

Linee Guida per la Connettività della Classe 2020 e della Scuola 2020



SOMMARIO

1. Introduzione.....	2
2. La connettività alla base dell'innovazione digitale nelle scuole.....	3
2.1. Le due componenti del sistema di connettività: geografica e locale	4
2.2. La connettività geografica come accesso a Internet veloce (banda ultra larga)	4
2.3. La componente locale della connettività: impianto interno e LAN/WLAN	6
3. La scuola: un ambiente con molte necessità di connessione	7
4. Le caratteristiche dell'impianto di rete locale	9
4.1. Interfacciamento con la rete WAN	10
4.2. Rete LAN - Cablaggio strutturato e vani tecnici.....	11
4.2.1. Vani tecnici, armadi telematici e spazi di passaggio dei cavi.....	14
4.2.2. Cablaggio di dorsale (backbone).....	17
4.2.3. Cablaggio orizzontale	18
4.2.4. Documentazione dell'impianto.....	19
4.3. Rete LAN – Apparati attivi	19
4.3.1. Configurazione	20
4.4. Rete WLAN	21
5. Considerazioni sulla configurazione logica del sistema e sui servizi.....	24
6. Gestione e manutenzione	25
7. Glossario	26

1. Introduzione

Nel 2016 l'Amministrazione regionale, con l'obiettivo di rendere il sistema scolastico regionale maggiormente rispondente ai mutati bisogni educativi, assicurando nel contempo interventi coordinati e sinergici con il Piano Nazionale per la Scuola Digitale promosso dal MIUR, ha elaborato, in collaborazione con una articolata rete di soggetti istituzionali, il documento "Piano operativo strutturale per la Scuola Digitale in Friuli Venezia Giulia", individuando le caratteristiche e i contenuti dei possibili interventi che si riteneva necessario realizzare per rendere effettivo e concreto un modello regionale di Scuola Digitale.

Con Deliberazione della Giunta regionale n.1325 del 15 luglio 2016 è stato approvato il "Programma regionale per la Scuola Digitale 2016-2018", previsto all'art. 7, comma 6 della Legge regionale n.14/2012, successivamente abrogata dall'art 56 comma 1 lettera bb) della Legge regionale n.13/2018 e sostituita dall'art 39 della Legge regionale n.13/2018.

La disponibilità di un quadro d'insieme relativo alle diverse tipologie di connettività necessarie in rapporto al grado di istituto scolastico, alla dotazione strumentale didattica minima per la Classe 2020, alla dotazione di sistemi informativi necessaria per l'efficientamento dei processi amministrativi per la Scuola 2020 rappresenta infatti un prerequisito fondamentale per potenziare la digitalizzazione del sistema scolastico regionale e per definire la Programmazione 2020-2023.

La connettività, a supporto sia della didattica sia dei processi amministrativi, è un prerequisito indispensabile per il cambiamento in chiave digitale della scuola. Portare connettività a banda ultra larga negli edifici scolastici è particolarmente urgente per abbattere i costi amministrativi, per diffondere l'insegnamento e la pratica dell'utilizzo delle tecnologie sin dai primi livelli di istruzione e per consentire la costituzione di classi virtuali, mantenendo attivi luoghi di formazione primaria e secondaria in sedi disagiate e con pochi alunni, favorendo il "protagonismo" in rete degli istituti scolastici periferici che diventano anche fornitori di contenuti oltre che fruitori. Ma per essere efficiente, il servizio di connettività dovrà essere ottimizzato per una sua fruizione all'interno di tutti gli spazi scolastici come aule, laboratori, biblioteche, sale insegnanti e uffici amministrativi. D'altra parte, portare la banda ultra larga negli edifici scolastici, senza nello stesso tempo disporre di adeguati impianti di connettività interni, determina l'impossibilità di sfruttare al meglio l'aumento di velocità dei collegamenti geografici.

Obiettivo delle presenti Linee Guida è pertanto fornire agli istituti scolastici un primo Vademecum per orientarsi nel contesto della connettività interna degli edifici, descrivendone caratteristiche e funzionalità. Il documento è destinato primariamente agli Istituti Comprensivi che, vista l'eterogeneità dei gradi scolastici di cui sono composti e la numerosità a volte elevata dei plessi, talvolta non dispongono di competenze specifiche in materia. In ogni caso, le linee guida non intendono essere esaustive ma rappresentano un compendio di riferimento per orientare i referenti scolastici (tecnici, animatori digitali, personale ATA ...) nelle proprie scelte sulla base delle esigenze specifiche dell'istituto ed essere in grado di verificare i risultati degli incarichi eventualmente affidati a soggetti attuatori esterni.

2. La connettività alla base dell'innovazione digitale nelle scuole

La rivoluzione digitale a cui stiamo assistendo in questi ultimi decenni, ha avuto e continua ad avere un profondo impatto sul mondo dell'educazione e della formazione. Per cogliere tutte le opportunità che il digitale offre, è necessario che il sistema educativo si adatti rapidamente ai nuovi contenuti, alle moderne infrastrutture e alle diverse metodologie che il nuovo mondo è in grado di offrire. Purtroppo ancor oggi, i programmi scolastici non riescono a fornire gli strumenti e il quadro metodologico necessario per garantire che l'evoluzione delle tecnologie digitali e dell'ITC sia utilizzata con successo. È però indubbio che l'ITC permette di apprendere meglio, in modo più efficiente e creativo, di portare innovazione, di imparare a risolvere problemi complessi e di avere facilmente accesso alle più ampie e aggiornate informazioni.

La condizione sine qua non per una Scuola Digitale è quella di disporre di Classi Connesse con connettività a banda ultra larga a costi accessibili e dotate di strumenti digitali moderni. Il servizio di connettività inteso come accesso veloce alla rete Internet è attualmente il requisito principale di ogni Istituzione Scolastica per soddisfare le proprie necessità sia didattiche che amministrative. La didattica digitale necessita di connettività per la ricerca di informazioni in rete, per l'utilizzo di APP e di piattaforme di condivisione in cloud per produrre e per fruire materiale didattico digitale, per l'uso di strumenti come i tablet il cui utilizzo ha significato solamente se connessi e per sfruttare le numerose piattaforme di e-learning disponibili in rete. Dal punto di vista amministrativo, un Istituto Scolastico ha notevoli vantaggi ad operare la dematerializzazione dei propri processi gestionali ed amministrativi al fine di lavorare in modo più efficiente, con dati coerenti, raggiungibili, non duplicati, comunicando in modo più immediato ed efficace. Strumenti come il registro elettronico, il sito web istituzionale dell'istituto scolastico, il protocollo informatico, la conservazione digitale dei documenti, la trasparenza degli atti sono tutti elementi che necessitano di un ambiente di esercizio connesso. Sono inoltre importanti anche gli aspetti che riguardano la continuità di erogazione del servizio di connettività.

Vanno infine menzionati due interventi normativi che hanno posto il tema della sicurezza informatica all'ordine del giorno e richiedono che il tema della sicurezza stessa venga tenuto presente e contemplato fin dalle prime fasi di progettazione dell'infrastruttura informatica:

1. A partire dal 25 maggio 2018 è direttamente applicabile in tutti gli Stati membri il Regolamento Ue 2016/679, noto come GDPR (General Data Protection Regulation); un chiaro riferimento alle misure di sicurezza si trova nell'art. 22 quando si chiarisce che il titolare del trattamento mette in atto misure tecniche e organizzative adeguate per garantire, ed essere in grado di dimostrare, che il trattamento dei dati personali è effettuato conformemente al Regolamento (principio di accountability), mentre, più nello specifico, l'art. 32 del Regolamento ne parla a proposito della sicurezza del trattamento.
2. In base a quanto stabilito dall'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID) e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 4 aprile 2017, tutte le Pubbliche Amministrazioni, ivi compresi gli istituti scolastici (nota Miur n. 3015 del 20/12/2017), sono tenute ad adottare le "Misure minime di sicurezza ICT per le pubbliche amministrazioni"

2.1. Le due componenti del sistema di connettività: geografica e locale

Il servizio di collegamento alle rete Internet si basa su un sistema di connettività la cui architettura è costituita essenzialmente da due componenti: la connettività geografica e quella locale.

- La connettività geografica (WAN) può essere definita come l'insieme dei collegamenti ad Internet o fra le diverse sedi dello stesso Ente; in questo caso tipicamente vengono utilizzate connessioni fornite da Provider. In alcuni contesti, i collegamenti geografici a livello cittadino vengono definiti MAN. Nel caso di collegamento tra più sedi dello stesso Ente, si parla di rete intranet, che può essere considerata un'estensione della rete della singola sede.
- La connettività locale (LAN) consiste dei collegamenti all'interno di una sede, sia nel caso di un singolo edificio o di più edifici all'interno di un comprensorio; in questo caso tipicamente vengono utilizzati collegamenti "privati" del soggetto che gestisce la sede.

2.2. La connettività geografica come accesso a Internet veloce (banda ultra larga)

In assenza di un collegamento diretto ad un'infrastruttura pubblica di connettività, per un Istituto Scolastico la modalità standard di approvvigionamento di connessione dati a livello geografico è costituita dalla convenzione quadro CONSIP SPC per le Pubbliche Amministrazioni. Per l'attivazione dei collegamenti deve essere contattato uno dei Provider affidatari e predisposto un piano dei fabbisogni, cioè una lista dei collegamenti richiesti con le relative caratteristiche tecniche; si procede quindi alla stipula del contratto esecutivo OPA tra l'operatore e l'amministrazione.

Nel caso di collegamenti Internet il parametro più rilevante da considerare è la banda trasmissiva. Non è possibile ovviamente definire delle regole generali a priori per il dimensionamento del collegamento. Per piccole realtà può essere sufficiente un collegamento di tipo ADSL, basato sull'utilizzo del doppino telefonico e che, a seconda della copertura del servizio presso la sede interessata, potrà raggiungere diversi livelli di prestazioni (con la disponibilità delle tecnologie ADSL2 e ADSL2+). All'aumentare delle dimensioni della sede, può essere considerato l'utilizzo di più collegamenti in parallelo ma in questo caso è necessaria la presenza di un dispositivo che distribuisca i flussi di traffico sui vari collegamenti; più comunemente si passa all'utilizzo di connessioni su fibra ottica (FTTC – con rilegamento in rame dell'ultima tratta, o FTTH – con collegamento interamente in fibra). Si tenga inoltre conto che la tecnologia ADSL è asimmetrica (prevede cioè velocità di upload diverse da quelle di download), ed è adatta quindi ad applicazioni quali la normale navigazione web e lo streaming audio/video. Sono penalizzate invece applicazioni come la condivisione dei dati e le comunicazioni di fonia su IP (VoIP).

Nei contratti commerciali per servizi di connettività, a fronte di un costo aggiuntivo, può essere previsto che almeno una parte della banda trasmissiva massima sia garantita in ogni momento (banda trasmissiva garantita). Anche in questo caso, non è possibile dare indicazioni generali sempre valide. Specialmente nel caso di realtà di dimensioni rilevanti e di utilizzo di applicazioni che prevedono la presenza di un flusso continuo di dati, come le comunicazioni di fonia su IP, è comunque consigliabile assicurarsi la disponibilità di una percentuale di banda trasmissiva garantita atta a supportare il funzionamento di tali servizi. E' inoltre da tenere presente l'eventuale necessità, in casi particolari, di

disporre di uno o più indirizzi IP pubblici assegnati staticamente o di indirizzi IPv6 per offrire servizi su Internet.

In generale, nel contratto dovrebbero essere previsti dei livelli di servizio (SLA) per quanto riguarda la disponibilità del collegamento ed i tempi di ripristino in caso di guasto. L'adeguatezza di tali parametri dovrà essere valutata sulla base della criticità delle applicazioni utilizzate sul collegamento. Per esempio, in presenza di servizi ritenuti molto importanti, per i quali qualsiasi interruzione comporterebbe notevoli disagi, andrebbe prevista la presenza di SLA più stringenti. In tali casi, dovrebbe essere prevista anche l'attivazione automatica di collegamenti ridondati, in modo da evitare l'interruzione del servizio nel caso di guasto su una delle connessioni, tenendo sempre conto che la banda del collegamento di scorta dovrà essere adeguata a supportare i servizi ritenuti essenziali.

Per garantire una migliore gestione dei guasti, è opportuno che nella fase di attivazione del contratto vengano identificati chiaramente i riferimenti da contattare e l'eventuale procedura di "escalation".

La copertura geografica dei servizi può essere verificata consultando i portali web dei vari operatori di telecomunicazioni e in alcuni casi, specialmente in zone nelle quali è carente la presenza di connettività fissa (cioè via cavo telefonico o fibra ottica) a banda ultralarga, può essere opportuno valutare le possibilità di collegamento ad Internet con tecnologia Wireless (WiMax, HiperLAN o le altre tecnologie offerte in modalità FWA). Tale possibilità viene offerta in alcuni casi da operatori locali che offrono il loro servizio in zone specifiche della Regione Friuli Venezia Giulia.

Dal punto di vista finanziario, il Piano Nazionale Scuola Digitale (PNSD) prevede nell'Azione #3 "Canone di Connettività: il diritto a internet parte a scuola" aiuti economici alle scuole per l'acquisizione di collegamenti ad Internet tramite canoni di connettività da parte degli operatori. In Regione ci sono molti casi in cui le Province e diversi Comuni, in qualità di proprietari degli immobili scolastici, hanno un ruolo virtuoso nel coprire, in parte, o completamente, i costi per un'adeguata connettività dei plessi scolastici.

Va tuttavia evidenziato che la Regione Friuli Venezia Giulia già dal 2005 con il programmaERMES ha deciso di dotarsi di una propria infrastruttura di proprietà pubblica basata sulla tecnologia in fibra ottica e che detta infrastruttura raggiunge tutti i Comuni del territorio regionale, con la finalità di soddisfare le crescenti necessità di efficacia, efficienza, economicità e competitività dei servizi della Pubblica Amministrazione.

Grazie quindi al Programma regionaleERMES che, con una rete dorsale di oltre 1.600 km, raggiunge tutti i Comuni del Friuli Venezia Giulia, sono già stati collegati in fibra ottica più di 370 edifici scolastici, un centinaio dei quali nei Comuni capoluogo, ove sono in fase di ultimazione le reti metropolitane (MAN), mentre per il collegamento delle restanti sedi la Regione Friuli Venezia Giulia ha destinato ingenti risorse che si aggiungono a quelle già stanziare dal Governo, nell'ambito dell'Accordo di Programma per lo Sviluppo della Banda Ultra Larga tra la Regione e il Ministero dello Sviluppo Economico. Detto accordo prevede infatti che ad una prima fase, nella quale si provvederà a collegare in modalità Fiber To The Home (FTTH) tutte le pubbliche amministrazioni locali e centrali, scuole comprese, situate nelle aree bianche del territorio regionale, segua una seconda fase con l'obiettivo, tra le altre cose, di dotare tutti i plessi scolastici una connettività a 1Gbps.

Grazie quindi all'integrazione tra il progetto ERMES e il Piano Banda Ultra Larga, nelle sue diverse fasi di infrastrutturazione e sostegno alla domanda e che del progetto ERMES utilizza le fibre di dorsale e di backhaul, sarà possibile garantire alla gran parte dei plessi scolastici un collegamento in modalità FTTH alla Rete Pubblica Regionale, quest'ultima aggiornata e mantenuta con risorse regionali e senza quindi alcun onere a carico delle istituzioni scolastiche.

2.3. La componente locale della connettività: impianto interno e LAN/WLAN

Le reti locali (Local Area Network – LAN e Wireless LAN - WLAN) rappresentano una componente fondamentale per permettere l'accesso alle risorse distribuite su Internet da parte dell'utenza scolastica.

Per quanto all'attuale evidenza molti Istituti Scolastici hanno investito fondi propri e/o hanno sfruttato contributi da parte degli Enti (Comuni, Province ...) e bandi PON Scuola 2014-2020 per adeguare gli impianti di connettività interna nei propri plessi e sedi, tuttavia la situazione degli impianti risulta in generale molto eterogenea.

Per tale motivo, nell'ambito del Programma Regionale Scuola Digitale sono state promosse specifiche iniziative volte a censire la situazione esistente e a supportare gli Istituti Scolastici nella implementazione e gestione delle rispettive reti locali. Rientra fra queste il presente documento, che intende fornire alcuni riferimenti tecnico – operativi utili per la realizzazione o l'adeguamento della rete telematica degli edifici scolastici e dei servizi ad essa connessi.

3. La scuola: un ambiente con molte necessità di connessione

Nel contesto scolastico è riduttivo parlare genericamente di connettività; ogni ambiente fisico e ogni necessità di connessione hanno una propria particolarità, caratterizzata dal tipo di dispositivo utilizzato, dalla numerosità delle connessioni contemporanee e dalla tipologia di applicazione informatica usata.

Schematicamente e a titolo **meramente indicativo**, la tabella seguente identifica alcune tipologie di 'spazi scolastici' e definisce per ognuno le caratteristiche dell'impianto LAN/WLAN necessario in base alle necessità ipotizzate, che dipendono in ogni caso del singolo Istituto.

Dove	Perché		Cosa
	LAN	WLAN	
Uffici amministrazione e direzione didattica	Connessione PC utenti	Uso dispositivi mobili (smartphone, tablet, notebook)	LAN cablata: necessaria
	Connessione Server specializzati di Istituto		WLAN: utile ma non fondamentale
	Connessione stampanti di rete		
	Fruizione di servizi in cloud		
Biblioteche Laboratori	Connessione PC e/o LIM a servizio delle biblioteche/laboratori	Uso dispositivi mobili (tablet, notebook) per ausilio ad attività biblioteca, laboratorio	LAN cablata: necessaria
		Uso dispositivi mobili (tablet, notebook) utenti (studenti e docenti)	WLAN: consigliata (per i dispositivi mobili)
Aule informatiche	Connessione dei PC di aula	Uso dispositivi mobili (tablet, notebook) (studenti e docenti)	LAN cablata: necessaria
			WLAN: consigliata (per i dispositivi mobili)
Aule didattiche e palestre	Connessione LIM o PC insegnante	Uso dispositivi mobili (tablet, notebook) ad esempio per:	LAN cablata: necessaria

		<ul style="list-style-type: none"> • Accesso registro on-line (docente) • Didattica digitale (studenti e docenti) 	WLAN: necessaria (per i dispositivi mobili)
Sala insegnanti	Connessione PC insegnante ed eventuali altri dispositivi	Uso dispositivi mobili (tablet, notebook) ad esempio per: <ul style="list-style-type: none"> • Accesso registro on-line (docente) 	LAN cablata: necessaria WLAN: necessaria (per i dispositivi mobili)
Altri spazi comuni (corridoi, mense...)	Connessioni di rilevazione presenze per mensa, videosorveglianza, controllo accessi, controllo impianti ecc.	Uso dispositivi mobili: <ul style="list-style-type: none"> • Personali (nelle scuole superiori) • Personale docente e ATA (con SW gestione per le mense) 	LAN cablata: necessaria WLAN: consigliata (per i dispositivi mobili)

4. Le caratteristiche dell'impianto di rete locale

Un approccio ottimale alla realizzazione di un impianto di connettività locale per un edificio scolastico contempla obbligatoriamente una fase di progettazione iniziale del sistema nel suo complesso considerando sia il tipo di servizio (semplice connettività Internet, telefonia VoIP, videoconferenza, ...) che deve essere erogato tramite la connettività interna, sia la necessità di impiegare hardware (switch, router, firewall, access point e controller Wi-Fi, prese telematiche del cablaggio strutturato e relativi rack) di qualità e con caratteristiche diverse da quello impiegato solitamente in ambiente domestico. Infatti, un edificio scolastico è più simile ad una piccola azienda che ad una realtà casalinga, di conseguenza gli apparati utilizzati devono avere caratteristiche idonee come robustezza, versatilità e funzionalità disponibili (basti pensare ad esempio alla necessità di gestire l'autenticazione degli utenti).

Tuttavia, adottare questo approccio spesso è molto difficile perché la realizzazione di un impianto di connettività interna di un edificio scolastico procede per fasi successive soprattutto in relazione alla disponibilità di fondi economici.

È comunque necessario tendere il più possibile ad una soluzione:

- integrata,
- flessibile,
- che parta dalle esigenze complessive per individuare la soluzione tecnologica e non viceversa,
- che tenga conto degli standard e delle pratiche più aggiornate in materia.

Risulta conveniente e opportuno avvalersi, almeno per le attività di progettazione o di quelle di una certa consistenza, di una consulenza specializzata erogata da esperti informatici che abbiano competenze specialistiche.

Per quando riguarda la capillarità della diffusione dell'impianto di rete locale nella sede scolastica, sul piano delle opportunità si possono fare alcune considerazioni in base al contesto in cui avviene la realizzazione o l'aggiornamento.

In caso di allestimento di una nuova sede scolastica o di una ristrutturazione radicale dell'immobile, è consigliabile ad esempio prevedere:

- la predisposizione di adeguato numero di prese telematiche del cablaggio strutturato in ogni locale interessato da necessità di connettività soprattutto nelle aule didattiche e negli spazi comuni con l'obiettivo di poter connettere alla rete locale qualsiasi postazione di lavoro, strumentazione didattica (LIM, Proiettore, ecc.) e impianto multimediale;
- la copertura in modalità Wi-Fi di tutti gli spazi scolastici.

In caso di realizzazione e/o di adeguamento dell'impianto indipendentemente da ristrutturazioni dell'edificio è opportuno prevedere una copertura necessaria per la realizzazione dei servizi "minimi" riassunti nella precedente tabella.

Fra l'adozione della soluzione a minore impatto e quella più pervasiva vi sono naturalmente varie possibilità di scelta, da valutare in considerazione della situazione particolare della sede e della disponibilità economica.

Ai fini dell'acquisizione autonoma, da parte dell'istituto scolastico, dell'hardware descritto nei paragrafi precedenti (sia in termini di cablaggio che di apparati di rete) va verificata la disponibilità di opportune convenzioni di CONSIP. La convenzione disponibile al momento della redazione del presente documento è quella relativa alla "Fornitura di prodotti e servizi per la realizzazione, manutenzione e gestione di reti locali per le Pubbliche Amministrazioni (edizione 6)".

4.1. Interfacciamento con la rete WAN

L'interfacciamento tra la rete locale e i collegamenti geografici è assicurato da uno o più apparati router che svolgono la funzione di routing ed opzionalmente le seguenti ulteriori funzioni:

- NAT (Network Address Translation) o PAT (Port Address Translation) tra gli indirizzi IP privati (secondo la RFC 1918) tipicamente utilizzati per gli host della rete LAN e gli indirizzi IP pubblici utilizzati su Internet;
- Firewalling, per l'implementazione di abilitazioni e filtri sui flussi traffico in ingresso ed in uscita dalla rete LAN;
- Funzionalità di tipo UTM (Unified Threat Management) quali URL Filtering, Network Intrusion Prevention e Antivirus per la navigazione;
- Bilanciamento dei flussi di traffico su più collegamenti WAN;
- Concentratore (punto di accesso) di VPN su Internet.

Nelle casistiche considerate nelle presenti linee guida, tipicamente l'apparato router svolge anche la funzione di *default gateway* delle reti IP della sede scolastica, veicolando il traffico di rete dalla rete locale all'esterno.

Per garantire la sicurezza della rete LAN della sede, normalmente il dispositivo router di interfacciamento è configurato per effettuare il PAT degli indirizzi privati interni sull'indirizzo pubblico dell'interfaccia esterna dell'apparato, in modo da "schermare" la rete LAN non permettendo l'instaurazione di connessioni da Internet verso la rete LAN stessa. Tipicamente nelle implementazioni considerate nelle presenti linee guida non vengono considerate casistiche di server interni all'Istituto Scolastico "esposti" e quindi visibili su rete Internet.

Di norma va previsto l'utilizzo di un apparato di interfacciamento con funzionalità di *firewalling*, in modo da permettere l'implementazione di abilitazioni ed eventualmente di altre funzionalità. Nella versione più sofisticata l'apparato potrà svolgere anche funzioni di UTM.

Il Provider che fornisce la connettività WAN normalmente mette a disposizione anche un apparato di interfacciamento (CPE) con funzionalità base. La fornitura di ulteriori funzionalità o di ulteriori apparati può essere contrattualizzata con il Provider stesso o con un altro fornitore. Si ricorda a tal proposito che la modalità standard di approvvigionamento di connettività dati a livello geografico è costituita dalla convenzione quadro CONSIP SPC. Nell'ambito della convenzione è prevista anche la fornitura di servizi di sicurezza, comprendenti per esempio la messa a disposizione del servizio di *firewalling* per l'accesso ad Internet SPC.

Nel caso di edifici scolastici collegati all'Infrastruttura in fibra ottica regionale, la Regione Friuli Venezia Giulia mette a disposizione un dispositivo di terminazione passiva della fibra ottica (patch panel all'interno di un armadio rack o in alternativa una cassetta di terminazione solitamente fissata a muro) e un apparato router di interfacciamento a cui deve essere collegata la LAN dell'edificio o del comprensorio. L'uso di queste dotazioni al fine di attivare il servizio di connettività è regolato da una convenzione di comodato d'uso sottoscritta da Regione con l'ente proprietario dell'immobile scolastico.

4.2. Rete LAN - Cablaggio strutturato e vani tecnici

Per approfondire gli aspetti tecnici delle infrastrutture di rete locale si può fare riferimento al documento "*ISCOM - Guida alle infrastrutture di comunicazione delle reti locali*"¹. Si tratta di un documento che, benché non aggiornatissimo, riassume in maniera chiara e comprensibile i vari aspetti dell'argomento. Dalla guida traiamo il seguente passaggio.

"Il cablaggio strutturato è l'elemento fisico che mette in comunicazione i vari servizi, e come tale riveste un'importanza strategica. Come per il sistema di distribuzione, il cablaggio ha un ciclo di vita piuttosto lungo, pertanto ogni scelta deve essere volta alla ricerca della soluzione più flessibile e prestazionale, per ridurre al minimo gli interventi correttivi e di adeguamento del sistema di cablaggio.

L'idea alla base del funzionamento del cablaggio strutturato è di "vedere" da un unico punto i collegamenti predisposti negli spazi, e fornire a seconda dei casi i servizi necessari.

I collegamenti sono realizzati con cavi che vengono attestati, o terminati, sul retro di specifici pannelli o hardware di terminazione posti nelle zone di concentrazione. Tali pannelli presentano sul lato frontale, in corrispondenza di ogni terminazione di cavo, particolari porte che permettono di accedere ai collegamenti, riproducendo così localmente le porte distribuite nell'edificio.

¹ La Guida è reperibile al seguente indirizzo:
http://www.isticom.it/documenti/news/guida_alle_infrastrutture_di_comunicazione.pdf

La fornitura dei servizi consiste nell'attivazione dei collegamenti mediante bretelle, spezzoni di cavo terminati alle estremità con connettori compatibili con le porte dei pannelli precedentemente descritti e con gli apparati.

Ogni fase di attivazione, rimozione, aggiunta e spostamento di servizi avviene unicamente nelle zone di concentrazione, eseguendo le corrispondenti azioni con bretelle che collegano i pannelli di terminazione e gli apparati installati.

I cablaggi strutturati sono stati codificati in alcuni standard e norme generali. Spesso vengono fatti riferimenti ad altre norme di base che affrontano specifici aspetti. Le norme codificano esperienze e regole dell'arte sviluppate in anni di attività dell'industria di settore, la loro implementazione aiuta quindi l'utente a non ripetere errori e ottenere una soluzione conveniente”.

I principali standard applicati nel caso delle installazioni considerate nel presente documento sono i seguenti:

- ISO/IEC 11801 - “*Information Technology - Generic Cabling for Customer Premises*” o in alternativa ANSI EIA/TIA 568;
- ISO/IEC 60793-2 – “*Optical fibres - Part 2: Product specifications*”;
- IEC 61000-x per quanto concerne la conformità EMC (Electro-Magnetic Compatibilità);
- EN/IEC 50174-2 “*Information Technology – Cabling Installation – Part 2: Installation Planning and Practices Inside Buildings*” per quanto concerne la segregazione tra cavi dati e cavi di alimentazione ed alla loro identificazione (etichettatura).

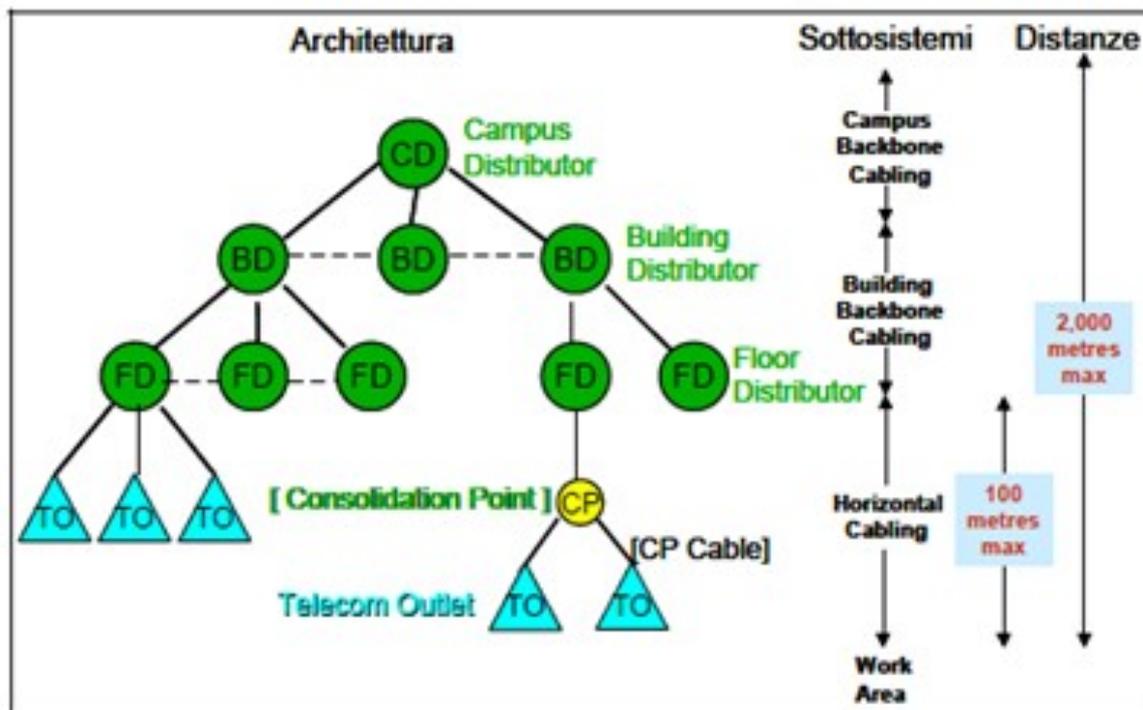


Figura 1 – Schema di un'architettura tipica di cablaggio articolata su tre livelli.

Fonte: ISCOM - Guida alle infrastrutture di comunicazione delle reti locali

Gli standard internazionali per il cablaggio strutturato prevedono un'impostazione gerarchica dell'infrastruttura, aggregando le prese telematiche dell'utente (TO – Telecommunication Outlet) per aree fisiche degli edifici definendo in questo modo una distribuzione "orizzontale"; tali punti di aggregazione vengono poi aggregati a loro volta in punti di aggregazione di edificio o di comprensorio tramite cablaggi di dorsale, detti anche "verticali".

Questa architettura richiede la predisposizione di opportuni vani tecnici per ospitare gli armadi di distribuzione (TC – Telecommunication Closet) i quali possono essere distinti nelle seguenti tipologie:

- CD – Campus Distributor: vano tecnico adibito ad ospitare il centro-stella di comprensorio;
- BD – Building Distributor: vano tecnico adibito ad ospitare il centro-stella di edificio;
- FD – Floor Distributor: vano tecnico adibito ad ospitare il centro-stella di piano.

Le interconnessioni tra diversi vani tecnici vengono definite "backbone" (dorsali).

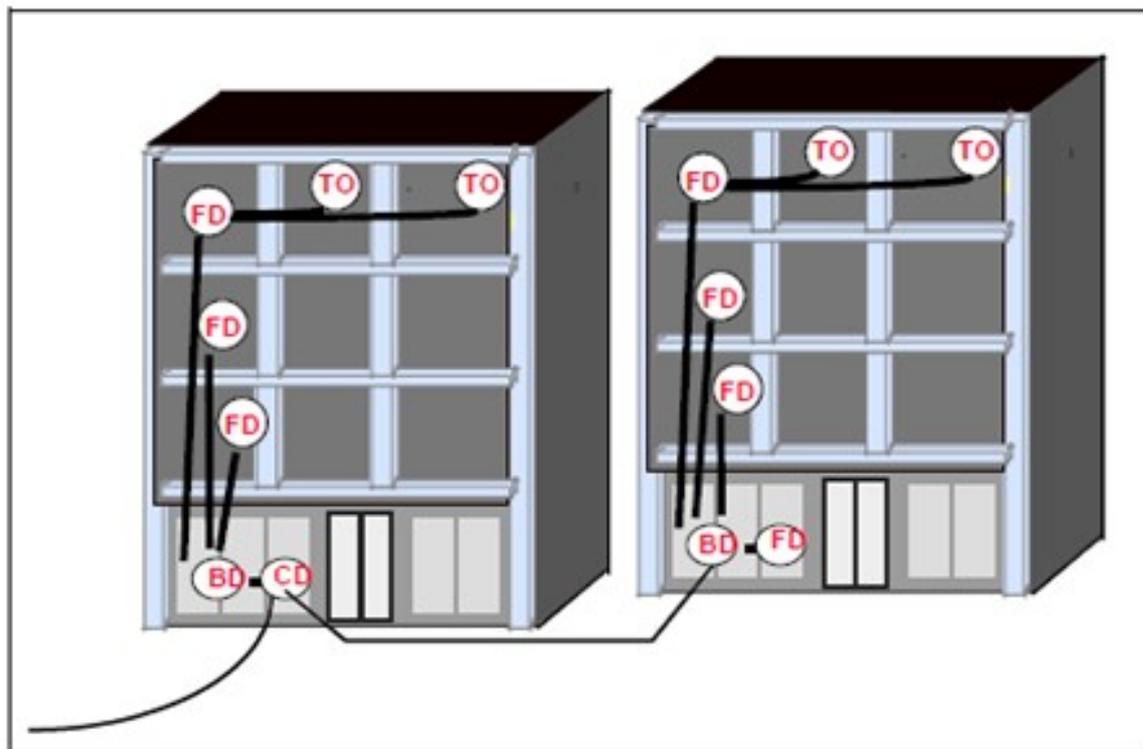


Figura 2 – Sottosistemi di un cablaggio strutturato

Fonte: ISCOM - Guida alle infrastrutture di comunicazione delle reti locali

I locali tecnici possono essere adibiti ad ospitare anche i server specializzati di Istituto e gli armadi di terminazione delle linee geografiche di telecomunicazione (WAN – Wide Area Networks).

La necessità di suddividere in più livelli gerarchici l'infrastruttura di cablaggio deriva dalla necessità di rispettare la lunghezza massima dei cavi utilizzati per il collegamento delle prese telematiche dell'utenza (TO) all'armadio stesso, pari a 90 metri (si veda a proposito la sezione dedicata al cablaggio orizzontale) e di evitare un'eccessiva concentrazione di cavi attestati ad un singolo armadio, la cui gestione diventerebbe molto difficoltosa. Nel caso in cui sia presente su più piani un numero relativamente ridotto di prese (nell'ordine di alcune decine complessivamente), sempre che sia rispettato il vincolo relativo alla lunghezza dei cavi, è comunque possibile l'impiego di armadi che servano più di un piano. Viceversa, in presenza di piani con estensione notevole, può essere necessaria l'installazione di più armadi telematici per piano, collegati mediante il cablaggio di dorsale (vedere il par. 4.2.2).

4.2.1. Vani tecnici, armadi telematici e spazi di passaggio dei cavi

È sempre opportuno installare gli armadi telematici all'interno di "vani tecnici" dedicati ad ospitare i componenti degli impianti tecnologici dell'edificio. In fase di progetto, va dedicata una particolare cura alla scelta dei locali da adibire a vano tecnico ed al loro allestimento, specialmente per quanto riguarda il locale destinato al centro-stella della rete.

Vanno tenuti in considerazione i seguenti aspetti:

- Al fine di assicurare il funzionamento regolare degli apparati, l'ambiente deve essere servito da un impianto di condizionamento dell'aria che assicuri il mantenimento della temperatura fra 10 e 30 °C ed un livello di umidità inferiore all'85%.
- Ai fini della sicurezza e della continuità del servizio l'accesso alla sala deve essere limitato alle sole persone autorizzate.
- Il locale deve essere utilizzato solo per le funzioni previste, ed in particolare, non deve essere impiegato come deposito per materiali estranei e/o per materiali pericolosi o corrosivi.
- Il locale deve essere adeguatamente illuminato.
- Vi deve essere spazio sufficiente per la collocazione dell'armadio o degli armadi telematici. È opportuno che vi sia la possibilità di accedere ad almeno tre dei lati degli armadi.
- La sala deve disporre di un proprio quadro di distribuzione dell'alimentazione elettrica, derivato dai sistemi di alimentazione protetta, se esistenti, o di un interruttore dedicato nel quadro elettrico.
- Per quanto riguarda l'utilizzo di gruppi di continuità dedicati all'impianto di telecomunicazioni, esso rappresenta senz'altro un vantaggio, ma va valutato attentamente con i manutentori dell'impianto elettrico. Tali apparati richiedono in ogni caso una costante manutenzione.

Nel caso in cui non sia possibile utilizzare vani tecnici per l'alloggiamento degli armadi telematici, può risultare in alcuni casi necessario, in ultima istanza, posizionare gli stessi in altri locali. Alcuni consigli operativi in questa evenienza sono:

- Evitare comunque l'installazione in locali stabilmente occupati da studenti o personale.
- Evitare posizioni nelle quali è prevedibile che la rumorosità degli apparati da installare nell'armadio possa arrecare disturbo.
- Evitare posizioni che possano interferire con le vie di fuga in caso di emergenza.
- Rispettare per quanto possibile le prescrizioni precedentemente riportate per i vani tecnici. In particolare, può essere opportuno prevedere l'utilizzo di sistemi di chiusura più efficaci di quelli di cui gli armadi telematici sono normalmente dotati.

Gli armadi telematici devono essere conformi allo standard IEC 60297-x – “*Dimensions of mechanical structures of the 482,6 mm (19 in) series*” (cd. armadi “*rack*”). Inoltre devono essere equipaggiati con almeno due multipresa universale a 6 prese da 16A complete di interruttore e collegati all'impianto di messa a terra. Se possibile, è opportuno prevedere l'utilizzo di armadi che garantiscano la disponibilità di spazio per le necessità immediate e per possibili futuri sviluppi. Almeno per gli armadi centro-stella e

per gli armadi più importanti è consigliabile l'impiego di telai con dimensioni 800x800 mm (larghezza x profondità), dotati in altezza di 42 Unità Rack Unit (circa 2000 mm, essendo una Rack Unit pari a 44,45 mm). Negli altri casi, si consiglia comunque di non utilizzare armadi con dimensioni inferiori a 600x600 mm o almeno 600x450 mm. In presenza di apparati attivi, va prevista l'installazione di una ventola termostata per agevolare il ricambio dell'aria all'interno dell'armadio.

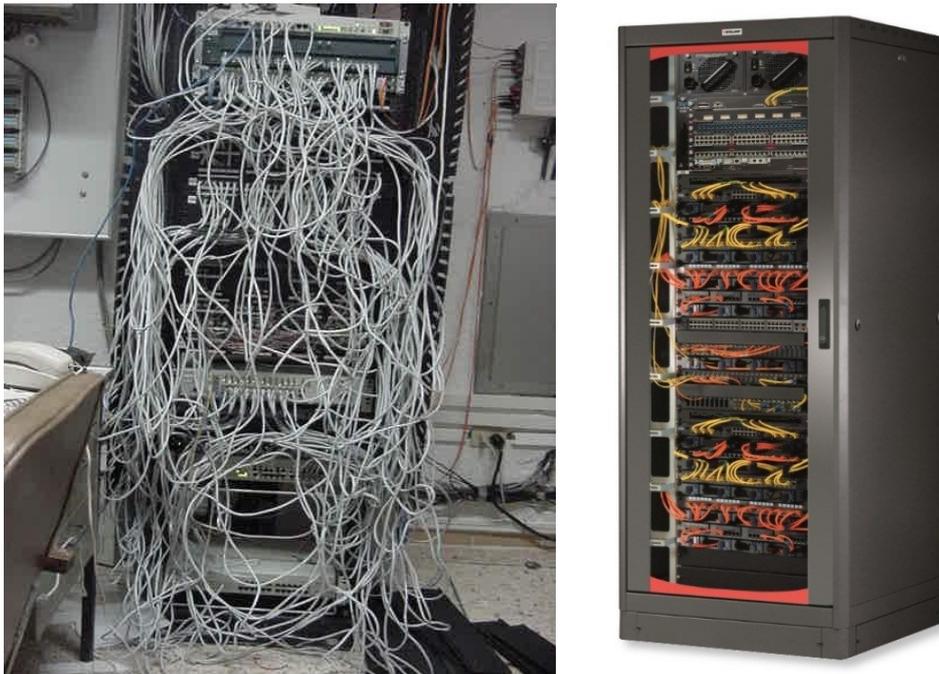


Figura 3 - Esempi di armadio telematico

Deve essere posta la necessaria cura per garantire una gestione ordinata dell'armadio e dei cavi in esso contenuti. A tale scopo deve essere:

- Evitata un'eccessiva concentrazione di collegamenti in un singolo armadio;
- Prevista la presenza di un numero adeguato di passacavi orizzontali (per ogni pannello di permutazione e per ogni LAN switch);
- Nei casi in cui sia opportuno, previsto l'uso di fascette in velcro;
- Se opportuno, previsto l'impiego di cavi di colore diverso per le diverse funzioni (per esempio: collegamento dei PC e collegamento degli Access Point Wi-Fi);
- Previsto l'utilizzo di cavi di permutazione di lunghezza opportuna;
- Negli armadi più grandi, prevista la presenza di passacavi verticali laterali;

- Messa in opera una corretta ed esauriente etichettatura dei componenti (vedere a riguardo la sezione riferita al cablaggio orizzontale);
- In ogni caso, bisogna prestare attenzione a non superare i limiti di curvatura dei cavi.

La mancata attenzione a questi aspetti può condurre in breve tempo ad una situazione di sostanziale non gestibilità del sistema come è illustrato nell'immagine precedente.

4.2.2. Cablaggio di dorsale (backbone)

Le dorsali di rete di interconnessione tra gli armadi telematici devono essere realizzate con cavi in fibra ottica. La tipologia di fibra utilizzata deve essere multimodale 50/125 μm di tipo OM3 o OM4 (consigliato). In quest'ultimo caso, viene supportata la trasmissione di dati con velocità di 1 Gbps (tecnologia Ethernet 1000BaseSX) nel caso di lunghezze di cavo inferiori ai 1.000 mt e di 10 Gbps (tecnologia Ethernet 10GBASE-SR) nel caso di lunghezze di cavo inferiori ai 550 mt. Per distanze superiori deve essere utilizzato cavo in fibra ottica monomodale 9/125 μm , di tipo OS1 o OS2. Nel caso di distanze inferiori a 90 mt, specialmente in presenza di armadi che collegano un limitato numero di utenze, può essere valutato l'utilizzo di link con cavo UTP in rame.

I cavi utilizzati devono essere antiroditore e di tipo FR-LSZH (Fire Retardant – Low Smoke and Zero Halogen), conformi allo standard ISO/IEC 60793-2. Devono inoltre essere di tipo adeguato secondo il Regolamento Prodotti da Costruzione (o Regolamento CPR - UE 305/2011), in vigore dal 1/1/2018, che per le scuole prevede l'applicazione del livello di rischio medio nella scelta della classe di reazione e resistenza all'incendio dei cavi (norma tecnica Norma CEI UNEL 35016).

Il numero di fibre, per le installazioni considerate nelle presenti linee guida, può essere pari a 6 (3 coppie) o al massimo a 12 (6 coppie). Si ricorda che per la realizzazione di un collegamento viene utilizzata una coppia di fibre. È comunque sempre opportuna la posa di cavi che permettano di avere a disposizione almeno il 50% delle risorse come scorta per usi futuri. I cavi devono essere stesi su canaline dedicate o su sezioni dedicate di canaline utilizzate anche per altri impianti. Nel caso di posa di nuove canaline, di regola il dimensionamento deve essere effettuato in modo da avere almeno il 50% della sezione libera dopo l'inserimento dei cavi. Le vie di cavo devono essere inoltre facilmente accessibili.

Le fibre devono essere attestate su cassette ottici per montaggio a rack 19" con connettori ottici di tipo SC o LC (consigliato). Le permutazioni tra pannelli ottici oppure tra pannello ottico ed apparato attivo devono essere realizzate con bretelle in fibra con caratteristiche analoghe a quelle del link permanente, onde evitare decrementi nelle prestazioni dell'intero canale di comunicazione.

L'infrastruttura deve essere certificata secondo quanto riportato negli standard ISO/IEC 11801 o alternativamente ANSI EIA/TIA 568 con strumenti opportuni denominati OTDR (Optic Time-Domain Reflectometer).

I collegamenti devono essere opportunamente etichettati per permetterne il riconoscimento (standard TIA/EIA-606-A e ISO/IEC 14763-1).

4.2.3. Cablaggio orizzontale

Per il cablaggio orizzontale è consigliato l'utilizzo di cavo in rame UTP (non schermato) di Categoria 6 o 6A. Più in particolare, deve essere utilizzato cavo rigido dotato di 4 coppie di conduttori in rame conforme allo standard ISO/IEC 11801 di Classe E o alternativamente di Classe EA, di tipo LSZH (Low Smoke and Zero Halogen) e conforme al Regolamento CPR, come già specificato al paragrafo precedente.

È altresì possibile l'utilizzo di cavi di tipo schermato. Vista la maggiore complessità nella realizzazione di impianti di tale tipo, il loro utilizzo non è consigliato per l'installazione all'interno di edifici scolastici.

I cavi dati devono essere segregati dai cavi di alimentazione (distanza di almeno 35 cm) e dovranno essere stesi in canaline o tubazioni in modo da garantirne l'eventuale estraibilità. Devono essere utilizzate canaline dedicate o con sezione dedicata dimensionate in modo da garantire il 50% di spazio disponibile per eventuali integrazioni future.

La terminazione di tali cavi deve essere eseguita su moduli Mini-Com RJ45 non schermati integrati in 19" patch panel a 24 placche (1RU) ad incasso con porta etichetta lato vano tecnico, mentre devono essere integrati su scatole portafrutta ad incasso dedicate (non aggregate a prese elettriche).

Nel caso degli uffici, la densità minima prevista per standard è di 2 punti dati ogni 10 m², ovvero per ogni postazione di lavoro.

Le permutazioni tra pannelli di permutazione oppure tra pannello ed apparato attivo devono essere realizzate con cavi di permutazione (patch cord) con conduttori flessibili in rame con caratteristiche analoghe a quelle del link permanente, onde evitare decrementi nelle prestazioni dell'intero canale di comunicazione.

La lunghezza massima per le patch cord utilizzabili sia lato armadio che lato utente è di 5 metri.

L'infrastruttura deve essere certificata secondo quanto riportato negli standard ISO/IEC 11801 o alternativamente ANSI EIA/TIA 568 con strumenti di misurazione denominati Cable Analyzer.

Nel caso di ambienti per i quali vi sia un'elevata frequenza di riconfigurazione e spostamento del mobilio e delle postazioni di lavoro, lo standard prevede la possibilità di aggiungere a quelli normalmente impiegati un ulteriore livello di permutazione, il cosiddetto Consolidation Point (vedere anche Figura 1). Questa soluzione permette di introdurre una maggiore flessibilità nell'impianto, con la possibilità, per esempio, di spostare solamente l'ultima tratta del cablaggio fisso al mutare del posizionamento del mobilio.

4.2.4. Documentazione dell'impianto

È fondamentale disporre di una documentazione esauriente ed aggiornata dell'impianto di telecomunicazioni per poterne garantire nel tempo la manutenzione e gli eventuali ulteriori sviluppi. Ad ogni intervento eseguito sull'impianto la ditta esecutrice dovrà consegnare almeno la seguente documentazione:

- Planimetrie dell'edificio, in formato cartaceo ed elettronico (AutoCAD), riportanti la collocazione finale delle prese di rete, opportunamente identificate, e delle vie di cavo.
- Risultati del test di certificazione di ogni presa di rete e dei link in fibra ottica, prodotti dagli strumenti di misurazione.

4.3. Rete LAN – Apparati attivi

Gli apparati attivi utilizzati nell'ambito della rete LAN (LAN switch) svolgono la funzione di connettere, mediante la tecnologia Ethernet, gli host (computer, stampanti ...) che devono accedere alle risorse di rete. Anche in questo caso, come per l'impianto di cablaggio, è prevista in generale la presenza di una topologia ad albero su più livelli: centro-stella (core), distribuzione ed accesso; a quest'ultimo livello sono connessi i dispositivi degli utenti. Nel caso delle installazioni considerate nelle presenti linee guida, il modello della struttura può essere semplificato: nei casi più semplici, con infrastrutture di dimensioni molto limitate (uno o pochissimi armadi telematici), può essere considerata la presenza di un solo livello (accesso); in quelli un po' più complessi (diversi armadi collegati ad un centro-stella), di due livelli (centro-stella e accesso).

Per gli apparati LAN sono consigliate le seguenti caratteristiche:

- Utilizzo di switch gestibili attraverso un'interfaccia di configurazione e monitoraggio raggiungibile via IP.
- Presenza di porte di accesso di tipo Ethernet 10/100/1000 Mbps e di porte di uplink che supportino connessioni in fibra ottica con velocità di almeno 1 Gbps. Per le porte di uplink, è spesso prevista la presenza di alloggiamenti in grado di ospitare moduli con interfacce adatte al tipo di collegamento utilizzato (per es. fibra ottica multimodale).
- Supporto della tecnologia PoE, protocolli IEEE 802.3af (potenza fino a 15,4 W) e IEEE 802.3at (potenza fino a 25,5 W), utile per l'alimentazione elettrica di apparati connessi alla rete telematica (AP WiFi, Telefoni VoIP ecc.)
- Possibilità di configurazione di VLAN (Virtual LAN).
- Rispetto dei criteri di Green Public Procurement (GPP), ad esempio secondo le indicazioni dei CAM (Criteri Ambientali Minimi).

Gli apparati utilizzati per la funzione di centro-stella devono essere dotati delle interfacce necessarie al collegamento dei link in fibra ottica con gli altri armadi.

4.3.1. Configurazione

Dal punto di vista della configurazione degli apparati, possono essere dati i seguenti suggerimenti:

- Utilizzo del protocollo *spanning-tree* per evitare il crearsi di *loop*, e quindi di blocchi del servizio, nel caso di collegamento errato di cavi sia lato *switch* che lato prese utente.
- È quasi sempre necessario creare reti IP separate per le varie tipologie di utenza e servizi, per es. "didattica", "segreteria", "ospiti", telefonia VoIP, videosorveglianza, management degli apparati, ecc. In casi estremamente semplici, si può pensare di utilizzare switch diversi, fra loro non collegati, per i vari tipi di utenza. Generalmente sarà però necessaria la creazione di VLAN, cioè di reti LAN separate configurate sugli stessi apparati di rete. Va sempre mantenuta la corrispondenza biunivoca tra VLAN e reti IP. In presenza di VLAN, i link tra gli switch andranno configurati in modalità trunk, per poter trasportare le VLAN fra di essi.

Per quanto riguarda la sicurezza informatica, le misure minime sono oggi definite dalla circolare 17 marzo 2017, n. 1/2017, "Misure minime di sicurezza ICT per le pubbliche amministrazioni" (Direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri 1° agosto 2015 - GU Serie Generale n.79 del 04-04-2017), a cui va fatto riferimento anche per la componente "rete".

A livello operativo, si consiglia almeno l'applicazione dei seguenti accorgimenti:

- Utilizzare protocolli di management sicuri quali SSHv2, HTTP over SSL (HTTPS), SNMPv3 (o SNMPv2 solo in lettura) disabilitando eventuali protocolli insicuri quali Telnet, HTTP e SNMPv1;
- Disabilitare eventuali account amministratori di default creando in sostituzione utenti con privilegi di amministratore ad-hoc con password efficienti (minimo 8 caratteri alfanumerici);
- Modificare le community SNMPv2 di default (read=public e write=private) con community ad-hoc, o meglio, utilizzare il protocollo SNMPv3 in modalità autenticata e criptata;
- Abilitare l'autenticazione per la gestione degli switch via RADIUS, utilizzando il local database solamente quando il RADIUS server non è raggiungibile. Il servizio RADIUS può essere svolto per esempio dal server di dominio della scuola.
- Applicare configurazioni di *DHCP Snooping*, al fine bloccare l'offerta di indirizzi IP da parte di server abusivi o comunque non previsti,
- Abilitare il logging dell'apparato verso un syslog esterno, per motivazioni normative e di debugging.

4.4. Rete WLAN

Come detto nell'ambito delle considerazioni generali all'inizio del capitolo, la progettazione dell'infrastruttura di rete WLAN (o Wi-Fi) va calibrata sulla base delle necessità che si vogliono soddisfare. A meno di casi molto semplici, la progettazione e realizzazione dell'impianto andrà comunque affidata a personale e ditte specializzate dotate delle competenze necessarie. Si possono comunque fornire alcune informazioni e formulare alcune considerazioni utili ad orientare adeguatamente le scelte ed a permettere di verificare la corretta implementazione del sistema.

Nella fase di progettazione dell'impianto dovranno essere prese in considerazione sia le esigenze correnti che, per quanto possibile, quelle prevedibili in futuro. In particolare, per la scelta degli apparati di accesso da utilizzare (Wireless Access Point) di seguito AP, si dovrà tener conto almeno dei seguenti aspetti:

- Numero di client presenti e futuri.
- Numero di possibili connessioni simultanee.
- Scelta di Access Point di tipo Dual Band con doppia radio.
- Supporto degli standard di sicurezza e di trasmissione Wi-Fi più evoluti, anche per garantire un più lungo ciclo operativo all'impianto. Gli standard radio presenti sul mercato sono attualmente: 802.11a/b/g/n/ac/ac wave2. Per nuovi AP si ritiene opportuno il supporto almeno dello standard 802.11ac e precedenti.
- Supporto alla creazione di diversi SSID. È quasi sempre necessario creare reti diverse per "didattica", "segreteria", "ospiti", eccetera. È importante che l'infrastruttura Wi-Fi lo consenta, senza dover ricorrere a soluzioni artigianali come per esempio l'impiego in parallelo di AP diversi tra loro non collegati.
- Scelta di apparati che permettano una gestione centralizzata e coordinata della copertura Wi-Fi e delle configurazioni mediante l'utilizzo del cosiddetto "wireless controller".
- In generale, scelta di Access Point professionali, NON tra le fasce "consumer" (cioè quelli per uso domestico) che supportano un numero molto limitato di connessioni simultanee.

Per quanto riguarda la scelta del numero e della collocazione degli AP:

- Il posizionamento degli apparati deve essere valutato attentamente per garantire il miglior livello possibile di copertura delle zone che devono essere raggiunte dal servizio, evitando nel contempo l'utilizzo di un numero eccessivo di AP.

- Tipicamente nei case study contemplati nelle presenti linee guida vengono utilizzati AP con diagramma di radiazione omnidirezionale ed antenne integrate. Per la copertura di aree con geometria particolare o qualora non si possa posizionare l'AP nella posizione ottimale, possono essere utilizzati apparati di tipo direttivo.

Per il posizionamento degli AP non possono ovviamente essere formulate prescrizioni valide a livello generale, ma solo forniti alcuni suggerimenti operativi da adattare alla situazione particolare:

- In caso di presenza di muri non particolarmente spessi, può essere prevista la collocazione degli AP nei corridoi, distanziati di circa 15 m.
- Può essere prevista la collocazione degli AP all'interno delle stanze in presenza di muri di grande spessore, tra le stanze stesse ed il corridoio o in locali di grandi dimensioni o dove sia prevedibile la presenza di un numero notevole di client (per esempio in un auditorium). In funzione della tipologia dei muri divisorii, un AP potrà coprire una sola stanza o anche le stanze adiacenti.
- Per valutare il raggio di copertura di un AP, oltre alla presenza di muri e dei materiali con i quali sono realizzati, deve essere considerata anche quella di arredi e di altri impedimenti alla propagazione del segnale.
- Specialmente in presenza di solai in legno, che attenuano debolmente i campi elettromagnetici, va tenuta in considerazione la trasmissione del segnale degli AP posti ai piani adiacenti dell'edificio.
- È spesso opportuno e talvolta necessario, specialmente in zone in cui siano presenti elementi atti a produrre una forte attenuazione del segnale, procedere a delle prove sul campo utilizzando un AP di test. Queste prove prendono anche il nome di site-survey e vengono svolte da professionisti o ditte specializzate che utilizzano anche apparati specifici per l'analisi radio.

Per quanto riguarda la configurazione del sistema:

- Devono essere rispettati i limiti di emissione imposti dalla normativa nazionale. Normalmente il produttore dell'apparato garantisce tale conformità qualora venga impostata la nazionalità italiana nella configurazione dell'AP.
- Le tecnologie di tipo Wi-Fi utilizzano due bande di frequenza: intorno ai 2,4 GHz (standard 802.11b/g/n) ed ai 5 GHz (standard 802.11a/n/ac) rispettivamente. Mentre all'interno della seconda banda sono disponibili molti canali non sovrapposti, nella prima, che dispone complessivamente di 11 canali, possono essere utilizzati solamente 3 canali fra loro non interferenti. Dovendo configurare manualmente i canali utilizzati dai vari AP, bisogna cercare di evitare il più possibile interferenze tra le emissioni degli AP adiacenti; mentre ciò risulta piuttosto agevole per la banda 5 GHz, vista l'ampia disponibilità di canali, può non esserlo per la banda 2,4 GHz, in presenza di più di 3 AP posti a distanza sufficientemente ravvicinata. In alcuni casi può risultare necessario limitare la potenza di emissione di alcuni degli AP per ridurre i fenomeni di interferenza a livelli accettabili.

- È sempre consigliabile, e tanto più, per quanto detto al punto precedente, nel caso di presenza di più di 3 AP in una stessa zona di un edificio, l'utilizzo di apparati che permettano una gestione centralizzata e coordinata della copertura Wi-Fi e delle configurazioni. In questo caso un Wireless Controller provvede allo svolgimento delle funzioni di controllo di tutto il sistema, ottimizzando in maniera automatica la scelta dei canali utilizzati e delle potenze di emissione. Costituiscono inoltre il centro di gestione centralizzato delle configurazioni e del monitoraggio del sistema. Nelle varie soluzioni disponibili in commercio, tale funzione può essere svolta da:
 - ✓ Un dispositivo dedicato;
 - ✓ Uno degli AP;
 - ✓ Un servizio erogato da una piattaforma su Cloud.

A meno di casi eccezionali, tutti gli AP devono essere connessi allo switch mediante una presa dell'impianto di cablaggio telematico, posizionata all'altezza del soffitto. Deve quindi essere il più possibile evitato l'utilizzo degli AP come ripetitori di segnale wireless.

Di norma, gli AP potranno essere alimentati direttamente dallo switch sfruttando la tecnologia PoE (Power over Ethernet), evitando così la realizzazione di nuove prese elettriche.

Nella fase di progettazione dell'impianto, dovrà essere considerata anche la possibilità di implementare sistemi che consentano con facilità l'accensione / spegnimento dei vari AP all'occorrenza (a tale scopo, sono presenti sul mercato soluzioni dotate di monitor touch screen di semplice utilizzo). La disponibilità di tale funzione è auspicabile soprattutto nelle scuole primarie, dove il tema della nocività della tecnologia Wi-Fi è molto sentito.

5. Considerazioni sulla configurazione logica del sistema e sui servizi

Come accennato in precedenza, per ragioni di sicurezza è quasi sempre necessario creare reti diverse per “didattica”, “segreteria”, “ospiti” ecc. Si tratta infatti di utenze che tipicamente devono accedere ad Internet ed in qualche caso a risorse interne alla scuola (come i server specializzati di istituto), ma che non è opportuno che comunichino tra di loro. Ad ogni rete corrisponde un indirizzamento IP e normalmente una VLAN dedicata. Si raccomanda di:

- Dimensionare adeguatamente le reti IP;
- Verificare l’opportunità di attivare il servizio DHCP.

Per garantire la separazione tra le reti IP, esse dovranno essere attestate su interfacce (fisiche o logiche) separate e non comunicanti del gateway IP, che in questo caso dovrà essere dotato della funzionalità di firewalling.

Deve essere tenuta in considerazione anche la possibilità di implementare i seguenti servizi:

- Controllo dell’accesso alla rete locale e Wi-Fi, supportato dalla predisposizione di un adeguato Regolamento.
- Autenticazione degli utenti che accedono alla navigazione Internet. Benché non obbligatoria per legge, l’adozione di tale accorgimento permette di tutelare la scuola per esempio nei casi di cyberbullismo, violazione del copyright, utilizzo illegale, ecc....
- Web-filtering.

Le funzioni accennate, insieme ad altre, normalmente possono essere accentrate sul dispositivo di interfacciamento con la rete WAN ed essere fornite anche nell’ambito di soluzioni commerciali più complessive.

6. Gestione e manutenzione

Vista l'importanza e la complessità dei sistemi per la connettività in ambito scolastico, in assenza delle competenze necessarie o comunque quando il personale tecnico disponibile sia insufficiente, si ritiene necessario disporre di contratti di manutenzione e gestione della rete telematica, anche nell'ambito di soluzioni complessive che comprendono tutti i sistemi ICT.

Per una corretta gestione anche a lungo termine dei sistemi, si sottolinea in ogni caso l'importanza di disporre di un'adeguata ed aggiornata documentazione: per quanto riguarda gli impianti di cablaggio, quanto già indicato nella sezione 4.2.4 "*Documentazione dell'impianto*"; per gli apparati di rete: l'inventario di tutti i componenti, lo schema logico dei collegamenti e delle reti IP/VLAN, il salvataggio delle configurazioni.

È raccomandabile in ogni caso prevedere un controllo continuativo della rete, sia a livello LAN che di collegamenti WAN. A tal fine è opportuno introdurre un sistema di monitoraggio, che può essere sia locale che remoto (in questo caso localmente può essere utilizzata una sonda), per verificare eventuali anomalie, come ad esempio interfacce con numero eccessivo di errori o segmenti di rete sovraccarichi. È consigliabile che il sistema di monitoraggio possa inviare alert (ad esempio in caso di un malfunzionamento quale la caduta del collegamento WAN) via SMS o mail ad un referente, affinché possano essere prese tempestivamente le necessarie contromisure.

7. Glossario

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AgID	Agenzia per l'Italia Digitale
ANSI	American National Standards Institute
AP	Access Point
AWG	American Wire Gauge
BD	Building Distributor
CAM	Criteri Ambientali Minimi
CD	Campus Distributor
CPE	Customer Premises Equipment
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>
FD	Floor Distributor
FR-LSZH	Fire Retardant-Low Smoke Zero Halogen
FTTC	Fiber To The Cabinet
FTTH	Fiber To The Home
FWA	Fixed Wireless Access
GDPR	General Data Protection Regulation
GPP	Green Public Procurement
ICT	Information and Communications Technology
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
ISO / IEC	International Organization for Standardization
LAN	Local Area Network
LIM	Lavagna Interattiva Multimediale

MAN	Metropolitan Area Network
NAT	Network Address Translation
OTDR	Optic Time-Domain Reflectometer
PdL	Postazione di Lavoro
PNSD	Piano Nazionale Scuola Digitale
PoE	Power over Ethernet
PON	Programma Operativo Nazionale
RADIUS	Remote Authentication Dial-In User Service
RFC	Request for comments
SLA	Service Level Agreement
SNMP	Simple Network Management Protocol
SPC	Sistema Pubblico di Connettività
SSL	Secure Sockets Layer
SSH	Secure Shell
TC	Telecommunication Closet
TIA	Telecommunications Industry Association
TO	Telecommunication Outlet
UPS	Uninterruptible Power Supply
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
UTM	Unified Threat Management
UTP	Unshielded Twisted Pair
VLAN	Virtual LAN
VPN	Virtual Private Network

VoIP	Voice over IP
WAN	Wide Area Network
WLAN	Wireless Local Area Network