

***Progetto per la realizzazione  
di reti locali, cablate e  
wireless***

***Istituto Comprensivo Piazza Filattiera 84***

# Indice generale

Premessa.....	4
Specifiche tecniche.....	5
Descrizione dell'architettura della rete passiva.....	5
Cablaggio Orizzontale (di zona).....	6
Cablaggio di dorsale (di edificio).....	8
Descrizione dei componenti della rete passiva.....	9
Armadi Rack.....	9
Cavi in rame.....	10
Punti rete.....	11
Pannelli di Permutazione Categoria 6 (Non Schermati).....	12
Bretelle in rame (patch cord e work area cable).....	12
Cavi in fibra ottica.....	13
Pannelli di permutazione ottica.....	13
Connettori ottici pigtail.....	14
Bretelle ottiche monomodali.....	14
Pannelli di distribuzione dell'energia (PDU).....	15
Lavori di posa in opera della fornitura.....	15
Etichettatura delle prese e dei cavi.....	16
Certificazione del sistema di cablaggio.....	16
Descrizione delle componenti della rete attiva (apparati).....	16
Server.....	17
Switch.....	17
Access Point.....	17
Modulo Ottico BIDI.....	18
Servizio di installazione degli apparati attivi della Rete LAN.....	18
Descrizione dell'architettura logica della rete attiva.....	20
Configurazione del datalink layer.....	20
Configurazione dei servizi di rete.....	21
Routing e indirizzamento IP.....	21
Firewall.....	22
DHCP.....	23
DNS.....	24
NTP.....	25
VPN.....	25
Log.....	26
AP Controller.....	27
Centralino VoIP.....	27
Adeguamento impianto elettrico per alimentazione armadi rack.....	28
Fornitura richiesta.....	30
Plesso "Toscanini" - Via Flavio Andò 15.....	30
Plesso "Chiovini" - Via G. Zirardini 6.....	33
Plesso "Vico" - Piazza Filattiera 84.....	36
Plesso "Torricella Nord" - Via Calcinaia 44.....	39
Plesso "Torricella Nord Infanzia" - Via Podenzana.....	42
Sintesi della fornitura.....	45

## **Indice delle figure**

Figura 1.Schema cablaggio orizzontale.....	6
Figura 2.Schema cablaggio edificio.....	8
Figura 3.Schema cavo in rame.....	11
Figura 4.Schema cavo in fibra ottica.....	13

## **Indice delle tabelle**

Tabella 1.Tabella fornitura "Toscanini".....	31
Tabella 2.Tabella fornitura "Chiovini".....	33
Tabella 3.Tabella fornitura "Vico".....	36
Tabella 4.Tabella fornitura "Torricella Nord".....	39
Tabella 5.Tabella fornitura "Torricella Nord Infanzia".....	42
Tabella 6.Tabella sintesi fornitura.....	45

## **Premessa**

Le sedi degli istituti scolastici non risultano dotate di infrastrutture di rete locale LAN/WLAN che consentano la fruizione dei collegamenti Internet gigabit, attivi o in corso di attivazione (*piano scuola per la banda ultra larga, decreto del Ministro dello sviluppo economico 7 agosto 2020*), presso gli ambienti interni ed esterni degli edifici.

Il presente documento costituisce il progetto relativo alla richiesta di fornitura di servizi e sistemi LAN/WLAN per la realizzazione delle reti locali, cablate e wireless nelle sedi dell'Istituto Comprensivo Piazza Filattiera 84.

Quanto descritto è conforme ai requisiti contenuti nell'*avviso pubblico del Ministero dell'Istruzione prot.n. 20480 del 20/07/2021 per la realizzazione di reti locali, cablate e wireless nelle scuole* ed alle esigenze specifiche dell'Istituto emerse durante i sopralluoghi.

# Specifiche tecniche

Il progetto si compone dei seguenti elementi:

## **Specifica delle componenti del cablaggio strutturato (apparati passivi):**

- materiali per la realizzazione del cablaggio strutturato;
- apparati passivi e loro configurazione;
- lavori di posa in opera;
- opere civili accessorie alla fornitura;
- certificazione del sistema di cablaggio strutturato.

## **Specifica delle componenti della rete LAN/WLAN (apparati attivi):**

- apparati attivi;
- configurazione del datalink layer;
- configurazione dei servizi di rete;
- firewall e sicurezza.

Il progetto è stato definito in modo da assicurare un'elevata scalabilità e flessibilità della rete locale, in considerazione dei casi di uso attuali e di eventuali sviluppi futuri. Si è inoltre tenuto conto delle possibili ottimizzazioni in termini di efficienza e risparmio energetico della rete locale e delle infrastrutture ad essa collegate.

## **Descrizione dell'architettura della rete passiva**

La topologia del cablaggio strutturato richiesto è di tipo **stellare gerarchico** da realizzare attraverso l'installazione di punti di accentrimento di zona e di edificio. Ogni zona dovrà essere servita da un armadio rack dove attestare i punti rete limitrofi. Gli armadi di zona dovranno essere direttamente collegati ad un armadio rack detto "centro stella" dell'edificio.

Il cablaggio previsto da progetto, viene suddiviso, come prevedono gli standard, in:

- **cablaggio orizzontale (di zona):** collegamento di distribuzione orizzontale che parte dall'armadio di zona e raggiunge i punti rete;
- **cablaggio di dorsale (di edificio):** collegamento di distribuzione dorsale che parte dall'armadio rack centro stella di edificio e raggiunge gli armadi rack di zona.

## Cablaggio Orizzontale (di zona)

La distribuzione orizzontale identifica quella parte di cablaggio realizzata con cavo in rame a 4 coppie che collega i pannelli di permutazione di zona ai punti rete mediante connettori modulari di tipo RJ45 per il rame.

La distribuzione orizzontale deve comprendere l'allestimento degli armadi rack di zona con pannelli di permutazione in Cat.6, bretelle di connessione, cavi di distribuzione e posa di analoga categoria, nella configurazione non schermato (UTP) e postazioni di lavoro completamente allestite di placche e frutti.

Come descritto in Figura 1, la rete di distribuzione orizzontale tra l'armadio di permutazione di zona e le rispettive aree di lavoro deve essere di tipo strutturato con topologia stellare e deve essere costituita dai seguenti componenti:

- pannelli di permutazione;
- cavo di distribuzione orizzontale;
- patch cord (bretelle di permutazione lato armadio) e work area cable (bretelle lato postazione di lavoro);
- area di lavoro.

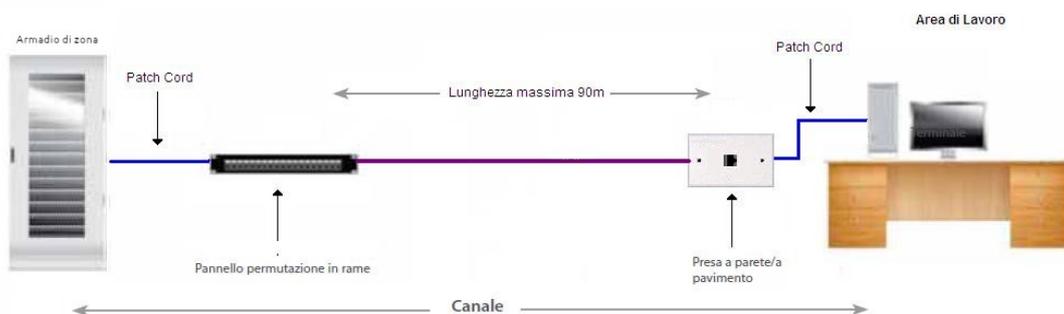


Figura 1. Schema cablaggio orizzontale



## Cablaggio di dorsale (di edificio)

Il cablaggio di dorsale dell'edificio si estende dall'armadio centro stella di edificio agli armadi di zona. Deve includere i cavi di dorsale dell'edificio e le relative terminazioni a pannello di permutazione.

Nella Figura 2 è rappresentato lo schema generale di un cablaggio di dorsale ( $E_n$ ) che collega gli armadi di zona ( $Z_n$ ) di una sede scolastica all'armadio centro stella dell'edificio (CS):

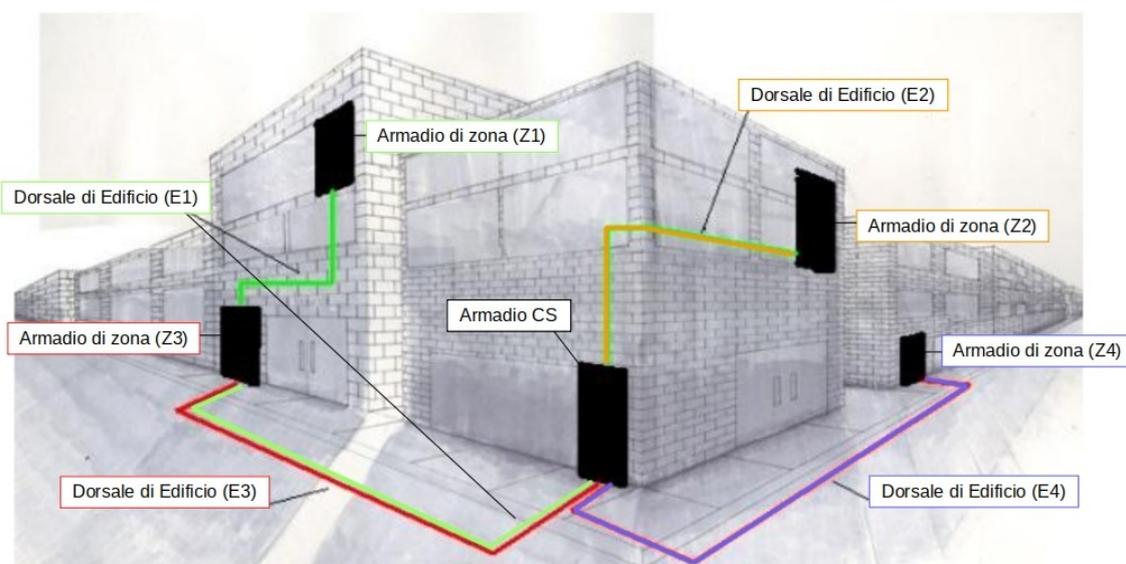


Figura 2. Schema cablaggio edificio

I locali che dispongono di un proprio cablaggio strutturato, come ad esempio i laboratori informatici e gli uffici di segreteria, sono da considerarsi come zone e per tanto devono essere raggiunte dal cablaggio di dorsale ed essere collegate direttamente all'armadio centro stella di edificio.

Il cablaggio di dorsale deve essere realizzato con cavi in fibra ottica monomodale con un numero di fibre ottiche adeguato a garantire il potenziale collegamento di tutti gli armadi tra di loro (maglia completa  $n \times n$ ). Questo dimensionamento dei cavi di dorsale consente l'implementazione dell'architettura logica descritta nel progetto e tiene conto di possibili sviluppi futuri e di eventuali fibre ottiche di scorta e ridondanza o backup per ogni singola tratta posata.

Di seguito viene riportata la descrizione dei componenti di cablaggio strutturato.

## **Descrizione dei componenti della rete passiva**

Tutti i prodotti per la componente passiva devono essere conformi alle normative vigenti per quanto riguarda la sicurezza e le emissioni/compatibilità elettromagnetica, nonché conformi alla normativa “Restriction of Hazardous Substances” (RoHS) in materia di sostanze pericolose dei materiali forniti e devono essere dotati della marcatura CE.

Il cablaggio strutturato deve essere conforme alle raccomandazioni fisiche ed elettriche indicate nelle norme internazionali ISO/IEC 11801, EN 50173-1, EIA-TIA 568C.

Il sistema di cablaggio, in rame e fibra ottica, comprende la componentistica passiva necessaria a garantire la connettività di rete da ogni presa verso gli armadi rack di zona (cablaggio orizzontale) e da questi verso l’armadio rack centro stella (cablaggio di dorsale).

Di seguito si descrivono i componenti del sistema di cablaggio strutturato richiesti suddivisi in:

- Armadi Rack
- Cavi in rame
- Punti rete
- Pannelli di permutazione
- Bretelle in rame (patch cord e work area cable)
- Cavi in fibra ottica;
- Pannelli di permutazione ottica (patch panel);
- Connettori ottici pigtail;
- Bretelle ottiche.

### **Armadi Rack**

Gli armadi rack devono essere installati in posizioni e con caratteristiche tali da soddisfare le specifiche dedotte dai vincoli infrastrutturali e di opportunità rilevati durante i sopralluoghi.

Le tipologie di armadi considerate hanno le seguenti caratteristiche dimensionali:

- Armadio rack 19" da 12U, 18U e 21U, profondo 600mm, di larghezza 600mm (Tipo1);
- Armadio rack 19" da 15U, 18U, 22U e 27U , profondo 600mm, di larghezza 800mm (Tipo2);
- Armadio rack 19" da 27U, 33U, 38U e 42U, profondo 800mm, di larghezza 800mm (Tipo3);
- Armadio rack 19" da 33U, 42U e 47U, profondo 1000mm, di larghezza 800mm (Tipo4).

Tutti gli armadi forniti devono essere conformi agli standard riportati sotto:

- IEC 60529; EN60529;
- EIA-310-D;
- IEC 60 297-1&2 ;DIN 41494-1 DIN 41414-7; DIN 41488, EIA 310;
- EN 12150-1 ex UNI 7142;

Il numero e la posizione degli armadi sono definiti nei punti successivi. Per tali apparati è richiesto il montaggio, l'installazione e l'opera di allacciamento e di alimentazione, nonché la messa a terra, in rispondenza alle norme contenute nel DM n.37 del 22/01/2008 per quanto in esso riportato nello specifico.

## **Cavi in rame**

Il cavo in rame da utilizzare per realizzare la connessione tra il pannello di permutazione e i punti rete ovvero per realizzare la distribuzione orizzontale, deve essere di tipo non schermato U/UTP Cat. 6 Classe E, costituito da 4 coppie intrecciate con conduttori a filo solido temprati a sezione circolare 23 AWG divise da setto separatore a croce ed avere impedenza caratteristica 100 Ohm +/-3%. Il cavo deve assicurare una larghezza di banda fino a 250 MHz in accordo con gli standard di riferimento.

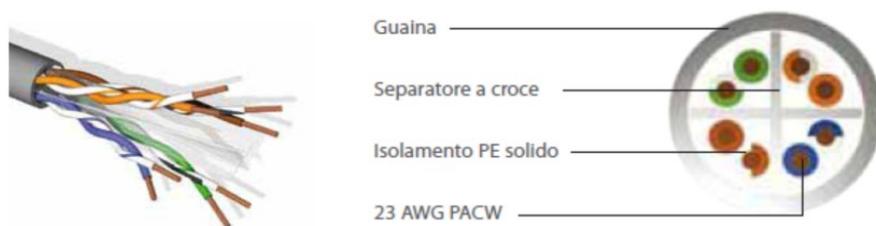


Figura 3. Schema cavo in rame

Il cavo deve essere conforme alle normative EN50288-6-1 ed ISO/IEC 61156-5 e possedere le caratteristiche di auto-estinguenza in caso d'incendio, di bassa emissione di fumi opachi e gas tossici corrosivi nel pieno rispetto delle normative vigenti (CEI 20-37, IEC 61034, NES 713, IEC 60754, EN 50265, EN50267) e di ritardo di propagazione della fiamma (Flame Retardant) conformemente alle normative IEC 60332-1-2 (CEI 20-35, EN 50265).

La guaina del cavo UTP richiesto deve essere di tipo LSZH/FR (HF1), adatta per installazioni all'interno degli edifici.

Il cavo in particolare deve avere caratteristiche rispondenti agli standard:

- EIA/TIA 568-B.2-1, EIA/TIA 568-C;
- EN 50173 2nd edition;
- ISO/IEC 11801 2nd edition.

## Punti rete

Il punto rete deve essere realizzato connettendo il cavo di distribuzione orizzontale alla presa. Nella fase di installazione deve essere rispettata la condizione che la distanza tra il pannello di permutazione all'interno dell'armadio rack di piano e la presa del punto rete sia al massimo di 90 metri.

La presa si compone di tre elementi:

- scatola esterna tipo UNI503 in resina ABS, ritardante alla fiamma secondo UL 94V-0, UL listed conforme alla normativa ISO/IEC 11801;
- placca autoportante da 1, 2 o 3 posizioni;
- prese modulari RJ45 di tipo U/UTP cat. 6.

La placca porta frutto autoportante deve essere etichettata per l'identificazione univoca del punto rete all'interno dell'edificio.

Le prese devono avere un sistema di connessione a perforazione d'isolante tipo 110 e sul fronte, contatti a lamella rettangolare che garantiscano le massime prestazioni ovvero il miglior contatto possibile con il Plug RJ45 delle bretelle di connessione per la miglior "centratura" prestazionale come da normativa IEC60603-7.

## **Pannelli di Permutazione Categoria 6 (Non Schermati)**

Per la distribuzione del cablaggio orizzontale, all'interno degli armadi rack, i cavi in rame U/UTP (Categoria 6 Classe E) devono essere attestati su pannelli di permutazione (patch panel).

I patch panel (non schermati) devono avere una struttura in acciaio con la parte frontale provvista di asole per montaggio su rack a 19", altezza 1U/2U, ed essere dotati di 24/48 prese RJ45 di categoria 6 conformi alla normativa di riferimento ISO\IEC 11801, EIA/TIA 568-B.2-1, EN 50173-1 e testate in conformità alle IEC 60603-7.

I pannelli di permutazione devono consentire l'identificazione univoca di ogni singolo cavo di rame ed essere etichettati come il punto di rete corrispondente.

Posteriormente, il pannello deve essere equipaggiato con un supporto cavi che garantisca il corretto posizionamento e fissaggio dei cavi collegati e il rispetto dei raggi di curvatura richiesti dagli standard. Infine ogni pannello deve essere dotato di punto di fissaggio per Kit di messa terra secondo le norme EN50310.

## **Bretelle in rame (patch cord e work area cable)**

La connessione dei pannelli di permutazione agli apparati attivi e delle postazioni di lavoro ai punti rete, deve avvenire rispettivamente attraverso patch cord e work area cable costituiti da un cavo in rame (bretella) U/UTP cat.6.

Le bretelle devono essere fornite nei tagli da 0,5, 2 e 5 metri, avere prestazioni conformi alla norma ISO\IEC 61935-2, essere collaudate in fabbrica fino a 250 MHz (Cat6) su NEXT Loss e Return Loss, avere la protezione anti-annodamento sul plug e l'ingombro minimo del serracavo, per l'inserzione in switch ad alta densità "Blade Patch Cord".

La guaina esterna delle bretelle deve essere in materiale LSZH HF1 IEC 60332-1 ovvero rispettare le norme CEI 20-35, CEI 20-37, IEC 61034, NES 713, IEC 60754-1, EN 50265, EN 50267 e EN 50268.

## Cavi in fibra ottica

Il cavo in fibra ottica da utilizzare per realizzare il cablaggio di dorsale è di tipo loose con rinforzi in fibre aramidiche, con caratteristiche rispondenti, come requisito minimo, agli standard per le fibre monomodali (TIA/EIA-492CAAA o ITU-T G.652) e conforme agli standard ISO/CENELEC e ITU-T G652 (SM). I cavi da utilizzare devono avere la guaina interna ed esterna LSZH HF1 ed una protezione antiroditore.

I cavi in fibra ottica richiesti sono da 24 o 48 fibre ottiche monomodali. In Figura 4 si può osservare lo schema della sezione di un cavo a 48 fibre ottiche SM (un tubetto riempitivo) e 24 fibre ottiche SM (tre tubetti riempitivi) con guaina LSZH.

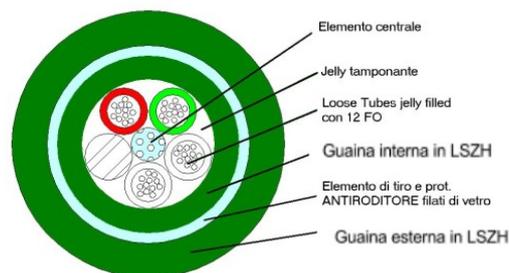


Figura 4. Schema cavo in fibra ottica

I cavi in fibra ottica devono possedere la caratteristica di auto-estinguenza in caso d'incendio nonché bassa emissione di fumi opachi e gas tossici corrosivi nel pieno rispetto della normativa a livello nazionale e internazionale (CEI 20-37, IEC 61034, NES 713, IEC 60754, EN 50265, EN50267) e la guaina LSZH HF1 deve essere conforme alle normative IEC 60332-1-2 (CEI 20-35, EN 50265) sul ritardo di propagazione della fiamma (Flame Retardant).

## Pannelli di permutazione ottica

I cavi di dorsale devono essere attestati su pannelli di permutazione ottica (patch panel) idonei al montaggio su rack a 19”(483mm), con altezza 1U (44,1mm) ed un vassoio porta bussole completo di fissaggi a sblocco rapido e ad ingombro ridotto. Il pannello internamente deve essere provvisto di accessori per la gestione delle fibre, ovvero di rotelle plastiche di gestione cavo, di pressacavi e di supporti per giunti a fusione (fusion splice holder) in materiale plastico. I patch panel devono poter alloggiare almeno 48 uscite fibra sul frontale (con possibilità di modifica della lunghezza di corsa per ottenere una migliore flessibilità di utilizzo).

I pannelli utilizzati per la commutazione e l’attestazione delle fibre ottiche devono contenere un numero adeguato di connettori passanti (bussole) di tipo SC/APC di colore VERDE.

I pannelli di permutazione devono consentire l’identificazione univoca di ogni singola fibra ottica ed essere opportunamente etichettati.

## **Connettori ottici pigtail**

Per l’attestazione della fibra devono essere utilizzati connettori SC/APC pre-intestati su “pig tail”, i quali, successivamente, devono essere saldati in campo sui cavi di dorsale mediante giuntatrice a fusione.

I Pigtail devono essere conformi alle normative IEC60874-1 Metodo 7.

## **Bretelle ottiche monomodali**

La dorsale in fibra ottica deve essere permutata, attraverso il pannello di permutazione ottica, verso gli apparati attivi attraverso l’impiego di bretelle ottiche.

Le bretelle in fibra ottica (fiber patch cord e fiber work area cable) richieste sono di tipo monomodale (9/125) e di lunghezze da 0,5m fino a 2m. Le bretelle richieste presentano tre possibili configurazioni di connettori: SC/APC ad ambo gli estremi; SC/APC ad un estremo e LC/UPC all’altro; LC/APC ad ambo gli estremi.

Le bretelle in fibra ottica monomodale devono avere caratteristiche funzionali conformi alla norma ISO\IEC 11801 e guaina LSZH (HF1) con caratteristica di auto-estinguenza in caso d’incendio nonché di bassa emissione di fumi opachi

e gas tossici corrosivi nel pieno rispetto della normativa a livello nazionale e internazionale (CEI 20-37, IEC 61034, NES 713, IEC 60754, EN 50265, EN50267) e conforme alle normative IEC 60332-1-2 (CEI 20-35, EN 50265) sul ritardo di propagazione della fiamma (Flame Retardant).

## **Pannelli di distribuzione dell'energia (PDU)**

Per la distribuzione dell'energia, all'interno degli armadi a rack, devono essere installati pannelli con la parte frontale provvista di asole per montaggio su rack a 19", altezza 1U/2U, dotati di 6 prese Schuko - standard IEC60884 - con un carico di corrente minimo di 10A e corrente nominale 250V AC.

## **Lavori di posa in opera della fornitura**

Tra le attività richieste, relative ai lavori di posa in opera della fornitura, è possibile elencare a titolo meramente esemplificativo:

- attestazioni di qualsiasi tipo e fornitura dei connettori ottici e dei connettori per cavo in rame;
- fornitura e montaggio scatole;
- posa di canalizzazioni, sia verticali che per corridoi o per stanze incluso il relativo materiale (tubi, canaline, ecc.). Questi lavori comprendono l'apertura e la chiusura di pannelli rimovibili per controsoffitti e pavimenti flottanti dopo aver introdotto le nuove canalizzazioni;
- fornitura e posa di strisce/pannelli di permutazione;
- ripristino della qualità e dell'aspetto delle strutture alla situazione pre-lavori;
- quant'altro necessario per il completamento del cablaggio strutturato.

Lo svolgimento delle attività di realizzazione del cablaggio devono essere svolte, di norma, senza recare pregiudizio alle normali attività lavorative degli uffici con la garanzia del mantenimento del livello di rumore ad un valore non superiore a quello fissato dalla normativa vigente (D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. e, per la parte ancora in vigore D.lgs. n. 277/91, DPCM 01/03/91 e Legge 26/10/95 n. 447 e D.Lgs. 10 aprile 2006 n. 195).

Le modalità di esecuzione dei lavori (durata, orari, ...) devono essere concordate in anticipo con l'Amministrazione.

## **Etichettatura delle prese e dei cavi**

In fase di etichettatura deve essere utilizzato uno schema di numerazione univoco per tutti gli elementi del cablaggio dell'area interessata, conforme allo standard EIA/TIA 606, con particolare attenzione ai percorsi dei cavi, a tutto l'hardware di terminazione (pannello, blocco e posizione) e agli apparati, identificando il numero di armadio di appartenenza.

Tutti i cavi e le prese realizzate devono essere etichettate conformemente allo standard EIA/TIA 606. Il tipo di etichetta e la corrispondente numerazione, da apporre in entrambi gli estremi di ciascun collegamento, devono essere concordati con la direzione lavori.

Al termine dei lavori e prima del collaudo, devono essere riportati sulle planimetrie degli edifici tutti i collegamenti realizzati e le corrispondenze tra i collegamenti e le etichette apposte (as-build). Tali planimetrie devono essere allegate alla comunicazione di fine lavori.

## **Certificazione del sistema di cablaggio**

A completamento del servizio di installazione del sistema di cablaggio devono essere fornite le certificazioni di tutti i cavi e le terminazioni del nuovo sistema di cablaggio posto in opera, in accordo con le norme vigenti ed i parametri prestazionali degli standard normativi.

La certificazione deve essere eseguita con strumenti forniti di certificato di calibrazione proveniente dalla casa madre e deve essere rilasciata tutta la documentazione tecnica, inerente ai risultati dei test strumentali effettuati.

## **Descrizione delle componenti della rete attiva (apparati)**

Gli apparati attivi devono rispondere ai seguenti requisiti.

## Server

Il server è una macchina con architettura general purpose x86 formato rack 1U che ospita i servizi software necessari al funzionamento ed alla messa in sicurezza della rete locale.

La macchina fornita deve rispettare i seguenti requisiti minimi:

- CPU quad core a basso consumo con sistema di dissipazione del calore fanless con accelerazione hardware per la virtualizzazione (VT-x e VT-d per Intel, oppure AMD-V e IOMMU per AMD);
- RAM 16GB;
- Disco SSD 256GB;
- scheda di rete Gigabit Ethernet;
- scheda di rete con n°2 porte SFP+ 10Gbit/s con chipset supportato dal kernel Linux (es. Intel Corporation 82599ES 10-Gigabit SFI/SFP+);

## Switch

Le tipologie di switch richieste sono 3, con le seguenti caratteristiche minime:

- switch 24 porte Gigabit Ethernet managed con throughput trasparente e con minimo 2 porte di uplink SFP+ 10Gbit/s;
- switch 24 porte POE Gigabit Ethernet managed con throughput trasparente e con minimo 2 porte di uplink SFP+ 10Gbit/s;
- switch 48 porte Gigabit Ethernet managed con throughput trasparente e con minimo 2 porte di uplink SFP+ 10Gbit/s;
- switch 48 porte POE Gigabit Ethernet managed con throughput trasparente e con minimo 2 porte di uplink SFP+ 10Gbit/s;
- switch 8 porte SFP+ 10Gbit/s managed con throughput trasparente;

E' richiesto il montaggio, l'installazione ed il collegamento, secondo le linee guida fornite dal produttore che unitamente a quanto riportato nel presente documento sono da considerarsi vincolo di progetto.

## Access Point

Gli access point devono essere installati in posizioni e con caratteristiche tali da soddisfare le specifiche dedotte dai vincoli infrastrutturali e di opportunità rilevati durante i sopralluoghi.

Le tipologie di access point richieste sono 3, con le seguenti caratteristiche minime:

- Access Point Indoor Lite (Tipo1) - 2x2 MIMO;

- Access Point Indoor Long Range (Tipo2) – 4x4 MU-MIMO, Wifi6 802.11ax;
- Access Point Outdoor (Tipo3) - 2x2 MIMO.

Tutti gli access point forniti devono essere conformi ai seguenti standard:

- Weatherproofing IP54;
- Certification CE;
- WiFi standards IEEE 802.11a/b/g/n/ac/k/v/r;
- Wireless security WPA-PSK, WPA-Enterprise (WPA/WPA2/WPA3).

Tutti gli access point devono rispettare i seguenti requisiti minimi:

- dual-radio con antenna e frequenze di lavoro 2.4 GHz e 5 GHz;
- power method 802.3af PoE o 802.3at PoE+;
- throughput aggregato oltre 1 Gbit/s.

E' richiesto il montaggio, l'installazione ed il collegamento, secondo le linee guida fornite dal produttore che unitamente a quanto riportato nel presente documento sono da considerarsi vincolo di progetto.

Il numero e la posizione degli access point sono definiti nei punti successivi.

## **Modulo Ottico BIDI**

I moduli ottici BIDI consentono di trasmettere e ricevere segnali su diverse lunghezze d'onda (tecnologia WDM) in entrambe le direzioni, realizzando così la trasmissione bidirezionale di segnali ottici su singola fibra.

I moduli ottici richiesti sono di due tipi:

- SFP, BIDI, 1000Base, 1310TX/1490nmRX (e viceversa), SMF, 10km, LC simplex, DOM (tipo1);
- SFP+, BIDI, 10GBase, 1270TX/1330nmRX (e viceversa), SMF, 10km, LC, DOM (tipo2).

I moduli ottici devono essere forniti a coppia: 1310TX/1490nmRX e 1490TX/1310nmRX.

## **Servizio di installazione degli apparati attivi della Rete LAN**

Gli apparati attivi, che consentono l'alloggiamento su rack, devono essere installati:

- inserendo eventuali moduli interni ed esterni all'apparato;
- nel caso di montaggio su rack, ancorando ai montanti le apposite staffe di sostegno. La posizione dell'apparato all'interno del rack e delle staffe relative (nella parte frontale, centrale o posteriore dell'apparato), va determinata dalla maggior convenienza in termini di accessibilità alle porte dell'apparato e di stabilità dello stesso;
- collegando i cavi di rete e di alimentazione. La connessione dei cavi di rete deve includere le operazioni di etichettatura degli stessi.

Nel caso di apparati attivi che non consentano l'ancoraggio ai montanti del rack, essi devono essere alloggiati su appositi ripiani, mantenendo adeguato spazio libero per le operazioni di esercizio e manutenzione sugli stessi e per consentire un appropriato riflusso di aria.

## **Descrizione dell'architettura logica della rete attiva**

La rete si compone anche di una parte logica che va configurata a dovere per consentire l'utilizzo delle rete stessa e al contempo per garantire i livelli di sicurezza richiesti anche dalle "Misure minime di sicurezza ICT per le pubbliche amministrazioni".

### **Configurazione del datalink layer**

La rete deve essere segmentata in modo tale da segregare gli accessi in base ai ruoli sia degli utenti che ne fanno uso sia degli apparati di rete coinvolti.

Per la segmentazione di rete deve essere utilizzato il protocollo IEEE 802.1Q che consente di inserire un tag (VLAN tag) per separare la rete fisica in più reti logiche. Segue un elenco delle reti e dei relativi vlan tag che devono esservi associati:

- rete di management - VLAN tag 100;
- rete per il VOIP - VLAN tag 200;
- rete wi-fi - VLAN tag 1000 (per segmentare diverse aree wi-fi è possibile scegliere un tag per ogni area all'interno del range 1000-1100);
- rete aule - VLAN tag 2000;
- rete uffici - VLAN tag 3000 (per segmentare i diversi uffici è possibile scegliere un tag per ogni ufficio all'interno del range 3000-3100);
- rete laboratori - VLAN tag 4000 (per segmentare i diversi laboratori è possibile scegliere un tag per ogni laboratorio all'interno del range 4000-4100);

Le VLAN configurate per ogni switch di zona devono essere poste untagged sulle porte collegate ai punti rete facenti parte delle specifiche reti. Ad esempio i punti rete della aule, attestati sul patch panel di un armadio di zona e collegati alle relative porte dello switch di zona, devono far parte della VLAN aule e devono essere poste in accesso (untagged).

Le porte degli switch sulle quali vanno collegati gli AP devono essere poste untagged per la VLAN di management e tagged per la VLAN di ogni area wi-fi.

Le porte di uplink (SFP+ 10Gbit/s) degli switch di zona devono essere poste in modalità tagged per tutte le VLAN che gli switch devono gestire, in modo tale da consentire lo switching da e verso la dorsale.

Le porte di uplink degli switch di zona devono essere collegate sulle porte SFP+ 10Gbit/s dello switch “centro stella” di dorsale. Una porta SFP+ 10Gbit/s di quest’ultimo switch deve essere collegata al server e deve essere configurata in modalità tagged per tutte le VLAN utilizzate.

## **Configurazione dei servizi di rete**

Per ogni rete segmentata a livello 2 (VLAN) è necessario riservare uno spazio di indirizzamento IP sufficientemente grande per poter gestire gli apparati che si prevede possano collegarsi alla rete, tenendo in considerazione ampliamenti futuri.

I servizi software necessari al corretto funzionamento della rete devono essere erogati dal server dove deve essere installato il Sistema Operativo GNU/Linux “Debian”.

I servizi necessari sono i seguenti:

- Routing IP;
- Firewall;
- DHCP;
- DNS;
- NTP;
- VPN;
- Log;
- AP controller;
- Centralino VoIP.

I servizi di AP controller, Centralino VoIP e Server VPN, devono essere installati una sola volta unicamente nel server della sede centrale dell’Istituto.

## **Routing e indirizzamento IP**

Il routing IP deve essere effettuato utilizzando le funzionalità del kernel Linux e deve essere configurato attraverso i tool opensource di sistema (es. iproute2).

In particolare, all'interno della macchina, devono essere configurate tutte le VLAN esistenti, la cui comunicazione è consentita attraverso la porta SFP+ 10Gbit/s collegata allo switch centro stella di dorsale.

Per ogni interfaccia relativa alla specifica VLAN va configurato uno spazio di indirizzamento IP di dimensione adeguata tenendo in considerazione anche evoluzioni future della rete e del suo utilizzo.

Per le reti interne, in IPv4, vanno utilizzati esclusivamente indirizzamenti privati, classi A, B o C.

## **Firewall**

Secondo quanto previsto dalle "Misure minime di sicurezza ICT per le pubbliche amministrazioni", oltre che dal "buon senso", la rete logica deve essere protetta perimetralmente attraverso l'installazione e la configurazione di un servizio di firewall.

Il firewall deve essere implementato via software attraverso l'uso di tecnologia open source. In particolare deve essere utilizzato netfilter come software di packet filtering, opportunamente configurato attraverso l'uso del software iptables seguendo le linee guida che seguono.

- La politica di default per gli accessi dall'esterno deve essere DROP: nessun accesso dall'esterno deve essere consentito, soltanto i pacchetti relativi a connessioni iniziate dall'interno devono poter "passare" (stato RELATED, ESTABLISHED);
- l'accesso ad Internet da parte degli utilizzatori della rete interna deve essere consentito a tutte le reti IP appartenenti alle VLAN ad eccezione della rete di management;
- per consentire l'accesso ad Internet alle reti interne abilitate è necessario definire una regola di NAT (Network Address Translation) sull'indirizzo IPv4 WAN assegnato dal provider di connettività Internet;
- per tutte le reti IP interne deve essere consentito l'accesso al server DNS interno per la risoluzione dei nomi, al server DHCP interno per il rilascio degli indirizzi ed al server NTP interno per la sincronizzazione degli orologi dei sistemi. In particolare, le richieste a server DNS che fossero all'esterno della rete devono essere redirezionate verso il server DNS interno, in modo tale da poter limitare ai soli utenti più

esperti la possibilità di evadere le misure di sicurezza nella risoluzione dei nomi che devono essere applicate sul DNS interno;

- per la rete interna di management, deve essere consentito l'accesso al server di log (rsyslog), per garantire la possibilità di collezionare in ogni momento i log con lo stato degli apparati attivi di tutta la rete interna;
- per la rete interna VoIP deve essere consentito l'accesso al server di centralino VoIP Asterisk;
- dall'esterno deve essere consentita la connessione verso la porta sulla quale deve essere in ascolto il servizio VPN di management;
- deve essere consentito il forward dalla rete VPN verso la rete di management e verso la rete VoIP;
- dall'esterno, per la macchina con il servizio firewall, deve essere consentito il ping (ICMP type 8: echo request), ma deve essere protetto con opportune regole per limitare il "ping flood";
- devono essere presenti regole per evitare "IP spoofing" dalla reti interne verso l'esterno e viceversa, in particolare il forward deve essere consentito soltanto per i client che possiedono un IP che sia coerente con le assegnazioni per la specifica VLAN di appartenenza. Se ad esempio la rete per la VLAN di management è 172.16.0.0/24, non deve essere possibile il forward per un dispositivo che sia in quella VLAN ma che abbia un indirizzo che non ricada nell'indirizzamento atteso (cioè all'interno della rete 172.16.0.0/24).

## **DHCP**

Il servizio DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) consente ai sistemi in rete di poter ottenere automaticamente la configurazione IP. Il servizio si compone di una parte client (all'interno dei dispositivi di rete che si connettono alla rete) e di una parte server.

Per la parte server deve essere utilizzato software opensource in particolare o ISC DHCP Server oppure Dnsmasq.

La configurazione deve rispettare i seguenti punti:

- per la rete IP delle aule e delle aree wi-fi deve essere rilasciata in automatico la configurazione IP per il 90% dello spazio disponibile, il 10% deve essere riservato per eventuali dispositivi di rete che necessitano di un'assegnazione statica degli IP, da effettuare utilizzando la funzionalità di "address reservation" del server DHCP scelto;

- per la rete di management la configurazione IP deve avvenire in automatico per il 50% dello spazio disponibile, il 50% residuo deve essere riservato per tutti i dispositivi di rete che erogano i servizi di rete ed è da effettuare utilizzando la funzionalità di “address reservation” del server DHCP scelto;
- per le reti di laboratorio e le reti d’ufficio la configurazione deve avvenire in automatico per l’80% dello spazio a disposizione, il 20% residuo deve essere riservato per eventuali dispositivi di rete che necessitano di una assegnazione statica degli IP (es. stampanti, scanner, ecc...), da effettuare utilizzando la funzionalità di “address reservation” del server DHCP scelto;
- per la rete relativa al VoIP la configurazione IP deve avvenire in automatico per il 10% dello spazio disponibile, il 90% residuo deve essere riservato per tutti i dispositivi di rete che erogano i servizi VoIP (es. telefoni, ATA, ecc...) ed è da effettuare utilizzando la funzionalità di “address reservation” del server DHCP scelto;
- il server DHCP deve fornire in automatico anche gli indirizzi del server DNS e del server NTP interni.

## **DNS**

Il server DNS è il server che consente la risoluzione dei nomi a dominio. Il servizio DNS deve essere erogato attraverso l’uso del software opensource BIND.

La configurazione deve rispettare i seguenti punti:

- la scuola deve avere un nome di dominio interno (es nome-scuola.net);
- per le reti delle aule e per tutte le reti alle quali possono aver accesso gli alunni, la risoluzione deve essere filtrata in modo tale da escludere, per quanto possibile, la risoluzione di contenuti per adulti o in generale contenuti non adatti ai minori;
- il server DNS non deve essere raggiungibile dall’esterno e deve fare da resolver esclusivamente per le reti interne;
- tutti i servizi erogati (es. NTP, DNS, Log server, ecc...), devono avere un nome associato (es. ntp.nome-scuola.net);
- i servizi accessibili soltanto da alcune reti interne (es. Log server), devono essere risolvibili esclusivamente dalle reti che possono accedervi

(es. log.nome-scuola.net risolvibile esclusivamente dalla rete di management);

- tutti gli apparati di rete della rete di management aventi indirizzi IP riservati devono avere un corrispondente nome a dominio interno risolvibile (es. switch01.nome-scuola.net).

## **NTP**

Il protocollo NTP consente di mantenere sincronizzati gli orologi dei vari dispositivi connessi alla rete, ricopre una fondamentale importanza soprattutto per gli apparati facenti parte della rete di management, perché consente loro di poter inserire sempre l'orario corretto all'interno degli eventi di log che possono generare ai cambiamenti di stato.

Il server NTP deve essere implementato con tecnologia opensource utilizzando il demone in ambiente GNU/Linux ntpd.

Per la configurazione è necessario che sia consentita la sola sincronizzazione dell'orario con quella del server NTP interno, per tutti gli apparati connessi alla rete. Il server NTP interno, invece, deve mantenersi sincronizzato con i server esposti dalla distribuzione GNU/Linux in uso (es. i server NTP di Debian), oppure con quelli elencati di seguito:

0.it.pool.ntp.org

1.it.pool.ntp.org

2.it.pool.ntp.org

3.it.pool.ntp.org

## **VPN**

La VPN (Virtual Private Network) è una tecnologia che consente di accedere da remoto, attraverso un collegamento pubblico, ad una rete privata in maniera sicura.

Il software da utilizzare per instaurare la VPN deve essere OpenVPN.

La configurazione deve rispettare quanto segue:

- deve essere creata una CA (Certificate Authority) per la firma dei certificati client e del certificato server;
- deve essere prodotto un certificato X.509 per il server e per ogni client che deve accedere alla VPN: il certificato deve utilizzare RSA a 4096 bit per le chiavi asimmetriche;
- l'autenticazione deve avvenire attraverso l'uso dei certificati con chiave asimmetrica, mentre la cifratura del canale deve avvenire attraverso l'uso del protocollo simmetrico AES 256 bit (AES-256-GCM);
- deve essere implementata la PFS (Perfect Forward Secrecy) attraverso l'uso di Ephemeral Diffie-Hellman;
- deve essere utilizzata una chiave simmetrica come sistema di "port knocking", per limitare attacchi di tipo DoS e limitare l'individuazione, attraverso port scanning, della VPN sulla rete pubblica;
- deve essere generata la CRL (Certificate Revocation List) e il server VPN deve essere configurato in modo tale che, ad ogni accesso, venga verificato all'interno della lista se il certificato presentato dal client sia stato revocato, negandogli, in tal caso, l'accesso;
- la VPN deve essere di livello 3 (tun), ad ogni client deve essere associato un singolo IP che deve essere sempre lo stesso ad ogni connessione, inoltre deve essere consentito l'accesso al solo servizio SSH della macchina che ospita tutti i servizi e consente l'accesso all'intera rete e, per i client che rappresentano i plessi scolastici, deve essere consentito il forward tra le reti VoIP in modo tale da poter passare le chiamate anche attraverso i plessi;
- **non** deve essere **attivata** la comunicazione diretta tra client (opzione "client-to-client"), poiché tutto il traffico deve passare attraverso il firewall per il filtraggio;
- i certificati client devono essere assegnati soltanto alle macchine server dei plessi e alle persone incaricate della gestione della rete e devono essere prontamente revocati in caso di smarrimento, furto o cambio d'incarico/responsabilità da parte delle persone che curano la manutenzione.

## Log

Il log server è di fondamentale importanza per poter gestire in un unico punto tutte le anomalie di rete che possono verificarsi durante il normale esercizio.

Il software opensource da utilizzare è rsyslog.

Per quanto riguarda la configurazione è necessario che il server sia in ascolto in locale e sulla rete di management in modo tale che possa raccogliere tutti gli eventi trasmessi dalla macchina locale e dagli apparati di rete che devono essere opportunamente configurati per l'invio dei messaggi sul nome a dominio del server rsyslog.

Il server deve raccogliere tutti gli eventi in un file di log che deve essere ruotato ogni giorno utilizzando il software opensource logrotate, inoltre i log vanno mantenuti per almeno 6 mesi.

## **AP Controller**

Il software di controllo degli AP è di fondamentale importanza e consente di gestire tutti gli access point delle aree wi-fi in un unico punto.

Il software di controllo deve girare su una macchina virtuale. Quest'ultima deve essere connessa alla rete di management attraverso un'interfaccia di rete virtuale, in modo tale da poter riconoscere ed associare tutti gli AP.

Come software di virtualizzazione deve essere utilizzato KVM e deve essere utilizzato Libvirt per la configurazione della macchina virtuale.

## **Centralino VoIP**

Il centralino VoIP consente la completa gestione delle telefonate entranti ed il passaggio delle chiamate dall'esterno verso l'interno e tra interni.

Il software da utilizzare è Asterisk.

Asterisk deve girare su una macchina virtuale all'interno di una distribuzione GNU/Linux. La macchina virtuale deve essere connessa alla rete interna per il VoIP attraverso un'interfaccia di rete virtuale, in modo tale da poter comunicare con tutti i dispositivi VoIP presenti all'interno della rete.

La configurazione da effettuare deve rispettare quanto segue:

- Il centralino deve poter ricevere ed effettuare chiamate da uno o più account VoIP pubblici registrati a nome dell'Istituto;
- ogni telefono collegato al centralino deve essere all'interno di un contesto "interni". Ad ogni interno deve essere associato un numero interno per potersi chiamare fra interni e ognuno deve poter passare le chiamate a tutti gli altri interni;

- i nomi utente degli account SIP per gli interni **non** devono coincidere con il numero associato (es. se un collaboratore scolastico può essere contattato con il numero 103, il suo nome utente SIP non può essere 103);
- le password scelte per gli account SIP interni non devono coincidere con il nome utente e non devono essere banali;
- devono essere create le seguenti code:
  - personale;
  - segreteria didattica;
  - amministrazione e protocollo;
  - affari generali;
  - collaboratori scolastici.
- All'interno delle code devono essere inseriti uno o più interni a seconda delle necessità della scuola, tenendo presente che un interno può far parte di più code contemporaneamente se necessario;
- tutti gli interni facenti parte di una coda devono squillare contemporaneamente (ringall);
- deve essere predisposto un IVR (Interactive Voice Response) per le chiamate entranti con le seguenti mappature:
  - tasto 1 → coda personale;
  - tasto 2 → coda segreteria didattica;
  - tasto 3 → coda amministrazione e protocollo;
  - tasto 4 → affari generali;
  - tasto 0 (default se non viene effettuata una selezione) → collaboratori scolastici.
- Il centralino non deve avere porte TCP/UDP esposte verso l'esterno e deve avere tutte le configurazioni necessarie per consentirgli di comunicare verso le trunk (attraverso il NAT) e verso gli interni.

## **Adeguamento impianto elettrico per alimentazione armadi rack**

L'impianto elettrico deve essere adeguato per consentire l'alimentazione degli armadi rack.

Per ogni armadio rack deve essere realizzata, se non già esistente, una linea elettrica dedicata che lo colleghi al quadro elettrico di piano. Ogni linea elettrica deve essere protetta da un interruttore automatico magnetotermico differenziale da installare nel quadro elettrico di piano o, dove questo non fosse possibile, in quadro da parete o incasso con portello trasparente, equipaggiato con guida DIN 35 in resina, IP 54/65 per 8 moduli disposti su una fila. La linea deve essere terminata all'interno dell'armadio con una presa CEE da parete con coperchietto di protezione e custodia in tecnopolimero autoestinguente. Se non sono già presenti tubazioni disponibili per la posa, il cavo elettrico deve essere posato all'interno di una canala portacavi in PVC rigido di nuova posa.

## **Fornitura richiesta**

A seguito dei sopralluoghi svolti e sulla base delle informazioni raccolte, è richiesta la fornitura che segue.

I prezzi indicati per le forniture sono espressi in euro ed offrono una stima indicativa sul valore della fornitura richiesta al momento della stesura del progetto.

I punti rete e gli access point vanno posizionati come riportato nelle planimetrie degli edifici. Le planimetrie verranno fornite dall'Amministrazione entro l'inizio dei lavori.

Le sedi interessate sono:

- Plesso "Toscanini"
- Plesso "Chiovini"
- Plesso "Vico"
- Plesso "Torricella Nord"
- Plesso "Torricella Nord Infanzia"

### **Plesso "Toscanini" – Via Flavio Andò 15**

L'edificio dispone di n°10 Access Point che rispondono ai requisiti posti per gli Access Point Indoor Lite (tipo1). Gli access point preesistenti e di nuova fornitura devono essere collegati alla rete attraverso un nuovo cablaggio.

Il servizio di connettività Internet è fornito, in tecnologia FWA, attraverso un apparato (CPE) installato sul tetto dell'edificio. La CPE è attualmente collegata all'armadio rack del laboratorio di informatica al primo piano dell'edificio. Tale collegamento deve essere "spostato" all'interno del rack di zona situato nel corridoio del primo piano dove deve essere installato anche il server e lo switch centro stella.

Nel laboratorio di informatica deve essere installato un nuovo switch 24 porte e, quest'ultimo, deve essere collegato in fibra ottica allo switch centro stella.

Tabella 1. Tabella fornitura "Toscanini"

	Descrizione	Quantità	Unità di misura
<b>1</b>	<b>Elementi di rete passivi e Apparati di rete attivi</b>		
1:01	<b>Apparati passivi</b> (fornitura e posa)		
	Armadio rack (tipo2)	3	pezzi
	Cavo UTP cat.6 LSZH	1782	metri
	Punto rete finito	28	pezzi
	Pannelli di permutazione 24	3	pezzi
	Bretelle in rame (patch cord) l. 0,5mt	56	pezzi
	Bretelle in rame (patch cord) l. 2mt	1	pezzi
	Bretelle in rame (work area cable) l. 5mt	8	pezzi
	Cavo loose SM 24 f.o.	100	metri
	Pannelli di permutazione ottica (24)	6	pezzi
	Connettore ottico pigtail	12	pezzi
	Bretella ottica SC/APC - SC/APC l. 1mt	3	pezzi
	Bretella ottica SC/APC - LC/UPC l. 2mt	6	pezzi
	Bretella ottica LC/UPC - LC/UPC l. 2mt	1	pezzi
	Pannelli di distribuzione dell'energia (PDU)	3	pezzi
1:02	<b>Apparati attivi</b> (fornitura e posa)		
	Server	1	pezzi
	Switch 24	1	pezzi
	Switch 24 POE	3	pezzi
	Switch 8 (10G)	1	pezzi
	Access Point Indoor Lite	1	pezzi

	Access Point Indoor Long Range	6	pezzi
	Access Point Outdoor	0	pezzi
	Modulo Ottico SFP+ 10G bidi	8	pezzi
	Modulo Ottico SFP+ 1G bidi	0	pezzi
<b>2</b>	<b>Servizi Accessori</b>		
2:01	Configurazione della logica e dei servizi di rete	-	a corpo
2:02	Gestione della rete LAN (1 anno)	-	a corpo
2:03	Servizio di assistenza (1 anno)	-	a corpo
<b>3</b>	<b>Opere accessorie alla fornitura</b>		
3:01	<b>Infrastruttura di posa</b> - Fornitura e posa in opera di tubazioni e/o canale portacavi in PVC rigido incluse scatole di derivazione e tutti gli elementi necessari e accessori per la completa realizzazione dell'infrastruttura	640	metri
3:02	<b>Posa del sistema di cablaggio</b> - Infilaggio di tutti i cavi (rame e fibra ottica) inclusa l'attestazione sui pannelli di permutazione, nei punti rete e la terminazione dei cavi per gli access point.	69	linee
3:03	<b>Adeguamento impianto elettrico per alimentazione armadio rack</b> - L'impianto comprende la fornitura e posa in opera di un interruttore automatico magnetotermico, dei cavi elettrici e relativa canale e di una presa schuko a parete.	3	pezzi

## Plesso "Chiovini" - Via G. Zirardini 6

L'edificio dispone di n°8 Access Point che rispondono ai requisiti posti per gli Access Point Indoor Lite (tipo1). Gli access point preesistenti e di nuova fornitura devono essere collegati alla rete attraverso un nuovo cablaggio.

Il servizio di connettività Internet è fornito, in tecnologia FWA, attraverso un apparato (CPE) installato sul tetto dell'edificio. La CPE è collegata con l'interno del laboratorio di informatica al primo piano dell'edificio.

Nel laboratorio di informatica deve essere installato un armadio rack e al suo interno devono essere alloggiati: lo switch del laboratorio e lo switch di zona.

Tabella 2. Tabella fornitura "Chiovini"

	Descrizione	Quantità	Unità di misura
<b>1</b>	<b>Elementi di rete passivi e Apparati di rete attivi</b>		
1:01	<b>Apparati passivi</b> (fornitura e posa)		
	Armadio rack (tipo2)	2	pezzi
	Cavo UTP cat.6 LSZH	1500	metri
	Punto rete finito	6	pezzi
	Pannello di permutazione 24	2	pezzi
	Bretelle in rame (patch cord) l. 0,5mt	25	pezzi
	Bretelle in rame (patch cord) l. 2mt	1	pezzi
	Bretelle in rame (work area cable) l. 5mt	12	pezzi
	Cavo loose SM 24 f.o.	100	metri
	Pannelli di permutazione ottica (24)	2	pezzi
	Connettore ottico pigtail	4	pezzi
	Bretella ottica SC/APC - SC/APC l. 1mt	0	pezzi
	Bretella ottica SC/APC - LC/UPC l. 2mt	2	pezzi
	Bretella ottica LC/UPC - LC/UPC l. 2mt	2	pezzi

	Pannelli di distribuzione dell'energia (PDU)	2	pezzi	
1:02	<b>Apparati attivi</b> (fornitura e posa)			
	Server	1	pezzi	
	Switch 24	1	pezzi	
	Switch 24 POE	2	pezzi	
	Switch 8 (10G)	0	pezzi	
	Access Point Indoor Lite	5	pezzi	
	Access Point Indoor Long Range	4	pezzi	
	Access Point Outdoor	2	pezzi	
	Modulo Ottico SFP+ 10G bidi	4	pezzi	
	Modulo Ottico SFP+ 1G bidi	2	pezzi	
<b>2</b>	<b>Servizi Accessori</b>			
2:01	Configurazione della logica e dei servizi di rete	-	a corpo	
2:02	Gestione della rete LAN (1 anno)	-	a corpo	
2:03	Servizio di assistenza (1 anno)	-	a corpo	
<b>3</b>	<b>Opere accessorie alla fornitura</b>			
3:01	<b>Infrastruttura di posa</b> - Fornitura e posa in opera di tubazioni e/o canale portacavi in PVC rigido incluse scatole di derivazione e tutti gli elementi necessari e accessori per la completa realizzazione dell'infrastruttura	500	metri	
	3:02	<b>Posa del sistema di cablaggio</b> - Infilaggio di tutti i cavi (rame e fibra ottica) inclusa l'attestazione sui pannelli di permutazione, nei punti rete e la terminazione dei cavi per gli access point.	27	linee
		3:03	<b>Adeguamento impianto elettrico per alimentazione armadio rack</b> - L'impianto comprende la fornitura e posa in opera di un	1

	interruttore automatico magnetotermico, dei cavi elettrici e relativa canalina e di una presa schuko a parete.		
--	--	--	--

## Plesso “Vico” – Piazza Filattiera 84

L'edificio dispone di n°9 Access Point che rispondono ai requisiti posti per gli Access Point Indoor Lite (tipo1). Gli access point preesistenti e di nuova fornitura devono essere collegati alla rete attraverso un nuovo cablaggio.

Il servizio di connettività Internet è fornito, in tecnologia FTTH, attraverso un apparato (CPE) installato in un armadio rack all'interno del laboratorio di informatica al piano terra dell'edificio.

La CPE deve essere “spostata” all'interno del rack di zona situato nel corridoio del piano terra dove devono essere installati anche il server e lo switch centro stella.

Nell'aula accanto al laboratorio di informatica è presente un secondo laboratorio ed un terzo è situato al primo piano dell'edificio: tutti e tre i laboratori sono dotati di un cablaggio strutturato e dispongono di uno switch con una porta SFP 1G. I laboratori devono essere collegati in f.o. allo switch centro stella 1G.

Il piano terra dell'edificio ospita gli uffici di segreteria. Gli uffici sono serviti da un cablaggio strutturato attestato a parete all'interno della stanza del DSGA. In quest'ultima deve essere installato un armadio rack in una posizione tale da consentire la terminazione dei cavi al suo interno su di un pannello di permutazione. All'interno dello stesso armadio rack deve essere posizionato anche lo switch che serve gli uffici di segreteria e deve essere realizzato, tra quest'ultimo switch e lo switch centro stella, un nuovo collegamento di dorsale in fibra ottica.

Tabella 3. Tabella fornitura "Vico"

	Descrizione	Quantità	Unità di misura
<b>1</b>	<b>Elementi di rete passivi e Apparati di rete attivi</b>		
1:01	<b>Apparati passivi</b> (fornitura e posa)		
	Armadio rack (tipo2)	3	pezzi
	Cavo UTP cat.6 LSZH	1551	metri
	Punto rete finito	32	pezzi
	Pannelli di permutazione 24	2	pezzi
	Bretelle in rame (patch cord) l. 0,5mt	47	pezzi

	Bretelle in rame (patch cord) l. 2mt	1	pezzi
	Bretelle in rame (work area cable) l. 5mt	8	pezzi
	Cavo loose SM 24 f.o.	70	metri
	Pannelli di permutazione ottica (24)	6	pezzi
	Connettore ottico pigtail	10	pezzi
	Bretella ottica SC/APC - SC/APC l. 1mt	2	pezzi
	Bretella ottica SC/APC - LC/UPC l. 2mt	3	pezzi
	Bretella ottica LC/UPC - LC/UPC l. 2mt	2	pezzi
	Pannelli di distribuzione dell'energia (PDU)	3	pezzi
	<b>Apparati attivi</b> (fornitura e posa)		
1:02	Server	1	pezzi
	Switch 24	0	pezzi
	Switch 24 POE	2	pezzi
	Switch 8 (10G)	1	pezzi
	Access Point Indoor Lite	6	pezzi
	Access Point Indoor Long Range	3	pezzi
	Access Point Outdoor	1	pezzi
	Modulo Ottico SFP+ 10G bidi	6	pezzi
	Modulo Ottico SFP+ 1G bidi	6	pezzi
<b>2</b>	<b>Servizi Accessori</b>		
2:01	Configurazione della logica e dei servizi di rete (incluso Asterisk e Controller Wifi)	-	a corpo
2:02	Gestione della rete LAN (1 anno)	-	a corpo
2:03	Servizio di assistenza (1 anno)	-	a corpo
<b>3</b>	<b>Opere accessorie alla fornitura</b>		
3:01	<b>Infrastruttura di posa</b> - Fornitura e posa in opera di	470	metri

	tubazioni e/o canale portacavi in PVC rigido incluse scatole di derivazione e tutti gli elementi necessari e accessori per la completa realizzazione dell'infrastruttura		
3:02	<b>Posa del sistema di cablaggio</b> - Infilaggio di tutti i cavi (rame e fibra ottica) inclusa l'attestazione sui pannelli di permutazione, nei punti rete e la terminazione dei cavi per gli access point.	50	linee
3:03	<b>Adeguamento impianto elettrico per alimentazione armadio rack</b> - L'impianto comprende la fornitura e posa in opera di un interruttore automatico magnetotermico, dei cavi elettrici e relativa canala e di una presa schuko a parete.	2	pezzi

## Plesso “Torricella Nord” – Via Calcinaia 44

L'edificio dispone di n°9 Access Point che rispondono ai requisiti posti per gli Access Point Indoor Lite (tipo1). Gli access point preesistenti e di nuova fornitura devono essere collegati alla rete attraverso un nuovo cablaggio.

Il servizio di connettività Internet è fornito, in tecnologia FTTH, attraverso un apparato (CPE) posizionato all'interno del laboratorio di informatica al secondo piano dell'edificio.

Nel laboratorio di informatica deve essere installato un armadio rack al cui interno devono essere posizionati la CPE, lo switch del laboratorio, lo switch di zona, lo switch di centro stella e il server. All'interno del laboratorio è presente un cablaggio strutturato i cui cavi devono essere attestati su di un pannello di permutazione sempre all'interno dell'armadio rack.

Tabella 4. Tabella fornitura "Torricella Nord"

	Descrizione	Quantità	Unità di misura
<b>1</b>	<b>Elementi di rete passivi e Apparati di rete attivi</b>		
1:01	<b>Apparati passivi</b> (fornitura e posa)		
	Armadio rack (tipo2)	3	pezzi
	Cavo UTP cat.6 LSZH	1260	metri
	Punto rete finito	8	pezzi
	Pannelli di permutazione 24	3	pezzi
	Bretelle in rame (patch cord) l. 0,5mt	21	pezzi
	Bretelle in rame (patch cord) l. 2mt	1	pezzi
	Bretelle in rame (work area cable) l. 5mt	0	pezzi
	Cavo loose SM 24 f.o.	100	metri
	Pannelli di permutazione ottica (24)	6	pezzi
	Connettore ottico pigtail	6	pezzi
	Bretella ottica SC/APC - SC/APC l. 1mt	1	pezzi
	Bretella ottica SC/APC - LC/UPC l.	2	pezzi

	2mt		
	Bretella ottica LC/UPC - LC/UPC I. 2mt	3	pezzi
	Pannelli di distribuzione dell'energia (PDU)	3	pezzi
	<b>Apparati attivi</b> (fornitura e posa)		
	Server	1	pezzi
	Switch 24	1	pezzi
	Switch 24 POE	2	pezzi
1:02	Switch 8 (10G)	0	pezzi
	Access Point Indoor Lite	2	pezzi
	Access Point Indoor Long Range	2	pezzi
	Access Point Outdoor	0	pezzi
	Modulo Ottico SFP+ 10G bidi	4	pezzi
	Modulo Ottico SFP+ 1G bidi	2	pezzi
<b>2</b>	<b>Servizi Accessori</b>		
2:01	Configurazione della logica e dei servizi di rete	-	a corpo
2:02	Gestione della rete LAN (1 anno)	-	a corpo
2:03	Servizio di assistenza (1 anno)	-	a corpo
<b>3</b>	<b>Opere accessorie alla fornitura</b>		
3:01	<b>Infrastruttura di posa</b> - Fornitura e posa in opera di tubazioni e/o canale portacavi in PVC rigido incluse scatole di derivazione e tutti gli elementi necessari e accessori per la completa realizzazione dell'infrastruttura	510	metri
3:02	<b>Posa del sistema di cablaggio</b> - Infilaggio di tutti i cavi (rame e fibra ottica) inclusa l'attestazione sui pannelli di permutazione, nei punti rete e la terminazione dei cavi per gli access point.	23	linee
3:03	<b>Adeguamento impianto</b>	2	pezzi

	<p><b>elettrico per alimentazione armadio rack</b></p> <p>- L'impianto comprende la fornitura e posa in opera di un interruttore automatico magnetotermico, dei cavi elettrici e relativa canalina e di una presa schuko a parete.</p>		
--	--	--	--

## Plesso “Torricella Nord Infanzia” - Via Podenzana

L'edificio dispone di n°1 Access Point che risponde ai requisiti posti per gli Access Point Indoor Lite (tipo1). Gli Access Point preesistenti e di nuova fornitura devono essere collegati alla rete attraverso un nuovo cablaggio.

Il servizio di connettività Internet è fornito, in tecnologia FTTH, attraverso un apparato (CPE) posizionato all'interno dell'aula docenti. All'interno di quest'ultima deve essere installato l'armadio rack dove alloggiare la CPE, lo switch, il server ed il pannello di permutazione dove attestare il cablaggio.

Tabella 5. Tabella fornitura "Torricella Nord Infanzia"

	Descrizione	Quantità	Unità di misura
<b>1</b>	<b>Elementi di rete passivi e Apparatati di rete attivi</b>		
1:01	<b>Apparati passivi</b> (fornitura e posa)		
	Armadio rack (tipo2)	1	pezzi
	Cavo UTP cat.6 LSZH	300	metri
	Punto rete finito	2	pezzi
	Pannelli di permutazione 24	1	pezzi
	Bretelle in rame (patch cord) l. 0,5mt	5	pezzi
	Bretelle in rame (patch cord) l. 2mt	1	pezzi
	Bretelle in rame (work area cable) l. 5mt	0	pezzi
	Cavo loose SM 24 f.o.	0	metri
	Pannelli di permutazione ottica (24)	0	pezzi
	Connettore ottico pigtail	0	pezzi
	Bretella ottica SC/APC - SC/APC l. 1mt	0	pezzi
	Bretella ottica SC/APC - LC/UPC l. 2mt	0	pezzi
	Bretella ottica LC/UPC - LC/UPC l. 2mt	2	pezzi
	Pannelli di distribuzione	1	pezzi

	dell'energia (PDU)		
1:02	<b>Apparati attivi</b> (fornitura e posa)		
	Server	1	pezzi
	Switch 24	0	pezzi
	Switch 24 POE	1	pezzi
	Switch 8 (10G)	0	pezzi
	Access Point Indoor Lite	2	pezzi
	Access Point Indoor Long Range	0	pezzi
	Access Point Outdoor	0	pezzi
	Modulo Ottico SFP+ 10G bidi	2	pezzi
	Modulo Ottico SFP+ 1G bidi	0	pezzi
<b>2</b>	<b>Servizi Accessori</b>		
2:01	Configurazione della logica e dei servizi di rete	-	a corpo
2:02	Gestione della rete LAN (1 anno)	-	a corpo
2:03	Servizio di assistenza (1 anno)	-	a corpo
<b>3</b>	<b>Opere accessorie alla fornitura</b>		
3:01	<b>Infrastruttura di posa</b> - Fornitura e posa in opera di tubazioni e/o canale portacavi in PVC rigido incluse scatole di derivazione e tutti gli elementi necessari e accessori per la completa realizzazione dell'infrastruttura	120	metri
3:02	<b>Posa del sistema di cablaggio</b> - Infilaggio di tutti i cavi (rame e fibra ottica) inclusa l'attestazione sui pannelli di permutazione, nei punti rete e la terminazione dei cavi per gli access point.	5	linee
3:02	<b>Adeguamento impianto elettrico per alimentazione armadio rack</b> - L'impianto comprende la fornitura e posa in opera di un interruttore automatico	1	pezzi

	magnetotermico, dei cavi elettrici e relativa canalina e di una presa schuko a parete.		
--	--	--	--

## Sintesi della fornitura

Tabella 6. Tabella sintesi fornitura

	Descrizione	Quantità	Unità di misura
<b>1</b>	<b>Elementi di rete passivi e Apparati di rete attivi</b>		
1:01	<b>Apparati passivi</b> (fornitura e posa)		
	Armadio rack (tipo2)	12	pezzi
	Cavo UTP cat.6 LSZH	6393	metri
	Punto rete	76	pezzi
	Pannello di permutazione 24	11	pezzi
	Bretelle in rame (patch cord) l. 0,5mt	154	pezzi
	Bretelle in rame (patch cord) l. 2mt	5	pezzi
	Bretelle in rame (work area cable) l. 5mt	28	pezzi
	Cavo loose SM 24 f.o.	370	metri
	Pannelli di permutazione ottica (24)	21	pezzi
	Connettore ottico pigtail	32	pezzi
	Bretella ottica SC/APC - SC/APC l. 1mt	7	pezzi
	Bretella ottica SC/APC - LC/UPC l. 2mt	13	pezzi
	Bretella ottica LC/UPC - LC/UPC l. 2mt	10	pezzi
	Pannelli di distribuzione dell'energia (PDU)	12	pezzi
1:02	<b>Apparati attivi</b> (fornitura e posa)		
	Server	5	pezzi
	Switch 24	3	pezzi
	Switch 24 POE	10	pezzi

	Switch 8 (10G)	2	pezzi
	Access Point Indoor Lite	16	pezzi
	Access Point Indoor Long Range	15	pezzi
	Access Point Outdoor	3	pezzi
	Modulo Ottico SFP+ 10G bidi	24	pezzi
	Modulo Ottico SFP+ 1G bidi	10	pezzi
<b>2</b>	<b>Servizi Accessori</b>		
2:01	Configurazione della logica e dei servizi di rete	-	a corpo
2:02	Gestione della rete LAN (1 anno)	-	a corpo
2:03	Servizio di assistenza (1 anno)	-	a corpo
<b>3</b>	<b>Opere accessorie alla fornitura</b>		
3:01	<b>Infrastruttura di posa</b> - Fornitura e posa in opera di tubazioni e/o canale portacavi in PVC rigido incluse scatole di derivazione e tutti gli elementi necessari e accessori per la completa realizzazione dell'infrastruttura	2240	metri
3:02	<b>Posa del sistema di cablaggio</b> - Infilaggio di tutti i cavi (rame e fibra ottica) inclusa l'attestazione sui pannelli di permutazione, nei punti rete e la terminazione dei cavi per gli access point.	174	linee
3:03	<b>Adeguamento impianto elettrico per alimentazione armadio rack</b> - L'impianto comprende la fornitura e posa in opera di un interruttore automatico magnetotermico, dei cavi elettrici e relativa canala e di una presa schuko a parete.	9	pezzi