle peculiarità dei servizi erogati del Registro, dei vincoli derivanti dalla loro effettiva implementazione, degli obbiettivi che si prefigge il progetto "Datacenter distribution and anycast services for Registro .it" è stata delineata la nuova stratificazione protocollare per l'architettura di rete del Registro stesso, che si articola essenzialmente nei seguenti tre punti:

1. Realizzazione della nuova infrastruttura di core della rete del Registro che prevede l'implementazione dei protocolli MPLS, RSVP-TE, OSPF-TE, CSPF e QoS su VPLS al fine di realizzare l'applicazione VPLS con cui distribuire geograficamente il datalink del datacenter del Registro .it su Pisa e Milano.
2. Realizzazione di più istanze dell'applicazione MPLS Layer3 VPN per la gestione degli apparati di rete del Registro distribuiti sul globo e costituenti la anycast-cloud del Registro stesso.
3. Implementazione delle funzionalità MPLS e QoS sui datalinks che costituiscono il datacenter del Registro presso la sede di Pisa.

Dal punto di vista pratico il progetto "Datacenter distribution and anycast services for Registro .it" implica la sostituzione degli apparati di *backbone* della rete del Registro, nonchè di una parte degli apparati del datacenter di Pisa, aggiornando integralmente la rete alla tecnologia MPLS.

Motivi di questa scelta sono, oltre all'età degli apparati attualmente installati (raggiungeranno i 6 anni di esercizio alla fine del 2013 con *ROI* più che soddisfacente), le nuove esigenze di prestazioni *end-to-end* e le nuove necessità applicative del Registro.

La nuova infrastruttura di rete dovrà ereditare gli elevati parametri di disponibilità e affidabilità dell'attuale, a fronte di un significativo incremento di *performance*, *throughput* aggregato e flessibilità.

Le prestazioni richieste dovranno essere *"carrier grade"* e gli apparati, oltre ad essere piattaforme ad architettura non bloccante, dovranno permettere l'implementazione di politiche di *"traffic engineering"* su protocollo *MPLS*, tipiche degli ambienti *carrier*.

La rete veicolerà traffico *IPv4* e *IPv6* e dovrà gestire protocolli e flussi massivi di tipo *radicalmente diverso*. L'architettura, distribuita su due siti distinti del *data center* del Registro, richiederà inoltre il supporto di strategie di sincronizzazione e duplicazione dei dati implementabili solo con prestazioni *"line rate"*, con le latenza di rete tipiche delle tecnologie trasmissive ottiche e Packet Delay Variation PDV stringenti.

1.3.1 Apparati di backbone (Core e Distribution layer)

I nodi di *backbone*, che indicheremo come ***Core-HD (Core High Density) e Core-LD (Core Low***

Density), oggetto del presente bando, saranno undici in totale. Essi raccoglieranno anche parte dei collegamenti verso i nodi di accesso svolgendo quindi anche compiti di distribuzione. Su questi nodi saranno configurate le politiche di *routing* e implementate le funzionalità avanzate in ambiente *IP/MPLS.*

I *Core-HD e Core-LD* saranno installati presso l'Area della Ricerca del CNR di Pisa, presso il punto di presenza del Registro .it al MIX di Milano e presso i punti di presenza del Registro sul globo. Nella Tabella 1 sono specificati i nodi raggruppati per tipologia, con la relativa nomenclatura e ubicazione.

Nodo L3: NIC-R1	*Datacenter di Pisa del Registro .it*
Nodo L3: NIC-R2	*Datacenter di Pisa del Registro .it*
Nodo L3: NIC-R3	*Datacenter di Milano del Registro .it*
Nodo L3: NIC-R4	*Datacenter di Milano del Registro .it*
Nodo L3: NIC-R5	*Datacenter di MIX (Milano)*
Nodo L3: NIC-R6	*Datacenter di LINX (Londra)*
Nodo L3: NIC-R7	*Datacenter di NYIIX (New York)*
Nodo L3: NIC-R8	*Datacenter di Equinix (Los Angeles)*
Nodo L3: NIC-R9	*Datacenter di TORIX (Toronto)*
Nodo L3: NIC-R10	*Datacenter di PTT Metro in Brazil (San Paolo)*
Nodo L3: NIC-R11	*Datacenter di JPIX (Tokyo)*

Tabella 1: **Nodi *Core-LD e Core-HD del progetto "Datacenter distribution and anycast services for Registro .it".***

1.3.2 Apparati di accesso (Access layer)

Nei punti di accesso o presenza si distinguono due categorie di apparati:

1. *Multilayer switch* a bassa e media densità di porte di rete, collegati ai nodi di livello 3 con aggregati *802.1AX* di interfacce *1GbE*;
2. *Multilayer switch* ad alta densità di porte di rete, collegati ai nodi di livello 3 con aggregati

802.1AX di interfacce *10GbE.*

Sono oggetto del presente bando otto unità *multilayer switch* in totale. Le unità a bassa e media densità di porte nel seguito saranno indicate come ***Accesso-Anycast***, le unità ad alta densità di porte di rete saranno indicate come ***Accesso-DC***. In Tabella 2 sono specificati i nodi raggruppati per tipologia con la relativa nomenclatura e ubicazione.

Nodo L2: NIC-S1	*Datacenter di Pisa del Registro .it*
Nodo L2: NIC-S2	*Datacenter di Pisa del Registro .it*
Nodo L2: NIC-S3	*Datacenter di LINX (Londra)*
Nodo L2: NIC-S4	*Datacenter di NYIIX (New York)*
Nodo L2: NIC-S5	*Datacenter di Equinix (Los Angeles)*
Nodo L2: NIC-S6	*Datacenter di TORIX (Toronto)*
Nodo L2: NIC-S7	*Datacenter di PTT Metro in Brazil (San Paolo)*
Nodo L2: NIC-S8	*Datacenter di JPIX (Tokyo)*

***Tabella 2: Nodi Accesso-DC e Avvesso-Anycast del progetto* "Datacenter distribution and anycast services for Registro .it".**

2 Caratteristiche della fornitura - Requisiti minimi

2.1 Oggetto della fornitura

Oggetto della presente procedura di gara è la fornitura degli apparati di rete attivi che formeranno l'infrastruttura del backbone dei Data Center di Pisa, Milano e dei nodi anycast del progetto di rete ***Registro***.

Come anticipato nei paragrafi 1.3.1 e 1.3.2 gli apparati necessari alla realizzazione del progetto sono:

1. ***Nodi L3*** *(Core e Distribution Layer)*: ***11 router IP/MPLS;***

2. *Nodi L2 (Access-layer)*: ***8 multilayer Ethernet switch.***

Oltre alla fornitura dovrà essere previsto il servizio di assistenza specialistica e di manutenzione degli apparati.

2.1.1 Definizione della tipologia degli apparati

Per meglio specificare caratteristiche e prestazioni richieste si individuano delle tipologie omogenee all'interno delle due categorie di apparati.

All'interno della categoria ***Nodi L3*** si individuano due tipologie:

1. ***Router* di *backbone* ad elevate prestazioni con *chassis* passivo:**
   a. ***Core-HD**: 4 router IP/MPLS ad elevate densità di interfacce 1 GbE, 10 GbE e interfacce Packet over Sonet*
2. ***Router* di *backbone* ad elevate prestazioni con *chassis* integrato e modularità solo sulle interfacce:**
   a. ***Core-LD**: 7* **router** modulari a bassa densità di interfacce *1 GbE (con predisposizione a interfacce 10 GbE)* con funzionalità IP/MPLS

Le tipologie di apparati *L3* si differenziano solo in prestazioni e modularità; le funzionalità richieste e i protocolli supportati sono le medesime.

All'interno della categoria ***Nodi L2*** si individuano due tipologie omogenee:

3. ***Multilayer switch* ad elevata densità di porte:**
   a. ***Accesso-DC: 2 multilayer switch*** ad elevata densità di interfacce *1GbE/10GbE;*
   b. ***Accesso-Anycast: 6 multilayer switch*** dotati di interfacce 10/100/1000 Mbit/s.

2.2 Requisiti minimi generali della fornitura

I seguenti punti, comuni a tutte e quattro le tipologie omogenee di apparati, costituiscono i requisiti minimi e sono quindi vincolanti per la fornitura.

Per ogni punto dovranno essere fornite le specifiche e i dettagli a dimostrazione della conformità alle richieste. La valutazione sarà effettuata sulla documentazione fornita e la mancanza anche di un solo requisito minimo comporterà l'esclusione dalla gara.

2.2.1 Unico produttore

Gli apparati oggetto della fornitura dovranno essere realizzati tutti dallo stesso produttore e tutte le parti hardware e software della fornitura devono comparire nel listino del produttore senza nessun avviso di uscita di produzione o di termine di manutenzione o supporto specialistico.

2.2.2 Unico sistema operativo

Tutti gli apparati *L3* dovranno essere dotati dello stesso sistema operativo e utilizzare la stessa versione e revisione dello stesso.

Tutti gli apparati *L2* dovranno essere dotati dello stesso sistema operativo e utilizzare la stessa versione e revisione dello stesso.

In sede di valutazione tecnica sarà considerata come migliorativa la dotazione di unico sistema operativo per entrambe le categorie di apparati L2 e L3.

2.2.3 Omogeneità apparati e hardware

Gli apparati *L3 (Nodi L3)*, all'interno del portafoglio del produttore, dovranno appartenere alla stessa linea/serie di prodotti.

Le tipologie *Core-HD* dovranno prevedere, all'interno dello *chassis*, identico *hardware* mentre la tipologia *Core-LD* non richiedendo *chassis* passivo, dovrà condividere con le altre tipologie (*Core-HD* e *Core-LD*) i moduli adattatori di interfaccia.

Gli apparati *L2 (Nodi L2)*, dovendo essere tra loro identici all'interno di ogni tipologia, soddisferanno intrinsecamente tale richiesta di omogeneità.

2.2.4 Vincoli progettuali

Tutti gli apparati *L3* e *L2* dovranno soddisfare i seguenti requisiti architetturali necessari per il soddisfacimento delle richieste di performance e alta disponibilità. Per la tipologia L3, fanno eccezione, relativamente al vincolo di *chassis* passivo con ridondanza dei componenti attivi e al vincolo di *non-blocking*, i sette router della tipologia *Core-LD*.

Per la tipologia *L2* non si richiede un'architettura a *forwarding* distribuito, ma solo la condizione minima che la commutazione del traffico tra apparati diversi componenti lo stack non impegni le unità con funzionalità di Route Processor e Control board centralizzate. La condizione *carrier-class* non è applicabile a questa tipologia.

Per completezza si riportano anche le definizioni dei concetti e dei termini utilizzati:

Piano di controllo (Control plane)

L'insieme delle funzioni preposte alla definizione delle informazioni che un apparato utilizza per l'inoltro dei pacchetti di dati. Tipicamente è rappresentato dalle istanze dei protocolli di routing e di label distribution in ambienti *IP/MPLS* con le strutture dati derivanti: *Routing Information Base (RIB) e Label Information Base (LIB).*

Piano di inoltro (Forwarding/data plane)

L'insieme delle funzioni e delle informazioni, derivate dal piano di controllo, atte all'inoltro dei pacchetti di dati. Tipicamente rappresentato dalla *Forwarding Information Base (FIB)* per le operazioni di *routing* e dalla *Label FIB (LFIB)* per le operazioni di *label switching.*

2.2.4.1 Separazione dei piani di controllo e di inoltro

Gli apparati interessati da questa funzionalità sono: *Core-HD e Core-LD (Nodi L3), Accesso-DC e Accesso-Anycast (Nodi L2).*

La separazione dei piani di controllo e di inoltro permette l'ottimizzazione delle strutture dati, dei processori e delle componenti *hardware* e *software* nel complesso, in funzione delle prestazioni richieste (tipicamente relative a operazioni di aggiornamento e modifica, da parte del *control plane*, e operazioni *time-critical*, come *"table lookup"* e *"multi-field classification packet processing"*, da parte del *forwarding plane*).

Tale separazione, implicando il disaccoppiamento anche fisico delle parti *hardware* e *software* preposte alle due funzioni, garantisce inoltre che il deterioramento dell'uno non impatti sull'altro (con possibili limitazioni per le tipologie *Core-LD, Accesso-DC e Accesso-Anycast* per la quale non è richiesta ridondanza *1:1* sui componenti).

2.2.4.2 Architettura a forwarding distribuito (distributed forwarding)

Gli apparati interessati da questa funzionalità sono: Core-*HD* e *Core-LD.*

Caratteristica di un apparato che consente di mantenere le informazioni di inoltro, pertinenti alla funzione dell'apparato nello *stack ISO/OSI* (comprese le politiche di filtraggio e di trattamento differenziato del traffico), sui moduli di *I/O (line cards)* e/o, in generale, sui moduli preposti al *forwarding.*

2.2.4.3 Piattaforma non bloccante (wire speed o, equivalentemente, non-blocking)

Gli apparati interessati da questa funzionalità sono: *Core-HD, Core LD, Accesso-DC e Accesso-Anycast.*

È richiesto che gli apparati abbiano la capacità di:

1) operare le decisioni di filtering e forwarding del traffico in condizioni di massimo carico su tutte le porte di I/O simultaneamente;
2) distribuire arbitrariamente la totalità delle capacità delle porte di I/O tra tutte le porte dell'apparato.

Affinchè la piattaforma sia wire speed (non-blocking) le due caratteristiche di *table lookup performance* (1) e *data flow capacity* (2) devono essere entrambe valide in assenza di perdita di pacchetti.

2.2.4.4 Architettura modulare a chassis passivo

Gli apparati interessati da questa funzionalità sono: *Core-HD.*

È richiesto che gli apparati abbiano la capacità progettuale, che prevede l'alloggiamento di tutti i moduli preposti al funzionamento del sistema, compresi i sistemi di raffreddamento e di alimentazione, all'interno di appositi slot di uno chassis completamente passivo.

Tutti i moduli devono essere *hot-pluggable* e *hot-swappable*, senza che tale azione influisca in alcun modo, o con impatto minimo nel caso dei *fabric module*, sul funzionamento del sistema nell'esercizio delle proprie funzioni.

2.2.4.5 Architettura modulare a stack

Gli apparati interessati da questa funzionalità sono: *Accesso-DC e Accesso-Anycast.*

È richiesto che gli apparati abbiano la capacità progettuale, che prevede l'alloggiamento di tutti i moduli preposti al funzionamento del sistema, compresi i sistemi di raffreddamento, di alimentazione e di stack, all'interno di appositi slot.

I moduli di raffreddamento e di alimentazione devono essere *hot-pluggable* e *hot-swappable* senza che tale azione influisca in alcun modo sul funzionamento del sistema nell'esercizio delle proprie funzioni.

2.2.4.6 Modulo con funzionalità avanzate

Viene richiesto un modulo aggiuntivo per il supporto di funzionalità a valore aggiunto (e.g. Tunneling, Stateful Firewall, NAT, IDP).

2.2.4.7 Ridondanza su tutte le componenti attive del sistema (no single point of failure system)

Relativamente agli apparati *Core-HD*: all'interno dello chassis completamente passivo, che rappresenta l'unico punto di fallimento del sistema, deve esserci predisposizione alla ridondanza (secondo gli schemi *1:1* o *1+1*) su tutte le componenti che partecipano al funzionamento del sistema.

Relativamente agli apparati *Core-LD*: viene richiesta la ridondanza a livello di alimentazione e la ridondanza almeno N+1 sul sistema di raffreddamento, con particolare riferimento alle ventole.

Relativamente agli apparati *Accesso-DC e Accesso-Anycast*: viene richiesta la ridondanza a livello di alimentazione e la ridondanza almeno *N+1* sul sistema di raffreddamento, con particolare riferimento alle ventole.

2.2.4.7.1 Ridondanza per modulo con funzionalità a valore aggiunto

Relativamente agli apparati *Core-HD*: Per questo modulo ***non è prevista ridondanza***.

2.2.4.8 Line rate packet forwarding

Gli apparati interessati da questa funzionalità sono: *Core-HD, Core-LD, Accesso-DC e Accesso-Anycast.*

L'esecuzione dei compiti di packet forwarding all'interno di un apparato, che lavora a *line rate*, implica che tale operazione sia implementata con dei *network processor* ottimizzati per tali funzioni e dotati di *hardware* dedicato[1] alle operazioni di *table lookup, pattern matching e header rewriting.*

La latenza introdotta dalla catena di processing dei pacchetti deve essere quindi trascurabile, nei limiti dello stato dell'arte dei sistemi per il *packet forwarding* di categoria *carrier-class* attuali, rispetto alla latenza teorica dell'apparato al *layer OSI* al quale esso opera.

2.2.4.9 Line rate packet processing

Gli apparati interessati da questa funzionalità sono: *Core-HD, Core-LD, Accesso-DC e Accesso-Anycast.*

Oltre alle funzioni di *packet forwarding,* implementate a *line rate,* si includono nel *fast path* dell'apparato le funzioni di *multi-field classification, filtering, metering* e *policing* tipiche delle esigenze di *traffic management* e *security* degli operatori di rete.

In particolare riferimento agli apparati *Core-HD* e *Core-LD,* le attività di *packet classification, filtering* e *policing* in ambiente misto *IPv4, IPv6 e MPLS,* configurate in aggiunta alle operazioni di inoltro di protocolli non proprietari, non devono introdurre latenze che impattino sul *throughput* dichiarato dell'apparato e delle sue interfacce di rete.

2.2.4.10 Carrier Class

Gli apparati interessati da questa funzionalità sono: *Core-HD.*

Con il terminine *carrier-class* o *carrier-grade* si individuano apparati e architetture di rete con

1 Senza entrare nell'ambito progettuale dei sistemi per il *Packet Forwarding*, dei meccanismi di parallelizzazione e di *multithreading* dei processori utilizzati, qui si intende la dotazione interna al processore in termini di componenti hardware per task specifici *(ASIC, CAM, TCAM...).*

prestazioni e funzionalità parametrati in base alle esigenze dei fornitori di connettività e servizi in ambito networking.

Tali sistemi devono avere, oltre a performance di eccellenza, massimi livelli di affidabilità e implementare meccanismi di *fault tolerance* e *recovery* per garantire un grado di disponibilità necessario all'erogazione di servizi critici e il rispetto di *Service Level Agreement (SLA)* stringenti.

Valori target corrispondono ad una disponibilità almeno pari al 99.999% del tempo di esercizio e tempi di recovery inferiori ai 50 millisecondi.

2.2.4.11 Performance benchmarking

Gli apparati interessati da questa funzionalità sono: *Core-HD, Core-LD, Accesso-DC e Accesso-Anycast.*

Per il confronto delle performance degli apparati ci si avvale fondamentalmente delle metodologie e delle definizioni standard proposte nell'ambito del *"Benchmarking Methodology Working Group (BMWG)" IETF: 2544 (IPv4), 2889 (LAN switch), 3918 (Multicast), 5180 (IPv6) e 5695 (IP/MPLS).*

Nelle tabelle di *layout* dovrà essere specificato se i dati di *throughput* sono al netto dei *20 Byte* di *overhead* dovuti al preambolo e allo *"inter-packet gap"*.

Nei dati di *performance* dichiarati il *throughput* massimo di sistema deve essere al netto dell'*overhead* introdotto per lo *switching* interno all'apparato (non va quindi utilizzato il dato relativo al *"raw bitrate"*).

3 Nodi L3 Core-HD e Core-LD - Requisiti minimi

I seguenti punti costituiscono i requisiti minimi e quindi sono richieste che devono necessariamente essere soddisfatte.

Per ogni punto dovranno essere fornite le specifiche e i dettagli a dimostrazione della conformità alle richieste. La valutazione sarà effettuata sulla documentazione fornita e la mancanza anche di un solo requisito minimo comporterà l'esclusione dalla gara.

3.1 Sistema Operativo e Strumenti di Monitoraggio

3.1.1 Architettura OS

3.1.1.1 Caratteristiche sistema

1. Sistema operativo di rete ad architettura modulare;
2. *Multitasking* con *preemptive scheduler*;
3. Esecuzione di processi in aree di memoria riservate e protette;
4. Multiutenza;
5. Definizione distinta del piano di servizio, del piano di controllo e del piano di gestione.

3.1.1.2 Gestione Ridondanza

1. Relativamente agli apparati *Core-HD*: devono essere dotati di meccanismi e di processi per la gestione della sincronizzazione degli stati tra due kernel in configurazione fisicamente ridondata (propedeutici ai metodi di *switchover* tra i moduli ospitanti le *Routing Engine* e le *Switching Fabric*);
2. Relativamente agli apparati *Core-LD*: devono essere dotati di meccanismi e di processi per la gestione della sincronizzazione degli stati tra le logiche e i processori distribuiti su elementi fisicamente distinti nell'apparato (propedeutici al supporto per il *forwarding* distribuito).

3.1.2 Amministrazione OS e configurazioni

3.1.2.1 Amministrazione sistema, utenti e sicurezza

1. Interfaccia utente (*shell*) con comandi per *system administration, file manipulation, system monitoring e troubleshooting*;
2. Interfaccia utente (*shell*) con comandi per il controllo e *restart* dei processi;
3. Server e client *IPv4* e *IPv6* di: *telnet, SSHv2, FTP o TFTP*;
4. *AAA Radius* con *fallback* su *database* utenti locale al nodo;
5. Profilazione e gestione di utenti e gruppi con relativi privilegi;
6. Supporto di un meccanismo per filtraggio e limitazione del traffico destinato al "Piano di Controllo" dell'apparato;
7. Supporto di meccanisimi *"anti-DoS"* (*Denial of Service*) configurabili;

8. Registrazione (*logging*) di tutte le informazioni rilevanti circa le possibili anomalie riguardanti la sicurezza.

3.1.2.2 *Amministrazione delle Configurazioni*

1. Interfaccia utente (*shell*) con ambiente separato per l'*editing* delle configurazioni (e.g. *configuration mode*);
2. Spazio in memoria per l'archiviazione di almeno 20 differenti configurazioni;
3. Accesso e editing per utenti concorrenti con possibilità di editing esclusivo (*"lock"* su tutta o su parte della configurazione);
4. Possibilità di editing su più configurazioni con funzione di confronto (sul tipo del comando unix *"diff"*), funzione di controllo sintattico e semantico delle stesse prima della loro messa in produzione e possibilità di schedulazione del *"rollback"* automatico ad una delle qualsiasi configurazioni precedentemente attive (eventualmente selezionabile tra quelle archiviate sull'apparato);
5. *Logging*: con tracciamento delle attività remotizzabile su un server esterno tramite protocollo *Syslog* ed accessibile anche localmente tramite la *shell* utente *(CLI – Command Line Interface)*;
6. *Debugging*: il livello di dettaglio delle attività di *debug* deve poter essere configurabile così come il suo *output (file, CLI...)* e il livello di debug non deve avere impatto sulle prestazioni dell'apparato;
7. Linguaggio di *scripting*: con possibilità di sviluppo di *script* locali sul nodo per la personalizzazione di comandi, per la schedulazione automatica di modifiche di elementi di configurazione, per la gestione di statistiche periodiche o per l'esecuzione di specifiche azioni innescate da determinati eventi verificatosi sul nodo.

3.1.3 Alta disponibilità

1. *Process Restart*: deve essere possibile riavviare i processi a *"runtime"* senza impatto sul sistema;
2. *Graceful Restart (GR):* supporto delle estensioni di *graceful restart* dei protocolli di *routing* (unicast e multicast) e *label switching* del piano di controllo;
3. Relativamente agli apparati *Core-HD,* per le funzionalità *RE/SF Failover/Switchover*: lo *switchover* tra le *routing engine/switching fabric* deve poter avvenire in modo automatico, senza impatto sui piani di controllo e di inoltro del sistema (*"near 0 packet loss"*), che non richiedono la collaborazione dei nodi di rete adiacenti (protocolli *GR*). La possibilità di

richiedere la collaborazione dei nodi di rete adiacenti (protocolli GR) deve essere configurabile in alternativa ai meccanismi di mantenimento del piano di controllo[2] *IP/MPLS.*

4. Relativamente agli apparati *Core-HD,* per le funzionalità *In Service Software Upgrade (ISSU)*: gli aggiornamenti e i cambi di *release software* devono poter essere effettuati senza corrompere il piano di controllo e con minimo impatto sul funzionamento del sistema; in particolare non deve essere richiesta collaborazione ai nodi di rete adiacenti.

3.1.4 Monitoraggio e OA&M

3.1.4.1 Strumenti di controllo

1. Comandi *ICMP ping, traceroute, MPLS LSP ping* e *traceroute*;
2. Supporto *SNMPv1, v2, v3, SNMP Trap, RMON e Syslog.* In particolare è richiesto il supporto delle *"Management Information Base" (MIB)* previste dagli standard *IETF* e *IEEE* e delle estensioni proprietarie.

3.1.4.2 Mirroring, Sampling & Accounting

1. Supporto di funzionalità di *mirroring* del traffico e dei protocolli *NetFlow, IPFIX* o equivalenti con configurabilità della frequenza di campionamento *(sampling rate)*;
2. Monitoraggio e campionamento del traffico *"policy-based"*: le funzioni di *sampling* (*NetFlow, IPFIX* o equivalenti) e quelle di *mirroring* devono essere configurabili in base a politiche definibili e configurabili dagli amministratori di sistema;
3. Supporto di funzionalità di *accounting*, non su base statistica, del traffico per la produzione di *report* per il *billing*;
4. Il *sampling*, l'*accounting* e il *mirroring* del traffico devono essere operati a *"line rate"* quindi in hardware senza impattare sulle performance del sistema. Per la funzionalità di port mirroring gli apparati devono poter gestire un numero di istanze di port mirroring non limitato in software (no hard-coded). Nel caso si debba utilizzare *hardware* aggiuntivo, la scheda/modulo preposta potrà essere installata negli apparati, in modalità *hot swappable*, in uno degli slot liberi richiesti e riservati per espansioni future.

3.1.4.3 Strumenti di OA&M

1. Gli apparati dovranno prevedere strumenti per la misura, in tempo reale, di parametri

[2] Per meccanismi di mantenimento del piano di controllo si intendono le soluzioni proprietarie commercialmente indicate sotto il nome di *"Non Stop Routing"*

prestazionali di rete quali: *delay, latency, jitter* e packet-loss;

2. Supporto dello standard *OAM "Connectivity Fault Management"* secondo la raccomandazione *IEEE 802.1ag*;
3. Supporto dello standard *OAM "Link Fault Management"* secondo la raccomandazione *IEEE 802.3ah*;
4. Supporto del protocollo *"Bidirectional Forwarding Detection" (BFD).*

3.2 Funzionalità layer1 & layer2 OSI

3.2.1 Synchronous Ethernet

Gli apparati devono supportare il meccanismo di sincronizzazione della frequenza su collegamenti *Ethernet SyncE (Synchronous Ethernet).*

3.2.2 Optical transceiver

Si richiede l'implementazione del *"Digital Diagnostics Monitoring" (DDM)* per i *transceiver* ottici.

3.2.3 802.1D-2004 - MAC Bridges

Gli apparati devono supportare la funzionalità di switching Ethernet in accordo con lo standard *IEEE 802.1D-2004 (MAC bridges).* Devono essere in grado di inoltrare le trame/frame Ethernet (unicast, multicast e broadcast), senza perdite, *line rate* tra qualunque interfaccia in stato operativo.

3.2.4 Bridge Domain

Gli apparati, nell'implementare la raccomandazione *802.1D,* devono poter realizzare *Bridge Domain* distinti per macchina e porta. Inoltre devono poter supportare l'applicazione selettiva dei meccanismi di isolamento delle interfacce in merito al verso di trasmissione delle frame (e.g. funzionalità di tipo *"Split Horizon").*

Il *Bridge Domain* limita l'ampiezza del processo del *MAC learning (Media Access Control)* determinando quindi il limite oltre il quale il dispositivo non deve propagare le trame destinate ad indirizzi di tipo broadcast, unknown unicast e multicast *(BUM traffic).*

3.2.5 802.1AB

Gli apparati devono supportare il protocollo *Link Layer Discovery Protocol (LLDP)*, secondo lo standard *IEEE 802.1AB*.

3.2.6 MTU e Protocols Encapsulation

Gli apparati devono poter inoltrare trame Ethernet con payload di dimensione superiore ai *1500 Byte* (in particolare si richiede che il payload possa raggiungere i *9000 Byte*).

Il parametro MTU, per permettere il supporto del mapping o incapsulamento sulle trame Ethernet di protocolli supplementari, deve essere configurabile e supportare la modalità *jumbo frames*. In particolare gli apparati devono supportare il trasporto di trame *MPLS* in maniera trasparente.

3.2.7 Local Traffic Cross-Connect

Gli apparati devono poter implementare funzionalità di tipo *"cross connect"*, cioè deve essere possibile interconnettere localmente agli apparati flussi di dati, identificati da *outer-tag* o *inner-tag*, attestati su porte degli apparati stessi (e.g. cross-connection di *VLAN X* su porta *x* con traffico di *VLAN Y* su porta *y*).

3.2.8 Spanning Tree Protocols

Gli apparati devono supportare tutti i protocolli standard *IEEE* di tipo *Spanning Tree Protocols (xSTP)*. In particolare, devono essere implementate tutte le evoluzioni in accordo con gli standard *IEEE 802.1D-2004* (Sezione 17: *Rapid STP* ex *802.1w-2001*), *802.1Q-2005* (Sezione 13: *Multiple STP* ex *802.1s-2002*) e *802.1Q-REV (2011)*.

Gli apparati devono essere in grado di filtrare *BPDU* e altre frame di controllo di *Layer2* ricevute in funzione della porta e della *VLAN* su cui queste potrebbero essere ricevute.

3.2.9 802.1Q - Virtual LANs e Class of Service (CoS)

Gli apparati devono gestire *VLAN ID* in accordo con la raccomandazione *IEEE 802.1Q-REV (2011)* senza limitazioni dipendenti da *line cards* o da qualunque altro tipo di equipaggiamento degli apparati. Gli apparati devono supportare 4K *VLANs* per porta, per una gestione complessiva di almeno 32K *VLANs*.

Gli apparati devono gestire la *CoS* in accordo con la raccomandazione *IEEE 802.1p: "LAN Layer 2 QoS/CoS Protocol for Traffic Prioritization"* (raccomandazione successivamente inclusa nella specifica *802.1D/802.1Q*).

3.2.10 802.1ad – Provider Bridges

È richiesto che gli apparati proposti implementino lo standard *IEEE 802.1ad "Stacked VLAN"*. Gli apparati devono essere in grado di gestire correttamente trame *Ethernet* con più *tag* ed effettuare il *push, pop* o *translate* delle etichette.

L'apparato deve poter preservare gli identificativi di *VLAN (VLAN ID Preservation)* anche in modalità *"Stacked VLAN"*. L'apparato deve consentire la preservazione del campo *CoS* del *VLAN Tag (VLAN CoS Preservation)* anche in modalità *"Stacked VLAN"*.

Gli apparati devono implementare funzionalità tipiche di *VLAN ID manipulation (VLAN ID push, pop, swap* ed eventuali combinazioni) senza limitazioni sul numero di *VLAN* gestibili dal sistema o implicando degrado delle performance di trasmissione delle trame.

È richiesta la capacità di selezionare il traffico in base al differente numero di *tag* posseduti dal frame, l'abilità di analizzare solo una parte dell'*header Ethernet* e l'abilità di utilizzare intervalli di *VLAN tag* configurati.

3.2.11 Integrated Routing and Bridging (IRB)

Sull'apparato devono essere supportate interfacce con funzionalità di *layer2* configurabili con *VLAN tag*. Le singole porte devono poter essere configurate sia in *"access mode"* sia in *"802.1Q trunking mode"*.

È richiesto il supporto di *layer2 bridging* e di *layer3 routing* sulla stessa interfaccia. Le trame *Ethernet* devono essere trattate a livello 2 se non sono inviate al *MAC address* del router. Le trame *Ethernet* devono essere trattate a livello 3 e quindi ruotate alle altre interfacce di livello 3, laddove inoltrate al *MAC address* del router.

3.2.12 802.1AX-2008 – Link Aggregation

È richiesto il supporto della funzionalità di *Link Aggregation Group (LAG)* secondo lo standard *IEEE 802.1AX-2008* (ex *802.3ad*): *Link Aggregation Control Protocol (LACP)*.

Deve essere possibile realizzare aggregati di porte 1GbE sia in modalità *intra-linecard* che *inter-*

linecard su slot differenti dello chassis.

Deve essere possibile realizzare aggregati di porte 10GbE sia in modalità *intra-linecard* che *inter-linecard* su slot differenti dello chassis.

Deve essere possibile realizzare aggregati di porte 1GbE e 10GbE, rispettivamente, anche in modalità *inter-chassis*.

La configurazione degli aggregati non deve avere alcun impatto sulle prestazioni complessive dell'apparato in termini di *throughput* e di funzionalità.

I *LAG* (sia statici che dinamici) devono essere equivalenti alle interfacce fisiche o logiche del sistema anche in termini di configurabilità: tutte le funzionalità configurabili sulle interfacce fisiche o logiche *(QoS, filtering, encapsulation, shaping...)* devono poter essere configurate anche sui gruppi aggregati. Deve essere possibile utilizzare *VLAN tagging* su aggregati *802.1AX* senza perdita di configurabilità rispetto ai *trunk 802.1Q* realizzati sulle interfacce fisiche.

La medesima equivalenza deve essere garantita anche per la configurazione di tutte le istanze protocollari pertinenti ai livelli superiori dello pila *OSI*.

L'implementazione deve supportare, oltre alla modalità *LAG N* con bilanciamento del traffico sui *link* dell'aggregato, la modalità *LAG N+N (link protection)* almeno nel caso *N=1*, che prevede che una parte dei link dell'aggregato venga utilizzata per l'inoltro del traffico e un'altra parte sia in *standby* fino al *failure* dei *link* attivi. Le due modalità devono essere configurabili per ogni aggregato e non a livello di apparato (*chassis-wide*).

Il sistema deve disporre di meccanismi configurabili di bilanciamento del traffico (*load balancing*) all'interno di un link aggregato, sia se formato staticamente che se formato utilizzando *LACP*.

È richiesto il supporto della funzionalità *"Multi-Chassis LACP"* per gestire la ridondanza di porte *Ethernet (1GbE e 10GbE)* su nodi distinti. La soluzione non deve richiedere alcun cambiamento nel modo di operare del protocollo *LACP* sul nodo adiacente.

3.3 Funzionalità di Routing IP

3.3.1 IPv4-IPv6 Router

Gli apparati devono supportare le funzionalità di indirizzamento, routing e forwarding dei pacchetti *IPv4* e *IPv6 ("Dual Stack")*, unicast e multicast, in conformità alle specifiche di *Classless Routing*

con *Variable Length Subnet Masking* e agli standard *IETF* rilevanti.

Gli apparati devono supportare la configurazione, per i protocolli *IPv4* e *IPv6*, di rotte statiche (*static routes*) e della *default route*. Inoltre devono supportare il *routing* dinamico tramite i vari protocolli di *routing* appartenenti alle classi *EGP* e *IGP*.

Per *IPv4* è richiesto il supporto del protocollo *BGP-4*, dei protocolli di *Routing IGP RIPv2, OSPFv2* e *IS-IS* e del protocollo multicast *PIM*.

Per *IPv6* è richiesto il supporto dei seguenti protocolli e delle pertinenti estensioni: *BGP-4* con le estensioni per *IPv6*, *RIPng, OSPFv3* e *IS-IS per IPv6* e *IPv6 PIM*. In particolare gli apparati devono supportare la funzionalità di *IPv6 "Path MTU Discovery"*.

All'interno dei due paradigmi *(IPv4 e IPv6)* deve essere possibile configurare la ridistribuzione di rotte statiche (*static*) e direttamente connesse (*connected*) nei vari protocolli delle classi *EGP/IGP*, con la possibilità di applicare filtri per la selezione delle rotte stesse.

All'interno dei due paradigmi *(IPv4 e IPv6)* deve essere possibile configurare la ridistribuzione delle informazioni di *routing*, tra differenti protocolli di *routing* e tra istanze differenti dello stesso protocollo, con la possibilità di applicare filtri per la selezione delle rotte.

All'interno dei due paradigmi *(IPv4 e IPv6)* il sistema deve supportare funzionalità di filtering delle rotte, generate dai processi *EGP/IGP*, alle tabelle di *routing*.

Gli apparati devono supportare la configurazione di *Loopback* multiple e la configurazione di *multipath ECMP*.

È richiesto il supporto di protocolli di *Layer3 tunnelling* tra cui almeno il meccanismo *Generic Routing Encapsulation (GRE)*.

Gli apparati devono supportare funzionalità di *"DHCP relaying"* configurabili per interfaccia e per *VLAN*.

All'interno dei due paradigmi (IPv4 e IPv6) devono essere supportati i seguenti protocolli: *ICMP* (comando *ping e comando traceroute*), *telnet*, *SSHv2* e *FTP o TFTP*.

Le funzionalità specificate nei paragrafi seguenti prevedono, anche se non esplicitamente citate, le conformità sugli standard IEEE e IETF.

Nel caso la conformità agli standard richiesti non sia completa o non contempli l'aderenza a particolari funzionalità avanzate incluse nello standard, si dettaglino le motivazioni.

3.3.2 RIP

L'apparato deve garantire il supporto del protocollo di *routing RIPv2* secondo lo standard *RFC 2453* e di *RIPng* secondo q*RFC 2080.* Deve essere supportato un meccanismo di autenticazione *MD5* secondo la raccomandazione *RFC 2082 (è ammessa l'implementazione anche solo parziale dello standard).*

3.3.3 OSPF

È richiesto il supporto standard *OSPFv2 (RFC 2328)* e *OSPFv3 (RFC 2740 o 5340)* con le estensioni *OSPF NSSA Option (RFC 3101) e OSPF-TE (RFC 3630).*

È richiesto il supporto per l'*"OSPF Refresh and Flooding Reduction in Stable Topologies" (RFC 4136),* l'*"OSPF Opaque LSA Option" (RFC 2370 o 5250)* e il *"Support of Address Families OSPFv3" (RFC 5838).*

L'apparato deve consentire la configurazione, su base interfaccia, dei costi *OSPF,* implementare la funzionalità di *OSPF Passive Interface* e supportare la configurazione di più di un'*Area OSPF.*

È richiesto il supporto di *OSPF Prefix Priority, OSPF Route Tagging* e *OSPF auto-cost reference-bandwidth.*

3.3.4 IS-IS

L'apparato deve implementare il supporto al protocollo di routing *Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)* secondo le specifiche *ISO/IEC 10589:2002, second edition,* e operare *routing IP* secondo la modalità *"Integrated IS-IS"* o *"Dual IS-IS" (RFC 1195).*

L'apparato deve, inoltre, implementare integralmente il supporto per le funzionalità *Level 1 router (intra-area), Level 2 router (inter area)* e *Level 1-2 router* per lo scambio delle informazioni tra i due tipi di *router IS-IS.*

Gli apparati devono consentire l'abilitazione esplicita e la configurazione delle metriche di *IS-IS* su base interfaccia; devono supportare la *IS-IS Route Summarization* e la *Router Priority IS-IS* e queste devono essere configurabili manualmente.

3.3.5 BGP

È richiesto il supporto degli standard: *BGP-4 (RFC 4271), "BGP Communities Attribute" (RFC 1997), "Protection of BGP Sessions via the TCP MD5 Signature" (RFC 2385), "BGP Route Flap Damping" (RFC 2439), "Route Refresh Capability for BGP-4" (RFC 2918), "Communities BGP Standard and Extended" (RFC 4360)* e *"BGP Route Reflection client and server" (RFC 4456).*

Gli apparati devono supportare le estensioni multiprotocollo per *BGP* secondo gli standard *RFC 2545* e *RFC 4760* e devono implementare la componente di *Management Information Base (MIB)* relativa a *BGP-4* secondo la raccomandazione *"Definitions of Managed Objects for BGP-4" (RFC 4273).*

Gli apparati devono consentire la configurazione del *BGP Router ID*, dei *peer-group BGP*, della *Local Preference BGP*, dell'*iBGP Multipath*, dell'*eBGP Multipath* e del *Path MTU Discovery* per le sessioni *BGP*. Devono, inoltre, permettere la configurazione del numero massimo di hop consentiti per stabilire una sessione *eBGP Multihop (RFC 3682).*

Gli apparati devono fornire dei meccanismi per consentire all'amministratore di rete di limitare il numero di prefissi *BGP* in tabella di *routing* e supportare l'applicazione di nuove *policy* senza la necessità di effettuare il *clear* dell'intera sessione *BGP*.

Gli apparati devono implementare funzionalità di *filtering* sulle rotte *BGP* in uscita e in ingresso e supportare l'*AS path prepending.*

3.3.6 Routing Multicast

Gli apparati devono supportare i protocolli *Protocol Independent Multicast – Sparse Mode (PIM-SM, RFC 4601), Protocol Independent Multicast – Dense Mode (PIM-DM, RFC 3973)* e *Source-Specific Multicast for IP (PIM-SSM, RFC 4607).*

Gli apparati devono supportare *PIM SSM* configurabile per *gruppo multicast* e il meccanismo *Anycast-RP* per ambienti *PIM.*

È richiesto il supporto dei protocolli *IPv4 IGMPv2 (RFC 2236), IGMPv3 (RFC 3376)* e dei protocolli *IPv6 MLDv1 (RFC 2710)* e *MLDv2 (RFC 3810 e RFC 4604).*

Gli apparati devono essere in grado di eseguire la conversione e la mappatura di *IGMPv2* in *IGMPv3*. Deve essere garantito il supporto per *"IGMP fast leave"*, per le *"static IGMP joins"* per interfaccia e deve essere supportata la funzione *"IGMP querier"*.

Come richiesto per tutte le operazioni di inoltro, l'apparato deve supportare la replica dei flussi

multicast a *"line rate"* in modalità *"hardware"* e in modo distribuito sulle *line cards.*

3.3.7 Policy Routing

Gli apparati devono supportare il *"Policy Based Routing"* consentendo di prendere decisioni di *routing* basandosi su *policy* configurate dall'amministratore invece di seguire i passi previsti dal flusso decisionale standard previsto dalla specifica dell'algoritmo di *routing* preso in esame.

In particolare, deve essere possibile configurare politiche di *routing* in funzione almeno dei seguenti campi dell'*header IP*: *source/destination IP address, TCP e UDP destination/source port.* Deve inoltre essere possibile specificare come *next-hop* della *policy* di routing un prefisso di rete di un router non adiacente.

3.3.8 Network Address Translation

Gli apparati di tipologia *Core-HD* devono supportare servizi di *NAT* almeno 1:1 a *"line rate"*.

3.4 Funzionalità MPLS

3.4.1 MPLS

Gli apparati devono implementare i meccanismi di funzionamento previsti per la realizzazione del piano di controllo e di forwarding dei pacchetti all'interno del paradigma *MPLS.* I meccanismi suddetti devono essere supportati con l'implementazione della segnalazione *LDP (RFC 3036),* secondo quanto specificato nella documentazione relativa al *framework* MPLS (*RFC 3031, RFC 3032*) e protocolli associati.

In particolare, gli apparati devono supportare il meccanismo di *LDP authentication*, la funzionalità di *filtering* per *LDP advertisement*, i meccanismi di *LDP session protection*, la sincronizzazione *LDP-IGP* e i *targeted LDP (T-LDP)* per la distribuzione delle *inner label.*

Dello standard *Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Support of Differentiated Services (RFC 3270)* è richiesto il supporto per la *QoS* in modalità *E-LSP* (cioè utilizzando i *bit* del campo *Exp* dell'*header MPLS*).

Gli apparati devono supportare le funzionalità di *MPLS "P Router" (Provider Router)* e *MPLS "PE Router" (Provider Edge Router).*

Gli apparati devono supportare la funzionalità di *"Penultimate Hop Popping"* ed *"Explicit Null"* e consentire la configurabilità del *TTL propagation.*

Gli apparati devono supportare la possibilità di configurare il protocollo *MPLS* per singola interfaccia e devono supportare la configurazione dell'*interface MTU* a livello *MPLS.*

Gli apparati devono supportare la segnalazione delle *label MPLS* mediante il protocollo *BGP*, secondo quanto specificato nella specifica *RFC 3107.*

Gli apparati devono supportare la frammentazione di pacchetti *IP* in *MPLS LSPs.*

3.4.2 MPLS-TE (Traffic Engineering)

Gli apparati devono supportare il funzionamento del piano di controllo e di forwarding in modalità *MPLS-TE*, secondo quanto specificato dall'architettura di *MPLS Traffic Engineering* e protocolli associati.

In particolare, devono supportare il protocollo di segnalazione *RSVP-TE (RFC 3209).*

È richiesto il supporto delle estensioni dei protocolli di routing per *MPLS-TE*, in particolare:

1. *Traffic Engineering (TE) Extensions to OSPF Version 2 (RFC 3630);*
2. *IS-IS Extensions for Traffic Engineering (RFC 5305).*

Gli apparati devono supportare il setup di *Tunnel MPLS-TE (Traffic Engineered Tunnel)* secondo le modalità previste dai meccanismi di:

1. *Explicit Routing;*
2. *Constraint Based Routing;*
3. *Dynamic Routing.*

Gli apparati devono supportare le funzionalità di protezione basate sui meccanismi di *MPLS-TE Fast Rerouting (FRR)* secondo quanto descritto in *RFC 4090*; tali meccanismi devono poter garantire performance di riconvergenza *sub-50 msec.*

È richiesta un'implementazione dei meccanismi di tipo *Make-Before-Break (MBB)* che garantisca un tasso di perdita nullo e devono essere supportati strumenti di *MPLS Operations, Administration, and Maintenance (OAM).*

3.4.3 L3 VPN

Gli apparati devono supportare servizi di connettività di tipo *VPN MPLS* in conformità con gli standard *IETF* per la realizzazione dell'applicazione MPLS Layer3 *VPN (RFC 4364* e raccomandazioni collegate).

Gli apparati devono supportare l'implementazione del protocollo *BGP* secondo lo standard *"Multiprotocol Extensions for BGP-4" (RFC 4760)* per lo scambio delle informazioni di controllo tra i nodi che svolgono funzione di Provider-Edge *(PE)* della *VPN MPLS* e fornire il supporto completo di *BGP* per l'implementazione delle funzionalità di tipo *Route-Reflector* su *MPLS VPN.*

Gli apparati devono, inoltre, supportare le estensioni del protocollo *BGP* per il controllo del traffico *IPv6* su *MPLS VPN (BGP-4 Multiprotocol Extensions for IPv6 Inter-Domain Routing, RFC 2545)* e *BGP-MPLS IP Virtual Private Network (VPN) Extension for IPv6 VPN (RFC 4659)* e *Connecting IPv6 Islands over IPv4 MPLS Using IPv6 Provider Edge Routers 6PE (RFC 4798).*

Gli apparati devono supportare l'implementazione di funzionalità *inter-Provider* e *inter-AS VPN* aderenti allo standard *RFC 4364, BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs),* secondo le tecnologie di ***Inter-Provider & Carrier's Carrier VPNs (option A, B & C).***

Gli apparati devono supportare l'implementazione di funzionalità di *TTL propagation (IP to MPLS* su operazione *PUSH & MPLS to IP* su operazione *POP).*

Gli apparati devono supportare la configurazione granulare dell'eventuale *route-leaking* tra diverse VRF per mettere in comunicazione diverse VPNs.

3.4.3.1 CE-PE protocols e VRFs

Gli apparati devono supportare l'implementazione *CustomerEdge-ProviderEdge* dei protocolli *e-BGP, i-BGP, OSPF* e le relative estensioni *IPv6.* In particolare gli apparati devono supportare la reciproca ridistribuzione delle rotte: da *BGP CE-PE* in *VRF* in *OSPF* e da *OSPF CE-PE* in *BGP (internal OSPF routes).*

Gli apparati devono supportare la configurazione di rotte statiche *IPv4* e *IPv6* tra *PE-CE.*

Gli apparati devono permettere la configurazione di:

1. *Routing* statico in *VRF* verso le reti del *customer*;
2. Allocazione di *label* per *VRF* (una unica *label* per ogni *VRF*).

3.4.4 L2 VPN e VPLS

Gli apparati, oltre al supporto di servizi *Layer 3 VPN MPLS*, devono garantire il supporto per i

servizi di *Virtual Private Wire Service (VPWS)* o *EoMPLS (Ethernet over MPLS)*.

Gli apparati devono fornire una soluzione di connettività per la realizzazione di applicazioni VPLS in conformità con gli standard *IETF* per la realizzazione di servizi *L2 VPN* su una rete di tipo *Metro MPLS* per l'emulazione di servizi *E-LAN*.

Il meccanismo per la segnalazione dei nodi *PE* della singola istanza *VPLS* deve essere implementato secondo la raccomandazione *RFC 4761 (Virtual Private LAN Service (VPLS) Using BGP for Auto-Discovery and Signaling)* o *RFC 4762 (Virtual Private LAN Service (VPLS) Using Label Distribution Protocol (LDP) Signaling)*.

È richiesto il supporto di meccanismi per la gestione e la limitazione del traffico *BUM (Broadcast, Unknown Unicast, Multicast)* all'interno del singolo dominio *layer2 VPLS* e, più in generale, un metodo efficiente per la gestione dei *MAC address* relativi all'istanza *VPLS* che limiti eventuali problemi derivanti dalla loro quantità.

L'implementazione *VPLS* proposta deve poter essere compatibile con meccanismi di *multi-homing* e ridondanza di *CE* connessi all'architettura *VPLS*.

3.4.5 MPLS multicast VPNs

Gli apparati devono supportare il servizio multicast in *MPLS/BGP VPNs* con l'utilizzo del protocollo *Multi-Protocol BGP (estensioni NLRI per BGP multicast VPN)*.

È richiesto che gli apparati supportino funzionalità di trasporto *MPLS P2MP* conformi con quanto definito nello standard *"Signaling Requirements for Point-to-Multipoint Traffic-Engineered MPLS Label Switched Paths" (IETF Informational RFC 4461)*. In particolare è richiesto il supporto per la segnalazione degli LSP point-to-multipoint con segnalazione RSVP-TE (RFC 4875).

La soluzione proposta deve possedere meccanismi automatici e dinamici per il *discovery* dei nodi foglia dell'albero multicast e il setup dei tunnel *MPLS P2MP*.

L'implementazione *MPLS P2MP* sugli apparati deve poter interagire con soluzioni di tipo *IP* multicast routing basate sul protocollo *PIM* seguendo il paradigma *ASM* e il paradigma *SSM*, sia in ambito di connettività *CE-PE* che in ambito di trasporto sull'infrastruttura di backbone del provider, quest'ultima basata su distribuzione multicast *PIM* con *GRE tunneling*.

3.5 Operations, Administration and Maintenance (OAM) & Protection

Gli apparati devono implementare una suite di protocolli e meccanismi di monitoraggio e controllo per la rilevazione e la gestione dei guasti o dei malfunzionamenti. Tali meccanismi, oltre a fornire strumenti per il monitoraggio delle performance, devono collaborare in maniera strutturata con i meccanismi automatici di protezione e *recovery* ad ogni livello del modello di riferimento OSI, di seguito specificato.

3.5.1 Layer2: Ethernet

1. Supporto dello standard *OAM "Connectivity Fault Management"* secondo la raccomandazione *IEEE 802.1ag* o *ITU-T Y.1731;*
2. Supporto dello standard *OAM "Link Fault Management"* secondo la raccomandazione *IEEE 802.3ah;*
3. Si richiede che gli apparati supportino funzionalità di protezione per *recovery sub-50ms* assimilabili alle raccomandazioni *ITU-T G.8031 "Ethernet Linear Protection"* o *ITU-T G.8032 "Ethernet Ring Protection".*

3.5.2 Layer3: IP

Gli apparati devono supportare il protocollo *Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP).*

Gli apparati devono supportare funzionalità di protezione a livello *IP (Basic Specification for IP Fast Reroute: Loop-Free Alternates)* per i protocolli *OSPF e IS-IS* secondo quanto descritto nell'*RFC 5286*; tali meccanismi devono poter garantire performance di ri-convergenza *sub-50 msec* per il traffico *IP.*

Gli apparati devono implementare il protocollo *Bidirectional Forwarding Detection (BFD)* secondo la raccomandazione *RFC 5880* e devono supportare il suo utilizzo in collaborazione con i protocolli di routing *EGP (BGP)* e *IGP (OSPF, IS-IS).*

Gli apparati devono supportare le estensioni dei protocolli di routing per i seguenti meccanismi di *"Graceful Restart" (GR)*:

1. *"Graceful OSPF Restart" (RFC 3623);*
2. *"Restart Signaling for IS-IS" (RFC 3847);*
3. *"Graceful Restart Mechanism for BGP" (RFC 4724).*

3.5.3 Transport Layer: MPLS

3.5.3.1 MPLS L2 e L3 VPN

Gli apparati devono implementare il protocollo *Bidirectional Forwarding Detection (BFD)* secondo la raccomandazione *RFC 5880* e devono supportare il suo utilizzo, congiuntamente a LSP Ping, per il controllo degli LSPs basati su RSVP-TE.

Le funzionalità *layer3* di *Loop-Free Alternates* devono poter garantire performance di ri-convergenza *sub-50 msec* per il traffico *MPLS* con segnalazione *LDP*.

Il sistema deve supportare le funzionalità di protezione basate sui meccanismi di *MPLS-TE Fast Rerouting (FRR)* secondo quanto descritto nell'*RFC 4090*; tali meccanismi devono poter garantire performance di riconvergenza *sub-50 msec*.

È richiesta un'implementazione dei meccanismi di tipo *Make-Before-Break (MBB)* con perdite a tasso nullo *("near 0 packet loss")* e devono essere supportati strumenti di *MPLS Operations, Administration, and Maintenance (OAM)*.

Gli apparati, nel ruolo di *LSR*, al rilevamento del fault dalla segnalazione *BFD, RSVP "hellos"* o *"Resv/Path messages"*, devono essere in grado di redirigere gli *LSP* protetti localmente (*local protection*) secondo l'approccio *"one-to-one" (detour)* o *"many-to-one" (facility backup)* in meno di *50 msec*.

Gli apparati devono supportare le estensioni dei protocolli di *label distribution* per la realizzazione dei seguenti meccanismi di *"Graceful Restart" (GR)*:

1. *"Graceful Restart Mechanism for Label Distribution Protocol" (RFC 3478);*
2. *"Resource Reservation Protocol - Traffic-Engineered (RSVP-TE) Graceful Restart Extensions/Procedures"*.

3.5.3.2 VPLS

L'implementazione *VPLS* proposta deve poter essere compatibile con meccanismi di *multi-homing* e ridondanza dei *CE* coinvolti nelle applicazioni *VPLS*, nonché disporre di meccanismi di selezione del *path* primario/secondario e di *loop-avoidance*.

3.5.3.3 MPLS Multicast

La soluzione *MPLS P2MP* deve poter garantire, in caso di *fault*, le medesime *performance* dei servizi *P2P* avvalendosi dei meccanismi di *MPLS FRR* (riconvergenze *sub-50 msec*) ed evitando eventuali duplicazioni di traffico. È inoltre richiesta un'implementazione dei meccanismi di tipo *Make-Before-Break* con perdite a tasso nullo *("near 0 packet loss")*.

Devono essere supportati strumenti di *MPLS Operations, Administration, and Maintenance (OAM)* per il traffico multicast.

3.5.4 Traffic load balancing

Gli apparati devono disporre di meccanismi di *load balancing* per il traffico *Ethernet, IPv4, IPv6* e *MPLS*; tali meccanismi devono essere configurabili almeno in base agli indirizzi sorgente e destinazione o ai vari *tags* degli *header* protocollari.

3.6 Qualità del Servizio (QoS)

3.6.1 Packet filtering

Gli apparati devono supportare la funzionalità di *packet filtering, Access Control List (ACL),* sulle interfacce fisiche e logiche a *"line rate"* in *input* e in *output*, con funzioni di classificazione del traffico di elevata granularità e configurabilità all'interno dei campi degli *header* protocollari dei vari livelli della pila *OSI.*

Devono essere implementate e configurabili almeno le seguenti operazioni *"post pattern matching"*:

1. *Accept;*
2. *Discard;*
3. *Reject (Discard sending ICMP destination unreachable message).*

Devono essere implementate e configurabili almeno le seguenti azioni associate:

1. *Count;*
2. *Syslog.*

3.6.2 Policing, Shaping & Scheduling

Gli apparati devono gestire la *CoS* in accordo con la raccomandazione *IEEE 802.1p: "LAN Layer 2 QoS/CoS Protocol for Traffic Prioritization"* (successivamente in *standard 802.1D/802.1Q*).

Gli apparati devono supportare la *QoS* secondo il modello *DiffServ* e poter operare sul campo *DSCP* dell'*header IP* per il trattamento differenziato del traffico in classi di servizio *(precedence trust and marking).*

Gli apparati devono prevedere, in relazione al traffico in uscita, la possibilità di configurare almeno 8 code per ciascuna interfaccia fisica. Le code devono essere implementate in *"hardware"*, il dimensionamento dei buffer di ogni interfaccia fisica dell'apparato deve fornire una profondità temporale minima di almeno *50 msec* per interfaccia (sia *1GbE* sia *10GbE*) e l'accodamento dei pacchetti nelle stesse deve essere effettuabile in base ai criteri descritti nei requisiti successivi.

Gli apparati devono supportare sulle interfacce di ingresso funzioni di classificazione del traffico almeno sulla base dei seguenti parametri (uno o una loro qualunque combinazione):

1. *Physical Port;*
2. *VLAN tag;*
3. *S-Vlan + C-Vlan (Vlan Stacking);*
4. *MAC address;*
5. *Ethernet header CoS field;*
6. *Ethernet header Protocol field;*
7. *Traffic Flow (e.g. coppie IP_SRC – IP_DST, MAC_SRC – MAC_DST, Multicast Group).*

Nel caso in cui il protocollo incapsulato sia *IP*, è richiesto che gli apparati supportino funzioni di classificazione del traffico almeno sulla base dei seguenti campi dell'*header IP, TCP, UDP* (uno o una loro qualunque combinazione):

1. *IP source address;*
2. *IP destination address;*
3. *DiffServ Code Point (DSCP) ToS field;*
4. *IP Protocol (e.g. TCP, UDP);*
5. *TCP/UDP source port;*
6. *TCP/UDP destination port;*
7. *Bit-field value (e.g. IP options, TCP flags, IP fragmentation fields).*

Gli apparati devono supportare la configurazione di politiche di *Shaping* in uscita e di *Policing* in ingresso sulle interfacce in base ai precedenti parametri di classificazione del traffico.

I *Policer* devono essere di tipo *"Two Rate Three Color Marker"* secondo il modello dello standard *RFC informational 2698.*

I *Policer* devono essere configurabili per l'esecuzione delle seguenti azioni:

1. *Field Rewriting: CoS, DSCP, Exp bits...;*
2. *Differentiated Queuing;*
3. *Discard Traffic.*

La gestione della *QoS* deve essere indipendente dal protocollo utilizzato per il trasporto. Deve essere possibile definire i parametri di traffico (*bandwidth, shaping, policing*) su insiemi di *VLAN* trasportate verso destinazioni differenti (e.g. diversi *pseudowire*) anche utilizzando metodologie diverse di trasporto (e.g. alcune *VLAN* mediante *L2 bridging*, altre su *VPLS*, altre su *pseudowire punto-punto*).

Gli apparati devono offrire la possibilità di definizione del *rate limiting* in ingresso ed uscita dalle interfacce fisiche e logiche in maniera indipendente.

3.6.3 Gestione QoS su traffico MPLS

Gli apparati devono supportare funzionalità di gestione delle classi del servizio e di controllo del traffico basate su *MPLS EXP-bits*.

In particolare si richiedono le seguenti funzionalità:

1. *Marking* e *remarking* del campo *EXP-bits* (in funzione dei campi *L2 CoS* o *L3 ToS*);
2. *Policing/Rate Limiting* sui pacchetti in ingresso su base interfaccia fisica;
3. *Policing/Rate Limiting* sui pacchetti in ingresso su base interfaccia logica.

Gli apparati devono supportare sulle interfacce di ingresso, sia fisiche che logiche, funzioni di classificazione del traffico almeno sulla base dei seguenti parametri (uno o una loro qualunque combinazione):

1. *Physical Port;*
2. *Exp bits.*

4 Nodi L2 (Accesso-DC e Accesso-Anycast) - Requisiti minimi

Costituiscono requisito minimo e quindi sono condizioni vincolanti, per la fornitura, pena l'esclusione dalla gara, le seguenti caratteristiche e funzionalità.

4.1 Funzionalità di stacking

4.1.1 Modularità stack

È richiesto che l'architettura di *stacking* preveda la possibilità di interconnettere in *stack* almeno 10 apparati sia per la tipologia *Accesso-DC* che per la tipologia *Accesso Anycast*.

4.1.2 Flessibilità stack

È richiesto che il sistema di *stacking*, previsto per le tipologie di apparati *Accesso-DC e Accesso-Anycast*, renda possibile l'implementazione di uno stack misto (fino a 10 apparati) in cui sono presenti entrambe le tipologie (*Accesso-DC e Accesso-Anycast*) in qualsiasi combinazione.

4.1.3 Connettività Stack

Le connessioni fisiche per la realizzazione dello *stack* devono potere essere implementate sia attraverso connessioni locali (con cavi proprietari) sia attraverso connessioni geografiche con interfacce ottiche standard 10 Giga SFP+ e 1 Giga SFP, supportando e rispettando i vincoli di distanza indicati nelle specifiche delle ottiche standard 10 Giga e 1 Giga. Queste due modalità di connessione devono poter convivere contemporaneamente.

4.1.4 Forwarding Distribuito Stack

All'interno dello stesso *stack* deve essere possibile inoltrare il traffico tra porte appartenenti allo stesso apparato e tra porte appartenenti ad apparati diversi senza che il forwarding del traffico richieda interventi e, più in generale, risorse computazionali dell'apparato su cui risiedono le funzionalità di controllo del piano di routing e/o forwarding.

4.2 Sistema Operativo e Strumenti di Monitoraggio

4.2.1 Architettura OS

4.2.1.1 Caratteristiche sistema

È richiesto che il sistema operativo degli apparati proposti possegga le seguenti proprietà:

1. Sistema operativo di rete ad architettura modulare;
2. Multitasking;
3. Multiutente.

4.2.1.2 Gestione Ridondanza

È richiesto che il sistema operativo degli apparati sia dotato di meccanismi e di processi per la gestione della sincronizzazione degli stati tra due kernel in configurazione fisicamente ridondata (propedeutici ai meccanismi di *switchover* tra l'unità *master* e l'unità *backup*). Per configurazione fisicamente ridondata si intende un sistema costituito da almeno due apparati (unità *master* e unità *backup*) appartenenti al medesimo stack con funzionalità centralizzate di *Route Processor* e *Control Board.*

4.2.2 Amministrazione OS e configurazioni

4.2.2.1 Amministrazione sistema, utenti e sicurezza

È richiesto che il sistema operativo sia dotato delle seguenti funzionalità:

1. interfaccia utente (*shell*) con comandi per *system administration, file manipulation, system monitoring e troubleshooting*;
2. server e client di: *telnet, SSHv2, FTP o TFTP;*
3. *AAA Radius* con *fallback* su *database* utenti locale al nodo;
4. definizione di profili;
5. gestione di utenti e gruppi;
6. registrazione (*logging*) di tutte le informazioni rilevanti circa le possibili anomalie riguardanti la sicurezza;
7. supporto di un meccanismo per filtrare e limitare il traffico destinato al "Piano di Controllo" dell'apparato.

4.2.2.2 Amministrazione Configurazioni

È richiesto che il sistema operative sia dotato di un'interfaccia utente (*shell*) con ambiente separato per l'*editing* delle configurazioni (e.g. *configuration mode*).

4.2.3 Alta disponibilità

1. I dispositivi offerti devono essere predisposti allo *stacking* ed implementare le funzioni centralizzate di *Route Processor* e *Control Board* su almeno due apparati fisicamente distinti (unità master e unità backup) e in configurazione ad alta disponibilità. Per maggiori dettagli tecnici sull'architettura si consulti il capitolo *"Architettura e dotazione hardware – Requisiti*

minimi (par. 5)";

2. I dispositivi offerti devono supportare la funzionalità di *Failover/Switchover*: lo *switchover* tra l'unità master e l'unità backup dello *stack* deve avvenire in modo automatico;
3. I dispositivi offerti devono supportare la funzionalità di *Service Software Upgrade (ISSU)*: gli aggiornamenti e i cambi di *release software* devono essere eseguiti senza il *reboot* dell'intero sistema di *stack*.

4.2.4 Monitoraggio e OA&M

4.2.4.1 *Strumenti di controllo*

È richiesto che il sistema operativo sia dotato delle seguenti funzionalità:

1. Comandi *ICMP: ping, traceroute*;
2. Supporto *SNMPv1,v2,v3, SNMP Trap, RMON*. In particolare è richiesto il supporto delle *"Management Information Base" (MIB)* previste dagli standard *IETF* e *IEEE* e delle relative estensioni proprietarie.

4.2.4.2 Traffic Mirroring e Sampling

È richiesto che il sistema operativo supporti le funzionalità di *mirroring* del traffico e dei protocolli della famiglie *NetFlow, sFlow* o equivalenti. Le operazioni di campionamento del traffico devo poter avvenire in tempo reale e senza degrado delle prestazioni.

4.2.4.3 Strumenti di OA&M

Gli apparati devono prevedere strumenti per la misura, in tempo reale, di parametri prestazionali di rete quali: *delay, latency, jitter e packet loss.*

4.3 Funzionalità layer2 OSI

4.3.1 802.1D-2004 - MAC Bridges

Gli apparati devono supportare la funzionalità di switching Ethernet in accordo con lo standard *IEEE 802.1D-2004 (MAC bridges)*. Devono essere in grado di inoltrare le trame/frame Ethernet (unicast, multicast e broadcast), senza perdite, a *line rate* tra qualunque interfaccia in stato operativo.

4.3.2 802.1AB

Gli apparati devono supportare il protocollo *Link Layer Discovery Protocol (LLDP)* secondo lo standard *IEEE 802.1AB*.

4.3.3 MTU

Gli apparati devono inoltrare trame Ethernet con payload di dimensione superiore ai *1500 Byte* (in particolare si richiede che il payload possa raggiungere i *9000 Byte*).

4.3.4 Spanning Tree Protocols

Gli apparati devono supportare tutti i protocolli standard *IEEE* di tipo *Spanning Tree Protocols (xSTP)*. In particolare devono essere implementate tutte le evoluzioni in accordo con gli standard *IEEE 802.1D-2004* (Sezione 17: *Rapid STP* ex *802.1w-2001*), *802.1Q-2005* (Sezione 13: *Multiple STP* ex *802.1s-2002*) e *802.1Q-REV (2011)*.

4.3.5 802.1Q - Virtual LANs e CoS

Gli apparati devono gestire *VLAN ID* in accordo con la raccomandazione *IEEE 802.1Q-REV (2011)* senza alcuna limitazione.

Gli apparati devono gestire *CoS* in accordo con la raccomandazione *IEEE 802.1p: "LAN Layer 2 QoS/CoS Protocol for Traffic Prioritization"* (poi inclusa nello *standard 802.1D/802.1Q*).

4.3.6 802.1ad - Provider Bridges

È richiesto che gli apparati implementino lo standard *IEEE 802.1ad "Stacked VLAN"*.

Gli apparati devono poter preservare gli identificativi di *VLAN (VLAN ID Preservation)* anche in modalità *"Stacked VLAN"*. Gli apparati devono consentire di preservare il campo *CoS* del *VLAN Tag (VLAN CoS Preservation)* anche in modalità *"Stacked VLAN"*.

Gli apparati devono permettere la configurazione di *S-VLAN* multiple sulla stessa interfaccia di accesso.

4.3.7 802.1AX-2008 – Link Aggregation

È richiesto il supporto della funzionalità di *Link Aggregation Group (LAG)* secondo lo standard *IEEE 802.1AX-2008* (ex *802.3ad*): *Link Aggregation Control Protocol (LACP).*

Deve essere possibile realizzare aggregati di porte 1GbE sia tra porte dello stesso apparato che tra porte appartenenti ad apparati diversi se in modalità stack.

Deve essere possibile realizzare aggregati di porte 10GbE sia tra porte dello stesso apparato che tra porte appartenenti ad apparati diversi se in modalità stack.

La configurazione degli aggregati non deve avere alcun impatto sulle prestazioni individuali e complessive dell'apparato in termini di *throughput* e di funzionalità.

Deve essere possibile utilizzare *VLAN tagging* su aggregati *802.1AX* senza perdita di flessibilità in relazione alla configurazione, laddove paragonati ai *trunk 802.1Q* realizzati sulle interfacce fisiche.

4.3.8 Power over Ethernet

Deve essere possibile aggiungere, all'interno dello stesso stack, apparati in grado di erogare potenza ai *"powered device" (PD),* secondo gli standard *IEEE 802.3af* e *802.3at,* contemporaneamente su tutte le porte di rete *10/100/1000* con connettore *RJ45.*

4.3.9 Port authentication

Il sistema deve implementare, in modo esaustivo, le raccomandazioni per il *"Port-based Network Access Control" (PNAC)* secondo lo standard *IEEE 802.1X.* È richiesto il supporto per i seguenti metodi di autenticazione:

1. protocollo 802.1X e framework di autenticazione EAP. Nello specifico è richiesto il supporto dello schema EAP-TLS con utilizzo della PKI con certificati X.509 (lato utente e lato server per le comunicazioni tra Radius server e x-supplicant) ed assegnamento della VLAN utente;
2. "MAC Authentication";
3. autenticazione tramite *"Captive Portal".*

Deve essere inoltre supportata l'autenticazione concorrente di utenti multipli per singola porta di rete e deve essere possibile l'utilizzo dei tre metodi di autenticazione (sopra descritti) sulla stessa porta di rete.

Si richiede l'implementazione delle *MIB* come da *RFC 2011 "SNMPv2 Management Information*

Base for the Internet Protocol using SMIv2" e, in particolare, il supporto completo della tabella *"ipNetToMediaTable"*.

Si richiede il supporto di *"RADIUS authentication" (RFC 2138), "RADIUS Extensible Authentication Protocol (EAP) support for 802.1x" (RFC 3579) e "Dynamic authorization extensions to RADIUS" (RFC 5176).*

Si richiede il supporto di *"RADIUS Accounting"* come da *RFC 2866* e, in particolare, devono essere implementati i seguenti requisiti minimi:

1. Tipologia *Accounting Status Type:*
   a. *Accounting Start;*
   b. *Accounting Stop.*
2. Attributi *Radius* richiesti:
   a. *User-Name;*
   b. *NAS-Identifier;*
   c. *NAS-Port;*
   d. *NAS-Port-Type;*
   e. *Acct-Session-Id;*
   f. *Acct-Input-Octets;*
   g. *Acct-Output-Octets;*
   h. *Acct-Terminate-Cause;*
   i. *Called-Station-Id;*
   j. *Calling-Station-Id;*
   k. *Framed-IP-Address.*

4.4 Funzionalità di Routing IP

4.4.1 IP Router

Gli apparati devono supportare le funzionalità di indirizzamento, routing e forwarding dei pacchetti *IP*, unicast e multicast, in conformità alle specifiche di *Classless Routing* con *Variable Length Subnet Masking* e agli standard *IETF* rilevanti.

Gli apparati devono supportare la configurazione del *routing* statico (*static routes*), di una *default route* e il *routing* dinamico tramite le famiglie di protocolli *EGP* e *IGP*.

È richiesto il supporto del protocollo *BGP-4*, dei protocolli di *Routing IGP RIPv2, OSPFv2* e del protocollo multicast *PIM*.

Gli apparati devono permettere la configurazione della ridistribuzione delle informazioni di *routing* tra differenti protocolli con la possibilità di applicare filtri per la selezione delle rotte.

Gli apparati devono supportare funzionalità di filtering delle rotte dai processi *EGP/IGP* alle tabelle di *routing.*

Gli apparati devono supportare la configurazione di *equal cost multipath ECMP* per le rotte.

Gli apparati devono supportare i protocolli: *ICMP* (comando *ping e traceroute*), *telnet*, *SSHv2* e *FTP o TFTP.*

Le funzionalità specificate nei paragrafi seguenti prevedono, anche se non esplicitamente citate, le conformità sugli standard IEEE e IETF.

Nel caso la conformità agli standard richiesti non sia completa o non sia contemplata l'aderenza a particolari funzionalità avanzate incluse nello standard, se ne dettaglino le motivazioni.

4.4.2 DHCP

Gli apparati devono supportare il protocollo *"Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)"* secondo la raccomandazione *"BootP/DHCP relay agent and DHCP server" (RFC 2131).*

Gli apparati devono svolgere le funzioni di *"DHCP server"* e di *"DHCP relay agent"* sia per *VLAN* che per interfacce *layer3 OSI.*

4.4.3 RIP

Gli apparati devono garantire il supporto del protocollo di *routing RIPv2* secondo lo standard *RFC 2453* e del protocollo *RIPng* secondo l'*RFC 2080.*

4.4.4 OSPF

È richiesto il supporto dello standard *OSPFv2 (RFC 2328)* con le estensioni *OSPF NSSA Option (RFC 1587 o 3101)* e *"OSPF Opaque LSA Option" (RFC 2370 o 5250).*

4.4.5 IS-IS

Gli apparati devono prevedere la possibilità di supportare il protocollo di routing *Intermediate System to Intermediate System (IS-IS),* eventualmente soggetto a licenza di attivazione.

4.4.6 BGP

Gli apparati devono prevedere la possibilità di supportare i protocolli di routing *Border Gateway Protocol (BGP)* e *Multiprotocol BGP (MBGP)*, eventualmente soggetti a licenza di attivazione.

4.4.7 Routing Multicast

Gli apparati devono supportare i protocolli *Protocol Independent Multicast – Sparse Mode (PIM-SM, RFC 4601)*, *Protocol Independent Multicast – Dense Mode (PIM-DM, RFC 3973)* e *Source-Specific Multicast for IP (PIM-SSM, RFC 4607).*

È richiesto il supporto dei protocolli *IGMPv2 (RFC 2236)*, *IGMPv3 (RFC 3376)* e delle funzionalità di *Snooping* per entrambe le versioni.

Gli apparati, in particolare, devono supportare i meccanismi configurabili di *filtering IGMP*.

Così come richiesto per tutte le operazioni di inoltro, gli apparati devono supportare la replica dei flussi multicast a *"line rate"* in modalità *"hardware"*.

4.4.8 VRF lite

Gli apparati devono supportare le funzionalità di *"Virtual routing and forwarding" (VRF)*, comunemente denominate *VRF-lite*.

In particolare, devono supportare istanze *VRF* per i protocolli *PIM* e *IGMP*.

4.4.9 Funzionalità IPv6

Gli apparati devono prevedere la possibilità di supportare i seguenti protocolli IPv6, eventualmente soggetti a licenza di attivazione:

1. *OSPFv3;*
2. *RIPng;*
3. *BGP e MBGP for IPv6;*
4. *Ipv6 Multicasting: PIM, MLDv1, MLDv2 e MLD snooping;*
5. *Ipv6 CoS: multi-field classification e rewrite.*

4.5 OAM, protection & security

Gli apparati devono implementare una suite di protocolli e meccanismi di monitoraggio e controllo per la rilevazione e la gestione dei guasti, dei malfunzionamenti e delle anomalie. Tali meccanismi, oltre a fornire strumenti per il monitoraggio delle performance, devono collaborare in maniera strutturata con i meccanismi automatici di protezione e *recovery* ad ogni livello del modello di riferimento OSI.

4.5.1 Layer2: Ethernet

Gli apparati devono implementare meccanismi di *snooping* a *layer3* per la segnalazione di anomalie di sicurezza. Sono richiesti, in paricolare, funzionalità di *"DHCP snooping"* e meccanismi di tipo *"IP source guard"*.

Sono inoltre richieste funzionalità *layer2* per la gestione e il controllo dei *MAC address* a livello di porta e la possibilità di mantenere elementi in modo permanente *(persistent MAC learning)*.

4.5.2 Layer3: IP

Gli apparati devono supportare il *Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)* secondo lo standard *RFC 2338*.

Gli apparati devono implementare il protocollo *Bidirectional Forwarding Detection (BFD)*.

Gli apparati devono supportare le estensioni per i meccanismi di *"Graceful Restart" (GR)*, secondo lo standard *"Graceful OSPF Restart" (RFC 3623)*.

4.6 Qualità del Servizio (QoS)

4.6.1 Packet filtering

Gli apparati devono supportare la funzionalità di *packet filtering* e *Access Control List (ACL)* sulle interfacce fisiche e logiche a *"line rate"* in *input* e in *output*, con funzioni di classificazione del traffico ad elevata granularità e configurabilità, all'interno dei campi delle intestazioni protocollari dei vari livelli dello *stack OSI*.

Devono essere implementate e configurabili almeno le seguenti operazioni *"post pattern matching"*:

1. *Accept;*

2. *Discard.*

Devono essere implementate e configurabili almeno le seguenti azioni associate:

1. *Count.*

4.6.2 Policing & Scheduling

Gli apparati devono gestire *CoS* in accordo con la raccomandazione *IEEE 802.1p: "LAN Layer 2 QoS/CoS Protocol for Traffic Prioritization"* (poi inclusa negli *standard 802.1D/802.1Q*).

Gli apparati devono supportare la *QoS* secondo il modello *DiffServ* e poter operare sul campo *DSCP* dell'*header IP* per il trattamento differenziato del traffico in classi di servizio *(precedence trust and marking)*.

Gli apparati devono prevedere, per il traffico in uscita, la possibilità di configurare sulle interfacce il *queueing* su almeno 8 code *hardware*.

Gli apparati, per le operazioni di *"traffic policing"* e *"scheduling"*, devono supportare sulle interfacce di ingresso funzioni di classificazione del traffico sulla base di combinazioni di *"header field"* protocollari a *layer2, layer3* e *layer4*.

Gli apparati devono offrire la possibilità di definizione del *rate limiting* in *ingress* ed *egress* delle interfacce.

5 Architettura e dotazione hardware - Requisiti minimi

All'interno di questo capitolo sono dettagliate, oltre ai vincoli architetturali, le richieste minime in termini di capacità e throughput, di modularità e numero interfacce di rete, degli apparati oggetto del presente bando. Tali requisiti sono vincolanti ai fini della fornitura.

5.1 Categoria L3 (4 + 7 router IP/MPLS)

Gli apparati della categoria *L3* dovranno rispettare i requisiti progettuali e le specifiche tecniche riportate nei capitoli precedenti, che riassumiamo brevemente:

1. piattaforme di *routing IP/MPLS* multiservizio con caratteristiche tecniche e prestazionali di categoria *"carrier class"*.
2. piattaforme con piano di controllo separato e distinto da quello di inoltro, non bloccanti, ad architettura di forwarding distribuito e *"no single point of failure"*.
3. funzioni di *packet forwarding* e *packet processing* implementate per la loro esecuzione a *line rate*.

Possono derogare alle specifiche, di cui ai punti 1 e 2 sopra descritti, gli apparati di tipologia *Core-LD* che possono operare in *oversubscription* e per i quali si richiede, come condizione minima, ridondanza solo sugli alimentatori *(secondo lo schema 1+1 o 1:1)*.

Le configurazioni *hardware* e le capacità minime richieste per i nodi *Core-HD* e *Core-LD* sono specificate anche alla luce di eventuali espansioni che potrebbero essere necessarie in futuro..

Tutti gli apparati dovranno avere lo stesso sistema operativo, le stesse funzionalità e condividere lo stesso *hardware* modulare; nel caso della tipologia *Core-LD*, non richiedendo *chassis* passivo, si richiede, comunque, che i moduli con le interfacce di rete (MDA) siano gli stessi inseribili nelle line card modulari installate negli chassis degli apparati *Core-HD*.

5.1.1 Quantità

La fornitura dovrà prevedere i seguenti router IP/MPLS:

Router IP/MPLS	***Core-HD***	***4***
Router IP/MPLS	***Core-LD***	***7***

5.1.2 Definizioni relative agli apparati di tipologia Core-HD e Core-LD

Di seguito sono fornite le definizioni di alcuni termini utilizzati:

Chassis Slot

Con il termine *slot* si intende uno degli alloggiamenti, all'interno dello *chassis*, adibito ad ospitare le *line cards* per il collegamento alle matrici di *switching*.

Line Card

Con il termine *line card* si intende il modulo adibito ad ospitare le interfacce di rete e le *forwarding*

engine con la logica per il *forwarding* distribuito.

Fabric Module

Con il termine *fabric module* si intende il modulo fisico, installabile nello slot dello *chassis,* adibito ad ospitare la *control board* di sistema, la *switching fabric* e il *routing processor.*

5.1.2.1 Caratteristiche fisiche

Gli apparati *Core-HD* devono essere modulari a *chassis* passivo, predisposti ad uno schema di ridondanza *1:1* o *1+1* su tutte le componenti attive e sugli alimentatori.

Il sistema di raffreddamento deve prevedere la possibilità di estrarre e inserire dal telaio i sistemi di ventilazione *(hot-insertable and hot-removable fan tray)* senza provocare interruzioni nel funzionamento dell'apparato.

Si richiede che gli alimentatori forniscano alimentazione in schema di ridondanza *N+N,* con potenza massima per alimentatore pari a 3000W.

Tutti i moduli (*fabric, line card,* alimentatori) installati all'interno degli *chassis* devono essere:

1. *Hot-swappable* (rimozione moduli senza impatto sul funzionamento del sistema);
2. *Hot-pluggable* (inserimento nuovi moduli senza impatto sul funzionamento del sistema).

5.1.2.2 Alta disponibilità e prestazioni

La configurazione prevede la presenza di un doppio apparato per i siti di Pisa e Milano, quindi la ridondanza è prevista a livello di apparato. Ogni apparato, considerato singolarmente, dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- i *fabric module* devono potere essere predisposti per operare con configurazione ridondata 1:1, cioè il blocco di un modulo non deve avere effetto sul *throughput* del sistema; in caso di schema 1+1 (che prevede la divisione del carico tra moduli) il *fault* di un modulo non deve comunque avere effetto sul *throughput* del sistema. Ne deriva che, in entrambi gli schemi di ridondanza, una singola *fabric* è in grado di fornire il massimo *throughput* al sistema a pieno carico e in configurazione massima;
- i moduli adibiti ad ospitare le *control board* di sistema, le *switching fabric* e i *routing processor* (*fabric module*) non devono ospitare interfacce di rete se non per la gestione del modulo stesso;
- la capacità dei collegamenti tra la *matrice di switching* e le *slot* di *I/O* deve essere la stessa per ogni *slot* del *router* (indipendentemente dal numero e tipo delle *line cards* installate) e deve essere pari ad almeno *160 Gbps Full Duplex (160 + 160 Gbps Half Duplex)* per ogni

singola *switching fabric*;

- ogni *switching fabric*, realizzando da sola una architettura non bloccante, deve aver una capacità totale almeno pari alla somma delle capacità di tutti gli slot secondo la formula:

$$\textbf{Capacità} = \sum_{n=1}^{N} \mathbf{160\,Gbps} \qquad \textit{dove } N = \textit{numero di I/O slot dello chassis}$$

Tutti gli chassis degli apparati *Core-HD* devono essere identici e installabili in rack standard 800x800 mm e non devono superare le *8 RU (RU, Rack Unit[3])* in altezza;

Tutti i moduli ospitanti le *control board* di sistema, le *switch fabric* e i *routing processor* degli apparati *Core-HD* devono essere ***fisicamente identici***, avere le ***stesse prestazioni*** (*throughput* compreso) ed essere installabili indifferentemente in qualunque *chassis* della fornitura.

5.1.2.3 Line card

Tutti i moduli di *I/O (line card)* e i moduli per i servizi *di NAT, IDP e Firewall Stateful Inspection* devono essere installabili in tutti gli *chassis* appartenenti alla tipologia *Core-HD.*

Per ottimizzare l'utilizzo degli *slot* e per motivi di scalabilità, i moduli di *I/O (line card)* adibiti ad ospitare le interfacce *1GbE SFP,* le interfacce *10 GbE XFP* e i gruppi di quattro interfacce OC3-OC12 o una OC48 **devono essere realizzati in architettura modulare** (separazione delle funzioni dipendenti dal mezzo trasmissivo da quelle di *packet processing* e *packet forwarding*) e prevedere due alloggiamenti per moduli adattatori di interfacce fisiche (*MDA, Media Dependent Adapters*).

Il minimo *throughput* consentito per queste *line card* modulari, con due slot adibiti ad ospitare due MDA, è *70 Gbps Full Duplex (70 + 70 Half Duplex)* al fine di consentire l'alloggiamento di *MDA* da almeno *20 x 1GbE* e di *MDA* da almeno *4 x 10GbE.*

I moduli adattatori di interfacce fisiche *1GbE SFP e OC3-OC12-OC48* e le *line card* modulari che li ospitano devono essere tutti identici tra loro.

Gli apparati devono poter ospitare *line card* con due slot MDA per interfacce di tipo *10/100/1000, 1GbE, 10GbE e line card* con *throughput* idoneo a rispettare la condizione di non-blocking per l'alloggiamento di MDA per interfacce di tipo *40 GbE e 100 GbE.* Tutte le interfacce devono lavorare a *"line rate"* con *throughput* aggregato *"wire-speed"* secondo la ***seguente modularità***:

1. *line card* con almeno due alloggiamenti per le seguenti tipologie di MDA le quali possono essere combinate arbitrariamente:

   1.1. *MDA* da almeno 20 interfacce *1GbE (IEEE 802.3z – 802.3ab[4] – 802.3ah[5])* con

3 La RU è l'unità di misura dell'altezza dei rack per apparati di rete. È definita nel documento EIA-310 ed equivale a 1,75 pollici (44,45 mm).

4 Si richiede l'implementazione corretta dello standard 802.3ab (1000BASE-T) che prevede l'autonegoziazione

alloggiamenti per transceiver *SFP hot-swappable*;

1.2. *MDA* da almeno 4 interfacce *10GbE (IEEE 802.3ae)* con alloggiamenti per *transceiver XFP* o *SFP+ hot-swappable;*

2. *line card* con almeno due alloggiamenti per le seguenti tipologie di MDA le quali possono essere combinate arbitrariamente:

   2.1. *MDA da almeno* 10 interfacce *10GbE (IEEE 802.3ae)* con alloggiamenti per *transceiver SFP+ hot-swappable;*

   2.2. *MDA da* almeno 2 interfacce *40GbE (IEEE 802.3ba)* con alloggiamenti per *transceiver QSFP+ hot-swappable;*

   2.3. *MDA da* almeno 1 interfaccia *100GbE (IEEE 802.3ba)* con alloggiamenti per *transceiver CFP hot-swappable.*

Le *line card* dovranno essere previste nel listino del produttore alla data di presentazione dell'offerta da parte del fornitore.

5.1.2.4 Configurazione chassis per gli apparati di tipologia Core-HD (4 apparati)

Ogni chassis *Core-HD* dovrà poter alloggiare i seguenti gruppi di interfacce di rete su *line card* in *slot* differenti e prevedere, come minimo, il richiesto numero di slot per future espansioni.

5.1.2.4.1 Configurazione di 4 chassis Core-HD

Due *chassis* da almeno 6 *slot* con seguente modularità e dotazione *(fig. 2)*:

- una *fabric module* con capacità/*throughput* ≥ *160xN Gbps FD (N=numero di slot);*
- una *line card* modulare *(throughput ≥ 70 Gbps FD)* a due alloggiamenti per *MDA hot-swappable*: *un MDA da almeno 20 x 1GbE SFP e un MDA da almeno 4 porte OC3/OC12 configurabili anche come 1 porta OC48;*
- una *line card* per gestire in hardware i servizi di NAT, IDP e Firewall Stateful Inspection;
- due slot riservati per espansioni future, di cui almeno uno per l'alloggiamento di un eventuale modulo aggiuntivo per servizi *"line rate"*.

Gli *slot* per espansioni future dovranno poter ospitare *line card* con le seguenti modularità:

- Almeno *16x10GbE SFP+;*
- Almeno *1x100GbE;*
- Almeno *4x40GbE* .

5 Qui inteso per la parte di standard relativa alla trasmissione 1000BASE-LX10

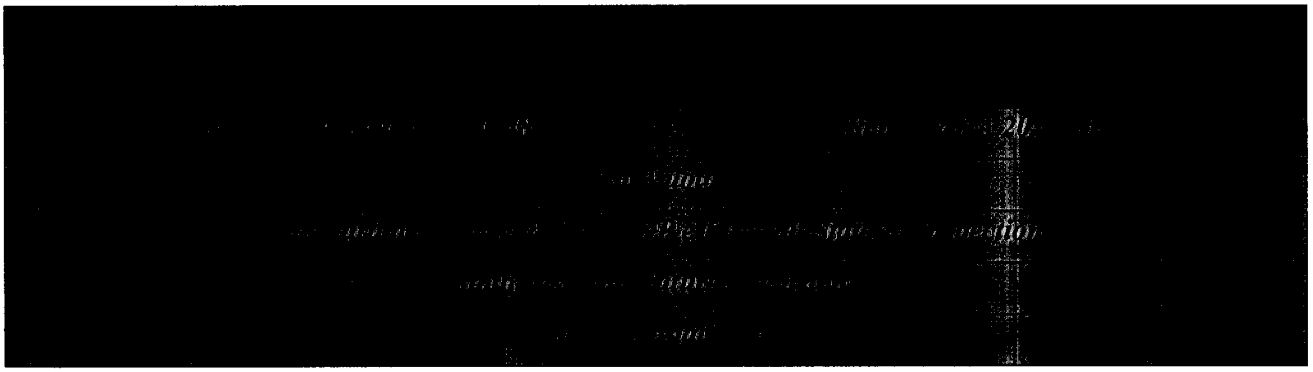


Figura 2: Configurazione minima per i 2 Router Core-HD di Pisa

Due *chassis* da almeno 6 *slot* con seguente modularità e dotazione *(fig. 3)*:

- una *fabric module* con capacità/*throughput* ≥ *160xN Gbps FD (N=numero di slot)*
- una *line card* modulare *(throughput ≥ 70 Gbps FD)* a due alloggiamenti per *MDA hot-swappable*: *un MDA da almeno 4 porte 10 GbE XFP e un MDA da almeno 4 porte OC3/OC12 configurabili anche come 1 porta OC48.*
- una *line card* per gestire in hardware i servizi di NAT, IDP e Firewall Stateful Inspection
- due slot riservati per espansioni future, di cui almeno uno per l'alloggiamento di un eventuale modulo aggiuntivo per servizi "line rate".

Gli *slot* per espansioni future dovranno poter ospitare *line card* con le seguenti modularità:

- Almeno *16x10GbE SFP+;*
- Almeno *1x100GbE;*
- Almeno *4x40GbE.*

Figura 3: Configurazione minima per i 2 Router Core-HD di Milano

5.1.2.5 Configurazione chassis per gli apparati di tipologia Core-LD (7 apparati)

Per i router *Core-LD* non è richiesto lo stesso livello di ridondanza dei *router Core-HD.*

Tutti gli chassis dei nodi *Core-LD* devono essere identici e installabili in rack standard *800x800 mm.*

È richiesta ridondanza sugli alimentatori secondo gli schemi 1:1 o 1+1.

La modularità è richiesta solo per le *line card* e le componenti hardware con cui sono implementate le funzionalità di *routing processor*, *switching fabric* e *control board* potranno essere integrate nello *chassis.*

Sono ammesse interfacce *10GbE* integrate *("built in")* e gli *slot,* per l'inserimento dei moduli *MDA* con le interfacce di rete, dovranno essere almeno due. I moduli MDA con le interfacce di rete dovranno essere gli stessi moduli *MDA* proposti per le *line card* modulari degli *chassis* della tipologia *Core-HD*; in particolare si richiede il modulo *MDA* da almeno *4x1GbE SFP (fig. 4).*

Il *router* dovrà poter disporre di almeno 2 interfacce *10GbE XFP* o *SFP+* integrate (eventualmente soggette a licenza di attivazione e delle quali dovranno essere fornite le ottiche opportune) e il *throughput* minimo del sistema dovrà essere di 40 *Gbps Full Duplex (20 + 20 Gbps Half Duplex)*; è quindi ammesso un tasso di *oversubscription.*

Figura 4: configurazione minima per 7 router Core-LD

5.1.2.6 Transceiver per apparati categoria L3

Si richiede la fornitura di *transceiver* secondo i seguenti standard *IEEE* per trasmissione su fibra *ottica (62.5/125 MMF, 50/125 MMF e 9/125 SMF) e su ram, e per il trasporto su interfacce OC48:*

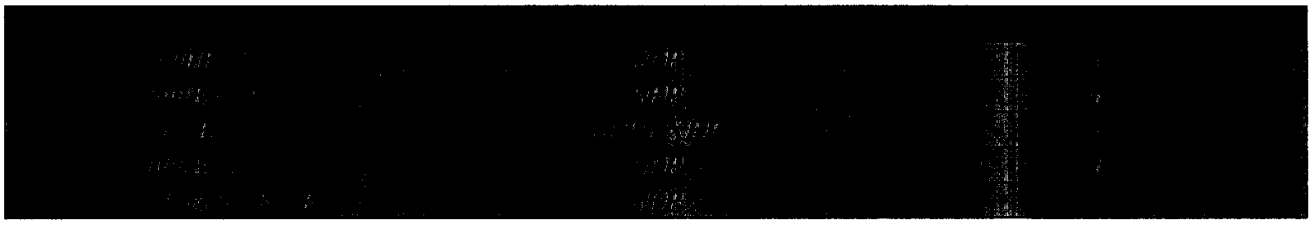
1. *Interfacce OC48/STM16 di tipo LR:*

a. *OC48/STM16 transceiverSFPLong Reach LR per fibra SM 80 Km;*

2. *IEEE 802.3z – 1000BASE-X*
   a. Con l'estensione a 10km della distanza trasmissiva *(IEEE 802.3ah-2004 – 1000BASE-LX10);*
3. *IEEE 802.3ae-10GBASE-L* con 10 Km di distanza trasmissiva;
4. *IEEE 802.3ab – 1000BASE-T*
   a. Compresa l'autonegoziazione delle velocità di trasmissione *10/100/1000 (Section 28D.5 Extensions required for Clause40 - 1000BASE-T);*
5. *IEEE 802.3z – 1000BASE-ZX.*

5.1.2.6.1 Moduli SFP

La tabella seguente indica le quantità richieste:



5.1.2.7 Requisiti di compatibilità

5.1.2.7.1 Transceiver SFP

Fermo restando l'adesione ai relativi *Multi-Source Agreement (MSA),* deve essere certificata la compatibilità dei *transceiver SFP* con gli omologhi di altri produttori.

Deve essere possibile inserire negli slot delle *line card* degli apparati, *transceiver* di differenti produttori, senza impatto su funzionamento e *throughput*. Eventuali perdite di funzionalità di monitoraggio (e.g. come nel caso di *"Digital Diagnostics Monitoring"*) devono essere specificate.

L'utilizzo di *transceiver* presenti nella matrice di compatibilità non deve invalidare alcun servizio di manutenzione o *SLA* attivato per l'apparato in oggetto, se non per guasti riguardanti il *transceiver* stesso o la fibra ottica ad esso collegata.

5.2 Categoria L2 (2 + 6 multilayer switch)

Gli apparati della categoria *L2* dovranno rispettare i requisiti progettuali e le specifiche tecniche riportati nei capitoli precedenti che riassumiamo brevemente:

1. multilayer Ethernet switch a elevata densità di porte di rete 1G/10G (per la tipologia *Accesso-DC*) e con porte 10/100/1000 RJ45 (per la tipologia *Accesso-Anycast*);
2. piattaforme non bloccanti, con piano di controllo separato da quello di inoltro;
3. la commutazione del traffico tra apparati diversi appartenenti allo stesso stack non deve impegnare le unità centralizzate (unità master e unità backup dello stack) ;
4. le funzioni di *packet forwarding* e *packet processing* devono essere implementate per la loro esecuzione a *line rate*.

Tutti gli apparati *L2* dovranno avere lo stesso sistema operativo e le stesse funzionalità.

5.2.1 Quantità

La fornitura dovrà prevedere i seguenti *multilayer switch*:

Apparato	Tipologia	Quantità
Multilayer Ethernet Switch	***Accesso-DC***	***2***
Multilayer Ethernet Switch	***Accesso-Anycast***	***6***

5.2.2 Apparati di tipologia Accesso-DC (2 multilayer switch)

5.2.2.1 Caratteristiche fisiche

Gli apparati della tipologia *Accesso-DC* devono possedere alimentatori e moduli di raffreddamento identici.

Gli apparati della tipologia *Accesso-DC* devono essere stackable con ridondanza 1+1 sugli alimentatori.

Il sistema di raffreddamento deve prevedere ridondanza almeno N+1 sulle ventole con la possibilità di estrarre e inserire il sistema di ventilazione *(hot-insertable and hot-removable fan tray)* senza provocare interruzioni nel funzionamento dell'apparato.

Si richiede che gli alimentatori forniscano alimentazione in schema di ridondanza 1+1 (potenza massima per alimentatore: 1200W).

Gli alimentatori e i moduli di uplink installati all'interno degli *apparati* devono essere:

1. *Hot-swappable* (rimozione di moduli senza impatto sul funzionamento del sistema);

2. *Hot-pluggable* (inserimento di nuovi moduli senza impatto sul funzionamento del sistema).

5.2.2.2 Alta disponibilità e prestazioni

Gli apparati devono essere in configurazione ridondata *1+1* o *1+N*, cioè il guasto di uno o più apparati componenti lo stack non deve avere effetto sul funzionamento del sistema.

Pertanto le funzioni centralizzate di *Route Processor* e *Control Board* devono essere eseguite su almeno due apparati fisicamente distinti appartenenti allo stack e in configurazione di alta disponibilità.

Nel caso di stack con connessioni locali, la larghezza di banda, o capacità dei collegamenti tra i diversi switch appartenenti allo stack, deve essere pari almeno a 128 Gbps Full-duplex.

L'architettura interna deve essere di tipo non bloccante, quindi la capacità totale deve essere almeno pari alla somma delle capacità di tutte le *porte* aumentata dal throughput totale degli *uplink* a *10GbE.*

Tutti gli apparati della tipologia Accesso-DC devono essere identici tra loro e devono poter essere installati in *rack standard 800x800 mm* e non devono superare le *2 RU (RU, Rack Unit)* in altezza.

5.2.2.3 Moduli Uplink

Gli apparati devono potere ospitare moduli di *uplink* con interfacce *10 GbE (IEEE 802.3ae)* a *line rate* con *throughput* aggregato *wire-speed* secondo la seguente modularità:

- Fino a 2 moduli da **4 interfacce *10 GbE (IEEE 802.3ae)*** *ciascuno.*

Per i moduli di uplink è richiesto che le interfacce siano sempre attive in termini di *forwarding* e che siano raggruppabili in aggregati *802.1AX*, anch'essi sempre attivi, su moduli differenti.

5.2.2.4 Configurazione apparati di tipologia Accesso-DC

Tutti gli apparati di tipologia Accesso-DC dovranno essere dello stesso modello e prevedere almeno 48 *porte* 10GbE.

5.2.2.4.1 Configurazione di 2 apparati (1 stack da 2 apparati) tipologia *Accesso-DC*

Due apparati con seguente dotazione e modularità:

- numero di porte 10GbE SFP+ ≥ 44 ;
- alimentatori in configurazione di ridondanza 1+1;
- sistema di raffreddamento in configurazione ventole almeno N+1;
- slot riservati per espansione ≥1;

- Gli apparati in piena configurazione devono poter ospitare quindi fino a 48 porte 10GbE *(IEEE 802.3ae)*, anche attraverso uso di moduli aggiuntivi.

5.2.2.5 Transceiver per apparati tipologia Accesso-DC

Si richiede la fornitura di *transceiver* secondo i seguenti standard *IEEE* per trasmissione su fibra ottica (9/125 SMF) e su rame:

1. *IEEE 802.3ab – 1000BASE-T.*

5.2.2.5.1 Moduli SFP

Nella tabella seguente le quantità richieste:

[redacted]

5.2.3 Apparati di tipologia Accesso-Anycast (6 multilayer switch)

5.2.3.1 Caratteristiche fisiche

Gli apparati della tipologia *Accesso-Anycast* devono possedere alimentatori e moduli di raffreddamento identici.

Gli apparati di tipologia *Accesso-Anycast* devono essere stackable con ridondanza 1+1 sugli alimentatori.

Il sistema di raffreddamento deve prevedere ridondanza almeno N+1 sulle ventole con la possibilità di estrarre e inserire il sistema di ventilazione *(hot-insertable and hot-removable fan tray)* senza provocare interruzioni nel funzionamento dell'apparato.

Si richiede che gli alimentatori forniscano alimentazione in schema di ridondanza 1+1 (potenza massima per alimentatore: 320W).

Gli alimentatori e i moduli di uplink installati all'interno degli *apparati* devono essere:

1. *Hot-swappable* (rimozione di moduli senza impatto sul funzionamento del sistema);
2. *Hot-pluggable* (inserimento di nuovi moduli senza impatto sul funzionamento del sistema).

5.2.3.2 Alta disponibilità e prestazioni

Gli apparati devono poter supportare una configurazione ridondata *1+1* o *1+N*, cioè il guasto di uno o più apparati componenti lo stack non deve avere effetto sul funzionamento del sistema.

Pertanto le funzioni centralizzate di *Route Processor* e *Control Board* devono essere eseguite su almeno due apparati fisicamente distinti appartenenti allo stack e in configurazione di alta disponibilità

Nel caso di connessioni locali, la larghezza di banda o capacità dei collegamenti tra i diversi switch componenti lo stack deve essere pari almeno a 128 Gbps Full-duplex.

L'architettura interna deve essere di tipo non bloccante, quindi la capacità totale deve essere almeno pari alla somma delle capacità di tutte le *porte* aumentata dal throughput totale degli *uplink* a 1GbE/*10GbE.*

Tutti gli apparati di tipologia *Accesso-Anycast* devono essere identici tra loro e devono poter essere installati in *rack standard 800x800 mm* e non devono superare *1 RU (RU, Rack Unit)* in altezza.

5.2.3.3 Moduli Uplink

Gli apparati devono potere ospitare moduli di *uplink* con interfacce *1 GbE/10 GbE* a *line rate* con *throughput* aggregato *wire-speed* secondo la seguente modularità:

- 1 modulo da **2 interfacce 10 GbE SFP+** o, senza necessità di sostituire il modulo, **4 interfacce 1GbE SFP.**

Per i moduli di uplink è richiesto che le interfacce siano sempre attive in termini di *forwarding* e che siano raggruppabili in aggregati *802.1AX.*

5.2.3.4 Configurazione apparati di tipologia Accesso-Anycast

Tutti i 6 apparati Accesso-Anycast dovranno essere dello stesso modello e prevedere almeno 24 *porte 10/100/1000 RJ45 e almeno 2 porte* 10GbE.

5.2.3.4.1 Configurazione di 6 apparati di tipologia Accesso-Anycast

Sei apparati con seguente dotazione e modularità:

- numero porte 10/100/1000 RJ45 ≥ 24;
- numero porte 10GbE ≥ 2;
- alimentatori in configurazione di ridondanza 1+1;
- sistema di raffreddamento in configurazione ventole almeno N+1;
- Gli apparati in piena configurazione devono poter ospitare fino a 24 porte 10/100/1000 RJ45 e fino a 2 porte 10GbE *(IEEE 802.3ae),* anche attraverso uso di moduli aggiuntivi.

5.2.3.5 Transceiver per apparati di tipologia Accesso-Anycast

Si richiede la fornitura di *transceiver* secondo i seguenti standard *IEEE* per trasmissione su fibra *ottica (9/125 SMF) e su rame:*

1. *IEEE 802.3z - 1000BASE-LX.*
2. *IEEE 802.3ab – 1000BASE-T.*

5.2.3.5.1 Moduli SFP Fibra

Nella tabella seguente le quantità richieste:

5.2.3.5.2 Moduli SFP Rame

Nella tabella seguente le quantità richieste:

5.2.4 Requisiti di compatibilità ottiche

Fermo restando l'adesione ai relativi *Multi-Source Agreement (MSA)* deve essere certificata la compatibilità dei *transceiver SFP* e *SFP+* con gli omologhi di altri produttori.

Deve essere possibile inserire, nelle *line card* degli apparati, dei *transceiver* di differenti produttori senza impatto su funzionamento e *throughput*. Eventuali perdite di funzionalità di monitoraggio (e.g. come nel caso di *"Digital Diagnostics Monitoring"*) devono essere specificate.

L'utilizzo di *transceiver* presenti nella matrice di compatibilità non deve invalidare alcun servizio di manutenzione o *SLA* attivato per l'apparato in oggetto, se non per guasti riguardanti il *transceiver* stesso o la fibra ottica ad esso collegata.

6 Servizio di assistenza specialistica e manutenzione - Requisiti minimi

La fornitura degli apparati dovrà prevedere un servizio di assistenza specialistica e manutenzione atto a garantire l'esercizio corretto e continuativo delle funzionalità implementate sulla infrastruttura

di rete.

Esso deve comprendere servizi di assistenza sistemistica (correzione bug software, rilascio relative patch, aggiornamenti release OS...) e procedure per la gestione e sostituzione delle parti hardware non rientranti nei parametri dichiarati di performance.

Il contratto di assistenza specialistica e manutenzione avrà una durata di 36 mesi dalla data di consegna degli apparati.

Le modalità e le tempistiche alle quali devono essere soggette tali attività costituiscono gli *SLA (Service Level Agreement)* che il fornitore sarà tenuto a rispettare e che sono definiti nei paragrafi seguenti.

6.1 Definizioni

Sono fornite le definizioni di alcuni termini utilizzati:

Network Operations Center (NOC): struttura preposta alle attività riguardanti il corretto funzionamento della rete telematica.

Technical Assistance Center (TAC): centro di supporto tecnico del produttore.

Return Materials Authorization (RMA): autorizzazione alla spedizione delle componenti *hardware* in sostituzione di quelle riconosciute guaste a seguito dell'analisi della *TAC*.

Business Day (BD): giorno lavorativo utilizzato dal cliente per la parametrizzazione dello *SLA* e corrispondente all'intervallo temporale *8:30 am – 5:00 pm (UTC+1)* dei giorni feriali (Lun – Ven).

Service Level Agreement (SLA): modalità e tempistiche, concordate tra fornitore e committente, che definiscono le metriche contrattuali per l'erogazione del servizio di assistenza.

Tipologie di *SLA* oggetto del presente bando di gara:

- *24x7x365*: 24 ore al giorno per tutti i giorni dell'anno;
- *24x7x1h*: entro il tempo massimo di 1 ora a qualunque orario della giornata;
- *24x7x4h*: entro il tempo massimo di 4 ore a qualunque orario della giornata;
- *8x5xNBD*: entro il giorno lavorativo successivo al rilascio dell'autorizzazione *RMA*.

Guasto: malfunzionamento o degrado di prestazioni parziale o totale del sistema inteso come entità, hardware e software, preposta all'espletamento di determinate funzionalità. Si definiscono quattro

livelli di guasto:

1. *Severity1*: sistema compromesso nell'esercizio delle proprie funzioni e/o blocco di un servizio ritenuto critico;
2. *Severity2*: sistema parzialmente compromesso nell'esercizio delle proprie funzioni, che risultano degaradate, ma con disponibilità dei servizi o perdita di ridondanza nei componenti del sistema;
3. *Severity3*: sistema soggetto a malfunzionamenti o anomalie occasionali che non impattano sui servizi erogati, o attività di implementazione di nuovi servizi la cui messa in produzione richiede una certa urgenza;
4. *Severity4*: attività riguardanti configurazioni particolari o implementazione di nuovi servizi.

Hardware Delivery: il processo di consegna presso il committente delle parti *hardware* giudicate guaste. Tipicamente facente parte delle metriche soggette a *SLA* in alternativa alla semplice spedizione *(shipment)* che contrariamente al *delivery* non offre garanzie temporali di ricezione.

6.2 Caratteristiche del servizio

Il servizio di assistenza specialistica e manutenzione dovrà essere erogato direttamente dal produttore degli apparati.

Gli apparati oggetto del servizio saranno consegnati nelle sedi e i punti di presenza del cliente e installati a cura del personale del Registro stesso.

Sedi cliente:

Area della Ricerca del CNR, Pisa

POP del cliente:

Milan Internet Exchange (MIX), Milano;

London Internet Exchange (LINX), Londra;

New York Internet Exchange (NYIIX), New York;

Equinix, Los Angeles;

Toronto Internet Exchange (TORIX), Toronto;

PTT Metro, San Paolo;

Japan Internet Exchange (JPIX), Tokyo.

Il *delivery* delle parti in sostituzione di quelle giudicate guaste, laddove previsto dagli specifici servizi di assistenza, prevederà come indirizzo di consegna le sedi e i pop del cliente.

6.2.1 Registrazione codici prodotto

Tutte le parti *hardware* e *software* proposte nella fornitura dovranno essere registrate ufficialmente sotto il contratto di assistenza specialistica e manutenzione del produttore, tramite il proprio codice identificativo *(serial number)*.

Al cliente deve essere garantita visibilità di tale registrazione tramite accesso su base *24x7x365* a una sezione riservata al contratto presente nel portale *web* del produttore degli apparati.

La lista dei codici identificativi deve essere sempre sincronizzata con le attività di sostituzione delle parti ritenute guaste a seguito di emissione dei codici *RMA*.

6.2.2 Knowledge base & software

Il produttore degli apparati dovrà mettere a disposizione, con accesso 24x7x365, la manualistica completa degli apparati, con esempi di configurazione, la knowledge base relativa, la rendicontazione di tutte le anomalie e limitazioni note, Tech Notes, Security bulletin, alert sul rilascio di nuove release

Il produttore degli apparati dovrà mettere a disposizione su base 24x7x365 il servizio di download e di aggiornamento delle release software e firmware installabili sugli apparati oggetto del servizio di supporto.

Il produttore degli apparati dovrà mettere a disposizione la possibilità di iscriversi ai technical bulletin per ricevere in maniera tempestiva, alert via email relativamente a bug o notifiche di sicurezza

Tutti questi servizi devono essere resi disponibili dal produttore degli apparati attraverso un portale web accessibile dal cliente; tale portale web deve essere lo stesso utilizzato per il servizio al paragrafo 6.2.3.

6.2.3 Trouble ticket system

Per le attività di *"troubleshooting"* (il processo di analisi e ricerca delle cause dei guasti) dovrà essere garantita la relazione diretta tra il *NOC* del cliente e la *TAC* del produttore; non è ammessa nessuna forma di mediazione, all'interno del processo di supporto, tra questi due soggetti. L'apertura della segnalazione di malfunzionamento o guasto deve prevedere l'assegnazione di un *ticket* di segnalazione e deve essere tracciabile e gestita tramite un sistema di *"Trouble Ticket System"*. Le comunicazioni tra il *NOC del cliente* e la *TAC* del produttore nel processo di supporto dovranno poter essere svolte indifferentemente tramite telefono, posta elettronica e interfaccia *web*.

Il servizio di assistenza specialistica e manutenzione dovrà prevedere un unico punto di contatto per ogni mezzo di comunicazione previsto: unico numero telefonico, unico indirizzo di posta elettronica e di accesso al portale *web*. In particolare il *NOC* del cliente dovrà avere accesso al sistema di *ticketing* del produttore per avere completa visibilità del processo di *"troubleshooting"* in tempo reale; l'accesso al sistema di *ticketing* deve essere garantito almeno su canale *web*.

6.2.4 Apertura ticket

Per tutti i profili di servizio è richiesto l'accesso diretto e con modalità *24x7x365* alla *TAC* del produttore degli apparati oggetto della fornitura da parte del personale del *NOC* del cliente.

L'apertura dei ticket deve essere su base *24x7x365* e deve prevedere un tempo massimo di presa in carico della segnalazione di un'ora, cioè secondo la modalità *24x7x1h*.

Per tutti i profili di servizio è richiesto che tutti i *ticket* vengano emessi secondo la *severity* richiesta dal *NOC del cliente* e eventualmente scalati ad altra *severity* solo dopo un'analisi congiunta tra detto *NOC* e l'*engineering* della *TAC* del produttore.

6.2.5 Emissione codice RMA

L'attività di *"troubleshooting"* deve prevedere, in caso di guasto di una parte *hardware* del sistema, l'emissione di un codice *RMA* per la spedizione della parte sostitutiva.

6.3 Livelli di servizio

Sono richieste due tipologie di *SLA* in funzione della categoria degli apparati:

1. ***Servizio Gold: nodi CORE-LD, Accesso-Anycast; NDCE (= Next Business Day con***

intervento onsite di un tecnico del produttore)

2. ***Servizio Standard: nodi Core-HD, Accesso-DC; ND (= Next Business Day)***

6.3.1 Servizio Gold

Per gli apparati appartenenti alle tipologie ***CORE-LD, Accesso-Anycast*** è richiesto lo *SLA* minimo di seguito dettagliato.

Servizio di *hardware delivery* delle parti in sostituzione di quelle ritenute guaste secondo modalità *8x5xNBD* dalla diagnosi finale del processo di *"troubleshooting"* aperto direttamente con il produttore, *ed intervento di installazione da parte di un tecnico del produttore per l'attivazione dell'apparato sostitutivo (Installazione, cabling, powering, basic IP configuration, configuration restoration e test di raggiungibilità)* . Le spese di consegna e di ritiro delle parti *hardware* devono essere a carico del produttore o del fornitore.

6.3.2 Servizio Standard

Per gli apparati appartenenti alle tipologie ***nodi Core-HD, Accesso-DC*** è richiesto lo *SLA* minimo di seguito dettagliato.

Servizio di *hardware delivery* delle parti in sostituzione di quelle ritenute guaste secondo modalità *8x5xNBD* dalla diagnosi finale del processo di *"troubleshooting"* aperto direttamente con il produttore. Le spese di consegna e di ritiro delle parti *hardware* devono essere a carico del produttore o del fornitore.

6.4 Formazione e training

Il fornitore dovrà mettere a disposizione un percorso di formazione, della durata totale di almeno venticinque giorni per due unità di personale tecnico del *NOC del cliente* da svolgersi entro due anni dalla data di stipula del contratto. Tale percorso di formazione si suddivide in due parti, la prima costituita da un insieme di corsi ufficiali del produttore per una durata di quindici giorni di formazione, la secodna parte consta di un insieme di corsi di altissima specializzazione sul framework MPLS e le relative applicazioni per una durata di dieci giorni di formazione.

PARTE A – Corsi di formazione ufficiali del produttore.

I corsi devono essere tenuti presso l'headquarter del produttore in Europa ed il percorso di

formazione dovrà essere composto dai corsi ufficiali dei programmi di certificazione del produttore degli apparati rispettando le tempistiche per le tematiche presentate nelle specifiche tecniche del presente bando di gara. Dovranno essere forniti i dettagli che specificano per quali esami di certificazione il personale del *NOC del cliente* ottiene l'abilitazione in seguito al completamento del percorso di formazione proposto.

In particolare gli operatori del *NOC del cliente* dovranno essere in grado di operare autonomamente sugli apparati proposti negli ambiti seguenti:

1. Configurazione e amministrazione di funzionalità *MPLS*;

   Nello specifico sono richiesti quindici (15) giorni di attività di formazione avanzata sulle tematiche relative al framework MPLS, con speciico riferimento ai protocolli LDP, RSVP, MPLS. E' richiesto che le tematiche trattate nel percorso di formazione siano complementate da un'approfondita ed estesa attività di laboratorio eseguita su apparati analoghi a quelli oggetto del presente bando di gara.

2. Configurazione e amministrazione di funzionalità di Qualità del Servizio, QoS;

   Nello specifico sono richiesti due (2) giorni di attività di formazione avanzata sulle tematiche relative a protocolli tecniche e tecnologie per l'applicazine delle class-of-service (CoS) ale traffico di rete, con specifico riferimento alla classificazione del traffico, al policyng, allo scheduling al rewriting e al class-based forwarding. E' richiesto che le tematiche trattate nel percorso di formazione siano complementate da un'approfondita ed estesa attività di laboratorio eseguita su apparati analoghi a quelli oggetto del presente bando di gara.

3. Configurazione e amministrazione di funzionalità di routing intra dominio e inter dominio;

   Nello specifico sono richiesti sei (6) giorni di attività di formazione avanzata sulle tematiche relative ai protocolli di routing IGP ed EGP, con specifico riferimento ad OSPF, IS-IS, BGP, alle tecniche e strumenti di policy routing e load balancing. E' richiesto che le tematiche trattate nel percorso di formazione siano complementate da un'approfondita ed estesa attività di laboratorio eseguita su apparati analoghi a quelli oggetto del presente bando di gara.

4. Identificazione e gestione dei problemi hardware , software e problemi di prestazione della rete.

   Nello specifico sono richiesti due (2) giorni di attività di formazione avanzata sulle tematiche di troubleshooting dell'hardware, del sistema operativo, dei problemi quali la

perdita di pacchetti e variazioni anomale della latenza nonchè il troubleshooting dei protocolli IGP ed EGP, delle politiche di routing, del framework MPLS, delle applicazioni VPN di Layer 2 e Layer 3, del multicast e del CoS. E' richiesto che le tematiche trattate nel percorso di formazione siano complementate da un'approfondita ed estesa attività di laboratorio eseguita su apparati analoghi a quelli oggetto del presente bando di gara.

PARTE B – Corsi di formazione specifici sul framework MPLS e le sue applicazioni.

Il fornitore dovrà inoltre mettere a disposizione un percorso di formazione avanzata della durata di dieci giorni per due unità di personale tecnico del *NOC del cliente.*

Le attività di formazione devono essere tenute presso l'headquarter del produttore in Europa e devono essere erogate da un istruttore certificato dal produttore che ricopre ruolo di coordinatore e supervisore (proctor) nello sviluppo dei programmi di certificazione ufficiali del produttore stesso.

Dovranno essere trattate approfonditamente le tematiche relative al framework MPLS con particolare riferimento a quanto esposto nei punti sottostanti:

1. protocolli e metodologie per l'implementazione di soluzioni di Traffic Engineering (MPLS-TE) mediante protocolli di segnalazione LDP e RSVP;
2. progettazione e implementazione di servizi VPN basati su MPLS, sia di tipo Layer-3 che Layer-2, questi ultimi dovranno essere discussi e confrontati approfonditamente;
3. metodologie e strumenti atti all'identificazione e soluzione dei problemi relativi ai servizi VPN basati su MPLS con specifico riferimento all'applicazione delle molte funzionalità previste da questi ambiti.

Il fornitore deve produrre la documentazione tecnica che dettaglia le attività proposte, le fasi utilizzate nel programma di formazione e *training*, la relativa durata e le sedi in cui verrà tenuta l'attività di formazione stessa.

Si consideri che il personale del *NOC del cliente* è già in possesso di conoscenze avanzate negli ambiti sopra elencati e che quindi la formazione richiesta dovrà essere specifica per gli apparati proposti.

7 Requisiti migliorativi

7.1 Metodo di valutazione

La valutazione tecnica degli elementi migliorativi, come per i requisiti minimi, sarà effettuata in base al contenuto della documentazione consegnata.

Verranno valutate le prestazioni, in termini di capacità di elaborazione e ricchezza di funzionalità, degli apparati secondo le sei macrocategorie costituenti i criteri di valutazione.

Per ogni criterio verranno valutate le prestazioni in termini di performance alla luce della completezza e della qualità dell'implementazione proposta.

Le valutazioni verranno fatte sulle differenti tipologie di apparati basandosi sulle rispettive peculiarità e verranno poi considerati, laddove significativi, elementi di omogeneità e di interdipendenza tra le tipologie in quanto costituenti un unico progetto funzionale.

Ogni requisito tecnico o prestazionale non presente o non chiaramente dettagliato nella documentazione fornita sarà considerato mancante. Si raccomanda la compilazione ordinata e puntuale del documento; la commissione si riserva il diritto di considerare mancante la documentazione non rispondente al layout specificato nel Capitolato Speciale d'Appalto e nei relativi allegati.

E' richiesto, per la valutazione delle prestazioni degli apparati proposti, di allegare i report dei test di performance prodotti da tester ad alte prestazioni (e.g. Agilent, Ixia, Spirent). Si sottintende che tali tester abbiano throughput e parametri di precisione adeguati alle misure per la categoria degli apparati (carrier grade) oggetto di questo bando di gara. In caso contrario i report non avranno validità e sarà considerato mancante il requisito.

Nei report deve essere chiaramente specificato, onde permettere la valutazione dell'idoneità dello strumento, marca e modello del tester usato. Nel caso i tester utilizzati siano sottodimensionati allo scopo, i report allegati saranno considerati nulli.

7.2 Criteri di valutazione

Le soluzioni proposte verranno esaminate alla luce dei seguenti criteri trasversali alle due categorie di apparati:

Sistema Operativo: omogeneità *OS*, funzioni, modularità e sicurezza nodi L2 e L3	*11*
Monitoraggio: *monitoring (802.1X), sampling, mirroring "line rate"* nodi L2 e L3	*5*
Servizi *MPLS(L3 VPN, L2 VPN e VPLS) e MPLS-TE*: nodi L3	*15*
Gestione traffico multicast in ambienti *MPLS*: nodi L3	*3*
Meccanismi di alta disponibilità a livello di sistema, di rete e strumenti OA&M: nodi L3	*8*
Meccanismi di alta disponibilità a livello di sistema, di rete e strumenti OA&M: nodi L2	*4*
Granularità e livello di configurabilità delle azioni eseguibili, gestione delle code e funzionalità supportate a *"line rate"*: nodi L3	*4*
Granularità e livello di configurabilità delle azioni eseguibili, gestione delle code e funzionalità supportate a *"line rate"*: nodi L2	*2*
Dotazione *hardware*, prestazioni *Ethernet*, *MPLS* e *IP*, replicazione flussi multicast e *tunneling* nodi L3	*12*
Dotazione *hardware*, prestazioni *Ethernet* e *IP*, replicazione flussi multicast nodi L2	*4*
Qualità del supporto tecnico e della manutenzione.	*2*

8 Sistema operativo e monitoraggio - Requisiti migliorativi (punti 16)

8.1 Sistema operativo (punti 11)

8.1.1 Apparati tipologie Core-HD, Core-LD, Accesso-DC e Accesso-Anycast.

- *La capacità di utilizzare il medesimo sistema operativo su tutte le tipologie di apparati: Core-HD,Core-LD, Accesso-DC e Accesso-Anycast.* **(punti 3)**

8.1.2 Apparati tipologia Core-HD e Core-LD

- *La presenza di meccanismi interni al sistema operativo atti alla protezione da attacchi DDoS. Al fine della corretta valutazione del requisito in oggetto le funnzionalità devono essere in grado di proteggere dagli attacchi anche per singolo protocollo. Almeno i seguenti protocolli devono essere supportati: ppp, dhcp, tcp. Deve essere inoltre possibile definire*

manualmente le soglie oltre le quali un flusso di traffico viene definito attacco DDoS; **(punti 4)**

- *la possibilità di definizione di MIB personalizzate, ovvero MIB che siano popolate da informazioni definite dall'utente. Al fine della corretta valutazione del requisito in oggetto devono essere dettagliate le "Management Information Base" (MIB) presenti sul sistema;* **(punti 0,5)**
- *la possibilità di eseguire gli script automaticamente al cambiare della configurazione dell'apparato (gestione condizioni di trigger). Al fine della corretta valutazione del requisito in oggetto devono essere dettagliate le funzionalità degli strumenti di scripting disponibili;* **(punti 2,5)**
- *la disponibilità di un ambiente di sviluppo (SDK) completamente gratuito per la creazione di nuove applicazioni da utilizzare sulla piattaforma. Al fine della corretta valutazione del requisito in oggetto devono essere dettagliate le "Application Programming Interface" (API) disponibili e il loro livello di interazione con le funzionalità del sistema.* **(punti 1)**

8.2 Strumenti di monitoraggio (punti 5)

8.2.1 Apparati tipologia Core-HD e Core-LD

- *La presenza di funzioni di port mirroring che supporti almeno i seguenti protocolli: IPv4, IPv6, MPLS, VPLS, L2VPN/Circuit (Pwires) & bridging;* **(punti 3,5)**
- *la presenza della funzionalità di remotizzazione del traffico in mirroring descrivendo le modalità disponibili;* **(punti 0,25)**
- *la possibililità di configurare le politiche di sampling, accounting e mirroring selezionando il traffico sulla base degli header a livello 2, 3 e 4;* **(punti 0,25)**
- *l'implementazione del protocollo di campionamento del traffico in modalità distribuita sensa degrado delle prestazioni (quindi in hardware) per la generazione dei pacchetti di sampling, in modo tale da non generare impatto sul forwarding.* **(punti 0,25)**

8.2.2 Apparati tipologia Accesso-DC e Accesso-Anycast

- *La possibilità di configurare le politiche di mirroring selezionando il traffico sulla base degli header a livello 2, 3 e 4.* **(punti 0,25)**

8.2.2.1 802.1X

- *Il supporto di tutti i seguenti attributi RADIUS:* **(punti 0,25)**
  - *accounting-session-id [access-request | accounting-on | accounting-off | accounting-stop];*
  - *accounting-terminate-cause [accounting-off];*
  - *called-station-id [access-request | accounting-start | accounting-stop];*
  - *calling-station-id [access-request | accounting-start | accounting-stop];*
  - *dhcp-gi-address [access-request | accounting-start | accounting-stop];*
  - *dhcp-mac-address [access-request | accounting-start | accounting-stop];*
  - *dhcp-options [access-request | accounting-start | accounting-stop];*
  - *event-timestamp [accounting-on | accounting-off | accounting-start | accounting-stop];*
  - *framed-ip-address [accounting-start | accounting-stop];*
  - *framed-ip-netmask [accounting-start | accounting-stop];*
  - *input-filter [accounting-start | accounting-stop];*
  - *interface-description [access-request | accounting-start | accounting-stop];*
  - *nas-identifier [access-request | accounting-on | accounting-off | accounting-start | accounting-stop];*
  - *nas-port [access-request | accounting-start | accounting-stop];*
  - *nas-port-id [access-request | accounting-start | accounting-stop];*
  - *nas-port-type [access-request | accounting-start | accounting-stop];*
  - *output-filter [accounting-start | accounting-stop];*
  - *accounting-off—RADIUS Accounting-Off messages;*
  - *accounting-on—RADIUS Accounting-On messages;*
  - *accounting-start—RADIUS Accounting-Start messages;*
  - *accounting-stop—RADIUS Accounting-Stop messages;*
- *la presenza del meccanismo di DHCP Snooping: specificare se è implementata la possibilità di salvaguardare le tabelle di associazione DHCP anche a fronte di fault o reboot del sistema.* **(punti 0,25)**

9 MPLS - Requisiti migliorativi (punti 18)

9.1 Apparati tipologia L3 (Core-HD e Core-LD)

9.1.1 Servizi MPLS (punti 15)

9.1.1.1 MPLS

- *La presenza della funzionalità di frammentazione di pacchetti IPv4 incapsulati in MPLS e il*

loro instradamento su tunnel: in particolare la gestione degli LSP end-to-end in presenza di collegamenti instradati su tunnel GRE con MTU inferiore alla MTU dell'architettura di rete del Service Provider. Si richiede che tale operazione avvenga a "line rate" con "zero packet loss" e senza l'utilizzo di hardware aggiuntivo. **(punti 2)**

9.1.1.2 MPLS L3-VPN

Il supporto dei seguenti standard & features relativi ai servizi L3 VPN MPLS:

- *L3VPN Service any-to-any, partial meshed & hub-spoke;* **(punti 0,25)**
- *annunci selettivi di informazioni di routing utilizzando il protocollo MP-BGP come indicato da RFC4364, con supporto a extended communities quali target & site-of-origin;* **(punti 0,25)**
- *possibilità di load balancing del traffico all'interno della VRF;* **(punti 0,25)**
- *assegnamento di una label per interfaccia e per VPN oppure di una singola label per VPN;* **(punti 0,25)**
- *supporto della funzionalità di egress-protection per L3VPN come da draft draft-minto-2547-egress-node-fast-protection-01;* **(punti 3,5)**
- *integrazione completa tra diversi servizi L2 MPLS e L3 VPN ad esempio: la possibilità di integrare a livello di routing un servizio di livello 2 quale VPLS utilizzando l'apparato come gateway dei client afferenti e inserendo l'interfaccia di routing all'interno di una Layer 3 MPLS VPN; la capacità di discriminare le VLAN utilizzando construtti di virtualizzazione di livello 2 (virtual switches) con granularità su base interfaccia logica (ovvero suddivisione di interfaccia fisica in più sotto-interfacce logiche ognuna afferente a diversi servizi virtualizzati di livello 2 a loro volta instradate da un gateway inserito in una Layer 3 VPN);* **(punti 0,5)**
- *supporto di configurazioni di router-id & autonomous-system numbers locali alla VRF e diversi da quelli globali;* **(punti 0,25)**
- *supporto della funzionalità "indipendent-domains";* **(punti 0,5)**
- *supporto del valore di 9192 bytes per l'MTUsull'interfaccia fisica.* **(punti 0,25)**

9.1.1.3 MPLS L2-VPN e VPLS

- *Il supporto dei servizi MPLS L2 Point-to-Point e Multi-Point VPLS, con particolare riferimento all'implementazione degli standard e delle funzionalità sotto menzionate.*
  - *PLS L2 Point to Point Services:*
    - *supporto segnalazione LDP (Draft-Martini);* **(punti 0,2)**
    - *supporto segnalazione MP-BGP (Draft Kompella);* **(punti 0,2)**
    - *supporto della funzionalità di egress protection per L2Circuits;* **(punti 0,2)**
    - *supporto ridondanza di pseudowire e di circuito d'accesso;* **(punti 0,2)**

- *supporto di "pseudowire-status-tlv";* **(punti 0,2)**
- *supporto segnalazione "Standby Pseudowire" via LDP/PW Status TLV;* **(punti 0,2)**
- *supporto di OAM;* **(punti 0,2)**
- *supporto della creazione di uno pseudowire locale per interconnettere due interfacce (local-switching);* **(punti 0,2)**
- *supporto Multi-Homing (solo per draft Kompella);* **(punti 0,2)**
- *segnalazione dello stato del link di accesso via MP-BGP (solo per draft Kompella);* **(punti 0,2)**

- MPLS L2 Multi-Point Services (VPLS):
  - *supporto FEC 128 (LDP VPLS), FEC 129 (BGP Auto-Discovery + LDP signalling);* **(punti 0,1)**
  - *supporto di Ethernet (0x0005) & Ethernet-VLAN (0x0004) pseudowires;* **(punti 0,2)**
  - *supporto di Interworking tra BGP VPLS & LDP VPLS (possibilità, ad esempio, di aggregare isole LDP VPLS su un Core BGP-VPLS);* **(punti 0,2)**
  - *supporto di Hierarchical VPLS;* **(punti 0,2)**
  - *supporto di BGP VPLS & BGP AD+LDP Signaling VPLS Multi-Homing;* **(punti 0,2)**
  - *supporto di trasporto traffico BUM (Broadcast, Unknown & Multicast) attraverso l'utilizzo di P2MP RSVP-TE;* **(punti 0,1)**
  - *supporto Best-Site ID per riconvergenza rapida del multi-homing;* **(punti 0,1)**
  - *supporto prioritizzazione delle istanze VPLS a seconda dell'importanza del servizio (almeno 3 livelli supportati, high, medium & low);* **(punti 0,2)**
  - *Mac-flushing supportato sia su LDP VPLS che su BGP VPLS;* **(punti 0,1)**
  - *meccanismi di gestione dei MAC Address clienti nell'istanza VPLS richiesti:* **(punti 0,2)**
    - *MAC Table Timeout Intervals per gestione aging MAC Address;*
    - *gestione della massima dimensione della MAC Table consentita;*
    - *limitazione del massimo numero di MAC Address imparati su una interfaccia;*
  - *interoperabilità servizi Layer 2 P2P & Multipoint; terminazione di pseudowire all'interno di una istanza VPLS per realizzare topologie di servizio Hub-Spoke;* **(punti 0,2)**
  - *interoperabilità Spanning Tree Protocol & VPLS Multi-homing nella misura in cui un sito con porta bloccata da STP sia segnalato come sito Standby in VPLS;* **(punti 0,2)**

9.1.1.4 MPLS-TE

- *Le seguenti funzionalità in ambito di MPLS Traffic Engineering:*

- *supporto dell'annuncio di IGP shortcuts su MPLS-TE per entrambi gli IGP di riferimento, ovvero IS-IS e OSPFv2/v3;* **(punti 1)**
- *supporto delle seguenti funzionalità MPLS-TE:* **(punti 2)**

1. *Explicit path in Loose Mode (solo OSPF);*
2. *Path selection with bandwidth constraint;*
3. *Equal cost Load-Balancing tra LSP;*
4. *Link protection* con *LSP* secondario;
5. *BFD triggered FRR;*
6. *Inter-area MPLS-TE (solo OSPF).*

9.1.2 Gestione traffico multicast in ambienti *MPLS* (punti 3)

9.1.2.1 MPLS Multicast VPN

- *Il supporto del proposed standard "Multicast in MPLS/BGP IP VPNs" (RFC 6513) con standard collegati;* **(punti 1)**
- *il supporto di tutte le seguenti funzionalità in ambito RSVP P2MP LSP:* **(punti 1)**
  - *meccanismi di Call Admission Control (CaC);*
  - *meccanismi di creazione di rate limiter automatici per forzare le policy di CaC di cui al punto precedente;*
  - *meccanismi di FRR Link-Protection;*
  - *meccanismi di constraint quali link coloring and bandwith reservation.*
- *il supporto di P2MP LSP segnalati via mLDP (draft-ietf-mpls-ldp-p2mp).* **(punti 0,5)**

9.1.2.2 IP over MPLS Multicast

- *La possibilità di instradamento del traffico multicast IP utlizzando P2MP LSPs* **(punti 0,5)**;

10 Alta disponibilità - Requisiti migliorativi (punti 12)

10.1 Apparati tipologia L3 (Core-HD e Core-LD) (punti 8)

10.1.1 Fault tolerance: mantenimento del piano di controllo (Core-HD)

- *Il mantenimento dello stato, nel caso di guasto di uno dei fabric module nella fase di switchover/failover tra i routing processor/switching fabric, per i seguenti protocolli* **(punti 1)**:
  - *OSPF*
  - *IS-IS*
  - *BGP*
  - *MPLS L2 VPN*
  - *MPLS L3 VPN*
  - *VPLS*
  - *LDP based VPLS*
  - *RSVP-TE based VPLS (non in auto-mesh)*
  - *RSVP-TE LSPs*
  - *LDP*

10.1.2 Alta disponibilità layer2

10.1.2.1Spanning Tree Protocol

- *Il supporto del RapidSTP e del MultipleSTP con tempi di convergenza minori o uguali a 1 secondo, anche in condizioni di massimo carico dell'apparato (numero massimo di VLAN/Bridge Domain supportati).* **(punti 0,5)**

10.1.2.2802.1AX-2008 - Link Aggregation - scalabilità

- *Solo per gli apparati Core-HD, il supporto di un numero minimo di 480 LAG per ciascun apparato, con un numero minimo di 16 link per LAG;* **(punti 2,5)**
- *Solo per gli apparati Core-HD, il supporto dello stesso numero di LAG anche in configurazione MC-LAG (sono ammessi un numero di link per LAG inferiore a 16 nel caso di apparato standalone);* **(punti 0,5)**
- *il supporto della funzionalità di virtual-switch che permetta la configurazione, al proprio interno, di bridge domain che possono contenere gli stessi VLAN-ID, essendo questi ultimi disambiguati dal fatto di essere presenti all'interno di virtual-switch differenti. Le associazioni Virtual Switch – Porte devono essere fatte sia a livello di porta fisica che a livello di porta logica.* **(punti 1)**

10.1.3 Fault tolerance & restoration

- *Al fine di garantire meccanismi di path-protection che garantiscano la protezione dell'endpoint con prestazioni nell'intorno dei 50 msec, il supporto di tutte le seguenti funzionalità:* **(punti 0,25)**
  - *IP Fast Reroute;*
  - *Loop Free Alternate (LFA) su protocollo IS-IS;*
  - *Loop Free Alternate (LFA) su protocollo OSPF;*
  - *MPLS Fast-Reroute con protocollo RSVP-TE sia in modalità facilty backup che one-to-one backup.*
- *l'implementazione del protocollo "Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Version 3 for IPv4 and IPv6" secondo le indicazioni dello standard RFC 5798;* **(punti 0,25)**
- *un comportamento di tipo "event driven" su protocollo BGP;* **(punti 0,25)**
- *l'implementazione di meccanismi MPLS di tipo Make-Before-Break (MBB) a "zero loss" direttamente in hardware;* **(punti 0,25)**
- *il supporto della funzionalità "fast restoration" su servizi Layer 3 VPN come descritto nel draft-minto-2547-egress-node-fast-protection-01;* **(punti 0,5)**
- *l'implementazione nella soluzione P2MP LSPs che utilizzi RSVP-TE di un meccanismo di protezione di tipo "facility backup" (N:1) con link protection;* **(punti 0,25)**
- *la possibilità di assegnazione di differenti livelli di priorità alle diverse istanze VPLS presenti sul nodo al fine di poter personalizzare gli SLA da rispettare per tipologie diverse di servizi VPLS.* **(punti 0,25)**

10.1.4 Strumenti di OA&M

Il supporto dei seguenti protocolli: **(punti 0,5)**

- *BFD come da draft-ietf-bfd-mpls-02;*
- *BFD Triggered Local Repair;*
- *MPLS Transport Profile for OAM come da RFC 5654.*

10.2 Apparati tipologia Accesso-DC e Accesso-Anycast (punti 4)

10.2.1 Fault tolerance: mantenimento del piano di controllo

- La *possibilità di riavviare i processi a "runtime" (Process Restart);* **(punti 1)**
- *il supporto alle estensioni di Graceful Restart (GR) relative ai protocolli di routing BGP, OSPF e IS-IS;* **(punti 0,75)**
- *nel caso di apparati in stack che sperimentino il guasto di uno degli apparati con funzioni centralizzate di Route Processor e Control Board (unità master e unità backup), il supporto della funzionalità di mantenimento dello stato nella fase di switchover/failover tra i routing processor per i seguenti protocolli di routing:* **(punti 0,20)**
    - *per IPv4: BGP, IS-IS, IGMP con BFD, RIP, OSPFv2;*
    - *per IPv6: IPv6 RIPnG, OSPFv3, ISIS con BFD;*
- *nel caso di apparati in stack che sperimentino il guasto di uno dei componenti, la capacità del piano di controllo e di forwarding di non subire alcun degrado prestazionale, con particolare riferimento ai seguenti protocolli di livello 2:* **(punti 0,25)**
    - *protocolli di Spanning Tree:*
        - *RSTP;*
        - *VSTP;*
        - *MSTP;*
    - *protocollo di aggregazione delle interfacce:*
        - *LAG-LACP;*
    - *LLDP e LLDP-MED.*

10.2.2 In Service Software Upgrade

- *La disponibilità di un processo di upgrade dei componenti dello stack che non causi il riavvio contemporaneo di tutte le unità dello stack stesso, ma bensì il riavvio selettivo di ogni singolo componente;* **(punti 0,20)**
- *la procedura di upgrade dello stack, la convivenza momentanea di unità con release di sistema operativo diverse, senza alcuna interruzione del processo di forwarding dei pacchetti sulle unità non coinvolte nella procedura di riavvio;* **(punti 0,20)**
- *nel caso di LAG configurati per aggregare interfacce appartenenti a unità diverse dello stack, l'interfaccia appartenente ad un LAG condiviso tra un apparato che sta effettuando il reboot ed un altro attivo, deve mantenere attiva la procedura di forwarding.* **(punti 0,20)**

10.2.3 Alta disponibilità layer2

10.2.3.1802.1AX-2008 – Link Aggregation

- *Il numero massimo di Link Aggregation Group deve essere non inferiore a 64*; **(punti 0,20)**
- *la completa equivalenza funzionale dei LAG alle singole interfacce fisiche, senza alcuna differenza di tipo logico o fisico in tutte le loro funzionalità, singolarmente per ogni gruppo aggregato;* **(punti 0,20)**
- *la presenza di un algoritmo di bilanciamento del traffico che operi nello stesso modo sia in modalità Layer 2 che Layer 3, sia per pacchetti unicast che per pacchetti multicast.* **(punti 0,20)**

  Tale algoritmo deve essere di questo tipo:

  - *per pacchetti di tipo IP: S/D IP (su base indirizzo IP Sorgente verso IP Destinazione);*
  - *per pacchetti di tipo IP in TCP/UDP: S/D IP, S/D Port ;*
  - *non-IP: S/D MAC ;*
- *la capacità di trasportare sui LAG sia traffico di tipo untagged che traffico di tipo tagged 802.1Q (Tagged ports support in LAG).* **(punti 0,20)**

10.2.4 Traffic load balancing

- *La capacità degli apparati di effettuare bilanciamento di traffico anche di tipo Layer 3 se i protocolli di routing rilevano più percorsi paralleli per la stessa rete di destinazione, funzionalità definita Equal Cost Multi Path (ECMP).* **(punti 0,20)**

10.2.5 Strumenti di OA&M

- *L'implementazione di uno strumento di misura in tempo reale di dati prestazionali come delay, latency, jitter e packet loss per soddisfare le richieste di real-Time performance Monitoring. Tale strumento deve poter permettere la configurazione di probes generate periodicamente dal router allo scopo di collezionare informazioni in merito ai tempi di attraversamento della rete.* **(punti 0,20)**

11 Qualità del Servizio (QoS) e Filtering - Requisiti migliorativi (punti 6)

11.1 Apparati tipologia Core-HD e Core-LD (punti 4)

11.1.1 Route filtering

- *La presenza di strumenti per la definizione di politiche atte alla manipolazione del routing per mutua redistribuzione tra differenti protocolli, sia dinamici che statici. La mutua redistribuzione deve essere configurabile mediante:* **(punti 0,5)**
  - *scelta del protocollo di origine con supporto esplicito dei seguenti protocolli:*
    - *Arp;*
    - *Bgp;*
    - *Direct;*
    - *Local;*
    - *Dvmrp;*
    - *IS-IS;*
    - *FRR;*
    - *L2circuit/vpn;*
    - *Ldp;*
    - *MSDP;*
    - *OSPFv2;*
    - *OSPFv3;*
    - *RIP;*
    - *RIPng;*
    - *Route-target;*
    - *RSVP;*
    - *Static;*
  - *scelta mediante prefissi di rete puntuali o aggregati;*
  - *supporto dei seguenti criteri per protocollo:*
    - *OSPFv2/3: area, route-type, tag, external-type, route-filter;*
    - *ISIS: level, route-type;*
    - *BGP: as-path (2/4 bytes AS & support a regular expression come da standard Posix 1003.2), community, local-preference, origin, family, med, neighbor, prefix-list, route-filter;*
- *relativamente al protocollo BGP, la possibilità di creare un annuncio condizionale subordinato alla presenza o meno di uno specifico prefisso nella tabella di routing.* **(punti 0,25)**

11.1.2 Azioni effettuabili dall'access list dopo un eventuale match

- *La capacità di eseguire le seguenti operazioni/azioni dopo il "pattern matching" sulle regole di classificazione:* **(punti 0,25)**

1. *accept;*
2. *discard;*
3. *reject (Discard sending ICMP destination unreachable message);*
4. *count (restituisce il numero di pacchetti che soddisfano l'access-list);*
5. *Dscp/Traffic Class (setta dscp/traffic class);*
6. *traffic mirroring;*
7. *rate-limiting;*
8. *Rate Limiting Gerarchico;*
9. *log;*
10. *sampling per protocollo netflow;*
11. *selezione di una routing table/interfaccia/next-hop alternativo per effettuare policy routing;*
12. *selezionare una coda specifica per effettuare operazioni di multi-field classification.*

11.1.3 Quality of Service – Hardware, Policing, Shaping & Scheduling

- *Il supporto delle seguenti tecnologie in termini di hardware, funzionalità di rate limiting, shaping & scheduling, come di seguito dettagliato:* **(punti 2)**
  - *Hardware*
    - *8 code hardware per porta e 16 classificazioni possibili, mediante l'eventuale associazione di più di una classe di forwarding alla singola coda fisica;*
    - *dotazione di un buffer maggiore o uguale a 100msec per ogni singola porta fisica, indipendentemente dalla velocità dell'interfaccia stessa;*
    - *dotazione di un buffer maggiore di 100msec per le porte mediante l'utilizzo di un buffer condiviso fra tutte le porte della singola scheda;*
    - *condivisione dell'hardware da più porte fisiche, da più network processors o da più Packet Forwarding Engines per line card;*
    - *supporto di una coda hardware a diverse priorità (high, medium, low) e di una specifica coda a bassa latenza ove accodare il traffico particolarmente sensibile in termini di ritardi/jitter (e.g., tipicamente il traffico voce su IP);*
  - *Policing/Rate Limiting*
    - *supporto di policing della banda con possibilità di scartare il traffico non conforme o di diminuire la priorità per essere eventualmente scartato da meccanismi RED (Random Early Detection);*
    - *supporto di policing "three color" nelle seguenti modalità:*

- *"Single rate" oppure "two rate";*
- *"Color blind" oppure "Color aware";*

- *supporto di policing gerarchico che supporti due tipologie di traffico, una "Premium" ed una generica;*
- *supporto a policer di tipo per interfaccia fisica o per interfaccia logica;*
- *supporto di policer "a cascata";*

- *Shaping*
  - *supporto dello shaping su interfaccia fisica;*
  - *supporto dei concetti di banda garantita (CIR) e banda massima (PIR);*
  - *supporto di diversi livelli di priorità per CIR & PIR;*
  - *supporto della eventuale possibilità di alzare/abbassare la priorità del traffico garantito e in eccesso;*
- *Scheduling*
  - *supporto della configurazione di:*
    - *dimensione dei buffer su base temporale e percentuale;*
    - *CIR espresso in banda/sec o in percentuale;*
    - *PIR espresso in banda/sec o in percentuale;*
    - *ripartizione della banda in eccesso (differenza tra PIR e CIR) in maniera proporzionale o percentuale;*
    - *configurazione esplicita della priorità (ad esempio, alta, media, bassa) della banda in eccesso (differenza tra PIR & CIR);*
    - *possiblità di limitare il CIR anche indipendentemente dalla banda disponibile mediante la configurazione automatica di un policer da parte del sistema operativo;*
- *Random Early Detection*
  - *supporto delle seguenti caratteristiche in merito al RED:*
    - *supporto alla configurazione di livelli di probabilità di scarto al raggiungimento di un determinato livello di occupazione della banda;*
    - *supporto all'interpolazione a fronte della configurazione di un livello minimo e massimo di occupazione banda e le rispettive probabilità di drop;*
    - *drop dei pacchetti causati dal profilo RED in modalita' tail-queue (alla fine della coda e non all'inizio);*
    - *supporto a 4 profili RED per coda.*

11.1.4 Gestione QoS su traffico MPLS

- *L'implementazione dei meccanismi "Maximum Allocation Bandwidth Constraints Model for*

Diffserv-aware MPLS Traffic Engineering" (RFC 4125) e "Russian Dolls Bandwidth Constraints Model for Diffserv-aware MPLS Traffic Engineering" (RFC 4127). **(punti 1)**

11.2 Apparati tipologia Accesso-DC e Accesso-Anycast (punti 2)

11.2.1 Route filtering

- *La disponibilità delle seguenti funzionalità in termini di politiche di manipolazione del routing per mutua redistribuzione tra diversi protocolli di routing, sia dinamici che statici. La mutua redistribuzione deve essere configurabile mediante:* **(punti 0,25)**
  - *Scelta del protocollo di origine con supporto esplicito dei seguenti protocolli*
    - *Arp;*
    - *Bgp;*
    - *Direct;*
    - *Local;*
    - *IS-IS;*
    - *OSPFv2;*
    - *OSPFv3;*
    - *RIP;*
    - *RIPng;*
    - *Static;*
  - *scelta utilizzando prefissi di rete puntuali o aggregati.*

11.2.2 Packet filtering

- *La possiblità di poter effettuare le seguenti operazioni/azioni dopo il "pattern matching" sulle regole di classificazione:* **(punti 0,5)**

1. *accept;*
2. *discard;*
3. *reject (Discard sending ICMP destination unreachable message);*
4. *count (conta pacchetti che soddisfano l'access-list;)*
5. *Dscp/Traffic Class (setta dscp/traffic class);*
6. *traffic mirroring;*
7. *rate-limiting;*
8. *Rate Limiting Gerarchico;*
9. *log;*

10. sampling per protocollo netflow;
11. selezione di una routing table/interfaccia/next-hop alternativo per effettuare policy routing;
12. selezionare una coda specifica per effettuare operazioni di multi-field classification.

11.2.3 Policing & Scheduling

- *La disponibilità di un numero di code harware per porta non inferiore a 8;* **(punti 0,25)**
- *la presenza di una memoria fisica uguale o superiore a 4 MB avente funzione di buffer di interfaccia. La memoria pari a 4 MB è da intendersi come memoria totale condivisa tra tutte le porte o come somma delle singole capacità di memoria assegnate a ciascuna porta;* **(punti 0,5)**
- *la capacità dell'apparato di assegnare il traffico in ingresso alle classi di servizio sulla base dei seguenti parametri:* **(punti 0,5)**
  - *informazioni presenti negli header di livello 2 e livello 3 (802.1p, DSCP) dei pacchetti in transito;*
  - *i seguenti campi degli header dei pacchetti stessi :*
    - *informazioni L2 (source/destination MAC address, VLAN-ID, e/o 802.1p);*
    - *informazioni L3 (source/destination IP address o network field);*
    - *informazioni L4 (source/destination TCP o UDP port).*

12 Performance - Requisiti migliorativi (punti 16)

Nella valutazione delle performance, gli elementi migliorativi verranno considerati alla luce del valore aggiunto apportato alle prestazioni del sistema nel suo complesso. A titolo di esempio si consideri il caso in cui si propongano interfacce aggiuntive ma con dati di performance scadenti (e.g. limitazioni sull'efficacia di inoltro in contesti misti IP e MPLS, prestazioni modeste nella classificazione del traffico in presenza di politiche complesse o limiti eccessivi nell'inoltro in presenza di ACL composte da un elevato numero di termini).

Si considera limitato il vantaggio fornito dalla larghezza di banda disponibile in quanto non sfruttabile in contesti richiedenti elevata capacità di forwarding in presenza di politiche di filtraggio o di "multi-field classification" di una certa complessità.

Allo stesso modo si considera limitato l'utilizzo di link aggregati in quanto non sempre utilizzabili per limiti nella configurabilità di funzionalità avanzate e nel bilanciamento del traffico (nonché nella gestione delle code) all'interno del bundle, soprattutto in contesti ad alevata complessità nel "packet processing".

12.1 Apparati tipologia Core-HD e Core-LD (punti 12)

12.1.1 Performance hardware di forwarding

- *Il supporto dei seguenti dati prestazionali a livello di forwarding, sia per la fabric sia per il forwarding della line card. Si ricorda che per i soli apparati Core-LD, la presenza di una fabric rimane un requisito facoltativo e non vincolante.*
  - *capacità fabric per slot attuale:*
    - *maggiore di 160 Gbit/s Full Duplex e fino a 230 Gbit/s Full Duplex* **(punti 1)**
    - *maggiore di 230 Gbit/s Full Duplex* **(punti 1,5)**
  - *capacità massima del backplane non inferiore a 400 Gb Full Duplex;* **(punti 0,5)**
  - *capacità di forwarding aggregato per apparati Core-LD non inferiore a 75 Gbit/s Full Duplex.* **(punti 0,25)**

12.1.2 Caratteristiche fisiche

- *La descrizione dettagliata delle conformità soddisfatte degli apparati proposti alle raccomandazioni NEBS (Network Equipment-Building System);* **(punti 0,25)**
- *la presenza di documentazione tecnica che specifica la potenza assorbita dagli apparati, espressa in Watt, considerati in configurazione massima ed alimentati a 220V AC;* **(punti 0,25)**
- *la presenza di documentazione tecnica che specifica la quantità di calore dissipata dagli apparati in configurazione massima, epsressa in Btu/hr.* **(punti 0,25)**

12.1.3 Prestazioni globali apparati

- *Il supporto minimo delle seguenti prestazioni per motivi di scalabilità:*

	Core-HD	Core-LD	Punti assegnati
IPv4 RIB	[illegible]	[illegible]	
IPv6 RIB	5 Milioni	3 Milioni	0,25

IPv4 FIB			
IPv6 FIB	3 Milioni	512,000	0,25
Mac Learning			
Tunnel IP-IP/GRE	4,000 ip-in-ip/gre per Line Card	2,000 ip-in-ip/GRE	0,25
MPLS L2 P2P Services			
L3 VPN	10,000	2,000	0,50
VPLS			

12.1.4 L3 tunneling

- *Il supporto di meccanismi di tunneling a layer 3 implementati direttamente in hardware. L'encapsulation e la decapsulation del traffico deve avvenire direttamente a livello di piano di controllo della Line Card, senza l'ausilio di altro hardware aggiuntivo;* **(punti 0,25)**
- *il supporto di tutte le seguenti tipologie di tunnel:* **(punti 0,25)**

  a. *GRE con Incapsulazione come da RFC2784 e supporto del GRE keep-alive;*

  b. *tunnel logici per interconnettere partizioni virtuali all'interno dello stesso apparato. Questi tunnel devono supportare almeno i protocolli IPv4, IPv6, ISO, MPLS, BRIDGE;*

  c. *tunnel IP-in-IP (interfaccia ip) come da RFC2003.*

12.1.5 Performance traffico layer2 e IP

- *La produzione dei report dei test prestazionali secondo le raccomandazioni RFC 2544 (per traffico Ethernet e IP) e RFC 2889 (caso full-duplex), RFC 3918 (Multicast) e RFC 5180 (IPv6) con l'aggiunta di trame da 3.000, 6.000 e 9.000 Byte. I report per essere considerati validi dovranno essere prodotti secondo i layout commercialmente più diffusi (e.g. Agilent, Ixia, Spirent) e preferibilmente secondo metrica LI-FO (Last In – First Out). I report per essere considerati validi dovranno essere prodotti indicando chiaramente per ogni tipologia di test il numero massimo di termini o filtri (match conditions) supportati per l'esecuzione a wire speed delle funzionalità testate. Nel caso il processing dei pacchetti dipenda dal tipo e dalla*

profondità di incapsulamento del campo dell'header protocollare utilizzato si specifichino le differenze in termini di delay aggiuntivo e se ne motivi la ragione (e.g. ulteriore lookup o iterazione di processing). Più in generale si raccomanda la maggior completezza possibile nell'esposizione dell'ambiente di test (in particolare si specifichi sempre in modo chiaro la matrice dei flussi di traffico tra porte e schede) e dei dati aggregati. **(punti 3)**

12.1.6 Performance MPLS

- *La produzione dei report dei test prestazionali secondo le raccomandazioni RFC 5695 (non si consideri POS/SONET) per ambienti full-duplex con l'aggiunta di trame da 3.000, 6.000 e 9.000 Byte (compreso l'overhead MPLS nel caso la MTU non permetta payload di 9.000 Byte). I report per essere considerati validi dovranno essere prodotti secondo i layout commercialmente più diffusi (e.g. Agilent, Ixia, Spirent) e preferibilmente secondo metrica LIFO (Last In – First Out). I report per essere considerati validi dovranno essere prodotti indicando chiaramente per ogni tipologia di test il numero massimo di termini o filtri (match conditions) supportati per l'esecuzione a wire speed delle funzionalità testate. Nel caso il processing dei pacchetti dipenda dal tipo e dalla profondità di incapsulamento del campo dell'header protocollare utilizzato si specifichino le differenze in termini di delay aggiuntivo e se ne motivi la ragione (e.g. ulteriore lookup o iterazione di processing). Più in generale si raccomanda la maggior completezza possibile nell'esposizione dell'ambiente di test (in particolare si specifichi sempre in modo chiaro la matrice dei flussi di traffico tra porte e schede) e dei dati aggregati.* **(punti 3)**

12.2 Apparati tipologia Accesso-DC e Accesso Anycast (punti 4)

12.2.1 Apparati tipologia Accesso-DC

12.2.1.1 Dotazione hardware

- *La disponibilità di capacità switching non inferiore a 480 Gbps Half-Duplex (960 Full-Duplex) e una capacità di trattamento dei pacchetti non inferiore a 14 Milioni di pacchetti per secondo su trame ethernet di dimensione minima di 64 Byte.* **(punti 0,25)**

12.2.1.2 Caratteristiche fisiche

- *La presenza di documentazione tecnica che specifichi la quantità di calore massima dissipata dagli apparati in configurazione massima, espressa in Btu/hr e che non ecceda la soglia di 3.000 BTU/hr.* **(punti 0,5)**

12.2.1.3 Power e cooling system - Apparati Accesso-DC:

- *La presenza di almeno due alimentatori per ridondanza;* **(punti 0,5)**
- *la presenza di un sistema di raffreddamento con almeno tre (3) ventole con ridondanza in caso di guasto di 1 delle ventole.* **(punti 0,5)**

12.2.1.4 Moduli di uplink - Apparati Accesso-DC:

- *La presenza delle seguenti caratteristiche:* **(punti 0,25)**

  a. *throughput del modulo di uplink di 40 Gbps Half-Duplex (80 Gbps Full-Duplex);*
  b. *numero di interfacce 10GbE sul modulo non inferiore a quattro interfacce 10 Gbps per modulo);*
  c. *nessun tasso di oversubscription nel throughput (0 Oversubscriptions).*

12.2.1.5 Performance traffico layer2 e IP

- *La produzione dei report dei test prestazionali secondo le raccomandazioni RFC 2544 (per traffico Ethernet e IP), RFC 2889 (caso full-duplex) e 3918 (Multicast) con l'aggiunta di trame da 3.000, 6.000 e 9.000 Byte. I report per essere considerati validi dovranno essere prodotti secondo i layout commercialmente più diffusi (e.g. Agilent, Ixia, Spirent) e preferibilmente secondo metrica LI-FO (Last In – First Out). I report per essere considerati validi dovranno essere prodotti indicando chiaramente per ogni tipologia di test il numero massimo di termini o filtri (match conditions) supportati per l'esecuzione a wire speed delle funzionalità testate. Nel caso il processing dei pacchetti dipenda dal tipo e dalla profondità di incapsulamento del campo dell'header protocollare utilizzato si specifichino le differenze in termini di delay aggiuntivo e se ne motivi la ragione (e.g. ulteriore lookup o ciclo di processing). Più in generale si raccomanda la maggior completezza possibile nell'esposizione dell'ambiente di test (in particolare si specifichi sempre in modo chiaro la matrice dei flussi di traffico tra porte e schede) e dei dati aggregati.* **(punti 0,5)**

12.2.2 Apparati tipologia Accesso-Anycast

12.2.2.1 Caratteristiche fisiche

- *La presenza di documentazione tecnica che specifichi la quantità di calore massima dissipata dagli apparati in configurazione massima, espressa in Btu/hr e che risulti inferiore alla soglia di 400BTU/hr.* **(punti 0,25)**

12.2.2.2 Power e cooling system

- *La presenza di alimentazione ridondata all'interno dello stesso chassis dell'apparato (senza elementi aggiuntivi);* **(punti 0,25)**
- *la presenza di un sistema di ventole di raffreddamento costituito da almeno 3 ventole che può*

essere inserito e rimosso a caldo (hot-swappable). **(punti 0,25)**

12.2.2.3 Capacità sistema

- *L'assenza di oversubscription nel throughput in condizioni di forwarding line-rate su tutte le porte (uplink e downlink).* **(punti 0,25)**

12.2.2.4 Performance traffico layer2 e IP

- *La produzione dei report dei test prestazionali secondo le raccomandazioni RFC 2544 (per traffico Ethernet e IP), RFC 2889 (caso full-duplex) e 3918 (Multicast) con l'aggiunta di trame da 3.000, 6.000 e 9.000 Byte. I report per essere considerati validi dovranno essere prodotti secondo i layout commercialmente più diffusi (e.g. Agilent, Ixia, Spirent) e preferibilmente secondo metrica LI-FO (Last In – First Out). I report per essere considerati validi dovranno essere prodotti indicando chiaramente per ogni tipologia di test il numero massimo di termini o filtri (match conditions) supportati per l'esecuzione a wire speed delle funzionalità testate. Nel caso il processing dei pacchetti dipenda dal tipo e dalla profondità di incapsulamento del campo dell'header protocollare utilizzato si specifichino le differenze in termini di delay aggiuntivo e se ne motivi la ragione (e.g. ulteriore lookup o ciclo di processing). Più in generale si raccomanda la maggior completezza possibile nell'esposizione dell'ambiente di test (in particolare si specifichi sempre in modo chiaro la matrice dei flussi di traffico tra porte) e dei dati aggregati.* **(punti 0,5)**

13 Servizio di assistenza specialistica e manutenzione - Requisiti migliorativi (punti 2)

Per ogni paragrafo si dettaglino i processi e si illustrino esaustivamente le caratteristiche del servizio proposto. In particolare si diano informazioni corrette per il raggiungimento e per l'accesso alle risorse specifiche richieste.

13.1 Apparati tipologie L2 e L3

13.1.1 Technical escalation e supporto evoluto

- *La possibilità di attivare un processo di escalation all'interno della TAC del produttore per la gestione dei trouble ticket; tale escalation deve essere possibile via telefono e via medesimo portale web di cui al paragrafo 6.2.3.* **(punti 0,25)**

- *la possibilità di un accesso diretto al secondo livello dell'engineering della TAC del produttore già all'apertura del "trouble ticket". La presenza di questo requisito migliorativo dovrà essere comprovata da un documento ufficiale del produttore in cui è descritto il flusso organizzativo e le eventuali personalizzazioni.* **(punti 0,25)**

13.1.2 Technical Assistance Center

- *La disponibilità di sistemi di monitoraggio a carattere proattivo e metodi di automazione nella gestione dei trouble ticket (ad esempio la generazione automatica di report sugli apparati per la diagnosi dei guasti o delle anomalie). In particolare sarà valutata la disponibilità di script, in esecuzione sui dispositivi forniti, che rilevano eventuali problemi (hardware, software e funzionali) sui dispositivi e che raccolgono informazioni sugli apparati stessi utili alla risoluzione dei problemi. Di seguito una descrizione più dettagliata delle caratteristiche e funzioni che, se presenti, costituiranno un requisito migliorativo:*

  - *gli script devono inviare, nella forma di incident/case, le informazioni raccolte ad una console software centrale installabile presso il cliente ed accessibile via web dallo stesso;* **(punti 0,5)**

  - *il cliente deve poter identificare, sulla console, gli incident di interesse e per questi aprire in automatico, attraverso il semplice click di un pulsante presente sull'interfaccia web della console, casi tecnici presso la TAC del produttore; il sistema dovrà allegare automaticamente al caso tutte le informazioni rilevanti in termini di log, file diagnostica, support-information, ecc, ecc di cui tipicamente una TAC necessita per gestire tempestivamente le problematiche;* **(punti 0,5)**

  - *la console, utilizzando i dati di inventario, delle versioni software installate e dello stato di salute dei dispositivi, dati raccolti attraverso gli script sopra descritti, dovrà offrire funzionalità di gestione proattiva come: notifica proattiva di Bug ai quali l'ambiente specifico del cliente e le sue relative configurazioni hardware e software potrebbero essere soggette; l'analisi e la segnalazione di stati di EOL – end of life / EOS – end of support, ai quali la propria infrastruttura hardware/software potrebbe essere soggetta.* **(punti 0,5)**