



RETI DI ACCESSO DI NUOVA GENERAZIONE (NGAN)

INTERVENTI PER UNO SVILUPPO SOSTENIBILE: CATASTO DELLE INFRASTRUTTURE E CRITERI TECNOLOGICI REALIZZATIVI

Ottobre 2010



PREMESSA

Il presente documento è stato sviluppato all'interno delle iniziative del Gruppo di Studio ANFoV "Osservatorio NGN-NGAN" con l'obiettivo di fornire delle indicazioni utili a rendere sostenibile lo sviluppo delle reti di accesso di nuova generazione.

L'evoluzione delle reti di Telecomunicazione verso una rete di accesso di nuova generazione (Next Generation Access Network - NGAN) è universalmente ritenuta una condizione necessaria per lo sviluppo e la diffusione di servizi innovativi, con notevoli impatti sulla competitività del territorio in termini di produttività, innovazione e occupazione.

Va tuttavia considerato che la realizzazione della nuova rete in fibra ottica comporta un forte impatto sugli operatori ma anche sulla collettività sia in termini economici sia in termini di disagi e di impatto sull'ambiente.

Il presente documento tenta pertanto di definire alcuni principi base che possono agevolare lo sviluppo della rete approfondendo da un lato lo strumento del Catasto delle Infrastrutture come elemento abilitante per il riuso delle infrastrutture esistenti e identificando dall'altro le soluzioni tecnologiche delle fibre ottiche da utilizzarsi nella rete di accesso e all'interno degli edifici.

Esso è stato sviluppato mediante il contributo dei principali operatori e aziende installatrici che operano nell'attuale contesto di telecomunicazioni a livello nazionale e di ANCI/Cittalia che ha fornito una preziosa visione dell'attuale situazione dei Comuni italiani. Lo sforzo compiuto è stato di produrre dei contenuti che possano rivelarsi, per quanto possibile, aderenti alla realtà che in tal senso si verrà a delineare. Sui vari argomenti affrontati, si è inoltre analizzato l'attuale contesto normativo e regolamentare allo scopo di delineare dei suggerimenti relativi alle forme di regolamentazione e legislazione che potrebbero agevolare lo sviluppo delle reti NGAN.

In tal modo il documento potrà essere indirizzato sia agli enti interessati alla realizzazione delle reti NGAN sia a quelli potenzialmente deputati a una revisione o a un adeguamento del quadro normativo e regolamentare.

Il documento inizia fornendo, con la sezione **Contesto di riferimento**, una visione ad alto livello del contesto sul quale si inseriscono le iniziative legate alle NGAN. In particolare viene analizzata la valenza strategica di un programma NGAN per il Sistema Paese e presenta la situazione della Banda Ultra Larga in Italia e nel mondo.

La seconda sezione, **Catasto delle Infrastrutture**, approfondisce invece il tema della predisposizione di un inventory unico, in cui siano documentati e aggiornati i dati di tutte le infrastrutture che si candidano a essere utilizzate per ospitare una rete d'accesso di telecomunicazioni di nuova generazione. La sezione focalizza l'analisi sulle infrastrutture Italiane, in termini di tipologie, proprietari e attuali modalità di documentazione dei dati allo scopo di definire un modello ed un processo per la realizzazione e la gestione del Catasto. Per tale motivo vengono analizzate nel documento sia gli aspetti caratteristici degli operatori di Telecomunicazioni, sia le peculiarità degli Enti locali e in particolare dei Comuni italiani secondo quanto rilevato da ANCI/Cittalia. La sezione si propone inoltre di approfondire lo strumento in termini di modello dei dati, rappresentazione delle informazioni e soluzione tecnologica. Vengono quindi forniti suggerimenti relativi alle forme



di regolamentazione/legislazione ed agli aspetti economici e di finanziamento per la realizzazione e la gestione dello strumento.

La terza sezione, **Cablaggio ottico di edificio**, definisce regole standard per la messa in opera del cablaggio ottico verticale all'interno degli edifici raggiunti da una rete di accesso di nuova generazione. Lo scopo è fornire le linee guida di sintesi per la realizzazione del progetto sulla base delle soluzioni oggi disponibili e maggiormente consolidate, prendendo in considerazione anche gli aspetti normativi.

La quarta sezione, **Tipologie di fibre per i vari contesti**, fornisce indicazioni sulla scelta delle soluzioni tecnologiche da adottare nello sviluppo delle reti ottiche di accesso di nuova generazione e ne indica gli opportuni riferimenti relativi agli standard internazionali.

L'attività del Gruppo di Lavoro si propone infine di proseguire con una **successiva fase di Sperimentazione** realizzata in contesti specifici e in stretta collaborazione dell'ANCI. L'obiettivo della Sperimentazione dovrebbe essere quello di individuare la migliore soluzione possibile in termini di costi ed efficienza per la realizzazione del Catasto, grazie alla messa a fuoco delle principali difficoltà riscontrabili in campo e alla messa a valore delle best practise dei vari partecipanti. La presenza dell'ANCI consentirà pertanto di mettere a fattor comune il know-how e l'esperienza sulla documentazione delle infrastrutture tipica dei Comuni con quella degli operatori di telecomunicazioni. Questa sinergia consentirebbe di garantire una definizione uniforme di terminologia, processi e strumenti che siano il più possibile fruibili e indipendenti dalle specificità del singolo fornitore delle informazioni.

Allo scopo di agevolare una visione sintetica dei principali aspetti emersi dallo studio si riportano qui di seguito gli **executive summary** delle sezioni principali del documento.

EXECUTIVE SUMMARY

Il Catasto delle Infrastrutture

Come è noto, lo sviluppo della nuova rete in fibra ottica necessita di numerose e capillari infrastrutture per la posa dei cavi. Realizzare ex-novo le opere civili, in particolare gli scavi per la posa dei cavi, comporterebbe, oltre a investimenti molto elevati (stimabili nell'ordine di miliardi di Euro a livello nazionale), un impatto ambientale e sulla collettività in termini di disagi e viabilità estremamente elevato. Lo sviluppo della nuova rete non può quindi prescindere da considerazioni sull'ecosostenibilità della soluzione e sulla riduzione dei disagi che la sua realizzazione determina.

D'altra parte il processo di miniaturizzazione in atto nella tecnologia costruttiva dei cavi ottici, fa sì che le dimensioni delle canalizzazioni ospitanti possano essere ridotte rispetto al passato.

Per questi motivi l'interesse degli operatori di telecomunicazioni si è focalizzato, oltre che sulla possibilità di effettuare scavi di dimensione ridotta (meno costosi ma con maggiori difficoltà di permesso), anche sulla possibilità di riutilizzo delle infrastrutture esistenti di ogni genere, sia libere sia parzialmente occupate.



Le amministrazioni locali (comuni e province) e gli enti gestori di servizi (Teleriscaldamento, GAS, luce, acqua) sovente possiedono o gestiscono tubazioni/fibre ottiche posate in prossimità delle zone ove è richiesta disponibilità di infrastrutture. Queste infrastrutture costituiscono delle dorsali cittadine e potrebbero pertanto essere utilizzate per la realizzazione di una nuova rete d'accesso in fibra ottica.

In linea di principio esiste inoltre la possibilità da parte degli enti locali, in particolare i Comuni, di contribuire alla realizzazione di infrastrutture per la nuova rete di accesso (condotti, tubi, sottostazioni) mantenendone la proprietà e concedendole in gestione/affitto ai vari operatori di Telecomunicazioni.

Gli operatori di Telecomunicazioni potranno quindi utilizzare le infrastrutture disponibili scegliendo le soluzioni tecnologiche più adatte alle proprie esigenze. In tal senso Telecom Italia, già dal 2009, ha lanciato l'offerta di accesso alle proprie infrastrutture esistenti, proprio attraverso il riutilizzo delle condotte già posate e sotto equipaggiate con minitubi.

Allo stesso modo le Comunità locali potranno beneficiarne grazie ad una ricaduta positiva sul territorio in termini di occupazione e di disponibilità di Reti a Banda Ultralarga con conseguente promozione di attività economiche e residenziali.

Per l'ottimizzazione dei costi e una gestione delle infrastrutture esistenti è opportuno sviluppare un Catasto delle Infrastrutture di rete a livello nazionale. Tale strumento consentirebbe infatti di:

- avviare un'indagine sulle infrastrutture esistenti ed idonee alla posa di cavi in fibra ottica oltre l'ambito TLC, dando visibilità anche delle infrastrutture di altri Enti o Utilities;
- facilitare una individuazione più tempestiva ed efficace delle risorse di posa disponibili sul territorio, a vantaggio sia degli operatori interessati ad investire nelle nuove reti sia dei soggetti pubblici interessati a sostenere lo sviluppo delle nuove reti;
- abilitare l'apertura di un "mercato delle infrastrutture" che consenta di evitare la duplicazione di infrastrutture anche per ridurre gli impatti ambientali e i costi complessivi del sistema;
- agevolare i contatti e gli accordi bilaterali sia tra gli Operatori sia tra gli Operatori e gli Enti pubblici e consentire quindi la riduzione dei tempi di sviluppo e degli ostacoli burocratici legati ai permessi per la messa in opera delle infrastrutture civili.

Non ultimo, la creazione del Catasto delle Infrastrutture è ritenuto un tema importante sia dalla Commissione Europea sia dall'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM).

Va tuttavia considerato che, per essere efficace, il Catasto deve essere alimentato dagli operatori di Telecomunicazioni ma anche da tutti gli altri soggetti pubblici e privati che possiedono o costruiscono, a qualunque fine, infrastrutture di posa utilizzabili per lo sviluppo di nuove reti in fibra ottica.

Per tali motivi, e in particolar modo per fornire ulteriori contributi conoscitivi ai lavori iniziati presso il Comitato NGN Italia, ANFov ha avviato un Gruppo di Studio "Catasto



delle Infrastrutture” composto da operatori e costruttori ma anche da rappresentanti degli enti locali quali ANCI/Cittalia.

La sezione focalizza l'analisi sulle infrastrutture Italiane, in termini di tipologie, proprietari e attuali modalità di documentazione dei dati allo scopo di definire un modello ed un processo per la realizzazione e la gestione del Catasto. Il documento si propone inoltre di approfondire lo strumento in termini di modello dei dati, rappresentazione delle informazioni e soluzione tecnologica (la soluzione individuata si focalizza sulle infrastrutture realmente disponibili e non quelle oggetto di progettazione od in fase di realizzazione). Si forniscono poi suggerimenti relativi alle forme di regolamentazione/legislazione ed agli aspetti economici e di finanziamento per la realizzazione e la gestione dello strumento.

In sintesi, le principali indicazioni emerse dal lavoro del GdL che dovrebbero essere poste alla base del Catasto delle infrastrutture sono le seguenti:

- il Catasto deve contenere **informazioni sulle infrastrutture esistenti** idonee alla posa di cavi in fibra ottica nel segmento della rete di accesso, utilizzabili quindi per lo sviluppo di una rete NGAN;
- il Catasto **deve essere popolato da tutti gli operatori di telecomunicazioni e da tutti i soggetti (pubblici o privati)** che a qualunque titolo possiedano delle infrastrutture idonee.
- un **ruolo importante sarà ricoperto dai Comuni italiani** con i quali, secondo quanto evidenziato in una ricerca di Cittalia – Anci Ricerche in via di formalizzazione, occorre operare in direzione di una condivisione della conoscenza della localizzazione e della qualità delle infrastrutture del sottosuolo. Il Comune va inoltre coinvolto anche in qualità di soggetto naturalmente deputato ad aggregare e orientare la domanda locale, sia in virtù del rapporto allo stesso tempo diretto e istituzionale che hanno con i cittadini, sia per il loro nei confronti degli operatori economici locali in ottica di sviluppo territoriale.
- il Catasto deve essere strutturato per **supportare gli Operatori nella fase di “Pianificazione”**; sono escluse pertanto le informazioni tipiche delle attività di “Progettazione” e “Realizzazione”;
- il Catasto deve **consentire all’Ente Regolatore un monitoraggio** sullo stato di infrastrutturazione esistente nel Paese;
- il Catasto deve essere **gestito da un soggetto centralizzato a livello nazionale** che sia
 - **indipendente ed imparziale**, quindi un soggetto terzo rispetto agli Operatori, agli Enti ed alle Public Utilities che alimentano il database, quale potrebbe essere l’AGCOM stessa, come suggerito dalla Raccomandazione europea sullo sviluppo delle reti NGAN;
 - **dotato di poteri adeguati** per ottenere la fornitura e l’aggiornamento dei dati per il popolamento della banca dati dai vari soggetti coinvolti nel processo;



- **referenziato sul territorio** per garantire la puntuale raccolta delle informazioni.
- l'aggiornamento dei dati dovrà essere garantito da tutti i soggetti che partecipano al Catasto secondo **modalità e tempi ben definiti** ed è particolarmente importante che **l'inventary sia tenuto allineato alla situazione reale delle infrastrutture;**
- la **validazione dei dati** contenuti all'interno del Catasto delle Infrastrutture deve essere affidata al Gestore del Sistema in modo da garantire l'uniformità delle informazioni relative a tutti gli Operatori ed Enti contributori;
- la complessa articolazione delle attività e degli attori coinvolti può richiedere che il progetto complessivo debba tenere conto di una realizzazione ed operatività del Sistema in base a **fasi successive, in termini sia funzionali sia di area interessata;**
- le **informazioni** da inserire nel Catasto siano le **minime indispensabili** per supportare gli Operatori nella fase di "Pianificazione" e l'Ente Regolatore nella fase di analisi delle aree infrastrutturate. Le informazioni che si ritengono sufficienti a tale scopo sono, per le varie tratte esistenti:
 - **tipologia della tratta;**
 - **lunghezza** di ogni tratta;
 - **localizzazione geografica dei punti di accesso;**
 - **operatore, ente proprietario o detentore dei diritti di uso e cessione**
- la soluzione deve essere facilmente accessibile agli utenti che appartengono ad aziende, enti e realtà geografiche diversi. La soluzione più appropriata è quindi **un'applicazione web-based** che consenta prioritariamente il caricamento, la consultazione e l'analisi dei dati relativi alle infrastrutture con un **approccio user-friendly**. Si suggerisce inoltre di garantire la centralizzazione dei servizi offerti a livello nazionale mediante un **"Centro Servizi"** dedicato alla gestione completa del sistema;
- il quadro normativo attualmente vigente risulta non idoneo a fornire il giusto supporto e fondamento normativo alla realizzazione del Catasto. Pertanto è **necessario un intervento di carattere legislativo** che obblighi i soggetti che possiedono infrastrutture di posa (operatori di Telecomunicazioni, municipalità, etc.), a fornire i dati necessari alla costituzione di tale Catasto, specificando sia i dati da fornire che la frequenza e la modalità di aggiornamento. Tale normativa potrebbe prendere spunto dal *modus operandi* già adottato dalle istituzioni per la realizzazione di altri catasti (es. direttiva 3/3/99 per la creazione dei PUGSS e i Regolamenti e Delibere Regionali della Regione Lombardia);
- da non sottovalutare i **costi di realizzazione e gestione** del Catasto e del centro servizi in capo all'Ente Gestore né i **costi di popolamento iniziale** (per la raccolta e l'adattamento delle informazioni esistenti) a cura di tutti gli Enti contributori che sono stati stimati come i più onerosi;



- visti gli elevati costi sia di sviluppo che di Operation del Catasto (per caricamento e manutenzione), **dovranno essere identificate delle opportune modalità di finanziamento**. Nel documento sono identificati due principali scenari di finanziamento: finanziamento pubblico e finanziamento misto pubblico-privato.

Cablaggio ottico di edificio

L'oggetto dello studio, come si evince dal titolo della sezione, è il cablaggio ottico verticale di edificio, in merito al contesto di realizzazione delle reti di accesso di nuova generazione FTTH - Fiber To The Home - note come NGN o NGAN.

La sezione è pertanto indirizzata sia agli enti interessati alla realizzazione di questo tipo di impianti per le Telecomunicazioni sia a quelli potenzialmente deputati a una revisione o a un adeguamento del quadro normativo, al fine di ottimizzare i processi. Lo scopo è fornire le linee guida di sintesi per la realizzazione del progetto sulla base delle soluzioni oggi disponibili e maggiormente consolidate, prendendo inoltre in considerazione gli aspetti normativi.

Il presente documento è stato sviluppato mediante il contributo dei principali operatori e aziende installatrici che operano nell'attuale contesto di Telecomunicazioni a livello nazionale, in cui è in fase di definizione l'orientamento con cui le reti NGAN saranno realizzate e gestite. Pertanto lo sforzo compiuto è stato di produrre dei contenuti che possano rivelarsi per quanto possibile aderenti alla realtà che in tal senso si verrà a delineare.

Il documento fa riferimento al contesto nazionale in cui si andrà ad operare, mettendo in evidenza i seguenti aspetti: **proprietà, disponibilità e sostenibilità del cablaggio**. Inoltre sottolinea come allo stato attuale siano in fase di definizione alcuni punti, come ad esempio il numero di fibre per utente, che impattano sul cablaggio di edificio.

Successivamente vengono trattate le possibili soluzioni di cablaggio per edifici in cui sono presenti più unità immobiliari, costituite essenzialmente dai seguenti elementi: punto di distribuzione, cavo a fibre ottiche e borchia ottica. In considerazione del fatto che il cavo a fibre ottiche è l'unico elemento che può essere dedicato o condiviso tra gli utenti presenti in un edificio, le soluzioni di cablaggio sono state classificate in due tipologie: cablaggio singolo utente e cablaggio multiutente, sintetizzando le linee guida per il collegamento d'utente e le condizioni che indirizzano verso l'una o l'altra soluzione. Infine si forniscono alcune considerazioni sulla struttura del punto di distribuzione.

Segue una panoramica delle **tipologie di prodotti** per la realizzazione del cablaggio di edificio disponibili sul mercato, focalizzando l'attenzione sui prodotti che appaiono più significativi all'interno del contesto italiano:

- i cavi ottici, classificati in cavi multi-fibra ad estrazione (ottimali per edifici medio-grandi) e cavetti singoli (ottimali per edifici medio-piccoli), entrambi suddivisi in diverse tipologie sulla base di esempi presenti sul mercato;



- le fibre ottiche, soffermandosi sulle caratteristiche delle fibre *bend insensitive* G.657, che la Raccomandazione ITU-T G.657 suddivide in due categorie, in base al loro comportamento trasmissivo in caso di curvatura e in termini di compatibilità con le fibre standard G.652;
- i connettori, con i relativi requisiti fondamentali che devono soddisfare per trovare applicazione nel cablaggio FTTH e la corrispondente classificazione di interesse per il cablaggio di edificio;
- il distributore di edificio e la borchia utente, di cui vengono definiti gli aspetti chiave.

Seguono le **specifiche di impianto**, che rappresentano il set minimo di caratteristiche tecniche che devono essere rispettate nella realizzazione del cablaggio di edificio, per garantire l'utilizzo della parte terminale della rete a diversi operatori, quando possibile, a prescindere dalle loro scelte architettoniche di rete.

Successivamente viene sintetizzato il **quadro normativo** attualmente presente per quanto riguarda le tematiche relative all'infrastrutturazione dei condomini, sia in termini di norme civilistiche sia di norme tecniche, seguite dalle possibili direzioni di adeguamento normativo.

Infine vengono elencate le diverse esperienze internazionali, sintetizzando lo stato attuale nei Paesi tecnologicamente più avanzati in merito al cablaggio ottico verticale degli edifici.

Tipologie di fibre per i vari contesti

Elemento di base e fondante del nuovo paradigma NGAN sono le fibre ottiche: esse infatti sono il nuovo mezzo trasmissivo in grado di trasportare enormi quantità di informazioni in tempi rapidissimi fino alla casa di tutti gli utilizzatori, in sostituzione dell'attuale doppino in rame i cui limiti, a fronte dei forti trend di crescita dell'utilizzo di banda trasmissiva, risultano oramai evidenti.

Si scorge quindi la necessità che le caratteristiche principali riguardanti le fibre ottiche siano il più possibile bagaglio conoscitivo condiviso tra tutti quelli che si ritroveranno nel prossimo futuro ad avere un ruolo nella realizzazione dell'infrastruttura passiva per la costruzione della rete nazionale di nuova generazione. Tale progetto infatti, data la sua complessità e dimensione, necessariamente coinvolgerà, oltre agli operatori e ai loro fornitori, anche tantissime altre realtà nazionali e locali della pubblica amministrazione e dei vari corpi intermedi della società italiana (Comuni, Amministratori di condominio, ecc.).

La Sezione "Tipologie di fibre per i vari contesti" si pone quindi l'obiettivo di fornire una rapida e semplice descrizione di cosa sono le fibre ottiche, come sono fatte, che caratteristiche hanno in generale e quali sono le caratteristiche distintive tra le varie tipologie che si possono trovare disponibili. Sono proprio queste caratteristiche infatti (in termini di attenuazione, flessibilità ecc) che distinguono le fibre ottiche tra di loro e le rendono adeguate ai differenti contesti di utilizzo.

Data infatti la molteplicità di attori che dovranno concorrere alla riuscita del progetto, è fondamentale che gli elementi necessari a operare in modo omogeneo possano diventare



il più possibile di dominio comune, affinché ciascuno degli attori arrivi a posare all'interno delle componenti infrastrutturali di propria competenza (condomini, aree urbane o tratte di lunga distanza) le corrette tipologie di fibra ottica cioè:

- G655/G652 per le tratte di lunga distanza
- G652 per le aree urbane (MAN)
- G657 per i condomini

Il documento sottolinea anche che ci possono essere delle non-compatibilità tra alcune sotto-tipologie di fibre G657 e le fibre di tipo G652. Tali incompatibilità meritano una certa attenzione in quanto possono rendere inutilizzabili predisposizioni condominiali fatte magari anche con spirito di proattività. Tra le fibre G657 ad oggi disponibili si indicano quelle G657A1 e G657A2 come adeguate al cablaggio di condominio in quanto compatibili ad una giunzione con le fibre G652 utilizzate nel collegamento urbano tra i condomini e le centrali degli operatori (rete di accesso).

La sezione rimanda poi alla bibliografia tecnica dell'ente di standardizzazione competente (ITU-T) per chi volesse recuperare tutti i parametri tecnici di dettaglio di tutte le tipologie e sottotipologie di fibre ottiche ad oggi disponibili e le corrispondenti descrizioni dei relativi ambiti di applicazione.



REDATTORI DEL DOCUMENTO

Il presente documento è stato redatto dal gruppo di studio ANFoV costituito da:

ANFoV	Nino Catania
ANCI/Cittalia	Mauro Savini Paolo Testa Giada Maio
TELECOM ITALIA	Nicola Iorio Carmelo Marco Rossicone Clelia Lorenza Ghibaudo Fabio Gro Fabio Randone Francesco Montalti Franco Pogni Guglielmo Aureli Lucia Bordignon Michele Volpe Paola Motta Paola Regio Pasquale Izzo Patrizia Bondi Raffaele Imperio Rosaria Maria Ledonne Susanna Apone
FASTWEB	Enrico Pietralunga Angelo Maccarone Maurizio Pasi
ITALTEL	Innocenzo Carbone Enrico Rieti Franco Serio Giovanni Pirovano Giuliano Foscarini
SIRTI	Edoardo Cottino Carlo Galangan
VALTELLINA	Giovanni Ruggeri Raffaello Maiolli



INDICE

Premessa	2
Executive Summary	3
Il Catasto delle Infrastrutture.....	3
Cablaggio ottico di edificio	7
Tipologie di fibre per i vari contesti	8
REDATTORI DEL DOCUMENTO.....	10
INDICE	11
1 CONTESTO DI RIFERIMENTO	15
1.1 Programma Next Generation Access Network nel sistema Paese.....	15
1.2 Banda Ultra Larga in Italia e confronti con altri Paesi.....	16
1.3 Modalità e sistemi di condivisione delle infrastrutture attuali.....	18
1.3.1 Francia	19
1.3.2 Inghilterra	20
1.3.3 Spagna	20
1.3.4 Portogallo	23
1.3.5 Danimarca.....	24
2 CATASTO DELLE INFRASTRUTTURE	27
2.1 Esigenze e Vantaggi di un Catasto delle Infrastrutture.....	27
2.2 INFRASTRUTTURE ITALIANE	29
2.2.1 Scenario attuale.....	29
2.2.2 Proprietari, gestori e caratteristiche di utilizzo.....	29
2.2.3 Infrastrutture e tipologie	30
2.2.4 Il ruolo e l'esperienza dei Comuni	36
2.3 ATTORI E PROCESSI COINVOLTI NEL CATASTO	39
2.3.1 Network Creation e Provisioning Infrastrutturale oggi	39
2.3.2 Proposta Migliorativa al Processo	40
2.3.3 Il ruolo del Catasto.....	42
2.3.4 Identificazione di un Gestore e degli utilizzatori del Sistema.....	43
2.3.5 Gestione dei Dati.....	45
2.3.6 Caricamento e consultazione delle informazioni nel Catasto.....	46



2.4	INFORMAZIONI E RAPPRESENTAZIONE INFORMATICA	47
2.4.1	Utilizzo di un Catasto delle Infrastrutture.....	47
2.4.2	Informazioni da inserire nel Catasto	49
2.4.3	Geographical Information Systems.....	50
2.4.4	Modello Dati e Rappresentazione delle informazioni.....	52
2.4.5	Utilizzo di una Cartografia di Base.....	54
2.4.6	Funzionalità previste.....	55
2.4.7	Modalità di import ed export dei dati.....	56
2.4.8	Architettura Soluzione Tecnica	57
2.4.9	Servizi e Struttura di Gestione del Sistema	67
2.5	ASPETTI LEGISLATIVI E REGOLAMENTI COMUNALI	69
2.5.1	Il quadro Nazionale.....	69
2.5.2	Il Sistema delle regole locali.....	72
2.5.3	Evoluzione del frame-work legislativo	77
2.5.4	Fornitura e aggiornamento dei dati	80
2.6	ASPETTI ECONOMICI	81
2.6.1	Voci di costo di Setup: Strumento Catasto.....	81
2.6.2	Voci di costo di Setup: Centro Servizi	82
2.6.3	Voci di costo di Operations	83
2.6.4	Riepilogo delle Voci di costo	84
2.6.5	Modalità di Financing	84
3	Cablaggio Ottico di Edificio	87
3.1	Contesto nazionale del cablaggio ottico	88
3.2	Soluzioni di cablaggio	90
3.2.1	Cablaggio singolo utente	90
3.2.2	Cablaggio multi utente	91
3.2.3	Considerazioni sul punto di distribuzione	92
3.3	Tecnologie	93
3.3.1	Cavi ottici	93
3.3.2	Fibra ottica.....	100
3.3.3	Connettori	102
3.3.4	Distributore di edificio.....	105



3.3.5	<i>Borchia utente</i>	105
3.4	Specifiche di impianto.....	106
3.5	Quadro normativo.....	107
3.5.1	<i>Norme civilistiche</i>	107
3.5.2	<i>Norme tecniche</i>	114
3.5.3	<i>Possibili direzioni di adeguamento normativo</i>	116
3.6	Esperienze internazionali.....	118
4	Tipologie di fibre per i vari contesti.....	121
4.1	CAVI & FIBRE: I FONDAMENTI.....	121
4.1.1	<i>CENNI STORICI</i>	121
4.1.2	<i>STRUTTURA FISICA</i>	122
4.1.3	<i>PRODUZIONE</i>	123
4.1.4	<i>PRINCIPI TRASMISSIVI E PARAMETRI FONDAMENTALI</i>	128
4.2	PRINCIPALI TIPI DI FIBRA OTTICA.....	130
4.2.1	<i>FIBRE ITU-T G.651</i>	131
4.2.2	<i>FIBRA ITU-T G.652</i>	131
4.2.3	<i>FIBRA ITU-T G.655</i>	132
4.2.4	<i>FIBRE ITU-T G.657</i>	132
4.3	PRINCIPALI TIPI DI FIBRA & LORO APPLICAZIONI.....	134
4.4	BIBLIOGRAFIA.....	136
	Appendice A: ELENCO DEGLI ACRONIMI.....	137



Reti di accesso di nuova generazione NGAN.

Interventi per uno sviluppo sostenibile: Catasto delle infrastrutture e criteri tecnologici realizzativi



1 CONTESTO DI RIFERIMENTO

L'obiettivo della presente sezione è fornire una visione ad alto livello del contesto sul quale si inseriscono le iniziative legate alle Next Generation Access Network (NGAN). In particolare viene analizzata la valenza strategica di un programma NGAN per il Sistema Paese: aziende, istituzioni e cittadini traggono molteplici vantaggi diretti ed indiretti dalla disponibilità di un'infrastruttura di rete moderna ed efficiente, capace di veicolare quantità di informazioni e servizi innovativi in continua crescita. Viene successivamente presentata la situazione della Banda Ultra Larga in Italia ed il confronto con le iniziative in corso nel contesto internazionale.

1.1 Programma Next Generation Access Network nel sistema Paese

Le reti di Telecomunicazione rappresentano l'infrastruttura di base per consentire lo scambio di informazioni e contenuti tra tutti i soggetti coinvolti nello sviluppo della Società dell'Informazione: cittadini, imprese ed istituzioni. L'evoluzione delle reti di telecomunicazione verso capacità sempre maggiori è inoltre una condizione necessaria per lo sviluppo e la diffusione di servizi innovativi con crescenti livelli di integrazione, multimedialità e interattività.

In primo luogo per i cittadini, lo sviluppo di sistemi di comunicazione che migliorano lo scambio e la circolazione di contenuti e informazioni accresce in generale la predisposizione verso l'adozione di tecnologie e servizi innovativi, che verranno poi erogati attraverso la rete stessa, ampliando la sfera delle possibilità e opportunità.

Per le imprese la valenza è duplice, in termini sia di innovazione di processo che di prodotto. Da una parte le infrastrutture avanzate consentono una migliore interazione tra le diverse strutture aziendali (a maggior ragione se distribuite territorialmente) e tra queste e l'ambiente esterno (clienti, fornitori, partner), con ripercussioni dirette sull'efficacia e efficienza dei processi aziendali. La disponibilità di un nuovo canale distributivo "immateriale" (le reti di telecomunicazione) consente inoltre di ampliare il mercato territoriale di riferimento creando nuove opportunità di sviluppo. D'altra parte, attraverso le nuove reti è possibile creare nuovi prodotti/servizi, che possono rappresentare per le aziende un importante fattore di differenziazione e diversificazione della propria attività, intervenendo quindi direttamente sull'innovazione di prodotto.

Per le istituzioni, i servizi abilitati dalle infrastrutture avanzate incidono direttamente sui processi interni intra e inter-amministrativi oltre che sulla qualità delle relazioni con i cittadini e le imprese. A sua volta, l'innescò di un processo innovativo nella Pubblica Amministrazione basato sulle tecnologie di rete può attivare un circolo virtuoso per l'affermazione di servizi innovativi e la loro successiva diffusione presso un bacino di utilizzatori più ampio.

La crescita di traffico e lo sviluppo di nuove applicazioni creano quindi i presupposti per lo sviluppo di nuove reti di accesso di nuova generazione (Next Generation Networks).



Questo pone quindi nuove sfide difficili da gestire, che chiedono approccio sistemico e prospettiva di lungo termine:

- investimenti molto elevati (miliardi di Euro) con ritorni nel lungo periodo, non sempre compatibili con gli obiettivi finanziari dei gestori privati, data anche la scarsa evidenza circa la propensione dei clienti a pagare di più per una banda maggiore;
- impatto sulle dinamiche competitive e sul quadro regolatorio;
- notevole sforzo di pianificazione e coordinamento sul territorio (per scavi e pose di nuove fibre);
- necessità di un coinvolgimento di più attori per il coordinamento di processi di sviluppo;
- la crescente de-verticalizzazione della catena del valore che sta portando ad una sempre più netta differenza delle dinamiche competitive tra servizi (es. search) e infrastrutture, che rischia di vedere i gestori di rete affrontare ingenti investimenti senza certezza sui margini dei servizi.

I vantaggi di tali nuove infrastrutture, definibili come il nuovo “sistema nervoso” del paese, sono in ogni caso confermati da studi nazionali, europei ed extra-europei. La costruzione di nuove reti risulta strategicamente necessaria per i seguenti motivi:

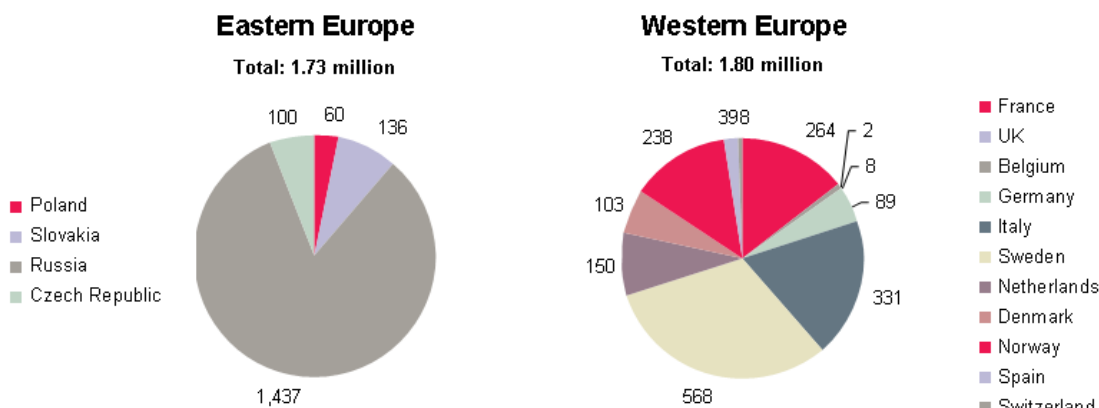
- è difficile pensare ad un’infrastruttura che abbia più impatti sulla produttività, l’innovazione, la qualificazione di un Paese, delle sue Regioni, delle sue città;
- diventerà una variabile chiave della competitività del territorio in grado di attrarre capitali e talenti;
- per costruirla si può innestare un circolo virtuoso occupazione-investimenti;

1.2 Banda Ultra Larga in Italia e confronti con altri Paesi

Nella diffusione della rete di accesso di Nuova generazione e di conseguenza della Banda Ultra Larga, si rilevano profonde differenze in termini di penetrazione nelle varie parti del mondo.

L’Asia è l’area che senza dubbio ha intrapreso con maggior forza la via verso le NGN. Tra Giappone (14,4 milioni), Cina (19 milioni) e Corea del Sud (6,7 milioni), questa regione rappresenta di gran lunga il più ampio bacino di connessioni a larghissima banda su tecnologie in fibra ottica (41 milioni), pari all’85% del mercato mondiale.

In Europa le penetrazioni attuali sono inferiori e, anche qui, differenze tra mercati nazionali in termini di penetrazione delle nuove reti e di copertura dei relativi servizi sono assai marcate (come dimostrato nella figura seguente).



Sottoscrittori FTTH/B al 2Q2009 (fonte OVUM)

In Italia sono in corso progetti di sviluppo da parte di vari operatori (TI, Tiscali, Vodafone, Fastweb,...) che dovrebbero riguardare, nei prossimi tre anni, le principali 13-15 città italiane per poi ampliarsi negli anni successivi almeno al 50% della popolazione.

Significative nello scenario Italiano sono anche le recenti iniziative da parte di nuove entità.

In particolare si cita il progetto di sviluppo di una rete NGN recentemente annunciato dalla Regione Lombardia. Il progetto prevede di realizzare un modello di rete per banda ultra larga in architettura FTTH (Fiber To The Home) per portare la fibra ottica al 50% delle abitazioni, su un territorio di 167 comuni, per un totale di 4,2 milioni di abitanti e 43.700 chilometri di cavo da posare. La spesa prevista è di 1,2 miliardi di euro da spalmare in 5/7 anni di lavori, portati avanti da una società mista in cui dovrebbero essere presenti la Regione Lombardia, il Ministero dello Sviluppo Economico e diverse Fondazioni bancarie. Questo ente avrà il compito di finanziare, realizzare e gestire l'infrastruttura, nella quale gli operatori partecipano fornendo i servizi e i contenuti.

Numerose sono poi le iniziative degli Enti Locali, come ad esempio la Rete Lepida in Emilia Romagna e l'iniziativa della Provincia di Trento.

La rete Lepida, ad esempio, serve in fibra gli enti pubblici che fanno parte di una community che ricomprende Comuni, Province, Regione e le loro diramazioni. Nata regionale, infatti, la rete si ingrandisce via via che le varie istituzioni provvedono a cablare in fibra le aree di propria competenza.

La Provincia Autonoma di Trento invece prevede nel 2011 di sviluppare una rete in fibra ottica. A questo scopo sono stati stanziati circa 122 milioni e nella finanziaria sono stati inseriti incentivi per gli enti locali al fine di favorire la realizzazione cosiddetto ultimo miglio.

Si può far riferimento inoltre alle iniziative in corso in Friuli Venezia Giulia con la rete Insiel SpA (prima Mercurio FVG), società della Regione, che con una serie di pianificazioni periodiche sta creando una rete a banda ultralarga in fibra ottica in tutta la regione utilizzando anche infrastrutture di posa cavo quali la rete di illuminazione pubblica.

Un'altra iniziativa di carattere locale è presente nella Provincia di Bergamo dove la società controllata della provincia stessa, ABM ICT, ha posato oltre 400 km di fibra ottica per collegare circa 100 comuni. Tale intervento segue il precedente Obiettivo 2 con il



quale si sono realizzate tre reti wireless di tipo hiperlan che hanno interessato oltre 60 comuni delle valli montane.

1.3 Modalità e sistemi di condivisione delle infrastrutture attuali

E' stato effettuato uno studio con l'obiettivo di confrontare le offerte di infrastrutture civili di posa presenti in ambito internazionale, evidenziandone le principali caratteristiche e gli strumenti, quali la cartografia, implementati dagli operatori per la promozione di tale mercato.

Lo scouting si è focalizzato su alcune realtà Europee, che stanno sviluppando reti di nuova generazione in accesso, evidenziando alcuni punti sostanziali:

- *tipologia di Infrastrutture civili di posa offerta (cavidotti);*
- *utilizzo e gestione delle Cartografie, come mezzo a supporto dell'offerta;*

La tabella riporta una sintesi dell'analisi relativa agli aspetti su menzionati.

	Disponibilità di Offerta Cavidotti	Trattamento della Cartografia
Openreach	NO	NO
France Telecom	SI	WEB
Telefonica	SI	Accesso on line dal portale Wholesale
Portugal Telecom	SI	WEB
TDC	SI (obbligo per backhauling di cabinet VDSL)	No. A livello statale è stato implementato un sistema che per zona di interesse indica se vi sono infrastrutture civili e la proprietà, cui chiedere informazioni cartografiche

Lo scouting, ha evidenziato che vi sono diverse modalità nel trattamento della cartografia, da soluzioni web, ad accessi on line dal portale, per finire a soluzioni di livello statale a cui fare richiesta per l'indicazioni di infrastrutture disponibili.

L'approccio francese, per esempio, indica che la cartografia riporta informazioni semplici di carattere geometrico, relative al "calco" delle infrastrutture esistenti e che quindi può essere facilmente applicato a qualsiasi planimetria.



1.3.1 Francia

L'offerta di infrastrutture di posa di France Telecom (FT) **si riferisce unicamente alle infrastrutture di posa (condotti) esistenti** nelle varie tratte della rete di accesso¹.

Nella rete primaria ("Transport", dalla centrale ai sottomartori negli armadi) sono installati tubi da 100 o 150 mm (condotte unitarie) o da 60 e 80 mm (condotte multi tubolari). Nella tratta secondaria ("Distribution" dagli armadi alle abitazioni) sono disponibili condotte unitarie da 100 o 150 mm e alveoli da 45 o 60 mm lungo gli assi principali. L'offerta di FT include anche la tratta di adduzione (dall'ultimo pozzetto in suolo pubblico sino agli edifici), composta tipicamente da tubazioni di 28, 33 o 45 mm. Infatti, nelle principali città francesi tale tratta tipicamente è stata già realizzata e quindi è stata posta, laddove esiste, come parte integrante dell'offerta di infrastrutture di posa esistenti.

È ammesso in via sperimentale ed esclusivamente per gli assi di rete secondaria "Distribution" l'uso di tecniche di 'tubage souple'(i.e. microtubi), quando le soluzioni classiche non sono utilizzabili, per risolvere condizioni di saturazione e/o ottimizzazione di risorse.

Il tracciato dell'infrastruttura prevede punti intermedi di snodo/giunzione, rappresentati da camere (box) interrato di diversi tipi. Gli apparati attivi e/o passivi, diversi da semplici cavi, dell'operatore acquirente dovranno essere posti in camere satellite rilegate a quelle di FT. Gli operatori possono acquistare parti dell'infrastruttura di FT, mentre altre parti le possono realizzare in proprio (ad es. in caso di tratte sature da aggirare), facendosi carico delle relative autorizzazioni e nel rispetto delle regole di raccordo al Genio Civile di FT. È possibile anche effettuare il rilegamento ad infrastrutture in genio civile alternative a quelle di France Telecom.

FT, al fine di facilitare l'individuazione delle tratte di interesse, ha messo a disposizione uno strumento per l'accesso ad informazioni cartografiche sulla propria rete. FT è responsabile unico nella gestione ed aggiornamento delle Cartografie, relative solo alla propria infrastruttura. Le mappe sono visualizzate in formato web e gli operatori, per accedervi e per effettuare gli ordini, devono iscriversi ad un contratto chiamato "Frontal de Commande Intégrée" ed alla convenzione "Web Operateur". Dal 1 agosto 2009, gli operatori comunicano l'ordine del servizio esclusivamente attraverso il "Web operateur", tramite il quale FT mette in opera uno "sportello unico" per la realizzazione di tutti gli ordini inviati.

La lista delle maschere delle camerette già disponibili per la zona è fornita opzionalmente con i 'plan itinéraire' ed il loro formato è PDF o Image e senza garanzia da parte di FT sulla data di aggiornamento alla data dell'ordine.

Le informazioni di cartografia sono fornite da FT per le principali città o per distretti (arrondissement) relativi alle grandi città.

¹ L'analisi si basa sui documenti di offerta di cavidotti di France Telecom, arricchita da informazioni informali avute direttamente dall'operatore France Telecom.



1.3.2 Inghilterra

Ofcom ha analizzato il mercato delle infrastrutture civili in Inghilterra ed al termine di tale processo ha imposto a BT l'apertura dell'infrastruttura di genio civile per il dispiegamento della NGAN. La società Analysis Mason² nel 2009 ha eseguito per Ofcom un'analisi della capacità disponibile in termini di cavidotti. Tale analisi ha rilevato che, nell'ambito dello scenario studiato, vi è una disponibilità ridotta di capacità e che sono presenti diverse difficoltà da esaminare e superare prima di abilitare l'apertura di tale mercato (es. verifica/bonifica della presenza di gas delle richieste che possono incidere sulla National Security).

L'analisi è stata eseguita su un campione di tracciati, per percorsi vari, aventi camere ('box') con profondità variabile oppure dei tombini: nei tracciati scelti e rilevati tra una centrale locale ed un armadio, tipicamente vi è un rapporto di 25 tombini e 282 box.³

La maggior parte dei tubi di Openreach esaminati nell'analisi, ha un diametro di 90 mm, mentre la maggior parte dei sottotubi ha un diametro di 25 mm.

Analysis Mason avverte, tuttavia, che miglioramenti nella tecnologia e l'utilizzo di sottotubi di diametro minore (mini o micro tubi), potrà variare l'interpretazione dei risultati obiettivo dell'analisi.

1.3.3 Spagna

L'offerta di cavidotti di Telefonica (di seguito TE) illustra le infrastrutture della rete di accesso dell'operatore, riportando l'esistenza di diverse tipologie di condotti⁴. In sintesi, la rete primaria (di Alimentazione) è costituita da tubazioni in PE da 125 mm o in PVC da 100 mm e comprende le tubazioni principali che partono dalla centrale sino all'armadio di ripartizione. Per i sottotubi, si usano tubazioni in PE da 40mm. La rete secondaria (Distribuzione) è costituita da condotte in PE da 125 mm, in PVC da 110 mm, in PVC da 63 mm e sottotubi da 40 mm.

La scatola terminale ottica, che raccoglie più abitazioni, anche quando si trova su suolo pubblico od in ambiente esterno, va sempre posizionata in camere esterne di proprietà dell'operatore richiedente, raccordinate alle camere equivalenti di TE.

Sistema per il trattamento degli ordini di richiesta di informazioni

L'OLO deve sottoscrivere due contratti separati, uno per l'accesso al servizio SICO (Servicio de Information de Conductos) ed un altro per l'offerta dei cavidotti, denominata

² Fonte: Survey di Analysis Mason per Ofcom, marzo 2009

³ L'analisi non comprende il tratto di infrastrutture a valle degli armadi verso il cliente finale; inoltre riporta i vincoli utilizzati per la scelta del campione, indicando anche che riguarda solo lo 0,02% del totale delle camere dell'intera rete, benché l'area considerata sia la più estesa tra le analisi disponibili per l'Europa

⁴ Fonte: Nota CMT a nov. 2008.



Marco. A valle dell'utilizzo del servizio SICO, per individuare le condotte di interesse, parte il processo che si avvia con la richiesta della risorsa fino alla sua effettiva condivisione (quando tecnicamente possibile).

Relativamente al servizio SICO, TE dà le seguenti informazioni mettendo a disposizione personale specializzato per interagire con l'OLO:

- Visibilità dell'infrastruttura civile (condotti, camere stradali, ...) **nelle aree di centrale aperte all'ULL (circa 700) e/o dove TE prevede di dispiegare FTTH.**
- Informazioni sulla capacità libera, relativa ad una porzione di infrastruttura specificato dall'operatore, grazie alla visione cartografica. Tale informazione è rilasciata a seguito di un'ulteriore richiesta (SIV - Solicitud de Informacion de capacidad vacante).

SICO è richiedibile tramite il portale wholesale di TE, denominato NEON (Nuevo Entorno para Operadores Nacionales) e mette a disposizione il sistema informativo della cartografia CARPE (con opportuni profili d'utente) ed i moduli per le richieste successive (SIV, SUC Solicitud de Uso Compartido). Sono fissati dei vincoli temporali per l'accesso e le risposte, e sui volumi relativi alle domande che possono essere evase nei tempi previsti.

Cartografia di riferimento di TE

Il sistema rappresenta il dispiegamento di condotti e camere stradali sopra una rappresentazione grafica delle strade. Ogni camera stradale si identifica con un codice. Nei casi in cui manca il codice, l'identificazione avviene mediante strada e numero civico più vicino, che il sistema visualizza.

Identificati sulla cartografia di riferimento gli elementi di interesse, ogni domanda di informazione sulla capacità vacante SIV avverrà attraverso un Modulo Base che può contenere fino a 40 camere stradali e le canalizzazioni tra di essi, a condizione che siano consecutivi.

La risposta sulla capacità disponibile⁵ può avere tre formati:

- esistenza di capacità disponibile;
- nessuna garanzia di capacità disponibile: in questo caso, è necessario aspettare i risultati dei sopralluoghi previsti nella fase successiva;
- richiesta dell'operatore con dati errati che hanno reso impossibile rispondere;

La certezza che gli elementi di interesse dell'operatore potranno essere utilizzati si stabilirà con una visita congiunta, nella fase successiva⁶, dopo che l'operatore avrà trasmesso i dati necessari (tipo di fibra che intende utilizzare, eventuale uso delle camere stradali per alloggiare elementi passivi e loro caratteristiche, ..). A valle della stesura di una relazione di tale visita, la SUC potrebbe dover essere riformulata con le opportune modifiche.

⁵La successiva Solicitud de Uso Compartido avviene in modo omogeneo con la richiesta di informazioni, per moduli di 40 camere e condotte relative di collegamento; il modulo è richiedibile a partire da 2 camere consecutive

⁶Si tenga presente che la registrazione delle informazioni è un processo manuale e di dettaglio.

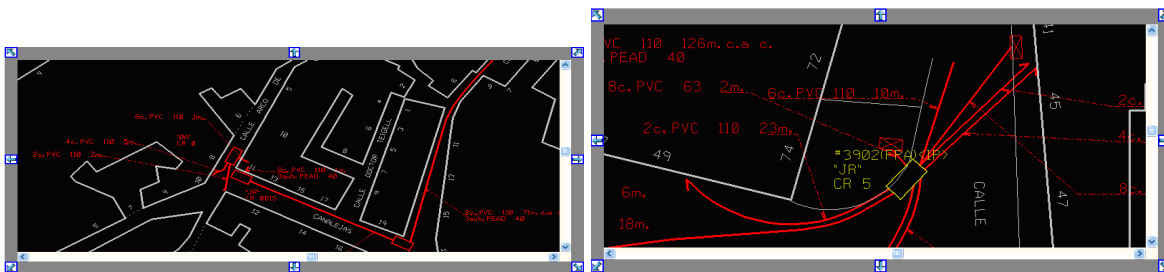


Il sistema informativo per le rappresentazioni relative alle cartografie è denominato CARPE. L'applicativo CARPE richiede per l'utilizzo, l'installazione di componenti del prodotto ed ha un accesso specifico per utente abilitato. CARPE mostra una prima finestra che riporta il profilo dell'utente e la possibilità di selezionare una centrale su una mappa a partire dalla regione e provincia oppure inserendo direttamente il codice della centrale di interesse. Tra le centrali selezionabili saranno abilitate alla visualizzazione dei dati solo quelle in ULL e/o con FTTH di Telefonica. La schermata è mostrata nella figura sottostante a sinistra:



Una finestra di 'display manager' consente di selezionare la tipologia di elementi che l'utente può visualizzare: cartografia, camere stradali e canalizzazioni. Selezionata la centrale, l'utente riceve una finestra di dialogo per scegliere il 'tipo di consultazione'.

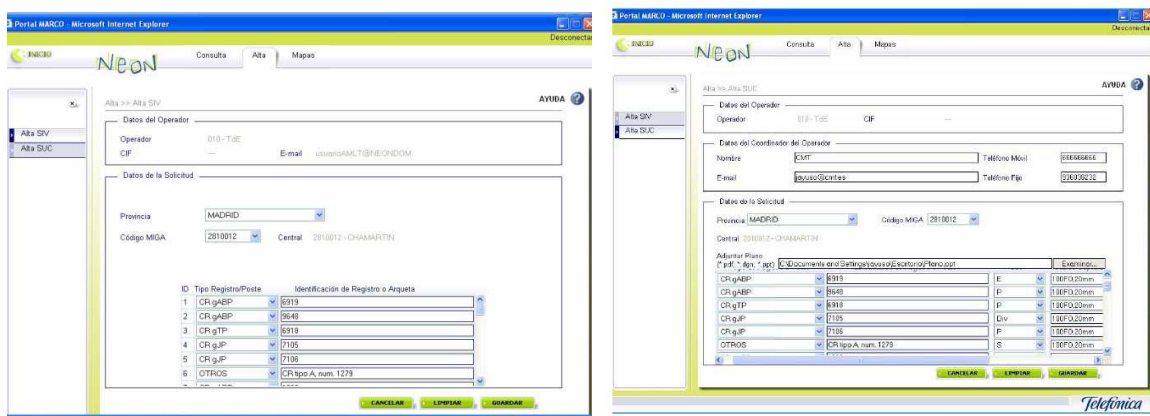
Scegliendo la tipologia di consultazione, si otterranno tre versioni grafiche diverse tra loro che mettono in evidenza i dati richiesti per la consultazione, centrandoli nell'immagine. La consultazione può essere per indirizzo, indirizzo della camera stradale, codice della camera stradale. Nel seguito si riporta l'esempio di consultazione per indirizzo e per camera stradale ricercata per codice.



Successivamente, sempre tramite il portale wholesale NEON, si potranno compilare le due successive domande che l'operatore deve formulare: richiesta di informazione sulla capacità disponibile (SIV); richiesta di accesso (SUC) agli elementi ritenuti di interesse dall'operatore e le cui informazioni sono state rilevate dalla visualizzazione delle cartografie nel sistema CARPE. Le relative videate di richiesta sono riportate nelle figure

seguenti; il modulo di richiesta sulla condivisione di risorse evidenzia che devono essere presenti le informazioni sul tipo di fibra ottica utilizzata.

Si evidenzia che per la realizzazione del sistema CARPE, Telefonica ha richiesto nel 2009 alla propria Autorità un contributo di sostegno agli ingenti investimenti richiesti. Non si è a conoscenza se tale contributo sia stato erogato in modo diretto od attraverso il pagamento da parte degli utilizzatori di una quota per la consultazione del sistema.



1.3.4 Portogallo

In Portogallo una legge governativa ha imposto direttamente a Portugal Telefonica (di seguito PT) di condividere le proprie infrastrutture civili.

L'offerta attuale di PT risulta orientata a servire clienti finali di tipo business⁷. Nell'infrastruttura attuale dei cavidotti di PT, i tracciati multi tubolari possono servire per l'installazione di cavi in fibra ottica, ed il tubo della condotta è suddiviso in sotto-tubi. Vari tipi di condotte sono disponibili per l'installazione di cavi in fibra ottica (condotta tritubo con HDPE, condotte multitubolari adattate, altre). I materiali necessari per la costruzione del condotto per i cavi in fibra ottica, sono i seguenti:

- Tritubo polietilene ad alta densità (HDPE) di \varnothing 40mm.
- Tritubo polietilene ad alta densità (HDPE) di \varnothing 32 millimetri per i sotto-tubi.

L'operatore interessato usa un database geografico Web-based per identificare la posizione delle infrastrutture che desidera. Esso paga un costo annuo per accesso al database. Una volta identificato il condotto che vuole usare per connettere il suo cliente business, l'operatore indica il tipo di cavo ottico che vuole inserire nella tubazione.

In un secondo step, PT esegue uno studio di fattibilità sulla sezione del tubo e fornisce il risultato all'operatore, giustificando se il condotto non è agibile (pieno, ostruito, riservato, etc).

⁷ Fonte: sintesi del processo d'ordine di PT rilevato da Analysis Mason per Ofcom



In un terzo step, se l'accesso al condotto è possibile, l'operatore deve eseguire un'analisi della sezione del tubo, identificando potenziali blocchi lungo il tubo. Se il tubo non offre la continuità (collapsed or blocked), l'operatore deve concordare con PT i lavori civili necessari a riparare il tubo a proprie spese.

Infine, l'operatore può dispiegare la sua fibra nel condotto identificato per connettere il suo cliente finale, rispettando le regole di ingegneria dell'offerta. Al termine dell'installazione, l'operatore alternativo deve fornire a PT tutta la documentazione relativa all'infrastruttura 'as built', indicando chiaramente il condotto occupato. Questo permette a PT di aggiornare il suo database.

1.3.5 Danimarca

In Danimarca⁸, TDC ha piani di sviluppo per una rete FTTN, basata su VDSL; i piani non sono noti all'autorità NITA, la quale nel 2009 ha istituito un Comitato per indagare le possibilità di espansione dell'infrastruttura digitale in Danimarca.

In Danimarca è stato attivato nel 2005, un registro dei nominativi relativi alle compagnie e associazioni proprietarie (ad esempio le varie utilities) di cavi sotterranei e relativa infrastruttura, al fine di evitare danneggiamenti durante lavori di nuove costruzioni. Il costo dell'accesso al sistema è contenuto, e utilizza alcune piattaforme di e-government attive in Danimarca. Si accede via web con un servizio di firma digitale approvato dallo Stato e si ricevono le mappe catastali digitalizzate dall'archivio elettronico nazionale. Evidenziata l'area e tenuto conto della tecnologia di scavo che verrà utilizzata nei propri lavori, il costruttore di infrastruttura richiedente riceve l'elenco dei proprietari di cavi nell'area selezionata, che potrà contattare per avere dettagli cartografici sulle infrastrutture.

Il servizio non fornisce la posizione e il dettaglio dell'infrastruttura e dei cavi esistenti, ma semplicemente l'elenco dei proprietari. È obbligatorio consultarlo prima dei lavori, poiché sono previste penali per eventuale danneggiamento di infrastruttura di terzi.

⁸ Fonte: ERG Survey giugno 2009 e newsletters web



La seguente tabella riporta un benchmark di Cullen International:

Country	Survey on availability of ducts	Notes
AT	No	
BE	No	
DK	Yes	Survey ordered by the Enterprise and Construction Authority for all industry sectors.
FI	No	
FR	Yes	Audit of France Telecom's ducts in 10 cities in Nov. 2007 showed that civil engineering is available although not equal everywhere.
DE	Yes	BNetzA established a passive infrastructure atlas, which can be accessed by interested operators (see the first version of usage conditions, Nov. 4, 2009).
GR	No	
IE	No	
IT	No	AGCOM has assigned studies which <i>inter alia</i> assess the possibility for compiling a civil infrastructure database.
LU	No	
NL	No	
NO	No	
PT	No	
ES	No	
SE	Yes	Online duct survey www.ledningskollen.se launched in Sep. 2009 for all industry sectors on PTS initiative.
CH	No	
UK	Yes	Second survey carried out in 2009 of BT's physical (duct and pole) infrastructure, published by Ofcom in March 2010. The new results show there is significant amounts of unoccupied space in existing ducts and on poles in BT's network between cabinets and customer premises.



Reti di accesso di nuova generazione NGAN.

Interventi per uno sviluppo sostenibile: Catasto delle infrastrutture e criteri tecnologici realizzativi

Sezione 1: Contesto di riferimento



2 CATASTO DELLE INFRASTRUTTURE

Obiettivo della presente sezione è quello di individuare le linee guida per la realizzazione di un “Catasto delle Infrastrutture” condivise da tutti i partecipanti al Gruppo di Studio ANFoV (Operatori, Enti proprietari di infrastruttura e costruttori).

La “**condivisione delle infrastrutture di posa**” è universalmente ritenuta come una condizione essenziale per lo sviluppo delle reti di nuova generazione in quanto agevola la costruzione delle nuove infrastrutture di accesso riducendone in modo potenzialmente significativo gli investimenti necessari.

Per agevolare i processi di condivisione delle infrastrutture e rendere efficiente la gestione delle infrastrutture esistenti è opportuno predisporre ed aggiornare un Catasto delle Infrastrutture, a livello nazionale, alimentato dagli operatori di telecomunicazioni e da tutti gli altri soggetti pubblici e privati che possiedono o costruiscono, a qualunque fine, infrastrutture di posa utilizzabili per lo sviluppo di nuove reti in fibra ottica. Tale strumento abilita l’individuazione più tempestiva ed efficace delle risorse di posa disponibili sul territorio a vantaggio sia degli operatori interessati a investire nelle nuove reti sia dei soggetti pubblici interessati a sostenerne lo sviluppo. Nel presente documento vengono delineate le linee Guida per un Catasto in cui vengono memorizzate le infrastrutture esistenti (attuali o future una volta realizzate). Non viene al momento esplorata l’estensione dello strumento per il supporto alle fasi di progettazione congiunto tra operatori in caso di co-sviluppo.

Suddetto Catasto è inoltre di ausilio all’analisi regolamentare, in quanto facilita l’individuazione delle aree geografiche nelle quali sono maggiormente presenti delle infrastrutture. Per sintetizzare, nel seguito del documento si utilizzerà il termine Catasto per indicare inequivocabilmente il “Catasto delle Infrastrutture”

2.1 Esigenze e Vantaggi di un Catasto delle Infrastrutture

Francesco Caio, nel suo Rapporto presentato al Governo Italiano nel marzo del 2009 ipotizzava la creazione di un database centralizzato delle reti al fine di garantire un forte presidio centrale per coordinare il processo di finanziamento/creazione di nuove reti di telecomunicazioni, ottenendo al contempo un puntuale monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi di copertura. La necessità del catasto delle infrastrutture viene anche citata nella bozza di raccomandazione Europea che raccomanda agli Enti Regolatori delle varie nazioni di attivarsi per la realizzazione del Data Base.

La condivisione delle infrastrutture esistenti disponibili sul mercato è importante per lo sviluppo della propria rete di accesso ottico di nuova generazione di ogni Operatore, evitando di duplicare gli investimenti e le opere pubbliche laddove sono disponibili infrastrutture. Tale processo di condivisione richiede la conoscenza delle infrastrutture disponibili e quindi la creazione di un Catasto delle Infrastrutture, così come indicato dai rapporti su menzionati. Predisporre un Catasto delle Infrastrutture a livello nazionale, alimentato da tutti gli operatori di telecomunicazioni e da altri soggetti pubblici e privati che



possiedono o costruiscono infrastrutture di posa utilizzabili per lo sviluppo di nuove reti in fibra ottica, consente infatti di:

- avviare un'indagine sulle infrastrutture esistenti ed idonee alla posa di cavi in fibra ottica oltre l'ambito TLC dando visibilità anche delle infrastrutture di altri Enti o Utilities;
- facilitare una individuazione più tempestiva ed efficace delle risorse di posa disponibili sul territorio a vantaggio sia degli operatori interessati ad investire nelle nuove reti sia dei soggetti pubblici interessati a sostenere lo sviluppo delle nuove reti;
- abilitare l'apertura di un "mercato delle infrastrutture" che consente di evitare la duplicazione di infrastrutture anche per ridurre gli impatti ambientali e i costi complessivi del sistema;
- agevolare la fase di analisi della sostenibilità del business e della pianificazione della rete NGAN da parte di un operatore grazie alla conoscenza diretta sia del grado di infrastrutturazione dell'area di interesse e sia degli enti da contattare per gli approfondimenti;
- agevolare i contatti e gli accordi bilaterali sia tra Operatori che tra gli Operatori e gli Enti pubblici e consentire quindi la riduzione dei tempi di sviluppo e degli ostacoli burocratici legati ai permessi per la messa in opera delle infrastrutture civili;
- consentire al Regolatore nazionale di individuare le aree in cui la presenza di infrastrutture esistenti è significativa, in linea anche con le recenti indicazioni date dalla Comunità Europea relativamente alle regole a sostegno dello sviluppo di reti NGAN;
- fornire un contributo rilevante per la digitalizzazione delle informazioni degli Enti;
- consentire la creazione dei DataBase delle informazioni per gli Enti che non le possiedono, e la Federazione dei DataBase delle informazioni nel Catasto per gli Enti che già le possiedono;
- facilitare i coordinamenti tra le amministrazioni e le multi-utilities per la gestione di sottoservizi, instaurando così un rapporto collaborativi per l'aggiornamento della cartografia in virtù delle possibili modifiche viabilistiche (conoscenze utili per future progettazioni di reti);



2.2 INFRASTRUTTURE ITALIANE

2.2.1 Scenario attuale

Nello sviluppo di una rete di telecomunicazioni, le opere civili legate alle infrastrutture costituiscono la voce preponderante nei costi totali di connessione ai clienti; in particolare con le tecnologie tradizionali possono valere da un minimo del 60% (in area urbana) ad oltre il 90% (in area rurale) del costo dell'impianto.

D'altra parte il processo di miniaturizzazione in atto nella tecnologia costruttiva dei cavi ottici, fa sì che le dimensioni delle canalizzazioni ospitanti possano essere ridotte rispetto al passato.

Per questi motivi l'interesse degli operatori di telecomunicazioni da qualche tempo si è focalizzato, oltre che sulla possibilità di effettuare scavi di dimensione ridotta, anche sulla possibilità di riutilizzo delle infrastrutture esistenti di ogni genere, anche se parzialmente occupate.

Nonostante lo sviluppo attuale delle reti di accesso a fibre ottiche sia piuttosto limitato, già i primi *case studies* hanno evidenziato l'intenzione da parte degli operatori di telecomunicazioni di utilizzare i due approcci della sotto-tubazione delle infrastrutture esistenti e dell'uso di infrastrutture esistenti non realizzate per le telecomunicazioni, talvolta in combinazione tra loro. Per gli scopi del Catasto deve essere quindi possibile distinguere la tipologia delle infrastrutture sulla base della loro applicabilità al contesto delle telecomunicazioni e sulla base della loro capillarità sul territorio (Dorsale Cittadina, Dorsale Stradale, Building).

2.2.2 Proprietari, gestori e caratteristiche di utilizzo

In considerazioni di quanto sopra esposto, oltre agli operatori di Telecomunicazioni, sul territorio nazionale esistono altri soggetti che possiedono delle infrastrutture idonee alla posa della fibra.

Le amministrazioni locali (Comuni e Province) e gli enti gestori di servizi (Teleriscaldamento, GAS, luce, acqua) sovente possiedono o gestiscono tubazioni/fibre posate in concomitanza delle attività infrastrutturali svolte. Queste infrastrutture rappresentano delle dorsali cittadine (centro e/o bordo strada), tra sedi business (sedi di amministrazioni pubbliche, altri operatori, centri di interesse quali università/mostre, etc) ed in alcuni casi raggiungono edifici residenziali.

Inoltre, dove queste infrastrutture in affiancamento (tubazioni/fibre) non sono disponibili o sufficienti allo scopo, è possibile valutare la realizzazione di tratte di rete di accesso direttamente sull'infrastruttura principale (es. rete di pubblica illuminazione).

Tali infrastrutture si candidano a essere riutilizzate per la realizzazione di una nuova rete d'accesso in fibra ottica cittadina.

E' inoltre allo studio da parte di alcune amministrazioni locali un nuovo approccio alla gestione delle reti urbane del sottosuolo, con particolare attenzione alla possibilità di



dotare le città/provincia/Regione di una propria infrastruttura di rete di accesso NGAN. Va in questa direzione ad esempio il nascente progetto Regione Lombardia.

In linea di principio pertanto esiste la possibilità da parte degli Enti Locali, in particolare i Comuni, di realizzare infrastrutture di Accesso (condotti, tubi, sottostazioni) mantenendone la proprietà e concedendole in gestione/affitto ai vari Operatori di Telecomunicazioni. In tal modo le Pubbliche Amministrazioni si focalizzano sulla realizzazione delle infrastrutture civili, magari in concomitanza con la realizzazione di altre opere pubbliche limitando al minimo interventi multipli sulle sedi stradali ed i ben noti disagi ad essi collegati. Gli Operatori di Telecomunicazioni potranno sfruttare le infrastrutture disponibili scegliendo le soluzioni tecnologiche più adatte alle proprie esigenze.

I vantaggi per le Comunità locali sono considerevoli e facilmente individuabili in:

- un aumento occupazionale direttamente legato alla realizzazione dei lavori;
- una ricaduta positiva sul territorio in termini di disponibilità di Reti a Banda Ultralarga con conseguente promozione di attività economiche e residenziali;
- lo sviluppo di una competizione tra più operatori sui servizi finali, con evidenti vantaggi per tutta la collettività.

D'altro canto anche gli operatori di Telecomunicazioni avranno un vantaggio in termini di:

- disponibilità di una moderna rete di accesso NGAN, limitando gli investimenti in opere civili alle tratte in cui vi sia una mancanza di infrastrutture disponibili;
- significativa riduzione del Time to Market grazie al canale privilegiato che si instaurerà con gli enti locali che consentirà l'abbattimento dei tempi burocratici legati ai permessi per la messa in opera delle infrastrutture civili.

2.2.3 Infrastrutture e tipologie

Poiché il catasto deve tener conto di più tipologie di infrastrutture, si dovrà provvedere a una classificazione di tali risorse che consenta di valutarne l'impiego nella realizzazione delle reti NGAN.

Si possono in particolare distinguere due macro-tipologie di tubazioni:

- Tubazioni posate allo scopo di ospitare reti di telecomunicazioni;
- Tubazioni posate per scopi non legati alle telecomunicazioni.

2.2.3.1 Tubazioni dedicate alle reti di Telecomunicazioni

Le tubazioni dedicate alla posa di cavi per le reti di telecomunicazioni sono generalmente di proprietà degli operatori di telecomunicazione. Non è raro tuttavia che alcuni Enti locali (Comuni, Regioni, Municipalizzate...) possiedano questo tipo di infrastrutture sviluppate o per la costruzione di reti proprie (es. MAN cittadine, Reti

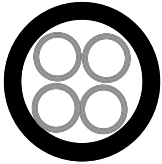
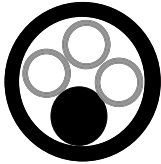
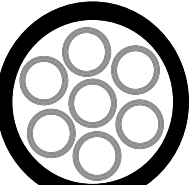
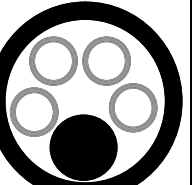
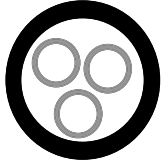

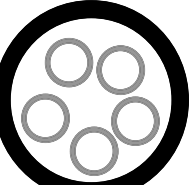
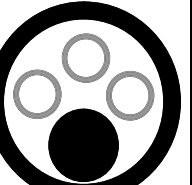
regionali...) oppure posate in concomitanza a scavi per opere di altra natura e lasciate a futuro utilizzo (es. posa in affiancamento alla rete di teleriscaldamento).

A tal proposito la tabella riportata di seguito evidenzia lo stato dell'arte delle infrastrutture in tubazione utilizzate per la rete di accesso italiana:

Tipo infrastruttura		Massima potenzialità dei cavi in rame nelle infrastrutture	Occupazione massima con minitubi (infrastruttura libera)
Tubazione polifora	Tubi Φ 125/2,6 lisci	Cavi non armati nelle versioni esistenti, altrimenti armati	Massimo 2 fender da 5 minitubi ciascuno + minitubi secondo possibilità
Minitubazione o altra generica infrastruttura	Tubi Φ 140 lisci o corrugati	Cavi non armati nelle versioni esistenti, altrimenti armati	Massimo 2 fender da 5 minitubi ciascuno + minitubi secondo possibilità
	Tubi Φ 125/4,1 lisci	Cavi non armati nelle versioni esistenti e tratte \leq 100 metri	Massimo 2 fender da 5 minitubi ciascuno + minitubi secondo possibilità
		Cavi non armati nelle versioni esistenti, altrimenti armati	
Tubi Φ 50 lisci	-	Massimo 5 minitubi	
SOCRATE o altra generica infrastruttura	Tubi Φ 125 corrugati	Cavi non armati nelle versioni esistenti e tratte \leq 100 metri	Massimo 2 fender da 5 minitubi ciascuno + minitubi secondo possibilità
		Cavi non armati nelle versioni esistenti, altrimenti armati	
	Tubi Φ 63 corrugati	-	Massimo 5 minitubi
Infrastruttura F.O. o altra generica infrastruttura	Tubi Φ 63 corrugati	-	Massimo 5 minitubi
	Tubi Φ 63 corrugati	-	Massimo 5 minitubi
	Tubi Φ 50 lisci	-	Massimo 5 minitubi
	Tubi Φ 50 corrugati	-	Massimo 4 minitubi
	Tubi Φ 40 lisci	-	Massimo 4 minitubi

Nel caso di infrastrutture di posa parzialmente occupate si possono utilizzare le regole di occupazione attualmente previste nell'offerta Telecom Italia sulle infrastrutture di posa esistenti per lo sviluppo di reti FTTx, pubblicata a giugno 2009. Di seguito si riporta una figura che indica i principi di condivisione anche in condizione di infrastrutture parzialmente occupate.

N.° massimo di minitubi 10/12mm installabili

	Tubo Ø 40 mm		Tubo Ø 50 mm e tubo corrugato Ø 63 mm	
	libero	parzialmente occupato	libero	parzialmente occupato
Canalizzazione	<= 4 Minitubi 	<= 3 Minitubi 	<= 7 Minitubi 	<= 4 Minitubi 
Monotubi / Tritubi interrati	<= 3 Minitubi 	Non sotto-equipaggiabile 	<= 5 Minitubi 	<= 3 Minitubi 

2.2.3.2 Tubazioni posate per scopi non legati alle Telecomunicazioni

Per quanto riguarda le infrastrutture realizzate per utilizzi diversi dalle telecomunicazioni, esistono varie tipologie a seconda del servizio erogato tra cui:

- reti elettriche;
- reti fognarie;
- rogge, canali;
- reti per l'acqua potabile;
- reti del gas;
- reti per il teleriscaldamento;
- reti per la pubblica illuminazione.

Poiché si tratta spesso di reti realizzate e/o gestite a livello locale e comunque utilizzate per scopi interni all'Ente di competenza, non è pubblicamente disponibile una classificazione organica che consenta una valutazione di applicabilità per la rete di accesso.

Si può comunque affermare che se tali reti presentano delle tubazioni libere o parzialmente occupate (es. rete per la pubblica illuminazione), è possibile pensare di



trasporre gli stessi criteri validi per la rete di telecomunicazioni. Inoltre, ove non siano presenti tubazioni da sfruttare è possibile valutare la posa di tubi e/o cavi all'interno (es. rete fognaria) o in appoggio (es. rete elettrica aerea) all'infrastruttura esistente.

In particolare la ricerca Cittalia⁹ evidenzia la possibilità di utilizzare alcune tecniche utilizzate per la realizzazione dell'infrastruttura di backbone (a causa della necessità di evitare valvole e giunti a "T"). Si dividono in due gruppi:

- Posa dei cavi in tubazioni "attive" che trasportano acqua o gas (attive)
- Posa dei cavi in tubazioni dismesse o non utilizzate

Tubazioni attive

La posa in tubazione attive utilizza le infrastrutture con cui vengono dispiegate le reti di servizio (acqua, gas) .

La rete in fibra viene posata utilizzando una speciale porta di I/O che ha il compito di guidare il cablaggio in ingresso e in uscita del gasdotto (o acquedotto), bypassando in questo modo le valvole in ingresso ed uscita.

Il gasdotto offre una buona protezione al cablaggio in fibra, grazie al posizionamento sensibilmente sotto il livello della superficie stradale e delle altre infrastrutture di posa.

I vantaggi di questo tipo di scelta consistono nello sfruttare il tracciato del gasdotto già esistente e che è già predisposto per raggiungere le utenze disseminate sul territorio. A questo deve essere aggiunta una relativa rapidità di posa e una ridotta invasività (non si ricorre a scavi su carreggiate e marciapiedi).

Si tratta comunque di una tecnica non convenzionale e quindi relativamente poco sperimentata. Il costo di messa in opera è variabile a seconda della configurazione dell'impianto e perciò presenta una bassa modularità.

Infine fra gli svantaggi va inserita una certa aleatorietà nei tempi di realizzazione a causa di possibili lungaggini amministrative dovute a norme non sempre chiare.

Posa in tubazioni dismesse o non utilizzate

Le considerazioni precedenti sono state fatte per la coesistenza di infrastrutture esistenti e operative con un cavo in fibra ottica. Risulta evidente che nel caso in cui esistano tubazioni di qualunque genere non in esercizio sia possibile utilizzarle pienamente.

In questo caso, secondo il diametro e la tipologia dell'infrastruttura, è possibile utilizzarle per la posa diretta del cavo in fibra ottica oppure si può procedere alla posa di tubi analoghi a quelli interrati che poi serviranno ad ospitare la fibra.

Visto l'elevato risparmio di una soluzione del genere, andrebbe considerata come prima opzione all'interno della pianificazione degli scavi.

⁹ "Come far crescere le reti Ultra Broad Band per i servizi dei Comuni al territorio"

Posa in reti fognarie

Si tratta di tecniche utilizzate per la realizzazione dell'infrastruttura di distribuzione cittadina e accesso.

Le reti fognarie possono essere utilizzate come infrastruttura di reti d'accesso, poiché raggiungono ogni angolo della città e quindi ogni possibile utente. Inoltre utilizzare la rete fognaria non comporta la richiesta di speciali permessi per gli scavi rispetto ad una delle tecniche realizzative tradizionali.

Le tecniche di installazione sono essenzialmente due:

- Installazione tramite l'ausilio di sistemi robotizzati
- Installazione tramite galleggiante

Nel primo caso si parla di tecniche che sfruttano la posa del cavo in fibra ottica all'interno di tubi d'acciaio posati in condotti fognari con l'ausilio di sistemi robotizzati.



Figura 9 – Sistema robotizzato per la posa dei cavi -

Il costo è variabile a seconda delle condizioni, delle dimensioni e profondità dei condotti (essenzialmente si dividono in accessibili dall'uomo e non accessibili dall'uomo).

I sistemi robotizzati che vengono utilizzati sono gli stessi impiegati nelle opere di manutenzione delle reti fognarie.

La seconda tecnica si basa sull'inserimento all'interno del condotto fognario di un galleggiante a cui è ancorata la fune di traino.

I cavi utilizzati sono resistenti agli agenti chimici: l'utilizzo di speciali polimeri (quali il BT0104) nella costruzione della guaina, dona una totale impermeabilità ai liquami, anche acidi, trascinati nel condotto. Questo tipo di cavi ha un'altissima resistenza allo schiacciamento e il peso stesso del cavo permette l'ancoraggio al fondo dei condotti, impedendone lo spostamento.

Inoltre contro la penetrazione dei liquami, è possibile riempire i cavi con uno speciale gel tamponante che svolge un'azione bloccante contro le infiltrazioni.

Le scatole di giunzione vengono invece posizionate esternamente al condotto per le seguenti ragioni: facile accesso in qualsiasi momento da parte del personale di installazione e realizzazione di un ambiente di lavoro privo di contaminazioni.

I vantaggi di questo tipo di installazione sono la presenza di un'infrastruttura esistente e l'essere dotata perciò di una bassa invasività.

L'adozione di una soluzione progettuale di questo tipo consente di realizzare una rete ottica limitando l'impatto ambientale con conseguente inibizione delle carreggiate stradali. Si rileva inoltre l'assenza di scavi nelle strade e un risparmio per le opere di smantellamento del manto stradale, nessun costo di ripristino nei centri storici delle città e nessun rallentamento alla viabilità urbana.

Gli svantaggi sono legati alla particolarità delle infrastrutture stesse: opere di questo tipo possono essere effettuate solo in condizioni particolari (condotta in buone condizioni di manutenzione).

Inoltre l'ambiente di posa richiede l'utilizzo di manodopera specializzata oltre ad attrezzature e materiali particolari, comportando un incremento dei costi e complessità di manutenzione rispetto alle tecniche realizzative tradizionali.

Posa nei tunnel della metropolitana

I tunnel della metropolitana (ove presenti) possono essere utilizzati per la posa della rete di trasporto in fibra.

Tipicamente i cavi in fibra vengono installati e fissati sui ganci sospesi sulle pareti dei tunnel. Le chiavi da considerare per rendere affidabile un'installazione di questo tipo sono la resistenza alle alte temperature (e al fuoco) e la protezione contro gli animali roditori.

Il materiale utilizzato dovrà rispettare le indicazioni riportate nell'IEC TR62222 che cita appunto le prestazioni dei cablaggi in fibra in caso di incendio all'interno degli edifici (può essere applicata anche ai tunnel della metropolitana), e inoltre dovrà prevedere una protezione extra per garantirne l'impermeabilità agli attacchi dei roditori (viene utilizzato solitamente un nastro isolante corrugato in acciaio).



Figura 10 – Posa in tunnel metropolitana -

Vi sono casi in cui anche i cunicoli in affiancamento ai binari ferroviari (principalmente le reti gestite da società a carattere regionale/privato) sono stati utilizzati quale sede di posa per cavi in fibra di dorsale.



E' bene evidenziare che l'applicazione di tali soluzioni, con utilizzo anche di materiali dedicati e accorgimenti opportuni, è possibile fatto salvo il rispetto di tutte le norme in vigore, in particolare in termini di sicurezza ed esercizio di entrambe le infrastrutture, quindi sia per il servizio tradizionale sia per quello di telecomunicazioni.

2.2.4 Il ruolo e l'esperienza dei Comuni

Nel consentire l'utilizzabilità reale delle infrastrutture sopra citate per lo sviluppo delle reti NGAN sarà fondamentale il ruolo dei Comuni sia in termini di condivisione della mappatura delle infrastrutture sia in termini di soggetto naturalmente deputato ad aggregare e orientare la domanda locale, soprattutto nei confronti degli operatori economici locali in ottica di sviluppo territoriale.

Un'approfondita indagine della situazione reale in 11 città italiane capoluogo di provincia, di dimensioni diverse e variamente distribuite sull'intero territorio italiano, è stata recentemente svolta da Cittalia per ANFoV ed è da essa stessa in via di ufficializzazione.

In questo paragrafo si riportano quindi una parte dei risultati in particolare quelli sul tema del catasto e degli strumenti di memorizzazione delle informazioni delle infrastrutture e le principali evidenze emerse dall'indagine di Cittalia.

2.2.4.1 L'esperienza nei Comuni analizzati da Cittalia

Il censimento degli impianti è risultato essere il punto di maggiore debolezza rilevata per i Comuni. Se in alcuni casi, come Torino, Roma o Milano, anche per la presenza di un coordinamento regionale forte sul tema, vi è una posizione molto avanzata e innovativa, nella maggior parte dei casi il censimento è assente o parziale, o non strutturato (come avviene a Catania). A Firenze ad esempio il censimento del sottosuolo passa attraverso lo Sportello Unico. Roma, seppure semplificando in ottica di facilitare le tempistiche e le procedure per i soggetti privati, predispone il censimento elettronico (catasto reti), in formato DXF secondo criteri unificati e stringenti, dai tracciati delle canalizzazioni, all'oggetto delle autorizzazioni rilasciate, individuati mediante coordinate nel sistema di riferimento Gauss - Boaga. Infatti il regolamento scavi del 2009 introduce un maggiore coordinamento dei lavori e degli interventi degli operatori, con obbligo di consegna dei programmi in formato digitale e a scadenze prestabilite semestrali. L'invio dei programmi da parte delle società, essendo finalizzato all'individuazione di eventuali lavori in condivisione, costituisce implicita autorizzazione a rendere noti i piani di intervento, oltre che agli Uffici comunali e statali interessati, anche alle altre Società di pubblici servizi che insistono sullo stesso territorio. E' prevista inoltre la consegna – su supporto informatico – degli aggiornamenti delle reti – relativi rispettivamente al 30 giugno ed al 31 dicembre di ogni anno – riportati sul **Catasto Reti**.

Il Comune di Reggio Emilia ha previsto nei propri piani l'elaborazione di un PUGSS (Piano Urbano dei sottoservizi del sottosuolo).

Rispetto alla disponibilità del SIT (Sistema Informativo Territoriale) e la trasparenza delle



informazioni, un breve dettaglio dei casi riscontrati:

- **Catania** – Reti in FO solo per utenti abilitati
- **Firenze** –SIT e Sistema informativo geologico del sottosuolo (banca dati sottosuolo) con reti e infrastrutture di servizio non evidenti
- **Milano** - Il Comune di Milano è dotato di infrastrutture municipali, cioè i cunicoli, intercapedini, metropolitane, anche condotti fognari, di proprietà collettiva, anche non sotterranei, condotti che ogni volta che risulti opportuno gli operatori devono utilizzare, compreso l'accesso e l'utilizzo di pozzetti d'ispezione. Infrastruttura e rete tecnologica sono due proprietà distinte ed ogni proprietario risponde della manutenzione ed implementazione della propria, l'unica differenza è che se risulta necessario al comune modificare l'infrastruttura (solo per giuste ragioni) gli operatori si accollano gli oneri dei lavori sulle proprie reti. Gli operatori hanno dei precisi doveri di controllo sulle reti inserite in infrastrutture polifunzionali, tra i quali quello di partecipare attivamente all'implementazione della banca dati dell'Ufficio **Servizio Occupazione Suolo/Sottosuolo Pubblico**. L'Ufficio **Servizio Occupazione Suolo/Sottosuolo Pubblico** raccoglie i Programmi Triennali dei percorsi, dove gli operatori indicano le necessità e quali infrastrutture comunali adoperare, che analizza e discute, e al termine del quale viene stipulata una Convenzione di Concessione con l'operatore.
- **Napoli** – Il Comune di Napoli impone a tutti gli operatori, a cadenza regolare entro il 31 dicembre di ogni anno, la consegna di una planimetria completa della nuove canalizzazioni eseguite durante l'anno; chiaramente sarebbe opportuno un aggiornamento ad esempio dei formati dei dati ricevuti, oltre che delle tecniche di scavo utilizzate. Aggiornamento che invece periodicamente e di recente è stato apportato, come citato in precedenza, al regolamento tariffario per l'occupazione di suolo/sottosuolo pubblico, comprendendo tipologie particolari di impianti come quelli TLC. E' stato realizzato da una collaborazione post lauream tra l'Università Federico II e il Comune di Napoli un apposito Sistema Informativo Territoriale per le Occupazioni di Suolo Pubblico, basato su tecnologia GIS (Geographic Information System) per l'acquisizione, la registrazione, l'analisi, la visualizzazione e la restituzione di informazioni derivanti da dati geografici (geo-referenziati), per la gestione informatizzata delle pratiche di occupazione di suolo pubblico. Online è disponibile una versione demo e una presentazione del progetto.
- **Torino e Verona** hanno i sistemi integrati con la parte attinente le reti ma non rendono trasparenti le informazioni online al pubblico esterno, neanche previa autorizzazione, ma impongono un passaggio allo sportello. In particolare a Torino, il sistema regolatorio è potenziato e reso efficace proprio dall'utilizzo del **catasto reti informatizzato**, e che coinvolge le cartografie di rete di tutti i soggetti concessionari, come previsto dal D.P.C.M. del 3 marzo 1999, tramite lo strumento della bolla di manomissione. L'integrazione di tali dati con il sistema informativo territoriale è prevista, sebbene non accessibile agli utenti esterni per la parte reti di telecomunicazioni, al pari del Comune di Verona.



2.2.4.2 Principali evidenze sul ruolo dei Comuni

Dalla ricerca Cittalia risulta quindi che l'utilizzo di applicazioni tecnologiche mirate ad un monitoraggio e a una conoscenza approfondita del territorio e dei sottoservizi, quali i sistemi informativi territoriali, il catasto reti, i sistemi di georadar, risulta ancora poco diffuso.

Occorre pertanto operare in direzione di un accordo fra amministrazioni e operatori TLC che identifichi un modello comune di intervento rispettoso delle prerogative dei diversi soggetti coinvolti, sia in termini di riconoscimento di oneri adeguati al Comune sia in termini di facilità di investimento da parte dei privati.

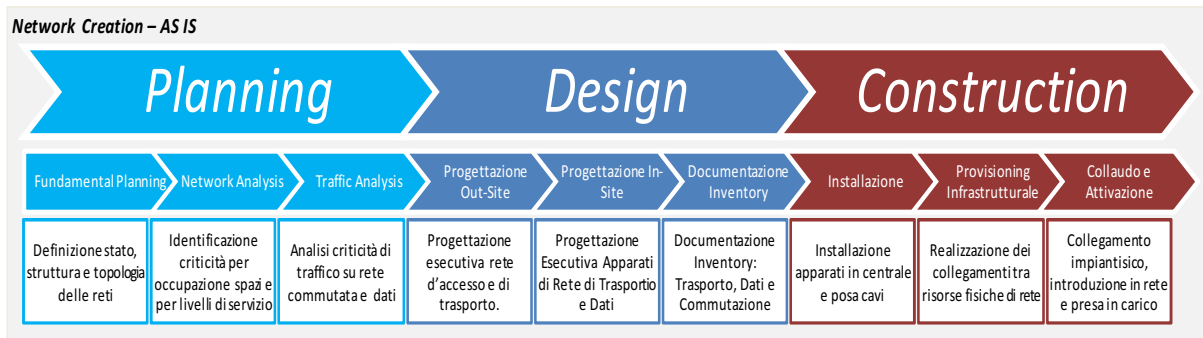
Occorre inoltre operare in direzione di una condivisione della mappatura delle infrastrutture di rete da parte degli operatori, spingendo i Comuni a far valere le proprie prerogative in termini di governo del territorio e a integrare le basi di conoscenza disponibili (catasto reti/SIT).

Il Comune va coinvolto non solo in termini di potenziale fruitore, ma anche in qualità di soggetto naturalmente deputato ad aggregare e orientare la domanda locale, soprattutto nei confronti degli operatori economici locali in ottica di sviluppo territoriale.

2.3 ATTORI E PROCESSI COINVOLTI NEL CATASTO

2.3.1 Network Creation e Provisioning Infrastrutturale oggi

Il processo di Network Creation è deputato alla gestione del Design e del Dimensionamento delle risorse di rete a fronte di esigenze di business legate al provisioning di nuovi servizi o di semplice ampliamento della capacità della rete.



L'intero processo si compone di tre sottoprocessi: *Planning*, *Design* e *Construction*:

- nella fase di **planning** vengono pianificate la struttura e la topologia delle reti che saranno oggetto della successiva fase di design. Le domande a cui bisogna dare una risposta a valle delle analisi condotte sono:
 - la definizione delle aree in cui sviluppare la rete;
 - le tecnologie e gli apparati da impiegare;
 - il dimensionamento della capacità della rete.

I principali vincoli sono dettati dai costi e dai tempi di realizzazione che devono garantire la remuneratività dell'intervento in termini di vantaggi competitivi derivanti dall'offerta di nuovi servizi all'utenza e dal raggiungimento di aree precedentemente non coperte;

- nella fase di **design** avviene la progettazione esecutiva della rete e degli apparati secondo i vincoli individuati nella fase di planning. Le scelte dei progettisti devono tenere in debito conto anche aspetti legati alla determinata tecnologia scelta, aspetti economici e tutte le difficoltà che possono essere legate infrastrutture civili del progetto. In particolare la possibilità di utilizzare opere infrastrutturali esistenti piuttosto che realizzarne di nuove può comportare notevoli vantaggi sul costo complessivo e sui tempi di realizzazione della nuova rete. Può accadere che le informazioni sulle infrastrutture presenti nell'area oggetto dell'intervento non siano a

disposizione del progettista oppure possano presentare caratteristiche di inconsistenza o incompletezza rispetto alla realtà;

- l'ultima fase del processo è relativa alla **construction** della rete, ossia tutti gli interventi che vanno dall'affidamento dei lavori alle imprese, alla realizzazione delle opere civili, dei link tra risorse fisiche, alla configurazione degli apparati. Gli interventi più critici sono sicuramente legati alla realizzazione delle opere civili. Spesso infatti lungaggini burocratiche e difficoltà operative possono allungare in modo significativo i tempi necessari all'esecuzione dei lavori. Per ovviare a tali problematiche negli ultimi anni si sono sviluppate tecniche di posa innovative ("no dig") che rispetto ai tradizionali scavi sono più economiche e veloci oltre che decisamente meno invasive dal punto di vista dell'impatto ambientale.

2.3.2 Proposta Migliorativa al Processo

I costi legati alla network construction sono quelli che più incidono sull'intero processo e già oggi i vari operatori sono alla ricerca di tecniche e soluzioni che consentano di minimizzare gli effort necessari. E' con quest'idea che si cerca di realizzare i lavori in concomitanza con i lavori di terzi, ridurre al minimo gli oneri per il ripristino del manto stradale attraverso tecniche di scavo moderne ed economiche quali micro/mini-trincea, no-dig, ecc...

L'approccio che però, più di ogni altro, può costituire il volano per la diffusione capillare delle reti d'accesso di nuova generazione è la condivisione delle infrastrutture esistenti i cui benefici più immediati sono elencabili in termini di:

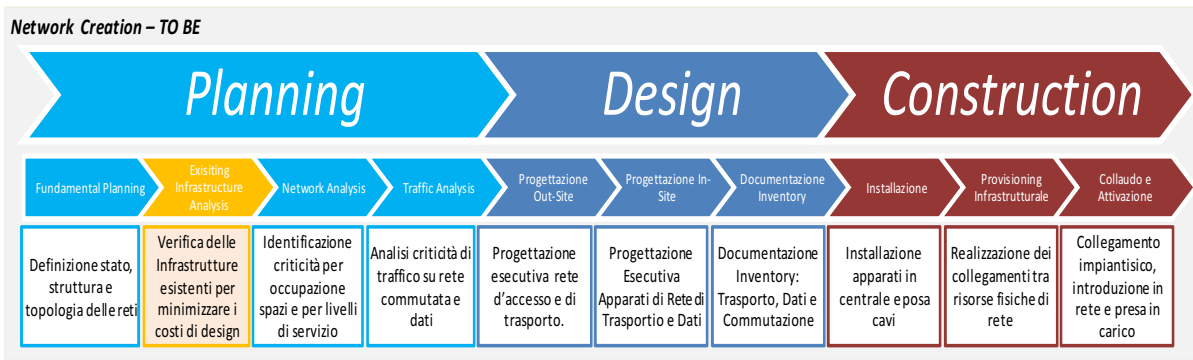
- **saving economici** – Secondo uno Studio della Regione Lombardia il costo unitario al metro per uno scavo in ambiente urbano di tipo tradizionale è di 60€, quello in minitrincea scende a 38€, quello realizzato mediante tecniche no dig si ferma a 23€. La posa di un cavo in una tubazione esistente, sotto-tubata con minitubi, si abbatta invece a 5€ al metro;
- **saving temporali** – Oltre ai tempi necessari per l'esecuzione delle opere è necessario considerare i ritardi associati al rilascio dei permessi da parte dei vari enti proprietari e/o gestori delle sedi stradali, che molte volte possono allungare in modo estremamente significativo il *time to market* dei servizi innovativi che si vogliono vendere attraverso la nuova rete in costruzione;
- **saving ambientali** – Aspetto tutt'altro che secondario è quello legato all'impatto ambientale che le opere civili comportano, sempre più spesso è difficile ottenere il rilascio dei permessi da parte di amministrazioni locali particolarmente attente alla questione ambientale ed ai disagi che i lavori possono comportare alla cittadinanza in termini di traffico e di vivibilità in generale.

L'ottimizzazione della gestione delle opere esistenti che si candidano ad ospitare le nuove reti è possibile solo attraverso la perfetta conoscenza delle stesse. Tali opere, con la loro eterogeneità derivante dal fatto che sono state progettate e realizzate da soggetti

diversi per erogare servizi altrettanto diversi (reti elettriche, di illuminazione pubblica, idriche, di teleriscaldamento, reti fognarie) già affiancano sul territorio le reti di telecomunicazioni esistenti appartenenti ai diversi operatori.

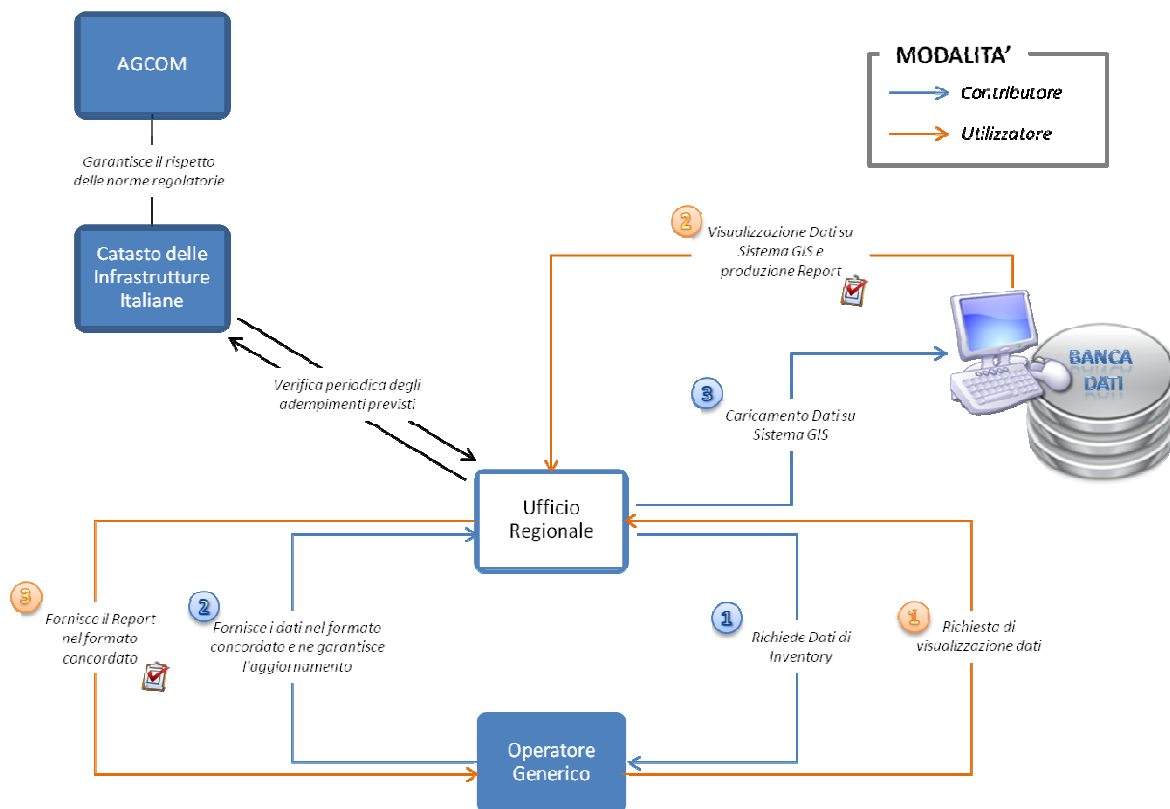
L'utilizzo di tecniche di posa innovative può solo parzialmente abbattere i tempi ed i costi necessari per realizzare le opere. Ampi margini di miglioramento sono invece possibili sul versante della condivisione delle infrastrutture.

Ad oggi però i progettisti non dispongono di informazioni adeguate sulla disponibilità dei sottoservizi presenti in una determinata area in progettazione.



L'unico modo per rendere agevole l'accesso a tali informazioni è la predisposizione di un inventory unico in cui siano puntualmente caricati e aggiornati i dati di tutte le infrastrutture che si candidano ad essere sfruttate per ospitare una rete d'accesso di telecomunicazioni.

La figura che segue grafica il flusso delle informazioni da gestire all'interno del catasto sia dal punto di vista dei soggetti che consultano i dati (utilizzatori) che di quelli che li forniscono (contributori). In particolare per questi ultimi è prevista la possibilità di fornire e aggiornare i dati anche in assenza di un'esplicita richiesta dal gestore del sistema.



2.3.3 Il ruolo del Catasto

L'introduzione del Catasto delle Infrastrutture deve essere considerato un intervento che abilita un uso efficiente delle infrastrutture che si candidano ad ospitare le nuove reti.

Il Catasto delle infrastrutture deve essere strutturato per supportare gli Operatori nella fase di "Pianificazione"; sono escluse pertanto in questa fase le informazioni tipiche delle attività di "Progettazione" e "Realizzazione", che risulterebbero:

- di complessa implementazione a causa dei forti impatti sui sistemi di ogni Operatore/Ente;
- fortemente limitative delle scelte di pianificazione e del diritto alla riservatezza degli Operatori/Enti.

Le informazioni presenti nella banca dati e il livello di aggiornamento deve consentire agli operatori o enti che vi accedono di:

- valutare il grado di infrastrutturazione esistente nell'area di proprio interesse;
- conoscere lo stato delle infrastrutture disponibili e agevolare così una pianificazione dello sviluppo della nuova rete efficiente dal punto di vista dei costi, dei tempi di realizzazione e dell'impatto ambientale;



- identificare i proprietari delle infrastrutture: l'operatore o l'ente interessato ad una particolare tratta può relazionarsi in maniera puntuale con il corretto interlocutore per approfondimenti tecnico/progettuali abbattendo così i tempi necessari alla realizzazione dell'opera;
- identificare i punti di accesso alle infrastrutture esistenti: l'operatore od ente interessato ad una determinata area ed avente una propria infrastruttura parziale può in questo modo valutare quali sono i potenziali punti di raccordo della propria infrastruttura con quella già installata e presente nella medesima area;
- valutare l'idoneità dell'infrastruttura alle proprie esigenze: informazioni dettagliate sui sottoservizi disponibili consentono di capire se è possibile condividere le infrastrutture esistenti tenendo conto dei vincoli dettati dalla propria idea di business e dalle tecnologie che si intende utilizzare. E' inoltre possibile pianificare a priori eventuali interventi per completare o rendere idonea l'opera esistente alle proprie esigenze;
- valutare la sostenibilità del progetto; gli attori coinvolti nella messa in opera della nuova rete possono effettuare specifiche analisi di fattibilità in modo totalmente autonomo, avendo conoscenza di tutte le risorse potenzialmente utilizzabili;

Il Catasto consente inoltre un monitoraggio puntuale da parte dell'Ente Regolatore sullo stato della rete nel Paese, in termini di:

- valutazione del grado di infrastrutturazione esistente nel Paese: la conoscenza puntuale dello stato delle infrastrutture nelle varie aree del Paese può facilitare la pianificazione dello sviluppo delle nuove reti e l'allocazione dei finanziamenti pubblici e/o privati necessari in modo efficace minimizzando effort e sprechi;
- incentivazione di progetti di co-sviluppo tra gli operatori: oltre alla condivisione delle infrastrutture esistenti, una conoscenza puntuale della situazione infrastrutturale delle città può abilitare progetti di co-sviluppo e condivisione di nuove infrastrutture di rete. Gli operatori potranno quindi dividersi gli effort necessari alla costruzione della rete abbattendo così ulteriormente i costi della Network Creation. A tale scopo potrebbe essere dedicata un'opportuna sezione del Catasto delle Infrastrutture dedicato a tener traccia del piano di realizzazione delle reti NGAN da parte degli operatori. Questa sezione potrebbe infatti essere utilizzata per informare gli operatori dei piani di sviluppo ed agevolare degli accordi di co-sviluppo. La definizione delle linee guida per tale sezione non vengono tuttavia sviluppate nel presente documento ma vengono lasciate a future estensioni dello studio.

2.3.4 Identificazione di un Gestore e degli utilizzatori del Sistema

Il Catasto delle infrastrutture di posa utilizzabili per la realizzazione di reti in fibra ottica, considerata l'importanza e la valenza strategica per il Paese delle informazioni che

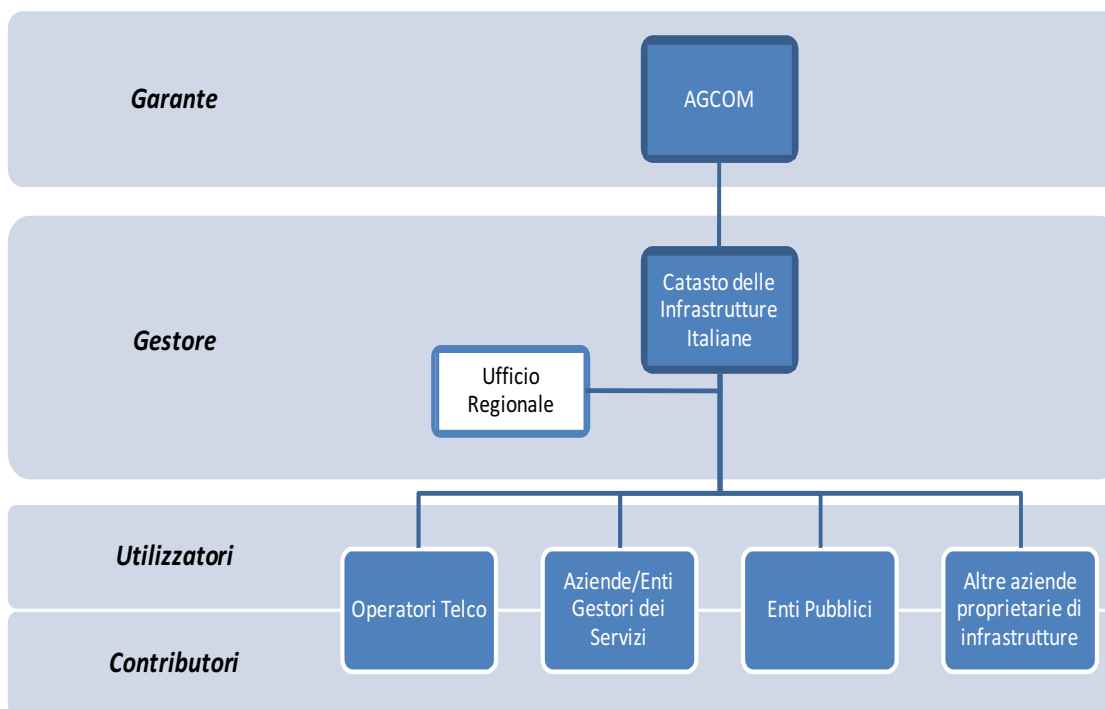


contiene, deve essere gestito da un soggetto che soddisfi determinati requisiti. In particolare il Gestore del Sistema dovrà essere:

- **indipendente ed imparziale:** al fine di garantire la massima trasparenza in termini di imparzialità e correttezza nel trattamento delle informazioni il Gestore dovrà essere un soggetto terzo rispetto agli Operatori, agli Enti ed alle Public Utilities che alimentano il database;
- **dotato di poteri adeguati:** il Gestore dovrà essere in grado di richiedere e ottenere la fornitura e l'aggiornamento dei dati per il popolamento della banca dati dai vari soggetti coinvolti nel processo;
- **referenziato sul territorio:** il Gestore dovrà avere le necessarie articolazioni sul territorio nazionale per garantire la puntuale raccolta delle informazioni.

Al fine di assicurare una costruzione omogenea nazionale del database la gestione ed il coordinamento del Catasto dovrebbero essere mantenuti a livello centralizzato. L'attuale draft della Raccomandazione Europea sulla NGAN suggerisce il regolatore nazionale (AGCOM nel caso Italia) come ente preposto ed adeguato alla gestione e coordinamento di un catasto delle infrastrutture¹⁰.

¹⁰ L'art. 17 della bozza di raccomandazione recita: "NRAs should work with other authorities with a view to establishing a data-base containing information on geographical location, available capacity and other physical characteristics of all ducts which could be used for the deployment of optical fibre networks in a given market or market segment. Such data-base should be accessible to all operators."



2.3.5 Gestione dei Dati

L'aggiornamento dei dati dovrà essere garantito da tutti i soggetti che partecipano al Catasto secondo modalità ben definite ed è particolarmente importante che l'inventory sia tenuto allineato alla situazione reale delle infrastrutture.

Eventuali interventi da parte dei proprietari delle infrastrutture devono essere documentate sul Catasto entro tre mesi dal completamento dei lavori. La validazione dei dati contenuti all'interno del Catasto delle Infrastrutture deve essere affidata al Gestore del Sistema in modo da garantire l'uniformità delle informazioni relative a tutti gli Operatori ed Enti contributori. Nel caso in cui il Gestore riscontri incoerenze sui dati, i proprietari delle informazioni dovranno provvedere alle rettifiche necessarie per il corretto aggiornamento del Catasto. Gli inserimenti e le modifiche delle informazioni apportate al Catasto saranno esaminate e validate puntualmente al fine di assicurare:

- la correttezza delle informazioni inserite, in modo che il catasto rispecchi la situazione infrastrutturale delle aree interessate dagli interventi;
- l'uniformità agli standard del Catasto, in modo da presentare la qualità della rappresentazione dei dati documentati nel Catasto e renderli facilmente consultabili dagli altri attori coinvolti.



2.3.6 Caricamento e consultazione delle informazioni nel Catasto

Al caricamento dei dati del Catasto devono contribuire tutti gli altri soggetti detentori di infrastrutture idonee ad ospitare reti di telecomunicazioni; ed in particolare:

- **operatori di Telecomunicazioni:** gli operatori, sono al tempo stesso i principali detentori di infrastrutture ed i candidati naturali al riuso delle stesse. E' quindi naturale che la documentazione delle opere civili di loro proprietà sia fondamentale per la completezza del Catasto;
- **le Aziende/Enti gestori dei servizi:** Le utilities che erogano servizi alla cittadinanza (ad esempio Acqua, Gas, Elettricità, Illuminazione Pubblica, Teleriscaldamento, ecc) che hanno realizzato infrastrutture in grado di ospitare i cavi delle reti di telecomunicazioni dovranno documentarle all'interno del Catasto. Ad esempio il comune di Brescia ha già sviluppato un sistema di controllo dei cantieri (non solo per TLC) per il quale le imprese/operatori sono obbligati ad aggiornare la banca dati. Tali informazioni potrebbero poi essere facilmente esportabili, in quanto georeferenziate, e caricate nel catasto;
- **gli Enti pubblici quali Comuni, Regioni e Province:** gli enti locali, sempre più spesso realizzano cavidotti disponibili per usi futuri in concomitanza con la realizzazione di opere pubbliche con l'obiettivo di evitare frequenti scavi presso le sedi stradali che creano notevoli disagi alla viabilità. Con la documentazione di tali infrastrutture sul Catasto l'uso di tali infrastrutture può essere incentivato rispetto alla realizzazione di nuove opere;
- **aziende pubbliche e private che possiedono infrastrutture di canalizzazione:** altre aziende, pubbliche e private, che posseggono o gestiscono infrastrutture per l'erogazione di servizi di pubblica utilità in genere (strade e autostrade, ferrovie, elettrodotti, acquedotti, ecc...) possono essere in possesso di dotti o canaline in grado di ospitare nuove reti di telecomunicazioni: è quindi necessario che tali opere siano documentate nel sistema.

Le informazioni documentate nel Catasto devono essere rese disponibili a tutti gli attori abilitati che potranno accedervi mediante l'autenticazione delle proprie credenziali di accesso.



2.4 INFORMAZIONI E RAPPRESENTAZIONE INFORMATICA

2.4.1 Utilizzo di un Catasto delle Infrastrutture

Un sistema informatico che raccolga la totalità delle informazioni disponibili, tenuto aggiornato dai proprietari o gestori delle infrastrutture, consentirebbe di gestire in modo ottimale i dati.

I principali utenti del catasto, coloro i quali accedono ad esso per la consultazione delle informazioni documentate, come è lecito attendersi, sono i progettisti di rete che durante la fase di planning del processo di network creation avranno libero accesso ad una serie di informazioni sullo stato di infrastrutture di posa presenti nell'area individuata per l'intervento.

Requisiti di interazione

I requisiti di interazione tra gli utenti ed il catasto sono specifici per ruolo e sono di seguito elencati:

Requisiti di Interazione	Ruolo	Descrizione
Grado Infrastrutturazione	Utilizzatore	Deve essere possibile valutare il grado di infrastrutturazione esistente in un'area d'interesse.
Enti Proprietari/Detentori di diritti	Utilizzatore	Deve essere possibile identificare gli enti coinvolti allo scopo di relazionarsi con loro per approfondimenti tecnici o economici
Possibilità di effettuare analisi di fattibilità autonome	Utilizzatore	Deve essere possibile per l' Utilizzatore comprendere in maniera autonoma la sostenibilità del proprio business per mezzo di proprie analisi di fattibilità
Individuazione di aree carenti di infrastruttura	Concessore	Deve essere possibile per il concessionario di infrastruttura capire quali aree necessitano per estensione territoriale, per densità abitativa e per interesse dei gestori di infrastrutture di rete
Alimentazioni Standard	Concessore	Il sistema deve essere in grado di acquisire le informazioni delle infrastrutture secondo un formato predefinito di rappresentazione dei dati, scelto in modo tale da limitare l'adattamento da parte dei sistemi dei soggetti concessionari di infrastruttura.



Informazioni sul grado di infrastrutturazione del territorio di competenza.	Responsabile Territoriale	Deve essere possibile valutare i gradi di infrastrutturazione a livello regionale, provinciale e comunale per ciascun proprietario (owner), usufruttore (user) per ciascuna tipologia e tecnologia.
Aree soggette a vincolo	Responsabile Territoriale	Deve essere possibile informare i soggetti concessionari e usufruttori di norme e vincoli sul territorio di pertinenza che escludono la possibilità di posare infrastrutture su quota parte del territorio amministrato

2.4.1.1 Macro requisiti generali

In base alle caratteristiche attese del Catasto delle Infrastrutture, alcuni macrorequisiti possono essere sintetizzati come nel seguito. I punti brevemente descritti si devono intendere come aggiuntivi rispetto a quelli specificamente legati alla georeferenziazione (con tutte le attività collegate di selezione GIS, cartografia di base e layer informativi sovrapposti, metodi di bonifica dati e così via), trattati nei paragrafi successivi.

Strutturazione del progetto e del sistema secondo fasi (ad accrescimento)

La complessa articolazione delle attività e degli attori coinvolti può richiedere che il progetto complessivo debba tenere conto di una realizzazione ed operatività del Sistema in base a fasi successive, in termini sia funzionali sia di area interessata. Questo, oltre a tenere conto della complessità del contesto, potrà consentire la dimostrazione pratica dei vantaggi del Catasto anche su scala ridotta, e l'eventuale adattamento del Sistema alle specifiche esigenze che possono sorgere al crescere dell'ambito gestito.

Relativamente a quest'ultimo punto, è raccomandabile l'utilizzo di strumenti informatici che facilitino la scalabilità nei termini descritti.

Progettazione della struttura della base dati

Le informazioni destinate al Catasto (anche dopo aver stabilito un formato "target" comune) possono trovarsi, a seconda dell'Ente fornitore, in diversi stati di disponibilità: da database assestati ad informazioni pre-dematerializzazione. E' inoltre opportuno che il Sistema sia in grado di consentire una relazione con le realtà esistenti o previste a livello di Sistemi Informativi Territoriali (ad es. sul modello di eventuali Centri Servizi Territoriali)

I moderni criteri di strutturazione delle basi informative prevedono metodi che includono:

- la Data Federation, risposta particolarmente efficace alla necessità di integrare informazioni di diversa provenienza mediante una "**vista unificata**": i dati veri e propri rimangono organizzati nelle sorgenti originarie, e si ha un consolidamento



virtuale in modo da rendere possibile una presentazione unitaria verso l'esterno delle informazioni (Data Exposure);

- la Data Consolidation, mediante la quale è possibile la razionalizzazione di basi di dati sparse, anche eterogenee per dati rappresentati, all'interno di un'unica o di un numero ridotto di strutture tecnologiche ad alta affidabilità: approccio valido per tutti i casi in cui non sia presente o previsto un repository specifico, o sia consigliabile la semplificazione e riduzione delle tecnologie di basi dati in opera.

Un approccio pragmatico prevede l'ottimizzazione della struttura attraverso l'affiancamento di Consolidamento dati, dove possibile senza eccessive difficoltà, alla virtualizzazione mediante Data Federation, unendo così i vantaggi di entrambi a patto che il disegno complessivo sia stato fatto valutando accuratamente la natura dei dati originari e delle relative esigenze di Data Exposure.

Disponibilità di Strumenti di Analisi dei dati

Come accennato in precedenza, l'utenza del Catasto delle Infrastrutture può avere necessità differenziate, che spaziano dalla semplice "visura" della situazione infrastrutture per una determinata area a rapporti più integrati. Per quest'ultimo caso, un esempio è fornito dall'Ente Regolatore, per il quale l'informazione di interesse è costruita correlando diversi dati di base. E' perciò necessario rendere disponibile un set di strumenti tipici di una Business Intelligence, fornendo funzionalità di analisi statistica dei dati, correlazione e reportistica (con le dovute caratteristiche di personalizzabilità), che offrano dati statistici predefiniti ed "on demand" in base alle necessità analitiche via via emergenti.

Inserimento del Catasto in un contesto di "Information as a Service"

Il quadro in esame è caratterizzato dall'eterogeneità delle informazioni, tipicamente organizzate in sorgenti sia strutturate sia non strutturate, e da una potenziale varietà delle esigenze di accesso ai dati. Il risultato finale deve essere visto come la creazione di un vero e proprio *Data Service*, in grado di collegare in modo organico ed efficace la pluralità di *producer* e *consumer* delle informazioni anche mediante la correlazione delle stesse e la generazione di reportistica a valore aggiunto. L'Ente terzo, gestore del Servizio, è così in grado di configurarsi come un vero e proprio Provider di Informazioni.

2.4.2 Informazioni da inserire nel Catasto

Realizzare un Catasto nazionale che contenga le informazioni con tutte le infrastrutture di posa in grado di ospitare una rete di telecomunicazioni è un'iniziativa di dimensioni tutt'altro che trascurabili che deve tener conto anche delle difficoltà che i soggetti proprietari delle infrastrutture avranno nel popolamento del Data-Base.



Si ritiene pertanto che, allo scopo di agevolare la sua realizzabilità, le informazioni da inserire nel Catasto siano le minime indispensabili per supportare gli Operatori nella fase di "Pianificazione" e l'Ente Regolatore nell'eventuale fase di analisi della presenza di infrastrutturale in una data area.

Le informazioni che si ritengono sufficienti a tale scopo sono, per le varie tratte esistenti:

- **tipologia della tratta:** ogni tratta è intesa come il link di collegamento tra i due estremi dai quali è possibile accedere al dotto. Nel catasto dovrà essere documentata la tipologia del collegamento: se si tratta quindi di una tubazione interrata o un collegamento aereo su palificazione. Nel caso di infrastrutture non native per la posa dei cavi in fibra, sarà inoltre necessario documentare la destinazione d'uso inizialmente prevista per l'infrastruttura (ad esempio: fornitura di energia elettrica, rete di illuminazione pubblica, ecc...);
- **lunghezza:** di ogni tratta dovrà essere documentata la lunghezza del link al fine di fornire informazioni utili al dimensionamento della rete ai progettisti;
- **localizzazione geografica dei punti di accesso:** intesa come le coordinate geografiche degli estremi della tratta da cui è possibile accedere alla condotta attraverso cui stendere i cavi della rete;
- **operatore o ente proprietario o detentore dei diritti di uso e cessione :** l'individuazione del proprietario o gestore della tratta è di primaria importanza per interfacciarsi con il corretto interlocutore nel caso in cui si decida di condividere l'infrastruttura individuata.

2.4.3 Geographical Information Systems

Secondo la definizione data dallo studioso e geografo Peter Burrough nel 1986:

"Un Geographical Information System (GIS) è composto da una serie di strumenti software per acquisire, memorizzare, estrarre, trasformare e visualizzare dati spaziali dal mondo reale"

Quando si parla di GIS, quindi ci si riferisce ad un sistema informatico in grado di produrre, gestire e analizzare dati spaziali associando a ciascun elemento geografico una o più descrizioni alfanumeriche. I GIS si differenziano dai "classici database" (DBMS – DataBase Management System) in quanto gestiscono essenzialmente l'elaborazione e la manipolazione di dati georeferenziati, che a loro volta possono essere memorizzati in un DBMS o in singoli file.

Per le caratteristiche dei dati relativi alle infrastrutture di rete risulta naturale pensare ad un modello GIS come il sistema candidato a svolgere il ruolo del Catasto.

Il mercato delle soluzioni GIS è costantemente in crescita, sia in termini quantitativi (per quanto riguarda la diffusione negli anni si è passati da poche centinaia a milioni di utenti) che qualitativi (si sono infatti moltiplicati gli ambiti di utilizzo e le conoscenze specifiche).



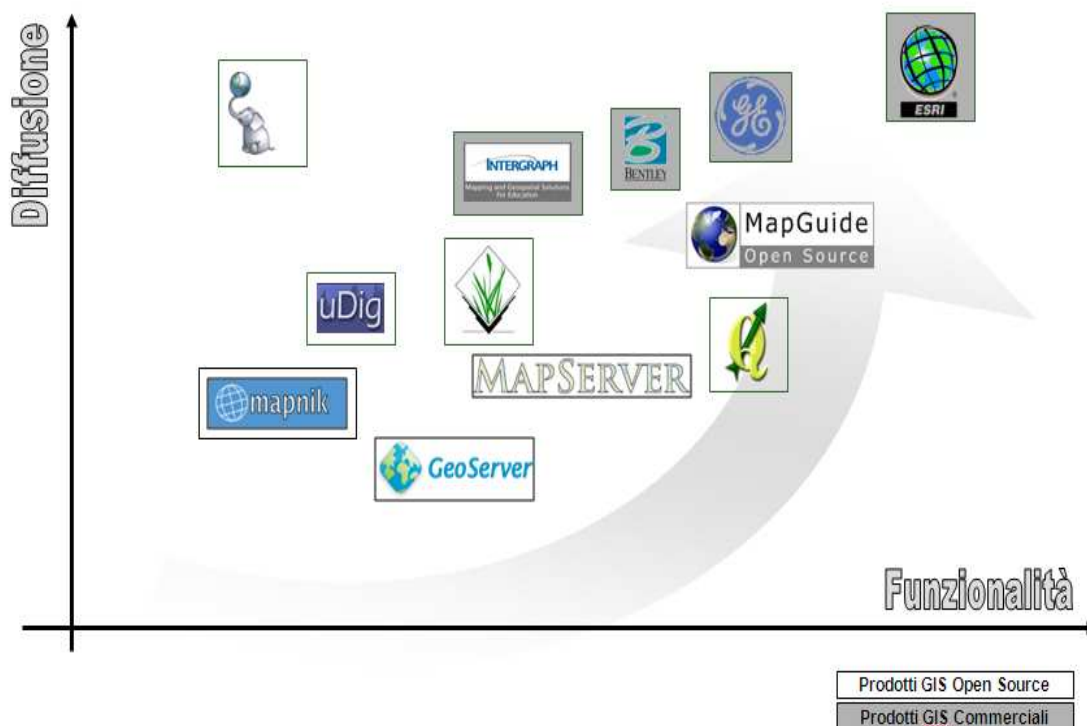
Negli ultimi anni, in particolare, si è assistito ad una fase di evoluzione che ha visto affiancarsi ai principali players nel mercato del software GIS commerciale (Autodesk, Bentley, ESRI, GE Energy e Intergraph) soluzioni Open Source che sempre più spesso rappresentano una valida alternativa ai prodotti commerciali sia dal punto di vista economico che tecnico. Le principali peculiarità dei sistemi commerciali possono essere elencate in:

- **soluzioni verticali e complete:** essendo stati i primi player a comparire sul mercato, è stato possibile negli anni sviluppare soluzioni estremamente complete dal punto di vista delle funzionalità implementate;
- **performance elevate;** la presenza di un elevato numero di funzionalità standard è garanzia di alte performance del prodotto nativo;
- **ambienti proprietari:** di solito il software commerciale gira su un ambiente proprietario, anche se si stanno diffondendo rapidamente funzionalità di interscambio dei dati;
- **limitata possibilità di customizzazione:** l'utilizzo di soluzioni proprietarie poco aperte verso l'esterno rendono i pacchetti commerciali poco adatti allo sviluppo di funzionalità avanzate.

Le soluzioni Open Source, invece, si differenziano in genere per le seguenti caratteristiche:

- **assenza di costi di licenza:** pur esistendo varie tipologie di licenze Open Source la caratteristica intrinseca che le accomuna è la disponibilità del codice sorgente per la modifica e la diffusione pubblica;
- **soluzioni Specifiche:** I prodotti Open Source sono generalmente specifici: ad esempio *desktop GIS* (QuantumGIS, gvSIG, etc), *DBMS spaziali* (PostGIS) e *applicazioni server* (MapServer, GeoServer);
- **soluzioni custom avanzate:** Grazie alle community di sviluppatori è possibile beneficiare di un rapido sviluppo di utility avanzate, della possibilità di utilizzare diversi linguaggi di programmazione (C, Java, .NET, PHP, ecc...) e della correzione di eventuali anomalie presenti nel software.

Di seguito è rappresentata una classificazione dei principali prodotti GIS disponibili sul mercato, distinti in prodotti commerciali ed open source. I driver utilizzati per la differenziazione dei prodotti sono stati la **diffusione** e le **funzionalità disponibili**.



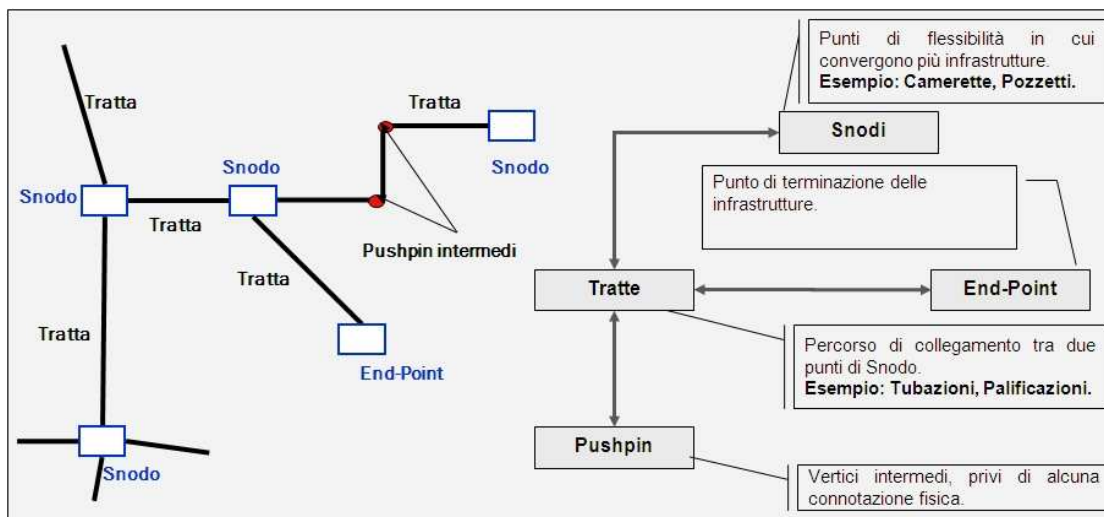
Per quanto riguarda i prodotti commerciali si può guardare sicuramente ad **ESRI** come leader sia in termini di diffusione che di completezza delle soluzioni offerte, a cui si aggiungono realtà comunque consolidate quali **GE Energy** (*SmallWorld*), **Bentley** (*Bentley Map*), **Autodesk** (*MapGuide*). Se invece si sposta l'attenzione sui sistemi Open Source, chi offre maggiori garanzie per entrambi i driver risulta essere **MapGuide nella versione Open Source** che si colloca a ridosso delle varie soluzioni commerciali per entrambi i driver considerati.

2.4.4 Modello Dati e Rappresentazione delle informazioni

Nel catasto le infrastrutture dovrebbero essere documentate attraverso informazioni grafiche/alfanumeriche che ne consentono l'individuazione geografica e le caratteristiche fisiche a supporto delle attività di progettazione e pianificazione.

Oggetto delle presenti linee guida sarà inoltre la definizione del modello dati e del contenuto informativo che gli operatori dovranno condividere.

Si propone la rappresentazione delle infrastrutture attraverso una rete con una struttura dati a Grafo, utilizzando archi e nodi secondo il dettaglio riportato di seguito a titolo esemplificativo:



Per ogni classe di oggetti individuata sarà necessario definire congiuntamente il contenuto informativo; si riporta di seguito in maniera schematica ed a titolo esemplificativo la lista dei principali attributi che caratterizzano gli elementi del modello:

Classe	Oggetti Gestiti	Simoblogia	Informazioni Documentate
Tratte	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Tubazioni ➢ Gallerie/Cunicolo ➢ Tubi Interrati ➢ Palificazioni 	Linea Continua 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ID univoco assegnato dal "catasto unico" ➢ Ente proprietario ➢ ID univoco assegnato dall'ente proprietario (opzionale) ➢ ID punto di terminazione A (punto di "snodo" o "end point" infrastrutturale) ➢ ID punto di terminazione Z (punto di "snodo" o "end point" infrastrutturale) ➢ Lunghezza in metri della "tratta" ➢ Tipologia della tratta (tubazione, aerea, ...) ➢ Grado di disponibilità della tratta (Alto, Medio, Basso) ➢ Data di inserimento nel catalogo ➢ Data di ultimo aggiornamento nel "catasto unico" ➢ Numero di pushpin ➢ Longitudine e latitudine degli eventuali pushpin
Punti di Snodo End-Point	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Camerette ➢ Pozzetti 	Quadrato 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ID univoco assegnato dal "catasto unico" ➢ Ente proprietario ➢ ID univoco assegnato dall'ente proprietario (opzionale) ➢ Indirizzo stradale con numero civico prossimo all'elemento ➢ Longitudine e latitudine ➢ Tipologia del punto di "snodo" o "End Point" ➢ Rango del punto di "snodo" (opzionale). → Applicabile ai soli punti di snodo ➢ Data di inserimento nel "catasto unico" ➢ Data di ultimo aggiornamento nel "catasto unico"
Pushpin	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Punti di Sbodo 	NA	<ul style="list-style-type: none"> ➢ NA

Le terminazioni ed i pali saranno rappresentati con colorazione Ciano. È necessario concordare il sistema di georeferenziazione (WGS84, ED50, XY...) con cui saranno inseriti i dati che richiedono le coordinate geografiche. Si auspica esso sia unico in modo da evitare di dover effettuare la traslazione delle coordinate.



2.4.5 Utilizzo di una Cartografia di Base

L'adozione di un GIS richiede inevitabilmente l'utilizzo di una cartografia di riferimento (dell'intero territorio nazionale) sulla quale mappare le infrastrutture da documentare:

Di seguito sono elencate alcune caratteristiche di tale cartografia:

- **vettoriale:** l'archiviazione dei dati grafici avviene attraverso elementi quali punti, archi, poligoni. Ogni elemento viene memorizzato attraverso le coordinate dei suoi punti significativi. Le peculiarità di questa tipologia di cartografia sono:
 - occupa poca memoria;
 - si modifica facilmente;
 - è migliore la resa prestazionale nel caricamento delle informazioni;
 - elevata qualità di visualizzazione a qualsiasi livello di zoom;
 - a parità di zona rappresentata, maggiori costi di acquisizione rispetto ad una cartografia raster
- **raster:** l'archiviazione dei dati grafici avviene attraverso una matrice nella quale ad ogni cella (pixel) è associato un valore alfanumerico che ne rappresenta un attributo. Di seguito sono elencate le maggiori caratteristiche:
 - adatta a gestire dati tematici;
 - occupa molta memoria e di conseguenza le prestazioni per il caricamento risultano peggiori di quella vettoriale;
 - gli oggetti grafici si modificano con difficoltà;
 - la visualizzazione è fortemente limitata dal livello di zoom adottato;
- **georeferenziata:** affinché i dati provenienti da sorgenti diverse siano collocati correttamente sulla cartografia è importante che gli elementi cartografici siano georeferenziati con uno scostamento molto basso rispetto al corrispondente valore rilevato al suolo (Es. 2 mt per una scala di rappresentazione di 1:1000);
- **modello dati:** la definizione delle relazioni, dei rapporti di connessione e di continuità tra gli elementi spaziali deve avvenire seguendo un insieme di regole al fine di collegare tali elementi alle relative descrizioni (attributi). In un modello dati topologico, ad esempio, è possibile riconoscere le aree contigue e identificare le linee che delimitano ciascuna superficie (confini). Un aspetto molto importante è la presenza all'interno del modello dati di un "grafo stradale".
- **organizzata in Layer** – La cartografia dovrà presentare opportune scale e caratteristiche di accuratezza in modo da ottimizzare la rappresentazione dei dati cartografici. Tali dati devono essere organizzati su strati diversi in modo da poter riconoscere:



- *Edifici*
- *Strade*
- *Confini comunali*
- *Confini di Aree di Centrale*
- *Idrografia*
- *Toponomastica*
- *Civici*

Sarà valutata inoltre la possibilità di interfacciarsi con il catasto strade che obbligatoriamente per legge deve essere aggiornato.

2.4.6 Funzionalità previste

Come è stato delineato più volte all'interno del documento, il progetto del Catasto vede coinvolti una molteplicità di soggetti che avranno la possibilità di accedere a vario titolo alle informazioni documentate nel sistema.

Sulla base di tale evidenza risulta di primaria importanza una soluzione che sia facilmente accessibile agli utenti che appartengono ad aziende, enti e realtà geografiche diversi. La soluzione più appropriata è quindi un'applicazione web-based che consenta prioritariamente il caricamento, la consultazione e l'analisi dei dati relativi alle infrastrutture.

2.4.6.1 Caricamento dei Dati

Per quanto riguarda il caricamento dei dati, devono essere implementate opportune funzionalità che consentano un approccio *user-friendly* agli enti, alle aziende pubbliche o private, proprietari o gestori, chiamati a documentare nel sistema le informazioni relative alle infrastrutture di propria competenza. Tali informazioni, dovendo essere tenute costantemente allineate dagli stessi soggetti alle infrastrutture disponibili sul territorio nazionale, devono essere accessibili per un aggiornamento puntuale.

A tal fine deve essere garantita la compatibilità con i più comuni formati di interscambio dei dati e devono essere previste possibilità di caricamento on-line e batch senza interrompere la continuità del servizio.



2.4.6.2 Consultazione dei Dati

Il Catasto deve garantire la possibilità di una consultazione completa delle informazioni, sia limitatamente ad un'infrastruttura di interesse, sia relativamente alla totalità dei dati disponibili in un determinato contesto territoriale.

Per una efficace consultazione di tali informazioni deve essere previsto lo sviluppo di funzionalità avanzate per la selezione degli oggetti attraverso punti, rettangoli, cerchi e poligoni o su base attributo.

2.4.6.3 Analisi dei Dati

A supporto degli Operatori interessati ad utilizzare le infrastrutture in una determinata area, o dell'Ente Regolatore interessato a monitorare l'indice di infrastrutturazione del territorio possono essere sviluppate funzionalità che consentano analisi avanzate dei dati.

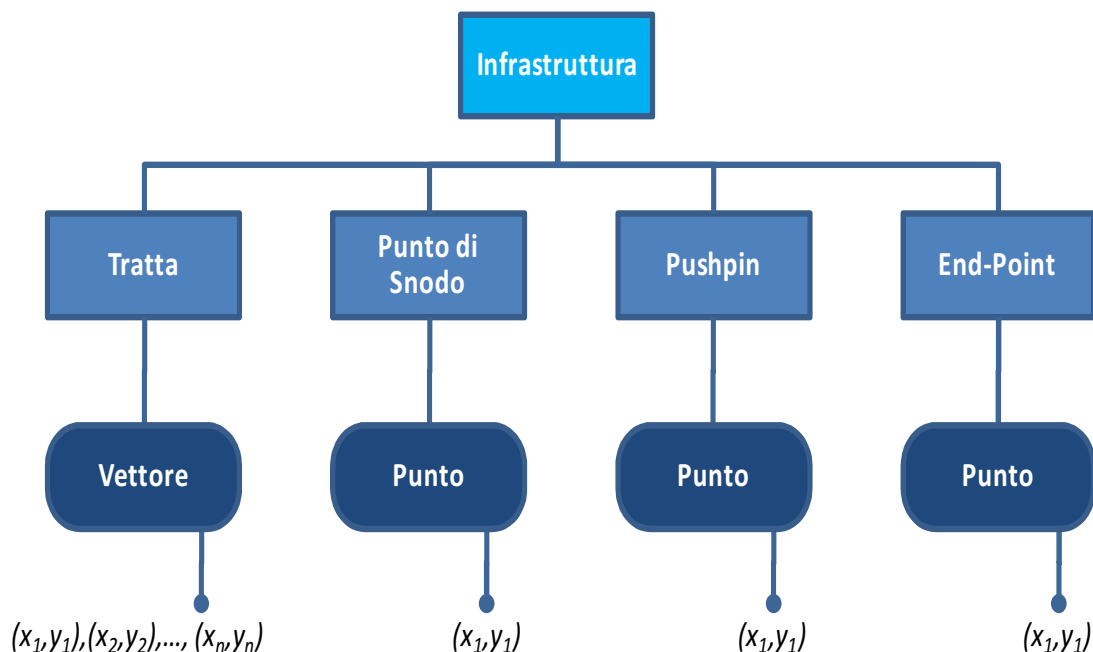
In particolare deve essere possibile analizzare quantitativamente le varie grandezze in gioco (ad esempio misurazione delle distanze al suolo in modalità incrementale, attributi delle infrastrutture selezionate, ecc...).

La gestione del rendering grafico, inoltre, deve consentire la visualizzazione dei dati ottimizzando il contenuto informativo per le varie scale selezionate.

2.4.7 Modalità di import ed export dei dati

L'import e l'export dei dati devono avvenire attraverso un'opportuna interfaccia che consenta di gestire un formato di interscambio. In tal senso si è pensato all'XML come meta-linguaggio in modo tale da gestire i dati attraverso **file di testo** che contengono una serie di tag, attributi e testo secondo regole sintattiche ben definite.

Essendo un documento XML organizzato secondo una struttura gerarchica si può far riferimento al modello dati introdotto precedentemente per costruire la rappresentazione delle infrastrutture:



2.4.8 Architettura Soluzione Tecnica

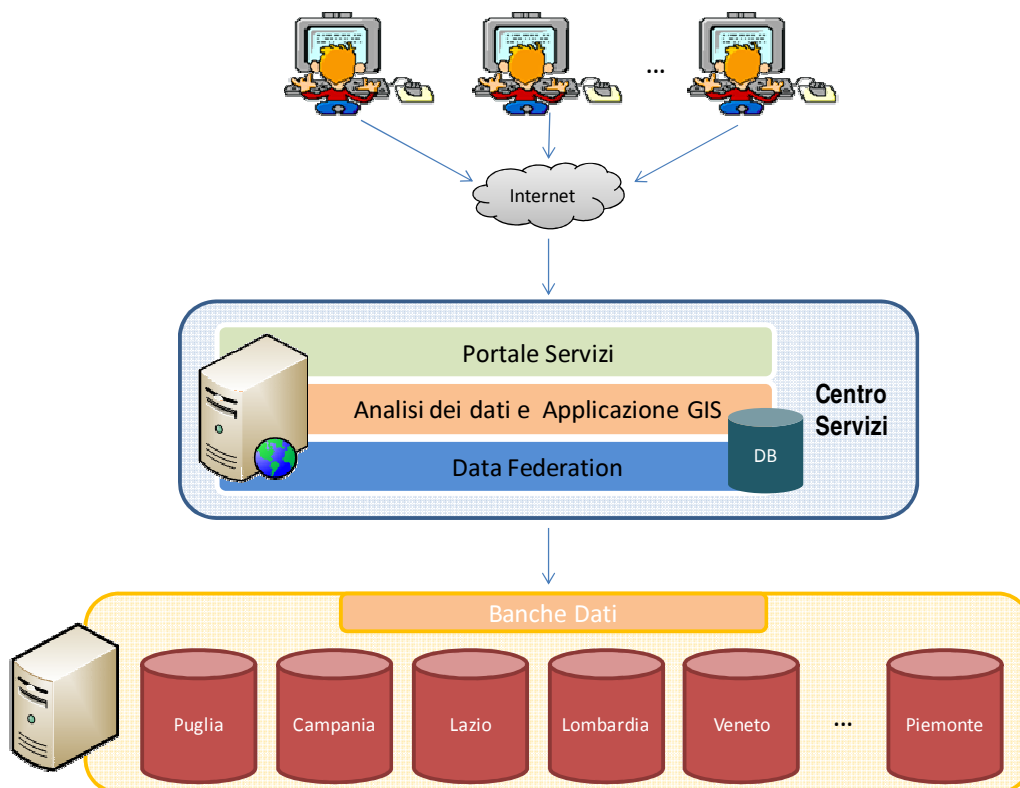
L'architettura prevede una struttura three-tier ("a tre strati"), ossia una specifica architettura software con tre diversi moduli: **interfaccia utente**, **logica funzionale** e **gestione dei dati persistente**. Tali moduli sono intesi interagire fra loro secondo le linee generali del paradigma client-server (l'interfaccia utente è client della business logic, e questa è client del modulo di gestione dei dati persistenti) e utilizzando interfacce ben definite.

Attraverso tale approccio, ciascuno dei tre moduli può essere modificato o sostituito indipendentemente dagli altri. Nella maggior parte dei casi, si intende anche che i diversi moduli siano distribuiti su diversi nodi di una rete anche eterogenea.

Relativamente al Catasto delle infrastrutture l'architettura può essere dettagliata secondo quanto segue:

- **interfaccia utente:** l'interfaccia permette all'utente di gestire le funzionalità del sistema. L'approccio proposto, come è stato già evidenziato in precedenza è un'applicazione Web-Based che consenta ad utenti di contesti e geografie diversi di accedere al sistema attraverso Internet;
- **logica funzionale (business logic):** la logica funzionale è deputata alla gestione delle connessioni degli utenti e dei dati geospaziali attraverso l'utilizzo di un servizio di remotizzazione e dell'applicazione GIS che rappresenta la componente core del Sistema. A tal proposito, nelle sezioni precedenti è stato evidenziato che ad oggi è possibile scegliere tra soluzioni commerciali e Open Source, ognuna delle quali presenta caratteristiche peculiari;
- **gestione dei dati persistenti:** la gestione dei dati, considerando la mole delle informazioni da documentare, deve essere effettuata attraverso un Data Base

Management System (DBMS). Per una razionalizzazione delle risorse, si potranno gestire le varie istanze territoriali su Data Base delocalizzati.



2.4.8.1 Funzionalità previste

Sulla base dell'esperienza maturata nella realizzazione di una prima Proof of Concept, e dei requisiti espressi nei paragrafi precedenti, si prevede che il Sistema debba consentire prioritariamente il caricamento, l'analisi e la consultazione di dati relativi ad infrastrutture, ed in particolare:

Setup – Popolazione Database

- funzioni di federazione per integrazione di basi di dati pre-esistenti;
- funzioni di import massivo dei dati digitalizzati in precedenza, in modalità manuale e automatica;
- flessibilità di arricchimento del modello dei dati, ad es. aggiungendo ulteriori attributi agli oggetti esistenti;
- verifica di integrità e correttezza delle informazioni inserite;



Analisi

- possibilità di aggregazione dei dati di infrastrutturazione sulle seguenti basi:
 - ente (comune, provincia, regione....);
 - tipologia di infrastruttura (cavidotto, fogne, canalina....);
 - possessore dell'infrastruttura o utilizzatore;
 - altro;
- disponibilità di reportistica sui dati;
- possibilità di verificare tramite appositi indicatori statistici:
 - il grado di infrastrutturazione di una determinata area;
- possibilità di avere evidenza del possessore delle infrastrutture in una data area e dell'utilizzatore;
- visualizzazione di dati storici (es. situazione della infrastrutture a un dato periodo).

Consultazione (utente non gestore del database)

- disponibilità di portale Web per accesso ai servizi forniti dal Catasto delle Infrastrutture;
- disponibilità di interfacce (API) sul portale per integrazione con applicativi / portali di livello superiore;
- possibilità di definire diversi livelli di profondità nell'accesso alle informazioni (es. solo certa area, solo certe infrastrutture, senza possibilità di fare export...);
- possibilità di personalizzare nuove viste sui dati disponibili;
- visualizzazione delle infrastrutture su cartografia digitale;
- possibilità di esportare i dati di interesse in formato stampabile e/o in formato elettronico editabile;
- visualizzazione "a strati" delle infrastrutture di superficie e nel sottosuolo e di eventuali altri ingombri di superfici (es. palazzi, strade....);
- possibilità di utilizzo di dispositivi portatili a supporto di sopralluoghi in aree descritte nel Catasto e/o per la raccolta di dati In-Field da inserire nel Catasto;

Esercizio

- funzioni di Gestione del Sistema tramite Web GUI;



- accessi differenziati per i gestori (es. Admin, Operatore Ente gestore, Operatore Centro Servizi) con assegnazione competenze anche su base Territoriale;
- funzioni, manuali o automatiche, di switch tra i sistemi ridondanti in caso di failure;
- funzioni, automatiche e manuali di back-up e Restore dei dati;
- funzione di System Upgrade senza disservizio;
- funzione di Log dei dati inseriti/modificati/eliminati e degli accessi al database;

La definizione di dettaglio delle funzionalità da implementare sarà oggetto della fase di progettazione della sperimentazione, da effettuare in team con tutti i partecipanti.

2.4.8.2 Elementi Architetture della Soluzione

La proposta architetture per l'implementazione del Catasto delle Infrastrutture mira alla costruzione di una base dati geo-referenziata costruita su diversi livelli informativi; tali livelli potranno essere eventualmente introdotti in tempi diversi, sia consolidando le informazioni provenienti dai possessori di infrastrutture sia integrando tramite Data Federation le informazioni già esistenti in basi di dati locali di singoli attori quali Operatori di Telecomunicazioni o di Enti Locali.

Il Sistema può essere modellato in base ai seguenti Layer:

Data Layer

Il Data Layer è il livello che costituisce fisicamente la base dati dove saranno immagazzinate le informazioni. Tale struttura sarà basata su applicativi DBMS in grado di garantire la necessaria affidabilità e integrità dei dati tramite soluzioni di geo-redundancy. La scalabilità orizzontale della base dati sarà ottenibile tramite Clustering che potranno essere dislocati sia over LAN che over WAN, es. il Catasto potrà essere costituito da più nodi dislocati geograficamente.

Federation Layer

Il Data Layer nativo del Catasto viene arricchito tramite le informazioni potenzialmente già disponibili in database esistenti a livello locale, es. all'interno dei sistemi informativi di singoli Operatori di Telecomunicazioni o Public Utilities o all'interno dei sistemi informativi territoriali di Comuni, Province, Consorzi o altri Enti, che vengono Federati con il DBMS del Catasto tramite Data Federation. Il Layer di Data Federation consiste fondamentalmente di:

- **Protocol Adapter:** abilitano l'accesso e l'integrazione dei dati presenti su database terzi;
- **Federation Engine:** permette la creazione di una base di dati integrata costituita dai dati residenti nel DBMS del Catasto delle Infrastrutture e dai dati federati provenienti da database esterni.



I Protocol Adapter potranno essere sviluppati sulla base delle specifiche esigenze di Federazione; in linea generale potranno essere basati su protocolli tipici di basi di dati come LDAP, SQL, o su protocolli del mondo Web come Web Services, SOAP, HTTP, XML.

Il Federation Engine rappresenta il motore specifico per l'integrazione e gestione delle informazioni federate che permette la creazione di una base dati integrata. Tale Engine, laddove necessario permetterà di adattare la struttura dei dati provenienti da basi di dati federate al modello prescelto per il Catasto.

Sistema di Geo-Referenziazione delle Informazioni

Il Catasto deve fornire il supporto per la geo-referenziazione delle informazioni e la loro visualizzazione su cartografia digitale. Questo si ottiene mediante l'utilizzo di un software di tipo GIS (Geographical Information System) per la gestione della cartografia digitale con interfaccia verso il DBMS per il recupero delle informazioni da visualizzare.

Application Layer

Questo Layer contiene i middleware e software necessari per la corretta fruizione delle informazioni memorizzate all'interno del Catasto delle Infrastrutture. I sistemi che compongono questo Layer sono:

Query Engine

Di fondamentale importanza risulta essere la possibilità di eseguire in maniera efficiente e flessibile query sulle informazioni memorizzate nel Catasto delle Infrastrutture. Dato il volume e la complessità delle informazioni da gestire e la profondità delle Query eseguibili è opportuno prevedere un apposito Query Engine che possa ricevere le Query da utenti o applicativi esterni, verificarne la correttezza, ed ottimizzare la loro esecuzione. Il Query Engine si interfaccia quindi da un lato verso il Federation Layer per l'accesso alle basi dati da interrogare e dall'altro verso gli applicativi che gestiscono la definizione e impostazione delle Query e verso gli applicativi di export o visualizzazione dei risultati.

Data Exposure

Il Catasto delle Infrastrutture deve facilitare l'accesso alle informazioni sia tramite apposita Web GUI mediata dal Centro Servizi sia tramite API per comunicazione Machine-to-Machine (M2M) nel caso di applicazioni remote. In entrambi i casi il sistema fornisce un Layer di Data Exposure che potrà essere implementato tramite applicativi Front End basati sia sui protocolli tipicamente utilizzati in ambito DBMS quali LDAP, SQL sia su paradigmi Web come Web Services, REST API, SOAP. Tramite il meccanismo di Data Exposure sarà possibile accedere da applicativi o portali esterni ai dati depositati all'interno del Catasto. La data exposure deve rendere possibile la visualizzazione dei dati e il relativo export in formato digitale. Per maggior sicurezza tutti gli accessi (con i relativi diritti) saranno verificati e autorizzati da un applicativo di Access Control integrato e mediati dal portale del Centro Servizi.

Access Control

Il sistema deve garantire la protezione dei dati da accessi non autorizzati, si prevede pertanto l'integrazione di una porzione applicativa di Access Control che sia in grado di verificare e autorizzare tutti gli accessi ai dati sia per operazioni da parte di Operatori del Centro Servizi, sia nell'ambito di query eseguiti da utenti o applicazioni remote. In particolare può essere prevista per gli



utenti remoti la richiesta di login tramite User e Password o tramite altro meccanismo di autenticazione che permetta al sistema di identificare l'utente che chiede l'accesso ai dati, di verificare se ne ha effettivamente la possibilità (es. è stato pagato il fee periodico o on-demand) e per quale tipologia/rappresentazione di informazioni sia permesso l'accesso (es. solo per una certa zona o solo per una certa tipologia di infrastruttura, in formato editabile o per pura consultazione).

Analogamente l'applicativo di Access Control deve verificare e autorizzare gli accessi al sistema da parte degli Operatori del Centro Servizio riconoscendo quali operazioni devono essere consentite sul sistema.

L'applicativo di Access Control potrà anche essere in carico del mantenimento di opportuni Log circa gli accessi eseguiti al sistema e le relative operazioni svolte durante ciascun accesso.

Strumenti di Ottimizzazione

Ulteriori applicativi a supporto del sistema e che possono permettere di aumentare l'efficienza nel trattamento dei dati sono:

- In-Memory DB – gestione dei dati più rilevanti o più utilizzati direttamente in cache per garantire un più veloce accesso alle informazioni
- Metadata – gestione di informazioni relative ai dati memorizzati nel Catasto delle Infrastrutture volti a garantire un utilizzo più efficace degli stessi.

Management Layer

Il Management Layer permette la piena gestione dell'intera architettura del Catasto delle Infrastrutture, in particolare mette a disposizione gli strumenti necessari per le tutte le procedure di Operation & Maintenance quali:

- gestione della configurazione di sistema;
- gestione degli allarmi del sistema;
- gestione delle performance del sistema;
- gestione degli account autorizzati all'accesso al sistema;
- gestione delle operazioni di back-up e restore;
- gestione delle operazioni di upgrade;

Inoltre il Management Layer si compone degli strumenti e applicativi necessari alla gestione e definizione del modello dei dati includendo il supporto per:

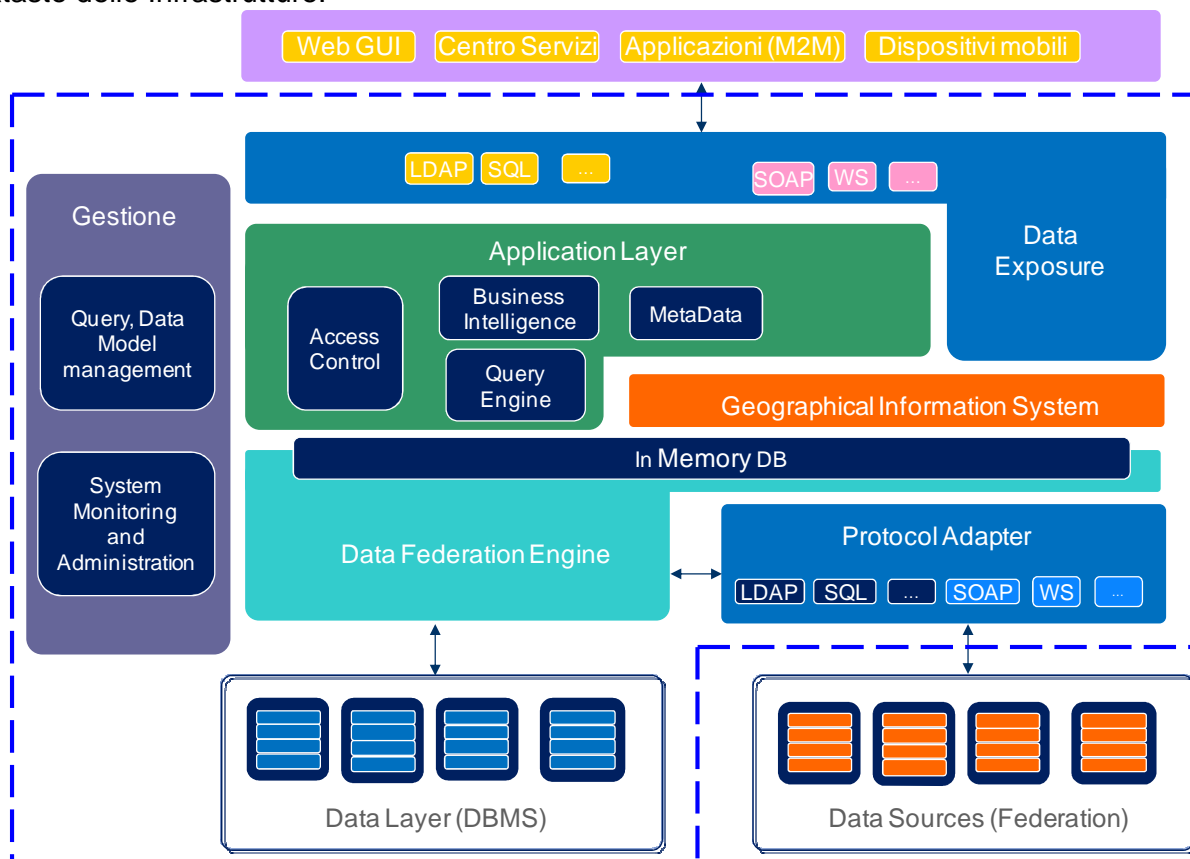
- provisioning di nuovi dati nel sistema;
- federazione di nuove sorgenti di dati nel sistema;
- definizione di nuovi modelli di dati da introdurre nel sistema;
- tool per la creazione di viste sui dati;

- tool per la verifica dell' integrità dei dati e delle relazioni.

Tipicamente il Management Layer potrà essere integrato all'interno dell'ambiente del Centro Servizi dedicato alla gestione del Catasto delle Infrastrutture e alla erogazione dei servizi abilitati da esso.

Un ultimo componente fondamentale dell'architettura è l'insieme di applicativi atti a garantire l'accessibilità dei dati da parte di utenti remoti o locali, sfruttando la Data Exposure garantita dal sistema; tali applicativi possono essere ad esempio Web GUI, Portali Web integrati o anche Client software.

La figura seguente rappresenta l'architettura di riferimento per l'implementazione del Catasto delle Infrastrutture.



Gli elementi costitutivi l'architettura del Sistema Catasto sono quindi, in estrema sintesi:

- DBMS
 - database
 - federation engine
 - in-memory DB



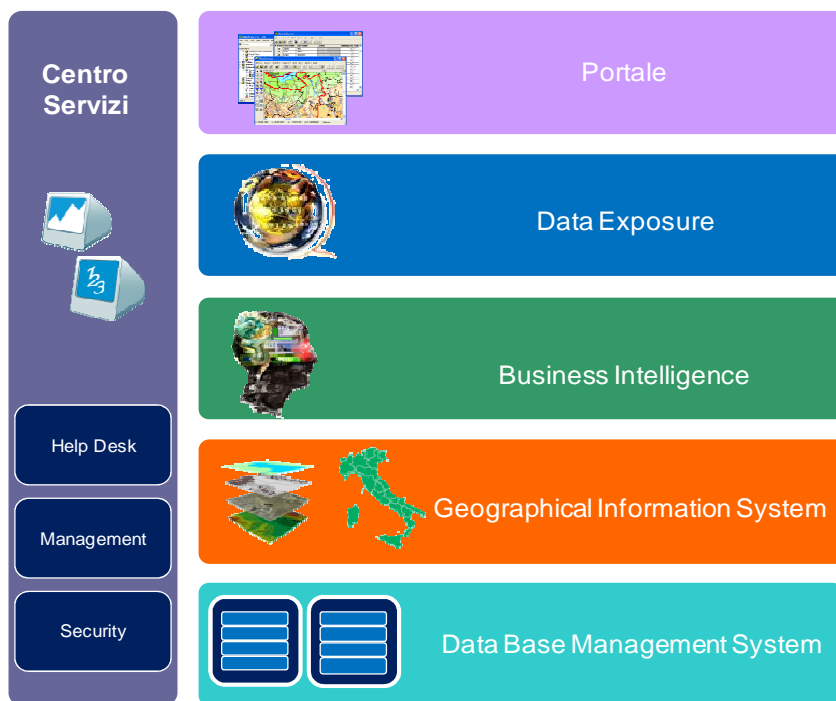
- tool di replica, partitioning, ...
- protocol adapter
- strumento GIS;
- sistema di Analisi e Reportistica (Business Intelligence);
- portale servizi (per accesso, profilazione, visualizzazione, estrazione dati);
- applicazioni e Dispositivi di Security – Identity Mgmt System e Sicurezza perimetrale in genere;
- piattaforme Sistema Catasto (con le caratteristiche progettate di Distribuzione e Hi Availability)
 - Server
 - Storage Array
 - aspetti infrastrutturali – rack, console, router, switch, connettività, power supply
 - Sistemi di Backup
 - Client

2.4.8.3 Caratteristiche Soluzioni OpenSource vs. COTS

Nell'ottica di implementare un Catasto delle Infrastrutture e relativo Centro Servizi secondo l'architettura proposta nei capitoli precedenti, deve essere condotta, dopo aver definito i requisiti di dettaglio delle singole funzionalità, un'analisi volta a identificare i prodotti più idonei a rispondere alle esigenze individuate.

In particolare dovranno essere presi in considerazione non solo prodotti commerciali proprietari, i cosiddetti COTS (Commercial Off The Shelf), ma anche prodotti relativi al mondo delle community Open Source, cioè prodotti OSS (Open Source Software).

La possibilità di avvalersi o di prodotti COTS o di prodotti OSS è valida per tutti i livelli e funzionalità architetturelle previste per il Catasto delle Infrastrutture e relativo Centro Servizi; nel seguito saranno presi in considerazione i principali Layer dell'architettura come riportati nella seguente figura.



In particolare, è oggi possibile valutare anche Suite Open Source dedicate alle funzionalità di Management del Catasto delle Infrastrutture e del Centro Servizi fornendo tutte le componenti necessarie per controllare, monitorare e gestire operativamente l'intero Sistema, potendo comunque contare, normalmente, su una elevata modularità ed una relativamente semplice possibilità di integrazione con sistemi superiori data l'elevato utilizzo di interfacce e protocolli standard. L'utilizzo di una architettura di tipo SOA (Service Oriented Architecture) per rendere disponibili le risorse architetture del Catasto delle Infrastrutture rappresenta un fondamentale elemento abilitante per l'introduzione di sistemi Open Source in ambito gestionale.

In linea generale, nel processo di selezione del migliore prodotto atto a coprire le specifiche funzionalità richieste dal Catasto delle Infrastrutture e/o dal Centro Servizi, è necessario, per poter correttamente valutare e comparare prodotti di tipo COTS e OSS considerare i seguenti macro-fattori:

1. Tecnici
2. Economici
3. Sviluppo e Supporto

L'analisi da un punto di vista tecnico richiede di verificare nei prodotti COTS e nei prodotti OSS la presenza delle features previste nel progetto di dettaglio del Sistema. Spesso entrambe le categorie di prodotto sono in grado di soddisfare le specifiche richieste; altrettanto spesso risulta fondamentale nella scelta l'analisi di dettaglio dei prodotti in questioni per definire correttamente quali sia il livello di implementazione delle features richieste (es. solo le parti mandatarie di uno standard o anche le parti opzionali).



Da un punto di vista economico devono essere considerati tutti i costi associati alla scelta di un prodotto COTS od OSS e non solo i relativi (eventuali) costi Up-Front di licenze SW e di HW richiesto. Devono essere infatti considerati anche eventuali costi associati all'integrazione dei prodotti prescelti all'interno del Sistema, ad eventuali Customizzazioni richieste, allo sviluppo di eventuali Tool aggiuntivi laddove queste voci non sia fornite. Un altro aspetto importante da valutare sono i Costi di Operation and Maintenance associati al prodotto prescelto.

Infine, non deve essere tralasciata l'analisi dei Team di Sviluppo e di Operational Support dei rispettivi prodotti e che saranno poi gli Enti essenziali nel rispondere alle esigenze di Supporto durante il Setup e l'Esercizio del Sistema. È quindi importante valutare quale livello di sviluppi/customizzazioni e di supporto si intende gestire In House con un apposito team di specialisti di prodotto piuttosto che demandare al Vendor tali aspetti.

La tabella seguente dettaglia i principali aspetti e relative considerazioni utili ad indirizzare correttamente la scelta tra prodotto COTS e prodotto OSS :

	Prodotti COTS	Prodotti OSS
Speed to market	Esiste una roadmap di prodotto con cui vengono schedate e rese disponibili le nuove features e/o release di prodotto ?	Esiste e quanto è diffusa la community di sviluppatori che programma e certifica le nuove features e/o release di prodotto ?
Customizzazioni	Qual è il grado di personalizzabilità del prodotto ? Cosa può essere effettuato lato utente o integratore ? Quali sono i metodi e linguaggi utilizzabili ?	Solitamente l'architettura è aperta e standard: raccogliere informazioni a riguardo.
Interoperabilità	Quali sono i protocolli e interfacce utilizzabili ? Qual è il grado di standardizzazione ?	Solitamente l'architettura è aperta e standard: raccogliere informazioni a riguardo.
Supporto	Qual è il livello di supporto offerto ? in base a quale policy ?	Qual'è l'ampiezza della community ? Qual è il livello di supporto offerto ? Esistono aziende che offrono supporto a pagamento ?
Dipendenza dal Produttore (Vendor Lock In)	Qual è la policy del Produttore in materia ?	<i>tipicamente N/A</i>
Security	Verificare la policy di risoluzione dei problemi di sicurezza (rilascio patch, etc).	Verificare la tempistica di risoluzione dei problemi di sicurezza (rilascio patch, etc).
Total Cost of Ownership	Valutare l'intero insieme di costi coinvolti (licenze SW, upgrade, assistenza, HW, ...).	Esistono costi "nascosti", oltre agli eventuali costi di assistenza ?



Staff Retention	E' richiesto personale con competenze molto specifiche e proprietarie del prodotto ?	Qual è il livello di skill necessario ? e la diffusione del prodotto (per valutare l'ampiezza delle esperienze sul mercato) ?
------------------------	--	---

Alla luce delle specifiche di dettaglio che saranno definite per il Catasto delle Infrastrutture e relativo Centro Servizi, sarà possibile condurre un'analisi approfondita sulle piattaforme COTS e OSS con i relativi OpEx, CapEx e la valutazione dei Pros e Cons complessivi.

Come linea guida complessiva, alcuni aspetti basilari sono menzionati nel seguito.

Per qualificare i prodotti OSS deve essere considerato:

- la maturità del prodotto – che si traduce nella disponibilità di accettabili caratteristiche funzionali, di scalabilità e reliability, oltre alla presenza della documentazione necessaria per gli sviluppi;
- la valutazione delle necessità implementative (i costi “nascosti”);
- le caratteristiche di Security;
- la disponibilità di patch e versioni successive;
- disponibilità di supporto, bug-fixing e assistenza;

invece, i prodotti COTS devono dimostrare di non soffrire problemi di:

- limiti di configurabilità;
- stretto legame con Fornitore (problematiche di Lock-In);
- necessità di personale ultra-qualificato per la gestione ed esercizio del prodotto;
- Total Cost of Ownership eccessiva;
- difficile realizzazione di implementazioni limitate (es. trial o lab test)

2.4.9 Servizi e Struttura di Gestione del Sistema

La gestione e manutenzione del sistema informativo del Catasto è demandata ad un soggetto terzo rispetto a Operatori, Enti e Utility che alimentano il data base con i propri dati ed usufruiscono dei servizi ad essi offerti.

Ai fini di un'efficace gestione di una base dati complessa e di un servizio vasto come il Catasto, diventa fondamentale garantire:

- la centralizzazione dei servizi offerti a livello nazionale mediante un “**Centro Servizi**” dedicato alla gestione generale del sistema;
- la costante operatività di una struttura dedicata e dotata di personale altamente qualificato;



- il continuo aggiornamento e la manutenzione di sistemi, apparati ed applicazioni che lo compongono;
- il monitoraggio real-time per la prevenzione di potenziali situazioni critiche e l'immediata individuazione di guasti per limitare il disservizio all'utenza;
- la rapida capacità di intervento;
- interfacce e riferimenti qualificati e permanenti verso tutti gli attori coinvolti (SPs, Comuni, Enti etc.);

Il Centro Servizi dispone delle seguenti componenti:

- 1) **strumenti:** sistemi ed applicazioni necessari per l'erogazione dei servizi del Catasto e strumenti idonei ad assicurare in modo continuativo la gestione efficace ed il controllo tempestivo di server e software applicativi;
- 2) **connettività:** connessioni di rete sicure per poter realizzare i collegamenti da/verso utilizzatori dei servizi erogati;
- 3) **risorse:** il team che ha in carico le attività operative del Centro Servizi costituito da tecnici dotati di competenze specifiche sulle tecnologie e sui servizi offerti, opportunamente dimensionato sulla base delle necessità e degli SLA concordati;
- 4) **processi:** attività interne al centro servizi sono regolate da un modello organizzativo adeguato alle necessità (Configurazioni, Customer claim management, MAC, ..) e rispondente a best practise standard (ITIL);
- 5) **plant:** Building adeguato e già predisposto, sia per ospitare i sistemi informativi (server, storage, LAN, apparati di security..) che il personale tecnico del centro servizi;

Il Centro Servizi svolge le attività seguenti:

- erogazione dei servizi offerti dal Catasto reti
 - attività operative per Standard: Amministrazione, Configurazione, Analisi e validazione dati;
 - attività specialistiche: Reportistica ad hoc, Data entry e bonifiche sui dati, interventi di manutenzione evolutiva;
- assistenza ai clienti finali del Catasto tramite Contact Center multicanale ed Help Desk per il tracciamento delle richieste;
- attività sistemistiche per la completa gestione del Data Center (es. System Monitoring).

Il Data Center dedicato al Centro Servizi risponde ai requisiti dei data center "di nuova generazione" la cui realizzazione tiene conto delle esigenze di risparmio energetico, migliore gestibilità, sicurezza e ottimizzazione delle infrastrutture e quindi dei costi.



2.5 ASPETTI LEGISLATIVI E REGOLAMENTI COMUNALI

I paragrafi 4.1 e 4.2 riportano l'analisi realizzata da Cittalia nella già citata ricerca sugli aspetti legislativi e sui Regolamenti Comunali per lo sviluppo della nuova rete; mentre nel paragrafo 4.3 si delineano le Linee Guida per la promozione di un nuovo frame work legislativo di aiuto alla realizzazione del Catasto.

2.5.1 Il quadro Nazionale

La semplificazione e l'armonizzazione delle procedure autorizzatorie per i lavori di realizzazione delle reti di comunicazione elettronica rappresentano, come da più fonti segnalato, due aspetti determinanti per favorire e accelerare l'infrastrutturazione in banda larga e ultra-larga del territorio nazionale. In questo ambito, i Comuni si trovano a dover gestire esigenze non facilmente conciliabili: se da un lato, infatti, è diretto interesse delle Amministrazioni quello di favorire interventi che possano innalzare le possibilità di accesso a servizi digitali avanzati da parte dei propri cittadini e imprese, dall'altro vi è la necessità di mantenere un coordinamento e una capacità di programmazione delle attività dei diversi operatori, al fine di orientare le scelte e le priorità d'intervento e limitare gli inevitabili disagi causati dai lavori, in particolare quelli eseguiti sulla sede stradale. Il tema è noto e affrontato in diverse previsioni normative, sia in sede di legislazione nazionale e regionale che di regolamentazione comunale. La sua rilevanza è però aumentata nel corso degli ultimi due anni grazie all'intervento di alcuni fattori innovativi: da una parte il lancio, nel corso del 2009, del Piano Banda larga da parte del Governo, che ha l'obiettivo di ridurre il digital divide territoriale garantendo a tutti una velocità di connessione di almeno 2 Megabit entro il 2012; dall'altra, l'emanazione di previsioni normative di livello nazionale che impattano in maniera significativa sull'infrastrutturazione delle reti di comunicazione elettronica. Nel dettaglio, esse sono:

- l'art. 2 della l. 133/08, che prevede l'utilizzo della DIA per la realizzazione dei lavori di installazione di reti in fibra ottica e la possibilità di utilizzare, per gli operatori TLC, infrastrutture civili già esistenti nel sottosuolo;
- l'art. 1 della l. 69/09 che, nell'ambito della definizione di interventi per la diffusione della banda larga e la riduzione del digital divide, intende favorire l'utilizzo di tecniche di intervento meno invasive (quali la minitrincea) grazie alla riduzione della profondità minima di scavo per l'installazione di reti in fibra ottica, prevedendo la possibilità di andare in deroga alla normativa vigente previo accordo con l'ente proprietario della strada;
- l'art. 5-bis della l. 73/2010, che modifica parzialmente quanto previsto dall'art. 2 della l. 133/08, prevedendo un maggiore coordinamento con gli enti gestori delle infrastrutture civili.



Come risulta evidente, queste ultime novità normative, introdotte dal legislatore per superare alcuni possibili ostacoli che possono rallentare la capacità di azione da parte degli operatori TLC, impattano direttamente sull'ambito di responsabilità comunale, andando a modificare sostanzialmente (in particolare la previsione della DIA per i lavori di scavo e la possibilità di stendere cavi in fibra ottica attraverso tecniche quali la minitrincea) le modalità di effettuazione degli interventi di realizzazione delle reti. Ne deriva la necessità, per i Comuni, di ripensare in parte i propri processi operativi di governo in materia, ridefinendo anche i termini del rapporto con gli operatori e i concessionari di autorizzazione a effettuare lavori.

Queste novità, d'altronde, si inseriscono in un contesto già di per se peculiare: gli interventi di realizzazione di reti di comunicazione elettronica, ed in particolare quelle di nuova generazione (*Next Generation Networks* - NGN) basate sulla fibra ottica, presentano alcune caratteristiche che li distinguono da quelli relativi alle altre reti di servizio. Innanzitutto, solo da poco sono state assimilate ad ogni effetto alle opere di urbanizzazione primaria ed elevate, quindi, al rango di servizio di pubblica utilità. Inoltre, ancora non si è imposto un modello unico e condiviso - fra operatori e istituzioni - di sviluppo delle reti NGN, sia in termini di architettura e dimensionamento fisico che di investimento. Questi due aspetti, uniti ad una domanda di servizi avanzati non ancora esattamente stimabile, fanno sì che le istituzioni locali tardino a elaborare una capacità di visione strategica sullo sviluppo della rete di accesso e, di conseguenza, a dotarsi di strumenti regolamentari maggiormente tarati sulle caratteristiche delle reti di comunicazione elettronica, malgrado ci siano ormai diverse disposizioni normative di livello nazionale (e in alcuni casi regionale) che li prevedano¹¹.

D'altro canto, è necessario evidenziare come sia la stessa legislazione nazionale di riferimento a non possedere ancora un sufficiente grado di specificità e coerenza. I provvedimenti che si sono susseguiti nel corso degli ultimi dieci anni, principalmente finalizzati a recepire indicazioni comunitarie, hanno dato luogo ad un insieme confuso e disomogeneo di norme, con conseguenti ampi spazi di interpretazione. I Comuni si trovano a dover applicare previsioni normative provenienti da diverse fonti e spesso non aggiornate rispetto all'evoluzione tecnologica: come riportato nella tabella , in materia hanno rilevanza almeno 21¹² norme statali, di diverso livello e attinenti a ambiti differenti, a cui i vanno aggiunte le specifiche regolamentazioni regionali. In materia di scavi e reti di sottosuolo, in particolare, i riferimenti normativi principali risalgono ormai a più di 10 anni fa. Solo recentemente, con l'art. 1 della legge 69/2009, è stata introdotta la possibilità di utilizzare tecniche di scavo poco invasive e esplicitamente tarate sulle peculiarità delle reti di comunicazione elettronica. Rimangono però da affrontare diversi nodi, quali ad esempio l'adeguamento della regolamentazione alla nuova realtà del mercato dei servizi a rete che, con la separazione della proprietà tra rete e commercializzazione di servizi e con la

¹¹ Oltre alle già citate disposizioni inserite nelle leggi n. 133/2008 e n. 69/2009, si fa qui esplicito riferimento alla Direttiva PdCM del 3 marzo 1999 "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici" e al D.Lgs. 1 agosto 2003, n.259 "Codice delle comunicazioni elettroniche"

¹² A queste vanno aggiunte numerose disposizioni normative recanti norme tecniche di settore alle quali le amministrazioni e gli operatori devono attenersi



possibilità di uso promiscuo delle reti da parte di operatori diversi, mette i Comuni in una situazione di oggettiva difficoltà nell'identificazione delle dimensioni d'utenza e dunque nella possibilità di far valere efficacemente il proprio potere impositivo.

Tabella X: normativa statale di riferimento per lavori di realizzazione di reti di comunicazione elettronica

Normativa	Titolo
L. 7 agosto 1990, n.241	Nuove norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi
D. Lgs. 30 aprile 1992, n. 285	Nuovo Codice della Strada D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 - Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada
D. Lgs. 15 novembre 1993, n. 507	Revisione ed armonizzazione dell'imposta comunale sulla pubblicità e del diritto sulle pubbliche affissioni, della tassa per l'occupazione di spazi ed aree pubbliche dei comuni e delle province nonché della tassa per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani a norma dell'art. 4 della L. 23 ottobre 1992, n. 421, concernente il riordino della finanza territoriale
L. 31 luglio 1997, n. 249	Istituzione dell'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni e norme sui sistemi delle telecomunicazioni e radiotelevisivo
D.P.R. 19 settembre 1997, n. 318	Regolamento per l'attuazione di direttive comunitarie nel settore delle telecomunicazioni
D. Lgs. 15 dicembre 1997, n. 446	Istituzione dell'imposta regionale sulle attività produttive, revisione degli scaglioni, delle aliquote e delle detrazioni dell'Irpef e istituzione di una addizionale regionale a tale imposta, nonché riordino della disciplina dei tributi locali. (COSAP)
D.P.C.M. 3 marzo 1999	Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici
D. Lgs. 19 novembre 1999, n. 528	Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili
D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 267	Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali
L. 22 febbraio 2001, n. 36	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità
D.M. 10 luglio 2002	Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo
L. 1 agosto 2002, n. 166	Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti
D.P.C.M. 8 luglio 2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz
D. Lgs. 1 agosto 2003, n. 259	Codice delle comunicazioni elettroniche



D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42	Codice dei beni culturali e del paesaggio
Decr. 10 agosto 2004 del Ministero Infrastrutture e Trasporti	Attraversamenti e parallelismi ferroviari
D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
L. 6 agosto 2008, n.133	Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributari
L. 18 giugno 2009, n. 69	Disposizioni per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività nonché in materia di processo civile
L. 22 maggio 2010, n. 73	Disposizioni urgenti tributarie e finanziarie in materia di contrasto alle frodi fiscali internazionali e nazionali

Fonte: rielaborazione su dati ANCI Lombardia

2.5.2 Il Sistema delle regole locali

Per avere una panoramica non completa ma comunque significativa dello stato delle previsioni regolamentari di livello comunale che incidono sulla realizzazione delle reti di comunicazione elettronica, sono stati esaminati i regolamenti di 11 città italiane che, per dimensioni e posizionamento geografico, sono state ritenute significative del panorama nazionale. Di seguito si propone l'analisi del sistema delle regole e degli strumenti gestionali di cui i Comuni che compongono il panel si sono dotati, nonché della *governance* dei servizi di rete e di telecomunicazione che impattano sul suolo e sottosuolo urbano. Nel dettaglio, sono stati analizzati:

- a) i diversi regolamenti comunali, da quelli che disciplinano gli scavi a quelli che determinano tassa e canone di occupazione di suolo pubblico, a quelli ancora che, in maniera più evoluta, individuano regole e casistiche specifiche per gli impianti tecnologici, come quelli di TLC e banda larga;
- b) gli strumenti urbanistici e le eventuali norme tecniche connesse alla pianificazione territoriale, dalle componenti dedicate dei Piani Regolatori Generali, ai Piani Strutturali Comunali e ai casi di previsione o elaborazione di Piano Urbano dei sottoservizi del sottosuolo (PUGSS).

In particolare per l'ambito a), l'analisi regolamentare in materia di lavori infrastrutturali per reti di servizio e impianti TLC¹³ degli 11 Comuni componenti il panel della ricerca ha riguardato due macrotipologie di atti:

¹³ In questa sede non sono stati presi in considerazione i regolamenti dedicati agli impianti di telefonia mobile



Tipologia di Regolamento	Copertura rispetto al panel
Regolamento della Tassa per l'occupazione di spazi e aree pubbliche (TOSAP) o regolamento sul corrispondente Canone (COSAP)	11 su 11
Regolamento scavi e/o impianti sottosuolo ¹⁴	7 su 11

I Comuni oggetto di analisi e il relativo quadro della produzione regolamentare è rappresentato nella Tabella seguente:

Comune	Regolamento TOSAP/COSAP	Regolamento scavi/ impianti sottosuolo
Bari	X	
Catania	X	X
Firenze	X	X
Milano	X	X
Napoli	X	X
Novara	X	
Reggio Calabria	X	X
Reggio Emilia	X	
Roma	X	X
Torino	X	X
Verona	X	

Fonte: Ricerca ANCI –CITTALIA, 2010

La ricerca dei regolamenti ha messo in evidenza un panorama caratterizzato da un'elevata difformità: si va da situazioni in cui ne è presente uno solo (Bari) ad altre in cui sono compresenti tutti (Reggio Calabria), passando per Comuni che recentemente hanno emanato disposizioni organiche che comprendono le diverse dimensioni inerenti le reti di servizio (Firenze e Roma).

All'ovvia copertura totale dei regolamenti TOSAP/COSAP – caratterizzati da una sostanziale omogeneità nelle previsioni inserite dettata dalla normativa nazionale di riferimento - si affianca una presenza molto più ridotta delle altre tipologie regolamentari, che fra loro differiscono considerevolmente in termini di dettaglio e specificità. Nello specifico della dimensione degli scavi, il fatto che essi siano regolati, in molti casi, esclusivamente dalle norme su entrate e tributi locali va considerato come un fattore di criticità. I regolamenti TOSAP/COSAP, infatti, sono generalmente datati e, nelle previsioni relative agli scavi, con un livello di dettaglio tecnico poco elevato. Questo aspetto genera,

¹⁴ Così come previsto nella Direttiva PdCM del 3 marzo 1999 "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici"



come possibile effetto, un aumento dei margini di discrezionalità nelle interpretazioni dei singoli casi e la conseguente apertura di contenziosi tra impresa e Comune.

Di seguito viene riportato il dettaglio dell'analisi regolamentare, con approfondimenti sui casi più significativi fra le 11 città prese in esame per ognuna delle seguenti chiavi di lettura:

- tipologia e caratteristiche dei regolamenti inerenti gli scavi e la realizzazione delle reti;
- oneri a carico degli operatori per la realizzazione di scavi, interventi su suolo e sottosuolo e impianti di TLC;
- tecniche di scavo previste, posizione manufatti, governo degli interventi e trasparenza dei dati
- l'impatto della presenza di una società municipalizzata sul governo della realizzazione degli impianti.

2.5.2.1 Tipologia e caratteristiche dei regolamenti inerenti gli scavi e la realizzazione delle reti

Il caso di Milano, per il contesto regionale particolare in cui si trova, assume una peculiarità rispetto al regolamento guida di cui l'amministrazione si è dotata nel 1998 e che è ancora vigente oggi. Si tratta di uno dei primi regolamenti comunali specifici sulle TLC e definisce le modalità di acquisizione e rilascio di autorizzazione ad intervenire nel sottosuolo, demanda responsabilità e definisce i compiti del Servizio Occupazione Suolo/Sottosuolo Pubblico, ex Ufficio Reti e Servizi Integrati di Telecomunicazioni - URSIT, incardinato nello Sportello Unico Integrato per le Telecomunicazioni. Tale ufficio ha la gestione e la responsabilità degli interventi in sottosuolo e si relaziona con gli altri ambiti del Comune nel Comitato di Coordinamento Scavi, avvalendosi della Banca Dati sul sottosuolo che detiene ed implementa attraverso il service di alcune società private.

Il Regolamento interessa inoltre il Comitato per le telecomunicazioni, gruppo di assessori ed esperti che valutano gli sviluppi e forniscono gli indirizzi.

In Lombardia, la legge regionale vigente 11 marzo 2005, N. 12 "Legge per il governo del territorio" (BURL n. 11, 1° suppl. ord. del 16 Marzo 2005) armonizza il quadro regolatorio delle amministrazioni comunali, definendo un metodo di alimentazione di una base dati condivisa – rappresentata dall'Osservatorio ORS – facendone un caso particolarmente interessante e un contesto unico in Italia. Anche gli strumenti di programmazione seguono un approccio coerente orientato ai servizi: il "Piano di Governo del territorio" contiene infatti un dettagliato piano dei servizi, ovvero il catalogo della ricognizione dell'offerta dei servizi di rete, in sinergia con il Regolamento edilizio, entrambi con particolare attenzione ai piani di cablaggio della città presentati dagli operatori autorizzati. Il Comune di Milano promuove e incentiva inoltre le opere volte ad adeguare gli edifici esistenti per quanto riguarda le dotazioni necessarie di canalizzazioni interne, di allacciamenti a rete e di infrastrutture per i servizi di telecomunicazione.



Il Comune di Novara, particolarmente avanzato dal punto di vista della programmazione e dell'attenzione verso il tema della banda larga, ha da tempo realizzato un piano specifico dedicato, il Progetto Cavour per la banda larga. Il progetto è nato nell'ambito del piano regionale "RUPAR2" e dello sviluppo della rete civica comunale per interconnettere le pubbliche amministrazioni situate lungo il percorso del "Canale Cavour" al Sistema Pubblico di Connettività. Costituiscono precondizioni al progetto la disponibilità da parte del Consorzio "Est Sesia" di Novara di infrastrutture di rete in fibra ottica collocate lungo il canale, da valorizzare, e da parte del Comune di Novara di propria rete in fibra ottica e di infrastrutture di interconnessione.

Il Comune di Reggio Calabria ha implementato negli ultimi anni due interventi paralleli in ambito TLC, seguiti entrambi dall'ufficio "Rete Civica - Comunicazioni online":

1. rete civica unitaria (MAN in fibra gestita dal Comune)
2. progetto Reggio Calabria Wireless (un pò sul modello di Venezia, con 17 hot spot poggiati sulla MAN del Comune in fibra). Tale interesse verso interventi di cablaggio e telecomunicazioni è stato accompagnato da una parallela implementazione della dotazione regolamentare, non esclusivamente circoscritta (come nella maggior parte dei casi) alla disciplina tributaria che regola l'occupazione di suolo pubblico.

In particolare sono stati predisposti e approvati il Regolamento sull'utilizzo del sottosuolo e il regolamento di disciplina dei tagli per scavi sulla sede stradale, riportati in tabella, il primo in attuazione del DPCM 3.3.99 "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici". Tale regolamento tuttavia non stimola o impone l'utilizzo e il raccordo auspicabile di dati in formato digitale per la raccolta dei progetti, ma stabilisce regole generali per la gestione dei procedimenti di autorizzazione e scavo, rimandando per le manomissioni del suolo pubblico e le regole tecniche di ripristino e intervento alle prescrizioni tecniche fissate dal capitolato generale degli appalti e della esecuzione delle opere pubbliche nel Comune di Reggio Calabria e dal capitolato speciale di appalto e di esecuzione per i lavori di manutenzione delle strade in uso nel Comune. Tali regole sono superate dal disciplinare citato approvato nel 2008 e commentato più avanti.

Il Comune di Roma, dopo un lungo iter di confronto e contrattazione tra amministrazione comunale e municipi, ha approvato a novembre del 2009 il nuovo Regolamento scavi che introduce modifiche ed integrazioni al precedente del 20 ottobre 2005. Per la sua recentissima approvazione, apporta al precedente elementi innovativi e di semplificazione potenziale verso gli operatori operanti sul mercato, malgrado poi la complessità gestionale a livello amministrativo in relazione alle competenze suddivise tra Comune e Municipi periferici. Un esempio di sgravio può essere rappresentato dalla eliminazione dei depositi cauzionali in precedenza richiesti all'operatore, in virtù dell'impegno assunto dalla Società, con atto formale del Consiglio di Amministrazione o del legale rappresentante, a far fronte ad ogni richiesta per danni e/o penalità avanzata dall'ente.

In sintesi i punti di modifica del precedente riguardano:

- l'introduzione di nuove tecniche di posa cavi a basso impatto ambientale, quali la perforazione orizzontale guidata e la minitrincea;
- la sostituzione dell'obbligo di corrispondere un canone annuo di manutenzione, da parte delle società di pp.ss. per la posa di cavi in infrastrutture sotterranee



comunali, con l'impegno di provvedere direttamente, su richiesta del Comune di Roma, alla manutenzione delle stesse;

- l'eliminazione dell'obbligo, da parte delle società di pp.ss., di scegliere i propri Direttori dei Lavori nell'ambito di apposito Albo Comunale;
- sono state introdotte (Art. 27 bis) delle norme speciali per gli interventi di installazione e manutenzione di reti ed impianti in fibra ottica, necessarie per adeguare il Regolamento Scavi Stradali all'art. 2 della legge 6 agosto 2008, n. 133;
- con il regolamento inoltre l'onere COSAP è dovuto solamente per l'occupazione temporanea.

Il comune di Torino ha predisposto nel 2009 un regolamento appositamente finalizzato alla disciplina degli interventi e delle manomissioni del suolo/sottosuolo stradale da parte di concessionari, a integrazione della regolamentazione tributaria sugli oneri di occupazione. Si tratta di un provvedimento abbastanza completo per i temi e le problematiche toccate, inerenti sia le nuove tecnologie di scavo, seppure in senso ampio e non dettagliato, sia la collocazione delle infrastrutture che le tecniche e modalità di ripristino del suolo, la gestione degli interventi e il coordinamento del territorio, oltre che la casistica dei soggetti interessati e attribuzioni di responsabilità/ruoli tra questi e l'amministrazione, anche in relazione alla proprietà delle infrastrutture.

Comune	Regolamento	Estremi di approvazione/pubblicazione
Bari	ND	ND
Catania	Regolamento recante norme per il controllo delle attività di posa di impianti sotterranei	approvato con Atto deliberativo n° 1/ 2010 del Consiglio Comunale
Firenze	Regolamento per la concessione del suolo, del sottosuolo e delle infrastrutture municipali per la sistemazione degli impianti tecnologici	Adottato dal C.C con Delibere n. 532 del 2/7/2001 e n. 89 del 13/10/2008
Milano	Regolamento per la concessione del suolo, sottosuolo e infrastrutture municipali per la costruzione di reti pubbliche di telecomunicazioni	1998
Napoli	Regolamento per la disciplina dei lavori e delle opere da eseguirsi sulle strade comunali e loro pertinenze	Approvato dalla Giunta Municipale con deliberazione n° 14 del 5 marzo 1964
Novara	ND	ND
Reggio Calabria	Regolamento per l'esecuzione di interventi nel sottosuolo stradale in aree di proprietà comunale	Deliberazione del Consiglio Comunale n.16 del 19.06.2000
	Disciplinare per gli interventi sulle strade comunali	approvazione della Delibera di G.M. n°488 del 18.12.2008
Reggio Emilia	ND	ND
Roma	Regolamento scavi (integrazioni e modifiche al precedente regolamento del 2005)	Approvazione del Consiglio Comunale n. 105 del 23 novembre 2009



Torino	Regolamento per l'esecuzione delle manomissioni e dei ripristini sui sedimi stradali della città da parte dei concessionari del sottosuolo	Approvato con deliberazione del Consiglio Comunale il 12 ottobre 2009
Verona	ND	ND

Quadro dei regolamenti impianti e specifici per Comune

Fonte: Ricerca ANCI –CITTALIA, 2010

2.5.3 Evoluzione del frame-work legislativo

Come più volte ribadito nel documento, i soggetti in possesso delle informazioni e dei dati indispensabili ai fini della creazione della banca dati sono classificabili in due categorie, gli operatori di comunicazione e altri soggetti possessori di infrastrutture utili per lo sviluppo di reti NGAN (pubbliche amministrazioni, enti locali, aziende municipalizzate, società private esercenti l'attività di posa in opera di cavi, ecc.), per le quali vigono legislazioni differenti.

La prima problematica che si presenta nella realizzazione del Catasto è senza dubbio quella relativa alla fase di "raccolta dati" necessari alla sua formazione. Si tratta, infatti, di verificare la sussistenza di obblighi di fornitura dei dati tecnici necessari alla compilazione del Catasto in capo a tutti i soggetti possessori di informazioni. Facendo riferimento alle categorie precedentemente individuate si rileva quanto segue:

- **Operatori di comunicazione:** il riferimento normativo è costituito da Codice delle Comunicazioni. In esso si stabilisce che le imprese che forniscono reti e servizi di comunicazione elettronica hanno l'obbligo generale di trasmettere tempestivamente tutte le informazioni, anche di carattere finanziario, necessarie al Ministero e all'Autorità, per le materie di rispettiva competenza¹⁵. Con particolare riferimento alle infrastrutture il codice stabilisce inoltre che qualora siano necessari scavi all'interno dei centri abitati gli operatori devono anche comunicare al Ministero il progetto in formato elettronico¹⁶.

¹⁵ Vedi CCE, art. 10, comma 1 "Le imprese che forniscono reti e servizi di comunicazione elettronica trasmettono tutte le informazioni, anche di carattere finanziario, necessarie al Ministero e all'Autorità, per le materie di rispettiva competenza, al fine di assicurare la conformità alle disposizioni o alle decisioni dagli stessi adottate ai sensi del Codice. Tali imprese devono fornire tempestivamente le informazioni richieste, nel rispetto dei termini e del grado di dettaglio determinati, rispettivamente, dal Ministero e dall'Autorità" e che "le richieste di informazioni del Ministero e dell'Autorità devono essere proporzionate all'assolvimento dello specifico compito al quale la richiesta si riferisce e sono adeguatamente motivate".

¹⁶ Vedi CCE, art 89, comma 3 "Qualora l'installazione delle infrastrutture di comunicazione elettronica comporti l'effettuazione di scavi all'interno di centri abitati, gli operatori interessati devono provvedere alla comunicazione del progetto in formato elettronico al Ministero, o ad altro Ente delegato, per consentire il suo inserimento in un apposito archivio telematico, affinché sia agevolata la condivisione dello scavo con altri operatori e la cubicazione dei cavi di comunicazione elettronica conformi alle norme tecniche UNI e CEF".



- **Altri soggetti:** la richiesta di dati nei confronti degli altri soggetti vede la presenza di ostacoli ben più significativi in quanto non si individuano nella legislazione vigente poteri impositivi in tal senso esercitabili né dal Ministero né da AGCOM nei confronti di pubbliche amministrazioni, enti locali, aziende municipalizzate, società private esercenti l'attività di posa in opera di cavi, ecc.

Tenendo tuttavia presente che la raccolta completa dei dati è **l'elemento cardine** per la costruzione di un Catasto utilizzabile da tutti gli operatori interessati a sviluppare nel modo più efficiente reti di accesso in fibra ottica, l'espletamento di questa attività di raccolta presuppone, in un'ottica il più possibile realistica, la possibilità di configurare un obbligo da parte del Ministero a carico dei soggetti possessori dei dati stessi.

In mancanza di un carattere impositivo, tale fase di raccolta resta, infatti, legata alla disponibilità e contribuzione volontaria dei soggetti in possesso dei dati. Il carattere volontario della partecipazione alla realizzazione del Catasto renderebbe aleatoria la realizzazione del Catasto stesso e, nuocendo alla precisione e funzionalità della banca dati in tal modo costruita, lo renderebbe di fatto inadatto allo scopo.

Un esempio può essere il quadro normativo del Catasto strade.

Con il Decreto del 1 giugno 2001 il Ministero dei Lavori Pubblici ha definito le modalità ed i tempi per la realizzazione e l'aggiornamento del Catasto Strade. Tale norma è rivolta agli Enti proprietari di strade ad uso pubblico, quali:

- ANAS (autostrade e strade di interesse nazionale);
- Regioni (strade regionali);
- Province (strade provinciali);
- Comuni (strade comunali urbane ed extraurbane).

Per l'adempimento di tali obblighi di legge, e per lo svolgimento delle attività di gestione ordinaria della rete stradale (ampliamenti, manutenzione, messa in sicurezza, ecc.) tali Enti hanno quindi il dovere di dotarsi degli strumenti necessari alla creazione ed al mantenimento dell'inventario del Catasto Strade.

2.5.3.1 Il Piano Urbano Generale dei Servizi del Sottosuolo

Un caso di studio potrebbe essere individuato nell'ambito della Direttiva della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 3 Marzo 1999 "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici" all'art.3 "**Piano urbano dei servizi**" comma 1, ***i comuni capoluoghi di provincia e quelli con popolazione residente superiore ai 30 mila abitanti o interessati da presenze dovute ad alta affluenza turistica stagionale, sono tenuti a redigere entro un quinquennio compatibilmente con le risorse disponibili, un piano organico per l'utilizzazione razionale del sottosuolo da elaborare con le aziende, chiamato "Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo" (PUGSS).***



Tramite detto piano, le varie amministrazioni locali, dovranno, fra le altre informazioni, individuare i tracciati delle infrastrutture e loro tipologie. Sempre all'art.3 comma 4, si esplicita che tutti i comuni si dovranno dotare di una **“cartografia cartacea, informatica o numerica ed in questo secondo caso essa dovrà corrispondere a quanto indicato al successivo art. 16 acciocché sia compatibile fra i vari soggetti”**. All'interno dell'art. 16 **“Impiego della cartografia”** si delineano le linee guida delle caratteristiche d'impiego della cartografia nonché la graduale informatizzazione delle stesse entro i cinque anni per i comuni detenuti a redigere il PUGSS ed entro i dieci anni per tutti gli altri comuni che decidono di dotarsi di tali cartografie.

Sempre nella stessa Direttiva all'art. 15 sulla cartografia si invitano *i comuni e gli altri enti a dotarsi di adeguati sistemi informatici compatibili ed interoperativi* per consentire lo scambio di informazioni tra gestori, comuni ed enti competenti. Questo si traduce in un Sistema Informativo Territoriale (SIT). Sulla base di queste linee di indirizzo sul governo del territorio, alcune regioni si sono attrezzate per mettere in funzione un Sistema Informatico Territoriale che potesse soddisfare le indicazioni previste per una corretta gestione del territorio.

A titolo di esempio possiamo citare la Regione Lombardia che, con legge regionale L.R. 26/03 **“Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche”**, ha introdotto tra l'altro all'art. 35 il principio che i comuni provvedano **“alla mappatura ed alla georeferenziazione dei tracciati delle infrastrutture sotterranee”**. La legge indica criteri generali per la realizzazione di infrastrutture per l'alloggiamento di: reti di acquedotti, condutture fognarie, reti elettriche, reti di telecomunicazioni, reti di teleriscaldamento, condutture di distribuzione del gas. Si prevede inoltre, che i Comuni debbano provvedere alla redazione del piano urbano generale di servizi nel sottosuolo (PUGSS) al rilascio dell'autorizzazione per la realizzazione delle infrastrutture, alla mappatura e alla georeferenziazione dei tracciati delle infrastrutture sotterranee ad assicurare il collegamento con l'Osservatorio Risorse e Servizi regionale.

La Regione provvede con regolamento a individuare i criteri guida per la redazione dei PUGSS e per assicurare l'omogenea mappatura e georeferenziazione delle infrastrutture e alla creazione di una banca dati relativa alle reti esistenti. Lo strumento attuativo dell'art. 37 della L.R. 26/03 è il regolamento regionale 3/2005 **“Criteri guida per la redazione del PUGSS”** che definisce i criteri guida per la redazione del PUGSS, l'omogenea mappatura e georeferenziazione delle infrastrutture, ecc. Il regolamento si applica tra l'altro alle reti di trasporto e distribuzione per le telecomunicazioni.

Nel 2005, la Regione, ha costituito il Laboratorio Sottosuolo con l'obiettivo di facilitare lo scambio di esperienze, progetti e modalità operative su alcuni aspetti tematici, rispettivamente dedicati ai seguenti temi:

- Metodologie per la redazione dei piani urbani generali dei servizi del sottosuolo (PUGSS);
- Specifiche tecniche per la mappatura delle reti tecnologiche (SIT);
- Soluzioni tecnologiche e operative.



In quest'ultimo tavolo lo scopo è di individuare i processi e protocolli per lo scambio regolare delle informazioni. Lo scambio delle informazioni deve essere attuato attraverso l'adozione di protocolli aperti o comunque "Open Source".

In questa esperienza il Laboratorio dopo una prima fase di ideazione e di elaborazione di linee di intervento ha proseguito con una seconda fase di sperimentazione e verifica in campo delle raccomandazioni e delle ipotesi teoriche elaborate (soggetti promotori Regione Lombardia, politecnico di Milano e partner Comune di Cremona e AEM Cremona) e una terza fase, attualmente in corso, il cui obiettivo è quello di tradurre in una proposta di testo organico le varie norme vigenti per il settore integrandole per quanto riguarda le attuali insufficienze riscontrate.

Per quanto riguarda i dati e la cartografia si segnala la Delibera Giunta Regionale n° 5900 del 2007 "**Determinazioni in merito alle specifiche tecniche per il rilievo e la mappatura georeferenziata delle reti tecnologiche (ART. 37, LETT.d), L.R. N.26/2003 e ART. 4 L.R. n:29/1979)**".

Per completezza di informazioni si evidenzia inoltre che alle iniziative hanno partecipato con diverse vesti ed ambiti diversi Enti, Comuni, Regioni, Comunità Montane, operatori di servizi.

2.5.4 Fornitura e aggiornamento dei dati

Il quadro normativo attualmente vigente risulta quindi alquanto scarno e non idoneo a fornire il giusto supporto e fondamento normativo alla realizzazione del Catasto.

Il superamento delle difficoltà sopra esposte sarebbe, invece, consentito dalla previsione di una normativa specifica che provveda all'istituzione del Catasto, seguendo peraltro il *modus operandi* già adottato dalle istituzioni con riguardo alla realizzazione di altri Catasti.

La previsione di tale testo normativo risponde ad una duplice finalità: quella primaria di costituire il fondamento giuridico per l'imposizione ai soggetti in possesso dei dati da inserire nel Catasto di un obbligo di conferimento e condivisione, e quella di fornire una disciplina, ovvero una regolamentazione, sia della fase di raccolta e conferimento dei dati in oggetto, sia di gestione degli stessi, nonché di accesso ai dati.

L'istituzione a livello normativo si caratterizza, dunque, per l'essere un momento ineliminabile per la concreta realizzazione del Catasto, in quanto fonte di legittimazione per il Catasto stesso e anche per le fasi che caratterizzano la sua costruzione.

Pertanto è necessario un **intervento di carattere legislativo che obblighi i soggetti che possiedono infrastrutture di posa a fornire i dati necessari alla costituzione di tale Catasto**, specificando sia i dati da fornire che la frequenza e la modalità di aggiornamento e che individui anche l'ente Gestore del Catasto che emanerà i necessari provvedimenti per la regolamentazione della fornitura dei dati. e del loro costante aggiornamento.

Peraltro, è prevista la possibilità per l'AGCOM di sollecitare l'intervento legislativo, dalla stessa legge istitutiva dell'Authority (legge n. 249/1997), la quale all'art. 1, comma 6, lett. c), n. 1, prevede che il consiglio dell'AGCOM possa "segnalare al Governo l'opportunità di interventi, anche legislativi, in relazione alle innovazioni tecnologiche ed all'evoluzione, sul piano interno e internazionale, del settore delle comunicazioni".



In considerazione della finalità di realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche di nuova generazione, e dunque di evoluzione tecnologica, cui risponde la stessa realizzazione del Catasto Infrastrutture, si ritiene opportuno che l'Autorità faccia ricorso allo strumento concessogli dalla citata disposizione, al fine di sollecitare al livello legislativo l'elaborazione di un testo che istituisca formalmente il Catasto Infrastrutture e consenta, inoltre, un inquadramento unitario della disciplina relativa alle varie fasi di realizzazione del Catasto Infrastrutture ovviando in tal modo alla frammentazione che attualmente caratterizza il quadro normativo vigente.

2.6 ASPETTI ECONOMICI

Sono sintetizzate nel seguito le principali voci di costo che contribuiscono allo sviluppo e all'operatività del Catasto, inserito nel previsto Centro Servizi.

La schematizzazione seguente prevede una suddivisione in tre capitoli di costo:

1. attività e piattaforme relative alla prima attivazione del Catasto
2. attività e piattaforme relative all'inserimento del Catasto all'interno della struttura generale del Centro Servizi
3. attività ricorrenti di O&M e di fornitura dei Servizi agli Utilizzatori

2.6.1 Voci di costo di Setup: Strumento Catasto

2.6.1.1 Realizzazione IT

1. Analisi e definizione di Processo (attori, modalità interscambio informazioni, ...)
2. Analisi e definizione dello Strumento Catasto (con produzione specifiche dettaglio)
3. Proof of Concept
4. Pianificazione Progetto Esecutivo
5. Campagna Informativa (verso Attori e Utilizzatori)
6. Implementazione SW Strumento Catasto
 - a. acquisizione Strumenti SW (licenze, canoni, ...)
 - b. acquisizione e normalizzazione cartografia di base
 - c. configurazione SW e sviluppi ad hoc
 - d. system integration



7. piattaforma HW¹⁷
 - a. Server e Storage Array
 - b. Sistemi di Backup
 - c. Client
8. Installation, Commissioning e Testing (per prima operatività, con eventuale sperimentazione iniziale su scala ridotta)

2.6.1.2 Popolamento iniziale DB Catasto

1. Inventario, raccolta/fornitura informazioni :

ATTIVITA' ENTE CONTRIBUTORE:

- raccolta informazioni (con eventuale dematerializzazione);
 - supporto all' adattamento in base a modello condiviso (con georeferenziazione);
2. check ed eventuale bonifica .

NOTA: L'attività 1 del paragrafo "Popolamento iniziale DB Catasto" deve essere considerata parallela alla sequenza di attività 6, 7 e 8.

2.6.2 Voci di costo di Setup: Centro Servizi

1. analisi e definizione sistema di Gestione Catasto ed erogazione relativi Servizi;
2. pianificazione Progetto;
3. Implementazione SW Strumenti di Gestione ed erogazione Servizi :
 - a. piattaforma di ITSM per la gestione della piattaforma HW e SW del Catasto;
 - b. piattaforma di Help desk & Trouble ticketing a supporto del processo di customer complaint (Assistenza clienti del Catasto);
 - c. configurazione SW ed eventuali sviluppi ad hoc, system integration;

¹⁷ Le voci infrastrutturali (ad es., locali, rack, condizionamento, supply, connettività) sono riportate nella sezione relativa al Centro Servizi



- d. security (es. sicurezza perimetrale, sicurezza degli accessi, protezione dei dati, IPS...);
- 4. piattaforma HW Data Center (ad integrazione piattaforma Strumento Catasto):
 - a. facilities, a norma, presso cui ospitare la piattaforma HW e le postazioni degli operatori (comprende i cablaggi strutturati per la LAN, gli impianti di alimentazione e condizionamento);
 - b. piattaforma HW (servers) ridondata, storage area network (SAN), client e apparati della LAN (sia per l'ambiente di produzione che per il test plant);
 - c. piattaforma di Contact Center (HW e SW);
 - d. dispositivi di security;
- 5. installation, Commissioning e Testing;
- 6. training personale del Centro Servizi;

2.6.3 Voci di costo di Operations

- 1. personale qualificato per Operations/maintenance per infrastrutture IT, Networking e communications;
- 2. gestione SLA del Centro Servizi;
- 3. connettività verso ISP;
- 4. attività ente contributore: raccolta informazioni e adattamento in base a modello condiviso;
- 5. personale qualificato per attività specialistiche:
 - data entry e aggiornamento in generale DB Catasto;
 - check ed eventuale bonifica dei dati ;
 - generazione reportistica ad hoc;
- 6. manutenzione / upgrade dei sistemi afferenti al Centro Servizi (incluso Strumento Catasto);

Le voci di costo suddette sono ricorrenti; a queste voci sono da aggiungere, come costi ricorrenti, anche i consumi di energia.

2.6.4 Riepilogo delle Voci di costo

La seguente tabella riepiloga le voci di costo legate allo sviluppo, al riempimento ed alla manutenzione del catasto evidenziandone l'owner dell'attività e una stima del peso relativo delle corrispondenti attività. Quest'ultima voce deve essere considerata orientativa, a causa della molteplicità di variabili (dimensionali e architetture), la cui definizione sarà oggetto dell'iniziale fase di analisi, unitamente alla conoscenza e indagine sullo stato di dematerializzazione delle informazioni presso gli enti pubblici.

		Owner dell'attività	Peso dell'attività
Realizzazione IT dello strumento Catasto	Analisi e Progettazione Catasto (Attività da 1 a 5 del P. 5.1.1)	Gestore	€€
	Implementazione SW - catasto		
	Piattaforma HW - Catasto		
	Installazione, Commissioning e testing del Catasto		
Popolamento Iniziale dello Strumento Catasto	Supporto alla Raccolta informazioni	Gestore	€ - €€
	Raccolta dati, Adattamento delle informazioni esistenti al modello condiviso e inserimento nel DB (totalmente federato)	Enti Contributori	€€€€ (alta variabilità)
	Check ed eventuale Bonifica	Gestore	€ - €€
Set-up del Centro Servizi	Analisi e Pianificazione Centro Servizi	Gestore	€€€
	Implementazione SW Centro Servizi		
	Piattaforma HW Data Center		
	Installazione, Commissioning e testing del Centro Servizi		
	Training del Personale del Centro Servizi		
Operations	Personale Qualificato	Gestore	€/anno
	Gestione SLA		
	Raccolta e adattamento informazioni per nuovi sviluppi	Ente Contributore	€/anno (alta variabilità)
	Manutenzione/Upgrade dei sistemi	Gestore	€/anno

2.6.5 Modalità di Financing

Il Catasto unico è uno strumento di rilevante importanza sia per il settore pubblico che quello privato.

Nell' ambito pubblico, il Catasto si traduce in uno strumento utile a supporto di:

- creazione e stimolo di un mercato nazionale per le infrastrutture tra soggetti che operano nello stesso settore (es. tlc), in settori diversi (es. società tlc che fruiscono dei cavidotti delle società di energia elettrica) e tra pubblico e privato (es. comuni /



regioni che vogliono investire nello sviluppo di infrastrutture in fibra in sinergia con gli operatori tlc)

- disegno di politiche dello sviluppo economico e modernizzazione del Paese (es. pianificazione degli interventi pubblici)
- Attività di monitoraggio e controllo di pertinenza dell'authority in materia di utilizzo e accesso alle infrastrutture
- miglioramento del servizio al cittadino da parte della PA locale (es. servizio catastale dematerializzato ed integrato delle infrastrutture)
- incremento dell'efficienza nei lavori pubblici della PA locale (es. eliminazione dei rischi di danneggiamento dell'infrastruttura degli operatori tlc durante gli scavi per l'ampliamento della rete fognaria del comune)
- disegno di politiche di sicurezza pubblica (es. protezione civile)

Nell'ambito privato, il Catasto si traduce in uno strumento utile a supporto di:

- pianificazione delle nuove infrastrutture in fibra;
- apertura del mercato delle infrastrutture (es. ricavi legati al noleggio dei cavidotti);
- attività di ricerche di mercato (es. società che offrono studi nel settore delle infrastrutture);
- analisi economico finanziarie da parte di soggetti interessati a investire in società/progetti di infrastrutture di rete tlc (es. analisti finanziari, fondi di investimento) etc.

Il Catasto ha dunque non solo un valore strategico per la pubblica amministrazione, ma anche un valore economico per gli attori privati i quali possono essere sia i principali contributori delle informazioni che i principali utilizzatori, come riportato nella tabella seguente:

	Infrastrutture tlc		Altre Infrastrutture	
	Contributore	Utilizzatore	Contributore	Utilizzatore
Operatori	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Possessori	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Enti Pubblici	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Utilities	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Privati		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Regolatore		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>



L'evidente valenza e i benefici per il settore pubblico, descritti in precedenza, implicano un ruolo determinante dello stesso per il finanziamento dell'iniziativa "Catasto infrastrutturale". Nondimeno l'eventuale partecipazione al finanziamento da parte dei soggetti privati potrebbe essere incentivata dalla quantificazione dei benefici economici attesi.

Si possono quindi identificare due modelli principali di finanziamento:

- **Finanziamento pubblico**

In questo modello, le risorse finanziarie per sostenere gli investimenti necessari sono garantite dalla Pubblica Amministrazione. I finanziatori possono essere non soltanto la PA centrale ma anche la PA regionale / locale qualora venissero individuate delle sinergie tra l'iniziativa del Catasto Infrastrutturale e i piani di sviluppo regionali / locali in tema di sviluppo delle infrastrutture e della de materializzazione.

- **Finanziamento pubblico privato**

Si tratta di un modello di co-financing che prevede una forma di finanziamento misto pubblico-privato condiviso tra gli Enti Pubblici e gli Operatori privati. Gli Operatori privati rientrano infatti tra i principali beneficiari del Catasto in qualità di utilizzatori e acquirenti di infrastruttura necessaria per il proprio sviluppo di mercato.



3 CABLAGGIO OTTICO DI EDIFICIO

Le reti di telecomunicazioni consentono agli utenti di fruire di servizi basati sullo scambio dell'informazione. Tra i principali fattori abilitanti per l'erogazione dei medesimi vi è sicuramente l'infrastruttura trasmissiva, sia in termini di apparati sia di portanti fisici.

Nell'ambito delle reti di telecomunicazioni di accesso di nuova generazione, note come NGAN o NGN, i collegamenti in cavo hanno un'importanza cruciale per la distribuzione dei servizi sia sulle utenze fisse sia su quelle mobili. Il punto di arrivo del collegamento in fibra ottica che parte dalla centrale si avvicina alla sede dell'utente lasciando ai cavi in rame la copertura di una parte sempre più esigua della linea. Comunemente queste reti sono identificate dalla sigla FTTx.

Nell'evoluzione naturale di questo scenario è previsto che il collegamento ottico venga prolungato arrivando all'interno dell'unità immobiliare, secondo lo schema di rete FTTH. L'approccio FTTH richiede di affrontare in modo specifico il tema del cablaggio in fibra ottica degli edifici, siano essi esistenti o di nuova realizzazione. L'attenzione pertanto si focalizza su una serie di aspetti, da quello normativo a quello tecnico, dal rapporto con la proprietà privata all'esercizio e manutenzione dell'impianto. Gli argomenti sono tutti cruciali e solo individuando l'azione corretta per ciascun argomento è possibile raggiungere l'obiettivo finale, il cablaggio dell'edificio appunto, in modo trasparente e sostenibile.

Il tema del cablaggio degli edifici a supporto di reti e servizi innovativi è stato analizzato ampiamente anche in un passato non troppo recente. Lo scenario di riferimento è sicuramente mutato e ormai si parla quasi esclusivamente di fibra ottica come portante. Così come è mutata, o meglio evoluta, la tecnologia disponibile per la fibra e per i cavi ottici, aprendo il mercato a soluzioni un tempo non disponibili. E' opportuno pertanto rianalizzare il contesto nelle condizioni attuali.

La presente sezione affronta il tema del cablaggio in fibra ottica degli edifici ed è pertanto indirizzato sia agli Enti interessati alla realizzazione di questo tipo di impianto per le telecomunicazioni sia a quelli potenzialmente deputati a una revisione o a un adeguamento del quadro normativo al fine di ottimizzare i processi.

Lo scopo è fornire linee guida di sintesi per la realizzazione del progetto sulla base delle soluzioni oggi disponibili e maggiormente consolidate, prendendo inoltre in considerazione gli aspetti normativi.

Si premette che il presente documento è stato sviluppato con riferimento all'attuale contesto a livello nazionale in cui è in fase di definizione l'orientamento, leggasi le regole, con cui le reti NGAN saranno realizzate e gestite. Pertanto lo sforzo compiuto è stato di produrre dei contenuti che possano rivelarsi per quanto possibile aderenti alla realtà che in tal senso si verrà a delineare.

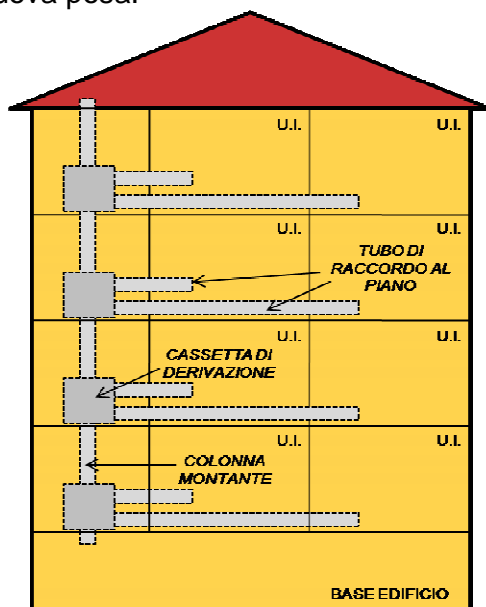
Lo scenario degli edifici esistenti, il cosiddetto *brownfield*, presenta una significativa varietà di tipologie, sia di infrastrutture sia di stato di occupazione delle medesime, tale da rendere poco sostenibile l'idea di avere un'unica soluzione adattabile ai differenti contesti.

Il modello di riferimento adottato in questo documento è illustrato in figura e presenta i seguenti elementi:

- Colonna montante (verticale)

- Casette di derivazione ai piani
- Raccordi ai piani (orizzontali)

L'edificio rappresenta le realizzazioni, non troppo datate, tipiche delle aree ad alta densità immobiliare. Nei casi reali tale infrastruttura può risultare utilizzata non solo per le linee telefoniche ma anche per altri servizi. Poiché solitamente si tratta di cavi già posati e in pieno utilizzo, non è possibile provvedere alla rimozione dei medesimi per aumentare lo spazio disponibile per la nuova posa.



E' bene comunque sottolineare che nel variegato panorama nazionale esiste una percentuale non trascurabile di edifici, soprattutto i più datati, che sono stati costruiti privi di infrastrutture idonee a questo tipo di impianti. In tali situazioni si renderà necessario dotare l'edificio di una soluzione esterna.

3.1 Contesto nazionale del cablaggio ottico

Il cablaggio di edificio, spesso identificato come rete verticale, presenta aspetti peculiari che lo distinguono rispetto alla rete di accesso realizzata tipicamente su proprietà pubblica, nota come rete orizzontale.

In particolare è opportuno mettere in evidenza i seguenti elementi:

- **Proprietà:** l'interlocutore (proprietà, amministrazione dello stabile) con cui definire le attività inerenti l'impianto è sempre diverso.
- **Disponibilità:** in considerazione dell'impatto della realizzazione del cablaggio sull'edificio e del valor aggiunto percepito, appare difficile che l'interlocutore sia



disposto ad accettare interventi successivi di operatori diversi per realizzare la stessa tipologia di cablaggio.

- **Sostenibilità:** attualmente la realizzazione di più cablaggi della stessa tipologia, ciascuno dedicato a un operatore diverso, è reputata una soluzione troppo onerosa rispetto ai benefici che porterebbe.

Questi aspetti sono legati tra loro e vanno considerati in un quadro regolatorio che attualmente non fornisce soddisfacenti garanzie agli operatori.

In aggiunta a quanto sopra, si sottolinea come allo stato attuale siano in fase di definizione alcuni punti che impattano sul cablaggio di edificio, tra cui:

- Numero di fibre ottiche a supporto del collegamento di utenti nell'edificio.
- Numero di reti NGAN a cui sarà necessario garantire l'interconnessione con il cablaggio di edificio.

E' opportuno quindi che le soluzioni adottate siano in linea con lo scenario in evoluzione.



3.2 Soluzioni di cablaggio

In questa sezione vengono descritte le soluzioni di cablaggio per edifici in cui sono presenti più unità immobiliari.

Un impianto in fibra ottica di edificio è costituito essenzialmente dai seguenti elementi:

- **Punto di distribuzione:** posizionato tipicamente alla base dell'edificio, è sede di terminazione delle fibre ottiche delle unità immobiliari. Le fibre terminate sono disponibili per essere poste in continuità con quelle della rete di telecomunicazioni esterna, al fine di completare il collegamento ottico dell'utente in rete di accesso.
- **Borchia ottica:** posizionata nell'unità immobiliare, è sede di terminazione delle fibre ottiche di collegamento del singolo utente
- **Cavo a fibre ottiche:** realizza il collegamento tra il punto di distribuzione e le borchie ottiche

In linea di principio il collegamento del singolo utente può comportare la disponibilità di più fibre ottiche, terminate da un lato nel punto di distribuzione e dall'altro nella borchia ottica.

In alcuni contesti possono essere valutate alternative per il posizionamento del punto di distribuzione in altri punti dell'edificio (interni o esterni) ma tali valutazioni, non ancora chiaramente individuate, non sono oggetto di questo documento.

In considerazione del fatto che il cavo a fibre ottiche è l'unico elemento che può essere dedicato o condiviso tra gli utenti presenti in un edificio, nel seguito si sono suddivise le soluzioni di cablaggio in due classi in base a questo criterio. Infine si forniscono alcune considerazioni sulla struttura del punto di distribuzione.

3.2.1 Cablaggio singolo utente

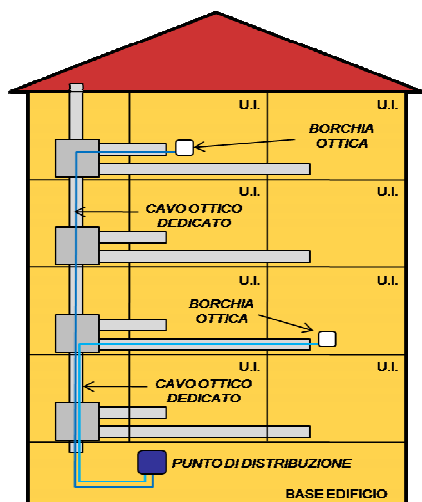
Il principio del cablaggio del singolo utente consiste nella realizzazione del collegamento mediante cavo ottico dove le fibre contenute sono a uso esclusivo dell'utente collegato.

Pertanto l'attivazione di ogni utente richiede l'utilizzo di un cavo dedicato.

Il cablaggio del singolo utente risulta la scelta naturale nell'ambito di un approccio focalizzato al completamento della connessione nel momento di effettiva attivazione della linea.

Il collegamento del singolo utente comporta:

- Posa del cavo nella colonna montante e attraverso la scatola di derivazione nella tubazione di raccordo al piano (tale operazione avviene in un'unica fase)
- Installazione della borchia ottica nell'unità immobiliare
- Terminazione del cavo nel punto di distribuzione a base edificio
- Terminazione del cavo nella borchia ottica mediante l'uso di connettori



Il punto di accesso all'infrastruttura esistente per la posa, il verso della posa e la tecnica di posa, tiro o spinta, possono essere scelti in base alle condizioni di installazione e alle caratteristiche del cavo (es. rigidità, testa pre-connettorizzata)

In considerazione del fatto che la sede di posa del distributore può non essere in prossimità dell'imbocco della colonna montante, è opportuno valutare le condizioni di installazione anche per questo tratto che si svilupperebbe alla base dell'edificio.

3.2.2 Cablaggio multi utente

Il principio del cablaggio multi utente consiste nella realizzazione del collegamento di salita mediante un unico cavo ottico, dove le fibre contenute sono quelle necessarie a collegare tutti i potenziali utenti.

Pertanto l'attivazione di ogni utente richiede l'ulteriore realizzazione del collegamento dedicato di raccordo al piano oltre alla disponibilità della risorsa condivisa.

Il cablaggio multi utente risulta la scelta naturale nell'ambito di un approccio focalizzato alla gestione ottimale degli spazi disponibili nei cavidotti esistenti.

L'installazione del cavo di salita richiede:

- Posa del cavo nella colonna montante
- Terminazione del cavo nel punto di distribuzione interno a base edificio
- Terminazione del cavo all'ultimo piano mediante fissaggio meccanico a un punto di ancoraggio

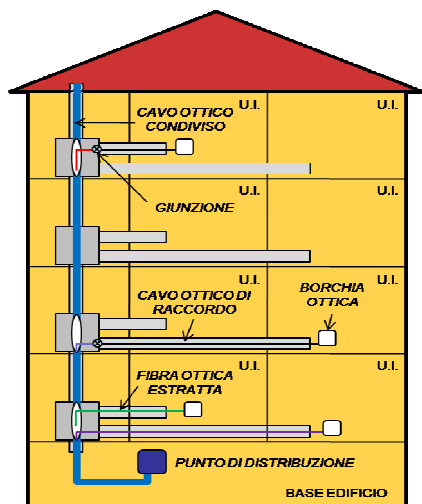
La successiva fase di estrazione delle fibre ottiche al piano N comporta:

- Recarsi al piano N+X (dove X dipende dalle caratteristiche del palazzo) e aprire una finestra sulla guaina del cavo
- Individuare le fibre da estrarre al piano N e tagliarle al piano N+X
- Recarsi al piano N e sfilare le fibre tagliate
- Inserire le fibre tagliate in tubetti di protezione

- Disperdere i tubetti di protezione
- Installare sulla porzione di cavo aperto un guscio di protezione da cui partono i tubetti di protezione di cui sopra

La fase finale di collegamento dell'utente è costituita da:

- Installazione della borchia ottica nell'unità immobiliare
- Posa di cavetto ottico per raccordo al piano tra borchia ottica e scatola di derivazione
- Terminazione del cavetto ottico nella borchia mediante l'uso di connettore/i
- Terminazione del cavetto ottico nella scatola di derivazione mediante giunzione con le fibre estratte dal cavo di salita.



In considerazione del fatto che la sede di posa del distributore può non essere in prossimità dell'imbocco della colonna montante, è opportuno valutare le condizioni di installazione anche per questo tratto che si svilupperebbe alla base dell'edificio.

L'alternativa all'utilizzo di un cavetto ottico di raccordo del singolo utente al piano è rappresentata dal recupero delle fibre ottiche estratte per posarle all'interno del tubo di raccordo verso l'unità immobiliare. Una soluzione di questo tipo richiede di considerare la gestione di una ricchezza di cavo di salita sufficiente per compiere questa operazione in tutti i piani.

3.2.3 Considerazioni sul punto di distribuzione

Il punto di distribuzione è la sede di terminazione delle fibre ottiche delle unità immobiliari e rappresenta anche il punto in cui il cablaggio di edificio si interfaccia con la/e rete/i orizzontale/i. Da un punto di vista tecnico è opportuno distinguere tra due scenari di rete di accesso.



- **NGAN multipla:** se più operatori dispongono di una rete di accesso propria, la continuità tra rete dell'operatore e il cablaggio di edificio è realizzata mediante la possibilità di permuta tra rete orizzontale e cablaggio di edificio.
- **NGAN singola:** se esiste un'unica rete di accesso, il collegamento tra rete orizzontale e cablaggio di edificio può essere di tipo permanente.

Le soluzioni di cablaggio verticale descritte nei paragrafi precedenti sono indipendenti dai due scenari qui illustrati; per quanto riguarda il punto di distribuzione si possono invece fare le seguenti osservazioni. In caso di NGAN singola il cavo entrante della rete orizzontale può essere terminato direttamente nel punto di distribuzione interno e le fibre ottiche possono essere messe in continuità in modo permanente (es. tramite giunzione) o temporaneo (es. tramite connettori).

In caso di NGAN multipla ciascuna rete orizzontale ha la sua terminazione dedicata dalla quale partono i collegamenti permanenti o temporanei verso il punto di distribuzione.

3.3 Tecnologie

In questo capitolo si fornisce una panoramica delle tipologie di prodotto disponibili sul mercato per la realizzazione del cablaggio di edificio. L'analisi è comunque ristretta ai prodotti che appaiono più significativi per il contesto italiano.

In linea generale non si distingue tra soluzioni da interno e da esterno nell'ipotesi che i prodotti siano simili con differenze a livello di guaina esterna.

3.3.1 Cavi ottici

I cavi per il cablaggio della risalita verticale possono essere distinti in due macro tipologie: cavi multi-fibra ad estrazione e cavetti singoli.

- Cavi multi-fibra ad estrazione (ottimali per edifici medio-grandi): sono costituiti da singoli cavetti mono-fibra di circa 900 μm di diametro, con un eventuale rinforzo in kevlar, disposti in maniera lasca all'interno di una guaina. La derivazione ai vari piani è realizzata aprendo una finestra sulla guaina esterna del cavo (mediante un apposito kit), e successivamente estraendo e proteggendo opportunamente le fibre di interesse. Al cavo sono associati gli accessori di supporto e i prodotti di connettività necessari a completare l'installazione.
- Cavetti singoli (ottimali per edifici medio-piccoli): si tratta di cavetti monofibra rinforzati, di circa 2 mm di diametro, che vengono installati direttamente tra il box cantina e l'appartamento o per il completamento del cablaggio verso l'utente nel caso di utilizzo di cavi multi-fibra. La guaina esterna, che protegge la fibra, è caratterizzata da materiali e strutture adatte al tipo di applicazione.

3.3.1.1 Cavi multi-fibra ad estrazione

Di seguito si riporta una classificazione delle principali tipologie di cavi multifibra ad estrazione stilata basandosi su alcuni esempi di prodotti presenti sul mercato.

Tipologia A

Cavo costituito da un insieme di fibre monomodali protette da un rivestimento plastico aderente alla fibra (diametro complessivo normalmente di circa 900 μm) disposte, in maniera lasca, dentro una guaina LSZH (Low Smoke Zero Halogen).

All'interno del rivestimento del cavo sono annegati due elementi in vetroresina, che fungono da elemento di tiro. Il rivestimento delle fibre presenta un basso coefficiente di attrito per agevolare l'estrazione e può essere facilmente rimosso in fase di realizzazione della giunzione/connesione.

I cavi sono disponibili in varie potenzialità: le più comuni sono 12, 24, 48 fibre con diametro esterno rispettivamente di 8.5 mm, 12 mm e 14.5 mm.

Questa tipologia di prodotto, a causa delle dimensioni, dello spessore e della rigidità della guaina esterna non è ottimale per installazioni all'interno delle tubazioni esistenti condivise con altri cavi. Per le stesse caratteristiche sembra invece più vantaggioso per la posa a muro.

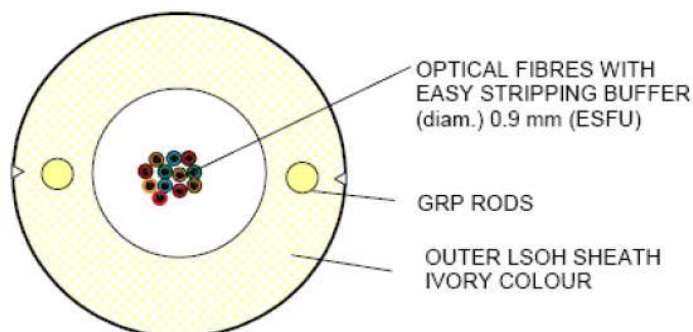


FIGURA 1 – CAVO MULTI-FIBRA PER POSA A MURO

Tipologia B

Questo tipo di cavo, denominato C-shaped è costituito da una serie di ribbon a 4 fibre ottiche (su richiesta anche fibre singole), inseriti in maniera lasca all'interno di una struttura a forma di "C" che, a sua volta, è ricoperta da una guaina esterna in LSZH. Il cavo con potenzialità fino a 40 fibre ha un diametro esterno di circa 8 mm.

La particolare forma dello slot interno permette, una volta rimossa la guaina, un facile accesso alle fibre, mantenendo inalterata la struttura del cavo. Dopo l'estrazione della fibra, la guaina esterna può essere richiusa semplicemente pressando la porzione di rivestimento ritagliato sul cavo. Anche per questo prodotto, data l'accessibilità alle fibre da un solo lato del cavo, l'applicazione ideale è quella che prevede l'installazione esterna su muro.

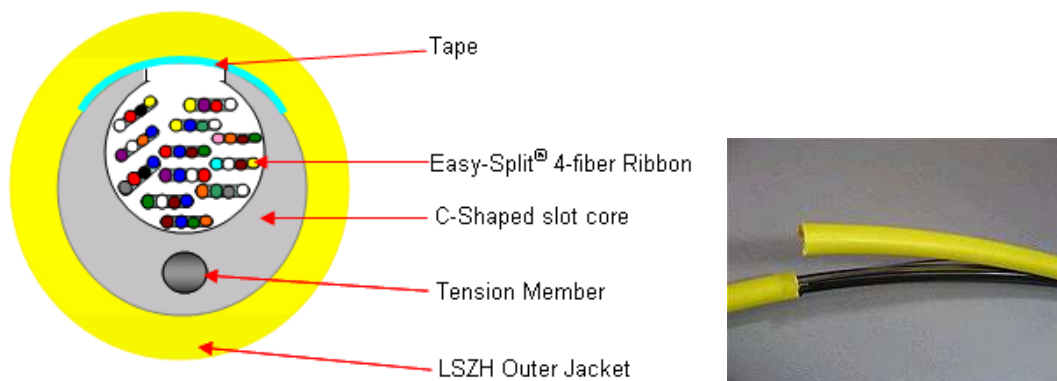


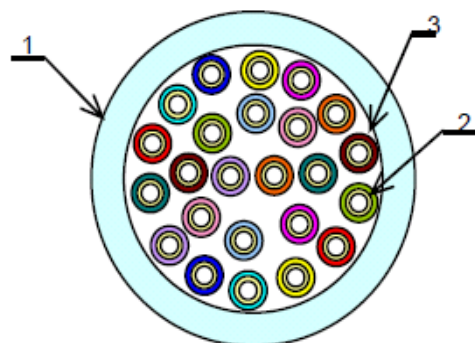
FIGURA 2 – CAVO MULTI-FIBRA C-SHAPE PER INSTALLAZIONE A MURO

Tipologia C

Questa tipologia di cavi è costituita da una serie di cavetti a singola fibra, avvolti da una guaina esterna morbida a bassa emissione di alogeni e a ritardo di fiamma (LSZH) ed ulteriormente rinforzati con filati aramidici. Il diametro esterno dei cavetti mono-fibra è di 0.9 mm. L'elemento di trazione del cavo è rappresentato dai filati di Kevlar presenti all'interno di ogni singolo cavetto.

I cavi sono disponibili in varie potenzialità: le più comuni sono 12 e 24 fibre, con diametro esterno rispettivamente di 6 mm e 8 mm.

Questo cavo risulta molto flessibile e di facile posa all'interno di tubazioni già occupate da altri sottoservizi. Anche lo sfilamento delle fibre, per le derivazioni ai piani è di facile realizzazione. Tale estrazione necessita delle adeguate protezioni per le fibre estratte.



1. Outer Sheath
2. Kevlar
3. Optical fibre \varnothing 900 μ m

FIGURA 3 – CAVO MULTI-FIBRA COSTITUITO DA CAVETTI MONO-FIBRA RINFORZATI CON KEVLAR, OTTIMALE PER LA POSA IN TUBI

Tipologia D

Il cavo è costituito da una serie di fibre disposte, in maniera lasca, all'interno di una guaina a bassa emissione di alogeni e a ritardo di fiamma (LSZH). Le fibre sono protette singolarmente da una struttura semitight (strato di silicone fino a 400 µm e strato esterno fino 900 µm). All'interno del cavo, disposto centralmente, un membro in vetroresina funge da elemento di tiro. Il cavo con potenzialità 24 fibre ha un diametro esterno di 8.0 mm.

Il cavo con elemento di tiro centrale risulta molto flessibile e di facile posa all'interno di tubazioni già occupate da altri sottoservizi.

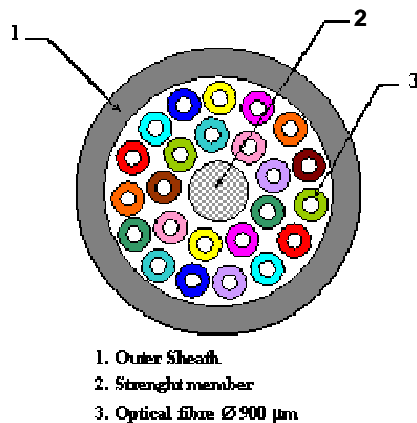


FIGURA 4 – CAVO MULTI-FIBRA CON MEMBRO DI RINFORZO CENTRALE, OTTIMALE PER LA POSA IN TUBI

Tipologia E

Questo cavo è costituito da una serie di fibre da 900 µm inserite, in maniera lasca, in una guaina a bassa emissione di alogeni e a ritardo di fiamma (LSZH). Tra le fibre ottiche ed il rivestimento esterno sono disposti dei filati aramidici (Kevlar) che fungono da elemento di tiro. I cavi sono disponibili in varie potenzialità: le più comuni sono, 12, 16 e 24 fibre con diametro esterno rispettivamente di 6.7, 7.0, 7.6 e 8.5 mm.

Anche questa tipologia di cavo risulta molto flessibile e di facile posa all'interno di tubazioni già occupate. La presenza del kevlar, tuttavia, rende difficoltosa l'individuazione ed il taglio della fibra da estrarre e derivare ai vari piani dell'edificio.

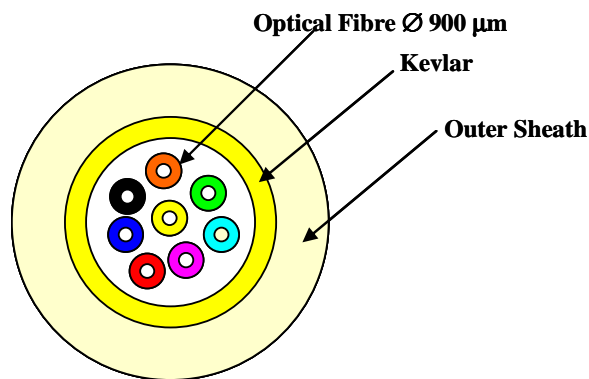


FIGURA 5 – CAVO MULTI-FIBRA CON FILATI DI KEVLAR DISTRIBUITI COME ELEMENTO DI RINFORZO

Tipologia F

Questa tipologia di cavo è in realtà un insieme di cavetti affasciati, molto robusti, che vengono posati contemporaneamente nella colonna montante verticale (sono legati insieme da un cordino elicoidale) e possono essere facilmente estratti ai piani di interesse. Trattandosi di cavetti, l'estrazione non necessita di particolari protezioni e l'operazione risulta molto rapida. I singoli cavetti sono provvisti di due elementi di rinforzo laterali, di dimensioni leggermente superiori alla fibra, per cui oltre a conferire un'ottima resistenza alla trazione, forniscono anche un'ottima protezione allo schiacciamento. La forma appiattita dei cavetti consente anche di ottenere un'ottimizzazione nelle dimensioni totali della soluzione: per 32 cavetti il diametro esterno della soluzione è di 12 mm (i singoli cavetti hanno dimensioni di 1 x 2 mm).

Per questo prodotto, vista la dimensione complessiva non così ridotta, l'applicazione ideale è quella che prevede l'installazione esterna su muro o interna a tubi nel caso in cui non ci siano molti utenti da collegare o le dimensioni del tubo siano sufficientemente grandi.

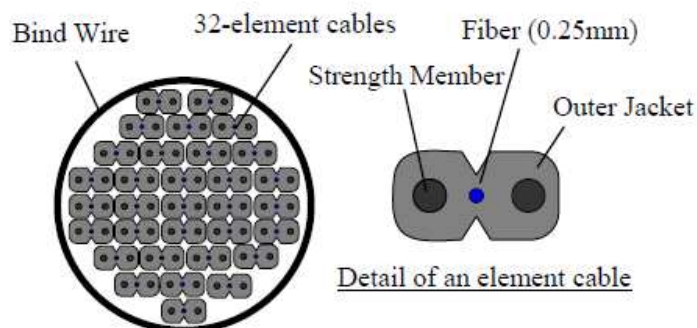


FIGURA 6 – STRUTTURA MULTI-CAVETTO PER INSTALLAZIONI A MURO O IN TUBI DI DIMENSIONI ADATTE

3.3.1.2 Cavetti singoli

Di seguito si riporta una classificazione delle principali tipologie di cavetti singoli stilata basandosi su alcuni esempi di prodotti presenti sul mercato.

Tipologia A

Si tratta della classica bretella (\varnothing 1.6 - 2 mm) costituita da una monofibra di tipo tight o semi-tight, da 900 μ m, con membro di tiro costituito dai filati aramidici e guaina esterna LSZH. L'utilizzo di questo tipo di cavo può risultare critico soprattutto nello sbraccio orizzontale di collegamento del cliente, a causa della presenza nel percorso all'interno della tubazione di curve aspre o di altri cavi oltre alla trecciola e, in alcuni casi, a causa dello stato non ottimale dei tubi stessi (schiacciamento del corrugato). Questo tipo di cavetto può inoltre risentire dello schiacciamento nelle operazioni di installazione.

Tipologia B

Si tratta di un cavo monofibra, protetto all'interno di una guaina di polietilene, all'interno della quale sono disposti due membri di rinforzo laterali. La forma è simile ad una piattina elettrica. Questa struttura conferisce al cavo un'ottima resistenza meccanica, sebbene abbia come difetto la non completa versatilità in flessione (il suo piegamento non può avvenire sul lato dei membri di rinforzo). Il cavetto è anche disponibile nella versione "low friction", con guaina esterna caratterizzata da basso attrito, e con membri di tiro in metallo o in Kevlar (completamente dielettrico). Le dimensioni del cavetto sono pari a 1.6 x 2.0 mm. Il prodotto è studiato in modo che la preparazione per la giunzione preveda la sola separazione manuale del rivestimento, grazie alle incisioni presenti sulla guaina stessa. Per le sue caratteristiche di robustezza associate a dimensioni contenute e per l'alto grado di scorrevolezza, questo tipo di cavo risulta particolarmente promettente per le installazioni all'interno degli edifici nelle infrastrutture esistenti.

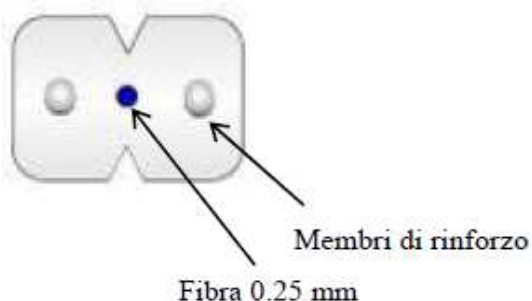


FIGURA 7 – CAVETTO MONO-FIBRA RINFORZATO CON MEMBRI DI RINFORZO LATERALI, OTTIMALE PER LE INSTALLAZIONI IN TUBI ESISTENTI

Tipologia C

Si tratta di un cavo monofibra da 900 μm , rinforzato con filati di kevlar, e rivestito da una ulteriore guaina esterna LSZH più rigida, che conferisce robustezza meccanica e che porta le dimensioni totali a 2,6 mm. Questo cavo sembra rappresentare un buon compromesso tra dimensioni e caratteristiche meccaniche, anche se al momento è prodotto in via prototipale.

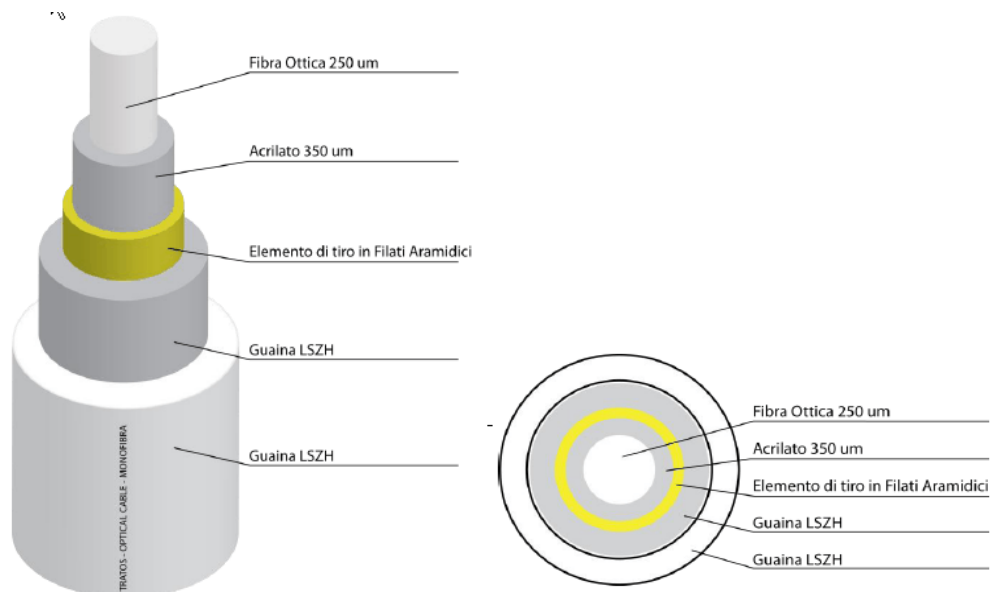


FIGURA 8 - CAVETTO MONO-FIBRA RINFORZATO CON KEVLAR E CON UNA GUAINA ESTERNA PIÙ ROBUSTA

Tipologia D

Si tratta di un cavo monofibra rinforzato con kevlar e guaina esterna fino a raggiungere dimensioni dell'ordine dei 4 mm: questo conferisce la robustezza necessaria per poter essere eventualmente graffettato a muro, con l'utilizzo di opportune graffette circolari che non schiaccino la fibra. Tipicamente questo tipo di cavo contiene fibre bend insensitive con caratteristiche ottimali in flessione, appartenenti alla categoria G.657B, e sembra che la presenza del kevlar limiti la deformazione della fibra, così come la guaina esterna, incrementandone l'affidabilità nel tempo (perché nel punto di graffettatura si raggiungono raggi di curvatura della fibra molto piccoli).

Questi tipi di cavetto possono essere impiegati anche come cavetti di collegamento esterni.

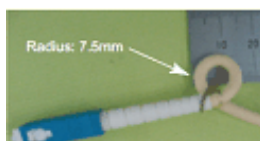


FIGURA 9 – CAVETTO MONO-FIBRA CON FIBRA G.657B, RINFORZATO CON KEVLAR E CON UNA GUAINA ESTERNA PIÙ ROBUSTA, OTTIMALE PER POSA IN ESTERNO O GRAFFETTATA A MURO



3.3.2 Fibra ottica

Nello sviluppo dell'ultima parte della rete di accesso, emerge l'esigenza di utilizzare fibre ottiche ottimizzate per contenere l'attenuazione anche in caso di percorsi molto tortuosi, come quelli che si ritrovano all'interno degli edifici, o nell'utilizzo di particolari tecniche installative veloci ed economiche. La nuova categoria di fibre che implementa questa caratteristica di bassa sensibilità alla curvatura, è definita dallo standard ITU-T G.657. Le performance trasmissive sono state ottimizzate dai costruttori per consentire l'installazione delle fibre, senza ripercussioni particolari sull'attenuazione, in ambiti in cui si vogliono ad esempio riutilizzare per la posa le infrastrutture esistenti, tortuose e congestionate, o per installazioni semplici e veloci a muro, oppure per consentire l'utilizzo di accessori sempre più miniaturizzati. Sono dunque prodotti studiati appositamente per l'ambito FTTH.

Tuttavia, va considerato che, se da un lato la possibilità di sottoporre a sollecitazioni più severe le fibre senza incrementi di attenuazione rappresenta un indubbio vantaggio, dall'altra non consente nella fase dell'installazione e nel successivo utilizzo di individuare condizioni particolarmente pericolose quali ad esempio sollecitazioni cumulative di trazione e flessione in alcuni tratti del cablaggio di un edificio, piuttosto che l'eccessiva curvatura in qualche scatola di derivazione dove la fibra è rimasta erroneamente "pizzicata". Oltre a questo aspetto, la permanenza stessa della fibra ai limiti dei raggi di curvatura per cui è stata studiata da un punto di vista trasmissivo, ha un impatto sul degrado meccanico, poiché il materiale di cui essa è costituita non è diverso da un punto di vista affidabilistico dalle fibre G.652. Questo comporta una più elevata probabilità di frattura delle fibre nel tempo, che va considerato come fattore di rischio nelle installazioni e che va quindi minimizzato imponendo delle regole di posa della fibra cautelative e non fomentandone un utilizzo in campo paragonabile al rame (come invece pubblicizzato nel mercato relativo a questi nuovi prodotti).

Come ulteriore considerazione, è emerso recentemente da studi eseguiti dagli stessi costruttori, che, poiché all'incremento della funzione guidante della fibra contribuisce anche il coating, si può verificare, sia per curvature severe sia per discontinuità come giunti e connettori, che i modi secondari che normalmente sfuggirebbero dalla fibra in queste condizioni vengano invece ri-guidati all'interno del nucleo proprio dall'azione del coating, andando a sommarsi al modo fondamentale e potendo potenzialmente dare problemi ai ricevitori degli apparati. Questo fenomeno avrebbe delle ripercussioni anche sui metodi di misura della lunghezza d'onda di taglio (cut-off).

Caratteristiche generali delle fibre "bending loss insensitive"

Le fibre "bending loss insensitive" sono una nuova categoria di fibre monomodali standardizzate in ITU-T, nella Raccomandazione G.657 "Characteristics of a bending loss insensitive single mode optical fibre and cable for the access network", così come in IEC/CEI, nella norma CEI EN 60793-2-50 "Fibre ottiche – Specifica settoriale per fibre monomodo di classe B".

Queste fibre hanno la caratteristica di avere una sensibilità ridotta alle sollecitazioni di macrobending. Infatti, rispetto alle fibre G.652, comunemente utilizzate per la rete di

accesso, presentano incrementi di attenuazione inferiori a parità di raggio di curvatura cui sono sottoposte.

La Raccomandazione ITU-T G.657 prevede due categorie, che descrivono i requisiti di fibre via via più performanti dal punto di vista del comportamento trasmissivo in caso di curvatura e che sono state definite in termini di compatibilità con le fibre monomodali standard G.652.

Minimum design radius:	The fiber IS a G.652D fiber.	NOT a G.652D fiber
10 mm	G.657A1 <i>Former G.657A</i>	Not Specified
7.5 mm	G.657A2	G.657B2 <i>Former G.657B</i>
5.0 mm	Not Specified	G.657B3

FIGURA 10 - CATEGORIE PREVISTE NELLA RACCOMANDAZIONE ITU G.657

A grandi linee, mentre i requisiti per macrobending per le fibre G.652 prevedono un'attenuazione massima di 0.2 dB/giro per 30 mm di raggio di curvatura (alla lunghezza d'onda di 1550 nm), nella categoria G.657A rientrano due sottocategorie di fibre (una terza, la A3, è in fase di standardizzazione) compatibili per tutti i loro attributi con le G.652 e che hanno performance migliorate in flessione:

- G.657A1: per raggi di curvatura pari a 10 mm limitano l'attenuazione a 0.75 dB/giro (a 1550nm)
- G.657A2: per raggi di curvatura di 7.5 mm limitano l'attenuazione a 0.5dB (a 1550nm).

La categoria G.657B non è necessariamente compatibile con le fibre G.652 e prevede due sottocategorie ottimizzate in flessione:

- G.657B2: per raggi di curvatura di 7.5 mm limitano l'attenuazione a 0.5 dB/giro (a 1550nm)
- G.657B3: per raggi di curvatura di 5 mm limitano l'attenuazione a 0.15 dB/giro (a 1550nm)

Le tecnologie con cui le fibre G.657 vengono realizzate sono molteplici e vanno dal drogaggio della silice con opportuni elementi (ad es. fluoro) alla realizzazione di nanostrutture o bolle (Hole-Assisted Fibers, HAF) nel cladding, o ancora alla realizzazione di fibre con cristalli fotonici (Photonic Crystal Fibers, PCF), che incrementano il confinamento della luce nel nucleo della fibra e quindi ne limitano la perdita per curvatura. In

Figura 11 vengono mostrati alcuni esempi di profili di indice di rifrazione di fibre G.657.

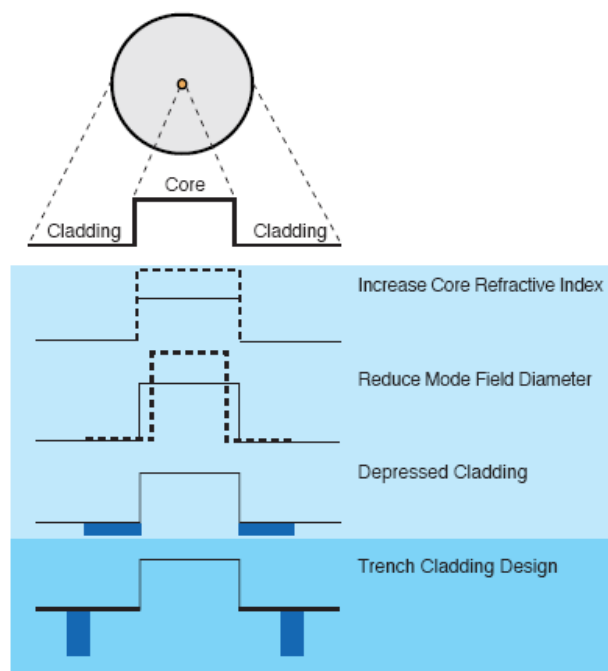


Figura 11 - Esempi di tecnologie utilizzate per la realizzazione di fibre bend-insensitive

Come conseguenza di queste diverse realizzazioni da parte dei costruttori, l'interconnessione tra queste fibre è un punto di attenzione da approfondire anche in ambito normativo. Le fibre appartenenti alla categoria G.657A sono generalmente compatibili da questo punto di vista con le G.652, per via della struttura simile e perché il loro diametro di campo modale è definito nello stesso intervallo. Tutto ciò non è invece sempre vero per le G.657B, dove l'accoppiamento di strutture e MFD diversi può comportare o valori di attenuazione elevati nelle giunzioni o difficoltà nella realizzazione stessa con procedure automatiche delle macchine giuntatrici non ottimizzate.

Inoltre, a detta di alcuni costruttori di componenti, pare che le fibre con particolari strutture al loro interno (nanostrutture o bolle) possano dare delle difficoltà nella realizzazione dei connettori, in particolare nella procedura di lappatura della superficie della fibra inserita nella ferrula del connettore.

Data l'evoluzione tecnologica nella produzione, molte delle fibre G.657 in commercio hanno anche un ridotto picco dell'acqua nello spettro di attenuazione nell'intorno dei 1380 nm (Low or Zero Water Peak fibers, LWP or ZWP), a vantaggio delle prestazioni trasmissive anche a 1490 nm.

3.3.3 Connettori

Nella realizzazione del cablaggio di edificio è possibile terminare i collegamenti utilizzando soluzioni preconnettorizzate in fabbrica:



- Per il cavo multifibra la connettorizzazione in fabbrica può riguardare soltanto il lato attestato nel distributore di edificio. Eventuali cavi multi fibra pre-connettorizzati da entrambi i lati dovrebbero essere realizzati su misura per ogni palazzo con elevata possibilità di errore e grossi limiti alla flessibilità installativa.
- Per il cavetto singolo potrebbero essere utilizzate soluzioni pre-connettorizzate lato utente magari utilizzando soluzioni di borchia e cavetto integrate in modo tale da ridurre il tempo di presenza in casa dell'utente.

Che si usino o meno soluzioni pre-connettorizzate il problema di realizzare una terminazione in campo è comunque sempre presente. La soluzione classica del problema è quella di realizzare dei giunti a fusione su delle semi-bretelle. Questa soluzione richiede però spazi e accessori, non sempre disponibili, per l'alloggiamento del giunto e della ricchezza di fibra. Diventa quindi importante prendere in considerazione i connettori montabili in campo. I requisiti fondamentali che un componente di questo tipo deve soddisfare per trovare applicazione nel cablaggio FTTH sono: facilità di montaggio, velocità di realizzazione, qualità della connessione, affidabilità da un punto di vista trasmissivo e meccanico e costo contenuto.

Connettori montabili in campo

I connettori montabili in campo di interesse per il cablaggio di edificio si possono grosso modo suddividere in due famiglie: quella che fa uso del giunto a fusione e quella che fa uso del giunto meccanico. Esistono anche prodotti, esclusi da questa classificazione, il cui montaggio prevede operazioni di lappatura e di incollaggio, procedure che risultano poco agevoli da eseguirsi in campo e mostrano seri limiti di montaggio.

Connettori montabili in campo con giunto a fusione

Questa tecnologia consente di giuntare una fibra o un cavetto ottico (opportunamente preparati) ad un connettore preassemblato in fabbrica, mediante l'ausilio di una giuntatrice a fusione.

Dal costruttore viene fornito un corpo centrale, contenente una fibra preassemblata nella ferula, il che garantisce un'alta qualità del processo poiché la finitura della superficie lappata e la centratura della fibra vengono eseguite in fabbrica. Il giunto a fusione si realizza in campo tra la fibra/cavetto da connettere e il codino libero della fibra interna alla spina (come illustrato in Figura 12). Il giunto viene successivamente protetto mediante differenti metodi, a seconda delle tecnologie adottate dai vari produttori.

Nell'ottica di contenimento dei costi e di ottimizzazione della maneggevolezza vengono proposte dai costruttori delle giuntatrici di dimensioni ridotte, in cui l'allineamento tra le fibre è di tipo passivo (basato cioè su un controllo puramente geometrico della centratura dei due cladding). Questa scelta viene pagata in termini di un lieve incremento (qualche centesimo di dB) dell'I.L.

Tutti i fornitori hanno previsto l'installazione dei connettori su cavetti rinforzati (2-3 mm) e su fibra a 900 µm, con rivestimento tight o semi-tight.

I prodotti sono generalmente disponibili nelle versioni SC e LC con finitura della ferula sia piana sia angolata. Per quanto riguarda i valori di Insertion Loss, i fornitori dichiarano valori medi di circa 0.25 dB e valori massimi < 0.5 dB.

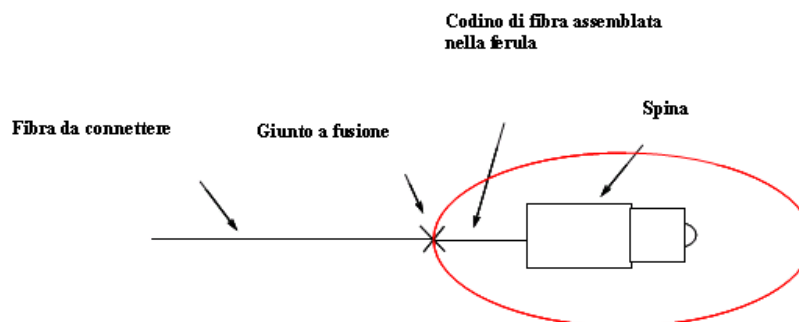


FIGURA 12 SCHEMA DI UN CONNETTORE CON GIUNTO A FUSIONE

Connettori montabili in campo con giunto meccanico

Questa tecnologia consente di terminare una fibra o un cavetto ottico, opportunamente preparati, con un connettore preassemblato in fabbrica, mediante l'impiego di un giunto meccanico. Tramite delle apposite guide presenti nel giunto si opera l'allineamento delle fibre; poiché queste non vanno a contatto fisico è necessario l'impiego di un gel adattatore di indice, che abbia lo stesso indice di rifrazione del core delle fibre, cosicché non vi siano grosse perdite dovute alla discontinuità con l'aria.

Laddove venga richiesta la finitura APC è necessaria un'apposita taglierina che realizzi il taglio angolato della fibra da connettere (in questo modo la riflessione residua dovuta all'assenza di contatto fisico all'interno giunto non dovrebbe penalizzare la qualità del R.L. della ferula).

La quasi totalità dei prodotti viene venduta in packaging contenenti appositi sistemi di assemblaggio, di dimensioni contenute, e finalizzati all'esecuzione del singolo giunto. Inoltre per alcune tipologie di connettore è prevista la possibilità di riapertura del giunto meccanico e quindi di riutilizzo per qualche decina di operazioni.

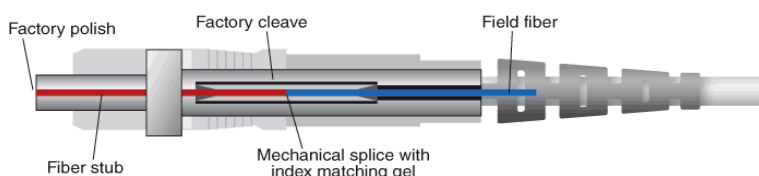


Figura 13 Struttura di un connettore con giunto meccanico

Alcuni prodotti presenti sul mercato presentano delle limitazioni per quanto riguarda la compatibilità con il tipo di cavetto, dato che possono essere installati solo su fibra a 900 µm. La maggior parte dei costruttori fornisce oltre alla spina SC anche la versione LC più compatta con finitura della ferula sia piana sia angolata.

Per quanto riguarda i valori di Insertion Loss, i fornitori dichiarano valori medi di circa 0.30 dB e valori massimi < 0.5-0.8 dB.



3.3.4 Distributore di edificio

Il mercato propone svariati tipi di distributore in funzione della tecnologia e dell'architettura di rete utilizzata. In generale comunque il box è sempre strutturato per la gestione della giunzione/terminazione del cavo di rete e del cavo verticale; al suo interno, inoltre, possono essere alloggiati un certo numero di componenti passivi, quali splitter, sia pre-connettorizzati sia non pre-connettorizzati.

Nella categoria dei distributori d'edificio una distinzione può essere fatta per quelli ottimizzati all'apertura tra più operatori. Si tratta di sistemi modulari progettati con due differenti configurazioni delle unità: un modulo "Cliente", che permette di terminare e gestire il cavo verticale, e un modulo "Operatore", che consente l'attestazione e la terminazione del cavo di rete. Per limitare l'accesso al box, ogni modulo ha due porte separate, una per l'area di giunzione (lato rete) ed una per quella di connessione (lato cavo verticale). Quando necessario un nuovo operatore aggiunge un altro modulo alla configurazione preesistente.

Laddove non sia possibile installare un nuovo box (es. poco spazio fruibile) sono disponibili prodotti la cui struttura interna può essere adattata agli armadietti esistenti.

3.3.5 Borchia utente

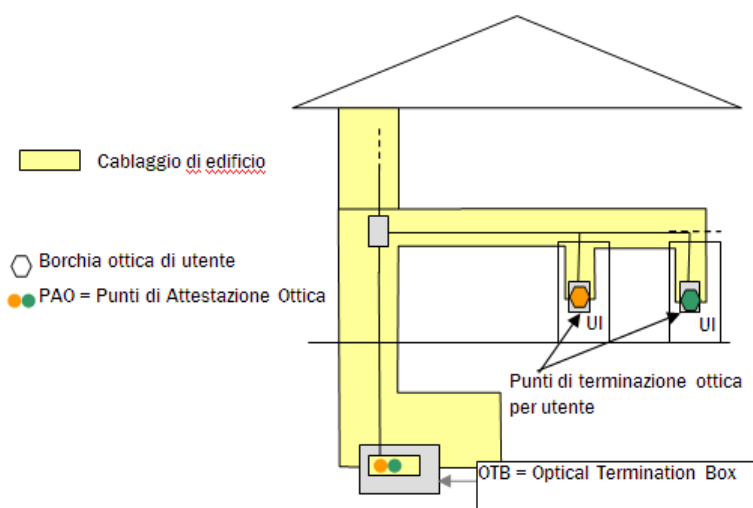
Sul mercato sono disponibili borchie ottiche di utente dalle caratteristiche più varie in termini di forma, dimensioni e capacità di terminazione. L'aspetto chiave di questo tipo di prodotti riguarda la facilità di installazione sia che si usi una semi-bretella giuntata sia che si usi un connettore montabile in campo. Dal punto di vista installativo la soluzione migliore è comunque rappresentata da quei prodotti che integrano la borchia premontata con uno spezzone di cavetto singolo sufficiente a completare il cablaggio di utente. Purtroppo tale soluzione non è sempre applicabile in campo a causa degli scarsi spazi a disposizione per alloggiare la ricchezza di fibra che questa soluzione comunque prevede.

Oltre ai classici prodotti dedicati alla terminazione ottica, molto interessanti sono quelle soluzioni ibride ottico-rame che permettono di sostituire la borchia esistente rame con una ibrida riutilizzando il foro già presente nel muro, dando degli indubbi vantaggi nell'evitare interventi infrastrutturali e limitare al minimo l'impatto estetico.

3.4 Specifiche di impianto

Le specifiche di impianto per il cablaggio di edificio rappresentano quel set minimo di caratteristiche tecniche che devono essere rispettate nella realizzazione del cablaggio di edificio, per garantire l'utilizzo della parte terminale della rete a diversi operatori, quando possibile, a prescindere dalle loro scelte architettoniche di rete.

Per arrivare a definire queste specifiche è opportuno pensare al cablaggio di edificio come ad un "black box" (la parte evidenziata in giallo nella figura sottostante) e definire, come interfacce del collegamento di utente, il connettore presente nella borchia dell'unità abitativa ed il connettore o giunto di attestazione dell'utente (PAO – Punto di Attestazione Ottico) nell'armadio posto alla base o nei pressi dell'edificio (OTB – Optical Termination Box). Questi due punti sono importanti per garantire la flessibilità di collegamento dei cavi di rete al verticale e la flessibilità di connessione all'apparato prescelto in casa dell'utente.



In questa schematizzazione la modalità di realizzazione del cablaggio è un'invariante, a patto che essa garantisca requisiti trasmissivi e di interfacciamento uguali per tutti. Il tipo di cablaggio da utilizzare, così come il numero di fibre per ogni utente, può essere scelto sulla base delle condizioni infrastrutturali che si riscontrano in ogni palazzo (greenfield o brownfield, disponibilità o meno di infrastrutture, tubi e cavedi esistenti e loro grado di occupazione, ...).

Le specifiche tecniche per la realizzazione del cablaggio di edificio possono essere redatte tenendo conto delle seguenti considerazioni:

- il tipo di fibra utilizzato deve essere tale da garantire le migliori prestazioni ottiche e quindi la minima attenuazione, nonostante la tortuosità del percorso che può presentare anche degli angoli con raggio di curvatura estremamente ridotto
- il tipo di fibra utilizzato deve rispettare uno standard di riferimento e soprattutto deve garantire determinate prestazioni in termini di compatibilità con fibre della stessa tipologia e con fibre della tipologia comunemente usata nelle reti di accesso



- non è necessario specificare una borchia ed un OTB standard ma è sufficiente condividere le tipologie di connettori in essi eventualmente contenuti
- è importante definire un limite massimo di attenuazione, in modo tale da permettere agli operatori in fase di progettazione una valutazione certa sull'impatto di questa parte della rete sul power budget globale
- il cablaggio deve essere dimensionato in modo da servire ciascuna unità abitativa con almeno una fibra. Non è importante specificare il numero di fibre per ogni utente ma piuttosto specificare le caratteristiche di ogni singolo collegamento in fibra.

Sulla base di queste considerazioni si propone la seguente semplice specifica che, pur lasciando le modalità tecniche di realizzazione sotto l'esclusiva responsabilità di chi sviluppa l'impianto, richiede che il cablaggio soddisfi sempre le seguenti caratteristiche di interfaccia:

- la tipologia di fibra ottica utilizzata deve soddisfare le caratteristiche indicate nello standard ITU-T Recommendation G.657 "*Characteristics of a bending loss in sensitive single mode optical fibre and cable for the access network*" (11/2009) ed in particolare soddisfare i requisiti per la categoria G657-A definiti nella tabella 7.1 del suddetto standard. I connettori ottici utilizzati sia nella borchia di utente sia eventualmente nella striscia di attestazione (PAO), devono essere dello stesso tipo (LC oppure SC)
- la massima attenuazione tra la borchia di utente ed il corrispondente PAO deve essere di 1,5dB
- le modalità d'installazione e tutti gli accessori utilizzati devono rispettare il raggio di curvatura minimo di 10 mm al fine di salvaguardare la durata dell'impianto nel tempo.

3.5 Quadro normativo

Al fine di sintetizzare lo scenario normativo attualmente presente per quanto riguarda le tematiche relative all'infrastrutturazione dei condomini è opportuno fare una panoramica sia sulle norme che regolano la possibilità di costruire nuove infrastrutture passive o di utilizzare quelle esistenti, sia sulle norme tecniche che costituiscono la letteratura per la standardizzazione di tali impianti.

3.5.1 Norme civilistiche

Di seguito sono riportati i principali articoli delle leggi ad oggi promulgate che contribuiscono a definire il quadro normativo per la realizzazione o l'uso delle infrastrutture passive in fibra ottica all'interno delle proprietà private condominiali. Si rimanda al sottoparagrafo conclusivo di questo capitolo per alcune proposte di integrazione finalizzate a semplificare l'operatività installativa.



Legge 6 agosto 2008, n. 133

Art.2

Banda larga

1. Gli interventi di installazione di reti e impianti di comunicazione elettronica in fibra ottica sono realizzabili mediante denuncia di inizio attività.
2. L'operatore della comunicazione ha facoltà di utilizzare per la posa della fibra nei cavidotti, senza oneri, le infrastrutture civili già esistenti di proprietà a qualsiasi titolo pubblica o comunque in titolarità di concessionari pubblici. Qualora dall'esecuzione dell'opera possa derivare un pregiudizio alle infrastrutture civili esistenti le parti, senza che ciò possa cagionare ritardo alcuno all'esecuzione dei lavori, concordano un equo indennizzo, che, in caso di dissenso, e' determinato dal giudice.
3. Nei casi di cui al comma 2 resta salvo il potere regolamentare riconosciuto, in materia di ubicazione e condivisione di infrastrutture, all'Autorità *per le garanzie nelle comunicazioni* dall'articolo 89, *comma 1, del codice delle comunicazioni elettroniche, di cui al decreto legislativo 1° agosto 2003, n. 259*. All'Autorità *per le garanzie nelle comunicazioni* compete altresì l'emanazione del regolamento in materia di installazione delle reti dorsali.
4. L'operatore della comunicazione, almeno trenta giorni prima dell'effettivo inizio dei lavori, presenta allo sportello unico dell'Amministrazione territoriale competente la denuncia, accompagnata da una dettagliata relazione e dagli elaborati progettuali, che asseveri la conformità delle opere da realizzare alla normativa vigente. Con il medesimo atto, trasmesso anche al gestore interessato, indica le infrastrutture civili esistenti di cui intenda avvalersi ai sensi del comma 2 per la posa della fibra.
5. Le infrastrutture destinate all'installazione di reti e impianti di comunicazione elettronica in fibra ottica sono assimilate ad ogni effetto alle opere di urbanizzazione primaria di cui *all'articolo 16, comma 7, del testo unico di cui al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380*.
6. La denuncia di inizio attività e' sottoposta al termine massimo di efficacia di tre anni. L'interessato e' comunque tenuto a comunicare allo sportello unico la data di ultimazione dei lavori.
7. Qualora l'immobile interessato dall'intervento sia sottoposto ad un vincolo la cui tutela compete, anche in via di delega, alla stessa amministrazione comunale, il termine di trenta giorni antecedente l'inizio dei lavori decorre dal rilascio del relativo atto di assenso. Ove tale atto non sia favorevole, la denuncia e' priva di effetti.
8. Qualora l'immobile oggetto dell'intervento sia sottoposto ad un vincolo la cui tutela non compete all'amministrazione comunale, ove il parere favorevole del soggetto preposto alla tutela non sia stato allegato alla denuncia il competente ufficio comunale convoca una



conferenza di servizi ai sensi degli articoli 14, 14-bis 14-ter 14-quater della legge 7 agosto 1990, n. 241. Il termine di trenta giorni di cui al *comma 4* decorre dall'esito della conferenza. In caso di esito non favorevole, la denuncia e' priva di effetti.

9. La sussistenza del titolo e' provata con la copia della denuncia di inizio attività da cui risulti la data di ricevimento della denuncia, l'elenco di quanto presentato a corredo del progetto nonche' gli atti di assenso eventualmente necessari.

10. Il dirigente o il responsabile del competente ufficio comunale, ove entro il termine indicato al *comma 4* sia riscontrata l'assenza di una o più delle condizioni legittimanti, ovvero qualora esistano specifici motivi ostativi di sicurezza, incolumità pubblica o salute, notifica all'interessato l'ordine motivato di non effettuare il previsto intervento, contestualmente indicando le modifiche che si rendono necessarie per conseguire l'assenso dell'Amministrazione. E' comunque salva la facoltà di ripresentare la denuncia di inizio attività, con le modifiche e le integrazioni necessarie per renderla conforme alla normativa vigente.

11. L'operatore della comunicazione decorso il termine di cui al comma 4 e nel rispetto dei commi che precedono dà comunicazione dell'inizio dell'attività al Comune.

12. Ultimato l'intervento, il progettista o un tecnico abilitato rilascia un certificato di collaudo finale che va presentato allo sportello unico, con il quale si attesta la conformità dell'opera al progetto presentato con la denuncia di inizio attività.

13. Per gli aspetti non regolati dal presente articolo si applica l'articolo 23 del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, nonche' il regime sanzionatorio previsto dal medesimo decreto. Possono applicarsi, ove ritenute più favorevoli dal richiedente, le disposizioni di cui all'articolo 45.

14. Salve le disposizioni di cui agli articoli 90 e 91 del decreto legislativo 1° agosto 2003, n. 259, i soggetti pubblici non possono opporsi alla installazione nella loro proprietà di reti e impianti interrati di comunicazione elettronica in fibra ottica, ad eccezione del caso che si tratti di beni facenti parte del patrimonio indisponibile dello Stato, delle province e dei comuni e che tale attività possa arrecare concreta turbativa al pubblico servizio. L'occupazione e l'utilizzo del suolo pubblico per i fini di cui alla presente norma non necessitano di autonomo titolo abilitativo.

15. Gli articoli 90 e 91 del decreto legislativo 1° agosto 2003, n. 259 si applicano anche alle opere occorrenti per la realizzazione degli impianti di comunicazione elettronica in fibra ottica su immobili di proprietà privata, senza la necessità di alcuna preventiva richiesta di utenza.

Decreto legislativo 1° agosto 2003, n. 259

Art. 90



Pubblica utilità - Espropriazione

1. Gli impianti di reti di comunicazione elettronica ad uso pubblico, ovvero esercitati dallo Stato, e le opere accessorie occorrenti per la funzionalità di detti impianti hanno carattere di pubblica utilità, ai sensi degli articoli 12 e seguenti del decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n. 327.
2. Gli impianti di reti di comunicazioni elettronica e le opere accessorie di uso esclusivamente privato possono essere dichiarati di pubblica utilità con decreto del Ministro delle comunicazioni, ove concorrano motivi di pubblico interesse.
3. Per l'acquisizione patrimoniale dei beni immobili necessari alla realizzazione degli impianti e delle opere di cui ai commi 1 e 2, può esperirsi la procedura di esproprio prevista dal decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n. 327. Tale procedura può essere esperita dopo che siano andati falliti, o non sia stato possibile effettuare, i tentativi di bonario componimento con i proprietari dei fondi sul prezzo di vendita offerto, da valutarsi da parte degli uffici tecnici erariali competenti.

Art. 91

Limitazioni legali della proprietà

1. Negli impianti di reti di comunicazione elettronica di cui all'articolo 90, commi 1 e 2, i fili o cavi senza appoggio possono passare, anche senza il consenso del proprietario, sia al di sopra delle proprietà pubbliche o private, sia dinanzi a quei lati di edifici ove non siano finestre od altre aperture praticabili a prospetto.
2. Il proprietario od il condominio non può opporsi all'appoggio di antenne, di sostegni, nonche' al passaggio di condutture, fili o qualsiasi altro impianto, nell'immobile di sua proprietà occorrente per soddisfare le richieste di utenza degli inquilini o dei condomini.
3. I fili, cavi ed ogni altra installazione debbono essere collocati in guisa da non impedire il libero uso della cosa secondo la sua destinazione.
4. Il proprietario e' tenuto a sopportare il passaggio nell'immobile di sua proprietà del personale dell'esercente il servizio che dimostri la necessità di accedervi per l'installazione, riparazione e manutenzione degli impianti di cui sopra.
5. Nei casi previsti dal presente articolo al proprietario non e' dovuta alcuna indennità.
6. L'operatore incaricato del servizio può agire direttamente in giudizio per far cessare eventuali impedimenti e turbative al passaggio ed alla installazione delle infrastrutture.

Legge 18 giugno 2009, n. 69



Capo I

INNOVAZIONE

Art. 1.

(Banda larga)

1. Il Governo, nel rispetto delle attribuzioni costituzionali delle regioni e nel rispetto dell'articolo 4, comma 3, lettera *h*), del codice delle comunicazioni elettroniche, di cui al decreto legislativo 1° agosto 2003, n. 259, individua un programma di interventi infrastrutturali nelle aree sottoutilizzate necessari per facilitare l'adeguamento delle reti di comunicazione elettronica pubbliche e private all'evoluzione tecnologica e alla fornitura dei servizi avanzati di informazione e di comunicazione del Paese. Nell'individuare le infrastrutture di cui al presente comma, il Governo procede secondo finalità di riequilibrio socio-economico tra le aree del territorio nazionale. Il Governo individua e sottopone al Comitato interministeriale per la programmazione economica (CIPE) per l'approvazione nel programma le risorse necessarie, che integrano i finanziamenti pubblici, comunitari e privati allo scopo disponibili. Al relativo finanziamento si provvede con una dotazione di 800 milioni di euro per il periodo 2007-2013 a valere sulle risorse del fondo per le aree sottoutilizzate, di cui all'articolo 61 della legge 27 dicembre 2002, n. 289, e successive modificazioni. In ogni caso è fatta salva la ripartizione dell'85 per cento delle risorse alle regioni del Mezzogiorno.

2. La progettazione e la realizzazione delle infrastrutture di cui al comma 1 nelle aree sottoutilizzate possono avvenire mediante modalità di finanza di progetto ai sensi del codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture, di cui al decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163. Nell'ambito dei criteri di valutazione delle proposte o delle offerte deve essere indicata come prioritaria la condizione che i progetti, nelle soluzioni tecniche e di assetto imprenditoriale, contribuiscano allo sviluppo di un sistema di reti aperto alla concorrenza, nel rispetto dei principi e delle norme comunitarie.

3. A valere sul fondo di cui al comma 1 sono finanziati gli interventi che, nelle aree sottoutilizzate, incentivino la razionalizzazione dell'uso dello spettro radio al fine di favorire l'accesso radio a larghissima banda e la completa digitalizzazione delle reti di diffusione, a tal fine prevedendo il sostegno ad interventi di ristrutturazione dei sistemi di trasmissione e collegamento anche utilizzati dalle amministrazioni civili e militari dello Stato, favorendo altresì la liberazione delle bande di frequenza utili ai sistemi avanzati di comunicazione.

4. È attribuito al Ministero dello sviluppo economico il coordinamento dei progetti di cui al comma 2 anche attraverso la previsione della stipulazione di accordi di programma con le regioni interessate. Il Ministero dello sviluppo economico, nell'esercizio della sua funzione di coordinamento, si avvale del parere dell'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni, che è rilasciato avuto riguardo al rispetto degli obiettivi di cui al medesimo comma 2 e degli articoli 4 e 13 del codice delle comunicazioni elettroniche, di cui al decreto legislativo 1° agosto 2003, n. 259.

5. All'articolo 2 del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla legge 6 agosto 2008, n. 133, è aggiunto, in fine, il seguente comma:



«15-bis. Per gli interventi di installazione di reti e impianti di comunicazione elettronica in fibra ottica, la profondità minima dei lavori di scavo, anche in deroga a quanto stabilito dalla normativa vigente, può essere ridotta previo accordo con l'ente proprietario della strada».

6. All'articolo 231, comma 3, del codice della strada, di cui al decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, il primo periodo è sostituito dal seguente: «In deroga a quanto previsto dal capo I del titolo II, si applicano le disposizioni di cui al capo V del titolo II del codice delle comunicazioni elettroniche, di cui al decreto legislativo 1° agosto 2003, n. 259, e successive modificazioni».

7. Le disposizioni dell'articolo 2-bis, comma 13, del decreto-legge 23 gennaio 2001, n. 5, convertito, con modificazioni, dalla legge 20 marzo 2001, n. 66, si applicano anche alle innovazioni condominiali relative ai lavori di ammodernamento necessari al passaggio dei cavi in fibra ottica.

Legge 20 marzo 2001, n. 66

Art. 2-bis.

Trasmissioni radiotelevisive digitali su frequenze terrestri. Sistemi audiovisivi terrestri a larga banda

(omissis)

13. Al fine di favorire lo sviluppo e la diffusione delle nuove tecnologie di radiodiffusione da satellite, le opere di installazione di nuovi impianti sono innovazioni necessarie ai sensi dell'articolo 1120, primo comma, del codice civile. Per l'approvazione delle relative deliberazioni si applica l'articolo 1136, terzo comma, dello stesso codice. Le disposizioni di cui ai precedenti periodi non costituiscono titolo per il riconoscimento di benefici fiscali.

14. Entro sei mesi dalla data di entrata in vigore della legge di conversione del presente decreto, il Forum permanente per le comunicazioni istituito dall'articolo 1, comma 24, della legge 31 luglio 1997, n. 249, promuove un apposito studio sulla convergenza tra i settori delle telecomunicazioni e radiotelevisivo e sulle nuove tecnologie dell'informazione, finalizzato a definire una proposta all'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni per la regolamentazione della radio-televisione multimediale.

15. Entro tre mesi dalla data di entrata in vigore della legge di conversione del presente decreto, il Ministero delle comunicazioni adotta un programma per lo sviluppo e la diffusione in Italia delle nuove tecnologie di trasmissione radiotelevisiva digitale su frequenze terrestri e da satellite e per l'introduzione dei sistemi audiovisivi terrestri a larga banda, individuando contestualmente misure a sostegno del settore.



Codice Civile

Art. 1136.

Costituzione dell'assemblea e validità delle deliberazioni.

L'assemblea è regolarmente costituita con l'intervento di tanti condomini che rappresentino i due terzi del valore dell'intero edificio e i due terzi dei partecipanti al condominio.

Sono valide le deliberazioni approvate con un numero di voti che rappresenti la maggioranza degli intervenuti e almeno la metà del valore dell'edificio.

Se l'assemblea non può deliberare per mancanza di numero, l'assemblea di seconda convocazione delibera in un giorno successivo a quello della prima e, in ogni caso, non oltre dieci giorni dalla medesima; la deliberazione è valida se riporta un numero di voti che rappresenti il terzo dei partecipanti al condominio e almeno un terzo del valore dell'edificio.

Le deliberazioni che concernono la nomina e la revoca dell'amministratore o le liti attive e passive relative a materie che esorbitano dalle attribuzioni dell'amministratore medesimo, nonché le deliberazioni che concernono la ricostruzione dell'edificio o riparazioni straordinarie di notevole entità devono essere sempre prese con la maggioranza stabilita dal secondo comma.

Le deliberazioni che hanno per oggetto le innovazioni previste dal primo comma dell'articolo 1120 devono essere sempre approvate con un numero di voti che rappresenti la maggioranza dei partecipanti al condominio e i due terzi del valore dell'edificio.

L'assemblea non può deliberare, se non consta che tutti i condomini sono stati invitati alla riunione.

Delle deliberazioni dell'assemblea si redige processo verbale da trascriversi in un registro tenuto dall'amministratore.

Art. 1120.

Innovazioni.

I condomini, con la maggioranza indicata dal quinto comma dell'articolo 1136, possono disporre tutte le innovazioni dirette al miglioramento o all'uso più comodo o al maggior rendimento delle cose comuni.

Sono vietate le innovazioni che possano recare pregiudizio alla stabilità o alla sicurezza del fabbricato, che ne alterino il decoro architettonico o che rendano talune parti comuni dell'edificio inservibili all'uso o al godimento anche di un solo condomino.



3.5.2 Norme tecniche

Nell'ambito della normativa tecnologica occorre invece fare riferimento a numerosi documenti sia per quanto riguarda i materiali da utilizzare, sia per quanto riguarda la posa degli stessi.

I materiali utilizzati per la realizzazione dei cablaggi orizzontali e le modalità di installazione devono essere rispondenti ai requisiti previsti dalle norme e dalle leggi vigenti di seguito elencate e riepilogate nella **Tabella A**:

- **CEI EN 50086-1** - Classificazione CEI 23-39 - CT 23 - Fascicolo 3480 R -Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche e sistemi di telecomunicazione - Parte 1: Prescrizioni generali
- **CEI EN 50310** - Classificazione CEI 306-4 - CT 306 - Fascicolo 5972 -Applicazione della connessione equipotenziale e della messa a terra, in edifici contenenti apparecchiature per la tecnologia dell'informazione
- **CEI 64-8** - Classificazione CEI 64-8 - CT 64 - Fascicolo 4131 – e variante V1 (2008-09)- Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- **Dlgs 81/08** – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- **Legge 46/90** - Norme per la sicurezza degli impianti
- **D.P.R 447/1** – Regolamento di attuazione della legge 46/90
- **Legge 791/77** – Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che devono possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.

La posa del cavetto o del cavo multifibra è prevista nel rispetto delle normative vigenti, relative ai cablaggi telefonici e multimediali in edifici residenziali e/o ad uso commerciale, di seguito elencate e riepilogate nella **Tabella B**:

- **CEI EN 50173 e 50173/A1** - Classificazione CEI 303-14 - CT 306 - Fascicolo 3699 - Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio generico
- **CEI 306-2** - Classificazione CEI 306-2 - CT 306 - Fascicolo 5627 - Guida per il cablaggio per telecomunicazioni e distribuzione multimediale negli edifici residenziali

In modo particolare per i cablaggi verticali realizzati in fibra ottica , secondo quanto prescritto da CEI 64-8 (Variante 1) se il cavetto o il cavo multifibra utilizzato hanno



caratteristiche dielettriche, la posa potrà essere eseguita nelle infrastrutture verticali con impianti esistenti (telefonici/doppini, citofonici, antenna TV, elettrici o di messa a terra), rispettando quanto indicato dalle norme vigenti per le prescrizioni sugli aspetti di qualità e sicurezza:

- **CEI EN 50174-1** - Classificazione CEI 306-3 - CT 306 - Fascicolo 5958 - Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio - Parte 1: Specifiche ed assicurazione della qualità
- **CEI EN 50174-2** - Classificazione CEI 306-5 - CT 306 - Fascicolo 6033 - Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio - Parte 2: Pianificazione e criteri di installazione all'interno degli edifici
- **CEI 64-8/4** - Classificazione CEI 64-8/4 - CT 64 - Fascicolo 4134 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza

Nell'ambito progettuale o di nuove realizzazioni e/o ristrutturazioni di edifici **dovranno essere previste** infrastrutture verticali rispondenti a quanto raccomandato nella **guida CEI 306-2** (*Guida per il cablaggio per telecomunicazioni e distribuzione multimediale negli edifici residenziali*).

Tale guida indica come realizzare in modo flessibile ed idoneo i cavedi, indicando il corretto **dimensionamento delle tubazioni, scatole di derivazioni e dei raccordi verso le Unità Immobiliari**. A tale proposito riportiamo i riferimenti ai capitoli e paragrafi della norma stessa:

- **5.1 - Cablaggio delle unità abitative**
 - Capitolo 5.1.1 - Struttura
 - Capitolo 5.1.2 - Predisposizione delle infrastrutture per il cablaggio

Tali prescrizioni sono da considerarsi aggiornate ed in linea con le norme della serie EN 50173 pubblicate a maggio 2008.



Tabella A

Locali condominiali interessati dai lavori di realizzazioni di impianti NGN	CABLAGGIO ORIZZONTALE	
	Rispondenza normativa dei materiali utilizzati	Rispondenza a leggi vigenti
<ul style="list-style-type: none">• Cantine (in genere parti comuni)• Anticamera centrale termica• Autoclave• Contatori• Pattumiera	IEC 60754-1 e IEC 61034-1/2 (Cavi) CEI EN 50086-1 (Tubazioni) CEI EN 50310 e CEI 64-8 (Collegamenti elettrici e messa a terra)	D.L.G.S. 81/08 Legge 46/90 D.P.R 447/1 Legge 791/77

Tabella B

Infrastrutture di impianti esistenti utilizzabili per il collegamento di utenze telematiche	CABLAGGIO VERTICALE	
	Rispondenza normativa per la realizzazione	Rispondenza normativa per qualità e sicurezza
<ul style="list-style-type: none">• Impianti elettrici• Impianti telefonici• Impianti citofonici• Impianti di messa a terra• Impianti antenna tv	CEI EN 50173-50173/A1 CEI 306-2	CEI EN 50174-1 CEI EN 50174-2 CEI 64-8/4

E' opportuno evidenziare che l'organismo internazionale ITU-T, nelle competenze dello Study Group 15 (Transport aspects of access networks and home networking) e più nello specifico della Question 16/15 (Optical physical infrastructure and cables), ha sviluppato e sta pubblicando la raccomandazione L.82 dal titolo "Optical cabling shared with multiple operators in buildings" che tratta appunto il tema della condivisione del cablaggio ottico di edificio in presenza di più operatori di telecomunicazioni.

3.5.3 Possibili direzioni di adeguamento normativo

Come già trattato ampiamente in un altro documento ANFOV , si posso individuare alcune linee di miglioramento degli strumenti normativi attualmente in vigore al fine



di agevolare la realizzazione dei cablaggi all'interno delle proprietà private condominiali e non.

- **Installazione sulla facciata degli edifici**
 - Per favorire la connessione di Clienti o il congiungimento di tratte di rete esistenti, **si dovrebbe permettere la posa di nuovi cavi in Fibra Ottica sulle facciate degli edifici**, con modalità di ottenimento dei permessi semplificate ed uniformi a livello Nazionale.
 - **Al fine di limitare l'impatto visivo e la proliferazione di infrastrutture, si dovrebbero rendere sistematicamente disponibili eventuali percorsi aerei esistenti di altri sottoservizi, sia di infrastrutture pubbliche o in concessione sia private (illuminazione pubblica, risalite dei tubi, discese grondaie ...), affasciando ad esse il cavo in fibra ottica o un minitubo che lo possa ospitare.**

- **Installazione nei corridoi delle cantine e nelle parti comuni degli stabili**
 - L'installazione di cavi in fibra ottica e dei relativi annessi (box, giunti ...) **dovrebbe essere sempre permessa** sia per sviluppare la parte terminale dei collegamenti verso i Clienti, sia come transito degli sviluppi della rete per la connessione di ulteriori edifici.
 - Per minimizzare gli inconvenienti ai proprietari dei fondi, su eventuali futuri spostamenti delle infrastrutture sopra elencate, resi necessari da innovazione del fondo o facciata, gli Operatori dovrebbero farsi carico dei relativi oneri
 - Si dovrebbe rendere effettivo il rispetto e semplificare l'applicazione di quanto previsto dall'artt. 90, 91 del Dlgs 259/03

- **Infrastrutture di edificio, (ingresso della fibra ottica, box attivi o passivi, cablaggio verticale e nelle unità immobiliari)**
 - **La proprietà dovrebbe sempre dare, nei limiti del possibile**, disponibilità dello spazio sufficiente (locale/spazio tecnico) per l'installazione e l'alloggiamento dell'armadio (PDI) e accessibilità all'infrastruttura esistente o disponibilità alla nuova realizzazione di infrastruttura dedicata; in pratica servirebbe avere una equiparazione effettiva delle reti di nuova generazione ad infrastrutture (quali le antenne) che rispondono ai diritti soggettivi, costituzionalmente garantiti, all'informazione.

- **Nuove costruzioni/ristrutturazioni**
 - Per favorire lo sviluppo di connessioni FTTH nei nuovi nuclei abitativi devono essere previste infrastrutture verticali rispondenti a quanto raccomandato nella guida CEI 306-2 (Guida per il cablaggio per telecomunicazioni e distribuzione



multimediale negli edifici residenziali) o in una specifica norma (da sviluppare sempre presso CEI).

- Il rilascio delle autorizzazioni ai lavori di riqualifica, ristrutturazione o nuova costruzione di edifici, dovrebbe essere condizionato alla rispondenza dei progetti esecutivi alle raccomandazioni indicate dalla guida CEI 306-2 o in una specifica norma (da sviluppare sempre presso CEI).
- Delega verso CEI per lo sviluppo di una Norma sull'infrastrutturazione dei nuovi edifici per le ristrutturazioni
- Servirebbe l'introduzione di una legge (come in Francia) che obblighi i costruttori a dotare i nuovi edifici di infrastrutture di pre-cablaggio di fibra ottica ed attuare un'azione di sensibilizzazione verso gli enti competenti

3.6 Esperienze internazionali

Osservando il panorama internazionale e più in generale soffermandosi sui paesi tecnologicamente più avanzati, con difficoltà si trovano normative ben precise e definite che sviluppano il tema oggetto di questo documento, in quanto sono attualmente in corso numerose sperimentazioni e le varie Authority nazionali non si sono ancora espresse attraverso l'emissione di precise linee guida.

Pioniere in tal senso sono la Francia e la Confederazione Svizzera, quest'ultima in particolare ha emesso lo scorso anno un documento relativo agli impianti all'interno degli edifici. Scopo di tale documento è fornire linee guida per consentire a due o più reti in fibra ottica che servono lo stesso edificio possano condividere un unico impianto installato all'interno dello stesso.

Di seguito è riportata una tabella che fotografa la situazione nei Paesi maggiormente all'avanguardia nella realizzazione delle reti che prevedono lo sviluppo dei collegamenti in fibra ottica all'interno degli edifici.



Sezione 3: Cablaggio ottico di edificio

NAZIONE	Cablaggio verticale	Cavo orizzontale di piano	Scatola di diramazione	Fibra per appartamento	Multioperatore	Note
SPAGNA	Multifibra da 2/4/8	Cavo singolo da interno tipo Fujikura	Giunzione ai piani	1	1	Allo studio una soluzione multioperatore con due fibre per utente
SVIZZERA	Cavetti singoli da 4 fibre per ogni utente (Fibra singola soffiata nel caso di altri operatori minori in aree rurali con case sparse)	-	Fibra in transito	4	1+1 per Swisscom + 2 per operatori alternativi o per differenti utilizzatori	Due fibre sono di Swisscom, le altre sono da affittare
AUSTRIA	Multifibra fino a 24	Fibra spillata nel diramatore di piano e instradata verso l'utente dopo averla tirata in un tubicino di protezione con un cordino.	Fibra in transito	1	1	Telekom Austria usa questo sistema che è il VeriCasa Embedded come in Telecom Italia. Stanno valutando di utilizzare anche soluzioni con Riser box e splice al piano. Prysmian ci ha accennato qualcosa di simile ma a livello di sperimentazioni
RUSSIA	Multifibra fino a 48	Fibra spillata nel diramatore di piano e instradata verso l'utente dopo averla tirata in un tubicino di protezione con un cordino.	Fibra in transito	1	1	Per ora la soluzione è adoperata in alcune regioni e relativi operatori come Siberia (SibirTelecom), Urali (Uralsvyaz) e Estremo Oriente Russo (Dalsvyaz). Prysmian ci ha accennato qualcosa di simile
UNGHERIA	Multifibra fino a 24	Fibra estratta o fibra singola	Fibra in transito giuntata	1	1	-
FRANCIA (alta densità)	Multifibra modulo 4	Fibra estratta al diramatore	Fibra in transito	4	4	Si estraggono 3 m di modulo e si effettua sempre la giunzione al piano, talvolta in Riser Box.
FRANCIA (media densità)	Multifibra	Fibra estratta al diramatore	Fibra in transito	2	1+1	
FRANCIA (rurale)	Multifibra indoor outdoor	Fibra estratta al diramatore	Fibra in transito	1	1+1	Si utilizza la soluzione GPON sulla primaria con cabinet di quartiere e con splitter (serve 0 -1000 utenti). In uscita dal cabinet PIP fino alle U.I. con cavi indoor e/o outdoor.
PORTOGALLO	Multifibra	Fibra estratta al diramatore	Fibra in transito	1	1+1	Sono allo studio anche soluzioni multioperatore (per due operatori).
GERMANIA	Multifibra	Fibra	-	-	-	Allo studio FTTB + rame, oppure ottico da definire
COREA	Multifibra	-	-	2MM+2SM	-	-
GIAPPONE	Cavetti singoli o cavi multifibra a seconda delle casistiche. Largo uso di cablaggio in aereo.	-	-	-	-	Lambda-PON con cavi drop aerei
MALAYSIA	Multifibra 8/48 & in bassa densità cavo singolo	Cavo singolo	Giunzione ai piani	1	1	Sta per essere indetta una gara internazionale.
OLANDA	Cavetti singoli (anche soffiati) o cavi multifibra a seconda delle casistiche	-	-	2 (1 x video ed 1 x dati)	1	Previsto unbundling in centrale
SVEZIA	Largo uso di soluzioni con fibra soffiata	-	-	1	1	Unbundling gestito essenzialmente in bitstream. Reti molto spesso realizzate da municipalizzate.



Reti di accesso di nuova generazione NGAN.

Interventi per uno sviluppo sostenibile: Catasto delle infrastrutture e criteri tecnologici realizzativi

Sezione 3: Cablaggio ottico di edificio



4 TIPOLOGIE DI FIBRE OTTICHE PER I VARI CONTESTI

4.1 CAVI & FIBRE: I FONDAMENTI

4.1.1 CENNI STORICI

Il mondo delle telecomunicazioni, con l'avvento della fibra ottica, ha avuto un cambiamento radicale sia in termini di tecnologie sia in termini di servizi erogati, arrivando anche a modificare aspetti della vita sociale, con un'influenza sulle relazioni e sul modo di comunicare tra gli individui.

Le prime fibre ottiche per telecomunicazioni nacquero presso i laboratori della Corning Glass Work nel 1970, come risultato di un programma di ricerca avviato nel 1966.

Negli anni successivi le ricerche continuarono portando nuovi e continui risultati, ma un traguardo importante, che diede uno slancio decisivo per l'utilizzo delle fibre ottiche nel campo delle telecomunicazioni, fu lo sviluppo parallelo degli apparati trasmissivi. Infatti, già a metà degli anni '70 fu implementato e realizzato il laser e fu proprio la disponibilità di una sorgente coerente e monocromatica a stimolare lo studio delle potenzialità delle fibre ottiche per trasmettere grandi quantità d'informazioni. L'utilizzo di questo mezzo trasmissivo, date le piccole dimensioni, la flessibilità, l'immunità da disturbi elettromagnetici ed il costo contenuto rispetto ad altri mezzi indagati sino ad allora, risultò subito molto promettente.

L'Italia in questo ambito non è stata in attesa delle evoluzioni, ma il centro studi CSELT (Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni) in collaborazione con SIP, PIRELLI e SIRTI nel 1976 installò il primo "cavo ottico sperimentale" COS1 all'interno del centro studi stesso (progetto COS1) per effettuare tutte le prove ambientali e di stabilità prima della sperimentazione in campo.

Nel 1977 a Torino venne realizzato il primo impianto che collegava 2 centrali SIP (Stampalia e Lingotto) di 4 km con cavo a fibre ottiche realizzato dalla Pirelli con fibre ottiche Corning. Il progetto COS 2, coordinato dallo CSELT e dalla SIP e realizzato dalla Sirti, fu il primo collegamento in fibra ottica in ambito cittadino. Il progetto COS 2 fu un ottimo esempio di collaborazione tra ricerca (CSELT), esercizio (SIP) ed industria (Pirelli, Sirti, Italtel e SGS-ATES).

Il primo cavo transatlantico in fibra ottica fu prodotto intorno al 1985.

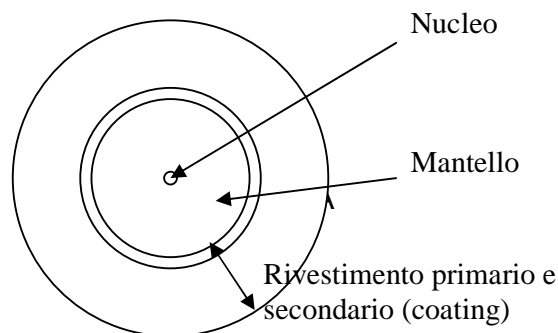
Gli anni '90 sono stati decisivi per la diffusione della fibra ottica nelle reti di lunga distanza e in quelle metropolitane. Nel 1993 ci fu l'introduzione degli amplificatori ottici e dei nuovi sistemi di trasmissione WDM (Wavelength Division Multiplexing) grazie ai quali fu possibile trasmettere sulla stessa fibra ottica più canali utilizzando più lunghezze d'onda (cioè diverse frequenze ottiche). Per dare un'idea della capacità trasmissiva raggiungibile al giorno d'oggi da una singola fibra ottica possiamo dire che si possono trasmettere più canali a lunghezze d'onda diverse fino ad avere una capacità trasmissiva complessiva di 80 Gbit/s e oltre, che equivale a trasmettere su una sola fibra ottica, più fine di un capello, 10.000 canali video in qualità DVD!

4.1.2 STRUTTURA FISICA

La fibra ottica è una struttura cilindrica di materiale dielettrico, formata da due elementi: uno esterno chiamato mantello (cladding) ed uno interno chiamato nucleo (core), nel quale è confinata la maggior parte della radiazione elettromagnetica. Un esempio della struttura è mostrato in figura 1.

Nel caso delle fibre ottiche per TLC il materiale costituente è essenzialmente costituito da silice vetrosa (SiO_2) che può essere più o meno drogata con altri elementi (es. Germanio). In realtà esistono anche fibre plastiche per TLC, essenzialmente multimodali.

Condizione necessaria è che il nucleo abbia un indice di rifrazione (densità) superiore a quello del mantello in modo che la radiazione elettromagnetica venga la più possibile confinata all'interno del core, propagandosi per riflessione totale sulla superficie del cladding. La dimensione del nucleo varia dagli 8 fino ad un centinaio di μm , a seconda che si realizzino delle fibre ottiche monomodali o multimodali, mentre quella del mantello è di $125\mu\text{m}$.



L'insieme di questi due elementi vetrosi viene protetto esternamente da un doppio strato di materiale polimerico (coating), applicato direttamente nella linea di filatura della fibra ottica, che ha la funzione di proteggerla da abrasioni o agenti corrosivi che ne metterebbero a rischio l'affidabilità meccanica. Il diametro complessivo della fibra con il rivestimento è pari a $250\mu\text{m}$ (standard per TLC).

I profili di indice di rifrazione in una fibra ottica possono essere diversi e si distinguono in graded index e step index.

Nel primo caso il profilo d'indice di rifrazione della fibra ottica segue un andamento graduale (Graded Index) sia nel core che nel cladding, con un massimo al centro del core. Nel secondo caso l'andamento del profilo è invece di tipo a gradino (Step Index), cioè l'indice di rifrazione rimane costante lungo tutta la sezione del core cambiando in modo significativo al cladding.

Le fibre ottiche graded index sono nate fondamentalmente per cercare di ridurre il fenomeno della dispersione modale, che produce nelle fibre multimodali un allargamento

dell'impulso man mano che si propaga in fibra ottica. Infatti, immaginando il segnale ottico come un insieme di raggi di luce, è semplice immaginare come questi abbiano percorsi diversi: da quello parallelo all'asse della fibra ottica, a quello che continua a “rimbalzare” tra core e cladding fino all'estremità opposta della fibra. Il raggio parallelo all'asse della fibra ottica seguirà il percorso più breve, ma incontrerà nella fibra ottica graded il massimo indice di rifrazione e quindi avrà la minima velocità. Viceversa i raggi non paralleli all'asse seguiranno percorsi più lunghi ma più veloci: è come se la fibra ottica graded index fosse costituita da un insieme di lenti che tendono a rifocalizzare continuamente i raggi verso l'asse.

Le fibre ottiche si dividono in due grandi raggruppamenti: le fibre ottiche multimodali (o Multi Mode) e le fibre ottiche monomodali (o Single Mode), a seconda che si propagano o no, oltre al modo elettromagnetico fondamentale (a cui è associata la maggior parte della potenza ottica) anche i modi secondari. A rigore di termini per modo si intende una particolare configurazione spaziale del campo elettromagnetico. Un esempio di questi due tipi di fibra ottica è mostrato in figura 2.

Questa differenziazione dipende, oltre che dai profili di indice di rifrazione anche dai parametri geometrici e di drogaggio delle fibre. Le fibre multimodali hanno infatti dimensioni del nucleo decisamente superiori a quelle delle fibre ottiche singolo modo ed un'attenuazione superiore.

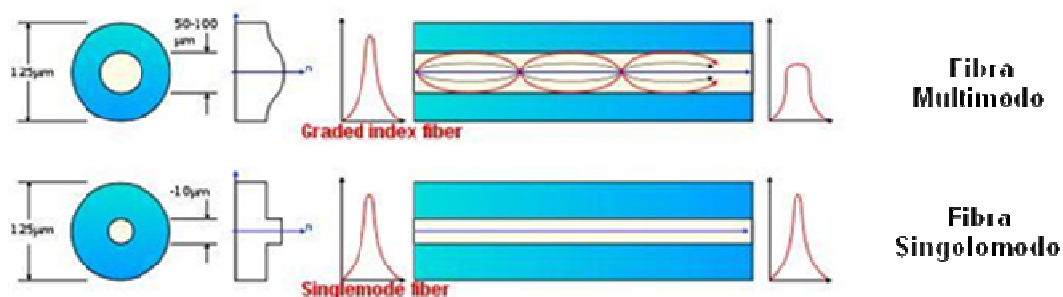


FIGURA 2

4.1.3 PRODUZIONE

FIBRA OTTICA

Il processo di produzione della fibra ottica è molto complesso soprattutto dal punto di vista del controllo di parametri fondamentali come:

- Purezza delle materie prime e mantenimento delle caratteristiche durante il processo produttivo.
- Indici di rifrazione del mantello e del nucleo (cladding e core).
- Uniformità dimensionale della fibra ottica.

La fibra ottica è prodotta per filatura, in una fornace ad alta temperatura, di una preforma cilindrica (di fatto una grossa fibra), nella quale sono già definiti i due elementi distinti descritti nel paragrafo precedente: il mantello esterno ed il nucleo interno, aventi composizioni differenti e quindi indici di rifrazione diversi. Grazie ai complessi impianti produttivi, durante la filatura, nella trasformazione dalla preforma alla fibra ottica i rapporti volumetrici tra i due elementi rimangono invariati mantenendo così nella fibra ottica la stessa struttura del profilo di indice di rifrazione della preforma.

Successivamente alla filatura, la fibra ottica viene ricoperta con il rivestimento di acrilati plastici costituiti da resine acriliche fotosensibili, che, con l'esposizione ai raggi UV, polimerizzano in pochi secondi, fornendo così la necessaria protezione meccanica ed ambientale alla fibra ottica.

In figura 3 è rappresentato schematicamente l'insieme di questi processi.

La fibra ottica, dalla linea di filiera, è direttamente avvolta in bobine e portata nei laboratori di collaudo, dove viene sottoposta a severi controlli per la verifica delle principali caratteristiche (geometriche, trasmissive, meccaniche, ambientali).

Superati i controlli di collaudo, la fibra ottica in bobine è pronta per essere inserita, dai produttori di cavi, negli stessi, nelle diverse configurazioni e potenzialità. Tipicamente le fibre ottiche inserite nei cavi sono colorate mediante un opportuno codice a colori in modo da facilitarne l'identificazione.

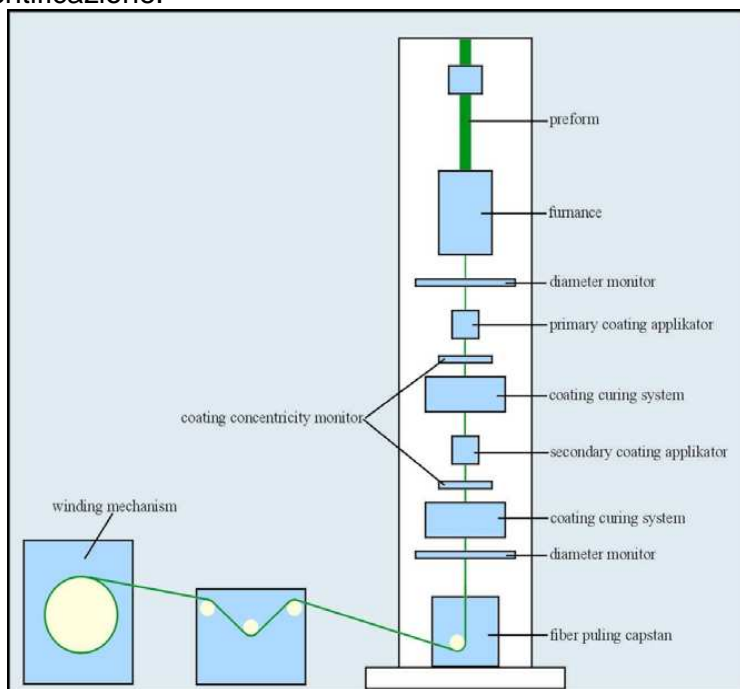


FIGURA 3

CAVI

I cavi in fibra ottica si differenziano sostanzialmente per le seguenti componenti:

- a) Protezioni esterne, diverse per materiali, numero e/o per tipo di rivestimento.
- b) Nuclei interni diversi per conformazione della struttura (scanalata, multitubetto, monotubetto).
- c) Rivestimento delle fibre ottiche (tight o loose).



d) Numero di fibre ottiche componenti il cavo (potenzialità)

La potenzialità dei cavi, così come le strutture ed i materiali variano sostanzialmente a seconda dell'applicazione del cavo: per esterno/interno, piuttosto che in rete di trasporto/accesso/edificio, piuttosto che sottomarino/sotterraneo/aereo.

a) Protezioni esterne

Di norma possiamo differenziarle tra i cavi con protezione meccanica di tipo dielettrico o di tipo metallico. La protezione esterna con guaina LSOH o LSZH (Low Smoke Zero Halogen) è una guaina che in caso di incendi non propaga la fiamma e mantiene una bassa emissione di fumi tossici. Questi tipi di cavi sono idonei all'installazione interna agli ambienti con presenza di persone. Per le parti di rete esterne vengono di norma utilizzati cavi con guaina in polietilene adatti alla posa in tubazioni non interne agli edifici. La protezione contro l'acqua e i roditori è realizzata con tamponanti e armature in filati di vetro antiroditore nei cavi di tipo dielettrico, mentre nei cavi di tipo metallico è realizzata tramite una guaina metallica.

b) Nuclei interni

Nei cavi normalmente è presente un elemento centrale di supporto molto importante per conferire resistenza in trazione al cavo durante la posa ma anche per limitare la contrazione del cavo in compressione ad esempio per un brusco cambio di temperatura. In Italia l'elemento centrale è dielettrico per evitare che eventuali scariche elettriche si propaghino al suo interno.

A livello di struttura interna le tipologie normalmente presenti sul mercato sono:

- Multitubetto (multitube)
- Monotubetto (unitube)
- Scanalato

Le tre strutture interne possono essere scelte in base all'utilizzo del cavo (sede di posa: aerea, sotterranea, etc.), alla potenzialità di fibre ottiche, oltre che in base ad altri fattori quali la necessità di estrarre moduli più o meno facilmente ad esempio nelle operazioni di giunzione.

Al suo interno il cavo può anche prevedere la presenza di gel per la protezione delle fibre ottiche dall'ingresso eventuale dell'acqua, così come filati aramidici che possono conferire al cavo maggiore resistenza alle sollecitazioni di trazione.

Nelle figure 4a e 4b di seguito sono rappresentati due esempi di cavi ottici a tubetti con le guaine in PE e in LSZH o LSOH (le sigle LSZH o LSOH sono equivalenti).

Nella Figura 5 di seguito si riporta un esempio di cavo scanalato con fibre ottiche a nastro (ribbon).

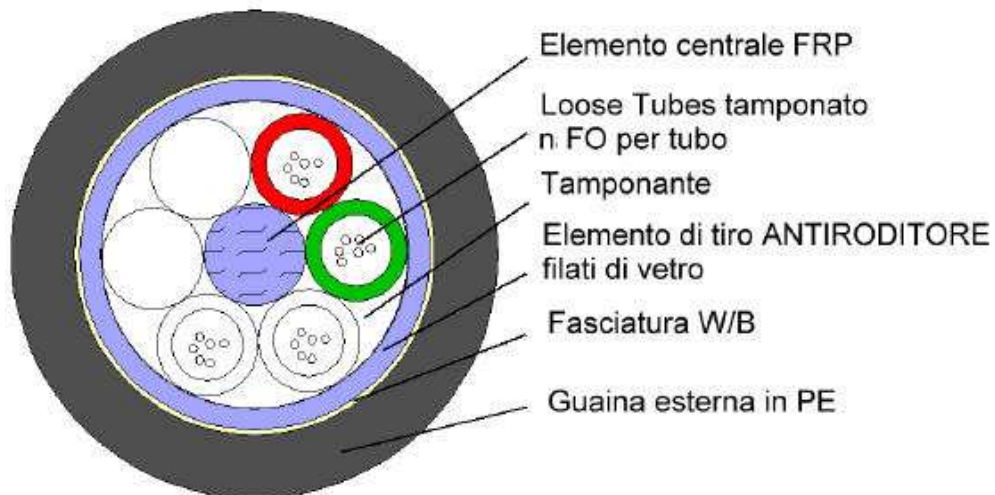


FIGURA 4a

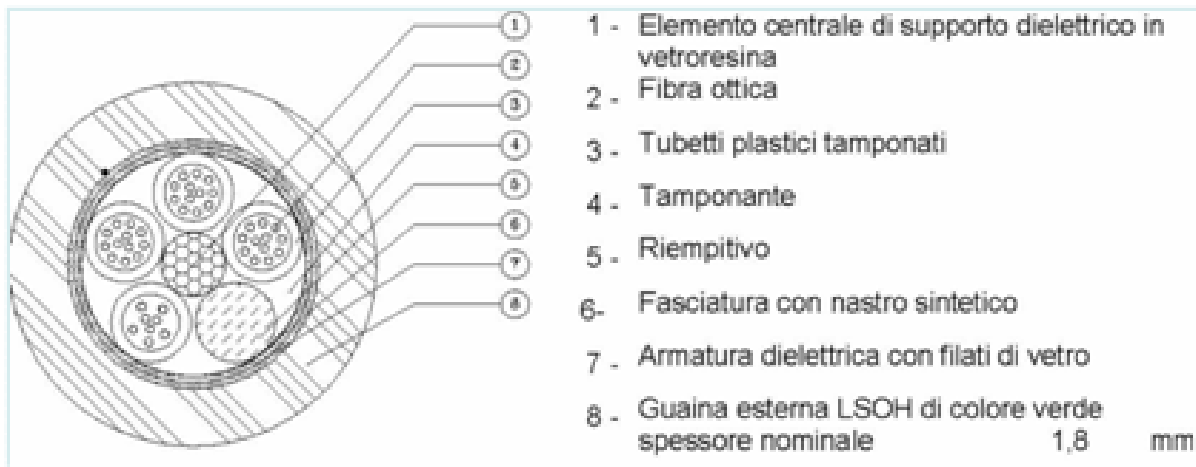


FIGURA 4b

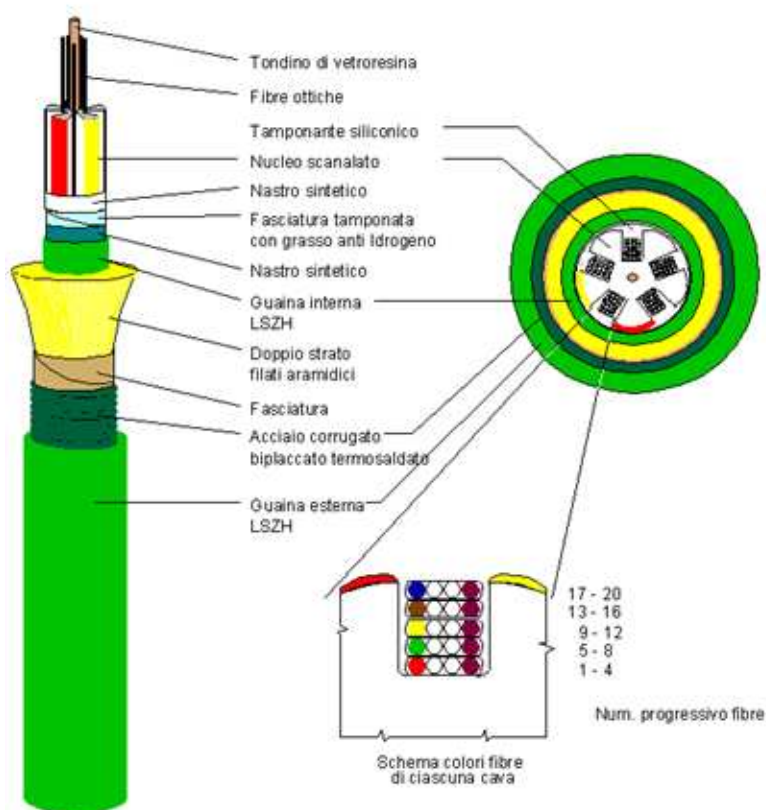


FIGURA 5

c) Rivestimento fibre

Oltre al rivestimento inserito in produzione, le fibre possono essere ulteriormente rinforzate sostanzialmente con due tipologie di rivestimento:

- Tight - tipo di rivestimento aderente alla fibra ottica: è costituito da 2 strati, uno morbido (es. silicone) applicato direttamente sul coating, ed uno più duro che serve da protezione dalle sollecitazioni esterne. Questa struttura è tipica delle bretelle ottiche.
- Loose - tipo di rivestimento lasco sulla fibra ottica: questa struttura consente una maggiore stabilità delle caratteristiche trasmissive anche quando il cavo è sottoposto a sollecitazioni meccaniche quali curvature, trazione, etc. E' quella normalmente impiegata nei cavi per esterno.

Con l'evoluzione della tecnologia e dei materiali questa distinzione non è tuttavia netta al giorno d'oggi e la guaina aggiuntiva può presentare caratteristiche intermedie per ottimizzare ad esempio la maneggevolezza della fibra ottica o le caratteristiche di curvatura oppure la facilità di asportazione dei rivestimenti nelle operazioni di interconnessione.

d) Potenzialità

I cavi ottici possono avere diverse potenzialità, cioè diversi numeri di fibre ottiche al loro interno, a partire da 1 sola fibra ottica fino a potenzialità molto elevate (200 fibre o



più) ad esempio nei cavi per la rete di trasporto, incidendo ovviamente su peso e dimensioni.

Le ultime generazioni sono i cavi di ridotte dimensioni (7,2÷7,5 mm), detti microcavi, che hanno potenzialità da 12 fo sino a 144 fo.

4.1.4 PRINCIPI TRASMISSIVI E PARAMETRI FONDAMENTALI

Nelle comunicazioni ottiche, lo spettro trasmissivo è descritto in termini di lunghezza d'onda invece che di frequenza. Combinando i diversi fenomeni di attenuazione e dispersione, vi sono tre "finestre" di trasmissione con prestazioni differenti:

- "I finestra": 850 nm, usata soprattutto con economici laser a diodo con luce multimodale. Permette di realizzare collegamenti di breve lunghezza (200÷250 m su fibre 62.5/125 e di 500÷550 m su fibre 50/125).
- "II finestra": 1310 nm, usata con laser multimodali o monomodali. Le distanze raggiungibili da queste fibre dipendono dalle caratteristiche trasmissive delle fibre ottiche e dai tipi di apparati a cui vengono connesse (indicativamente da pochi metri a centinaia di chilometri).
- "III finestra": 1550 nm, usata con laser monomodali. Per le distanze raggiungibili vale lo stesso concetto espresso precedentemente (indicativamente da decine a centinaia di chilometri)

Il rapporto tra la potenza ottica trasmessa e quella ricevuta, dopo una lunghezza di riferimento di fibra, definisce l'attenuazione, che è funzione della lunghezza d'onda, del tipo di fibra, delle eventuali sollecitazioni meccaniche che agiscono sulla fibra. L'unità di misura dell'attenuazione è il decibel a chilometro (dB/km).

Le tre finestre trasmissive corrispondono in prima analisi alle lunghezze d'onda, dove si hanno i valori minimi della curva di attenuazione, come mostrato in Figura 6.

Nelle fibre ottiche monomodali, sebbene la propagazione del solo modo fondamentale elimini il problema della dispersione modale, si ha il fenomeno della dispersione cromatica. Poiché fisicamente ha interesse la velocità con cui si propaga l'informazione, cioè l'involuppo dell'onda elettromagnetica, e poiché la fibra è un mezzo dispersivo, essa ritarda il segnale di una quantità (ritardo di gruppo) dipendente anch'essa dalla lunghezza d'onda.

L'andamento della dispersione cromatica presenta uno zero nella regione intorno ai 1300 nm e questo è molto importante in quanto a 1310nm cade anche uno dei minimi di attenuazione. Si parla di fibra ottica monomodale standard per una fibra con le suddette caratteristiche.

Il segnale ottico in fibra dunque, subisce lungo il suo percorso sostanzialmente due fenomeni: una riduzione di potenza del segnale (attenuazione) ed un effetto di

allargamento dell'impulso rispetto all'iniziale (dispersione cromatica), fenomeni entrambi dipendenti dalla lunghezza d'onda.

Le lunghezze d'onda intorno a 1250 nm e 1450 nm presentano picchi di assorbimento a causa dell'interazione tra la luce e i gruppi OH⁻ delle molecole della fibra ottica. Tuttavia, esistono materiali e tecniche costruttive che permettono di diminuire sensibilmente il secondo picco e rendere quindi di fatto le ultime due finestre utilizzabili con minime variazioni delle caratteristiche trasmissive.

Nel grafico sotto riportato si possono apprezzare i concetti appena espressi.

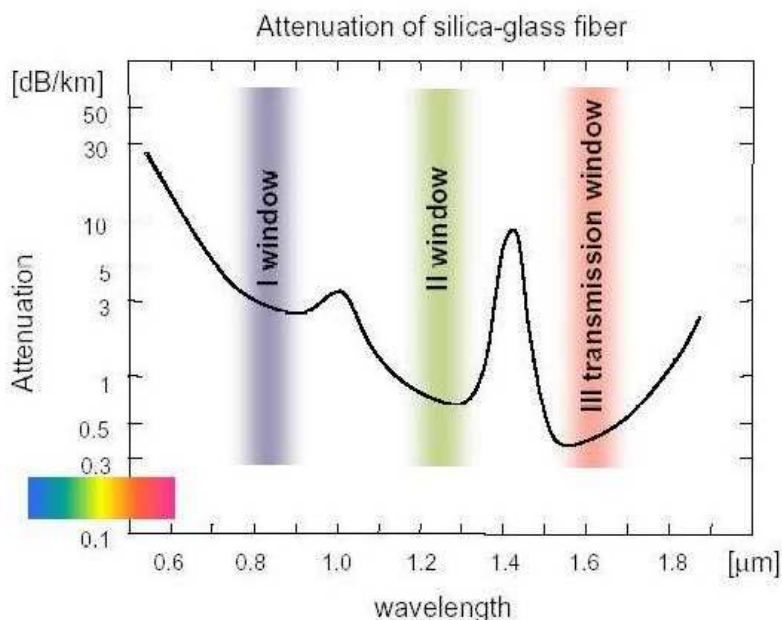


FIGURA 6

Gli altri parametri fondamentali che è opportuno descrivere per definire le fibre ottiche monomodali sono il diametro di campo modale (MFD-Mode Field Diameter) e la lunghezza d'onda di taglio (λ di cut-off).

Poiché in una fibra ottica monomodale il rapporto tra il raggio del nucleo e la lunghezza d'onda di esercizio è piccolo, è molto piccola anche la differenza tra l'indice di rifrazione del nucleo e quello del mantello e quindi l'effetto di confinamento della luce nel nucleo è limitato; di conseguenza, la distribuzione di potenza ottica in fibra interessa anche il mantello. Per questo motivo non basta il diametro del nucleo a definire la regione in cui è confinata la luce, ma si ricorre ad un ulteriore parametro, il diametro di campo modale, che, in linea di massima, rappresenta la regione entro cui è contenuta la maggior parte dell'energia luminosa che attraversa una certa sezione.

La lunghezza d'onda di taglio definisce invece la lunghezza d'onda al di sotto della quale la fibra non è monomodale, cioè al di sotto della quale la luce non è più confinata nel nucleo. Per le fibre ottiche monomodali standard questa lunghezza d'onda è intorno ai 1230 nm.



4.2 PRINCIPALI TIPI DI FIBRA OTTICA

Come già illustrato in precedenza, le fibre ottiche per telecomunicazioni possono essere multimodali o monomodali (MM=multimode, SM=singlemode). All'interno di queste due categorie principali si differenziano poi numerose sottocategorie, per le quali vengono ottimizzate alcune delle caratteristiche trasmissive atte a soddisfare le varie applicazioni.

Nelle varie tipologie i parametri che variano sono:

- Indici di rifrazione e profili
- Diametro del nucleo
- Attenuazione
- Dispersione cromatica
- Lunghezza d'onda d'esercizio

Nelle reti di Telecomunicazioni italiane vengono utilizzate principalmente le seguenti quattro classi di fibre ottiche standardizzate dall'ITU-T (International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Bureau), all'interno di una classificazione più ampia.

L'ITU-T è il settore della Unione Internazionale delle Telecomunicazioni che si occupa di regolare le standardizzazioni. L'organismo fornisce delle specifiche o raccomandazioni riconosciute a livello internazionale Ed in particolare il gruppo che si occupa delle fibre ottiche è lo SG15 all'interno del WP2.

Le quattro classi citate precedentemente sono:

- ITU-T G.651, Multimodali (MM), graded index, diametri Core/Cladding 50/125 μm o 62,5/125 μm
- ITU-T G.652, Monomodali "standard" (SMF/R), MFD/Cladding 8,6÷9,5±0.6/125 μm (a 1310 nm)
- ITU-T G.655, Monomodali a dispersione non nulla (NZ-DSF), MFD/Cladding 8÷11±0.6/125 μm (a 1550 nm)
- ITU-T G.657, Monomodali a bassa sensibilità alla curvatura, MFD/Cladding 8,6÷9,5±0.4/125 μm (a 1310 nm)

Ulteriori dettagli relativi a queste quattro categorie sono riportati di seguito. Siccome nelle reti di nuova generazione (NGAN) di tipo passivo (sia punto-punto che punto-multipunto) questo tipo di fibra ottica non risulta idonea all'utilizzo in quanto incompatibile con il resto delle fibre ottiche che compongono la rete di accesso, per le fibre G.651 multimodali si riporteranno nel seguito solo alcune informazioni basilari.



4.2.1 FIBRE ITU-T G.651

Sono fibre ottiche multimodali con diametro del core pari a 50 micron, ottimizzate per applicazioni in rete di accesso alle lunghezze d'onda di 850 nm e 1300nm. Esse permettono di utilizzare trasmettitori, ricevitori oltre che connettori meno precisi e meno costosi. Queste fibre supportano l'uso di sistemi 1 Gbit/s Ethernet su collegamenti fino a circa 550 m.

Inoltre, a causa del suo maggiore contenuto di drogante e alla sensibile riduzione della richiesta del mercato delle telecomunicazioni, la fibra ottica multimodale è ad oggi più costosa.

Come già indicato, tali fibre ottiche non possono essere utilizzate per un'architettura NGN FTTH passiva.

Per completezza di informazioni è necessario segnalare la presenza sul mercato anche delle fibre ottiche plastiche (POF acronimo di Polymer Optical Fiber) alternativa alle fibre ottiche multimodali in vetro che risultano più economiche a livello di costo di installazione. Quelle più comuni sono di tipo Step-Index e hanno diametro del core dell'ordine di 1 mm nettamente maggiore di quelle in vetro. Sono più flessibili e più resistenti meccanicamente per le caratteristiche intrinseche del materiale e permettono raggi di curvatura di circa 1 cm.

4.2.2 FIBRA ITU-T G.652

Sono le prime fibre ottiche monomodali introdotte nel campo delle telecomunicazioni e costituiscono più del 90% delle fibre ottiche installate nel mondo.

Si tratta di fibre ottiche singolo modo, con geometria step index e diametro del core compreso tra 9 e 10 micron. Sono ottimizzate per la trasmissione a 1310 nm (zero di dispersione e bassa attenuazione) ma possono essere usate anche a 1550 nm (minimo di attenuazione).

Queste tipologie di fibre ottiche trovano applicazione prevalentemente nelle reti di accesso e nelle reti metropolitane (corta-media distanza). Possono comunque essere usate anche nelle reti di lunga distanza.

Esistono quattro sottocategorie per questa fibra: le G.652 A e B, che differiscono tra loro per i valori più contenuti di attenuazione e dispersione di polarizzazione (PMD) della categoria B; le G.652 C e D, simili alle A e B ma che possono essere usate nell'intero intervallo tra 1260 e 1625 nm per la riduzione del picco dell'acqua (tra 1360 e 1530 nm).



4.2.3 FIBRA ITU-T G.655

Sono dette anche fibre “NZD no-zero dispersion” e sono le fibre ottiche più adatte per la trasmissione su lunga distanza, sia terrestre sia sottomarina.

Vengono utilizzate per costituire le dorsali o “backbone” ad altissima capacità di trasporto, tra i vari nodi della rete.

Sono ottimizzate per la trasmissione a 1550 nm, regione di lunghezza d’onda, dove il vetro presenta la minore attenuazione possibile, ma hanno valori di dispersione positivi o negativi. Questa dispersione non nulla riduce notevolmente i fenomeni “non lineari” che possono essere particolarmente dannosi nelle trasmissioni DWDM (dense wavelength division multiplexing). Per lunghezze d’onda più basse il valore di dispersione cromatica è specificato per supportare anche i sistemi CWDM (coarse WDM).

Inoltre la bassa dispersione di polarizzazione (PMD Polarization Mode Dispersion) rende questo tipo di fibra ottica estremamente adatte alla trasmissione su media/lunga distanza.

Per queste fibre ottiche sono definite 5 sottocategorie a seconda dell’applicazione.

4.2.4 FIBRE ITU-T G.657

Le applicazioni di accesso agli edifici, come il Fiber to the Home (FTTH), impongono requisiti trasmissivi ottimizzati rispetto alla piegatura (macrobending loss): la posa di queste fibre ottiche infatti implica percorsi tortuosi lungo le salite montanti degli edifici, piegature intorno ad angoli, spazi minimi nelle borchie di terminazioni e inoltre gestire le eventuali scorte anche di piccola quantità all’interno delle scatole di derivazione presenti negli edifici.

Le fibre ottiche della classe G.657 o fibre “bend insensitive” sono le ultime fibre single mode introdotte nel mercato e rispondono all’esigenza di minimizzare le perdite per curvatura macrobending.

Si deve tuttavia ricordare che il materiale costituente le fibre ottiche è il vetro e che dunque, sebbene l’attenuazione di queste fibre ottiche non risenta delle piegature, la resistenza meccanica si, diminuendo anche considerevolmente il loro tempo di vita in campo.

Esistono due categorie di fibre G.657, la categoria A che prevede una totale compatibilità con le fibre G.652, e la categoria B per la quale non è richiesta questa compatibilità né a livello di caratteristiche trasmissive, né a livello di interconnessione.

Per entrambe le categorie esistono le seguenti sottoclassi, a seconda dell’attenuazione rilevabile per diversi raggi di curvatura:

- G.657.A1 per raggi di curvatura fino a 10 mm con attenuazione pari a 0.75 dB a 1550nm
- G.657.A2/B2 per raggi di curvatura fino a 7,5 mm con attenuazione pari a 0.50 dB a 1550nm
- G.657.B3 per raggi di curvatura fino a 5 mm con attenuazione pari a 0.15 dB a 1550nm



FIGURA 7

Di seguito si riporta una tabella riportante le compatibilità di queste fibre ottiche con la fibra G.652 e le loro attenuazioni in funzione dei raggi di curvatura e del numero di raggi effettuati.

Raggio di Curvatura		15 mm		10 mm		7,5 mm		5 mm	
		10 giri		1 giro		1 giro		1 giro	
Classe fibra G. 657 Sottoclasse	Compatibilità G. 652	Attenuazione legata ai raggi di curvatura [dB]							
		Lunghezza d'onda (nm)							
		1550	1625	1550	1625	1550	1625	1550	1625
A1	SI	0,25	1,00	0,75	1,50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
A2	SI	0,03	0,10	0,10	0,20	0,50	1,00	n.a.	n.a.
B2	NO	0,03	0,10	0,10	0,20	0,50	1,00	n.a.	n.a.
B3	NO	n.a.	n.a.	0,03	0,10	0,08	0,25	0,15	0,45

TABELLA 1



4.3 PRINCIPALI TIPI DI FIBRA & LORO APPLICAZIONI

Come descritto nei capitoli precedenti le fibre ottiche (e i cavi che le contengono) hanno caratteristiche differenti le une dalle altre. Tali caratteristiche, se da un lato permettono di avere la fibra ottica più appropriata per tutte le possibili condizioni di applicazione che per esempio un operatore di rete si può dover trovare ad affrontare, dall'altro rende degna di una certa attenzione la scelta della fibra ottica giusta tra i tanti tipi ad oggi disponibili.

In un progetto nazionale in cui sono molteplici gli attori che possono contribuire all'infrastrutturazione delle aree urbane con le reti in fibra ottica (soggetti sia pubblici che privati) è quindi opportuno che alcuni criteri di base per la scelta della corretta tipologia di fibra ottica in funzione della destinazione d'uso che se ne intende fare, siano patrimonio comune.

Il criterio generale con cui va effettuata una scelta precisa rispetto alla tipologia di fibra ottica da impiegare è quello che dipende da dove, all'interno di una rete di telecomunicazioni, tale fibra ottica deve essere utilizzata.

Senza soffermarci in una complessa descrizione di quali componenti costituiscono una rete di telecomunicazioni distribuita su un territorio nazionale, ai fini di questa classificazione sull'uso delle fibre ottiche si può semplicemente fare la seguente schematizzazione (vedi Figura 8).

Partendo dalla casa del Cliente, dove la rete è installata all'interno degli edifici sia per la tratta verticale che orizzontale, si hanno le parti che vanno dall'edificio fino alla centrale di competenza: il loro insieme è denominato rete di accesso. Proseguendo oltre la centrale, si ha una componente, detta rete metropolitana, che costituisce l'infrastruttura di rete all'interno della singola città. La rete che poi lega tra loro le città (passando anche eventualmente su infrastrutture sottomarine per il rilegamento delle città insulari), è chiamata rete di backbone o di dorsale.

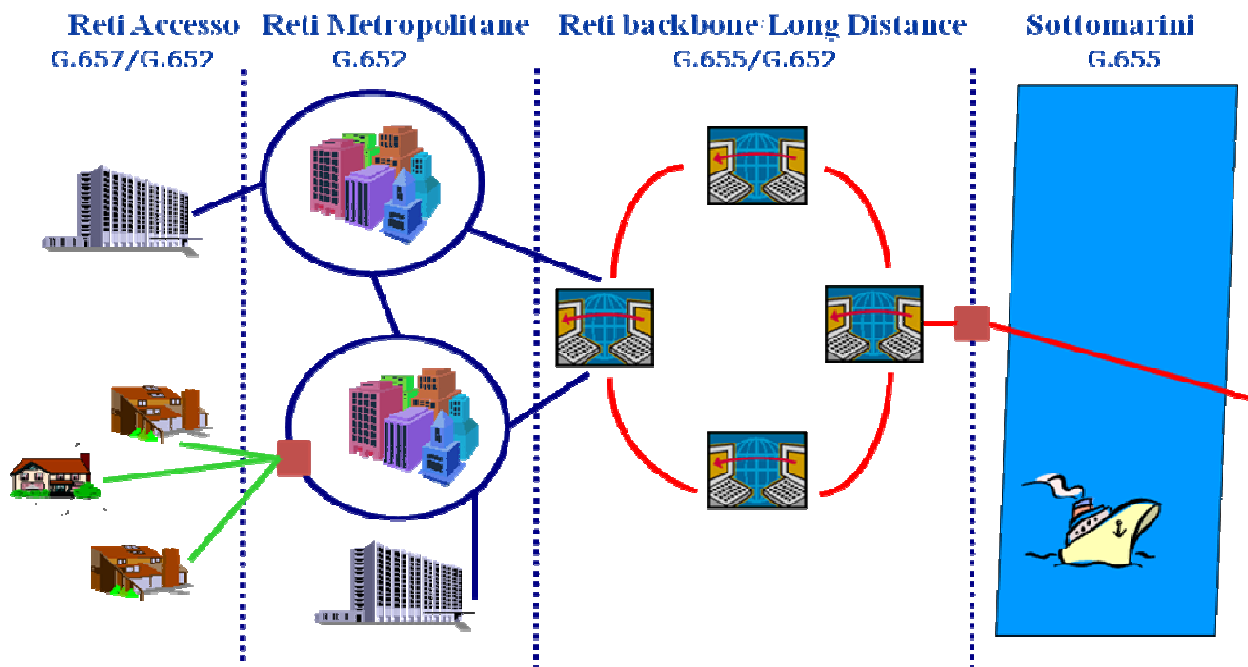


FIGURA 8

Queste diverse parti di una rete di telecomunicazioni hanno chiaramente esigenze diverse: la parte di edificio richiede ottime prestazioni in termini di attenuazione sia rispetto alle curvature, sia rispetto alle giunzioni con la tratta di rete di accesso fino alla centrale. La parte di accesso dall'edificio alla centrale ha invece esigenze maggiori in termini di distanze raggiungibili. Nell'ottica di costruire una rete FTTH passiva tra la centrale e la casa o l'ufficio del Cliente, è quindi importante che le due tratte di fibra ottica siano tra loro "compatibili", cioè collegabili (per giunzione o tramite connettori) senza eccessive perdite di segnale ottico. La parte poi di rete metropolitana ha anch'essa un'esigenza di poter coprire distanze di qualche chilometro senza dover rigenerare il segnale con apparati attivi e costosi. Tale esigenza di copertura di lunghe tratte minimizzando i costi di rigenerazione del segnale è ancora più spinta per le tratte di dorsale che si trovano a dover coprire centinaia di chilometri da una città all'altra.

Nella Tabella 2 sono riportate, per i singoli campi di impiego, i riferimenti ITU (vedi anche la Bibliografia) che indicano le principali caratteristiche delle fibre ottiche indicate nel presente capitolo. All'interno della normativa è possibile recuperare tutti i dettagli tecnici e i parametri dei vari tipi di fibre ottiche oltre ad una dettagliata descrizione dei loro ambiti di impiego. Questo documento ha voluto (e potuto) tracciare solo i principali aspetti delle caratteristiche tecniche delle fibre ottiche e del loro impiego per le reti NGAN FTTH passive, in linea con lo scopo di diffondere alcune informazioni di base utili per aiutare i molti soggetti coinvolti alla realizzazione di un'infrastruttura nazionale di accesso in FTTH a realizzarla il più possibile omogenea.



Possibili campi di impiego	Riferimenti standard
Collegamenti urbani e lunga distanza	ITU-T G.652
Collegamenti lunga distanza e sottomarini	ITU-T G.655
Collegamenti interni agli edifici	ITU-T G. 657

TABELLA 2

4.4 BIBLIOGRAFIA

[1] International Telecommunication Union (ITU)

ITU-T G.651.1 Characteristics of a 50/125 μm multimode graded index optical fibre cable for the optical access network .

ITU-T G.652 Characteristics of a single-mode optical fibre and cable.

ITU-T G.655 Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable.

ITU-T G.657 Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable for the access network.



APPENDICE A: ELENCO DEGLI ACRONIMI

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AGCOM	Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni
ANAS	Azienda Nazionale Autonoma delle Strade Statali
API	Application Programming Interface
CAPEX	Capital Expenditure
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
COTS	Commercial Off The Shelf
DB	Data Base
DBMS	Data Base Management System
FCC	Federal Communication Commission
FTTB	Fiber to the Building
FTTC	Fiber to the Cabinet
FTTE	Fiber to the Exchange
FTTH	Fiber to the Home
FTTx	Fiber to the x (generico, dove x indica il punto di terminazione della fibra)
GE	General Electric
GIS	Geographical Information System
GPON	Gigabit-capable Passive Optical Network
GUI	Graphical User Interface
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HW	Hardware
ID	Identificatore
IP	Internet Protocol
IPS	Image Packaging System



IPTV	Internet Protocol TeleVision
ISP	Internet Service Provider
ITIL	Information Technology Infrastructure Library
IT	InformationTechnology
ITSM	IT Service Management
LAN	Local Area Network
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
M2M	Machine to Machine
MAC	Message Authentication Code
NC	Network Creation
NGA	Next Generation Access
NGAN	Next Generation Access Network
NGN	Next Generation Network
NRA	National Regulatory Authority
OFCOM	Office of Communications
OLO	Other Licensed Operators
OPEX	Operation Expenditure
OSS	Open Source Software
P2P	Point to Point
PA	Pubblica Amministrazione
REST	Representational State Transfer
PHP	Hypertext Preprocessor
PON	Passive Optical Network
PUGSS	Piano Urbano Generale dei servizi nel sottosuolo
SAN	Storage Area Network
SIT	Sistema Informativo Territoriale
SLA	Service Level Agreement



Reti di accesso di nuova generazione NGAN.

Interventi per uno sviluppo sostenibile: Catasto delle infrastrutture e criteri tecnologici realizzativi

Appendice A: elenco degli acronimi

SOA	Service Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
SP	Service Provider
SQL	Structured Query Language
SW	Software
ULL	Unbundling of the Local Loop
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione
VDSL	Very high Speed Digital Subscriber Line
VoIP	Voice over IP
WAN	Wide Area Network
WS	Web Service
XML	Extensible Markup Language