

DELIBERA N. 459/24/CONS

DEFINIZIONE DEGLI STANDARD TECNICI PER I CAVI IN FIBRA OTTICA A CUI DEVONO ATTENERSI GLI AGGIUDICATARI DEI BANDI PER LA REALIZZAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA DI RETE

L'AUTORITÀ

NELLA riunione del Consiglio del 13 novembre 2024;

VISTA la legge 14 novembre 1995, n. 481, recante “*Norme per la concorrenza e la regolazione dei servizi di pubblica utilità. Istituzione delle Autorità di regolazione dei servizi di pubblica utilità*”;

VISTA la legge 31 luglio 1997, n. 249, recante “*Istituzione dell’Autorità per le garanzie nelle comunicazioni e norme sui sistemi delle telecomunicazioni e radiotelevisivo*”;

VISTA la direttiva (UE) 2018/1972 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell’11 dicembre 2018, che istituisce il Codice europeo delle comunicazioni elettroniche (rifusione) nel seguito indicato anche come CCEE;

VISTO il decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 207, recante “*Attuazione della direttiva (UE) 2018/1972 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell’11 dicembre 2018, che istituisce il Codice europeo delle comunicazioni elettroniche (rifusione)*”, di seguito denominato *Codice*;

VISTA la delibera n. 223/12/CONS, del 27 aprile 2012, recante “*Adozione del nuovo Regolamento concernente l’organizzazione e il funzionamento dell’Autorità*” (di seguito, “*Regolamento*”), come modificata, da ultimo, dalla delibera n. 332/24/CONS dell’11 settembre 2024;

VISTA la delibera n. 205/23/CONS, del 26 luglio 2023, recante “*Modifiche al Regolamento recante la disciplina dell’accesso ai sensi degli articoli 22 e seguenti della legge 7 agosto 1990, n. 241 e degli articoli 5 e seguenti del decreto legislativo 14 marzo 2013, n. 33, di cui all’allegato A alla delibera n. 383/17/CONS*”;

VISTA la delibera n. 107/19/CONS, del 5 aprile 2019, recante “*Adozione del regolamento concernente le procedure di consultazione nei procedimenti di competenza dell’Autorità*”;

VISTA la legge 1° febbraio 2023, n. 10, recante “*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 5 dicembre 2022, n. 187, recante misure urgenti a tutela dell’interesse nazionale nei settori produttivi strategici*”;

VISTA la Comunicazione della Commissione europea (2023/C 36/01), del 31 gennaio 2023, recante “*Orientamenti in materia di aiuti di Stato a favore delle reti a banda larga*”;

VISTA la direttiva n. 2014/61/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 maggio 2014, recante *misure volte a ridurre i costi dell’installazione di reti di comunicazione elettronica ad alta velocità*;

VISTO il decreto legislativo 15 febbraio 2016, n. 33, recante “*Attuazione della direttiva 2014/61/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 maggio 2014, recante misure volte a ridurre i costi dell’installazione di reti di comunicazione elettronica ad alta velocità*”;

VISTA la delibera n. 406/21/CONS, del 16 dicembre 2021, recante “*Linee guida per le condizioni di accesso wholesale alle reti a banda ultra-larga destinatarie di contributi pubblici*”;

VITA la delibera n. 67/22/CONS, del 3 marzo 2022, recante “*Linee guida per le condizioni di accesso wholesale alle reti a banda ultra-larga destinatarie di contributo pubblico – integrazione per le reti 5G*”;

CONSIDERATO che la legge 1° febbraio 2023, n. 10, ha disposto che l’Autorità per le garanzie nelle comunicazioni, “*sentito il parere del Ministero delle imprese e del made in Italy e nel rispetto della normativa europea e internazionale, individua, per i cavi in fibra ottica, gli standard tecnici a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell’infrastruttura di rete, in modo da assicurare adeguati livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività*”;

VISTA la nota prot. 86038 del 28 marzo 2023 con cui l’Autorità ha chiesto ai principali soggetti attivi nella realizzazione delle reti in fibra ottica di fornire informazioni sulla normativa di riferimento e su aspetti tecnici ritenuti utili per la fase preistruttoria del procedimento;

VISTE le risposte alla richiesta di informazioni inviate con note prot. 123513 del 9 maggio 2023, 127474, 127477, 127480, 128123 e 128476 del 12 maggio 2023 da parte delle società Fastweb S.p.A., Retelit S.p.A., Irideos S.p.A., Tim S.p.A., Open Fiber S.p.A., Unidata S.p.A.;

VISTO il questionario trasmesso dall’Autorità alle altre Autorità nazionali di regolamentazione partecipanti al Berec al fine di acquisire informazioni sulle esperienze internazionali in materia di definizione degli *standard* per le fibre ottiche da utilizzare per la realizzazione di reti a banda ultralarga e le risposte fornite dalle Autorità di Austria,

Cipro, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Lussemburgo, Norvegia, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Repubblica Slovacca, Romania, Serbia, Slovenia, Spagna, Svizzera e Ungheria;

VISTA la delibera n. 162/23/CONS, del 27 giugno 2023, recante “*Avvio del procedimento e della consultazione pubblica concernente la definizione degli standard tecnici per i cavi in fibra ottica a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell’infrastruttura di rete*”;

VISTA i contributi inviati da ANIE/AICE (Associazione Italiana Industrie Cavi e Conduttori Elettrici), Lepida S.c.p.A., Wind Tre S.p.A., CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), Fastweb S.p.A., Irideos S.p.A./Retelit S.p.A., Open Fiber S.p.A., Prysmian S.p.A., Tim S.p.A., Intred S.p.A. da ultimo pervenuto in data 11 settembre 2023;

SENTITA in data 21 settembre 2023 la società Prysmian S.p.A.;

SENTITA in data 22 settembre 2023 la società Wind Tre S.p.A.;

SENTITA in data 29 settembre 2023 la società Open Fiber S.p.A.;

SENTITA in data 4 ottobre 2023 la società Tim S.p.A.;

VISTA la delibera n. 257/13/CONS, dell’11 ottobre 2023, recante “*Definizione degli standard tecnici per i cavi in fibra ottica di cui alla delibera n. 162/23/CONS - Avvio del tavolo tecnico e sospensione dei termini del procedimento*”;

VISTA la Comunicazione Agcom, del 25 ottobre 2023, recante “*Definizione degli standard tecnici per i cavi in fibra ottica a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell’infrastruttura di rete - Avvio di un tavolo tecnico*”;

VISTE le risultanze del tavolo tecnico di cui alla delibera n. 257/23/CONS e alla Comunicazione del 25 ottobre 2023;

CONSIDERATO che, nella seduta del 6 febbraio 2024, l’Autorità ha condiviso di trasmettere al Ministero delle Imprese e del *Made in Italy* (di seguito denominato MIMIT) gli schemi di delibera e di regola tecnica al fine di acquisire il parere previsto dalla legge 1° febbraio 2023, n. 10;

VISTA la richiesta di parere inviata dall’Autorità al MIMIT in data 7 febbraio 2024;

VISTO il parere trasmesso dal MIMIT all’Autorità in data 13 marzo 2024;

CONSIDERATO che nel parere del MIMIT è rappresentato che «*Il Ministero delle Imprese e del Made in Italy, in linea con l’azione di Governo, sta svolgendo un importante ruolo di sostegno al comparto industriale per la trasformazione digitale delle imprese attraverso, tra le altre cose, il riordino degli incentivi, l’avvio del piano transizione 5.0,*

la strategia sul Made in Italy, il progetto Polis ed il lancio di specifici strumenti per incentivare la domanda e l'offerta di connettività e servizi di nuova generazione.

In questo contesto di progressione tecnologica continua e costante verso una piena digitalizzazione, la Commissione Europea, con la presentazione lo scorso 21 febbraio 2024 del libro bianco "how to master Europe's digital infrastructure needs", ha voluto lanciare, con la proposta di switch off del rame entro il 2030, un chiaro segnale sulla necessità di incrementare gli sforzi nella posa di infrastrutture performanti in fibra ottica.

D'altro canto, la stessa Commissione Europea negli ultimi anni ha tenuto ad evidenziare l'importanza di sviluppare reti di telecomunicazioni a banda ultra-larga sicure e resilienti e di garantire completa trasparenza nelle relative catene di approvvigionamento al fine di identificare fin da subito potenziali vulnerabilità e dipendenze»;

CONSIDERATO altresì che il MIMIT «*riscontra nello schema di delibera rappresentato taluni elementi di positività per quanto attiene al tema della certificazione e per quanto attiene all'individuazione, tra le altre, della fibra G.657 A2. Ciò non di meno non si può non evidenziare il fatto che nel contesto sopra descritto appare necessario, similmente a quanto disposto da altri Paesi europei, un approccio maggiormente orientato al combinato disposto tra innovazione e sicurezza che imponga una certificazione di prodotto in grado di garantire non solo una qualità ottimale ma anche una durata di tutti i componenti del cavo, fibra compresa, per almeno venti anni, e l'utilizzo della fibra G.657 A2 almeno nella rete di accesso secondaria e nel segmento di terminazione fin dentro casa dell'utente»;*

VISTA la Direttiva (UE) 2015/1535 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 9 settembre 2015, che prevede una procedura d'informazione nel settore delle regolamentazioni tecniche e delle regole relative ai servizi della società dell'informazione;

CONSIDERATO che, ad avviso del MIMIT, «*In merito alla notifica alla Commissione Europea della delibera in parola, si evidenzia, infine, che, sentiti i competenti Uffici di questo Dicastero, si ritiene necessario procedere in tal senso»;*

VISTA la nota del 5 aprile 2024 con cui l'Autorità ha trasmesso al MIMIT gli schemi di delibera e di regola tecnica per la relativa notifica ai sensi della Direttiva (UE) 2015/1535;

VISTA la nota del 7 maggio 2024 con cui il MIMIT ha comunicato all'Autorità che:

- il progetto di regola tecnica è stato comunicato alla Commissione europea in data 7 maggio 2024 ai sensi della direttiva (UE) 2015/1535;

- il termine di tre mesi fissato dall'articolo 6, paragrafo 1, della direttiva (UE) 2015/1535 scade l'8 agosto 2024;
- alla notifica è stato assegnato il numero 2024/0251/IT – V00T;

VISTA la nota del 30 ottobre 2024 (prot. AGCOM 285842) con la quale il MIMIT (Unità Centrale di Notifica) ha informato l'Autorità circa l'assenza di rilievi, osservazioni e/o pareri circostanziati formulati dalla Commissione europea o da altri Stati membri in merito alla notifica 2024/0251/IT – V00T relativa al progetto recante *“Regola tecnica relativa agli standard tecnici per i cavi in fibra ottica a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell'infrastruttura di rete”*;

RITENUTO, alla luce dell'assenza di rilievi, osservazioni e/o pareri circostanziati e concluso l'8 agosto 2024 il periodo di astensione obbligatoria di cui all'articolo 6, paragrafo 1, della direttiva (UE) 2015/1535, di adottare il provvedimento che conclude il procedimento di cui alla delibera n. 162/23/CONS ed il tavolo tecnico di cui alla delibera n. 257/23/CONS;

CONSIDERATO quanto segue:

SOMMARIO

1. IL QUADRO REGOLAMENTARE DI RIFERIMENTO	8
1.1. La legge 1° febbraio 2023, n. 10	8
1.2. La disciplina degli aiuti di Stato a favore delle reti a banda larga	8
1.2.1. Il ruolo delle Autorità Nazionali di Regolamentazione (ANR) nella progettazione degli interventi statali.....	10
1.2.2. Il ruolo di Agcom nella Strategia italiana per la banda Ultra Larga	11
1.3. Scopo del procedimento	12
2. GENERALITÀ SULLE FIBRE OTTICHE E SUI CAVI.....	12
3. STANDARD DEI CAVI IN FIBRA OTTICA SECONDO I PRINCIPALI ORGANISMI DI STANDARDIZZAZIONE INTERNAZIONALI E NAZIONALI.....	14
3.1. ITU	14
3.2. IEC	17
3.3. CEI	18
3.4. IEEE	19
4. LE FASI DEL PROCEDIMENTO ISTRUTTORIO	20
4.1. Esperienze internazionali in materia di definizione degli <i>standard</i> per le fibre ottiche e per i cavi.....	20
4.1.1. Austria.....	20
4.1.2. Finlandia	23
4.1.3. Francia	24
4.1.4. Portogallo.....	27
4.1.5. Regno Unito.....	29
4.1.6. Spagna.....	29
4.1.7. Svizzera.....	31
4.1.8. Conclusioni sulle esperienze internazionali in materia di definizione degli <i>standard</i> per le fibre ottiche	33
4.2. Le informazioni acquisite dall’Autorità nella fase preistruttoria	34
4.2.1. Normativa europea e/o internazionale di riferimento	34
4.2.2. Livelli qualitativi e prestazionali.....	35
4.2.3. Differenze tra le diverse tratte di rete.....	36
4.2.4. Differenze tra le tecnologie di realizzazione delle reti in fibra ottica	37
4.2.5. Standard tecnici in uso da parte degli operatori	37
4.2.6. Impatti tecnici ed economici	39
4.2.7. Costi di approvvigionamento, installazione e manutenzione	40

4.2.8. Conclusioni sulle informazioni acquisite dall’Autorità nella fase preistruttoria	41
4.3. La consultazione pubblica di cui alla delibera n. 162/23/CONS	41
4.4. Il tavolo tecnico di cui alla delibera n. 257/23/CONS	42
4.5. Il parere del MIMIT.....	43
4.6. La notifica alla Commissione europea ai sensi della Direttiva (UE) 2015/1535	43
5. INDIVIDUAZIONE DEGLI STANDARD TECNICI PER LA REALIZZAZIONE DELL’INFRASTRUTTURA DI RETE IN FIBRA OTTICA	44
5.1. Adeguati livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività.....	44
5.2. Modello di riferimento della rete e definizioni.....	48
5.3. Normativa tecnica di riferimento.....	53
5.3.1. Normativa tecnica internazionale.....	53
5.3.2. Normativa tecnica di riferimento applicata nei Bandi pubblici.....	57
5.4. Principali <i>standard</i> per le fibre ottiche e per i cavi.....	58
5.4.1. ITU-T G.652 – Characteristics of a single-mode optical fibre and cable	58
5.4.2. ITU-T G.654 – Characteristics of a cut-off shifted single-mode optical fibre and cable.....	58
5.4.3. ITU-T G.657 – Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable.....	59
5.4.4. IEC 60794.....	60
5.5. <i>Standard</i> tecnici per i cavi in fibra ottica a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell’infrastruttura di rete.....	60
5.5.1. Premessa sugli standard tecnici per i cavi in fibra ottica	60
5.5.2. Backhauling	65
5.5.3. Rete di accesso primaria e secondaria.....	71
5.5.4. Segmento di terminazione.....	81
5.5.5. Certificazione dei prodotti e regolamento europeo CPR UE 305/11	87

1. IL QUADRO REGOLAMENTARE DI RIFERIMENTO

1.1. La legge 1° febbraio 2023, n. 10

1. La legge 1° febbraio 2023, n. 10, recante “*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 5 dicembre 2022, n. 187, recante misure urgenti a tutela dell’interesse nazionale nei settori produttivi strategici*”, ha previsto che (enfasi aggiunta):

Dopo l’articolo 2 è inserito il seguente:

«Art. 2-bis. - (Misure a tutela degli interessi nazionali nel settore delle comunicazioni) - 1. In considerazione del carattere strategico dell’infrastruttura di rete in fibra ottica e al fine di assicurare l’interesse nazionale ad una rete che garantisca servizi altamente performanti in banda larga e ultra larga, all’articolo 1, comma 6, lettera a), della legge 31 luglio 1997, n. 249, dopo il numero 4) è inserito il seguente:

"4-bis) sentito il parere del Ministero delle imprese e del made in Italy e nel rispetto della normativa europea e internazionale, [l’Autorità per le garanzie nelle comunicazioni] individua, per i cavi in fibra ottica, gli standard tecnici a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell’infrastruttura di rete, in modo da assicurare adeguati livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività".

2. Le disposizioni di cui all’articolo 1, comma 6, lettera a), numero 4-bis), della legge 31 luglio 1997, n. 249, come introdotto dal comma 1 del presente articolo, si applicano ai bandi pubblicati successivamente alla data di entrata in vigore della legge di conversione del presente decreto».

2. La legge 1° febbraio 2023, n. 10, modifica pertanto la legge 31 luglio 1997, n. 249, istitutiva dell’Autorità, attribuendo a quest’ultima una nuova competenza in materia di definizione degli *standard* tecnici per la realizzazione dell’infrastruttura di rete in fibra ottica da parte degli aggiudicatari di bandi per lo sviluppo di reti a banda larga finanziate con aiuti di Stato.

1.2. La disciplina degli aiuti di Stato a favore delle reti a banda larga

3. La connettività costituisce una componente fondamentale della trasformazione digitale e riveste un’importanza strategica per la crescita e l’innovazione in tutti i settori economici dell’Unione europea (UE) e ai fini della coesione sociale e territoriale. La Commissione europea (CE) ha fissato obiettivi ambiziosi in materia di connettività dapprima con la Comunicazione del 2016 sulla Connettività per un mercato unico digitale

europeo (“*Gigabit Society*”¹) e successivamente rafforzati con la Comunicazione del 2021 sul decennio digitale (“*Digital compass*”²); tali obiettivi sono confluiti nella recente Decisione del Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce il programma strategico per il 2030 “*Percorso per il decennio digitale*”³ che rappresenta la concretizzazione della proposta del *Digital Compass* e istituisce un meccanismo di cooperazione tra le istituzioni dell’Unione europea e gli Stati membri, finalizzato a conseguire una serie di obiettivi digitali vincolanti, che corrispondono ai quattro punti cardinali individuati nella citata Comunicazione, identificati come i quattro settori fondamentali per la trasformazione digitale dell’Unione: competenze digitali; infrastrutture digitali; digitalizzazione delle imprese; digitalizzazione dei servizi pubblici.

4. Per quanto attiene alle infrastrutture digitali, la Decisione prevede che “*la rete gigabit fino al punto terminale sia estesa a tutti gli utenti finali di rete fissa e tutte le zone abitate siano coperte da reti senza fili di prossima generazione ad alta velocità con prestazioni almeno equivalenti al 5G, conformemente al principio della neutralità tecnologica*”. Il conseguimento di tali obiettivi richiede investimenti adeguati: gli investitori privati costituiscono la prima fonte di investimento, che all’occorrenza può essere integrata da fondi pubblici nel rispetto delle norme sugli aiuti di Stato.

5. La normativa di settore è stata recentemente aggiornata con la Comunicazione della CE “*Orientamenti in materia di aiuti di Stato a favore delle reti a banda larga*”⁴ (“Orientamenti”), dove si definiscono le modalità con cui la Commissione valuterà le misure di aiuto di Stato notificate dagli Stati membri a sostegno della diffusione e dell’adozione di reti a banda larga nell’UE.

6. I nuovi Orientamenti riflettono gli attuali sviluppi normativi, di mercato e tecnici e, conseguentemente, rispetto ai precedenti Orientamenti del 2013⁵, sono state riviste le soglie di intervento: gli Stati membri possono sostenere gli investimenti in reti fisse in aree in cui non è probabile che il mercato fornisca agli utenti finali una velocità di *download* di almeno 1 Gbps e una velocità di *upload* di almeno 150 Mbps; inoltre, per la prima volta, gli Orientamenti forniscono anche un quadro di riferimento per la valutazione degli aiuti alla diffusione delle reti mobili e al potenziamento delle reti di *backhaul*, oltre a fornire criteri per la valutazione di misure di sostegno alla domanda.

7. Per individuare la necessità di un intervento statale in una determinata area, gli Stati membri devono verificare, sulla base di una mappatura particolareggiata e di una consultazione pubblica, le prestazioni delle reti fisse di accesso, delle reti mobili di

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0587>

² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0118>

³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022D2481>

⁴ [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023XC0131\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023XC0131(01))

⁵ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2013:025:0001:0026:IT:PDF>

accesso o delle reti di *backhauling* esistenti nell'area interessata o delle quali è programmata in modo credibile la realizzazione nell'orizzonte temporale di riferimento.

8. Gli aiuti devono rispettare il principio di neutralità tecnologica e devono essere concessi sulla base di una procedura di selezione su base competitiva aperta, trasparente e non discriminatoria, in linea con i principi in materia di appalti pubblici.

9. Affinché l'aiuto sia appropriato, le reti fisse o mobili finanziate dallo Stato devono presentare caratteristiche notevolmente più avanzate rispetto alle reti esistenti, inducendo pertanto un "*salto di qualità*" (*step change*) che si ottiene se, a seguito dell'intervento statale, sono soddisfatte le condizioni seguenti: a) lo sviluppo della rete fissa o mobile finanziata dallo Stato rappresenta un nuovo, ingente investimento; e b) la rete finanziata dallo Stato apporta al mercato nuove capacità di rilievo in termini di disponibilità, capacità, velocità e concorrenza dei servizi a banda larga.

1.2.1. Il ruolo delle Autorità Nazionali di Regolamentazione (ANR) nella progettazione degli interventi statali

10. Il ruolo delle ANR nella progettazione degli interventi statali più appropriati a sostegno delle reti a banda larga è particolarmente importante. Le ANR hanno acquisito conoscenze e competenze tecniche grazie al ruolo cruciale loro assegnato dalla regolamentazione settoriale e sono nella posizione migliore per sostenere le autorità pubbliche per quanto riguarda la progettazione degli interventi statali.

11. Gli Stati membri sono incoraggiati a coinvolgere sistematicamente le ANR nella progettazione, nell'attuazione e nel monitoraggio degli interventi statali e, in particolare, ma non solo, per *a*) l'individuazione delle aree *target* (mappatura e consultazione pubblica), *b*) la valutazione del rispetto degli obblighi di "*step change*" *c*) i meccanismi di risoluzione dei conflitti, anche in caso di controversie relative a uno qualsiasi di tali aspetti.

12. In considerazione della particolare competenza delle ANR sui mercati nazionali, gli Stati membri devono consultare le ANR che si trovano nella posizione migliore per quanto riguarda: *a*) i prodotti, le condizioni e i prezzi di accesso all'ingrosso e *b*) le infrastrutture esistenti soggette a regolamentazione *ex ante*. Laddove l'ANR è stata investita delle competenze necessarie per partecipare agli interventi statali per lo sviluppo di reti a banda larga, lo Stato membro dovrebbe inviare all'ANR una descrizione dettagliata delle misure di aiuto, almeno 2 mesi prima della notifica degli aiuti di Stato, per consentire all'ANR di disporre di un periodo di tempo ragionevole per fornire il proprio parere.

1.2.2. Il ruolo di Agcom nella Strategia italiana per la banda Ultra Larga

13. Si richiama che sin dal 2021 l’Autorità è coinvolta nell’attuazione della “*Strategia italiana per la Banda Ultra Larga - Verso la Gigabit Society*”⁶, approvata il 25 maggio 2021 dal Comitato interministeriale per la transizione digitale che, in attuazione del Piano nazionale di ripresa e resilienza, definisce le azioni necessarie al raggiungimento degli obiettivi di trasformazione digitale indicati dalla Commissione europea con la Comunicazione “*Gigabit Society*” e con la Comunicazione “*Digital compass*” e dei relativi Piani di intervento ivi contenuti, con particolare riguardo al Piano “*Italia a 1 Giga*”⁷ e al Piano “*Italia 5G*”⁸.

14. Nello specifico, l’Autorità con la delibera n. 406/21/CONS, a seguito di consultazione pubblica, ha adottato le Linee guida che identificano le condizioni di accesso *wholesale* alle reti a banda ultra-larga destinatarie di contributi pubblici mediante il modello di intervento ad incentivo, mentre con la delibera n. 67/22/CONS, a valle della consultazione pubblica, ha adottato l’integrazione per le reti 5G alle Linee guida suddette che identifica le condizioni di accesso *wholesale* alle reti 5G a banda ultra-larga destinatarie di contributi pubblici mediante il modello di intervento ad incentivo. Tali delibere hanno rappresentato la base regolamentare – per quanto attiene alla definizione delle condizioni di accesso all’ingrosso alla rete sussidiata e dei prezzi massimi dei servizi essenziali richiesti dal bando – rispetto alla quale, ai sensi degli Orientamenti del 2013 allora vigenti, sono stati definiti i bandi per la concessione degli Aiuti di Stato conferiti nell’ambito del Piano “*Italia a 1 Giga*” e del Piano “*Italia 5G*”.

15. Da ultimo, si segnala che l’Autorità ha valutato, ai sensi delle suddette Linee guida e della documentazione tecnica di gara, le proposte di Listini presentate dagli aggiudicatari dei bandi relativi alle gare indette dalla Stazione appaltante (Infratel Italia S.p.A.) in attuazione dei suddetti due Piani di intervento.

⁶ <https://assets.innovazione.gov.it/1622021525-strategia-bul.pdf> .

⁷ Con il Piano “*Italia a 1 Giga*” il Governo italiano ha previsto di garantire la connettività ad almeno 1 Gbit/s in *download* e 200 Mbit/s in *upload* alle unità immobiliari che, a seguito della mappatura delle infrastrutture presenti o pianificate al 2026 dagli operatori di mercato, sono risultate non coperte da almeno una rete in grado di fornire in maniera affidabile velocità di connessione in *download* pari o superiori a 300 Mbit/s.

⁸ Con il Piano “*Italia 5G*” il Governo italiano si è posto l’obiettivo di incentivare la diffusione di reti mobili 5G in grado di assicurare un significativo salto di qualità della connettività radiomobile mediante rilegamenti in fibra ottica delle stazioni radio base (Primo Intervento “*5G Backhaul*”) e la densificazione delle infrastrutture di rete (Secondo Intervento “*5G Densificazione*”), al fine di garantire la velocità ad almeno 150 Mbit/s in *downlink* e 30 Mbit/s in *uplink*, in aree in cui non è presente, né lo sarà entro il 2026, alcuna rete idonea a fornire connettività a 30 Mbit/s in tipiche condizioni di punta del traffico.

1.3. Scopo del procedimento

16. Alla luce di quanto richiamato e ai sensi di quanto previsto dalla legge 1° febbraio 2023, n. 10, l’Autorità intende:

- a) definire gli *adeguati livelli qualitativi* e le *prestazioni elevate di connettività*;
- b) in modo corrispondente identificare, *per i cavi in fibra ottica, gli standard tecnici a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell’infrastruttura di rete.*

2. GENERALITÀ SULLE FIBRE OTTICHE E SUI CAVI

17. La presente sezione fornisce una descrizione generale delle principali caratteristiche delle fibre ottiche e dei cavi. Per una trattazione approfondita si può fare riferimento al rapporto tecnico ITU-T “*Optical fibres, cables and systems*”⁹ che, affrontando le principali tematiche legate alle applicazioni delle fibre ottiche e dei cavi, descrive in maniera funzionale le Raccomandazioni elaborate dall’*International Telecommunication Union* (cfr. par. 3.1) e illustra come queste ultime indirizzino le suddette tematiche in termini di definizione delle caratteristiche di fibre e cavi ottici, interfacce ottiche fisiche, sistemi di cavi terrestri e sottomarini in fibra ottica.

18. Con fibra ottica si intende un materiale realizzato in modo da condurre al proprio interno la radiazione luminosa agendo, pertanto, come una guida d’onda. La fibra ottica è composta da due strati concentrici: un nucleo cilindrico centrale (*core*) e un mantello (*cladding*) che lo circonda. La luce inserita nel *core* entro un certo angolo (angolo limite) si propaga per riflessione sulla superficie di separazione tra *core* e *cladding* sfruttandone il diverso indice di rifrazione; in base alla modalità con cui la luce si propaga all’interno della fibra, la prima grande differenziazione che si può apprezzare è tra fibre ottiche multimodali e monomodali.

19. Nelle fibre ottiche multimodali, la luce all’interno del nucleo può seguire diversi percorsi di riflessione. Seguendo percorsi diversi e quindi percorrendo distanze diverse, i “modi” arrivano all’estremità della fibra ottica in tempi diversi con perdita di coerenza e conseguente dispersione (*spreading*) dell’impulso luminoso trasmesso dalla sorgente. Tale effetto limita la massima velocità di trasmissione ottenibile nelle fibre multimodali.

20. Riducendo il diametro del nucleo, si riduce il numero di modi di riflessione. Nelle fibre ottiche monomodali, la luce all’interno del nucleo segue un unico percorso di riflessione e non si genera il fenomeno dello *spreading*, consentendo quindi di coprire maggiori distanze e di ridurre le interferenze rispetto alle fibre multimodali, dove la

⁹ ITU-T (2015), *Technical Report on Optical fibres, cables and systems*. <https://www.itu.int/pub/T-TUT-HOME-2015-OFCS>.

trasmissione contemporanea di più impulsi luminosi produce rumore e attenuazione, con conseguente deterioramento del segnale.

21. Di contro, gli apparati elettronici necessari all'inserimento della luce nel *core* sono tipicamente più costosi rispetto al caso multimodale in quanto è richiesta una maggiore precisione.

22. Infatti, mentre il diametro del *cladding* è pari a 125 μm per entrambe le tipologie, il diametro del *core* è pari per le fibre ottiche multimodali a 50 μm e per quelle monomodali tra 8 e 10 μm .

23. Le fibre ottiche sono generalmente definite in termini di caratteristiche geometriche, ottiche, trasmissive e meccaniche.

24. La seguente tabella elenca i principali attributi per le fibre ottiche, per i cavi e per i *link* (cavi concatenati).

Attributo	Descrizione	Unità	Rilevante per fibre monomodali	Rilevante per fibre multimodali
Fibre ottiche				
Diametro del <i>core</i>		μm	---	Sì
Diametro del <i>cladding</i>		μm	Sì	Sì
Lunghezza d'onda di <i>cut-off</i>	Minima lunghezza d'onda alla quale è possibile la propagazione in singolo-modo	nm	Sì	---
<i>Macrobending loss</i>	Perdita rilevabile sotto diversi raggi di curvatura, numero di spire e lunghezze d'onda per valutare le prestazioni di flessione delle fibre ottiche	dB o dB/curva	Sì	Sì
<i>Microbending loss</i>	Perdita di potenza dovuta a micro-curvature presenti tra <i>core</i> e <i>cladding</i>	dB/km	Sì	Sì
Cavi				
Coefficiente di attenuazione	Attenuazione per unità di lunghezza nel caso di fibre ottiche uniformi	dB/km	Sì	Sì
Link				
Attenuazione	Perdita di potenza ottica tra due sezioni trasversali della fibra ottica	dB	Sì	---
Dispersione cromatica	Dispersione dell'impulso luminoso causata dalle diverse velocità alle diverse lunghezze d'onda che compongono lo spettro della sorgente luminosa	ps/nm	Sì	---

3. STANDARD DEI CAVI IN FIBRA OTTICA SECONDO I PRINCIPALI ORGANISMI DI STANDARDIZZAZIONE INTERNAZIONALI E NAZIONALI

25. Nel seguito della sezione si rappresenta sinteticamente l'attività dei principali enti ed organismi che, in ambito internazionale e nazionale, si occupano di elaborare norme e *standard* per le fibre ottiche e i cavi che le contengono, rimandando alla sezione 5 per un'analisi comparativa tra le diverse nomenclature adottate e le caratteristiche individuate dai differenti organismi all'interno delle specifiche norme.

3.1. ITU

26. L'Unione Internazionale per le Telecomunicazioni (ITU – *International Telecommunication Union*) è l'agenzia delle Nazioni Unite specializzata nel campo delle telecomunicazioni e delle tecnologie dell'informazione e delle comunicazioni (ICT). Il settore ITU per la standardizzazione (ITU-T) è un organo permanente dell'ITU

responsabile dell'analisi di aspetti tecnici, operativi ed economici. L'ITU-T adotta, a tale riguardo, Raccomandazioni al fine di standardizzare le telecomunicazioni a livello mondiale.

27. Nell'ambito del settore “*Transmission media and optical systems characteristics*”, le Raccomandazioni che trattano i cavi in fibra ottica appartengono alla serie G.650-G.659¹⁰:

Raccomandazione	Descrizione
G.650	<i>Definition and test methods for the relevant parameters of single-mode fibres</i>
G.650.1	<i>Definitions and test methods for linear, deterministic attributes of single-mode fibre and cable</i>
G.650.2	<i>Definitions and test methods for statistical and non-linear related attributes of single-mode fibre and cable</i>
G.650.3	<i>Test methods for installed single-mode optical fibre cable links</i>
G.651	<i>Characteristics of a 50/125 µm multimode graded index optical fibre cable</i>
G.651.1	<i>Characteristics of a 50/125 µm multimode graded index optical fibre cable for the optical access network</i>
G.652	<i>Characteristics of a single-mode optical fibre and cable</i>
G.653	<i>Characteristics of a dispersion-shifted, single-mode optical fibre and cable</i>
G.654	<i>Characteristics of a cut-off shifted single-mode optical fibre and cable</i>
G.655	<i>Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable</i>
G.656	<i>Characteristics of a fibre and cable with non-zero dispersion for wideband optical transport</i>
G.657	<i>Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable</i>

28. Le definizioni e i metodi di prova di cavi e fibre monomodali sono descritti nella serie di Raccomandazioni ITU-T G.650.X. Nello specifico, ITU-T G.650.1 copre le definizioni e i metodi di prova per i parametri lineari e deterministici di una fibra monomodale, mentre le definizioni e i metodi di prova per i parametri statistici e non lineari correlati ad una fibra monomodale sono descritti in ITU-T G.650.2. Inoltre, ITU-T G.650.3 descrive i metodi di prova relativi a un collegamento realizzato con un cavo in fibra ottica monomodale.

29. Le caratteristiche delle fibre ottiche e dei cavi sono specificate nella serie di Raccomandazioni ITU-T G.651 – G.657. La Raccomandazione ITU-T G.651.1 descrive le specifiche che deve soddisfare la fibra multimodale da 50/125 µm per la rete di accesso

¹⁰ ITU-T. *Transmission systems and media, digital systems and networks*. <https://www.itu.int/rec/T-REC-G/en>

ottica, mentre le ulteriori serie di Raccomandazioni ITU-T G.652, ITU-T G.653, ITU-T G.654, ITU-T G.655, ITU-T G.656 e ITU-T G.657 specificano le caratteristiche dei vari tipi di cavi e fibre monomodali.

30. Le Raccomandazioni possono pertanto essere classificate sulla base di diverse dimensioni:

- a) la tipologia di fibra ottica (monomodale o multimodale);
- b) lo scopo della Raccomandazione (definizione di caratteristiche, metodi di misura, annessi tecnici).

31. Per una più immediata comprensione, le diverse Raccomandazioni possono essere rappresentate in forma sinottica come nella figura seguente¹¹, la quale chiarisce quale Raccomandazione si applica in funzione della tipologia di fibra ottica e di obiettivo dello *standard*:

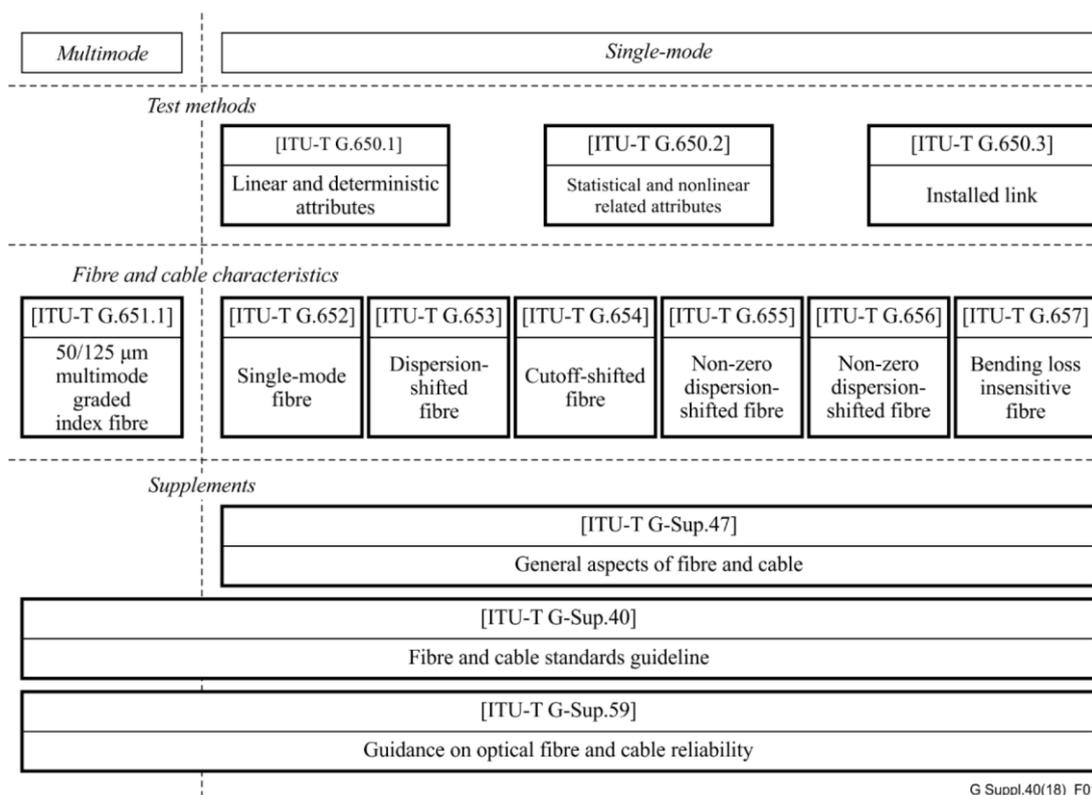


Figura 1 - Relazioni tra le Raccomandazioni ITU-T in materia di fibre e cavi ottici (fonte: ITU-T, *G-series Recommendation – Supplement 40*).

¹¹ ITU-T, *G-series Recommendation – Supplement 40, Optical fibre and cable Recommendations and standards guideline* (2018), <https://www.itu.int/rec/T-REC-G/recommendation.asp?lang=en&parent=T-REC-G.Sup40>

32. In alcune aree ICT (*Information and Communications Technology*) che rientrano nell'ambito di competenza dell'ITU-T, gli *standard* necessari allo scopo sono predisposti in collaborazione con gli organismi ISO e IEC.

3.2. IEC

33. La Commissione Elettrotecnica Internazionale (IEC – *International Electrotechnical Commission*) è un'organizzazione internazionale per la definizione di *standard* in materia di elettricità, elettronica e tecnologie correlate.

34. Nell'ambito di IEC, è presente il Comitato Tecnico TC 86 il cui obiettivo è definire gli *standard* per i sistemi in fibra ottica, moduli, dispositivi e componenti utilizzati principalmente negli apparati di trasmissione. Tale attività riguarda la definizione della terminologia, delle caratteristiche, dei *test*, dei metodi di misura e calibrazione, delle interfacce funzionali, dei requisiti ottici, ambientali e meccanici per assicurare prestazioni affidabili dei sistemi.

35. All'interno del TC 86, il Sottocomitato SC 86A si occupa di definire gli *standard* internazionali per le fibre ottiche e i cavi ottici per tutte le comunicazioni. Le attività di definizione, ereditate dal TC 86, sono applicate a tutte le tipologie di fibre ottiche monomodali e multimodali, ai cavi ottici da interno e da esterno, al fine di assicurare prestazioni affidabili dei sistemi.

36. In particolare, il documento IEC 60793-2, nella versione del 2019, redatto dal Sottocomitato SC 86A, contiene le specifiche generali per le fibre ottiche monomodali e multimodali¹²:

¹² IEC (2019). *IEC 60793-2:2019 Optical fibres – Part 2: Product specifications – General*. <https://webstore.iec.ch/publication/63390>.

<i>Document ID</i>	<i>Fibre category/class</i>	<i>Cladding material</i>	<i>Core material</i>	<i>Index profile</i>
IEC 60793-2-10	<i>A1 multimode</i>	<i>Glass</i>	<i>Glass</i>	<i>Graded</i>
IEC 60793-2-20	<i>A2 multimode</i>	<i>Glass</i>	<i>Glass</i>	<i>Quasi-step or step</i>
IEC 60793-2-30	<i>A3 multimode</i>	<i>Plastic</i>	<i>Glass</i>	<i>Step or graded (under consideration)</i>
IEC 60793-2-40	<i>A4 multimode</i>	<i>Plastic</i>	<i>Plastic</i>	<i>Step, multi-step or graded</i>
IEC 60793-2-50	<i>B single-mode</i>	<i>Glass</i>	<i>Glass</i>	<i>Not applicable</i>
IEC 60793-2-60	<i>C single-mode</i>	<i>Glass</i>	<i>Glass</i>	<i>Not applicable</i>
IEC 60793-2-70	<i>D polarization-maintaining</i>	<i>Glass</i>	<i>Glass</i>	<i>Not applicable</i>

3.3. CEI

37. Il Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) è un'associazione di diritto privato, senza scopo di lucro, responsabile in ambito nazionale della normazione tecnica in campo elettrotecnico, elettronico e delle telecomunicazioni, con la partecipazione diretta, su mandato dello Stato italiano, nelle corrispondenti organizzazioni di normazione europea (CENELEC – *Comité Européen de Normalisation Electrotechnique*) e internazionale (IEC – *International Electrotechnical Commission*).

38. Riconosciuto dallo Stato italiano e dall'Unione europea, il CEI propone, elabora, pubblica e divulga Norme Tecniche che costituiscono il riferimento per la presunzione di conformità alla “regola dell'arte” di prodotti, processi, sistemi e impianti elettrici. La Legge italiana del 1° marzo 1968, n. 186, stabilisce infatti che “*Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte*” e che gli stessi “*realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruiti a regola d'arte*”.

39. Le norme CEI, in larga maggioranza recepimenti di documenti normativi internazionali, costituiscono anche uno strumento per soddisfare le prescrizioni di natura obbligatoria previste dalla legislazione nazionale ed europea. Il processo di normazione nasce per rispondere a specifiche esigenze espresse dal mercato di disporre di riferimenti condivisi a livello nazionale (oltre che europeo o internazionale) e si sviluppa nell'ambito dei circa 140 Comitati Tecnici (CT), alcuni articolati anche in Sottocomitati (SC), finalizzati alla predisposizione e al continuo aggiornamento alla “*regola dell'arte*” delle norme CEI nel campo di loro competenza.

40. Nel caso dei cavi in fibra ottica e dei componenti attivi e passivi per la trasmissione del segnale, la competenza generale è del CT 86, mentre per cavi e fibre ottiche si fa

riferimento al SC 86A, il quale partecipa alle attività internazionali in ambito IEC/CENELEC con l'obiettivo di supportare e allineare le attività in ambito ITU-T/ETSI.

41. Tra le norme tecniche di interesse per il presente procedimento, si richiamano le Linee guida CEI 306-2 “*Guida al cablaggio per le comunicazioni elettroniche negli edifici residenziali*” e 64-100 parti 1/2/3 “*Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni*”, richiamate dall’art. 135-bis recante “*Norme per l’infrastrutturazione digitale degli edifici*” del “*Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia*” (D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380). Inoltre, si segnalano le norme della serie EN 50173 relative ai “*Sistemi di cablaggio strutturato*”, le norme della serie EN 61754 riguardanti i “*Dispositivi di interconnessione e componenti passivi per fibre ottiche - Interfacce di connettori per fibre ottiche*” e della serie EN 61755 riguardanti i “*Dispositivi di interconnessione e componenti passivi per fibre ottiche - Interfacce ottiche di connettori per fibre ottiche monomodali*”.

42. Per le specifiche di prodotto e i metodi di misura e di prova delle fibre ottiche, il riferimento è costituito dalla serie di norme CEI EN 60793; mentre per i cavi in fibra ottica il riferimento generale è alle serie CEI EN 60794, in cui si definiscono, tra l’altro, le caratteristiche meccaniche, climatiche ed ambientali dei cavi, le procedure di prova fondamentali, i principali elementi costitutivi dei cavi ottici e i requisiti per il loro impiego da interno o da esterno.

3.4. IEEE

43. L’“*Institute of Electrical and Electronics Engineers*” (IEEE) è la più grande associazione internazionale di scienziati professionisti con l’obiettivo di promuovere le scienze tecnologiche. Lo IEEE è composto da 39 società e 7 comitati tecnici, divisi per gruppi settoriali specifici e pubblica a livello mondiale circa un terzo della letteratura tecnica nei campi dell’ingegneria elettrica, elettronica, informatica e delle telecomunicazioni.

44. Tra i principali *standard* internazionali elaborati dall’*IEEE Standards Association* si annovera la famiglia di protocolli *standard* IEEE 802 per la trasmissione di dati a pacchetti di dimensione variabile su reti di telecomunicazioni realizzate con diversi mezzi fisici, tra cui spiccano le reti *Ethernet* (802.3) e le *Wireless LAN* (802.11); all’interno dello standard 802.3 per quanto attiene i requisiti previsti per i cavi in fibra ottica, questi risultano soddisfatti, a seconda delle configurazioni di rete, dalle fibre che rispondono agli standard IEC 60793-2 Type B1.1 (*dispersion un-shifted SMF*) o Type B1.3 (*low water peak SMF*) ovvero agli *standard* ITU-T G.652 o ITU-T G.657 mentre, per quanto attiene alle specifiche per il cablaggio strutturato degli edifici, il riferimento generale è la norma ISO/IEC 11801.

4. LE FASI DEL PROCEDIMENTO ISTRUTTORIO

45. I paragrafi seguenti descrivono le fasi del procedimento finalizzato all'identificazione degli *standard* tecnici da parte dell'Autorità e schematizzabili in:

- a) acquisizione delle esperienze internazionali in materia;
- b) richieste di informazioni rivolte agli operatori nazionali;
- c) consultazione pubblica di cui alla delibera n. 162/23/CONS;
- d) tavolo tecnico di cui alla delibera n. 257/23/CONS;
- e) acquisizione del parere del MIMIT previsto dalla legge 1° febbraio 2023, n. 10;
- f) notifica del progetto di regola tecnica alla Commissione europea ai sensi della Direttiva (UE) 2015/1535.

4.1. Esperienze internazionali in materia di definizione degli *standard* per le fibre ottiche e per i cavi

46. Nel mese di aprile 2023, l'Autorità ha trasmesso alle NRA europee partecipanti al BEREC un questionario finalizzato ad acquisire informazioni su eventuali esperienze internazionali inerenti alla definizione degli *standard* per le fibre ottiche e per i cavi.

47. Hanno risposto al questionario 19 Autorità (Austria, Cipro, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Lussemburgo, Norvegia, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Repubblica Slovacca, Romania, Serbia, Slovenia, Spagna, Svizzera, Ungheria), di cui 9 (Austria, Cipro, Finlandia, Francia, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Spagna, Svizzera) hanno rappresentato di aver svolto attività in merito. Nel seguito si descrivono le principali esperienze internazionali acquisite dall'Autorità.

4.1.1. Austria

48. In Austria il Ministero federale dei Trasporti, dell'Innovazione e della Tecnologia ha definito in una guida tecnica¹³ gli *standard* che devono essere adottati nei progetti di realizzazione delle reti in fibra ottica finanziati da aiuti di Stato¹⁴. L'obiettivo della strategia per la banda larga del Ministero prevedeva di garantire una velocità di trasmissione di almeno 100 Mbit/s a livello nazionale entro il 2020. La guida tecnica redatta dal Ministero è altresì finalizzata a raggiungere un livello minimo di

¹³ Guida tecnica consultabile al link: https://www.sfg.at/wp-content/uploads/2020/05/zukunftvernetzen_verlegeleitfaden-bundesministerium.pdf.

¹⁴ Ulteriori *standard* sono stati definiti per il cablaggio interno agli edifici.

standardizzazione al fine di facilitare la cooperazione tra i proprietari dell'infrastruttura e gli operatori di rete.

49. Nella guida tecnica, la rete è suddivisa in tre porzioni logiche: l'area di accesso ("Access Network"), l'area *feeder* ("Backhaul Network") e l'area *core* ("Core Network"). La guida tecnica è limitata alla "Access Network".

50. La guida affronta in modo approfondito gli aspetti legati alle opere civili, anche al fine di ridurre i costi di realizzazione dell'infrastruttura. In via generale, la guida raccomanda di progettare le infrastrutture di posa come infrastrutture "neutre", ossia in grado di supportare sia architetture punto-punto (P2P) sia punto-multipunto (P2MP).

51. Per la posa di nuove linee nella tratta *feeder*, la guida consiglia di utilizzare fasci di microtubi interrati per l'infilaggio dei cavi in fibra ottica. Ciò consente anche di creare diramazioni verso altre sezioni della rete con costi contenuti. La guida richiede l'utilizzo di una dimensione del tubo di 14 mm con uno spessore della parete di almeno 2 mm. Dovrebbe inoltre essere prevista una capacità *spare* per i futuri sistemi di comunicazione mobile (5G).

52. Per la sezione di rete in ingresso alle abitazioni, la guida consiglia di utilizzare solo fasci di microtubi sotterranei. Il più comunemente usato è un microtubo con diametro di 7 o 10 mm. Nelle zone a bassa densità edilizia sono consigliati microtubi da 10 mm.

53. Per quanto concerne le tecnologie per le fibre ottiche, la guida specifica che nelle reti di accesso dovrebbero essere utilizzate solo fibre monomodali, le quali presentano bassa attenuazione. Le caratteristiche della fibra ottica sono specificate negli *standard* internazionali ITU e IEC. A tale riguardo vengono indicati solo due tipi di fibra monomodale standardizzati:

Tipo di fibra	Codifica ITU	Codifica IEC
Cavo esterno	G.652.D	CEI 60793-2-50 B1.3
Cavo esterno	G.657.A	CEI 60793-2-50 B6.a
Cavo interno	G.657.A	CEI 60793-2-50 B6.a

54. La guida specifica che lo *standard* G.657.A si applica sia a G.657.A1 che a G.657.A2 (con proprietà di flessione ancora migliori). Le fibre ottiche G.657.B2 e G.657.B3, pur se ottimizzate per la curvatura, non devono tuttavia essere utilizzate al fine di evitare possibili incompatibilità con le fibre G.652.D.

55. Sono consigliate sia le fibre G.652.D sia G.657.A1, poiché soddisfano i requisiti dei cavi sia per esterni sia per interni e si armonizzano bene anche con le fibre più datate. Queste fibre offrono anche un'attenuazione ridotta e sono già ottimizzate per i futuri sistemi di trasmissione ad alta velocità.

56. Sono inoltre fornite ulteriori indicazioni rispetto a:

- a) **Raggio di curvatura.** Se il raggio di curvatura della fibra scende al di sotto del valore minimo, la riflessione totale non ha più luogo sul rivestimento con conseguente dispersione di parte della luce e aumento dell'attenuazione. Grazie alle nuove tipologie di fibre ottiche sviluppate dai produttori appositamente per le installazioni domestiche FTTH (G.657.A1 e G.657.A2), meno sensibili alla flessione, è possibile garantire una trasmissione quasi senza perdite anche con raggi di curvatura inferiori a 10 mm. I raggi di curvatura minimi sono:
- i) G.652.D: 30 mm
 - ii) G.657.A1: 10 mm
 - iii) G.657.A2: 7,5 mm
- b) **Attenuazione.** Secondo la specifica ITU, le perdite ammissibili per attenuazione dei cavi con fibre monomodali sono al massimo di 0,4 dB/km a 1.310 nm e 0,4 dB/km a 1.550 nm. Ciò consente di realizzare reti P2P con collegamenti in fibra fino a 70 km. Nelle reti P2MP, la distanza massima è ridotta a causa della presenza degli *splitter* ottici. Per i cavi interni con fibre ITU-T G.657.A, considerate le brevi distanze in gioco, l'attenuazione risulta essere un fenomeno trascurabile.

57. In merito ai cavi in fibra ottica, la guida richiama che questi hanno il compito di proteggere le fibre dagli effetti ambientali. Per tale motivo, viene fatta una distinzione fondamentale tra i cavi per esterni e quelli per interni, in quanto devono soddisfare requisiti diversi. I cavi per esterni sono costruiti e dimensionati in modo tale da soddisfare tutti i requisiti relativi alle canaline per cavi: elevata resistenza alla trazione, protezione longitudinale dall'acqua, ecc. I relativi metodi di prova sono specificati nella norma IEC 60794-1-2. I cavi per interni sono ottimizzati per la posa negli edifici, per cui la protezione antincendio è di grande importanza: bassa propagazione del fuoco, basso sviluppo di fumo, assenza di alogeni.

58. Nelle reti FTTH si utilizzano i seguenti tre tipi di cavi esterni in fibra ottica:

- a) **Cavo interrato:** ha un diametro esterno fino a 18 mm e contiene fino a 432 fibre. È utilizzato prevalentemente nella sezione *feeder* in canaline di protezione cavi, canaline per cavi e microtubi;
- b) **Minicavo per linee principali:** ha un diametro esterno superiore a 4-12 mm e contiene da 48 a 288 fibre. È ottimizzato per il soffiaggio nei microtubi;
- c) **Microcavo per ingresso negli edifici:** ha un diametro esterno inferiore a 4 mm con un numero di fibre compreso tra 2 e 48. È ottimizzato per il soffiaggio nei microtubi.

4.1.2. *Finlandia*

59. In Finlandia, l'ANR ha emanato a fine 2022 un Regolamento¹⁵ che si applica alle reti e ai sistemi di comunicazione interna degli immobili residenziali o ad uso ufficio e degli immobili pubblici, in caso di nuova realizzazione o di ampliamento di edifici esistenti. Il Regolamento, focalizzato sulle reti interne e i locali apparati ad esse necessari e funzionali, ne stabilisce i requisiti in termini di struttura, qualità tecnica, prestazioni e affidabilità, sicurezza e protezione, ispezioni e collaudi, documentazione. Il Regolamento è vincolante per progettisti, costruttori, sviluppatori, proprietari e gestori di reti interne; nonché per gli appaltatori delle società di telecomunicazioni.

60. Il Regolamento è implementato in accordo con la normativa EN 50173 che disciplina i cablaggi strutturati e non si applica alla rete pubblica di comunicazione di un operatore di telecomunicazioni.

61. Tra i requisiti previsti per il cablaggio ottico degli edifici, a partire dal punto di terminazione della rete pubblica dell'operatore (*i.e.* distributore primario), questo deve essere implementato installando almeno quattro fibre ottiche monomodali per ogni appartamento. Inoltre, dal distributore di edificio a ciascun eventuale distributore secondario devono essere installate almeno sei fibre ottiche monomodali.

62. Nelle proprietà residenziali, l'attenuazione dei collegamenti permanenti del cablaggio ottico nelle lunghezze d'onda di 1.310 nm e 1.550 nm non deve essere superiore a:

- a) 1,2 dB, se la lunghezza del collegamento permanente è ≤ 250 m;
- b) 1,4 dB, se la lunghezza del collegamento permanente è > 250 m e ≤ 500 m;
- c) se sono presenti giunzioni meccaniche di fibre nell'assemblaggio dei collegamenti permanenti, l'attenuazione non può essere superiore ai limiti basati sulla lunghezza dei collegamenti permanenti sopra specificati, considerando un incremento di 0,2 dB per ogni giunzione meccanica presente nel collegamento.

63. Nelle proprietà residenziali, le fibre ottiche utilizzate per il cablaggio ottico devono essere conformi alle fibre monomodali di categoria OS2 della norma EN 50173-1. Nelle proprietà residenziali, i connettori ottici devono essere di tipo LC o SC lucidati ad angolo (APC) e soddisfare i requisiti di attenuazione e riflessione del segnale ottico in conformità con lo standard EN 61755-2-2 ed i requisiti geometrici per l'interconnessione delle fibre in conformità con norma EN 61755-3-2. La struttura e le dimensioni dei connettori e degli adattatori LC devono essere conformi alla norma EN 61754-20 mentre la struttura e le dimensioni dei connettori e degli adattatori SC devono essere conformi alla norma EN 61754-4.

¹⁵ https://www.finlex.fi/data/normit/48858/M_65_E2022_M_EN.pdf .

64. Il Regolamento, inoltre, indica che l'apparecchiatura di misura per il cablaggio ottico deve essere conforme alla norma EN 61280-4-2.

4.1.3. Francia

65. Arcep ha istituito un Comitato per la rete locale in fibra ottica (“*Comité d’experts pour la boucle locale en fibre optique jusqu’à l’abonné*”), composto da esperti che rappresentano l’intero ecosistema relativo alle reti locali in fibra ottica: gestori di infrastrutture, operatori commerciali, installatori, produttori di apparati passivi e attivi, enti di normazione, ecc.

66. Dal 2013, il lavoro del comitato di esperti per l’accesso locale in fibra ottica si è concentrato sullo sviluppo di un compendio finalizzato alla condivisione delle migliori pratiche nella diffusione delle reti FTTH nelle aree meno dense del Paese; le specifiche elaborate dal Comitato non sono vincolanti per gli operatori ma, in caso di finanziamento pubblico delle reti in fibra ottica, gli enti locali ne impongono il rispetto nei relativi bandi di gara.

67. Il compendio attualmente in vigore¹⁶ analizza in dettaglio tutti gli elementi infrastrutturali ed impiantistici che coinvolgono la tratta di rete di accesso compresa tra il punto di concentrazione di una rete in fibra ottica (NRO, dove sono installati gli apparati che permettono all’operatore commerciale di attivare gli accessi per i suoi clienti), il punto di mutualizzazione (PM) ed il dispositivo passivo di terminazione ottica (DTIo) all’interno dell’abitazione o del locale commerciale, che costituisce il punto di confine tra la rete di accesso in fibra ottica e la rete interna del cliente finale.

68. Le specifiche proposte per il NRO sono destinate a gestori di infrastrutture che desiderano offrire servizi di *hosting* (colocazione) di apparati attivi e di trasporto ottico agli operatori commerciali e riguardano aspetti come l’organizzazione degli spazi, gli impianti di condizionamento e alimentazione elettrica, i raccordi ottici da e verso gli apparati OLT (*Optical Line Terminal*) degli operatori ivi co-locati.

69. Per quanto riguarda i PM, possono essere co-locati all’interno del NRO, realizzati all’interno di un locale tecnico, oppure installati in *outdoor* sotto forma di armadio stradale. Il compendio indica i parametri per il dimensionamento del PM e descrive, per ognuna delle suddette tre opzioni, gli schemi per configurarne gli spazi e raccordarvi le fibre in ingresso e uscita dal PM con i relativi connettori.

70. Un ulteriore elemento infrastrutturale oggetto di specifiche nel Compendio è il punto di derivazione ottica (PBO) situato alla base o all’esterno dell’edificio o, in caso di edifici multipiano, nelle colonne montanti degli stessi, che permette di collegare i cablaggi di distribuzione a monte con il cavo di derivazione che raggiunge il DTIo.

¹⁶ https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1677573101/reprise/dossiers/fibre/CE_recueil_specification_ZMD_V10.pdf .

71. La regolamentazione vigente in Francia prevede criteri minimi di dimensionamento della rete secondaria ottica (ad esempio una linea per abitazione e almeno una linea per locale commerciale da servire) ma il Comitato raccomanda di progettare le reti con un dimensionamento maggiore, considerando una sovracapacità media in termini di linee installate di almeno il 15% e una riserva di spazio aggiuntivo nel PM di almeno il 25%.

72. Nello specifico delle reti PON (*Passive Optical Network*), il Comitato rileva come gli operatori tendano ad installare architetture con fattori di *splitting (couplage)* di 1:64 o 1:32 per un PM che deve coprire aree estese e scarsamente popolate e gli *splitter* risultano solitamente installati nel PM. Il numero di fibre per le esigenze di una rete PON può essere calcolato dividendo il numero di locali a monte del PM per il tasso medio di *splitting*. Il Comitato di esperti ritiene che un rapporto di *couplage* di 1 a 30 sia abbastanza realistico e conservativo da poter essere utilizzato nei calcoli di dimensionamento del collegamento ottico. Infine, ogni operatore potrebbe non saturare la capacità dei suoi *splitter*, e quindi le sue fibre primarie; pertanto, si rende necessario prevedere un certo numero di fibre primarie aggiuntive (almeno una fibra aggiuntiva per operatore).

73. Nello specifico delle reti P2P, gli operatori hanno tre strategie:

- a) Installare un apparato attivo nel PM;
- b) Installare un apparato attivo nel NRO del gestore dell'infrastruttura (affittando le fibre sul cavo che collega il NRO al PM);
- c) Installare un apparato attivo nel proprio NRO (portando un cavo dedicato tra questo NRO e il PM).

74. La strategia adottata può dipendere dalla dimensione del PM ed evolvere nel tempo (a seconda del numero di clienti considerati), considerando che il costo di attivazione di un PM è relativamente alto ed a carico dei soli operatori che desiderano installarvi apparati attivi e che, generalmente, saranno necessarie almeno due fibre ottiche dedicate nella tratta NRO-PM.

75. In generale il Comitato ritiene auspicabile l'applicazione di una norma comune per il dimensionamento di tutti i collegamenti primari, basata sul numero dei locali serviti dal PM e sulla necessità di fibre dedicate ai singoli clienti finali.

76. In merito ai vincoli derivanti dall'attenuazione ottica nelle reti GPON (*Gigabit PON*), il Compendio illustra le massime distanze NRO-DTIO attualmente raggiungibili in funzione delle tecnologie a seconda del tasso di *splitting* selezionato (1/32 o 1/64) e della classe di sistemi ottici utilizzati dato che, per la tecnologia GPON, lo *standard* ITU-T G.984.2 definisce 2 classi di *budget* ottico, B+ e C+, pari a 28 dB e 32 dB rispettivamente.

77. Inoltre, nel documento vengono presentate tutte le principali tecnologie per le trasmissioni ottiche standardizzate dall'ITU-T e dall'IEEE, nonché le rispettive lunghezze d'onda di esercizio (Figura 2). A fronte dell'introduzione in rete di una nuova tecnologia, è utile verificare la possibile coesistenza delle diverse lunghezze d'onda impiegate sulla tratta, in quanto, allo stato attuale degli *standard* e delle tecnologie di

trasmissione la coesistenza è assicurata solo tra norme/raccomandazioni dello stesso organismo (ITU-T o IEEE), e se la fibra è assegnata a un unico operatore. D'altra parte, ad esempio, non è possibile combinare tecnologie GPON ed EPON (o rispettivamente XGS-PON e 10G EPON) sulla stessa fibra. L'obiettivo finale della coesistenza quindi, oltre alla possibilità di una transizione graduale quando si passa da una tecnologia all'altra, è quello di consentire un uso ottimale della rete in fibra già implementata.

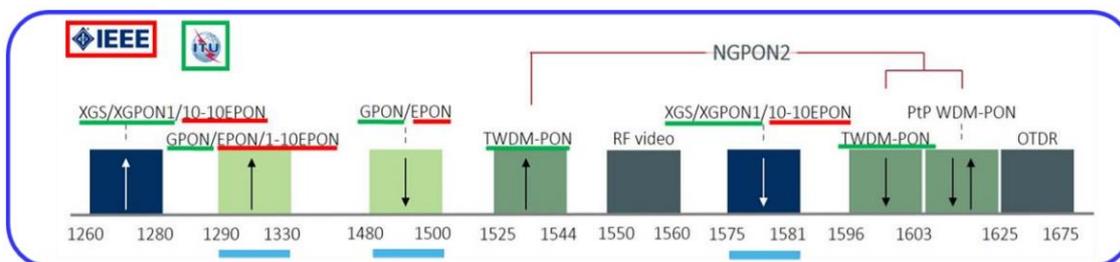


Figura 2 - Lunghezze d'onda utilizzate nelle diverse tecnologie FTTH PON.

78. Il comitato individua due principali soluzioni per introdurre nuove tecnologie PON, evolutive rispetto alla GPON, ma coesistenti con essa sulla stessa fibra: l'introduzione di elementi di coesistenza ottica (del tipo WDM1r o CEx/CEMx, che consentono di moltiplicare diverse lunghezze d'onda secondo la norma ITU-T G.984.5), oppure l'utilizzo di nuove schede OLT che combinano direttamente 2 tecnologie (GPON e XGS-PON) ed integrano il *multiplexer* WDM1r. Per questo scenario di rete multi-tecnologia, nel documento vengono definite per le diverse lunghezze d'onda trasmesse sulla fibra le modalità di misura e i parametri di attenuazione massima consentiti, nelle tratte di accesso primarie e secondarie.

79. Nelle appendici del Compendio, sono dettagliate, tra l'altro, le specifiche tecniche per gli armadi stradali (con o senza elementi attivi al loro interno), per i PBO, per i cavi da interno o esterno, per le bretelle ottiche (consigliato l'uso di fibre poco sensibili alla curvatura corrispondenti alla Raccomandazione ITU-T G.657.A2), per i connettori (consigliato il tipo SC/APC di grado almeno C1 per ambiente esterno protetto, definiti secondo le norme IEC 61753-1 e 61300-3-34).

80. Per quanto riguarda le caratteristiche della fibra da utilizzare nell'intera tratta di accesso locale che va dal NRO al DTIO, **il Comitato individua come più idonea la fibra rispondente alla Raccomandazione ITU-T G.657.A2, in quanto permette di garantire la trasmissione nel range 1.260-1.625 nm anche con raggi di curvatura di 7,5 mm.** Particolarmente interessante è infatti il suo comportamento nelle macro-curvature e nelle micro-curvature durante le operazioni di installazione e manutenzione della fibra in ambiente interno (NRO, edifici, appartamenti, case) ma anche all'aperto (*box* di giunzione, armadi stradali, ecc.). **Si segnala che gli studi condotti dal Comitato**

da settembre 2018 a giugno 2020 hanno dimostrato che in un contesto di rete ottica di accesso condivisa, l'uso di fibre del tipo G.652.D porterebbe a un sistema nel complesso meno robusto; il parere del comitato di esperti del luglio 2020¹⁷ presenta i risultati che portano a questa conclusione: in sintesi, il suo utilizzo è possibile solo in caso di accertata carenza (ovvero indisponibilità di lunga durata e di rilievo della fibra G.657.A2) e deve essere limitato al segmento di tratta primaria NRO – PM.

4.1.4. Portogallo

81. In Portogallo, le VHCN sono normalmente di proprietà di operatori privati, sebbene possano esserci reti pubbliche, costruite dagli Enti locali, e queste devono essere conformi all'ultima versione del manuale ITUR (*Infraestruturas de Telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e Conjuntos de Edifícios*) adottato da ANACOM nel 2020¹⁸. Scopo del manuale è garantire la semplificazione e la riduzione dei costi dei requisiti tecnici e delle specifiche per le infrastrutture di telecomunicazione nelle urbanizzazioni e nei complessi di edifici, senza comprometterne la qualità, la funzionalità e la sicurezza. Oltre ai requisiti tecnici e alle specifiche, di natura minima e cogente, vengono anche presentate raccomandazioni che comprendono una serie di procedure considerate come *best practices*, che, pur non essendo vincolanti, mirano a consentire a progettisti e installatori di trovare le migliori soluzioni per lo specifico progetto/installazione.

82. Le ITUR in ambito pubblico, situate in lottizzazioni e urbanizzazioni, sono obbligatoriamente costituite da tubazioni; mentre le ITUR private, realizzate in un complesso di edifici, con confini ben definiti, sono obbligatoriamente costituite sia da tubazioni che da cablaggi.

83. Nel manuale i confini dell'ITUR sono definiti come i punti di interconnessione dell'ITUR con le reti di comunicazioni elettroniche pubbliche, le ITUR di altre urbanizzazioni o le ITED (*Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios*), ovvero le reti interne agli edifici che devono essere realizzate secondo il manuale ITED adottato da ANACOM nel 2020¹⁹.

84. Entrambi i manuali richiamano, per quanto attiene ai cavi da impiegare nelle infrastrutture per telecomunicazioni, il rispetto dei requisiti di reazione al fuoco come da normativa CPR (*Construction Products Regulation*).

85. Il manuale ITUR definisce le caratteristiche geometriche, meccaniche e dei materiali per tubi, pozzetti di ispezione, armadi stradali, gallerie e locali tecnici che costituiscono l'infrastruttura. Ad esempio, tra le varie prescrizioni per gli armadi di telecomunicazioni di un'urbanizzazione (ATU), il cui scopo è consentire

¹⁷ <https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1600420872/reprise/dossiers/fibre/avis-CE-utilisation-G652D-sur-transport.pdf> .

¹⁸ <https://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1519465> .

¹⁹ <https://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1519466> .

l'interconnessione delle reti pubbliche di comunicazione elettronica (ITUR pubblica) con le reti cablate dell'urbanizzazione (ITUR privata), vi è la prescrizione di alloggiare gli elementi necessari a distribuire il segnale sulle tre reti considerate come obbligatorie (rame, cavo coassiale e fibra ottica).

86. Il manuale ITUR definisce le caratteristiche dei cavi in fibra ottica (diametri di nucleo/guaina) e categoria. Le fibre ottiche utilizzate in un dato collegamento trasmissivo devono avere la stessa specifica tecnica costruttiva ed appartenere alla stessa categoria. Tutti i cavi in fibra ottica utilizzati nelle reti di cablaggio ITUR devono essere conformi ai requisiti delle norme EN 60793-2-50 e EN 60794-1-1. Per quanto riguarda la sensibilità alla curvatura, le fibre ottiche devono soddisfare i requisiti della Raccomandazione ITU-T G.652, mentre per prestazioni superiori devono essere osservate le Raccomandazioni di ITU-T G.657.

87. Per quanto riguarda le prescrizioni per le reti di distribuzione all'interno delle ITUR private, le reti in fibra ottica devono essere dimensionate considerando almeno 2 fibre per unità immobiliare, basate su fibra monomodale e realizzate con topologia a stella, ovvero punto-punto. Il manuale individua anche il valore massimo delle perdite da attenuazione ammissibili, in base alla lunghezza del collegamento e alla categoria della fibra (OS1a o OS2), per le due lunghezze d'onda di 1.310 nm e 1.550 nm. Per l'esecuzione delle prove si applicano le disposizioni delle norme EN 50346 e IEC 61280-4-2.

88. Il manuale ITED (*Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios*), basato sulle norme di standardizzazione europee, si applica a tutte le infrastrutture di telecomunicazioni negli edifici nuovi o soggetti a modifiche. Partendo dalla fase di progettazione definisce i requisiti generali per il cablaggio applicabili a vari tipi di edifici (EN 50173); identifica a seguire i requisiti dei cavi e delle tubazioni, nonché le modalità di manutenzione (EN 50174-1), i requisiti per l'installazione (EN 50174-1), le modalità di *test* a valle dell'installazione dei cablaggi (EN 50346) e la realizzazione dei sistemi di messa a terra (EN 50310).

89. Nel manuale vengono indicate sia le categorie di fibre ottiche ammesse (OS1a o OS2), come definite nella serie EN 50173-1, che le attenuazioni massime consentite, riferite ai soli cavi in fibra, senza considerare l'installazione dei connettori, per le due lunghezze d'onda di 1.310 nm e 1.550 nm.

90. Il manuale identifica, sia per quanto riguarda le tubazioni che i cablaggi, i confini dell'infrastruttura di edificio come i punti di interconnessione delle infrastrutture ITED con le reti pubbliche di comunicazione elettronica o con le infrastrutture ITUR.

91. La fibra ottica monomodale è l'unico tipo di fibra che può essere installato in ITED, secondo i requisiti della norma EN 60793-2-50. I dispositivi da installare nella rete in fibra ottica devono essere compatibili con la terminazione con connettori SC/APC, in particolare conformi ai requisiti della serie EN 61300, mentre le prese devono essere conformi ai requisiti di sicurezza previsti dalle norme EN 60825-1 e 2.

92. I cavi in fibra ottica da interno devono essere dielettrici, con bassa sensibilità a raggi di curvatura stretti e adeguata resistenza alla trazione meccanica; i cavi da esterno devono garantire protezione dall'umidità, essere totalmente dielettrici, avere adeguata resistenza alla trazione meccanica e permettere l'installazione a trazione o a soffiaggio. È obbligatorio installare cavi in fibra ottica con bassa sensibilità ai raggi di curvatura conformi ai requisiti minimi dello *standard* ITU-T G.657.

4.1.5. Regno Unito

93. Nel Regno Unito la definizione degli *standard* tecnici per le reti in fibra ottica FTTP (*Fiber To The Premises*) non è svolta dalla NRA (Ofcom) ma da NICC, un ente separato ed indipendente che sviluppa *standard* per le reti e servizi pubblici di comunicazione elettronica.

94. Con riferimento alle reti in fibra ottica ed ai livelli di qualità che devono essere garantiti, NICC ha definito la guida tecnica²⁰ “*End-to-End Network Performance Rules & Objectives for the Interconnection of NGNs*”. In particolare, la guida fornisce regole ed indicazioni (classificate con diversi livelli prescrittivi come *shall, should, may, can, will*) per gestire correttamente le prestazioni *end-to-end* tra reti NGN interconnesse fisse e mobili che forniscono servizi di fonia, VBD²¹ e *Clearmode*²².

95. Le linee guida forniscono indicazioni su requisiti quali il ritardo dei pacchetti trasmessi in rete, la variazione di tale ritardo (*jitter*), il tasso di perdita dei pacchetti, i *codec* da utilizzare per la codifica e decodifica dei segnali, il controllo dell'eco, il tempo di instaurazione della chiamata, la stabilità ed affidabilità del servizio.

96. La guida, tuttavia, non fornisce indicazioni per i livelli inferiori del modello di riferimento ISO-OSI²³ relativi alla trasmissione fisica dei segnali e, quindi, alle specifiche tipologie di fibre e cavi da utilizzare per supportare il soddisfacimento dei requisiti indicati.

4.1.6. Spagna

97. In Spagna i regolamenti edilizi considerano l'Infrastruttura Comune di Telecomunicazioni (CTI) un elemento essenziale per tutti i nuovi edifici, analogamente ai cavi elettrici o alle condutture idriche. Dal 1998 ogni nuovo edificio deve essere dotato

²⁰ Consultabile al link: <https://niccstandards.org.uk/wp-content/uploads/2022/05/ND1704V4.2.1.pdf> .

²¹ Servizio che supporta la trasmissione affidabile di dati in banda fonica (come le applicazioni *machine-machine* che usano toni DTMF).

²² Servizio che supporta la trasmissione affidabile di flussi di dati a 64 kbit/s nel protocollo di trasporto *real-time* RTP.

²³ *Open Systems Interconnection, standard* ISO che definisce il modello di riferimento per l'interconnessione e la comunicazione tra reti e sistemi.

di doppini in rame e cavidotti idonei a raggiungere, in cavo coassiale o fibra ottica, ogni abitazione dell'edificio. Nel 2011 è stato approvato il Regolamento delle infrastrutture comuni di telecomunicazioni per l'accesso ai servizi di telecomunicazione all'interno degli edifici²⁴, più volte aggiornato per tenere conto delle evoluzioni tecnologiche. Dal 2012 ciascun nuovo edificio deve essere dotato di infrastruttura FTTH per ogni abitazione, e se necessario anche di infrastruttura in rame: il progettista della CTI per il nuovo edificio deve chiedere agli operatori attivi sul territorio se esiste qualche parte dell'infrastruttura che non si intende utilizzare (ovvero se è necessaria una rete in rame per quello specifico edificio); pertanto, la fibra sarà sempre inclusa e il rame solo nel caso (attualmente raro) che sia necessario dietro specifica indicazione di un operatore consultato.

98. Il Regolamento individua, tra l'altro, il dimensionamento minimo dei cablaggi interni agli edifici, individuato considerando il numero e la tipologia di unità immobiliari da servire, inclusa una scorta pari al 20% del totale di fibre stimate come necessarie; nella rete verticale dovrà essere utilizzato un cavo multifibra standardizzato di capacità pari o superiore a detto valore.

99. Il cavo in fibra ottica multifibra per la distribuzione verticale avrà preferibilmente fino a 48 fibre ottiche. Le fibre ottiche che verranno utilizzate in questo tipo di cavo saranno di tipo G.657 monomodale, categoria A2 o B3, con bassa sensibilità alle curvature come definite nella Raccomandazione ITU-T G.657; le fibre ottiche devono essere compatibili con il tipo G.652.D, definito nella Raccomandazione ITU-T G.652.

100. Il cavo deve essere completamente dielettrico, non avere alcun elemento metallico e il materiale della guaina del cavo deve essere termoplastico, privo di alogeni, non propagante la fiamma e a bassa emissione di fumi. Le fibre ottiche saranno distribuite in micromoduli da 1, 2, 4, 6 o 8 fibre. Il cavo deve essere realizzato con sufficienti elementi di rinforzo, al fine di garantire che per una trazione di 1.000 N non si verifichino allungamenti permanenti delle fibre ottiche o aumenti dell'attenuazione. Il diametro di questi cavi sarà di circa 8 mm e il loro raggio minimo di curvatura in posa dovrà essere dieci volte questo diametro (ovvero 8 cm). In alternativa, può essere considerato valido un progetto di cavo realizzato con singole fibre ottiche da 900 *micron*, piuttosto che con micromoduli multifibra. Il diametro di questi cavi sarà circa 15 mm e il suo raggio minimo di curvatura in posa deve essere dieci volte il suddetto diametro (ovvero pari a 15 cm).

101. Per quanto attiene ai parametri della rete di distribuzione interna all'edificio, dovrà essere verificata la continuità delle fibre ottiche mediante un generatore di segnali ottici a diverse lunghezze d'onda (1.310 nm, 1.490 nm e 1.550 nm) in una estremità e un rilevatore o misuratore adatto all'altra estremità. Il Regolamento raccomanda che l'attenuazione ottica misurata non superi 1,55 dB e, in nessun caso, la suddetta attenuazione dovrà superare i 2 dB.

²⁴ <https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-5834-consolidado.pdf>.

4.1.7. Svizzera

102. Un gruppo di lavoro composto da operatori, fornitori, associazioni ed enti regolatori, guidato dalla NRA, ha prodotto delle linee guida non vincolanti per la realizzazione degli impianti FTTH interni agli edifici²⁵ secondo lo schema di rete riportato in Figura 3.

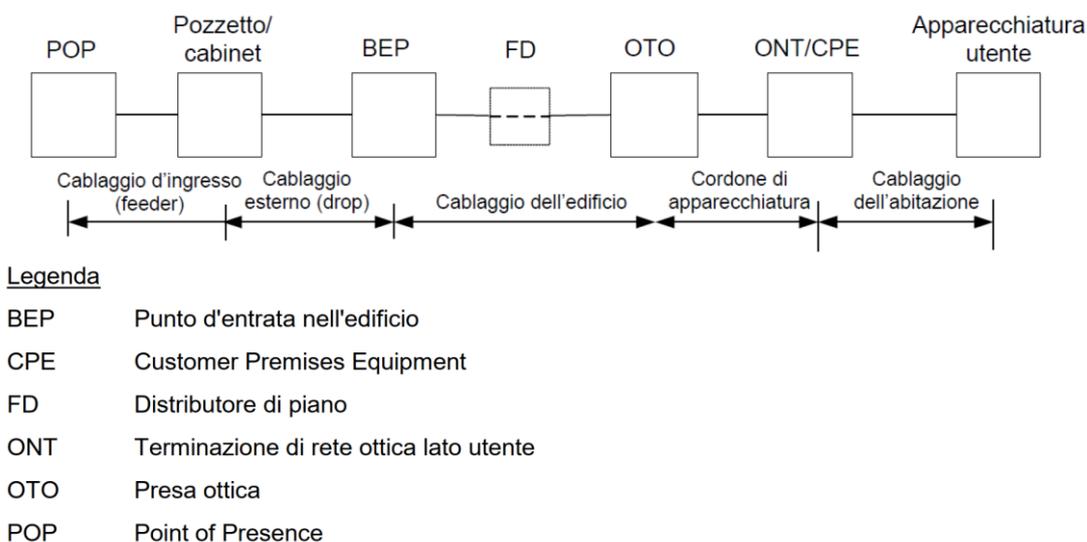


Figura 3 - Modello di riferimento per l'impianto FTTH dell'edificio.

103. La guida fornisce le seguenti definizioni:

- a) Punto d'entrata nell'edificio (BEP): Il BEP consente il collegamento dal cavo esterno (cablaggio *drop*) al cavo interno (cablaggio dell'edificio). Il collegamento può avvenire tramite una giunzione a fusione oppure un cavo in fibra ottica. Nota: per le unità residenziali unifamiliari la funzione BEP può non essere necessaria e, in questo caso, il cablaggio *drop* termina direttamente nella presa ottica (OTO).
- b) Distributore di piano (FD): Il distributore di piano è un elemento opzionale che permette il passaggio dal cablaggio verticale a quello orizzontale interni all'edificio.
- c) Cablaggio dell'edificio: Il cablaggio dell'edificio collega il BEP all'OTO. I suoi componenti principali sono un cavo da interno in fibra ottica o altri elementi in fibra ottica installati attraverso la tecnica di soffiaggio. Uno degli elementi centrali

²⁵ "Scheda tecnica relativa agli impianti FTTH interni agli edifici: mezzo fisico del livello 1", https://www.bakom.admin.ch/dam/bakom/it/dokumente/tc/technische_richtlinienbetreffendftth-installationeningebaeudenph.pdf.download.pdf/scheda_tecnica_relativaagliimpiantiftthinterniagliedificim ezzofi.pdf.

della guida tecnica è la previsione che tra il BEP e ciascuna OTO siano installate quattro fibre.

- d) Presa ottica (OTO): L'OTO è un dispositivo di connessione fisso dove termina il cavo in fibra ottica interno all'edificio. Esso fornisce un'interfaccia ottica per il cordone di ONT/CPE.
- e) Terminazione di rete ottica lato utente (ONT): L'ONT rappresenta la terminazione della rete ottica FTTH presso l'abitazione dell'utente. Comprende un convertitore optoelettronico. L'ONT e il CPE possono essere integrati.
- f) *Customer Premises Equipment (CPE)*: Il CPE è qualsiasi dispositivo attivo, ad es. il *set-top-box*, che fornisce i servizi FTTH (trasmissione dati ad alta velocità, TV, telefonia, ecc.) all'utente finale. L'ONT e il CPE possono essere integrati.
- g) Cablaggio dell'abitazione: Il cablaggio dell'abitazione dell'utente supporta la distribuzione in quest'ultima di un'ampia gamma di applicazioni (TV, telefono, accesso *Internet*, ecc.). È escluso l'hardware specifico per le applicazioni.
- h) Apparecchiatura dell'utente: L'apparecchiatura dell'utente (TV, telefono, *personal computer*, ecc.) permette l'accesso di quest'ultimo ai servizi FTTH.

104. Lo scopo del documento è di *“permettere che due o più reti in fibra ottica che servono lo stesso edificio possano condividere un unico impianto installato all'interno dello stesso: ne deriva infatti il vantaggio di poter costruire un solo impianto per ogni stabile”*. La scheda tecnica è volontaria e non vi è un obbligo legale per le parti di rispettarla. Il gruppo di lavoro, tuttavia, raccomanda a tutte le parti coinvolte nella costruzione di impianti in fibra ottica interni agli edifici di osservarla.

105. Per quanto concerne le caratteristiche delle fibre, la guida indica l'utilizzo della fibra monomodale nel rispetto delle tipologie indicate nella seguente tabella.

Tabella 1 - Caratteristiche delle fibre da utilizzare per la realizzazione delle reti FTTH.

Tipo di fibra	Codice UIT	Codice IEC
Cavi da esterno	G. 652D	IEC 60793-2-50 B1.3
Cavi da esterno	G. 657A*	IEC 60793-2-50 B6_a
Cavi da interno	G. 657A*	IEC 60793-2-50 B6_a

* G.657A include G.657A1 e A2.

106. La guida sconsiglia le fibre con un raggio di curvatura ridotto G.657.B2 e G.657.B3 per problemi di compatibilità. A tale riguardo la guida fornisce alcune prescrizioni relative al raggio di curvatura:

- a) In corrispondenza del BEP e delle sezioni di cavo esterno il raggio di curvatura delle fibre monomodali del tipo G.652.D o G.657.A deve essere pari o superiore a 30 mm.
- b) In corrispondenza dell'OTO e delle sezioni di cavo interno il raggio di curvatura delle fibre G.657.A deve essere pari o superiore a 15 mm.

107. Per quanto concerne i cavi, la guida fornisce le seguenti indicazioni:

- a) In corrispondenza del BEP devono essere utilizzati cavi ottici in tubi *loose* conformi alla serie IEC 60794 oppure un cablaggio in minitubi per installazione mediante soffiaggio conforme alla serie IEC 60794-5.
- b) I requisiti dei cavi da esterno sono disciplinati dalla IEC 60794-3-11 con intervallo di temperatura operativa tra -30°C e +70°C.
- c) I requisiti dei cavi da interno sono disciplinati dalla IEC 60794-2-20 e devono condurre 4 fibre tra il BEP e ogni OTO con intervallo di temperatura operativa tra -20°C e +60°C.
- d) La risposta alle fiamme dei cavi interni ed esterni deve rispettare i requisiti fissati nelle serie IEC 60332, IEC 60754 e IEC 61034.

4.1.8. Conclusioni sulle esperienze internazionali in materia di definizione degli standard per le fibre ottiche

108. Alla luce di quanto rappresentato, dalle principali esperienze internazionali emerge che:

- a) in molti Paesi europei, si è avvertita l'esigenza di uniformare e armonizzare la realizzazione delle reti in fibra ottica mediante l'individuazione degli *standard* da utilizzare nelle diverse tratte di rete ottica;
- b) i principali riferimenti normativi per la definizione degli *standard* per le fibre ottiche ed i cavi sono rappresentati dalle Raccomandazioni ITU-T della serie G.65X;
- c) gli *standard* per le fibre ottiche ed i cavi ad oggi maggiormente utilizzati sono:
 - i) per la tratta di *backhauling*: **G.652.D, G.657.A**;
 - ii) per le tratte di rete ottica primaria e secondaria: **G.652.D, G.657.A1, G.657.A2**;
 - iii) per il cablaggio dell'edificio: **G.657.A1, G.657.A2, G.657.B3**;
- d) in merito alla fibra ottica G.657.B3, alcuni paesi (Spagna) ne consigliano l'utilizzo in virtù del ridotto raggio di curvatura mentre altri (Austria, Francia, Svizzera) la vietano o la sconsigliano al fine di evitare possibili incompatibilità con altre tratte più a monte in cui potrebbe essere presente fibra ottica del tipo G.652.D.

4.2. Le informazioni acquisite dall’Autorità nella fase preistruttoria

109. Con nota del 28 marzo 2023, l’Autorità ha chiesto ai principali operatori attivi nella realizzazione di reti in fibra ottica alcune informazioni ritenute utili al fine di individuare gli *standard* tecnici per i cavi in fibra ottica. Nel seguito è riportata una sintesi delle risposte degli operatori ai principali quesiti posti dall’Autorità.

4.2.1. Normativa europea e/o internazionale di riferimento

110. Tutti gli operatori hanno indicato quale ente internazionale di riferimento per gli *standard* tecnici relativi ai cavi in fibra ottica l’ITU-T *International Communication Union*. Nello specifico, è all’interno delle Raccomandazioni ITU-T della Serie G.65X (“*Transmission systems and media, digital systems and networks*”) che si identificano le proprietà fisiche e trasmissive per le fibre ottiche cablate.

111. Alcuni operatori hanno segnalato anche le Raccomandazioni della Serie L.XXX (“*Environment and ICTs, climate change, e-waste, energy efficiency; construction, installation and protection of cables and other elements of outside plant*”) che disciplinano, tra l’altro, le principali caratteristiche dei componenti “accessori” ai cavi come, ad esempio, i connettori (ITU-T L.36) o le giunzioni.

112. Un operatore ha citato come riferimento generale la normativa CEI, elaborata in seno al comitato CT86 “*Fibre Ottiche*” ed ai suoi sottocomitati (SC86A “*Fibre e cavi*”, SC86B “*Dispositivi di connessione e componenti passivi per fibre ottiche*” e SC86C “*Sistemi ottici e dispositivi attivi*”), mentre un altro operatore ha indicato come riferimento le serie di norme CEI/EN/IEC 60793 “*Optical Fibres*” e 60794 “*Optical Fibre Cables*”.

113. Un operatore ha precisato che, con riguardo ai cavi in fibra ottica, allo stato attuale non sussiste alcuna normativa europea e/o internazionale di riferimento che definisca gli *standard* tecnici specifici attinenti alle modalità di costruzione delle diverse tipologie di cavo. Pertanto, è solo sulla base delle diverse applicazioni e dei contesti installativi dei cavi medesimi, nonché dei criteri relativi alla progettazione e realizzazione adottati dall’operatore, che vengono definiti i requisiti necessari.

114. Un operatore ha proposto come ulteriori riferimenti un elenco di norme ISO/IEC relative ai cablaggi strutturati, alcuni *standard* della serie IEEE 802.3 riguardanti la tecnologia “*Power over Ethernet*” e le reti locali a velocità superiori ai 10 Gbit/s, nonché le norme CEI relative ai sistemi di cablaggio strutturato e alle reti di connessione equipotenziale e di messa a terra per gli edifici.

115. Un operatore ha indicato come riferimento anche la normativa Europea CPR (*Construction Products Regulation*) che, nel caso dei cavi ottici, disciplina la reazione e la resistenza al fuoco dei cavi in caso di incendio, fissando *standard* comuni per effettuare valutazioni comparative a parità di condizioni ed introducendo criteri di classificazioni validi a livello europeo. Inoltre, l’operatore ha segnalato l’esistenza di altre norme

europee strettamente correlate, come ad esempio la serie EN 50173 che disciplina i cablaggi strutturati.

4.2.2. *Livelli qualitativi e prestazionali*

116. Tutti gli operatori hanno dichiarato di impiegare, ritenendoli idonei a garantire adeguati livelli prestazionali e qualitativi, le fibre ottiche rispondenti ai requisiti delle Raccomandazioni ITU-T G.652.D – G.657.A1 – G.657.A2. Alcuni operatori hanno segnalato anche l'utilizzo di fibre rispondenti ai requisiti previsti nella Raccomandazione ITU-T G.655; infine, un paio di operatori hanno indicato, nell'ambito di applicazione dei collegamenti sottomarini, la Raccomandazione ITU-T G.654.E.

117. Un operatore ha segnalato che i livelli qualitativi e prestazionali all'interno dei bandi di gara, e più in generale nei contratti nel settore delle TLC, sono di norma qualificati in termini di *Service Level Agreement* (SLA) e corrispondenti penali. Tale approccio, per l'operatore, è confermato dall'analisi delle Offerte di Riferimento di TIM (che rappresentano un *benchmark* di mercato), dove gli SLA relativi alla fornitura di fibre ottiche "spente", sia relativi alle diverse tratte di rete che alle diverse tecnologie di realizzazione, appaiono definiti in termini di disponibilità del servizio. Ne consegue che una declinazione più specifica degli indicatori di qualità e prestazionali, ad esempio in termini di attenuazione, dispersione cromatica, caratteristiche antifiama, rischierebbero di rappresentare un esercizio meramente teorico in quanto difficilmente declinabili in SLA di *assurance* riguardanti la disponibilità del servizio nel suo complesso, che è ciò che richiede il mercato ed è normalmente disciplinato nei contratti fra operatori (o fra operatori e fornitori).

118. Un operatore ha segnalato la presenza in letteratura di alcuni *Technical Report* (es. IEC TR 62000 "*Guidelines for combining different single-mode fibre sub-categories*") e di linee guida ITU-T (es. ITU-T *Handbook "Optical fibres, cables and systems"*) che rappresentano un utile riferimento tecnico sia nella scelta di utilizzo di alcuni cavi o fibre ottiche che per valutare quali parametri e requisiti analizzare per garantire elevate prestazioni, oltre la serie di norme relative ai componenti ottici passivi.

119. Un operatore ha individuato, tramite una serie di misure delle fibre ottiche (diagramma della potenza retrodiffusa, lunghezza ottica *end-to-end*), eseguite alla lunghezza d'onda di 1.550 nm ed effettuate mediante OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*), e tramite la misura dei parametri di trasmissione in termini di massima attenuazione *end-to-end*, i livelli qualitativi a cui i cavi devono rispondere per il collaudo delle proprie ed altrui infrastrutture di rete.

120. Un operatore ritiene come rilevanti i livelli qualitativi e le prestazioni di connettività dei cavi in fibra ottica previsti dalla norma IEC 60794 – parte 1 e 2 – che vengono impiegati nella definizione e redazione delle specifiche tecniche circa le prove e i *test* a cui in cavi medesimi vengono sottoposti e che definiscono, tra gli altri, i requisiti meccanici, ambientali e di installazione dei cavi in fibra ottica.

4.2.3. *Differenze tra le diverse tratte di rete*

121. Due operatori per le tratte di trasporto/*backhauling* hanno rilevato come principali indicatori di prestazione della fibra ottica i seguenti parametri: bassa attenuazione sulla banda disponibile, dispersione di polarizzazione (PMD) controllata e ottime caratteristiche meccaniche, caratteristiche specifiche di dispersione cromatica (CD) in base alle esigenze sistemistiche. Un operatore ha individuato anche il *bending* (curvatura) come caratteristica significativa in questo ambito.

122. Un operatore per le tratte di trasporto/*backhauling* ha rilevato come principali indicatori di prestazione dei cavi i seguenti parametri: bassa attenuazione, PMD, specifica CD, potenzialità, robustezza.

123. Un operatore per le tratte di accesso in rete primaria e secondaria ha rilevato come principali indicatori di prestazione della fibra ottica i seguenti parametri: bassa attenuazione sull'intera gamma di lunghezze d'onda di possibile utilizzo, controllo dei parametri geometrici per ottimizzazione delle operazioni di connettività.

124. Un operatore per le tratte di accesso in rete primaria e secondaria ha rilevato come principali indicatori di prestazione dei cavi i seguenti parametri: bassa attenuazione su tutta la banda anche per alte potenzialità e ridotte dimensioni, tecnologia che permetta l'impiego di tecniche di posa poco invasive (scavi, impatto estetico, ecc.).

125. Un operatore per il segmento di terminazione ha rilevato come principali indicatori di prestazione della fibra ottica i seguenti parametri: bassa attenuazione sull'intera banda di lunghezze d'onda di possibile utilizzo, controllo dell'incremento di attenuazione per la curvatura, controllo dei parametri geometrici per agevolare e garantire la qualità delle interconnessioni, robustezza della fibra ottica per *handling*.

126. Un operatore per il segmento di terminazione ha rilevato come principali indicatori di prestazione dei cavi i seguenti parametri: bassa attenuazione su tutta la banda anche in caso di curvatura, ridotte dimensioni, robustezza, flessibilità, estetica gradevole per le parti a vista, rispetto dei requisiti di reazione a fuoco come da normativa CPR (*Construction Products Regulation*).

127. Un operatore ha segnalato come non vi siano differenze significative circa gli indicatori di qualità di prestazione per le diverse tratte di rete, precisando che la scelta tra le diverse tipologie di cavi in fibra ottica vari in funzione della sede (i.e. tubazioni interrato, palifiche, facciata) e delle modalità di posa.

128. Un operatore per le tratte di *backhauling*, accesso in rete primaria e secondaria prevede l'uso di microcavi per posa soffiata (*blowing*), idonei alla posa di cavo in fibra ottica su infrastrutture interrato all'interno di minitubi o in facciata (su supporto portante), in ambiente esterno rispetto all'edificio.

129. Un operatore per le tratte di *backhauling* e accesso in rete primaria e secondaria, prevede l'uso di cavi autoportanti per la posa aerea, idonei alla posa della fibra su infrastrutture in palifica ovvero in facciata.

130. Un operatore per le tratte di accesso in rete secondaria e i segmenti di terminazione, prevede l'uso di cavi multifibra, monofibra e *minibundle*, idonei alla posa della fibra in ambiente interno ed esterno rispetto all'edificio, con fibra ottica più performante in termini di raggio di curvatura minimo applicabile.

131. Un operatore per le tratte di rete di trasporto/*backhauling* impiega preferibilmente fibra di tipo monomodale conforme agli standard ITU-T G.652.D, G.657, G.655 (in ambito WDM e regionale) e G.654.E.

132. Un operatore per le tratte di rete di accesso e verticale/segmento di terminazione, oltre agli indicatori definiti da ITU-T, considera l'indicatore c.d. *insertion loss* (utile alla verifica che non venga applicato sul cavo in fibra ottica un raggio di curvatura eccessivo), impiegando di norma per le tratte verticali cavi con fibre G.657.A1 o A2 che presentano migliori comportamenti alle curvature (*bend-insensitive*).

4.2.4. Differenze tra le tecnologie di realizzazione delle reti in fibra ottica

133. L'Autorità ha chiesto agli operatori quali differenze ritengano significative nell'identificazione degli indicatori di qualità e prestazione in funzione delle diverse tecnologie di realizzazione delle reti in fibra ottica (ad esempio, EPON, GPON, XG-PON, XGS-PON, P2P, WDM).

134. Gli operatori rispondenti ritengono che, con riferimento agli indicatori di qualità e di prestazione, non vi sia una differenziazione in base al tipo di architettura di rete in fibra ottica.

135. Uno degli operatori ha tuttavia chiarito che, con riguardo invece alla fibra ottica utilizzata per la costruzione di cavi, i fattori distintivi più significativi nell'identificazione degli indicatori di qualità e di prestazione sono contenuti nelle Raccomandazioni ITU di riferimento e attengono, tra le altre, alle caratteristiche geometriche e di propagazione.

136. Un altro dei rispondenti ha specificato che le fibre ottiche G.652.D e le fibre G.657.A sarebbero entrambe in grado di supportare le suddette tecnologie di realizzazione delle reti in fibra ottica, anche in base alle indicazioni fornite negli *standard* internazionali.

4.2.5. Standard tecnici in uso da parte degli operatori

137. Un operatore ha rappresentato che gli *standard* tecnici dallo stesso utilizzati per i cavi in fibra ottica idonei al soddisfacimento dei requisiti di qualità e prestazione sono quelli contenuti nella normativa costituita dalle Raccomandazioni ITU-T G.652.D – G.657.A1 – G.657.A2. Tale normativa, secondo l'operatore, rappresenta la principale

fonte per la redazione delle specifiche tecniche contenenti, tra le altre, (i) le caratteristiche (requisiti meccanici, ambientali, di installazione) necessarie per ciascuna tipologia di cavo utilizzato e (ii) i requisiti dei *test*/prove a cui i cavi medesimi vengono sottoposti.

138. Altri operatori hanno rappresentato che, in base alla tipologia di connessione da realizzare, sono stati utilizzati cavi con fibre ottiche ITU-T G.652, G.655, G.657 e G.654.E (per cavi sottomarini) in varie configurazioni di rivestimento del cavo (in termini di cavi CPR, cavi armati, anti-roditoro).

139. Un altro rispondente ha rappresentato che la fibra ottica impiegata nei cavi ottici sia in rete di accesso sia per reti di trasporto/*backhauling*, ritenuta idonea all'impiego per tutte le tecnologie indicate al punto precedente, è la fibra mono-modale a dispersione non spostata corrispondente agli standard ITU-T G.652.D (o IEC B-652 secondo la Norma CEI/EN/IEC 60793-2-50 "*Fibre ottiche Parte 2-50: Specifiche di prodotto - Specifica settoriale per fibre monomodali di classe B*"). Secondo l'operatore la tecnologia delle fibre ottiche mono-modali G.652 è matura e molto diffusa e, inoltre, la sottocategoria D rappresenta un'evoluzione tecnologica in quanto, rispetto alle altre sottocategorie, presenta un maggior controllo dei parametri geometrici (con conseguente minore attenuazione di giunzioni e connettorizzazioni), una più bassa PMD²⁶ e una più bassa attenuazione sulla banda estesa di lunghezze d'onda da 1.260 nm a 1.625 nm. Per applicazioni in cavi particolarmente compatti e/o ad alta potenzialità, l'operatore ritiene che la fibra ottica di riferimento sia la fibra mono-modale a dispersione non spostata a bassa sensibilità alla curvatura corrispondente alla Raccomandazione ITU-T G.657.A (o IEC B-657 secondo la Norma CEI/EN/IEC 60793-2-50 "*Fibre ottiche Parte 2-50: Specifiche di prodotto - Specifica settoriale per fibre monomodali di classe B*"). Tale fibra ottica costituisce il riferimento soprattutto per la parte di terminazione di rete ed è idonea all'impiego per tutte le tecnologie indicate al punto precedente. Le fibre ottiche G.657.A sono infatti perfettamente compatibili con le fibre ottiche G.652.D a livello sistemistico e in termini di interconnessione: le caratteristiche ottiche, meccaniche e geometriche di tali fibre sono una selezione di quelle delle fibre ottiche G.652.D. Contribuiscono inoltre a limitare l'incremento di attenuazione *end-to-end* della rete anche in ambiti installativi congestionati e tortuosi come quelli interni agli edifici per le loro caratteristiche ottimizzate di bassa attenuazione in condizioni di curvatura.

140. Un operatore ha specificato in dettaglio le tipologie di cavi utilizzati:

- a) Tipologia di fibra nei microcavi ottici con rivestimento in polietilene per impiego generale:
 - i) *Single Mode SM 9/125/250 μm* (ITU-T G.652.D)
 - ii) *Single Mode non-zero dispersion SMNZD* (ITU-T G.655)
- b) Tipologia di fibra nei microcavi ottici LSZH (*Low Smoke Zero Halogen*) per installazioni *indoor*/più resistenti a incendi:

²⁶ Dispersione dei modi di polarizzazione.

- i) *Single Mode* SM 9/125/250 μm (ITU-T G.652)
- ii) *Single Mode non-zero dispersion* SMNZD (ITU-T G.655)
- iii) *Single Mode* SM 9/125/250 μm (ITU-T G.657.A1)
- iv) *Single Mode* SM 9/125/200 μm (ITU-T G.657.A1)
- v) *Single Mode* SM 9/125/250 μm (ITU-T G.657.A2)
- vi) *Single Mode non-zero dispersion* SMNZD (ITU-T G.655)

141. Un operatore, infine, ha aggiunto che, rispetto alla robustezza dell'infrastruttura civile atta ad ospitare i cavi in fibra ottica, occorre considerare che, oltre all'utilizzo delle tecniche di scavo tradizionali, sono sempre più diffuse quella a basso impatto ambientale (le *c.d.* micro/mini trincee) unitamente all'utilizzo di infrastrutture esistenti idonee allo scopo con eventuale sotto-equipaggiamento (ossia inserimento di minitubi in tubazioni esistenti). Tutti i materiali utilizzati sono idonei, in termini di robustezza meccanica e pressione, alla posa dei cavi ottici con le varie tecniche di posa scelta in base alla lunghezza delle tratte da posare (manuale o ad aria/acqua).

4.2.6. Impatti tecnici ed economici

142. Tre operatori non rilevano particolari impatti di tipo tecnico ed economico derivanti dalla scelta di specifici cavi o produttori, dal momento che essi sono generalmente conformi agli *standard* ITU-T. Due di questi ritengono che possibili impatti derivino piuttosto dal numero di cavi che si intende posare e soprattutto dal luogo dove si ha necessità di posare il cavo. In particolare, ad oggi i cavi più utilizzati sono i microcavi (con potenzialità anche di 288 fibre) che si posano in microtubi del diametro di 10/12 mm; in tale contesto i lavori civili connessi alla posa sono guidati dal numero di cavi che si intende posare e ancora di più dal luogo dove si ha necessità di posare il cavo (infrastruttura di nuova posa, infrastruttura esistente, interno ad edifici).

143. Due operatori ritengono, invece, che possibili impatti possano riguardare gli aspetti infrastrutturali. I principali e possibili impatti di tipo tecnico ed economico che ne derivano attengono alla scelta di uno specifico produttore o alla tipologia di cavo - che può presentare diverse caratteristiche (meccaniche, ambientali) - da utilizzare per le diverse metodologie di posa:

- a) per le infrastrutture di tipo interrato, si rende necessario l'impiego di microcavi per la posa soffiata (*blowing*) in ambiente esterno rispetto all'edificio;
- b) per le infrastrutture in facciata ovvero a parete, si rende necessario l'impiego di:
 - i) microcavi per la posa in ambiente esterno rispetto all'edificio su supporto autoportante,
 - ii) cavi autoportanti, multifibra, monofibra, *minibundle*, nel caso in cui la posa avvenga su tratte di accesso in rete secondaria ovvero segmenti di terminazione;

- c) per le infrastrutture aeree, si rende necessario l'impiego di:
- i) microcavi per la posa in ambiente esterno su supporto autoportante,
 - ii) cavi autoportanti.

144. In particolare, l'utilizzo della tecnologia a tubetti consente di impiegare la tecnica di posa autoportante prediligendo la semplicità e la rapidità di dispiegamento della rete ottica; l'utilizzo della tecnologia dei minicavi, tramite la tecnica del soffiaggio in minitubi, unitamente alle tecniche di scavo a basso impatto (minitrincea), consente anche in questo caso un rapido sviluppo della rete.

145. Uno degli operatori ritiene comunque che la scelta dell'utilizzo di un determinato tipo di cavo in fibra ottica non incida in modo determinante sulla tipologia degli elementi ottici passivi adottati per la costruzione della rete (quali muffole, *box*, elementi di gestione del cavo e così via), in quanto gli stessi sono in grado di gestire tutte le tipologie di cavo impiegate.

146. A tale riguardo, un altro operatore ritiene che l'utilizzo della fibra ottica monomodale G.652.D in tutte le sezioni di rete unitamente a fibre ottiche di tecnologia simile e altamente compatibili, quali le G.657.A, garantisca, grazie alla maturità tecnologica e alla grande diffusione, uniformità qualitativa, vantaggi in termini di connettività, di approvvigionamento e di compatibilità con apparati e componenti ottici.

4.2.7. Costi di approvvigionamento, installazione e manutenzione

147. L'Autorità ha chiesto agli operatori, per le diverse tratte delle reti in fibra ottica e per i diversi *standard* tecnici utilizzati, di fornire una stima dei prezzi medi di acquisto (prezzo al metro lineare) e dei costi delle attività di installazione e manutenzione.

148. Tenuto conto, in via preliminare, che il prezzo di fornitura varia a seconda del tipo di cavo (ad esempio, armato, CPR, ecc.), della tipologia di fibra e del numero di fibre che lo compongono, gli operatori hanno rappresentato un prezzo medio di acquisto compreso tra 1 euro/m e 3 euro/m. In particolare, nelle tratte di rete ottica primaria e secondaria (cavi con potenzialità fino a 100 fibre ottiche), il prezzo medio è compreso tra 1 e 2 euro/m, mentre nella tratta di *backhaul* (cavi con potenzialità fino a 200 fibre ottiche) il prezzo di acquisto è compreso tra 2 e 3 euro/m. Cavi con particolari prestazioni (autoportanti o con alta potenzialità) presentano prezzi superiori, fino a un massimo di circa 10 euro/m.

149. Per quanto concerne l'installazione, alcuni operatori hanno riportato un costo medio pari a circa 2 euro/m. Altri operatori hanno indicato un costo compreso tra 2 e 5 euro/m.

150. In merito alla manutenzione, diversi operatori hanno indicato un costo medio intorno a 0,20 euro/m.

4.2.8. Conclusioni sulle informazioni acquisite dall’Autorità nella fase preistruttoria

151. Alla luce di quanto rappresentato, dalle informazioni fornite dagli operatori emerge che:

- a) i principali riferimenti normativi per la definizione degli *standard* per le fibre ottiche sono rappresentati dalle Raccomandazioni ITU-T della serie G.65X;
- b) gli *standard* per le fibre ottiche ad oggi maggiormente utilizzati sono:
 - i) per la tratta di *backhauling*: **G.652.D, G.654.E, G.655**;
 - ii) per le tratte di rete ottica primaria e secondaria: **G.657.A1, G.657.A2**;
 - iii) per il cablaggio dell’edificio: **G.657.A1, G.657.A2**;
- c) non sono state presentate differenze significative nei prezzi di acquisto delle diverse tipologie di fibre ottiche (ad esempio tra G.652 e G.657) atteso che il principale *driver* di costo risulta essere la tipologia di cavo (potenzialità, resistenza a fattori ambientali) legata alla specifica tipologia e contesto di installazione.

4.3. La consultazione pubblica di cui alla delibera n. 162/23/CONS

152. Sulla base delle attività pre-istruttorie, l’Autorità con la delibera n. 162/23/CONS ha avviato un procedimento finalizzato all’identificazione, tramite consultazione pubblica, degli *standard* tecnici allegando uno schema di provvedimento contenente la proposta dell’Autorità su cui il mercato ha potuto esprimere commenti ed osservazioni. Lo schema di provvedimento è stato redatto tenendo conto della *best practice* europea e nazionale oltre che nel rispetto della normativa europea e internazionale.

153. Nello schema di provvedimento allegato alla delibera n. 162/23/CONS, l’Autorità ha focalizzato le attività rispetto all’individuazione degli *standard* tecnici delle fibre ottiche e dei cavi che garantiscano “*adeguati livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività*”.

154. Successivamente, alla luce degli ultimi Orientamenti della Commissione Europea²⁷ in cui si definiscono le modalità con cui la Commissione valuterà le misure di aiuto di Stato notificate dagli Stati membri a sostegno della diffusione e dell’adozione di reti a banda larga nell’UE, l’Autorità ha proposto di identificare i segmenti di rete per i quali risulta ammissibile il finanziamento statale e quelli (rete dorsale ovvero rete di *backbone* o *core*) per i quali gli Orientamenti non prevedono tale possibilità di finanziamento. In particolare, l’analisi svolta ha permesso di definire una proposta per gli *standard* tecnici

²⁷ Comunicazione della Commissione europea (2023/C 36/01), del 31 gennaio 2023, recante “*Orientamenti in materia di aiuti di Stato a favore delle reti a banda larga*”.

più adatti a soddisfare i requisiti prestazionali e di qualità specifici per i singoli segmenti di rete ammessi al finanziamento statale.

155. Hanno risposto alla consultazione pubblica ANIE/AICE, CEI, Fastweb, Intred, Irideos/Retelit, Lepida, Open Fiber (con audizione), Prysmian (con audizione), Wind Tre (con audizione), Tim (con audizione).

156. I rispondenti hanno fornito puntuali e rilevanti commenti alla proposta dell'Autorità riportata nello schema di provvedimento, offrendo ulteriori elementi utili per l'adozione dello schema di delibera finale da sottoporre al parere del MIMIT come previsto dalla legge 1° febbraio 2023, n. 10.

4.4. Il tavolo tecnico di cui alla delibera n. 257/23/CONS

157. Attesa la rilevanza del tema, nell'ottica della massima trasparenza ed efficacia dell'azione amministrativa, l'Autorità con la delibera n. 257/23/CONS ha ritenuto opportuno avviare uno specifico tavolo tecnico, della durata di tre mesi dalla data di prima convocazione, finalizzato alla massima condivisione con gli *stakeholder* degli *standard* individuati in esito alla consultazione pubblica. In tal modo, il mercato ha potuto esprimersi anche sulle eventuali modifiche rispetto agli orientamenti iniziali dell'Autorità di cui alla delibera n. 162/23/CONS.

158. Lo scopo del tavolo tecnico è quello di approfondire gli aspetti tecnici emersi nella consultazione pubblica e di analizzare, in contraddittorio con gli operatori, i produttori di cavi in fibra ottica ed il soggetto istituzionale attuatore della Strategia Nazionale per la Banda Ultralarga nonché Stazione appaltante (ovvero Infratel Italia S.p.A.), la proposta finale dell'Autorità per l'identificazione degli *standard* tecnici da utilizzare nella realizzazione dell'infrastruttura di rete in fibra ottica.

159. Il tavolo tecnico è stato avviato il 23 novembre 2023²⁸.

160. Ai fini di una migliore comprensione e facilità di utilizzo da parte della Stazione appaltante e degli aggiudicatari dei bandi, l'Autorità ha ritenuto preferibile redigere uno specifico documento tecnico, assertivo e non ambiguo, contenente gli *standard* tecnici da utilizzare nella realizzazione dell'infrastruttura di rete in fibra ottica individuati dall'Autorità.

161. Il suddetto documento, indicato come «*Regola tecnica relativa agli standard tecnici per i cavi in fibra ottica a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell'infrastruttura di rete*» (nel seguito anche *regola tecnica*), è allegato alla presente delibera.

²⁸ Cfr. Comunicazione Agcom del 25 ottobre 2023, <https://www.agcom.it/provvedimenti/comunicazione-25-ottobre-2023>.

162. Nel corso della riunione di avvio, è stata presentata e trasmessa ai partecipanti la bozza di regola tecnica, predisposta dall’Autorità anche alla luce delle osservazioni ricevute nella consultazione pubblica di cui alla delibera n. 162/23/CONS, contenente la proposta di individuazione degli *standard* tecnici sulla quale è stato chiesto ai partecipanti di esprimere commenti ed osservazioni anche finalizzati alla risoluzione delle principali criticità applicative emerse nel corso della consultazione pubblica.

163. Il tavolo tecnico ha successivamente svolto 4 riunioni operative (14 dicembre 2023, 11, 18 e 25 gennaio 2024) analizzando le osservazioni formulate alla regola tecnica ai fini della più ampia condivisione con gli *stakeholder* degli *standard* individuati.

4.5. Il parere del MIMIT

164. Si richiama che la legge 1° febbraio 2023, n. 10, prevede che l’Autorità individui gli *standard* tecnici per i cavi in fibra ottica sentito il parere del MIMIT.

165. In esito alla seduta del Consiglio del 6 febbraio 2024, il 7 febbraio 2024 l’Autorità ha trasmesso al MIMIT lo schema di delibera e l’allegata regola tecnica. Con la stessa nota è stato richiesto al MIMIT anche un parere in merito alla necessità di notifica alla Commissione europea ai sensi della Direttiva (UE) 2015/1535.

166. Il MIMIT ha inviato il proprio parere all’Autorità in data 13 marzo 2024.

167. Con riferimento agli *standard* tecnici per i cavi in fibra ottica individuati dall’Autorità, il MIMIT «*riscontra nello schema di delibera rappresentato taluni elementi di positività per quanto attiene al tema della certificazione e per quanto attiene all’individuazione, tra le altre, della fibra G.657 A2*».

168. Tuttavia, «*non si può non evidenziare il fatto che nel contesto sopra descritto appare necessario, similmente a quanto disposto da altri Paesi europei, un approccio maggiormente orientato al combinato disposto tra innovazione e sicurezza che imponga una certificazione di prodotto in grado di garantire non solo una qualità ottimale ma anche una durata di tutti i componenti del cavo, fibra compresa, per almeno venti anni, e l’utilizzo della fibra G.657 A2 almeno nella rete di accesso secondaria e nel segmento di terminazione fin dentro casa dell’utente*».

169. Con riferimento alla notifica alla Commissione europea, ad avviso del MIMIT «*sentiti i competenti Uffici di questo Dicastero, si ritiene necessario procedere in tal senso*».

4.6. La notifica alla Commissione europea ai sensi della Direttiva (UE) 2015/1535

170. L’Autorità in data 5 aprile 2024 ha trasmesso all’Unità Centrale di Notifica del MIMIT, per la notifica alla Commissione europea, gli schemi di delibera e di regola tecnica recependo le indicazioni fornite dallo stesso MIMIT nel proprio parere.

171. Il MIMIT ha conseguentemente informato l’Autorità che:

- a) il progetto di regola tecnica è stato comunicato alla Commissione europea in data 7 maggio 2024 ai sensi della Direttiva (UE) 2015/1535;
- b) il termine di tre mesi fissato dall’articolo 6, paragrafo 1, della Direttiva (UE) 2015/1535 scade quindi l’8 agosto 2024;
- c) alla notifica è stato assegnato il numero 2024/0251/IT – V00T.

172. Con nota del 30 ottobre 2024 il MIMIT ha informato l’Autorità circa l’assenza di rilievi, osservazioni e/o pareri circostanziati formulati dalla Commissione europea o da altri Stati membri in merito alla notifica 2024/0251/IT – V00T.

173. Alla luce dell’assenza di rilievi, osservazioni e/o pareri circostanziati e trascorso il termine di differimento di tre mesi fissato dall’articolo 6, paragrafo 1, della Direttiva (UE) 2015/1535, l’Autorità ritiene di adottare il progetto recante “*Regola tecnica relativa agli standard tecnici per i cavi in fibra ottica a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell’infrastruttura di rete*”.

5. INDIVIDUAZIONE DEGLI STANDARD TECNICI PER LA REALIZZAZIONE DELL’INFRASTRUTTURA DI RETE IN FIBRA OTTICA

174. Nella presente sezione sono illustrate, rispetto alla proposta iniziale, le valutazioni dell’Autorità con riferimento alle osservazioni formulate nella consultazione pubblica, nel tavolo tecnico e nel parere del MIMIT, a supporto di quanto approvato nella regola tecnica.

5.1. Adeguate livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività

Gli orientamenti dell’Autorità di cui alla delibera n. 162/23/CONS

175. Giova, in primo luogo, richiamare quali siano le condizioni di “*fallimento del mercato*” che rendono ammissibile il finanziamento pubblico per la realizzazione di reti a banda larga, secondo i vigenti “*Orientamenti*”²⁹ i quali, ai fini della valutazione dell’aiuto di Stato, distinguono tra reti fisse di accesso ultraveloci (o reti fisse), reti mobili di accesso (o reti mobili) e reti di *backhauling*. Si richiama che l’intervento di definizione degli *standard* per i cavi in fibra ottica, assegnato all’Autorità con la novella legislativa introdotta con la legge n. 10 del 1° febbraio 2023, deve essere funzionale a garantire “*adeguati livelli qualitativi*” e “*prestazioni elevate di connettività*” per tutte le tipologie di reti che verranno realizzate con finanziamenti pubblici, pur conservando per ogni

²⁹ [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023XC0131\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023XC0131(01)) .

singola tipologia le distinte caratteristiche, in termini di requisiti e prestazioni, che si illustrano a seguire sulla base delle indicazioni contenute negli Orientamenti.

176. Per le reti fisse può sussistere *“un fallimento di mercato se quest’ultimo non fornisce e non è probabile che fornisca agli utenti finali una velocità di scaricamento di almeno 1 Gbps e una velocità di caricamento di almeno 150 Mbps”*, mentre per le reti mobili si ritiene che *“un fallimento del mercato sussista nelle aree in cui non è presente una rete mobile in grado di rispondere alle esigenze degli utenti finali o non ne è programmata in modo credibile la realizzazione entro l’orizzonte temporale di riferimento”*.

177. Le reti di *backhauling*, definite come *“la porzione di una rete a banda larga che collega la rete dorsale alla rete di accesso”*, in quanto reti di trasporto del traffico generato su varie reti fisse o mobili di accesso, necessitano di una capacità di trasmissione notevolmente maggiore rispetto alle singole reti di accesso; per evitare che una rete di *backhauling* dia luogo a strozzature, può essere necessario aumentarne la capacità per accompagnare lo sviluppo di reti mobili o fisse di accesso efficienti. Può quindi sussistere *“un fallimento del mercato quando la capacità di backhauling, esistente o prevista, non è in grado di far fronte allo sviluppo atteso delle corrispondenti reti fisse o mobili di accesso sulla base delle esigenze attuali e future degli utenti finali”*. Gli Orientamenti segnalano che, nell’attuale fase di sviluppo tecnologico, è generalmente possibile soddisfare l’aumento della domanda di capacità mediante reti di *backhauling* in fibra ottica o basate su altre tecnologie in grado di fornire il medesimo livello di prestazioni e affidabilità delle reti di *backhauling* in fibra.

178. Gli Orientamenti non prevedono la possibilità di finanziamento pubblico nella realizzazione di una rete dorsale (i.e. rete di *backbone* o *core*), definita come *“rete centrale che interconnette le reti di backhauling di zone geografiche o regioni diverse”*.

179. Per quanto riguarda invece gli interventi a supporto della domanda, gli Orientamenti individuano gli strumenti dei *“buoni sociali”*, riservati a determinate categorie di singoli consumatori le cui condizioni economiche giustificano il versamento di aiuti per motivi sociali, e dei *“buoni per il collegamento ad Internet”*, destinati a categorie più ampie di utenti finali, al fine di incentivare la diffusione di servizi a banda larga che contribuiscono allo sviluppo di un’attività economica. Entrambi gli strumenti prevedono che *“I costi ammissibili possono essere il canone mensile, i costi standard di installazione e l’apparecchiatura terminale di cui il consumatore necessita per l’accesso ai servizi a banda larga. Anche i costi del cablaggio interno all’abitazione e di una limitata installazione nella proprietà privata dei consumatori o nella proprietà pubblica nelle immediate vicinanze della proprietà privata dei consumatori possono essere ammissibili, nella misura in cui sono necessari e complementari alla prestazione del servizio.”*

180. Il Governo italiano, in attuazione della *“Strategia italiana per la Banda Ultra Larga - Verso la Gigabit Society”* e coerentemente con gli obiettivi indicati nella Comunicazione della CE del 2021 sul decennio digitale (*“Digital compass”*) e nella Decisione del

Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce il “*Percorso per il decennio digitale*”³⁰, ha elaborato una serie di interventi o Piani, di seguito elencati: “*Italia a 1 Giga*”; “*Italia 5G*”; “*Scuole Connesse*”; “*Sanità connessa*”; “*Isole Minori*”; completamento “*Aree bianche*”; “*Voucher a sostegno della domanda*”.

181. I suddetti Piani prevedono di finanziare la realizzazione di sezioni diverse di una rete in fibra ottica, come ad esempio la rete di accesso (*Italia a 1 Giga*), i rilegamenti di *backhauling* delle SRB privi di tali rilegamenti (*Italia 5G*), i cavi sottomarini per il trasporto del traffico da e verso le isole minori, ovvero i segmenti di terminazione che rilegano le abitazioni degli utenti finali (*rif. fase 2 dello schema di voucher per le famiglie* posto in consultazione³¹).

Le osservazioni dei rispondenti nella consultazione pubblica

O1. Diversi rispondenti hanno ritenuto che quanto proposto dall’Autorità nella consultazione pubblica in merito alla realizzazione delle tratte di rete in fibra ottica dovrebbe rappresentare una mera indicazione per la risposta ai bandi, ma senza validità generale per la realizzazione delle reti in fibra ottica degli operatori. Contrariamente, ad avviso dei rispondenti, le indicazioni costituirebbero dei vincoli che potrebbero portare rigidità in termini di evoluzione tecnologica e soluzioni architetture, con il risultato di rallentare gli sviluppi dei progetti di rete. Inoltre, se vincolanti, esse costituirebbero anche dei vincoli nella realizzazione di future ed innovative soluzioni tecnologiche, per le quali risulterebbe necessario attendere l’adeguamento delle corrispondenti indicazioni da parte dell’Autorità.

O2. Un altro rispondente ha chiesto che l’Autorità chiarisca che le regole definite in esito alla consultazione pubblica potranno essere applicabili solo a partire dai bandi emessi a valle della pubblicazione della delibera finale. Il rispondente non ha ritenuto, infatti, che tali regole possano essere applicabili retroattivamente ai bandi già emessi/assegnati, anche considerando che eventuali previsioni aggiuntive potrebbero determinare ritardi nella realizzazione dell’infrastruttura in fibra ottica o aumenti dei prezzi dei servizi offerti.

O3. Un ulteriore rispondente ha ritenuto sottolineare che l’intento della norma sia esclusivamente quello di identificare gli *standard* tecnici per la realizzazione delle infrastrutture di rete tali da assicurare adeguati livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività. Pertanto, ad avviso del rispondente, dalla norma non emergerebbe alcun elemento che giustifichi previsioni dell’Autorità relative ad aspetti ulteriori quali la definizione di specifiche architetture di rete, il dimensionamento e la potenzialità dei cavi in funzione delle varie architetture. Il rispondente ha chiesto quindi di limitare l’oggetto dell’intervento dell’Autorità unicamente alla definizione di *standard* tecnici per i cavi in

³⁰ Tra i cui obiettivi si stabilisce che “*la rete gigabit fino al punto terminale sia estesa a tutti gli utenti finali di rete fissa e tutte le zone abitate siano coperte da reti senza fili di prossima generazione ad alta velocità con prestazioni almeno equivalenti al 5G, conformemente al principio della neutralità tecnologica*”.

³¹ <https://www.infratelitalia.it/archivio-news/notizie/consultazione-voucher-famiglie-fase-2>.

fibra ottica e di escludere qualsivoglia indicazione circa le architetture di rete, dimensionamento e potenzialità dei cavi. Lo stesso rispondente ha chiesto di specificare altresì che, sebbene la norma preveda l'obbligo di applicazione degli *standard* tecnici per tutti i bandi pubblicati a partire dalla “*data di entrata in vigore della legge di conversione del presente decreto*” (4 febbraio 2023), la stessa non possa essere concretamente applicata fin quando l’Autorità non avrà definito completamente il quadro tecnico oggetto della consultazione pubblica.

La proposta presentata al tavolo tecnico

182. La bozza di regola tecnica ha confermato il quadro regolamentare e normativo riportato nello schema di provvedimento allegato alla delibera n. 162/23/CONS, richiamando gli obiettivi di connettività fissati dalla Commissione europea e gli orientamenti in materia di aiuti di Stato a favore delle reti a banda larga.

Le osservazioni dei partecipanti al tavolo tecnico

O4. Sugli aspetti in esame, nel tavolo tecnico non sono state formulate osservazioni ulteriori rispetto a quelle emerse nella consultazione pubblica.

Le valutazioni dell’Autorità

V1. Con riferimento all’osservazione O1, si richiama che è la stessa legge 1° febbraio 2023, n. 10, ad attribuire all’Autorità la specifica competenza di identificare (enfasi aggiunta) “*gli standard tecnici a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell’infrastruttura di rete*”. Non appare pertanto pertinente la richiesta di rendere tale identificazione una mera indicazione per la risposta ai bandi.

V2. In merito all’osservazione O2 sulla data di entrata in vigore di quanto definito dall’Autorità, si richiama che è la stessa legge 1° febbraio 2023, n. 10, a prevedere che le disposizioni della regola tecnica si applicano ai “*bandi pubblicati successivamente alla data di entrata in vigore della legge di conversione*”.

V3. Relativamente all’osservazione O3 sul perimetro di applicazione della regola tecnica, si rappresenta che la stessa è stata allineata a quanto previsto dalla legge 1° febbraio 2023, n. 10. Nella regola tecnica condivisa nel tavolo tecnico sono, in ogni caso, affermati i principi secondo cui «*La scelta della tipologia di cavo (ad esempio microcavo, cavo per posa interrata/aerea, cavo multifibra/monofibra) è determinata da parte della Stazione appaltante nei singoli bandi di gara sulla base delle specifiche progettuali e delle condizioni infrastrutturali e realizzative e coerentemente con gli obiettivi di “Step Change”*» indicati negli Orientamenti della Commissione europea e che «*Anche la potenzialità del cavo da utilizzare dipende dallo specifico contesto di installazione ed è determinata dalla Stazione appaltante nei singoli bandi di gara, sebbene possano essere individuati dei principi secondo cui guidare la scelta della potenzialità del cavo*».

V4. Per le valutazioni su aspetti specifici (architettura/modello della rete, dimensionamento dei cavi) si rimanda alle relative sezioni nei paragrafi seguenti.

5.2. Modello di riferimento della rete e definizioni

Gli orientamenti dell’Autorità di cui alla delibera n. 162/23/CONS

183. L’analisi delle esperienze nazionali e internazionali ha evidenziato l’utilizzo di fibre ottiche diverse per le diverse porzioni della rete, in quanto la realizzazione della rete in fibra ottica presenta requisiti, sia in termini di trasmissione del segnale sia meccanici, strettamente dipendenti dalle specificità infrastrutturali della sezione di rete oggetto di realizzazione. Infatti, i requisiti per il cablaggio interno degli edifici, in cui la realizzazione è vincolata alla disponibilità o alla realizzazione della relativa infrastruttura per il passaggio dei cavi, includono indicatori, quali ad esempio il raggio di curvatura, che tipicamente non costituiscono fattori di criticità nelle sezioni a monte della rete.

184. Per tale ragione, nello schema di provvedimento l’Autorità aveva ritenuto necessario identificare un’architettura di riferimento per le reti in fibra ottica procedendo alla definizione dei relativi *standard* da utilizzare nelle diverse tratte della rete.

185. Poiché, come detto, non è possibile conoscere a priori quali potrebbero essere le sezioni di rete oggetto di futuri finanziamenti pubblici, non è possibile escludere dalla definizione specifiche tratte della rete in fibra ottica, tranne la rete di *backbone* o dorsale, il cui finanziamento non rientra tra le previsioni degli Orientamenti. L’Autorità nello schema di provvedimento ha ritenuto opportuno, pertanto, definire gli *standard* per ciascuna tratta individuata nel modello di riferimento.

186. Nelle linee guida³² allegate alla delibera n. 406/21/CONS è indicato che:

«Gli Orientamenti europei 2013 prevedono esplicitamente la necessità di realizzare infrastrutture tecnologicamente neutrali, per consentire agli interessati l’uso di una qualsiasi delle tecnologie disponibili per la fornitura di servizi agli utenti finali; alla luce di tale principio, in caso di architetture di tipo FWA deve essere consentita la connessione ai nodi di rete di tipo Fixed Wireless Access (FWA), in modalità VULA o bitstream, purché siano in grado di garantire i livelli di servizio e le prestazioni di connettività indicate dal bando.

Nel caso di realizzazione di infrastruttura di rete finanziata di tipo FTTB/H, che può essere realizzata secondo un’architettura punto-punto oppure punto-multipunto (GPON), ai fini della fornitura del servizio di accesso al segmento di terminazione l’operatore aggiudicatario dovrà prevedere l’installazione di un idoneo punto di terminazione di edificio

³² Cfr. pagina 13.

(PTE/ROE), in ottemperanza agli obblighi simmetrici in materia di accesso alle infrastrutture fisiche di rete disciplinati dalla delibera n. 538/13/CONS oltre che tenendo conto di quanto indicato nella delibera n. 293/21/CONS recante “Linee guida di cui alla delibera n. 449/16/CONS in materia di accesso alle unità immobiliari e ai condomini per la realizzazione di reti in fibra ottica”.

L’aggiudicatario dovrà garantire la copertura con la rete realizzata fino al ROE/PTE posizionato al limite della proprietà privata (o con l’installazione dell’antenna FWA sull’edificio) per tutti i civici inclusi nel lotto di aggiudicazione.»

187. Tenuto conto di quanto rappresentato e della *best practice* internazionale, nello schema di provvedimento era stata proposta l’architettura rappresentata nella figura seguente:

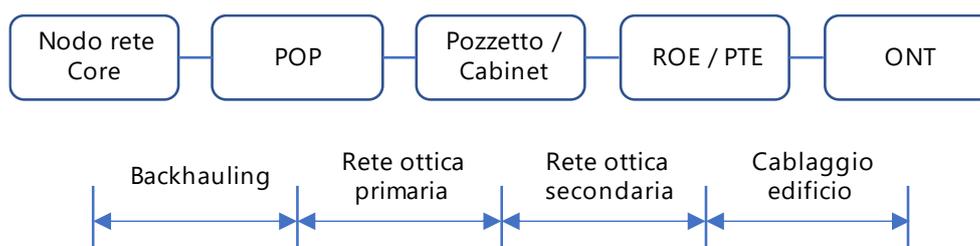


Figura 4 - Architettura di riferimento ai fini della definizione degli *standard* tecnici per i cavi in fibra ottica inizialmente proposta nello schema di provvedimento a consultazione pubblica di cui alla delibera n. 162/23/CONS.

188. Nello schema di provvedimento erano state riportate le seguenti definizioni già fornite nella delibera n. 348/19/CONS³³:

- a) POP (*Point Of Presence*) o centrale locale: edificio o locale ove sono presenti gli apparati attivi (quali gli OLT) di multiplazione, commutazione, conversione ottico/elettrico e passivi (quali gli ODF) di connessione e permutazione delle linee in fibra ottica;
- b) Pozzetto/Cabinet o punto di distribuzione: nodo intermedio in una rete di accesso NGA dove uno o più linee in fibra ottica provenienti dall’ODF sono “divise” (diramate) e distribuite per connettere le abitazioni degli utenti finali (attraverso il segmento terminale di rete). Un Punto di Distribuzione in genere serve diversi edifici o abitazioni. Può essere collocato o alla base di un edificio o nella strada.

³³ “Analisi coordinata dei mercati dei servizi di accesso alla rete fissa ai sensi dell’articolo 50 ter del Codice”.

Un Punto di Distribuzione contiene, in genere, un permutatore di attestazione delle linee del cliente finale e, in funzione del tipo di architettura, uno *splitter* ottico passivo;

- c) ROE/PTE: il Punto di Distribuzione generalmente posto alla base dell'edificio, o appena al di fuori dello stesso, da cui inizia il segmento di terminazione;
- d) ONT: apparato attivo, installato presso la sede dell'utente finale, che svolge le funzionalità di terminazione di rete ottica in una rete di accesso FTTH. Tale elemento di rete si interfaccia con l'OLT e svolge le funzionalità di conversione elettro ottica dei segnali in ingresso e implementa gli *standard* trasmissivi di accesso al mezzo fisico (secondo gli *standard* previsti quali, ad esempio, GPON, XG-PON, EPON e sue evoluzioni, per la tecnologia GPON, o *Gigabit P2P Ethernet*, nelle topologie P2P). Presenta specifiche interfacce verso l'utente finale (come la GE RJ-45). L'ONT e gli apparati lato cliente (*modem*, *router*, apparecchio telefonico, apparati TV) possono essere o meno integrati in un unico dispositivo;
- e) *Backhauling*: il servizio di trasporto dati costituito dalla fornitura dei collegamenti tra gli apparati di multiplazione (OLT) ubicati nella centrale locale ed il nodo cui sono direttamente attestati;
- f) Rete ottica primaria: la porzione di rete che si estende dalla centrale locale di accesso, esclusa la tratta di accesso alla centrale, fino al primo punto di giunzione (punto di giunzione intermedio);
- g) Rete ottica secondaria: la porzione di rete che collega, a partire dal punto di giunzione intermedio, la rete ottica primaria al punto dove comincia il cablaggio verticale del palazzo;
- h) Cablaggio edificio o segmento di terminazione: il segmento di rete che collega la borchia localizzata all'interno dell'abitazione dell'utente finale al primo Punto di Distribuzione; tale segmento di terminazione comprende il cablaggio verticale all'interno dell'edificio e, eventualmente, il cablaggio orizzontale fino a un punto di terminazione o divisore ubicato nel seminterrato dell'edificio o in un pozzetto in prossimità dello stesso, posizionato all'interno o all'esterno della proprietà privata;

D1. Si condivide la necessità di identificare un'architettura di riferimento per le reti in fibra ottica procedendo poi alla definizione degli *standard* per tutte le diverse tratte della rete?

D2. Si condivide l'architettura di riferimento proposta dall'Autorità per le reti in fibra ottica ai fini del presente provvedimento?

D3. Si condividono le definizioni degli elementi e dei collegamenti di rete proposti dall'Autorità?

Le osservazioni dei rispondenti nella consultazione pubblica

O5. Tutti i rispondenti tranne uno si sono detti concordi sulla necessità di identificare un'architettura di riferimento per le reti in fibra ottica: in un caso suggerendo che l'architettura individuata venga resa obbligatoria per tutte le reti realizzate con finanziamenti pubblici, due partecipanti hanno evidenziato che invece debbano essere lasciati margini di flessibilità, in quanto una sola architettura può non essere rappresentativa di tutti i possibili scenari di un progetto di dispiegamento di reti in fibra ottica, mentre un rispondente ha ritenuto invece sottolineare che il legislatore non abbia attribuito all'Autorità il potere di identificare un'architettura di riferimento per le reti in fibra ottica.

O6. Più rispondenti hanno evidenziato che quanto proposto in consultazione si riferisce ad uno "schema a blocchi" della rete piuttosto che ad un'architettura.

O7. Un rispondente, condividendo la necessità di definire un lessico comune per le tratte di rete di *backhauling* e di accesso, ha fatto presente che l'ITU-T definisce le architetture per la rete di accesso in fibra ottica nella Raccomandazione L.90/250 (2012) "*Optical access network topologies for broadband service*".

O8. Più rispondenti hanno condiviso l'architettura di riferimento proposta in consultazione.

O9. Due rispondenti hanno ritenuto che l'architettura proposta in consultazione sia una tra quelle applicabili alle reti GPON, ritenendola non applicabile invece alle reti che prevedono tratte in fibra punto – punto; pertanto, l'architettura proposta in consultazione non può esser l'unica da considerare ma deve esserci una flessibilità architeturale.

O10. Più rispondenti hanno condiviso la definizione proposta degli elementi di una rete FTTH; un operatore ha specificato che alcune definizioni non si applicano alle reti punto-punto e di conseguenza dovrà essere prevista la necessaria flessibilità per includere anche questa tipologia architeturale.

O11. Più rispondenti, pur condividendo la necessità di definire un lessico comune per le varie tratte di rete di *backhauling* e di accesso, hanno proposto alcune modifiche ed integrazioni alle definizioni proposte.

La proposta presentata al tavolo tecnico

189. Nella bozza di regola tecnica presentata al tavolo tecnico, l'Autorità ha condiviso le osservazioni O5, O6, O7, O8 e O9 formulate dai rispondenti nella consultazione pubblica in merito al fatto che l'utilizzo del termine "*architettura*" di riferimento poteva essere interpretato come modalità di effettiva realizzazione della rete, invece che una sua rappresentazione astratta, e ha formulato una nuova proposta indicata come "*modello*" di riferimento della rete.

190. L’Autorità ha proposto altresì delle nuove definizioni tenendo conto di quanto rappresentato da alcuni rispondenti al punto O11.

Le osservazioni dei partecipanti al tavolo tecnico

O12. Nel corso del tavolo tecnico sono state presentate e discusse diverse possibili alternative per il modello di riferimento. Tuttavia, i partecipanti hanno rilevato che una rappresentazione grafica della rete di riferimento, seppur astratta sotto forma di schema a blocchi, non risultava comunque idonea a rappresentare tutte le diverse tipologie di collegamento oggetto della regola tecnica, anche laddove fossero stati utilizzati gli schemi riportati nella Raccomandazione ITU-T L.90/250 “*Optical access network topologies for broadband service*”.

O13. Inoltre, i partecipanti hanno ribadito che una rappresentazione grafica della rete poteva continuare ad essere interpretata come una indicazione fornita dalla regola tecnica rispetto alle specifiche modalità di effettiva realizzazione della rete, non risultando pertanto sufficientemente generale ed astratta.

Le valutazioni dell’Autorità

V5. Preso atto delle criticità segnalate, il tavolo tecnico ha condiviso di identificare le sezioni di rete oggetto della regola tecnica esclusivamente mediante un elenco di definizioni, redatte sulla base di quelle riportate nella delibera n. 348/19/CONS e delle citate fattispecie di collegamento.

V6. L’Autorità ritiene che le definizioni condivise siano sufficienti a identificare le tratte di rete oggetto della regola tecnica senza che vi sia necessità di una loro rappresentazione grafica esplicita, come già approvato in altri provvedimenti (ad esempio la stessa delibera n. 348/19/CONS), onde evitare che detta rappresentazione, nel tempo, possa rappresentare un vincolo sulla modalità di realizzazione della rete, contrariamente ai richiamati principi di realizzazione di “*infrastrutture tecnologicamente neutrali*” indicati negli Orientamenti europei 2023.

V7. Tanto premesso, nella regola tecnica sono fornite le seguenti definizioni:

- a) **POP (*Point Of Presence*)**: punto di erogazione dei servizi in cui sono presenti gli apparati attivi di moltiplicazione, commutazione, conversione ottico/elettrico e passivi di connessione e permutazione delle linee in fibra ottica dell’operatore;
- b) ***backhauling***: tratta di rete di collegamento tra un POP locale (POP a cui è attestata la rete di accesso) o un nodo di rete mobile e un pertinente POP di livello gerarchico “superiore” a cui il POP locale è direttamente interconnesso;
- c) **rete di accesso primaria**: la porzione di rete che si estende dal POP locale fino ad un punto di giunzione/terminazione intermedio;

- d) **rete di accesso secondaria**: la porzione di rete che collega, a partire dal punto di giunzione/terminazione intermedio della rete di accesso primaria, la rete ottica primaria al BEP;
- e) **BEP (*Building Entry Point*)**: punto della rete in fibra ottica dal quale inizia il tratto dedicato a connettere l'utente finale. Il BEP viene individuato e collocato, a seconda delle casistiche, internamente all'edificio di pertinenza o comunque esternamente nelle sue immediate vicinanze;
- f) **segmento di terminazione**: segmento di rete che collega un punto terminale di rete (punto fisico a partire dal quale l'utente finale ha accesso ad una rete pubblica di comunicazione) o un nodo di rete mobile al primo punto di distribuzione della rete di accesso (nodo intermedio in una rete di accesso dove uno o più cavi in fibra ottica provenienti dal POP locale sono distribuiti per connettere gli utenti finali).

5.3. Normativa tecnica di riferimento

5.3.1. Normativa tecnica internazionale

Gli orientamenti dell'Autorità di cui alla delibera n. 162/23/CONS

191. Come riportato nella sezione 3, l'attività di standardizzazione delle fibre ottiche e dei cavi è svolta da diversi organismi di normazione. In particolare, anche sulla base delle informazioni acquisite a livello nazionale e internazionale, è emerso che gli organismi che possono ritenersi rilevanti ai fini del presente provvedimento, in quanto richiamati sia nelle linee guida definite in ambito internazionale sia dagli operatori in merito alla rete ottica già cablata, sono ITU-T, IEC e CEI.

192. A tale riguardo, sono emerse specifiche relazioni gerarchiche o di dipendenza causale tra le raccomandazioni e le norme emesse dai diversi organismi.

193. Infatti, per quanto concerne le fibre ottiche monomodali, la norma IEC 60793-2-50³⁴, nella revisione più aggiornata delle specifiche (2018), include uno schema di *naming* con categorie e sottocategorie **per meglio riflettere il corrispondente *naming* delle Raccomandazioni ITU-T G.652, G.653, G.654, G.655, G.656, e G.657** rispetto alla versione 2015:

³⁴ IEC (2018). *IEC 60793-2-50:2018: Optical fibres - Part 2-50: Product specifications - Sectional specification for class B single-mode fibres*. <https://webstore.iec.ch/publication/61070>

Annex	Category	Sub Category	Description	IEC 60793-2-50:2015	ITU-T Rec
	B-652		Dispersion unshifted fibre		G.652
A		B-652.B		B1.1	G.652.B
A		B-652.D		B1.3	G.652.D
	B-653		Dispersion shifted fibre		G.653
B		B-653.A		B2_a	G.653.A
B		B-653.B		B2_b	G.653.B
	B-654		Cut-off shifted fibre		G.654
C		B-654.A		B1.2_a	G.654.A
C		B-654.B		B1.2_b	G.654.B
C		B-654.C		B1.2_c	G.654.C
C		B-654.D		N/A	G.654.D
C		B-654.E		N/A	G.654.E
C	B-655		Non-zero dispersion shifted fibre	B4	G.655
D		B-655.C		B4_c	G.655.C
D		B-655.D		B4_d	G.655.D
D		B-655.E		B4_e	G.655.E
E	B-656		Wideband non-zero dispersion shifted fibre	B5	G.656
F	B-657		Bending loss insensitive fibre	B6	G.657
F		B-657.A1		B6_a1	G.657.A1
F		B-657.A2		B6_a2	G.657.A2
F		B-657.B2		B6_b2	G.657.B2
F		B-657.B3		B6_b3	G.657.B3

Figura 5 - Corrispondenza tra gli schemi di *namings* IEC 2018 con categorie e sottocategorie, IEC 2015 e ITU-T.

194. Analoga corrispondenza è riportata nella Raccomandazione ITU-T G-Sup 40³⁵, in particolare nell'allegato V, in cui sono indicate le tabelle con le relazioni tra le specifiche ITU-T e IEC:

³⁵ ITU-T (2018). *G-series Recommendation – Supplement 40, Optical fibre and cable Recommendations and standards guideline*. <https://www.itu.int/rec/T-REC-G/recommendation.asp?lang=en&parent=T-REC-G.Sup40>.

Optical fibre specification			
ITU-T		IEC	
Fibre category	Recommendation	Fibre category	Document
Single-mode optical fibre	ITU-T G.652	B-652 (ex. B1.1/ex. B1.3) single-mode fibre	IEC 60793-2-50
Dispersion-shifted single-mode optical fibre	ITU-T G.653	B-653 (ex. B2) single-mode fibre	
Cut-off shifted single-mode optical fibre	ITU-T G.654	B-654 (ex. B1.2) single-mode fibre	
Non-zero dispersion shifted single-mode optical fibre	ITU-T G.655	B-655 (ex. B4) single-mode fibre	
Non-zero dispersion shifted single-mode optical fibre for wideband optical transport	ITU-T G.656	B-656 (ex. B5) single-mode fibre	
Bending loss insensitive single-mode optical fibre	ITU-T G.657	B-657 (ex. B6) single-mode fibre	

Figura 6 - Tabella delle relazioni tra le specifiche ITU-T e IEC per fibre ottiche monomodali riportata nella Raccomandazione ITU-T G-Sup 40.

195. A tale riguardo, con la costituzione nel 2001 della *World Standard Cooperation*³⁶ (WSC), le tre organizzazioni internazionali ITU, ISO e IEC cooperano per affermare e diffondere il ruolo strategico degli *standard* nel settore ICT assicurando altresì che non vi siano né divergenze né duplicazioni tra le attività delle tre organizzazioni.

196. Per quanto concerne le fibre ottiche e i cavi, i relativi *standard* sono definiti da ITU-T e IEC (con il recepimento nazionale fornito da CEI). Come detto, le specifiche ITU-T e IEC risultano allineate e, in particolare, le specifiche IEC appaiono completare quelle ITU aggiungendo ulteriori requisiti di tipo meccanico e ambientale, oltre che metodi standardizzati di misura e verifica delle fibre ottiche.

197. Dall'analisi della *best practice* internazionale riportata nella sezione 4 e di quanto rappresentato, nello schema di provvedimento l'Autorità ha ritenuto che il riferimento normativo da assumersi come principale, in quanto richiamato dagli altri *standard*, ai fini della definizione degli *standard* per le fibre ottiche e per i cavi sia costituito dalle Raccomandazioni ITU-T della serie G.65X.

D4. Si condivide che gli organismi di standardizzazione e normazione rilevanti ai fini del presente provvedimento siano ITU-T, IEC e CEI?

D5. Si condivide che gli *standard* per le fibre ottiche e per i cavi siano definiti con riferimento alle Raccomandazioni ITU-T della serie G.65X?

³⁶ <https://www.worldstandardscooperation.org/>.

Le osservazioni dei rispondenti nella consultazione pubblica

O14. Tutti i partecipanti hanno condiviso che gli organismi di standardizzazione e normazione rilevanti ai fini del provvedimento siano ITU-T, IEC e CEI.

O15. Più rispondenti hanno concordato che gli *standard* per le fibre ottiche e per i cavi siano definiti con riferimento alle Raccomandazioni ITU-T della serie G.65X.

O16. Alcuni rispondenti hanno ritenuto necessario aggiungere il riferimento in ambito IEC/CEI alle Norme delle serie 60793-x-x e 60794-x-x rispettivamente per le fibre e per i cavi ottici.

O17. Tre rispondenti hanno suggerito come in ambito ITU-T siano indicate sia le Raccomandazioni delle serie G.65x che quelle della serie L.10x, rispettivamente per le fibre cablate e per i cavi ottici.

La proposta presentata al tavolo tecnico

198. Nella bozza di regola tecnica, le Raccomandazioni ITU-T relative agli *standard* individuati per le diverse tratte di rete sono stati affiancati dalle norme IEC 60793 per le fibre ottiche e IEC 60794 per i cavi in fibra ottica, recependo quanto rappresentato nelle osservazioni alla consultazione pubblica.

Le osservazioni dei partecipanti al tavolo tecnico

O18. Un partecipante ha rilevato che la regola tecnica abbia lo scopo di indicare le prestazioni attese e le prescrizioni sui cavi in fibra ottica indipendentemente dalle loro componenti, fra le quali la fibra ottica e, pertanto, ha ritenuto improprio introdurre indicazioni di dettaglio sul tipo di fibra da adoperare. Per tale ragione, il partecipante ha altresì ritenuto improprio introdurre un riferimento alla normativa IEC 60793 che si riferisce alle fibre in quanto tali, cioè a dei componenti dei cavi.

O19. Per le suddette ragioni, lo stesso rispondente ha ritenuto sufficiente introdurre il riferimento alla serie di norme IEC 60794, in particolare alla norma IEC 60794-2 (*Optical fibre cables - Part 2: Indoor cables - Sectional specification*) che descrive i requisiti che si applicano ai cavi in fibra ottica per uso *indoor* e alla norma IEC 60794-3 (*Optical fibre cables - Part 3: Outdoor cables - Sectional specification*) che descrive i requisiti che si applicano ai cavi in fibra ottica per uso *outdoor*.

O20. Diversi partecipanti hanno proposto di inserire i riferimenti ad ulteriori Raccomandazioni ITU-T e norme IEC e CEI, tra cui il Regolamento UE 305/2011 CPR – Prodotti da Costruzione del 9 marzo 2011.

Le valutazioni dell’Autorità

V8. Nell’ambito del tavolo tecnico, è stata pienamente analizzata la normativa di riferimento insieme agli *stakeholder* coinvolti. Tutti i riferimenti nella regola tecnica sono stati condivisi dai partecipanti al tavolo tecnico.

V9. In particolare, nella regola tecnica gli *standard* per i cavi in fibra ottica sono definiti con riferimento alle Raccomandazioni ITU-T della serie G.65X (che descrivono le caratteristiche sia delle fibre ottiche sia dei cavi in fibra ottica) e alle corrispondenti norme della serie IEC 60794.

5.3.2. Normativa tecnica di riferimento applicata nei Bandi pubblici

199. Nello schema di provvedimento sono state riportate, a titolo di esempio, le indicazioni sulla tipologia di fibra ottica da impiegare nella realizzazione del “*Piano isole minori*” rinvenibili all’interno della documentazione di gara elaborata dalla Stazione appaltante Infratel Italia S.p.A. “*per l’affidamento di appalto per la progettazione, fornitura e posa in opera del cavo sottomarino a fibre ottiche e relativa manutenzione, e della progettazione ed esecuzione dei lavori di realizzazione di infrastrutture costituite da impianti in fibra ottica*”.³⁷

200. Il documento di “*Specifica Tecnica – Cavi Multifibra, Monofibra, Minibundle per posa esterna e Accessori*” prevede, al par. 3.5, che “**Le fibre ottiche inserite all’interno del cavo multifibra e del cavo singolo rinforzato devono essere del tipo a bassa sensibilità alla curvatura ed in accordo con la raccomandazione ITU-T G.657.A2. Per i cavi multifibra (...) è consentito anche l’uso di fibre in accordo con la raccomandazione ITU-T G.657.A1**”.

201. Il documento di “*Specifica Tecnica – Cavi in fibra ottica per posa aerea*” prevede, al par. 4.1, che “**Le fibre sono del tipo monomodale a dispersione non spostata a banda estesa (SM) le cui caratteristiche ottiche, meccaniche e geometriche devono essere conformi alle indicazioni ITU-T G.657 A1/A2**”.

202. Il documento “*Specifica Tecnica – Microcavi in fibra ottica per posa soffiata*” prevede, al cap.1, che “**Le caratteristiche delle fibre ottiche monomodali a dispersione non spostata a banda estesa (SM) devono essere conformi alla raccomandazione ITU-T G.652.D, ITU-T G.657 A1 e/o A2**”.

203. Infine, il documento “*ST1- Specifiche Tecniche ed Operative per la progettazione e la posa del cavo sottomarino e per la relativa manutenzione*” prevede, al sottopar. 7.2.2 che “**Le caratteristiche dimensionali e prestazionali devono riferirsi alla raccomandazione ITU-T G.652.D o opzionalmente G.654**”.

³⁷ Documentazione accessibile mediante piattaforma telematica all’indirizzo: <https://ingate.invitalia.it/> .

5.4. Principali *standard* per le fibre ottiche e per i cavi

204. Dall'esperienza nazionale e internazionale è emerso l'utilizzo in via esclusiva di cavi in fibra ottica monomodale in tutte le diverse tratte di rete oggetto del presente provvedimento. A tale riguardo, ai fini di una migliore comprensione, si ritiene opportuno fornire una sintetica descrizione delle caratteristiche per i principali *standard* precedentemente citati.

205. Si richiama che le specifiche per le fibre ottiche monomodali e per i cavi sono contenute nelle Raccomandazioni ITU-T delle serie G.652, G.653, G.654, G.655, G.656 e G.657. Le Raccomandazioni definiscono un insieme di 17 sottocategorie che presentano livelli di prestazione diversi rispetto a specifici attributi quali, ad esempio, il coefficiente di attenuazione o il raggio di curvatura minimo.

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

206. La Raccomandazione ITU-T G.652 descrive le caratteristiche geometriche, meccaniche e di trasmissibilità di una fibra ottica monomodale e di un cavo con dispersione zero per le lunghezze d'onda intorno a 1.310 nm. La Raccomandazione è stata inizialmente definita nel 1984 per l'uso ottimizzato a tale lunghezza d'onda, sebbene sia possibile l'uso della fibra ottica anche nella regione a 1.550 nm.

207. Lo *standard* G.652 è suddiviso nelle 4 sottocategorie G.652.A – G.652.D.

208. Le sottocategorie B e D hanno una minore dispersione dei modi di polarizzazione (PMD) rispetto alle sottocategorie A e C. Le sottocategorie C e D presentano una minore attenuazione (*low water peak*³⁸) che ne permette l'uso con uno spettro più ampio.

209. La sottocategoria G.652.D è quella più ampiamente utilizzata poiché presenta le migliori caratteristiche trasmissive. Il raggio di curvatura minimo è pari a 30 mm.

5.4.2. *ITU-T G.654 – Characteristics of a cut-off shifted single-mode optical fibre and cable*

210. La Raccomandazione G.654 descrive le caratteristiche di una fibra ottica e di un cavo con lunghezza d'onda a dispersione zero intorno a 1.300 nm, con perdita ridotta e *cut-off* spostata intorno a 1.550 nm.

211. Questa tipologia di fibra può essere usata per applicazioni di trasmissione digitale a lunga distanza come sistemi di cavi terrestri a lungo raggio e sistemi di cavi sottomarini che utilizzano amplificatori ottici.

³⁸ Le fibre con *low water peak* presentano il picco di assorbimento a 1.390 nm (imputabile alla presenza di ioni ossidrilici) fortemente attenuato che permette il pieno utilizzo della banda 1.300-1.650 nm.

- a) La sottocategoria G.654.A è la tipologia base adatta per i sistemi di trasmissione a 1.550 nm.
- b) La sottocategoria G.654.B può essere utilizzata per sistemi di trasmissione WDM con distanze e capacità maggiori, ad esempio sistemi sottomarini.
- c) La sottocategoria G.654.C è simile a G.654.A ma con PMD ridotto.
- d) La sottocategoria G.654.D è simile a G.654.B ma con diverse specifiche di curvatura e minore attenuazione ed è raccomandata per trasmissioni sottomarine.
- e) La sottocategoria G.654.E è simile a G.654.B ma con minore attenuazione in curvatura (equivalente a G.652.D), oltre a migliori caratteristiche fisiche che ne consentono l'utilizzo nelle trasmissioni ad alta velocità (100 Gbps).

5.4.3. ITU-T G.657 – Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable

212. L'uso della fibra ottica nelle reti di accesso impone vincoli supplementari legati allo spazio generalmente limitato per l'installazione, alla facilità di realizzazione del collegamento e alla sensibilità alla curvatura.

213. Lo scopo della Raccomandazione G.657 è di supportare la capacità e la facilità di installazione della fibra ottica nelle reti di accesso migliorando i parametri di attenuazione in curvatura rispetto alla Raccomandazione G.652. Ciò è ottenuto attraverso due tipologie di fibre ottiche:

- a) G.657.A: pienamente compatibile con G.652, in termini di proprietà trasmissive, in quanto costituisce un sottoinsieme della G.652.D. Può essere utilizzata sia nella rete di accesso sia nella rete di trasporto.
 - i) La sottocategoria ITU-T G.657.A1 è adatta per applicazioni con raggio di curvatura minimo pari a 10 mm.
 - ii) La sottocategoria ITU-T G.657.A2 è adatta per applicazioni con raggio di curvatura minimo pari a 7,5 mm.
- b) G.657.B: definita per consentire raggi di curvatura ancora più ridotti, risulta compatibile con la G.657.A e con la G.652 solo nell'ambito della rete di accesso³⁹ in quanto concepita per collegamenti di brevi distanze (inferiori a 1.000 m). Per tale ragione può essere usata nella rete all'interno degli edifici o nella loro prossimità.
 - i) La sottocategoria ITU-T G.657.B2 è adatta per applicazioni con raggio di curvatura minimo pari a 7,5 mm.

³⁹ Le fibre G.657.B non risultano compatibili con G.652.D in termini di coefficiente di dispersione cromatica e dispersione dei modi di polarizzazione (PMD).

- ii) La sottocategoria ITU-T G.657.B3 è adatta per applicazioni con raggio di curvatura minimo pari a 5 mm.

214. Le fibre ottiche G.657 sono adatte per l'utilizzo con lunghezze d'onda da 1.260 nm a 1.625 nm. Ciò garantisce la compatibilità con la fibra G.652.D in tutto questo intervallo di lunghezze d'onda. Tuttavia, le sottocategorie B2 e B3 non risultano completamente compatibili con G.652.D in termini di coefficiente di dispersione cromatica e dispersione dei modi di polarizzazione (PMD).

5.4.4. IEC 60794

215. La famiglia delle norme IEC 60794 contiene specifiche, metodi di misura e procedure di *test* applicati ai cavi in fibra ottica.

216. In particolare, la norma IEC 60794-2 (*Optical fibre cables - Part 2: Indoor cables - Sectional specification*) descrive i requisiti che si applicano ai cavi in fibra ottica per uso *indoor* mentre la norma IEC 60794-3 (*Optical fibre cables - Part 3: Outdoor cables - Sectional specification*) descrive i requisiti che si applicano ai cavi in fibra ottica per uso *outdoor*.

217. La norma IEC 60794 è recepita a livello nazionale dalla serie CEI EN 60794, in cui si definiscono, tra l'altro, le caratteristiche meccaniche, climatiche ed ambientali dei cavi, le procedure di prova fondamentali, i principali elementi costitutivi dei cavi ottici e i requisiti per il loro impiego da interno o da esterno.

5.5. Standard tecnici per i cavi in fibra ottica a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell'infrastruttura di rete

218. Nello schema di provvedimento l'Autorità ha ritenuto che sia all'interno delle Raccomandazioni ITU-T della Serie G.65X che si identificano le proprietà fisiche, trasmissive, meccaniche ed ambientali per le fibre ottiche cablate *in modo da assicurare adeguati livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività*.

5.5.1. Premessa sugli standard tecnici per i cavi in fibra ottica

Gli orientamenti dell'Autorità di cui alla delibera n. 162/23/CONS

219. Si richiama che la connessione, ossia il collegamento che fornisce la capacità di trasmettere segnali, è in prima istanza offerta dalle caratteristiche della fibra ottica. Il cavo ha la finalità di proteggere e preservare nel tempo le proprietà trasmissive e meccaniche della fibra ottica anche a seguito delle operazioni di installazione e manutenzione, ma può inevitabilmente influenzare alcuni parametri trasmissivi della fibra ottica, quali

l'attenuazione, la PMD, la lunghezza d'onda di *cut-off*. In tal senso, la fibra ottica *connette* e il cavo fa sì che la fibra *possa connettere* al meglio.

220. Il cavo protegge le fibre ottiche dagli effetti meccanici dovuti alla curvatura, alla tensione, alla torsione, agli urti, oltre che dagli effetti ambientali quali umidità, infiltrazioni d'acqua, variazioni di temperatura, fuoco.

221. All'interno del cavo, le fibre ottiche possono essere posizionate in maniera libera oppure secondo una particolare struttura, come rappresentato, a titolo di esempio non esaustivo, nella figura seguente.

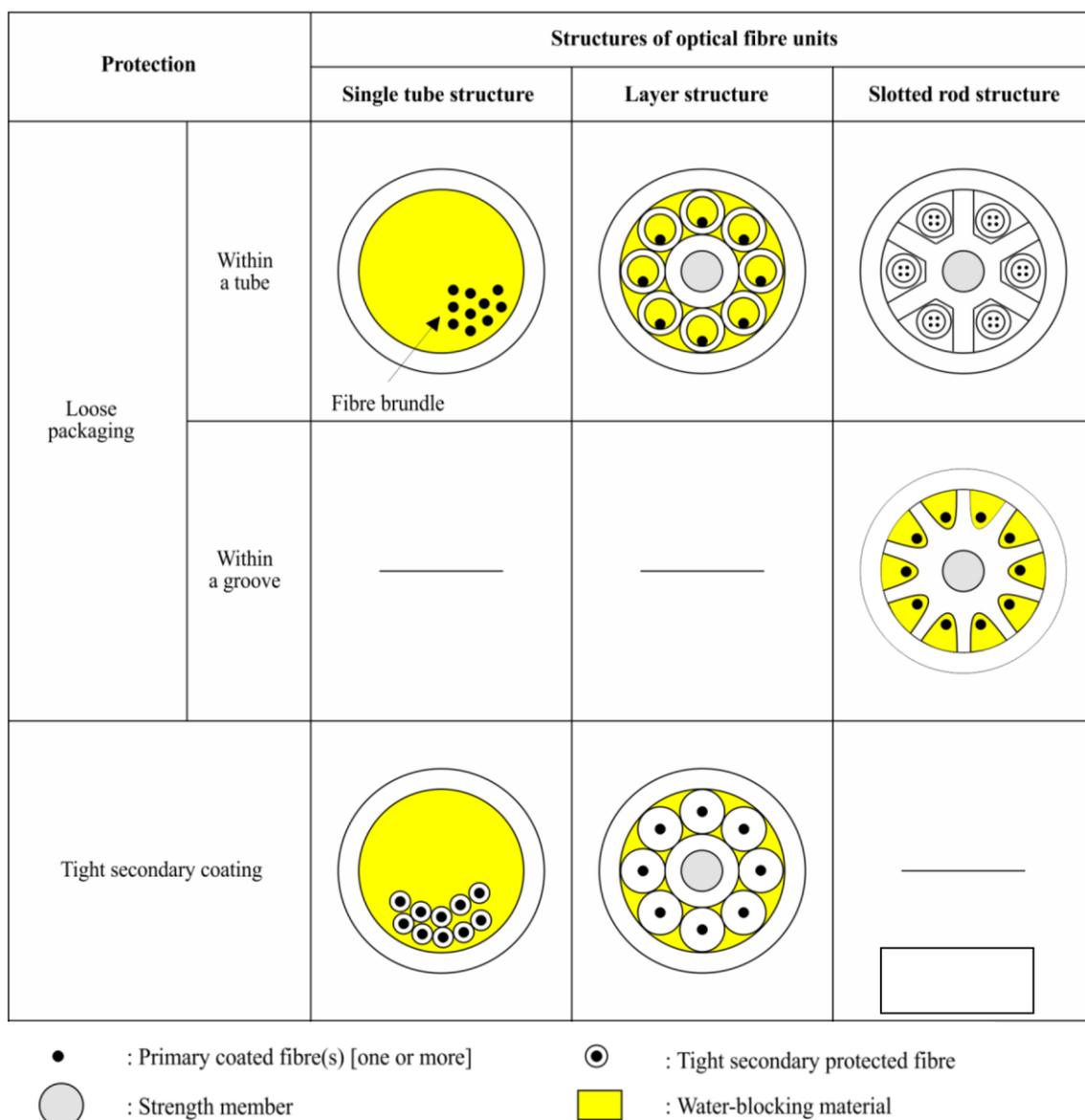


Figura 7 – Esempi di posizionamento, con vista in sezione, delle fibre ottiche all'interno dei cavi. Riproduzione parziale da: ITU-T (2015). *Technical Report on Optical fibres, cables and systems*.

222. Le Raccomandazioni ITU-T G.65X forniscono sia le caratteristiche intrinseche delle fibre ottiche (ad esempio il diametro del *core* e del *cladding*) sia le caratteristiche trasmissive (ad esempio coefficienti di attenuazione e di dispersione dei modi di polarizzazione) che devono essere garantite una volta che le fibre ottiche sono fisicamente realizzate sotto forma di cavi.

223. Per quanto concerne la tipologia di cavo (ad esempio microcavo, cavo per posa interrata/aerea, cavo multifibra/monofibra), nello schema di provvedimento l’Autorità ha ritenuto che la scelta debba essere dettata dalle specifiche condizioni infrastrutturali e realizzative. Nello schema di provvedimento l’Autorità ha rilevato, a tal riguardo, che una eventuale declinazione della tipologia di cavo da utilizzare nella singola tratta possa, al contrario, risultare ambigua e non apportare benefici per il raggiungimento dei livelli qualitativi e di prestazioni elevate di connettività, sia perché l’elenco potrebbe rivelarsi non esaustivo rispetto a tutte le possibili casistiche implementative che possono verificarsi, sia perché la valutazione dell’effettivo contesto potrebbe condurre a ritenere una diversa tipologia di cavo più idonea allo scopo. Analoga considerazione è applicabile alle caratteristiche geometriche, meccaniche e dei materiali costruttivi dei cavi che contengono le fibre ottiche (ad es. tipologia di guaina/armatura, parametri di resistenza alla fiamma e di emissione di fumi, ecc.), in quanto fortemente dipendenti dal contesto in cui vengono impiegati.

224. Si richiama che, a differenza dei cavi monofibra, i cavi che includono al loro interno un numero maggiore di fibre ottiche si compongono di un numero variabile da alcune unità ad alcune centinaia raggruppate. Le caratteristiche costruttive dei cavi possono variare in funzione degli utilizzi e dei contesti installativi; tipicamente per i cavi di maggiore potenzialità possono venire utilizzati cavi di tipo *loose* dove le fibre ottiche sono organizzate in tubetti (tipicamente contenenti dodici, ventiquattro, trentasei fibre etc.). Fermo restando che la potenzialità del cavo da utilizzare dipende dallo specifico contesto di installazione, l’Autorità nello schema di provvedimento ha ritenuto tuttavia opportuno fornire, laddove considerato adeguato per le diverse tratte di rete, indicazioni sui principi che devono essere rispettati nella scelta della potenzialità del cavo.

225. Sebbene l’Autorità abbia ritenuto che *adeguati livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività* dipendano dalla particolare Raccomandazione ITU-T adottata per la scelta della fibra ottica e del cavo, l’Autorità ha rilevato che la realizzazione del collegamento deve comunque avvenire nel rispetto della normativa nazionale relativa alla produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici di cui alla legge n. 186 del 1° marzo 1968, ossia nel rispetto delle corrispondenti norme CEI che definiscono la realizzazione “a regola d’arte”.

226. Nei paragrafi che seguono, per ciascuna tratta di rete, sono indicati, *per i cavi in fibra ottica, gli standard tecnici a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell’infrastruttura di rete, in modo da assicurare adeguati livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività*. Si richiama che tali prescrizioni si applicano ai **bandi pubblicati successivamente alla data di entrata in vigore della legge 1° febbraio 2023, n. 10**.

D6. Si condivide che, per quanto concerne la tipologia di cavo, la scelta da parte della Stazione appaltante debba essere dettata dalle specifiche condizioni infrastrutturali e realizzative o, al contrario, si ritiene che dovrebbero essere definite le tipologie per ogni specifica realtà di installazione? In quest'ultimo caso, il rispondente proponga una classificazione completa delle casistiche di installazione e le relative tipologie di cavo che ritiene debbano essere utilizzate.

D7. Si ritiene adeguato che la realizzazione dell'infrastruttura di rete avvenga nel rispetto dei generali principi normativi di esecuzione a regola d'arte secondo le norme CEI applicabili al caso specifico? In caso contrario, il rispondente indichi la normativa specifica che ritiene dovrebbe essere rispettata.

Le osservazioni dei rispondenti nella consultazione pubblica

O21. Più rispondenti hanno ritenuto corretto che la Stazione appaltante scelga in autonomia la tipologia di cavo (microcavo, interrato, posa aerea, multifibra, monofibra) e della guaina del cavo da utilizzare in base alle condizioni infrastrutturali, realizzative ed installative.

O22. Un rispondente ha condiviso il principio di delegare la Stazione appaltante, limitando però la posa aerea a casi estremi della rete secondaria: non prevedendo ridondanza dei percorsi nella rete di accesso, la posa aerea risulterebbe intrinsecamente meno affidabile.

O23. Un rispondente, partendo dal presupposto che una classificazione completa delle casistiche di installazione e relative tipologie di cavo è di fatto impossibile, ha ritenuto comunque utile predisporre alcune linee guida di progettazione, che la Stazione appaltante utilizzerà al fine di validare il progetto.

O24. Più rispondenti hanno rappresentato che le definizioni dell'Autorità debbano limitarsi a indicare le "prestazioni funzionali" della fibra e del cavo, mentre la scelta della tipologia di cavo dovrebbe essere prerogativa della Stazione appaltante in relazione al tipo di posa prevista e alle scelte architettoniche, sistemistiche, oltre che ad aspetti di compatibilità e misura nel caso di integrazione con fibre/cavi esistenti.

O25. Un rispondente ha suggerito che per l'installazione si faccia sempre riferimento alle norme IEC/CEI o ITU-T.

O26. Un rispondente ha ritenuto che la scelta circa la specifica tipologia di cavo da utilizzare debba essere lasciata alla discrezionalità del soggetto incaricato della realizzazione della rete, a seconda delle relative specifiche esigenze dettate dalle diverse condizioni infrastrutturali, realizzative e, dunque, progettuali.

O27. Un rispondente ha ritenuto comunque necessaria una certa discrezionalità degli aggiudicatari dei bandi per assicurare, oltre che l'ottimizzazione della posa e delle performance trasmissive e funzionali, la disponibilità tempestiva dei materiali ed il rispetto delle tempistiche concordate.

O28. Tutti i partecipanti hanno ritenuto adeguato che la realizzazione dell'infrastruttura di rete avvenga nel rispetto dei generali principi normativi di esecuzione a regola d'arte secondo le norme CEI applicabili al caso specifico; due rispondenti hanno rilevato che sia necessario rispettare anche le norme ITU-T di riferimento.

La proposta presentata al tavolo tecnico

227. Nella bozza di regola tecnica, l'Autorità ha proposto di confermare il principio, riportato nello schema di provvedimento a consultazione pubblica, secondo cui la Stazione appaltante scelga in autonomia la tipologia di cavo e la guaina del cavo da utilizzare in base alle condizioni infrastrutturali, realizzative ed installative, coerentemente con le osservazioni O21, O22, O23, O24, O26, O27.

228. Anche con riferimento alla normativa tecnica da rispettare, l'Autorità ha accolto le osservazioni di cui ai punti O25 e O28.

Le osservazioni dei partecipanti al tavolo tecnico

O29. Nell'ambito del tavolo tecnico sono state meglio precisate le tipologie di cavo da indicare nella regola tecnica (microcavo, cavo per posa interrata/aerea, cavo multifibra/monofibra) e sono state condivise alcune modifiche editoriali al testo della regola tecnica.

O30. I partecipanti hanno condiviso il principio secondo cui, per quanto concerne la tipologia di cavo, la scelta risulta dettata dalle specifiche condizioni infrastrutturali e realizzative.

O31. Un partecipante ha proposto una definizione di "*Stazione appaltante*", ai fini della regola tecnica, che è stata successivamente discussa e modificata nel tavolo tecnico.

Le valutazioni dell'Autorità

V10. La maggior parte delle osservazioni formulate nella consultazione pubblica e nel tavolo tecnico (O21, O22, O23, O24, O30) condividono la proposta iniziale secondo cui la scelta della tipologia di cavo sia prerogativa della Stazione appaltante e debba essere dettata dalle specifiche condizioni infrastrutturali e realizzative. La regola tecnica conferma, pertanto, tale principio.

V11. Per le medesime ragioni, non sono accoglibili le richieste di cui ai punti O26 e O27 di lasciare al soggetto incaricato della realizzazione della rete la discrezionalità circa la specifica tipologia di cavo da utilizzare.

V12. In merito alla realizzazione dell'infrastruttura di rete e relativamente alle osservazioni O25 e O28, si conferma il rispetto dei generali principi normativi di esecuzione a regola d'arte secondo le norme CEI applicabili al caso specifico.

V13. Con riferimento alla definizione di “*Stazione appaltante*” ai fini della regola tecnica, l’Autorità recepisce la definizione condivisa nel tavolo tecnico da tutti gli *stakeholder*.

V14. Tanto premesso, nella regola tecnica è esplicitato che:

- a) la scelta della tipologia di cavo (ad esempio microcavo, cavo per posa interrata/aerea, cavo multifibra/monofibra) è determinata da parte della Stazione appaltante nei singoli bandi di gara sulla base delle specifiche progettuali e delle condizioni infrastrutturali e realizzative e coerentemente con gli obiettivi di “*Step Change*” previsti dagli Orientamenti della Commissione europea;
- b) anche la potenzialità del cavo da utilizzare dipende dallo specifico contesto di installazione ed è determinata dalla Stazione appaltante nei singoli bandi di gara, sebbene possano essere individuati dei principi secondo cui guidare la scelta della potenzialità del cavo;
- c) in ogni caso, la realizzazione del collegamento deve comunque avvenire nel rispetto della normativa nazionale relativa alla produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici di cui alla legge n. 186 del 1° marzo 1968, ossia nel rispetto delle corrispondenti norme CEI che definiscono la realizzazione “*a regola d’arte*”;
- d) ai fini della regola tecnica, per Stazione appaltante si intende la società incaricata dall’Amministrazione/Ministero di competenza di indire bandi pubblici per la realizzazione dell’infrastruttura di reti a banda ultra-larga.

5.5.2. *Backhauling*

Gli orientamenti dell’Autorità di cui alla delibera n. 162/23/CONS

229. Per le tratte di *backhauling*, data l’ampia casistica di questa tipologia di collegamenti (ad es. trasporto aggregato verso i nodi di rete *core* del traffico generato in rete di accesso, rilegamento delle SRB, ecc.) e delle possibili infrastrutture per la posa dei cavi, conformemente al dettato normativo dell’articolo 4*bis* della legge 1° febbraio 2023, n. 10, e sulla base delle caratteristiche tecniche definite dalle raccomandazioni ITU-T, **nello schema di provvedimento l’Autorità ha proposto come più adeguate allo scopo le fibre conformi alle Raccomandazioni ITU-T G.652.D e, per i cavi sottomarini, G.654.E.**

230. Tale scelta risulta pressoché allineata alle attuali esperienze rilevate in ambito nazionale e internazionale, seppure fosse emerso come alcuni operatori o NRA ritengano idonea per queste tratte anche la fibra tipo G.657.A.

231. Per quanto attiene al dimensionamento dei collegamenti, vista l’elevata eterogeneità degli stessi, l’Autorità ha ritenuto poco pertinente individuare dei parametri

comuni. Si richiamano, a tale proposito, le previsioni del documento Infratel denominato “STI- *Specifiche Tecniche ed Operative per la progettazione e la posa del cavo sottomarino e per la relativa manutenzione*” che specifica “La **potenzialità del cavo**, sia per le componenti marine sia per quelle terrestri, **deve essere pari a 48 fibre ottiche (24 coppie)**” e, al contempo, le previsioni del Capitolato tecnico del Bando nell’ambito del Piano “Italia 5G” per la realizzazione di rilegamenti in fibra ottica di siti radiomobili, in cui era previsto che “i soggetti aggiudicatari dei contributi **dovranno dimensionare e realizzare i collegamenti di backhauling in fibra ottica dei siti radiomobili oggetto dell’intervento in modo da garantire l’accesso all’ingrosso a tutte le sue componenti, attive e passive, a condizioni eque e non discriminatorie, a tutti i soggetti interessati**”.

D8. Si condivide che l’infrastruttura di rete ottica nella tratta di *backhauling* sia realizzata con cavi di fibre ottiche conformi alle Raccomandazioni ITU-T G.652.D e, per i cavi sottomarini, G.654.E?

D9. Per quanto concerne la potenzialità dei cavi, si ritiene necessario quantificare in questa sede la capacità aggiuntiva disponibile al fine di garantire l’accesso all’ingrosso a tutte le sue componenti, attive e passive, a condizioni eque e non discriminatorie, a tutti i soggetti interessati? O si ritiene più congruo che la capacità aggiuntiva del singolo collegamento venga individuata dalla Stazione appaltante all’interno dei Bandi di gara, sulla base delle specifiche progettuali?

Le osservazioni dei rispondenti nella consultazione pubblica

O32. In via generale, tre rispondenti hanno ritenuto che la scelta a priori di un determinato *standard* tecnico con cui realizzare una specifica tratta di rete (come quella di *backhauling* o una tratta sottomarina) risulti limitante, in quanto la scelta del cavo in fibra ottica viene generalmente fatto in funzione dei requisiti specifici del collegamento da realizzare, in modo tale da adottare la soluzione di supporto ottico fisico più adatta alle specifiche del caso.

O33. Per quanto concerne l’infrastruttura di rete ottica nella tratta di *backhauling*, sei rispondenti hanno condiviso la proposta di utilizzare cavi in fibra ottica conformi alla Raccomandazione ITU-T G.652.D.

O34. Al contrario, sempre con riferimento alla tratta di *backhauling*, tre rispondenti non hanno condiviso l’utilizzo dello *standard* ITU-T G.652.D e hanno proposto l’utilizzo di *standard* della famiglia ITU-T G.657.A. In particolare:

- a) un rispondente ha ritenuto che lo *standard* preferibile, in quanto già principalmente impiegato, sia la Raccomandazione ITU-T G.657.A (incluso quindi entrambe le sotto-categorie A1 e A2);
- b) un altro rispondente ha rilevato che dovrebbe essere considerato l’utilizzo della fibra ottica ITU-T G.657.A1 in quanto diretta evoluzione tecnologica della ITU-

T G.652.D, totalmente compatibile con quest'ultima e ampiamente disponibile presso i produttori di fibra ottica;

- c) un altro rispondente ha ritenuto che la scelta più idonea sia costituita dalla fibra ottica ITU-T G.657.A2, in quanto pienamente compatibile con la fibra ottica ITU-T G.652.D (la fibra A2 è, infatti, un sottoinsieme della fibra D) ma, al contempo, presenta caratteristiche tecniche e qualitative migliori e di *future-proofness*, migliorando i parametri di curvatura.

O35. In merito ai cavi sottomarini, tre rispondenti hanno condiviso la proposta a consultazione pubblica.

O36. Tuttavia, diversi rispondenti hanno evidenziato che la proposta dell'Autorità non dovrebbe essere considerata come la soluzione da adottare in via esclusiva, rilevando come, in alcuni casi, le due classificazioni potrebbero non essere mutuamente esclusive.

O37. Un rispondente ha ritenuto infatti condivisibile, per i collegamenti sottomarini, l'adozione di entrambi gli *standard* di fibra ottica ITU-T G.652.D e G.654.E, sebbene come mero "punto di partenza" e, dunque, quale riferimento normativo non vincolante.

O38. A tale riguardo, un rispondente ha ritenuto che il reale elemento di discriminare sia la distanza del collegamento e non la posa terrestre o sottomarina dei cavi ottici. Per tale ragione, ad avviso del rispondente, è più opportuno introdurre un generico riferimento a collegamenti di *longhaul*, in relazione ai quali il rispondente ritiene che le fibre ITU-T G.654.E siano le più adeguate in ragione delle loro caratteristiche tecniche.

O39. Anche un altro rispondente ha evidenziato un grado di sovrapposizione tra gli *standard* utilizzabili per le tratte sottomarine e terrestri. Infatti, per le tratte di approdo terrestre degli impianti sottomarini di norma vengono utilizzate le fibre ITU-T G.654.E che, in ogni caso, possono essere utilizzate anche nelle tratte di lunga distanza terrestre. In queste ultime, secondo il rispondente, è possibile utilizzare anche fibre ITU-T G.655.

O40. Anche altri due rispondenti non si sono detti concordi sull'utilizzo esclusivo della fibra ITU-T G.654.E per i cavi sottomarini, sia perché la scelta della fibra ottica dipende dalla compatibilità con quanto installato a livello di tratte terrestri, dalle esigenze sistemistiche e dalle caratteristiche peculiari del progetto in esame, sia perché la fibra ITU-T G.654.E potrebbe risultare più costosa e, in alcune situazioni, non necessaria. Entrambi i rispondenti, inoltre, evidenziano che la fibra ITU-T G.654.E è utilizzata, anche sulla base dei suggerimenti indicati nella Raccomandazione ITU-T, per i prolungamenti nelle tratte terrestri.

O41. Per quanto concerne la potenzialità dei cavi, sei rispondenti hanno ritenuto più congruo che la capacità aggiuntiva del singolo collegamento sia individuata dalla Stazione appaltante all'interno dei bandi di gara, sulla base delle specifiche progettuali.

O42. Altri tre rispondenti ritengono che la capacità aggiuntiva disponibile al fine di garantire l'accesso all'ingrosso dovrebbe essere determinata dall'Autorità nel provvedimento finale. In particolare:

- a) un rispondente ha suggerito di definire la capacità aggiuntiva disponibile entro la media europea, ovvero, pari ad un incremento tra il 15% e il 25%;
- b) due rispondenti hanno ritenuto che la potenzialità del cavo debba prevedere una “*spare capacity*” in termini di fibre ottiche non utilizzate del 100% per impedire una successiva inutile duplicazione degli investimenti infrastrutturali sulla medesima tratta.

O43. Con riferimento alla potenzialità dei cavi, un rispondente ha suggerito, affinché la tratta di *backhauling* non costituisca un collo di bottiglia, l'utilizzo di cavi di capacità non inferiore a 144 fibre ottiche.

O44. Un rispondente, infine, ha rappresentato che il legislatore abbia attribuito all'Autorità il compito di definire gli *standard* tecnici per i cavi in fibra ottica al fine di garantire “*adeguati livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività*” e che la previsione di un sovradimensionamento dei cavi per asserite finalità pro-concorrenziali non ricada tra le competenze attribuite all'Autorità. Il rispondente è pertanto contrario all'imposizione, per via regolamentare, di una capacità aggiuntiva disponibile. Secondo il rispondente, rientra invece nei poteri di una Stazione appaltante definire le eventuali capacità aggiuntive ritenute necessarie/opportune nell'ambito di un'infrastruttura finanziata con l'intervento pubblico. Pertanto, il rispondente ritiene che eventuali vincoli relativi alla capacità (totale o aggiuntiva) dei cavi da utilizzare possano essere definiti solo all'interno dei relativi bandi pubblici, nell'ambito dei quali tale capacità aggiuntiva può anche rappresentare un elemento di valutazione del progetto e quindi costituire una variabile concorrenziale rilevante tra i partecipanti al bando.

La proposta presentata al tavolo tecnico

232. Rispetto alla proposta riportata nello schema di provvedimento allegato alla delibera n. 162/23/CONS, considerata l'elevata eterogeneità dei collegamenti di *backhauling*, sono stati individuati un insieme di possibili *standard* per la posa terrestre e per quella sottomarina:

- a) per i collegamenti terrestri, ITU-T G.657.A1 e G.657.A2 in aggiunta a G.652.D proposto nello schema di provvedimento;
- b) per i collegamenti sottomarini, ITU-T G.652.D in aggiunta a G.654.E proposto nello schema di provvedimento.

233. Tuttavia, l'esistenza di più *standard* che possano ritenersi idonei a soddisfare le richieste del dettato normativo non implica che gli stessi debbano essere ritenuti necessariamente equivalenti. L'Autorità ha ritenuto che, pur mantenendo saldi i principi di neutralità, flessibilità e libertà di scelta tra gli *standard* identificati, i parametri che caratterizzano ciascuno *standard* possano essere eventualmente considerati rispetto allo specifico progetto di realizzazione tecnica prevedendone una diversa valutazione nei singoli bandi di gara.

234. È stato altresì confermato il principio che sia la Stazione appaltante ad individuare la potenzialità dei cavi all'interno dei singoli bandi di gara sulla base delle specifiche progettuali.

Le osservazioni dei partecipanti al tavolo tecnico

O45. Un partecipante ha rappresentato che il motivo per cui esistono 3 categorie di fibra (G.652.D, G.657.A1 e G.657.A2) sia dovuto alla presenza di differenze significative tra le stesse, in particolare fra A1 e A2. Secondo il partecipante, le proprietà di resistenza alla curvatura hanno un effetto importante sulla robustezza della rete, le dimensioni dei cavi, la capacità della rete di reggere sistemi attivi di nuova generazione che usano uno spettro ottico più ampio; quindi, consentono anche di ridurre i costi d'installazione e i costi operativi di manutenzione della rete. Oggi, dopo anni di miglioramento dei processi di produzione, una grande parte delle fibre vendute come G.652.D sul mercato sono anche G.657.A1. Per generare le differenze appena menzionate, ad avviso del rispondente è necessario utilizzare cavi in fibra ottica G.657.A2 anche nelle tratte di *backhauling*.

O46. Due partecipanti hanno rappresentato invece, di non aver riscontrato nei collegamenti di *backhauling* curvature tali da richiedere l'impiego di fibra G.657.A2.

O47. Un partecipante, in relazione alla proposta dell'Autorità di impiegare fibra G.654.E nei collegamenti sottomarini di *backhauling*, ha segnalato come secondo la ITU-T la fibra G.654.E sia raccomandata invece per collegamenti terrestri, per consentire la trasmissione coerente ad elevata velocità di cifra. Un altro partecipante ha ritenuto quindi necessario verificare la correttezza dell'impiego di fibra G.654.E per le tratte sottomarine, mentre un altro partecipante ha proposto di non limitare l'individuazione dello *standard* per le tratte sottomarine alla sola sottocategoria G.654.E.

O48. Un partecipante, relativamente al dimensionamento dei collegamenti di *backhauling*, ha proposto di modificare, in quanto potrebbe risultare fuorviante, la definizione proposta in consultazione di “*dimensionamento della capacità aggiuntiva*” con “*dimensionamento minimo della capacità*”.

Lo schema di regola tecnica trasmesso al MIMIT

V15. L'Autorità ha condiviso le modifiche del tavolo tecnico alla bozza di regola tecnica finalizzate ad includere tre tipologie di fibra ottica (G.652.D, G.657.A1, G.657.A2) in quanto, pur caratterizzate da parametri tecnici diversi, risultano tutte idonee per l'impiego nelle tratte di *backhauling*. Si ritengono accolte, in tal modo, le osservazioni di cui ai punti O45 e O46.

V16. L'Autorità ha condiviso le modifiche del tavolo tecnico alla bozza di regola tecnica finalizzate ad eliminare l'indicazione esclusiva della sottocategoria G.654.E per le tratte sottomarine, per le quali risultano idonee anche altre sottocategorie della Raccomandazione G.654, accogliendo così l'osservazione al punto O47. L'Autorità ha

condiviso anche l'indicazione, emersa durante i lavori del tavolo tecnico, di includere per questi collegamenti anche la fibra tipo G.652.D, che può essere impiegata anche per gli eventuali prolungamenti terrestri del collegamento sottomarino.

V17. In merito all'osservazione sul dimensionamento dei cavi e dell'eventuale capacità *spare*, di cui al punto O48, l'Autorità ha recepito il posizionamento condiviso nel tavolo tecnico secondo cui la scelta della tipologia di cavo è determinata da parte della Stazione appaltante nei singoli bandi di gara sulla base delle specifiche progettuali e delle condizioni infrastrutturali e realizzative e che anche la potenzialità del cavo da utilizzare dipende dallo specifico contesto di installazione ed è determinata dalla Stazione appaltante nei singoli bandi di gara.

V18. Tanto premesso, nello schema di regola tecnica è stato esplicitato che:

- a) nei collegamenti di *backhauling* con posa terrestre (sotterranea o aerea) si utilizzano cavi in fibra ottica conformi a una delle Raccomandazioni ITU-T G.652.D, G.657.A1, G.657.A2. Tali cavi in fibra ottica rispettano il corrispondente *standard* della serie IEC 60794.
- b) nei collegamenti di *backhauling* con posa sottomarina (ed eventuale prolungamento terrestre) si utilizzano cavi in fibra ottica conformi a una delle Raccomandazioni ITU-T G.652.D o G.654. Tali cavi in fibra ottica rispettano il corrispondente *standard* della serie IEC 60794.
- c) tra gli *standard* tecnici sopra riportati, quelli corrispondenti alle Raccomandazioni ITU-T che presentano migliori caratteristiche (ad esempio in termini di lunghezze d'onda utilizzabili per la trasmissione, diametro del cavo, densità di fibre ottiche nel cavo), potendo garantire prestazioni di connettività e livelli qualitativi ancora più elevati, possono essere opportunamente valorizzati prevedendone una diversa e migliore valutazione nei singoli bandi di gara;
- d) la potenzialità dei cavi in fibra ottica per le tratte di *backhauling* deve garantire una adeguata capacità aggiuntiva disponibile al fine di garantire l'accesso all'ingrosso a tutte le sue componenti, attive e passive, a condizioni eque e non discriminatorie, a tutti i soggetti interessati;
- e) il dimensionamento minimo della capacità disponibile nei cavi in fibra ottica per le tratte di *backhauling* è determinato dalla Stazione appaltante nei singoli bandi di gara sulla base delle specifiche progettuali.

Il parere del MIMIT

O49. Il MIMIT non ha formulato specifiche osservazioni in merito alla tratta di *backhauling*, sebbene possa ritenersi valido il principio generale, espresso nel parere, relativo ad *“un approccio maggiormente orientato al combinato disposto tra innovazione e sicurezza che imponga una certificazione di prodotto in grado di garantire non solo*

una qualità ottimale ma anche una durata di tutti i componenti del cavo, fibra compresa, per almeno venti anni”.

Le valutazioni dell’Autorità

V19. In assenza di osservazioni specifiche da parte del MIMIT sugli *standard* da utilizzare, l’Autorità ritiene di confermare su tale aspetto lo schema di regola tecnica trasmesso al MIMIT. Tuttavia, in ottica di coerenza regolamentare, l’Autorità ritiene comunque opportuno recepire, anche per la sezione di *backhauling*, il suddetto requisito sulla certificazione di prodotto espresso nel parere del MIMIT.

V20. Per le puntuali osservazioni del MIMIT e le relative valutazioni dell’Autorità si rimanda ai successivi paragrafi 5.5.3 e 5.5.4 relativi alla rete di accesso primaria e secondaria e al segmento di terminazione.

5.5.3. Rete di accesso primaria e secondaria

Gli orientamenti dell’Autorità di cui alla delibera n. 162/23/CONS

235. Per le tratte di rete di accesso primaria e secondaria, conformemente al dettato normativo dell’articolo 4bis della legge 1° febbraio 2023, n. 10, e sulla base delle caratteristiche tecniche definite dalle raccomandazioni ITU-T, **nello schema di provvedimento l’Autorità aveva proposto come più adeguata allo scopo la fibra conforme alla Raccomandazione ITU-T G.657.A2**, in quanto permette di garantire la trasmissione nel *range* 1.260-1.625 nm anche con raggi di curvatura di 7,5 mm, risultando idonea anche per le future evoluzioni delle reti *Gigabit* (in ottica *future proof*) e assicurando la piena compatibilità con la fibra tipo G.652.D eventualmente presente nelle sezioni più a monte della rete.

236. Tale indicazione appariva suffragata dal succitato studio del Comitato francese per la rete locale in fibra ottica, a cui si rimanda per i dettagli. Si richiama che, oltre alla fibra tipo G.657.A2, la maggioranza degli operatori e delle NRA considera idoneo per queste tratte l’impiego di fibra tipo G.657.A1, mentre solo una minoranza include anche la fibra tipo G.652.D. Quest’ultima, tuttavia, nello schema di provvedimento non è stata considerata adeguata a supportare le future evoluzioni tecnologiche della rete di accesso sia in virtù delle peggiori caratteristiche trasmissive rispetto alla fibra G.657.A1/A2 (ad esempio in termini di gamma di lunghezze d’onda di lavoro o di raggio minimo di curvatura) sia a causa delle possibili incompatibilità con la fibra ottica G.657.B2/B3 che potrebbe essere stata già installata all’interno degli edifici.

237. Per quanto concerne la potenzialità dei cavi, nello schema di provvedimento l’Autorità ha rilevato che le reti in fibra ottica punto-multipunto prevedono la condivisione tra più utenti di alcune tratte di rete. In particolare, la tratta di rete ottica primaria risulta condivisa mentre la tratta di rete ottica secondaria è condivisa nelle reti

c.d. a *splitter* distribuiti, mentre è dedicata al singolo utente finale nel caso di reti c.d. a *splitter* concentrati.

238. Indipendentemente dalla tecnologia con cui è realizzata la rete, comunque nel rispetto dei requisiti previsti dai futuri bandi, nello schema di provvedimento l'Autorità aveva ritenuto opportuno che i cavi per la realizzazione dell'infrastruttura di rete ottica primaria e secondaria prevedano una capacità aggiuntiva disponibile pari ad almeno il 30% di quella necessaria per offrire il servizio all'utenza potenzialmente collegabile.

D10. Si condivide che l'infrastruttura di rete ottica primaria e secondaria sia realizzata con cavi di fibre ottiche conformi alla Raccomandazione ITU-T G.657.A2?

D11. Si condivide che l'infrastruttura di rete ottica primaria e secondaria da realizzare preveda una capacità aggiuntiva disponibile pari ad almeno il 30% di quella necessaria per offrire il servizio all'utenza potenzialmente collegabile?

Le osservazioni dei rispondenti nella consultazione pubblica

O50. Due rispondenti non si sono detti favorevoli all'ipotesi di definire a priori lo *standard* tecnico da utilizzare nelle tratte di rete ottica primaria e secondaria.

O51. Sempre con riferimento alla rete ottica primaria e secondaria, quattro rispondenti hanno condiviso l'utilizzo della fibra ottica ITU-T G.657.A2. Uno dei rispondenti, in particolare, ha rappresentato che una fibra ottica conforme allo standard ITU-T G.657.A2 assicurerebbe maggiore qualità in termini di maggiore robustezza, miniaturizzazione, *cybersecurity*, *future proofness* e compatibilità con le reti esistenti.

O52. Altri rispondenti condividono in parte quanto proposto nello schema di provvedimento ritenendo che, oltre a ITU-T G.657.A2, potrebbero essere ritenuti idonei allo scopo anche ulteriori *standard*. In particolare:

- a) un rispondente ha ritenuto che l'infrastruttura di rete ottica primaria e secondaria possa essere realizzata con cavi di fibre ottiche conformi agli *standard* ITU-T G.657.A2, G.657.A1 e G.652.D;
- b) un rispondente ha ritenuto che in queste tratte di rete sarebbero, di norma, utilizzati cavi con fibre ITU-T G.652.D e G.657.A1 e suggerisce, pertanto, di indicare più genericamente come adatta la fibra ITU-T G.657.X (intendendo quindi sia A1 sia A2);
- c) anche un altro rispondente, pur ritenendo corretto il riferimento alla fibra ITU-T G.657.A2, nell'ottica di adottare un criterio relativo all'impiego di *standard* tecnici di respiro quanto più ampio possibile che permetta di tenere in considerazione tutti i possibili criteri installativi e realizzativi, ha suggerito l'adozione di una nomenclatura generica, quale, ad esempio, Raccomandazione ITU-T G.657.Ax (intendendo quindi sia A1 sia A2).

O53. Tre rispondenti non hanno condiviso la proposta dell’Autorità a consultazione pubblica.

- a) Un rispondente per la rete primaria e secondaria ha suggerito la sola fibra ottica ITU-T G.657.A1. Ad avviso del rispondente, la versione A2 introdurrebbe costi aggiuntivi senza significativi benefici in queste sezioni di rete, tranne nei casi di necessità tecnica.
- b) Un rispondente ha ritenuto utile mantenere l’utilizzo della fibra ottica ITU-T G.652.D in quanto molto diffusa e, in ogni caso, compatibile con fibre ottiche conformi alla raccomandazione G.657.A. In tal modo, risulta possibile realizzare infrastrutture “miste” utilizzando per la rete primaria la fibra G.652.D e per la secondaria la G.657.A.
- c) Un rispondente, oltre a non condividere l’ipotesi di una scelta a priori dello *standard* tecnico, ha ritenuto in ogni caso non utilizzabile la fibra ottica G.657.A2 per i seguenti motivi:
 - i) la fibra ottica G.657.A2 prevede un processo produttivo specifico per la realizzazione del profilo di indice di rifrazione con possibili impatti in termini di disponibilità, costi più elevati, uniformità tra costruttori diversi;
 - ii) le migliori prestazioni di attenuazione in caso di curvatura, se da un lato risultano utili nella parte terminale della rete (edificio) a contenere incrementi di attenuazione dovuti a contesti installativi molto tortuosi, dall’altro lato potrebbero impedire la rilevazione, attraverso le tradizionali tecniche di misura a confronto di lunghezze d’onda (1.310nm/1.550nm), di curvature in rete di accesso tali da determinare un potenziale impatto sull’affidabilità e la durata dei cavi;
 - iii) le fibre ottiche G.652.D hanno raggiunto bassi valori di attenuazione anche in prossimità di lunghezze d’onda di utilizzo da parte degli apparati X-PON;
 - iv) la maggior parte della rete di accesso già sviluppata dagli operatori italiani è in fibra ottica ITU-T G.652.D.

O54. Con riferimento alla presenza nel cavo di una capacità aggiuntiva disponibile, in via generale cinque rispondenti hanno ritenuto che l’entità della scorta rientri nelle valutazioni, da parte dell’operatore, legate alla prassi di buona progettualità. I rispondenti hanno concordato, infatti, sul fatto che la capacità aggiuntiva vada dettagliata in base alle scelte architettoniche e ai criteri adottati per i diversi bandi, oltre alla disponibilità delle infrastrutture.

O55. Due rispondenti hanno condiviso il valore di almeno il 30% proposto nello schema di provvedimento. In particolare, uno dei rispondenti ha suggerito di differenziare il criterio tra rete primaria e secondaria, considerando il tipo di rete GPON o P2P, al fine di rispettare le norme ETSI di cablaggio.

O56. Altri due rispondenti hanno suggerito di aumentare la “*spare capacity*” dell’infrastruttura di rete ottica primaria e secondaria almeno del 50% alla luce dell’utilizzo prospettico sempre maggiore di fibre ottiche dedicate per il mercato *business*.

O57. Un rispondente ha condiviso la necessità di una *spare capacity* ma ritiene che il valore del 30% possa essere un obiettivo di progetto, valutabile in sede di assegnazione con un punteggio *ad hoc*, ma non una prescrizione, in quanto l’effettiva sovracapacità disponibile dovrebbe essere valutata a seconda delle situazioni.

La proposta presentata al tavolo tecnico

239. Rispetto alla proposta riportata nello schema di provvedimento allegato alla delibera n. 162/23/CONS, è stato identificato un insieme di *standard* per la tratta in oggetto. In particolare, è stato aggiunto lo *standard* di cui alla Raccomandazione ITU-T G.657.A1 oltre a G.657.A2 previsto nello schema di provvedimento a consultazione pubblica, alla luce delle osservazioni formulate dai rispondenti di cui ai punti O51, O52 e O53.

240. Tuttavia, l’esistenza di più *standard* che possano ritenersi idonei a soddisfare le richieste del dettato normativo non implica che gli stessi debbano essere ritenuti necessariamente equivalenti. L’Autorità ha ritenuto che, pur mantenendo saldi i principi di neutralità, flessibilità e libertà di scelta tra gli *standard* identificati, i parametri che caratterizzano ciascuno *standard* possano essere eventualmente considerati rispetto allo specifico progetto di realizzazione tecnica prevedendone una diversa valutazione nei singoli bandi di gara.

241. È stato proposto di demandare nei singoli bandi di gara la definizione della capacità aggiuntiva disponibile, tenendo conto delle osservazioni O54, O55, O56 e O57, sebbene sia stato indicato un valore del 30% che sarebbe possibile considerare come *proxy*.

Le osservazioni dei partecipanti al tavolo tecnico

O58. In sede di discussione, diversi partecipanti hanno proposto di aggiungere, alle iniziali Raccomandazioni ITU-T G.657.A1 e ITU-T G.657.A2, anche la ITU-T G.652.D come ulteriore *standard* per i cavi in fibra ottica, in quanto quest’ultima viene ritenuta idonea all’impiego sia in rete di accesso che in rete di trasporto/*backhauling*.

O59. Un partecipante al tavolo ha proposto di adottare come unico *standard* la Raccomandazione ITU-T G.657.A2 eliminando dalla regola tecnica la Raccomandazione ITU-T G.657.A1, con la motivazione che tra le tipologie di fibra ottica e cavi G.657.A1 e G.657.A2 vi sarebbero delle significative differenze qualitative, legate alla capacità di curvatura, con degli effetti su robustezza, dimensione dei cavi e capacità di reggere a sistemi di nuova generazione che usano uno spettro ottico più ampio; inoltre, l’adozione della Raccomandazione G.657.A2 come unico *standard* nella rete di accesso garantirebbe

secondo il partecipante dei benefici in termini di contenimento dei costi di installazione e manutenzione.

O60. Un partecipante ha sollevato delle perplessità in merito alla facoltà della Stazione appaltante di definire di volta in volta la capacità aggiuntiva nei singoli bandi di gara. Pertanto, propone di eliminare suddetta previsione o, in alternativa, di mantenerla come facoltà della Stazione appaltante.

O61. Due partecipanti hanno ritenuto opportuno eliminare dalla regola tecnica il requisito minimo di capacità aggiuntiva del 30%, prevedendo che sia l'operatore a determinare autonomamente l'eventuale capacità aggiuntiva, basandosi sulle proprie scelte strategiche che tengano conto delle potenzialità di sviluppo di certe aree, della densità di popolazione e della clientela potenzialmente raggiungibile.

Lo schema di regola tecnica trasmesso al MIMIT

V21. Come detto, nella bozza di regola tecnica trasmessa al tavolo tecnico, anche alla luce delle osservazioni formulate da alcuni rispondenti alla consultazione pubblica, l'Autorità aveva proposto per la rete di accesso l'utilizzo dei cavi in fibra ottica conformi alla categoria A della Raccomandazione ITU-T G.657 (ossia G.657.A1 e 657.A2).

V22. Rispetto a tale proposta, il tavolo tecnico non ha raggiunto una soluzione condivisa puntualizzando le rispettive posizioni:

- a) un partecipante ha ritenuto che dovrebbe essere indicato il solo *standard* ITU-T G.657.A2, come nello schema a consultazione pubblica;
- b) un partecipante si è astenuto in quanto soggetto non attivo nella realizzazione di reti in fibra ottica;
- c) tutti gli altri 9 partecipanti hanno proposto di includere, a maggioranza, tra gli *standard* utilizzabili, anche ITU-T G.652.D. La proposta di includere anche il riferimento a ITU-T G.652.D, *standard* più risalente che alcuni operatori hanno rappresentato di utilizzare anche nella rete di accesso, è stata motivata principalmente nell'ottica di garantire agli operatori la massima flessibilità nella scelta della tipologia di cavo in fibra ottica da utilizzare, sulla base della specifica situazione installativa.

V23. Tuttavia, si richiama che la legge 1° febbraio 2023, n. 10, ha attribuito all'Autorità il compito di individuare gli *standard* per i cavi in fibra ottica “*in modo da assicurare adeguati livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività*”.

V24. Sebbene sia emersa una posizione fortemente maggioritaria nel tavolo tecnico, finalizzata a garantire la massima flessibilità nella scelta della fibra ottica da utilizzare, l'Autorità, tenuto anche conto delle relative osservazioni di cui ai punti O58 e O59, ha ritenuto che includere necessariamente tutti i possibili *standard* fisicamente idonei a fornire una connessione tradisca lo spirito del dettato normativo volto ad individuare

quegli *standard* che garantiscono “*adeguati livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività*”.

V25. Per quanto concerne la rete di accesso primaria e secondaria, si rileva che uno dei principali parametri (sebbene non l'unico) che distinguono le fibre corrispondenti agli *standard* ITU-T G.652.D, G.657.A1 e G.657.A2 sia proprio il raggio di curvatura minimo ammissibile.

V26. A tale riguardo, nel notiziario tecnico TIM 2/2015⁴⁰ è descritto come “*le esigenze legate allo sviluppo della nuova rete di accesso in fibra ottica hanno visto la nascita di prodotti sempre più performanti in termini di attenuazione, capaci di supportare i sistemi trasmissivi alle diverse lunghezze d'onda ed essere pronti per la loro evoluzione (GPON, XG_PON, ...), idonei all'installazione nei percorsi congestionati e tortuosi dell'ultima tratta di rete (edifici) e caratterizzati, oltre che da un rapporto qualità/costo vantaggioso, da un alto grado di affidabilità. [...] In particolare, l'evoluzione tecnologica della fibra ottica nel corso degli ultimi dieci anni è stata tale da consentire di soddisfare tutte le esigenze precedentemente citate, soprattutto con l'introduzione delle fibre bend-insensitive, rispondenti alla categoria ITU-T G.657: queste fibre permettono un maggiore sfruttamento della banda trasmissiva, sono caratterizzate da una bassa sensibilità alla curvatura e sono ottimizzate in termini di compatibilità nelle interconnessioni con le fibre tradizionali, grazie a dimensioni del nucleo ottico confrontabili (Diametro di Campo Modale, che individua l'area della sezione trasversale della fibra in cui si concentra la maggior parte della potenza ottica utile alla trasmissione). Le fibre bend-insensitive, inoltre, trovano un'applicazione anche sulle lunghe distanze, per la realizzazione di cavi compatti ad alta potenzialità, o per impieghi in ambiti di centrale molto congestionati*”.

V27. Tenuto conto che “*A queste esigenze, si sono unite la necessità di utilizzare tecniche di scavo e posa a basso costo ed impatto ambientale, che prevedono in molti casi di riutilizzare le infrastrutture esistenti*”, ad avviso dell'Autorità l'utilizzo dello *standard* G.657.A (che include G.657.A1 e G.657.A2) è apparso preferibile in quanto in grado, in via generale, di meglio adattarsi alle specifiche realtà installative⁴¹.

V28. Infatti, come riportato, per applicazioni in cavi particolarmente compatti e/o ad alta potenzialità, la fibra ottica di riferimento risulta essere la fibra monomodale a dispersione non spostata a bassa sensibilità alla curvatura rispondente alla Raccomandazione ITU-T G.657.A.

V29. Oltre al raggio di curvatura e alla dimensione dei cavi (o, analogamente, alla densità di fibre ottiche nel cavo), che hanno un impatto sulle possibili criticità installative,

⁴⁰ “*Le reti ottiche e la loro evoluzione negli standard*”, <https://www.gruppotim.it/content/dam/gt/notiziario-tecnico/pdf/Notiziario-Tecnico-TIM-2015-n2.pdf>.

⁴¹ Nel tavolo tecnico alcuni operatori hanno dichiarato di aver, da tempo, autonomamente scelto di realizzare le proprie reti di accesso con cavi in fibra ottica G.657.A1 in sostituzione di G.652.D. TIM, nel notiziario tecnico 1/2023, riporta che “*La rete viene realizzata con minicavi di potenzialità variabile da 24 a 144 fibre ottiche a standard ITU-T G.652.D e G.657.A*”.

ulteriori considerazioni appaiono opportune rispetto alle richiamate “prestazioni elevate di connettività”.

V30. Una caratteristica fondamentale dell’evoluzione delle tecnologie PON (*Passive Optical Network*) è garantire la coesistenza di una nuova tecnologia con quelle già presenti sullo stesso albero (ossia sulla tratta in fibra ottica condivisa tra più utenti). Condizione affinché ciò accada è che la coppia dei canali ottici utilizzata dalla nuova tecnologia non si sovrapponga alle bande di lunghezze d’onda previste per le tecnologie esistenti⁴². Nella Figura 8 sono riportate le allocazioni di lunghezze d’onda (allocazioni spettrali), sia per il verso *upstream* che *downstream*, per i sistemi PON.

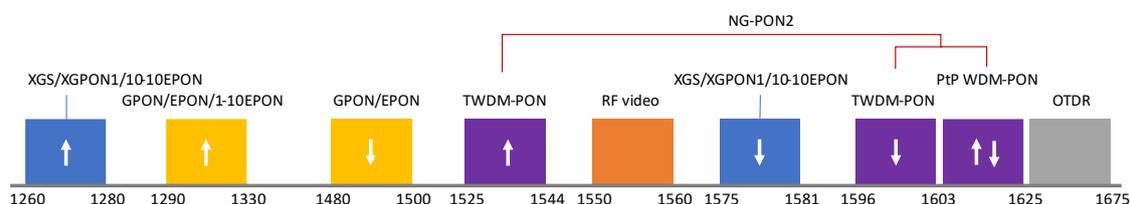


Figura 8 – Allocazioni spettrali per i sistemi PON.

V31. I sistemi GPON tradizionali (1.310/1.490 nm) utilizzano lunghezze d’onda diverse da quelli XGS-PON (1.270/1.577 nm) o NG-PON2 (1.525-1.544, 1.596-1.603, 1.603-1.625 nm). Le lunghezze d’onda ancora superiori (fino a 1.675 nm) sono utilizzate per i sistemi di monitoraggio (OTDR – *Optical Time Domain Reflectometer*).

V32. Le Raccomandazioni ITU-T definiscono, per ciascuna tipologia di fibra ottica, l’intervallo di lunghezze d’onda in cui le caratteristiche fisiche delle fibre ottiche (attenuazione, dispersione cromatica) garantiscono la corretta trasmissione del segnale luminoso:

- a) la Raccomandazione ITU-T G.652.D specifica che le relative fibre ottiche sono ottimizzate per lunghezze d’onda a 1.310 nm ma possono essere usate anche nella regione a 1.550 nm⁴³;

⁴² Notiziario tecnico TIM, n. 1/2023, “Approfondimento tecnologico 25GS-PON e 50G-PON”, <https://www.gruppotim.it/it/newsroom/notiziario-tecnico-tim/Anno-2023/n1-2023.html>.

⁴³ “The ITU-T G.652 fibre was originally optimized for use in the 1310 nm wavelength region, but can also be used in the 1550 nm region”.

- b) la Raccomandazione ITU-T G.657 specifica che le relative fibre ottiche sono adatte all'utilizzo nell'intero spettro 1.260-1.675 nm standardizzato per la trasmissione su fibra ottica⁴⁴.

V33. Alla luce di quanto indicato nelle Raccomandazioni ITU-T, le fibre ottiche G.657 (di cui A1 e A2 sono delle sottocategorie differenziabili in funzione del citato raggio di curvatura minimo), essendo definite per consentire la trasmissione nell'intero spettro di lunghezze d'onda, appaiono maggiormente idonee a supportare tutti i possibili *standard* di trasmissione, tra cui NG-PON2 o quelli che saranno definiti in futuro, che garantiscono le citate "*prestazioni elevate di connettività*" richieste dal dettato normativo.

V34. Tanto premesso, per la rete ottica primaria e secondaria l'Autorità ha ritenuto di approvare gli *standard* ITU-T G.657.A1, G.657.A2.

V35. In merito alle osservazioni sul dimensionamento dei cavi e dell'eventuale capacità *spare*, di cui ai punti O60 e O61, l'Autorità ha recepito il posizionamento condiviso nel tavolo tecnico secondo cui la scelta della tipologia di cavo è determinata da parte della Stazione appaltante nei singoli bandi di gara sulla base delle specifiche progettuali e delle condizioni infrastrutturali e realizzative e che anche la potenzialità del cavo da utilizzare dipende dallo specifico contesto di installazione ed è determinata dalla Stazione appaltante nei singoli bandi di gara, senza prevedere specifici valori.

V36. Si ritiene che tra gli *standard* tecnici identificati, quelli corrispondenti alle Raccomandazioni che presentano migliori caratteristiche (ad esempio in termini di lunghezze d'onda utilizzabili per la trasmissione, riduzione dei diametri dei cavi, densità di fibre ottiche nel cavo, raggio di curvatura minimo del cavo), potendo garantire prestazioni di connettività e livelli qualitativi ancora più elevati, possano essere opportunamente valorizzati prevedendone una diversa e migliore valutazione nei singoli bandi di gara.

V37. In merito all'osservazione sul dimensionamento dei cavi e dell'eventuale capacità *spare*, di cui ai punti O54, O55, O56, O57, O60 e O61, l'Autorità ha recepito il posizionamento condiviso nel tavolo tecnico secondo cui la scelta della tipologia di cavo è determinata da parte della Stazione appaltante nei singoli bandi di gara sulla base delle specifiche progettuali e delle condizioni infrastrutturali e realizzative e che anche la potenzialità del cavo da utilizzare dipende dallo specifico contesto di installazione ed è determinata dalla Stazione appaltante nei singoli bandi di gara.

V38. Tanto premesso, nello schema di regola tecnica è stato esplicitato che:

- a) nella rete di accesso primaria e secondaria in fibra ottica si utilizzano cavi in fibra ottica conformi a una delle Raccomandazioni ITU-T G.657.A1, G.657.A2. Tali cavi in fibra ottica rispettano il corrispondente *standard* della serie IEC 60794;

⁴⁴ "*These fibres are suitable for use in the O-, E-, S-, C- and L-band (i.e., throughout the 1 260 nm to 1 625 nm range)*".

- b) tra gli *standard* tecnici sopra riportati, quelli corrispondenti alle Raccomandazioni ITU-T che presentano migliori caratteristiche (ad esempio in termini di lunghezze d'onda utilizzabili per la trasmissione, riduzione dei diametri dei cavi, densità di fibre ottiche nel cavo, raggio di curvatura minimo del cavo), potendo garantire prestazioni di connettività e livelli qualitativi ancora più elevati, possono essere opportunamente valorizzati prevedendone una diversa e migliore valutazione nei singoli bandi di gara;
- c) la potenzialità dei cavi in fibra ottica per le tratte di accesso primaria e secondaria in fibra ottica deve garantire una adeguata capacità aggiuntiva disponibile;
- d) è facoltà della Stazione appaltante nei singoli bandi di gara sulla base delle specifiche progettuali definire il dimensionamento minimo della capacità disponibile e il criterio con cui determinarlo.

Il parere del MIMIT

O62. Con riferimento agli *standard* tecnici per i cavi in fibra ottica individuati dall'Autorità per la rete di accesso primaria e secondaria, il MIMIT «*riscontra nello schema di delibera rappresentato taluni elementi di positività per quanto attiene al tema della certificazione e per quanto attiene all'individuazione, tra le altre, della fibra G.657 A2*».

O63. Tuttavia, «*non si può non evidenziare il fatto che nel contesto sopra descritto appare necessario, similmente a quanto disposto da altri Paesi europei, un approccio maggiormente orientato al combinato disposto tra innovazione e sicurezza che imponga [...] l'utilizzo della fibra G.657 A2 almeno nella rete di accesso secondaria e nel segmento di terminazione fin dentro casa dell'utente*».

Le valutazioni dell'Autorità

V39. Si rileva che gli aspetti di sicurezza richiamati dal MIMIT appaiono legati anche alle tecniche di «*fiber tapping*» che, attraverso una piegatura meccanica della fibra ottica con conseguente fuoriuscita del segnale luminoso, riescono a prelevare informazione dalla fibra stessa compromettendo così la sicurezza della trasmissione a livello fisico (*eavesdropping*). La fibra ottica ITU-T G.657.A2, presentando scarse perdite di segnale luminoso anche in presenza di raggi di curvatura ridotti, rende il «*fiber tapping*» più difficile e meno efficace.

V40. Si rileva, altresì, che lo *standard* ITU-T G.657.A2 per le tratte di rete di accesso secondaria e di segmento di terminazione era già incluso tra quelli identificati nello schema di regola tecnica (oltre a ITU-T G.657.A1). Inoltre, nello schema di regola tecnica è riportato il principio secondo cui gli *standard* che presentano migliori caratteristiche (come, ad esempio, ITU-T G.657.A2) *possono* essere opportunamente valorizzati prevedendone una diversa e migliore valutazione nei singoli bandi di gara.

V41. In via preliminare, l'Autorità esprime apprezzamento per l'importante contributo alla sicurezza ed integrità delle reti fornito dal MIMIT con il proprio parere.

V42. A tale riguardo, si rileva che lo spirito della norma, nel prevedere l'individuazione degli *standard* da parte dell'Autorità *sentito* il parere del MIMIT, appare proprio basarsi sulla complementarità delle competenze e delle finalità dei due soggetti istituzionali coinvolti. In questo senso la norma sembra pertanto richiedere un contemperamento di valutazioni tecniche, demandate all'Autorità, con considerazioni che afferiscono tipicamente agli obiettivi istituzionali del MIMIT.

V43. In tale ottica, il parere fornito dal MIMIT, nel riconoscere il contributo tecnico dello schema di regola tecnica predisposto dall'Autorità, appare rivolto anche al perseguimento degli obiettivi di politica industriale che contraddistingue l'attività del MIMIT. Il parere del MIMIT risulta quindi complementare all'attività svolta dall'Autorità, completando l'analisi tecnica con ulteriori considerazioni afferenti alle scelte di politica industriale finalizzate allo sviluppo del Paese.

V44. Inoltre, non può non rilevarsi che lo stesso MIMIT è il soggetto che si occupa, per il tramite della Stazione appaltante Infratel, dell'emissione dei bandi pubblici e della loro esecuzione. Pertanto, il MIMIT e Infratel risultano i soggetti utilizzatori della regola tecnica ai fini della predisposizione dei capitolati di gara. Appare necessario, quindi, che la stessa regola tecnica risulti quanto più condivisa e predisposta di concerto con i soggetti che ne saranno gli effettivi utilizzatori.

V45. Tenuto conto che lo *standard* ITU-T G.657.A2 già figura tra quelli individuati nello schema di regola tecnica, si ritiene di accogliere l'indicazione fornita nel parere del MIMIT sia perché lo stesso MIMIT sarà il soggetto utilizzatore della regola tecnica, sia per le ragioni di sicurezza e integrità della rete sopra richiamate, sia perché, tra gli *standard* individuati dall'Autorità, lo *standard* ITU-T G.657.A2 risulta quello che presenta migliori caratteristiche qualitative ed è quindi idoneo a perseguire anche gli obiettivi di politica industriale del MIMIT in termini di connettività e durata delle reti di comunicazione elettronica finanziate.

V46. Tanto premesso, nella regola tecnica è specificato che:

- a) nella rete di accesso primaria in fibra ottica si utilizzano cavi in fibra ottica conformi a una delle Raccomandazioni ITU-T G.657.A1, G.657.A2. Tali cavi in fibra ottica rispettano il corrispondente *standard* della serie IEC 60794;
- b) nella rete di accesso secondaria in fibra ottica si utilizzano cavi in fibra ottica conformi alla Raccomandazione ITU-T G.657.A2. Tali cavi in fibra ottica rispettano il corrispondente *standard* della serie IEC 60794.

5.5.4. *Segmento di terminazione*

Gli orientamenti dell’Autorità di cui alla delibera n. 162/23/CONS

242. Conformemente al dettato normativo dell’articolo 4*bis* della legge 1° febbraio 2023, n. 10, e sulla base delle caratteristiche tecniche definite dalle raccomandazioni ITU-T, **nello schema di provvedimento l’Autorità aveva proposto come più adeguata allo scopo la fibra conforme alla categoria A2 della Raccomandazione ITU-T G.657 (ITU-T G.657.A2)**, con motivazioni analoghe a quelle indicate per la tratta di accesso.

243. Tale scelta risultava coerente con le esperienze nazionali e internazionali, seppure fosse emerso come alcuni operatori o NRA ritengano idonei per queste tratte anche cavi in fibra ottica di tipo ITU-T G.657.A1.

244. Sebbene il raggio di curvatura minimo risulti un fattore rilevante nella scelta della fibra ottica più idonea, nello schema di provvedimento si è ritenuto di escludere le fibre di cui alle Raccomandazioni ITU-T G.657.B2 e B3, che presentano raggi di curvatura inferiori, a causa delle possibili incompatibilità con le fibre presenti nelle tratte a monte della rete di accesso. Infatti, nonostante gli operatori abbiano rappresentato di utilizzare in tali tratte cavi in fibra ottica G.657.A1 e A2, non è possibile escludere la presenza in tali porzioni di rete di cavi in fibra ottica G.652.D già posati da altri operatori a cui il segmento di terminazione potrebbe essere collegato, anche in considerazione della possibile definizione di procedure di passaggio degli utenti tra operatori di rete fissa che prevedano il riutilizzo del solo cablaggio di edificio esistente. L’Autorità nello schema di provvedimento ha ritenuto, pertanto, prioritario garantire la piena compatibilità tra le infrastrutture di rete in fibra ottica già posata e quelle da realizzare. Inoltre, la scelta dei cavi in fibra ottica G.657.A2 garantisce, in termini di raggio di curvatura minimo del cavo, le medesime prestazioni della fibra G.657.B2 (7,5 mm) e solo pochi mm in più rispetto alla fibra G.657.B3 (5 mm), che non appaiono precludere la realizzazione del cablaggio interno.

245. Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi per il segmento di terminazione, l’Autorità aveva considerato adeguato un criterio che preveda la terminazione di almeno due fibre ottiche per ogni unità immobiliare e di almeno due fibre ottiche per i locali commerciali.

246. Tuttavia, nel caso in cui sia presente un ulteriore elemento di flessibilità (tipicamente per il cablaggio verticale) quale, ad esempio, un distributore di piano, l’Autorità aveva ritenuto che il cavo fino al distributore di piano dovesse disporre di una sovracapacità di scorta pari ad almeno il 30% delle utenze potenzialmente collegabili.

D12. Si condivide che l’infrastruttura di rete all’interno degli edifici sia realizzata con cavi di fibre ottiche conformi alla Raccomandazione ITU-T G.657.A2?

D13. Si condivide che il dimensionamento del cablaggio interno a partire dal ROE/PTE preveda la terminazione di almeno due fibre ottiche per ogni unità immobiliare e di almeno due fibre ottiche per i locali commerciali?

D14. Si condivide che, nel caso in cui sia presente un ulteriore elemento di flessibilità (tipicamente per il cablaggio verticale) quale, ad esempio, un distributore di piano, il cavo tra il ROE/PTE e il distributore di piano debba disporre di una sovracapacità di scorta pari ad almeno il 30% delle utenze potenzialmente collegabili?

Le osservazioni dei rispondenti nella consultazione pubblica

O64. Con riferimento allo *standard* tecnico per il segmento di terminazione, cinque rispondenti hanno condiviso l'utilizzo dello *standard* ITU-T G.657.A2 proposto nello schema di provvedimento.

O65. Altri sei rispondenti, pur condividendo il riferimento allo *standard* ITU-T G.657.A2, hanno suggerito di includere, tra gli *standard* utilizzabili, anche ITU-T G.657.A1. Tale proposta è motivata considerando che la Guida CEI 306-2 per il cablaggio degli edifici indica come consigliabile l'impiego di fibre ottiche G.657.A a bassa sensibilità alla curvatura (sottocategorie A1 o A2, indifferentemente). I rispondenti suggeriscono, pertanto, di fare generico riferimento alle fibre ottiche ITU-T G.657.X.

O66. In relazione al dimensionamento del segmento di terminazione, quattro rispondenti hanno condiviso la proposta di prevedere la terminazione di almeno due fibre ottiche per unità immobiliari e locali commerciali, anche per tenere in considerazione e favorire lo sviluppo delle procedure per il passaggio dei clienti tra operatori di rete fissa che utilizzano reti FTTH *wholesale* diverse da TIM.

O67. Un altro rispondente ha suggerito di differenziare le attività commerciali, separando le attività di commercio al dettaglio e le PMI da attività di commercio o produzione su larga scala e, per queste ultime, prevedere 4 fibre ottiche in modo da poter offrire connessioni con ridondanza fisica.

O68. Viceversa, quattro rispondenti hanno ritenuto necessario che si faccia riferimento alla Guida CEI 306-2 di riferimento a livello nazionale e al D.P.R. 380/01, art. 135-bis, che prevede la predisposizione di una “*infrastruttura fisica multiservizio passiva*” nel caso dei nuovi edifici o in ristrutturazione profonda. In particolare:

- a) due rispondenti hanno richiamato che la Guida CEI 306-2 suggerisce che la realizzazione del cablaggio interno preveda l'utilizzo di 1 fibra ottica per singola unità immobiliare residenziale ovvero del tipo *Small Office Home Office* (SOHO), per gli edifici esistenti con limitata disponibilità di infrastrutture. Ciò in quanto, nella maggior parte degli edifici esistenti, si rileva l'indisponibilità di spazio in colonna montante;

- b) due rispondenti, tuttavia, nel caso di eventuali bandi che prevedessero il potenziamento delle infrastrutture degli edifici esistenti, si sono detti concordi rispetto alla possibilità di installare 2 fibre ottiche per utente (presumibilmente una attiva, per servizi di comunicazione elettronica ed una di scorta, per altri eventuali servizi), sebbene tale previsione non appare allineata con quanto attualmente previsto nei testi legislativi e riportato nella Guida CEI 306-2 che, a valle di una predisposizione infrastrutturale multiservizio, obbligatoria, prevede il cablaggio con 4 fibre ottiche per unità immobiliare/SOHO.

O69. Analogamente, un rispondente ha proposto che, per gli edifici residenziali esistenti, sia necessario mantenere l'attuale obbligo di installazione di una sola fibra (negli edifici esistenti potrebbe infatti essere non possibile inserire nuove fibre); in tutti gli altri casi (residenziali nuovi e commerciali) il rispondente condivide la previsione di installare 2 fibre ottiche, salvo criticità installative.

O70. Un altro rispondente non ha ritenuto sussistere preclusioni rispetto alla proposta dell'Autorità per tutti gli interventi di nuova realizzazione. Il rispondente ha ritenuto tuttavia necessario non escludere le soluzioni in fibra singola già presenti sul mercato, anche considerando che gli sviluppi tecnologici futuri potrebbero portare a soluzioni che prevedono più servizi erogati sulla stessa fibra ottica.

O71. In merito alla sovracapacità di scorta, quattro rispondenti hanno condiviso la proposta di prevedere una *spare capacity* di almeno il 30%, sebbene uno dei rispondenti ha ritenuto che tale previsione dovrebbe costituire un obiettivo di progetto senza rappresentare un obbligo da rispettare in tutte le situazioni.

O72. Due ulteriori rispondenti, concordando con la proposta di inserire ulteriori elementi di flessibilità, hanno suggerito di aumentare la sovracapacità di scorta almeno al 50% delle utenze potenzialmente collegabili.

O73. Un rispondente ha evidenziato che un distributore di piano ha solo una funzione di spillamento dal cavo di montante delle fibre ottiche necessarie a servire le unità immobiliari di piano. Pertanto, secondo il rispondente non è tecnicamente possibile, con le attuali architetture di rete ad albero, posizionare ulteriori *splitter* a livello di piano negli edifici.

O74. Tre rispondenti non hanno condiviso la proposta di prevedere una capacità aggiuntiva disponibile. In particolare:

- a) un rispondente ha ritenuto che l'entità della scorta rientri nelle valutazioni legate alla prassi di una buona progettualità in relazione alla disponibilità di infrastrutture e ai servizi che si intende veicolare;
- b) un rispondente ha ritenuto che la capacità aggiuntiva debba essere determinata dall'operatore sulla base delle proprie scelte strategiche (occorre considerare che la sovracapacità di scorta comporta una maggiore sezione di cavo e, di

conseguenza, la necessaria valutazione di compatibilità tra cavo e infrastruttura disponibile nell'edificio);

- c) un rispondente ha ritenuto che eventuali obblighi di dimensionamento possano essere definiti dalle Stazioni appaltanti, in considerazione delle esigenze legate agli specifici bandi.

La proposta presentata al tavolo tecnico

247. Nella bozza di regola tecnica trasmessa al tavolo tecnico, alla luce delle osservazioni formulate nella consultazione pubblica di cui ai punti O64 e O65, l'Autorità ha proposto l'utilizzo dei cavi in fibra ottica conformi alla categoria A della Raccomandazione ITU-T G.657 (ossia G.657.A1, G.657.A2), conformemente a quanto suggerito dalla guida CEI 306-2 per il cablaggio degli edifici.

248. Tuttavia, l'esistenza di più *standard* che possano ritenersi idonei a soddisfare le richieste del dettato normativo non implica che gli stessi debbano essere ritenuti necessariamente equivalenti. L'Autorità ha ritenuto che, pur mantenendo saldi i principi di neutralità, flessibilità e libertà di scelta tra gli *standard* identificati, i parametri che caratterizzano ciascuno *standard* possano essere eventualmente considerati rispetto allo specifico progetto di realizzazione tecnica prevedendone una diversa valutazione nei singoli bandi di gara.

249. Anche in relazione al dimensionamento dei cavi, tenuto conto delle osservazioni di cui ai punti O66-O74, l'Autorità ha proposto l'allineamento a quanto previsto dalla suddetta guida CEI.

Le osservazioni dei partecipanti al tavolo tecnico

O75. Un operatore ha proposto di aggiungere il riferimento ai cavi in fibra ottica ITU-T G.652.D tenuto conto che, prima dell'arrivo sul mercato dei cavi in fibra ottica G.657.Ax, i cablaggi erano stati realizzati con tali tipologie di fibre.

O76. Un altro partecipante ha rappresentato che il motivo per cui esistono 3 categorie di fibra (G.652.D, G.657.A1 e G.657.A2) sia dovuto alla presenza di differenze significative tra le stesse, in particolare fra A1 e A2. Secondo il partecipante, le proprietà di resistenza alla curvatura hanno un effetto importante sulla robustezza della rete, le dimensioni dei cavi, la capacità della rete di reggere sistemi attivi di nuova generazione che usano uno spettro ottico più ampio; quindi, consentono anche di ridurre i costi d'installazione e i costi operativi di manutenzione della rete. Oggi, dopo anni di miglioramento dei processi di produzione, una grande parte delle fibre vendute come G.652.D sul mercato sono anche G.657.A1. Per generare le differenze appena menzionate, ad avviso del rispondente è necessario utilizzare cavi in fibra ottica G.657.A2.

O77. Diversi partecipanti hanno rappresentato che la guida CEI 306-2 è in fase di revisione suggerendo pertanto di evitare di specificare quanto normato nella guida (ad esempio in termini di numero di fibre per unità immobiliare) e ritenendo preferibile riportare il solo riferimento normativo così da non dover cambiare il testo Agcom nel caso di variazioni della guida in questione.

O78. Un partecipante ha chiesto, con riferimento al dimensionamento dei cavi, di evitare di indicare valori specifici lasciando alla Stazione appaltante la facoltà, nei singoli bandi di gara sulla base delle specifiche progettuali, di definire il dimensionamento minimo della capacità aggiuntiva disponibile e il criterio con cui determinarlo.

Lo schema di regola tecnica trasmesso al MIMIT

V47. Nello schema di provvedimento a consultazione pubblica e nella bozza di regola tecnica l’Autorità aveva proposto di identificare il collegamento terminale in fibra ottica fino alla sede d’utente come “*cablaggio dell’edificio*”. Nel tavolo tecnico, ai fini di una migliore generalizzazione tenuto conto che, in alcuni casi, tale rilegamento della sede d’utente può prevedere anche tratte esterne all’edificio (ad esempio collegamenti con posa aerea), è stato suggerito di utilizzare la dicitura “*segmento di terminazione*”, già utilizzata in altri provvedimenti dell’Autorità. Pertanto, ritenendo condivisibile la proposta, nella regola tecnica e nel presente provvedimento si fa riferimento a “*segmento di terminazione*” in sostituzione di “*cablaggio dell’edificio*”.

V48. Anche alla luce di quanto richiamato in merito alla realizzazione secondo la “*regola dell’arte*”, l’Autorità ha ritenuto opportuno confermare l’allineamento degli *standard* per il segmento di terminazione a quanto suggerito dalla guida CEI 306-2. Tale proposta è stata condivisa dal tavolo tecnico che non ha ritenuto di modificare la regola tecnica secondo le richieste di cui ai punti O75 (anche ITU-T G.652.D) e O76 (solo ITU-T G.657.A2).

V49. Proprio alla luce del citato allineamento alla guida CEI, l’Autorità ha condiviso le modifiche del tavolo tecnico alla bozza di regola tecnica finalizzate ad esprimere in maniera più puntuale tale allineamento. Si ritengono accolte, in tal modo, anche le osservazioni di cui ai punti O66, O67, O68, O69, O70 e O77.

V50. In merito alle osservazioni sul dimensionamento dei cavi e dell’eventuale capacità *spare*, di cui ai punti O71, O72, O73, O74 e O78, l’Autorità ha recepito il posizionamento condiviso nel tavolo tecnico secondo cui la scelta della tipologia di cavo è determinata da parte della Stazione appaltante nei singoli bandi di gara sulla base delle specifiche progettuali e delle condizioni infrastrutturali e realizzative e che anche la potenzialità del cavo da utilizzare dipende dallo specifico contesto di installazione ed è determinata dalla Stazione appaltante nei singoli bandi di gara.

V51. Tanto premesso, nello schema di regola tecnica è stato esplicitato che:

- a) la Guida CEI 306-2 suggerisce che la tipologia di fibra ottica utilizzata per il cablaggio ottico dell’edificio sia di tipo monomodale a bassa sensibilità alla

- curvatura, rispondente alla categoria A della Raccomandazione ITU-T G.657 (G.657.A1 o G.657.A2);
- b) nel segmento di terminazione in fibra ottica si utilizzano cavi in fibra ottica conformi alla Raccomandazione ITU-T G.657 per la categoria A (G.657.A1, G.657.A2). Tali cavi in fibra ottica rispettano il corrispondente *standard* della serie IEC 60794;
 - c) tra gli *standard* tecnici sopra riportati, conformi alla Guida CEI, quelli corrispondenti alle Raccomandazioni ITU-T che presentano migliori caratteristiche (ad esempio in termini di lunghezze d'onda utilizzabili per la trasmissione, riduzione dei diametri dei cavi, densità di fibre ottiche nel cavo e soprattutto bassa attenuazione in caso di raggio di curvatura minimo, caratteristica utile nelle infrastrutture tortuose e congestionate), potendo garantire prestazioni di connettività e livelli qualitativi ancora più elevati, possono essere opportunamente valorizzati prevedendone una diversa e migliore valutazione nei singoli bandi di gara;
 - d) atteso che i collegamenti in fibra ottica garantiscono prestazioni elevate di connettività, gli adeguati livelli qualitativi richiedono che l'infrastruttura sia realizzata anche in ottica *future-proof* sia in termini di tecnologie utilizzabili sia in termini di numero di utenti collegabili;
 - e) la potenzialità dei cavi in fibra ottica per il segmento di terminazione deve garantire una adeguata capacità aggiuntiva disponibile e rispettare quanto suggerito dalla Guida CEI 306-2, alla quale si rimanda;
 - f) è facoltà della Stazione appaltante nei singoli bandi di gara sulla base delle specifiche progettuali definire il dimensionamento minimo della capacità aggiuntiva disponibile e il criterio con cui determinarlo.

Il parere del MIMIT

O79. Anche con riferimento agli *standard* tecnici per i cavi in fibra ottica individuati dall'Autorità per il segmento di terminazione, il MIMIT «*riscontra nello schema di delibera rappresentato taluni elementi di positività per quanto attiene al tema della certificazione e per quanto attiene all'individuazione, tra le altre, della fibra G.657 A2*».

O80. Tuttavia, «*non si può non evidenziare il fatto che nel contesto sopra descritto appare necessario, similmente a quanto disposto da altri Paesi europei, un approccio maggiormente orientato al combinato disposto tra innovazione e sicurezza che imponga [...] l'utilizzo della fibra G.657 A2 almeno nella rete di accesso secondaria e nel segmento di terminazione fin dentro casa dell'utente*».

Le valutazioni dell’Autorità

V52. Per gli *standard* da utilizzare nel segmento di terminazione valgono le valutazioni espresse dall’Autorità con riferimento alla rete di accesso in fibra ottica.

V53. Pertanto, tenuto conto che lo *standard* ITU-T G.657.A2 già figura tra quelli individuati nello schema di regola tecnica, si ritiene di accogliere l’indicazione fornita nel parere del MIMIT – alla luce delle considerazioni già espresse con riferimento alla rete di accesso secondaria - sia perché lo stesso MIMIT sarà il soggetto utilizzatore della regola tecnica, sia per le ragioni di sicurezza e integrità della rete sopra richiamate, sia perché, tra gli *standard* individuati dall’Autorità, lo *standard* ITU-T G.657.A2 risulta quello che presenta migliori caratteristiche qualitative ed è quindi idoneo a perseguire anche gli obiettivi di politica industriale del MIMIT in termini di connettività e durata delle reti di comunicazione elettronica finanziate.

V54. Considerato che, anche nell’ambito di uno stesso *standard*, i cavi possono comunque presentare indici di prestazione tra loro differenti, resta valido il principio secondo cui la Stazione appaltante può opportunamente valorizzare le soluzioni basate su cavi che presentano migliori caratteristiche.

V55. Tanto premesso, nella regola tecnica è specificato che:

- a) nel segmento di terminazione in fibra ottica si utilizzano cavi in fibra ottica conformi alla Raccomandazione ITU-T G.657.A2. Tali cavi in fibra ottica rispettano il corrispondente standard della serie IEC 60794;
- b) per lo *standard* tecnico sopra riportato, incluso tra quelli della Guida CEI 306-2, i corrispondenti cavi che presentano migliori caratteristiche (ad esempio in termini di lunghezze d’onda utilizzabili per la trasmissione, riduzione dei diametri dei cavi, densità di fibre ottiche nel cavo e soprattutto bassa attenuazione in caso di raggio di curvatura minimo, caratteristica utile nelle infrastrutture tortuose e congestionate), potendo garantire prestazioni di connettività e livelli qualitativi ancora più elevati, possono essere opportunamente valorizzati prevedendone una diversa e migliore valutazione nei singoli bandi di gara.

5.5.5. *Certificazione dei prodotti e regolamento europeo CPR UE 305/11*

Le osservazioni dei rispondenti nella consultazione pubblica

O81. Uno dei rispondenti ha rappresentato che i cavi devono essere conformi al regolamento europeo CPR UE 305/11, al fine di garantire i più alti *standard* di sicurezza dell’impianto rispetto al rischio di incendio.

Le osservazioni dei partecipanti al tavolo tecnico

O82. Un partecipante ha ribadito la necessità di specificare la conformità al regolamento europeo CPR UE 305/11 al fine di garantire i più alti *standard* di sicurezza dell'impianto rispetto al rischio di incendio.

Lo schema di regola tecnica trasmesso al MIMIT

V56. Si richiama, in via preliminare, che la conformità a regolamenti non afferenti alla disciplina delle comunicazioni elettroniche è stata una delle criticità applicative emerse nel corso della consultazione pubblica per le quali l'Autorità ha ritenuto opportuno un confronto con gli *stakeholder*.

V57. Nel tavolo tecnico, sono state presentate due sezioni della regola tecnica relative alla certificazione dei prodotti e alla conformità al Regolamento Prodotti da Costruzione – CPR 305/11, di cui alle osservazioni O81 e O82.

V58. La maggioranza del tavolo tecnico ha condiviso di esprimere il principio secondo cui è *“facoltà della Stazione appaltante richiedere che il costruttore presenti una adeguata certificazione, ad esempio da parte di un ente terzo (Certificatore Europeo), ed i certificati dovranno riportare la sorveglianza/vigilanza dell'ente”*.

V59. Tuttavia, un partecipante non condividendo tale formulazione e rappresentando di essersi da tempo organizzato con sistemi e processi interni finalizzati alla certificazione dei propri prodotti, ha chiesto che tale modalità di certificazione sia ritenuta equivalente a quella fornita da enti terzi.

V60. A tale riguardo, l'Autorità rappresenta che la previsione di una certificazione appare rispondere al dettato normativo secondo cui gli *standard* individuati devono *“assicurare adeguati livelli qualitativi”*.

V61. Nel tavolo tecnico è emerso che la previsione di una certificazione da parte di un ente terzo è stata già indicata nei bandi assegnati per gli interventi di sviluppo della rete a banda ultra-larga realizzati secondo il modello diretto, in cui l'infrastruttura, una volta costruita mediante appalto pubblico, resta di proprietà pubblica e viene messa a disposizione degli operatori (*rif.* Piano BUL per le aree bianche).

V62. Rilevato che la legge 1° febbraio 2023, n. 10, non distingue tra i diversi possibili modelli di intervento, l'Autorità ha ritenuto che la formulazione condivisa dalla maggioranza del tavolo tecnico sia idonea al perseguimento dei richiamati livelli qualitativi consentendo, al tempo stesso, alla Stazione appaltante di determinarne la modalità applicativa.

V63. L'Autorità ha ritenuto di approvare quanto proposto dalla maggioranza dal tavolo tecnico nella regola tecnica.

V64. Tanto premesso, nella regola tecnica è stato esplicitato che:

- a) a partire dal 1° luglio 2017, tutti i cavi di nuova fornitura devono rispettare quanto previsto dal Regolamento Prodotti da Costruzione – CPR 305/11;
- b) è facoltà della Stazione appaltante, per assicurare adeguati livelli qualitativi e la conformità dei cavi in fibra ottica agli *standard* tecnici ed alle specifiche tecniche identificati nella regola tecnica, richiedere che il costruttore presenti una adeguata certificazione, ad esempio da parte di un ente terzo (certificatore Europeo), ed i certificati dovranno riportare la sorveglianza/vigilanza dell'ente.

Il parere del MIMIT

O83. Con riferimento alla certificazione di prodotto, il MIMIT *«riscontra nello schema di delibera rappresentato taluni elementi di positività per quanto attiene al tema della certificazione e per quanto attiene all'individuazione, tra le altre, della fibra G.657 A2».*

O84. Tuttavia, *«non si può non evidenziare il fatto che nel contesto sopra descritto appare necessario, similmente a quanto disposto da altri Paesi europei, un approccio maggiormente orientato al combinato disposto tra innovazione e sicurezza che imponga una certificazione di prodotto in grado di garantire non solo una qualità ottimale ma anche una durata di tutti i componenti del cavo, fibra compresa, per almeno venti anni [...]».*

Le valutazioni dell'Autorità

V65. Si rileva che la certificazione di prodotto relativamente alla durata dei cavi era già possibile con lo schema di regola tecnica, atteso che *“è facoltà della Stazione appaltante, per assicurare adeguati livelli qualitativi e la conformità dei cavi in fibra ottica agli standard tecnici ed alle specifiche tecniche identificati nella presente regola tecnica, richiedere che il costruttore presenti una adeguata certificazione, ad esempio da parte di un ente terzo (Certificatore Europeo), ed i certificati dovranno riportare la sorveglianza/vigilanza dell'ente”.*

V66. Accogliendo con favore quanto osservato dal MIMIT, l'Autorità ritiene opportuno meglio specificare, nella regola tecnica, che la certificazione richiesta possa riguardare la durata dei cavi e della fibra ottica inclusa.

V67. L'Autorità ha aggiornato la regola tecnica introducendo la previsione secondo cui:

- a) è facoltà della Stazione appaltante, in particolare, richiedere una adeguata certificazione di prodotto che garantisca una qualità ottimale e una durata di tutti i componenti del cavo, inclusa la fibra ottica, per almeno venti anni.

UDITA la relazione del Presidente Giacomo Lasorella, relatore ai sensi dell'art. 31 del *Regolamento concernente l'organizzazione ed il funzionamento dell'Autorità*;

DELIBERA

Articolo 1 Approvazione della regola tecnica

1. È approvata la regola tecnica relativa agli *standard* tecnici per i cavi in fibra ottica a cui devono attenersi gli aggiudicatari dei bandi per la realizzazione dell'infrastruttura di rete, in modo da assicurare adeguati livelli qualitativi e prestazioni elevate di connettività, di cui alla legge 1° febbraio 2023, n. 10.
2. La regola tecnica è riportata in Allegato A alla presente delibera, di cui forma parte integrante e sostanziale.

La presente delibera e la regola tecnica allegata sono pubblicate sul sito *web* dell'Autorità e trasmesse alla Commissione europea ai sensi della legge 21 giugno 1986, n. 317, art. 9-*bis*, comma 8.

Il presente provvedimento può essere impugnato davanti al Tribunale Amministrativo Regionale del Lazio entro 60 giorni dalla pubblicazione dello stesso.

Roma, 13 novembre 2024

IL PRESIDENTE
Giacomo Lasorella

Per conformità a quanto deliberato
IL SEGRETARIO GENERALE
Giulietta Gamba