

**DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE TECNICHE E DELLE  
CORRISPONDENTI DENOMINAZIONI DELLE DIVERSE TIPOLOGIE DI  
INFRASTRUTTURA FISICA UTILIZZATE PER L'EROGAZIONE DEI  
SERVIZI DI TELEFONIA, RETI TELEVISIVE E COMUNICAZIONI  
ELETTRONICHE, AI SENSI DELL'ART. 19 *QUINQUIESDECIES* DEL  
DECRETO LEGGE 16 OTTOBRE 2017, N. 148**

**L'AUTORITÀ**

NELLA riunione di Consiglio del 2018;

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 delibera n. 223/12/CONS, del 27 aprile 2012, recante “*Adozione del nuovo Regolamento concernente l’organizzazione e il funzionamento dell’Autorità*”, come modificata, da ultimo, dalla delibera n. 405/17/CONS;

VISTO il documento del *Board of Regulators* BoR (12) 129, del 26 novembre 2012, recante “*Glossary of Terms in relation to the BEREC draft Common Positions on WLA, WBA and WLL*”;

VISTA la comunicazione della Commissione europea COM (2013/C 25/01), del 26 gennaio 2013, recante “*Orientamenti dell’Unione europea per l’applicazione delle norme in materia di aiuti di Stato in relazione allo sviluppo rapido di reti a banda larga*”;

VISTA la delibera n. 623/15/CONS, del 5 novembre 2015, recante “*Identificazione ed analisi dei mercati dei servizi di accesso alla rete fissa (mercati NN. 3a e 3b della Raccomandazione della Commissione europea n. 2014/710/UE e N. 1 della Raccomandazione n. 2007/879/CE)*”;

VISTA la comunicazione della Commissione europea COM (2016) 587, del 14 settembre 2016, recante “*Connettività per un mercato unico digitale competitivo: verso una società dei Gigabit europea*”;

VISTO il decreto legge 16 ottobre 2017, n. 148, recante “*Disposizioni urgenti in materia finanziaria e per esigenze indifferibili*”;

CONSIDERATO che il suddetto decreto legge, all’art. 19 *quinquiesdecies* – *Misure urgenti per la tutela degli utenti dei servizi di telefonia, reti televisive e comunicazioni elettroniche in materia di cadenza di rinnovo delle offerte e fatturazione dei servizi* –, comma 3, prevede che:

All'articolo 71 del citato decreto legislativo 1° agosto 2003, n. 259, dopo il comma 1 è inserito il seguente:

*“1-bis. Le imprese che forniscono reti pubbliche di comunicazione elettronica o servizi di comunicazione elettronica accessibili al pubblico forniscono informazioni chiare e trasparenti in merito alle caratteristiche dell'infrastruttura fisica utilizzata per l'erogazione dei servizi. A tal fine, entro sessanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente disposizione, l'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni **definisce le caratteristiche tecniche e le corrispondenti denominazioni delle diverse tipologie di infrastruttura fisica**, individuando come infrastruttura in fibra ottica completa l'infrastruttura che assicura il collegamento in fibra fino all'unità immobiliare del cliente. Costituisce pratica commerciale scorretta, ai sensi del codice del consumo, di cui al decreto legislativo 6 settembre 2005, n. 206, ogni comunicazione al pubblico dell'offerta di servizi di comunicazione elettronica che non rispetti le caratteristiche tecniche definite dall'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni”;*

RITENUTO di dover prestare esecuzione alle previsioni del suddetto decreto legislativo, definendo, quindi, *“le caratteristiche tecniche e le corrispondenti denominazioni delle diverse tipologie di infrastruttura fisica, individuando come infrastruttura in fibra ottica completa l'infrastruttura che assicura il collegamento in fibra fino all'unità immobiliare del cliente”;*

CONSIDERATE le finalità della norma, ossia di far sì che *“le imprese che forniscono reti pubbliche di comunicazione elettronica o servizi di comunicazione elettronica accessibili al pubblico debbano fornire informazioni chiare e trasparenti in merito alle caratteristiche dell'infrastruttura fisica utilizzata per l'erogazione dei servizi”;*

RITENUTO, pertanto, che l'Autorità debba, oltre a fornire la descrizione tecnica delle diverse tipologie di rete di accesso, anche definire le informazioni che il fornitore del servizio di accesso deve fornire obbligatoriamente al cliente;

CONSIDERATO il rilevante impatto del provvedimento in oggetto sul mercato, interessando operatori e utenti finali;

RITENUTO, pertanto, necessario consentire alle parti interessate di presentare le proprie osservazioni sugli orientamenti dell'Autorità relativi al tema in esame, ai sensi dell'art. 11 del Codice delle comunicazioni elettroniche, di seguito denominato *Codice*, mediante una consultazione pubblica nazionale.

CONSIDERATO inoltre quanto segue:

## Sommario

1. La descrizione delle infrastrutture fisiche di accesso alla rete pubblica per fonia e dati da postazione fissa .....	3
1.1 Premessa .....	3
1.2 La descrizione delle architetture di rete di accesso .....	10
2. Le informazioni che l'operatore deve fornire al cliente .....	11

## 1. La descrizione delle infrastrutture fisiche di accesso alla rete pubblica per fonia e dati da postazione fissa

### 1.1 Premessa

Le nuove tecnologie a banda ultra larga rappresentano un fattore di progresso economico ed un elemento chiave della competitività di un paese, poiché hanno un rilevante impatto sulla produttività, sull'innovazione e la qualificazione del territorio, producendo rilevanti effetti sul benessere sociale e sulla possibilità di sviluppo nazionale.

La disposizione normativa in oggetto si inserisce in un contesto qualificante rispetto alle suddette prerogative.

Appare utile ricordare che gli obiettivi dell'agenda digitale europea al 2020 in termini di connettività rappresentano il *target* al momento vigente e prevedono la realizzazione di una rete di accesso che garantisca una velocità di picco pari ad almeno 30Mbit/s in *download* per tutti i cittadini europei ed un *take-up* (famiglie abbonate a servizi di accesso a Internet), con connessioni a Internet al di sopra di 100Mbit/s, pari ad almeno il 50% delle famiglie.

Allo stesso tempo il nuovo *framework* regolamentare in corso di approvazione ha già posto le basi per la strategia digitale 2020-2025 per la realizzazione di un mercato unico europeo digitale delle comunicazioni elettroniche.<sup>1</sup>

The *Commission's strategy on Connectivity per un European Gigabit Society*, adottata a settembre 2016, fissa un contesto europeo per la disponibilità e il *take-up* di una rete di accesso a banda ultra larga con caratteristiche ancora più avanzate.

Obiettivo del nuovo *framework* regolamentare è quello di garantire un accesso efficace alla fruizione dei servizi evoluti, interattivi, rendendo l'investimento degli utenti in connessioni ultra veloci un volano per l'economia nel suo complesso, consentendo alle imprese di beneficiare dei nuovi modelli di *business* legati al miglioramento continuo dei processi produttivi, della personalizzazione dei prodotti e servizi attraverso l'impiego massivo di tecnologie digitali di tipo *cloud*, *internet* delle cose ed intelligenza artificiale, abilitate dalla crescente disponibilità di dati offerti dagli utenti finali.

Alla base della strategia europea vi è la creazione di una "*Gigabit Society*" nella quale tutti i cittadini potranno disporre di una connettività ad altissima capacità in grado di garantire l'utilizzo diffuso di prodotti, servizi e applicazioni dell'ICT nel mercato unico digitale.<sup>2</sup> Tale strategia si fonda su tre principali obiettivi di connettività al 2025:

- i) rendere disponibili servizi di accesso alla rete Internet ad altissima capacità (*download/upload* ad 1 Gbit/s) in tutti i luoghi che guidano lo sviluppo socio economico (scuole, università, centri di ricerca, ospedali, stazioni,

<sup>1</sup> <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/proposed-directive-establishing-european-electronic-communications-code>

<sup>2</sup>COM (2017) 228.

amministrazioni, imprese) in modo da incentivare lo sviluppo della domanda su tale livello di connettività anche in un contesto privato;

- ii) permettere a tutti i cittadini europei, sia in aree rurali che urbane, l'accesso a Internet tramite connessioni ad almeno 100Mbit/s che possano essere aggiornate sino a 1 Gbit/s, eliminando il *digital divide* e favorendo lo sviluppo di politiche di coesione sociale della popolazione in tutti i territori;
- iii) garantire lo sviluppo, nelle aree urbane e nelle principali strade, della connettività 5G con l'obiettivo di fornire un'infrastruttura adeguata alla diffusione di applicazioni per l'Internet delle cose che necessitano di una connettività ad alta capacità, costante ed ubiqua alla rete Internet.

L'accesso ad una connettività adeguata è, quindi, un prerequisito per permettere l'effettivo sviluppo del *Digital Single Market* che ha, a sua volta, elevati impatti diretti ed indiretti sull'obiettivo di sostenere una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile.

Nella comunicazione (2016)587 la Commissione europea evidenzia che la TV di prossima generazione costituirà un *driver* importante per la domanda di banda da parte delle famiglie nei prossimi anni. Tale comunicazione cita, inoltre, nuove applicazioni digitali come la realtà virtuale e aumentata, le autovetture connesse e automatizzate, la chirurgia da remoto, l'intelligenza artificiale, ed altro, che richiederanno una velocità, qualità e rapidità di risposta che può essere garantita solo tramite "*high-capacity broadband networks*" intese come "*an electronic communications network which either consists wholly of optical fibre elements at least up to the distribution point at the serving location or which is capable of delivering under usual peak-time conditions similar network performance in terms of available down- and uplink bandwidth, resilience, error-related parameters, and latency and its variation*".

Si osserva che, già in questa definizione, la Commissione introduce **5 parametri** in grado di caratterizzare le prestazioni, **in normali condizioni di picco del traffico**, del collegamento fornito al cliente: velocità trasmissiva in *downstream* e *upstream*, resilienza, indicatori connessi al tasso di errore di trasmissione, latenza<sup>3</sup> e jitter<sup>4</sup>.

Nella stessa comunicazione la Commissione, nel richiamare gli esiti della consultazione del 2015 sui "*needs for Internet speed and quality beyond 2020 and measures to fulfil these needs by 2025*" evidenzia che la maggior parte degli *stake holders* si attende una velocità in *downstream* superiore a 1 Gbit/s e una *responsiveness*<sup>5</sup> inferiore a 10 millisecondi.

La proposta di revisione del **Codice delle comunicazioni elettroniche**, in fase di approvazione, sulla base delle suddette considerazioni, ha ritenuto opportuno specificare,

---

<sup>3</sup> La latenza rappresenta il tempo impiegato per trasmettere una unità di informazione (tale parametro dipende oltre che dalla banda disponibile anche dai ritardi intermedi dovuti all'accodamento in diversi punti della connessione)

<sup>4</sup> Variazione del ritardo di trasmissione.

<sup>5</sup> Tempo necessario al sistema di comunicazione di completare le azioni per cui è stato progettato. La responsività è quindi un elemento critico rispetto all'usabilità del sistema in un contesto di impiego interattivo dello stesso.

nel rispetto del principio della neutralità tecnologica, la seguente definizione rispetto alle reti ad altissima capacità VHC (*Very High Capacity*) network:

*“Very high capacity network means an electronic communications network which either consists wholly of optical fibre elements at least up to the distribution point at the serving location or which is capable of delivering **under usual peak-time conditions** similar network performance in terms of available down- and uplink bandwidth, resilience, error related parameters, and latency and its variation. Network performance can be considered similar regardless of whether the end-user experience varies due to the inherently different characteristics of the medium by which the network ultimately connects with the network termination point”.*

Ancora la Commissione europea, nella proposta relativa al nuovo Codice, riprendendo la definizione della citata comunicazione, evidenzia le 5 caratteristiche tecniche che caratterizzano la connessione del cliente e che devono essere quantificate nelle usuali condizioni di picco del traffico, **ossia la velocità trasmissiva del collegamento di accesso (simmetrica), la resilienza, il tasso di errore, la latenza e il jitter.**

Tenuto conto della definizione citata, la Commissione europea è dell’avviso che al fine di beneficiare appieno dell’economia digitale, le reti devono presentare il requisito di prestazione a larghissima banda in via “simmetrica” ed a “bassa latenza”, tenuto conto della necessità di garantire non solo un accesso alle informazioni efficaci (*download*), ma anche di garantire adeguate prestazioni nel rendere accessibili le informazioni (*upload*).

La **resilienza**, intesa come capacità di “recupero” di una connessione, è un’altra caratteristica importante nelle reti di telecomunicazione. Rendere una rete resiliente significa progettare in modo che possa “sopravvivere”, reagendo in modo automatico, a eventi dannosi sia a livello fisico che *software*, ad esempio mediante reinstradamento del traffico.<sup>6</sup> Secondo uno studio sul tema<sup>7</sup> la capacità di recupero richiede la messa in atto di specifiche procedure di “*Fault detection*” (rilevazione dei guasti intesi anche come degrado delle prestazioni), *Fault localization* (localizzazione toponomastica del guasto), *Fault notification* (distribuzione in rete delle informazioni circa la presenza di un guasto), and *Recovery switching* (riallocazione delle risorse di rete)<sup>8</sup>.

La qualità di una rete, rispetto alla resilienza, ha un impatto diretto sulla qualità osservata dai clienti. È possibile, sulla base di studi disponibili in letteratura, collegare la resilienza ad altri attributi quali l’“affidabilità” e la “capacità di recupero”.

L’*affidabilità* è connessa a parametri quali:

---

<sup>6</sup> In generale il tema della “resilienza” riguarda la modalità di come, e quanta, capacità aggiuntiva gli operatori impegnano nelle proprie reti al fine di garantire la fruizione di servizi in un contesto di guasto o degrado delle prestazioni dei sistemi di comunicazione in gioco.

<sup>7</sup> “*A survey of resilience differentiation framework in communication Networks*”, Cholda P., Mykkeltveit A., Helvik B.E., vol. 9, no 4, IEEE Communication Survey and Tutorial (2007).

<sup>8</sup> Le procedure di riallocazione delle risorse sono classificate in funzione: *i*) dei *layer* di rete coinvolti (IP, Ethernet, WDM etc.); *ii*) dalla ridefinizione dei percorsi di rete (es. *re-rerouting*); *iii*) dalla identificazione della strategia di uso della *spare capacity*; *iv*) dallo scopo di ottimizzazione “*end to end*” o per singolo *link*.

- “*Continuity*” (tempo di continuità) — È relazionata alla quantità di tempo per cui il servizio risulta funzionante prima che un guasto lo renda indisponibile. Tale parametro è identificato anche come “*mean time to failure*” misurato come tempo che intercorre tra la ripresa attività dopo un guasto ed un guasto successivo.
- “*Downtime*” (tempo di indisponibilità) — È relazionata al tempo di indisponibilità di un servizio a causa di un guasto. È possibile misurarlo come tempo medio necessario per riparare un guasto.
- “*Availability*” (disponibilità) — È relazionata alla probabilità di trovare un sistema di comunicazione, costituito *inter alia* da collegamenti ed apparati, in uno stato funzionante.

Parimenti, la *capacità di recupero* può essere caratterizzata da diversi parametri:

- “*Quality of the Recovery Path*” (qualità del recupero), identificato come il livello di qualità garantito in un contesto di guasto. Ad esempio la capacità aggiuntiva (*spare capacity*) allocata per rispondere ai guasti può essere non equivalente alla capacità garantita in assenza di condizioni di guasto, in tal caso la qualità con cui il servizio è recuperato può differire da quella offerta in caso di assenza di guasto.
- “*Failure Coverage*” (quantità del recupero), la percentuale di traffico/collegamenti che possono essere effettivamente recuperati da una determinata strategia di “*resilience*” nel suo complesso in un dato scenario di guasto.

La **latenza** di trasmissione di un collegamento a Internet è intesa, in genere, come il tempo impiegato da uno o più pacchetti a raggiungere un altro *computer* o *server* in rete. Nell'ambito delle reti di comunicazione i fattori che influenzano maggiormente la propagazione del segnale sono il mezzo che trasporta l'informazione e le apparecchiature (per esempio *switch* o *router*) che il segnale attraversa nel suo percorso.

A titolo di esempio con le connessioni xDSL tradizionali si ha una latenza che varia tra i 70 e i 100 ms, mentre con le connessioni xDSL FAST la latenza può raggiungere anche i 15 ms.

In conclusione, secondo quanto riportato nel “*Commission Staff Working document*” di accompagnamento alla proposta di revisione del Codice delle comunicazioni elettroniche, l'adeguatezza delle reti di accesso a Internet a poter abilitare un uso efficace del futuro ecosistema di servizi ed applicazioni richiede maggiori specificazioni rispetto ai corrispondenti requisiti dei sistemi di comunicazione coinvolti. In particolare, la sola velocità di *download* (*throughput* o larghezza di banda) non appare l'unico elemento qualificante.

Dal quadro sopra delineato, infatti, **oltre la velocità di download appaiono rilevanti altre caratteristiche tecniche che influenzano la *Quality of Experience* dell'utente** e la possibilità dello stesso di beneficiare dell'ecosistema digitale nel suo complesso *inter alia* basato, nel prossimo futuro, su un uso intensivo delle piattaforme attraverso la diffusione di applicazioni di accesso a servizi *on-line* di medicina, programmi culturali e di istruzione personalizzati, a servizi della pubblica amministrazione, a servizi di *smart home* anche attraverso l'impiego di informazioni

abilitate con lo sviluppo delle *smart grid* e la diffusione degli *smart meters* per ottimizzare i consumi di energia.

In tale contesto le reti ibride rame/fibra<sup>9</sup> appaiono, secondo la Commissione europea, nell'orizzonte temporale di riferimento, solo parzialmente adatte allo sviluppo di una "*Gigabit Society*" tenuto conto che presentano, sulla base delle tecnologie attualmente disponibili, delle limitazioni intrinseche non solo legate al raggiungimento di una specifica velocità di picco in *download*.

Nello specifico, secondo la Commissione europea, le reti ibride rame/fibra a causa della limitata larghezza di banda disponibile sul doppino telefonico presentano limitazioni intrinseche alla possibilità di raggiungere velocità dell'ordine del *gigabit* in via simmetrica, secondo gli *standard* disponibili, ma soprattutto richiedono l'installazione di un elevato numero di nodi attivi nella rete che devono svolgere oltre alle funzionalità di conversione elettro-ottica dei segnali, anche funzionalità ridondate di *switching* e *routing* rispetto a quelle necessarie nel caso in cui gli utenti fossero direttamente rilegati in fibra ottica ai primi punti di presenza degli operatori. Quest'ultima caratteristica rende tali infrastrutture più deboli anche in relazione ai livelli di latenza e resilienza raggiungibile, tenuto conto della superiore probabilità di guasto che l'elettronica aggiuntiva e diffusa comporta, richiedendo inoltre un maggiore impiego di energia elettrica con conseguenti ricadute sui corrispondenti costi operativi e di impatto ambientale.

La maggiore latenza, introdotta sulla tratta di accesso legata alla presenza diffusa di nodi intermedi, riduce, inoltre, l'efficacia e, quindi i benefici per gli operatori, nell'adozione di paradigmi di sviluppo delle reti di tipo "*Software Defined Network*" e "*Network Virtualization Function*" a tutto svantaggio della connettività *end to end* e *time to market* nell'offrire servizi specializzati ed innovativi da parte degli stessi operatori<sup>10</sup>.

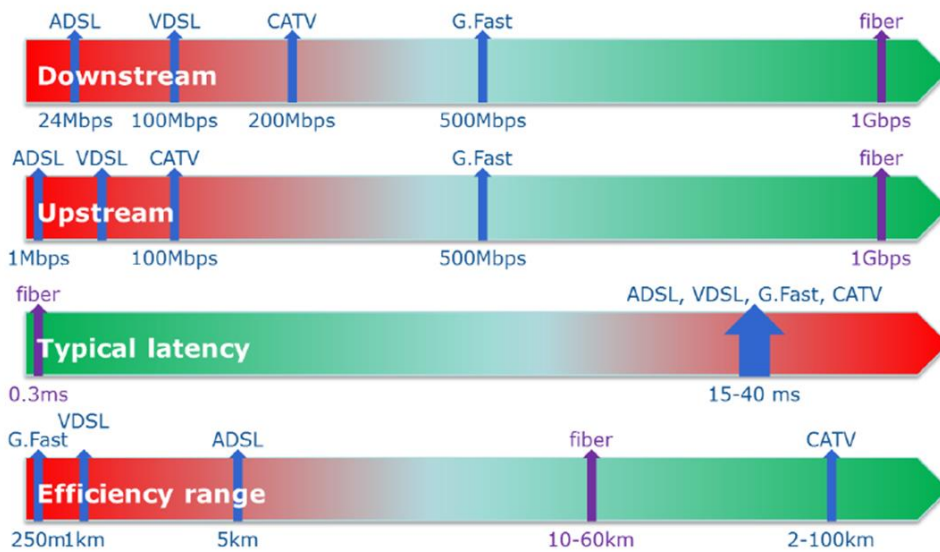
Come rilevato dalla Commissione europea<sup>11</sup>, le connessioni di tipo VHC che al momento garantiscono l'evoluzione verso la "*Gigabit Society*" secondo quanto indicato nella definizione prevista nel nuovo Codice delle comunicazioni elettroniche, per il prossimo decennio, sono quelle che si basano sull'uso della fibra ottica sino a casa degli utenti, ovvero le connessioni *wireless* che saranno basate sui futuri sistemi 5G la cui commercializzazione potrà avvenire a partire dal 2020, tenuto conto delle specifiche tecniche attualmente disponibili che il 3GPP ha identificato per stabilire il futuro *standard* trasmissivo.

Si riporta, nella figura seguente, uno schema, incluso nell'*impact assessment* della proposta di revisione del Codice delle comunicazioni elettroniche della Commissione europea, in cui si caratterizzano le tecnologie di accesso in funzione dei parametri di velocità trasmissiva, latenza e distanza del terminale d'utente dalla centrale locale.

<sup>9</sup> Impact assessment part III <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/proposed-directive-establishing-european-electronic-communications-code>

<sup>10</sup> Network functions Virtualization An introduction, Benefits, Enabler, Challenges & Call for Action 2012

<sup>11</sup> Impact assessment part III <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/proposed-directive-establishing-european-electronic-communications-code>



Fonte: Commissione europea

Figura 1

Ciò premesso, il citato decreto legge 16 ottobre 2017, n. 148 ha il fine di rendere l'utente finale consapevole circa l'architettura con cui accede ai servizi di accesso fisso presso la propria sede potendo comprendere chiaramente se l'offerta risulta essere erogata su una architettura di tipo "all fiber" piuttosto che su una rete più o meno ibrida rame/fibra.

Appare, altresì, rilevante che l'utente sia reso edotto della variabilità delle prestazioni raggiungibili almeno con riferimento alla banda disponibile in *download* ed in *upload*, tenuto conto del traffico di picco, la latenza, le caratteristiche di resilienza e il tasso di errore.

Prima di proseguire appare opportuno menzionare anche le architetture cosiddette *Fixed Wireless Access (FWA)*<sup>12</sup> inteso come l'insieme di sistemi di trasmissione sviluppati per sfruttare determinate frequenze dello spettro radio allo scopo di fornire servizi di connettività a Internet a banda larga.

Soluzioni FWA, per citarne alcune, sono basate sugli standard WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), Hiperlan (*High Performance Radio Local Area Network*), LTE (*Long Term Evolution*).

In generale, le architetture FWA usano le tecnologie radio per collegare una stazione radio base o punto di accesso radio ad un terminale fisso d'utente (FWT), il quale fornisce un servizio di *backhauling* verso le CPE dello stesso.

In particolare, tali soluzioni presentano livelli di prestazioni particolarmente variabili sia con riferimento alla velocità di *download/upload* che di latenza, in

<sup>12</sup> Al 3T 2017 sono, in Italia, circa 1M le linee *broadband* FWA di cui il 90% sotto i 30Mbit/s e circa il 10% oltre i 30Mbit/s, offerte agli utenti finali in tecnologia FWA con oltre 30 operatori attivi sul mercato.



funzione anche del numero di utenti che contemporaneamente condividono il portante radio. In tal senso trovano applicazione in ambienti a bassa densità abitativa e zone generalmente non raggiunte dai servizi tradizionali su rame o fibra<sup>13</sup>.

Con riferimento ai sistemi 5G, che saranno disponibili commercialmente a partire dal 2020, è opportuno considerare che tale tecnologia si inserisce a metà tra l'evoluzione delle reti mobili 4G ed una piattaforma per la fornitura di servizi digitali *end to end* pienamente convergente (fisso-mobile) ad altissima capacità. Nella tabella che segue si riportano le caratteristiche principali del futuro *standard* come sintetizzate in ambito ITU-R<sup>14</sup>.

Attributes	Target
Minimum Downlink requirement	20Gbit/s
Minimum Up link requirement	10Gbit/s
Target <sup>15</sup> downlink "user experience data rate"	100Mbit/s
Target uplink "user experience data rate"	50Mbit/s
Minimum requirement for user plane <sup>16</sup> latency for eMBB (enhanced mobile broadband) URLLC (Ultra reliable low latency communications) up-down	4-1ms
Minimum requirement for control plane <sup>17</sup> latency	10-20ms
Minimum requirement for connection density	10 <sup>6</sup> Km <sup>2</sup>
Minimum requirement for bandwidth	100Mhz

<sup>13</sup> In generale l'impiego della tecnologia LTE per servizi FWA avviene su frequenze licenziate a 3,5Ghz o su frequenze non licenziate a 5GHz (LTE-U). Attraverso tale tecnologia gli operatori hanno iniziato a proporre profili commerciali a banda ultra larga (>=30Mbit/s); la tecnologia Wimax e Hyperlan, in fase di dismissione ma ancora commercialmente disponibile, permette di fornire soluzioni di accesso analoghe ai servizi ADSL tradizionali.

<sup>14</sup> ITU-R *Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface* (febbraio 2017) <https://www.itu.int/md/R15-SG05-C-0040/en>

<sup>15</sup> Tipico ambiente urbano densamente popolato.

<sup>16</sup> Il tempo che intercorre da quando la sorgente spedisce un pacchetto a quando la destinazione lo riceve nella tratta radio (*up-link* o *down-link*).

<sup>17</sup> Il tempo che intercorre per una *user equipment* che si trova nello stato inattivo (Idle) a passare in uno stato di trasmissione continua di pacchetti (Active).

Target bandwidth	up to 1GHz
------------------	------------

Tabella 2

## 1.2 La descrizione delle architetture di rete di accesso

Nel presente provvedimento si fornisce una definizione, con la corrispondente descrizione, di 5 topologie di rete (FTTx+FWA) in coerenza con quanto già indicato nella delibera n. 623/15/CONS, al fine di qualificare in maniera univoca le architetture con cui sono erogati i servizi di accesso fisso in Italia.

La descrizione riguarda le reti in cui il collegamento di accesso è realizzato interamente su portante fisico fino alla terminazione d'utente (NT o ONT) e FWA.

Nello specifico, per rete FTTH (**Fibra fino a casa**) si considera l'architettura in cui il portante trasmissivo in fibra ottica è utilizzato dal punto di presenza dell'operatore (centrale locale) sino a casa del cliente finale.

Per rete FTTB (**Fibra fino all'edificio**) si considera l'architettura in cui il portante trasmissivo in fibra ottica è utilizzato dalla centrale locale fino alla base degli edifici, mentre il raccordo d'abbonato (che collega la rete in fibra ottica al punto terminale di rete presso l'abitazione del cliente, ossia il verticale di palazzo) resta quello della rete in rame.

Per rete FTTN (**Fibra fino all'armadio**) si considera l'architettura in cui il portante trasmissivo in fibra ottica è utilizzato dalla centrale locale fino a un punto di distribuzione (intermedio) nella rete di accesso. Da qui il rilegamento degli utenti finali resta quello della rete in rame. In questa categoria ricadono, in Italia, le infrastrutture di rete FTTC, in cui la fibra ottica è utilizzata sino al *cabinet* stradale della rete in rame (sulla quale è utilizzata la tecnologia trasmissiva VDSL), ad oggi le più diffuse in Italia, e le possibili evoluzioni G.fast (è la tecnologia trasmissiva utilizzata sul segmento in rame, sia dal *cabinet* stradale che da un nodo di distribuzione più prossimo all'edificio, quindi anche nel contesto FTTB).

Per FTTE (**no Fibra**) si considera l'architettura di rete di accesso con cui sono offerti i tradizionali servizi ADSL, ove la fibra ottica raggiunge la centrale locale presso cui l'operatore ha installato i propri apparati attivi e l'utente è rilegato tramite la rete in rame.

Per rete FWA (**Fibra fino alla stazione radio base**) si considera l'architettura di accesso in cui la fibra ottica raggiunge una stazione radio base a cui sono collegati i terminali d'utente mediante l'utilizzo di un determinato intervallo di frequenze radio.

In **ANNESSO** al presente schema di provvedimento sono riportati maggiori dettagli sulle tecniche utilizzate nelle reti di accesso su descritte in maniera sintetica

## 2. Le informazioni che l'operatore deve fornire al cliente

Lo schema di provvedimento che si sottopone a consultazione fornisce, in linea con la finalità di trasparenza della norma di legge, specifiche indicazioni sulle informazioni che l'operatore deve fornire al cliente.

In particolare, si ribadisce il principio secondo cui le imprese che forniscono reti pubbliche di comunicazione elettronica o servizi di comunicazione elettronica accessibili al pubblico forniscono, all'utente finale, informazioni chiare e trasparenti in merito alle caratteristiche dell'infrastruttura fisica utilizzata per l'erogazione dei servizi indicando, tra le altre cose, almeno le seguenti informazioni:

1. nel caso di una rete di accesso FTTE (*Fiber to the Exchange*) l'operatore deve specificare che trattasi di una **rete solo rame** a cui associa il simbolo "R" "*(Solo Rame)*", evidenziato in bianco all'interno di un quadrato di colore rosso. In aggiunta l'operatore inserisce una brevissima legenda delle caratteristiche tecniche, quali, quantomeno, i protocolli di trasmissione impiegati, la velocità trasmissiva in *upstream* e *downstream*, massima e minima attesa, la latenza. Nelle comunicazioni al pubblico e alla clientela l'operatore non può in nessun caso ricorrere al termine "fibra" con riferimento alle offerte che utilizzano questo tipo di connessione;
2. nel caso di una rete di accesso FTTN (*Fiber to the Node*) l'operatore deve specificare che trattasi di una **rete mista fibra/rame, con fibra fino all'armadio di strada**, a cui associa il simbolo "RF" "*(Ibrido Rame-Fibra)*", evidenziato in nero all'interno di un quadrato di colore giallo. In aggiunta l'operatore inserisce una brevissima legenda delle caratteristiche tecniche quali, quantomeno, i protocolli di trasmissione impiegati, la velocità trasmissiva in *upstream* e *downstream*, massima e minima attesa, la latenza. Nelle comunicazioni al pubblico e alla clientela l'operatore può ricorrere al termine "fibra" solo unitamente al termine "rame" e specificando che si tratta di connessione ibrida o mista fibra-rame, con riferimento alle offerte che utilizzano questo tipo di connessione;
3. nel caso di una rete di accesso FTTB (*Fiber to the Building*) l'operatore deve specificare che trattasi di una **rete con fibra fino alla base dell'edificio**, a cui associa il simbolo "F" "*(Fibra fino all'edificio)*", evidenziato in nero all'interno di un quadrato di colore celeste. In aggiunta l'operatore inserisce una brevissima legenda delle caratteristiche tecniche quali, quantomeno, i protocolli di trasmissione impiegati, la velocità trasmissiva in *upstream* e *downstream*, massima e minima attesa, la latenza. Nelle comunicazioni al pubblico e alla clientela l'operatore può ricorrere al termine "fibra" con riferimento alle offerte che utilizzano questo tipo di connessione, senza ulteriori aggettivi o avverbi di tipo accrescitivo;
4. nel caso di una rete di accesso FTTH (*Fiber to the Home*) l'operatore deve specificare che trattasi di una **rete solo fibra fino all'abitazione** a cui associa il simbolo "FF" "*(Fibra-Fibra, Full Fiber; fibra completa o fibra fino a casa)*", evidenziato all'interno di un quadrato di colore verde. In aggiunta l'operatore inserisce una brevissima legenda delle caratteristiche tecniche quali, quantomeno, i protocolli di trasmissione impiegati, la velocità trasmissiva in *upstream* e *downstream*, massima e minima attesa, la latenza. Nelle comunicazioni al pubblico e alla clientela l'operatore può ricorrere al termine "fibra" con riferimento alle

offerte che utilizzano questo tipo di connessione, anche ricorrendo ad ulteriori aggettivi o avverbi di tipo accrescitivo;

5. nel caso di una rete FWA l'operatore deve specificare che trattasi di una rete solo fibra fino ad una stazione radio base a cui segue un collegamento su frequenze radio, a cui associa il simbolo "W" "(Fibra fino alla Stazione Radio Base)", evidenziato all'interno di un quadrato di colore viola. In aggiunta l'operatore inserisce una brevissima legenda delle caratteristiche tecniche quali, quantomeno, i protocolli di trasmissione impiegati, la velocità trasmissiva in *upstream* e *downstream*, massima e minima attesa, la latenza. Nelle comunicazioni al pubblico e alla clientela l'operatore non può in nessun caso ricorrere al termine "fibra" con riferimento alle offerte che utilizzano questo tipo di connessione.

Il presente schema di provvedimento prevede che le imprese che forniscono reti pubbliche di comunicazione elettronica o servizi di comunicazione elettronica accessibili al pubblico, **prima della conclusione del contratto**, relativamente alle caratteristiche tecniche del servizio che sarà erogato sulla specifica linea, forniscono, in aggiunta a quanto indicato ai punti da 1 a 5 di cui sopra, le seguenti informazioni all'utente finale:

- a) le velocità in *upload* e *download* che saranno configurate in centrale per la specifica linea, con relativa indicazione della banda minima garantita, cui l'operatore si impegna ai sensi della delibera n. 244/08/CSP;
- b) in caso di offerte che prevedono anche il servizio di fonia, se il servizio sarà erogato in modalità VoIP ed, in tal caso, le relative limitazioni.

Si prevede, altresì, che le informazioni fornite all'utente di cui sopra costituiscono vincolo contrattuale per l'operatore.

Tutto ciò premesso e considerato;

UDITA la relazione del Commissario \_\_\_\_\_, relatore ai sensi dell'articolo 31 del *Regolamento concernente l'organizzazione ed il funzionamento dell'Autorità*;

## **DELIBERA**

### **Art. 1**

#### **Definizioni preliminari**

1. "*Reti di accesso di nuova generazione*" (NGAN)": reti di accesso che si basano in tutto o in parte su elementi ottici e in grado di fornire servizi d'accesso a banda larga con caratteristiche più avanzate (quale una maggiore velocità trasmissiva di picco e una maggiore banda media garantita) rispetto alle reti di accesso a banda larga di base intese come quelle realizzate esclusivamente su portante in rame.

2. “*Centrale locale*”: per quanto di interesse in questo provvedimento, edificio o locale ove sono presenti gli apparati attivi (quali gli OLT) di moltiplicazione, commutazione, conversione ottico/elettrico e passivi (quali gli ODF) di connessione e permutazione delle linee in fibra ottica.
3. “*Optical Line Termination (OLT)*”: apparato attivo di terminazione della linea ottica, presente nella centrale locale, che si interfaccia con più apparati ONU o ONT della rete di accesso e che allo stesso sono attestati. Tale apparato implementa, in una rete NGA, tra le altre, le funzionalità di conversione ottico-elettrica (O/E) dei segnali, demodulazione, controllo, moltiplicazione dei flussi dati degli utenti finali allo stesso attestati, tenuto conto dei previsti *standard* internazionali (quali, ad esempio, G-PON, XG-PON, EPON, ed evoluzioni). A seconda che si tratti di una architettura punto-multipunto o punto-punto una porta dell’OLT controlla una ONT o più (ad oggi fino a 128 su distanze di decine di chilometri).
4. “*Optical Network Unit (ONU)*”: apparato attivo, di interfaccia tra la rete in fibra ottica e la rete in rame, dislocato nelle vicinanze dell’utente finale e, specificatamente, nell’armadio stradale, nelle reti di accesso FTTN (FTTC), o alla base o in prossimità dell’edificio, nelle reti FTTB. Si interfaccia con le NT (la NT è la terminazione di rete quando l’utente finale è attestato alla rete in rame) degli utenti finali.
5. “*Optical Distribution Frame (ODF)*”: apparato passivo di attestazione e permutazione delle fibre ottiche (permutatore ottico), collocato nella centrale locale della rete di accesso NGA; allo stesso sono attestate, da un lato, le fibre ottiche collegate agli apparati attivi di centrale, *inter alia* gli OLT, e, dall’altro lato, le fibre ottiche, dedicate o condivise, su cui sono attestati gli utenti finali.
6. “*PON Passive Optical Network*”: rete di accesso passiva (senza elementi attivi) di tipo punto-multipunto utilizzata per realizzare reti di accesso FTTH. Una rete PON è costituita da portanti in fibra ottica, una porta OLT, un certo numero di *splitter* (dispositivo ottico passivo reciproco che suddivide ed accoppia il segnale luminoso proveniente da una fibra su più fibre ottiche e viceversa) e un certo numero di ONU. Mediante una singola PON è possibile collegare alla *centrale locale* fino a 128 clienti finali (pertanto, fino a 128 ONT).
7. *Topologia di rete punto-multipunto (P2MP)*: topologia di rete in cui le linee di accesso sono dedicate ai singoli utenti finali dal *punto terminale*, nell’abitazione, fino a un nodo intermedio (Punto di Distribuzione o nodo attivo) dove le linee sono aggregate in una linea condivisa. L’aggregazione può essere passiva (mediante *beam splitters* o ripartitori ottici passivi, nell’architettura PON) o attiva (ad esempio nelle reti FTTC tramite la ONU). L’architettura P2MP con rete ottica passiva PON è basata su una topologia di rete di distribuzione tipicamente ad albero, con più livelli di diramazione realizzati mediante l’uso di ripartitori ottici passivi (*splitters*). Le reti PON sono caratterizzate dall’assenza di apparati attivi al di fuori delle terminazioni di linea ottica (OLT) e delle terminazioni di rete ottica (ONT). Una parte della rete di accesso ottica è pertanto condivisa fra gli utenti finali, per cui sono necessarie specifiche tecniche di controllo per l’accesso al canale di comunicazione (MAC, Medium Access Control, definiti dagli *standard* internazionali quali GPON o

EPON), come pure tecniche che garantiscano la sicurezza dei dati trasmessi (*data encryption*).

8. “*Topologia di rete punto-punto (P2P)*”: topologia di rete in cui le linee di accesso dell’utente rimangono allo stesso dedicate dalla sua abitazione fino all’ODF (la tecnologia usata è indicata, ad esempio, come “*Active Ethernet*”).
9. “*Standard (x)PON*”: APON (ATM PON) primo standard PON, cui è seguito lo standard BPON (*Broadband PON*). Ha fatto seguito lo *standard EPON (Ethernet PON con downstream line rate di 2,25 Gbit/s, upstream line rate di 1,25 Gbit/s, con splitting 1:16, e sue evoluzioni sino a capacità di 10Gbit/s in downstream ed upstream)*, dell’organismo IEEE e il GPON (*Gigabit PON, dell’ITU, downstream line rate 2,488 Gbit/s, upstream line rate 1,244 Gbit/s, con splitting fino a 1:128. Ad oggi disponibili standard XG-PON, fino a 10 Gbit/s in downstream e 2,5 Gbit/s in upstream e TWDM-PON ove sono state introdotte tecniche di moltiplicazione di lunghezza d’onda per una capacità trasmissiva complessiva di 80 Gbit/s in downstream ed upstream*). Le distanze gestite sono di 20 km di norma sino a 60 km in funzione dello *split ratio* impiegato e delle tecnologie ottiche di trasmissione e ricezione installate presso gli OLT e ONT/ONU.
10. “*Punto terminale di rete*”: presa, presso l’unità immobiliare dell’utente residenziale o affari, ove termina il doppino telefonico ovvero la fibra ottica.
11. “*Customer premises equipment (CPE)*”: generico insieme di apparati di comunicazione attivi, localizzati presso la sede dell’utente finale residenziale o affari, che permettono a quest’ultimo di utilizzare i servizi di connettività dati e/o fonia (come, ad esempio, *modems o router, set-top boxes, PABX*).
12. “*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. 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.
13. “*Optical Network Termination (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, G-PON, 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.
14. “*Tratta terminale di rete*”: segmento di rete che collega il *punto terminale di rete* all’interno dell’abitazione dell’utente finale al primo *Punto di Distribuzione* della

rete di accesso; tale segmento di terminazione comprende il cablaggio verticale all'interno dell'edificio ed, eventualmente, il cablaggio orizzontale fino al *Punto di Distribuzione*.

15. “*Rapporto di contesa o fattore di contemporaneità*”: rapporto tra la banda di picco consentita dalla tecnologia di accesso utilizzata dall'utente finale e la banda minima allo stesso garantita.

## **Art. 2**

### **Rete di accesso FTTH (*Fiber ToThe Home*)**

1. Per rete di accesso FTTH (*Fiber To The Home*) si intende una rete di accesso in fibra ottica fino all'abitazione dell'utente, cioè una rete di accesso composta da portanti trasmissivi in fibra ottica per tutta l'estensione della tratta che va dall'*Optical Distribution Frame* (ODF), installato in una centrale locale, al *punto terminale di rete* a cui si connette la ONT.
2. Una rete di accesso FTTH può essere realizzata secondo una architettura punto-punto oppure punto-multipunto utilizzando le previste tecnologie trasmissive.
3. La topologia di rete FTTH punto-punto è basata su un'architettura che prevede l'installazione di un collegamento dedicato in fibra ottica tra l'*Optical Distribution Frame* (ODF) ed il *punto terminale di rete*. Il percorso di rete della fibra ottica può essere composto da differenti sezioni di fibre giuntate con muffole e connettori.
4. La topologia di rete FTTH punto-multipunto prevede l'impiego di tratte di fibra ottica passiva che possono essere condivise tra più utenti finali e collegate a mezzo di *splitter passivi* secondo una topologia ad albero; in tal caso si fa riferimento a tecnologie cosiddette PON (*Passive Optical Network*).
5. Le architetture di accesso FTTH sono basate, per quanto riguarda la tecnica e i protocolli trasmissivi, principalmente su *standard* definiti in sede ITU (ad esempio G-PON e sue evoluzioni) o IEEE (ad esempio *Ethernet PON* e sue evoluzioni). Le due tecnologie si differenziano per la tipologia di protocollo di accesso al mezzo fisico; le ONT installate presso le sedi dei clienti devono essere compatibili con lo *standard* adottato dal gestore di rete, che offre i servizi di accesso, per l'OLT a cui sono attestate.

## **Art. 3**

### **Rete di accesso FTTB (*Fiber ToThe Building*)**

1. Per rete di accesso FTTB (*Fiber To The Building*) si intende una rete in fibra ottica che, a partire dall'ODF, si estende fino la base dell'edificio dell'utente finale o nelle sue immediate vicinanze, mentre all'interno dell'edificio sono utilizzati portanti trasmissivi in rame. La *tratta terminale di rete*, a valle dell'elemento di terminazione del collegamento in fibra ottica (ONU), è realizzata attraverso l'impiego di portanti trasmissivi in rame; la fibra ottica, dalla centrale locale, è terminata presso un *armadietto*, generalmente alla base di un edificio, contenente gli apparati attivi

(ONU) necessari a svolgere previste funzionalità trasmissive e di conversione ottico/elettrica.

#### **Art. 4**

##### **Rete di accesso FTTN (*Fiber To The Node*)**

1. Per rete di accesso FTTN (*Fiber To The Node*) si intende una rete di accesso che impiega portanti trasmissivi in fibra ottica a partire dall'ODF sino ad un nodo intermedio e portanti trasmissivi in rame per rilegare tale nodo e l'utente finale; il nodo intermedio di distribuzione può coincidere con l'armadio ripartilinea della rete di accesso in rame (in tal caso si parla di rete di accesso FTTC – *Fiber To The Cabinet*).
2. L'accesso dei singoli utenti alla rete pubblica dati da postazione fissa avviene grazie all'impiego di protocolli e tecniche trasmissive adatte al portante in rame (VDSL e sue evoluzioni, GFAST, ecc.).

#### **Art. 5**

##### **Rete di accesso FTTE (*Fiber ToThe Exchange*)**

1. Per rete di accesso FTTE (*Fiber To The Exchange*) si intende una rete di accesso che impiega esclusivamente portanti trasmissivi in rame a partire dal permutatore della centrale locale sino all'abitazione dell'utente finale.
2. Tale architettura è basata sul riutilizzo completo della rete di accesso in rame, utilizzando le tecnologie ADSL o SHDSL. La velocità massima dipende dalle caratteristiche del doppino (lunghezza, rumorosità e qualità del cavo). Nei casi migliori possono consentire di ottenere prestazioni dell'ADSL2+ fino a 20 Mbit/s in *downstream* e 1 Mbit/s in *upstream*.

#### **Art. 6**

##### **Rete di accesso FWA (*Fixed Wireless Access*)**

1. Per rete di accesso FWA (*Fixed Wireless Access*) si intende l'architettura di accesso in cui la fibra ottica raggiunge una stazione radio base a cui sono collegati i terminali d'utente mediante l'utilizzo di un determinato intervallo di frequenze radio.

#### **Art. 7**

##### **Comunicazione all'utente finale**

1. Le imprese che forniscono reti pubbliche di comunicazione elettronica o servizi di comunicazione elettronica accessibili al pubblico forniscono, all'utente finale, informazioni chiare e trasparenti in merito alle caratteristiche dell'infrastruttura fisica



utilizzata per l'erogazione dei servizi indicando, tra le altre cose, almeno le seguenti informazioni.

2. Nel caso di una rete di accesso FTTE (*Fiber To The Exchange*) l'operatore deve specificare che trattasi di una **rete solo rame** a cui associa il simbolo "R" "(*Solo Rame*)", evidenziato in bianco all'interno di un quadrato di colore rosso; in aggiunta l'operatore inserisce una brevissima legenda delle caratteristiche tecniche, quali, quantomeno, i protocolli di trasmissione impiegati, la velocità trasmissiva in *upstream* e *downstream*, massima e minima attesa, la latenza. Nelle comunicazioni al pubblico e alla clientela l'operatore non può in nessun caso ricorrere al termine "fibra" con riferimento alle offerte che utilizzano questo tipo di connessione.
3. Nel caso di una rete di accesso FTTN (*Fiber to the Node*) l'operatore deve specificare che trattasi di una **rete mista fibra/rame, con fibra fino all'armadio di strada**, a cui associa il simbolo "RF" "(*Ibrido Rame-Fibra*)", evidenziato in nero all'interno di un quadrato di colore giallo; in aggiunta l'operatore inserisce una brevissima legenda delle caratteristiche tecniche quali, quantomeno, i protocolli di trasmissione impiegati, la velocità trasmissiva in *upstream* e *downstream*, massima e minima attesa, la latenza. Nelle comunicazioni al pubblico e alla clientela l'operatore può ricorrere al termine "fibra" solo unitamente al termine "rame" e specificando che si tratta di connessione ibrida o mista fibra-rame, con riferimento alle offerte che utilizzano questo tipo di connessione.
4. Nel caso di una rete di accesso FTTB (*Fiber To The Building*) l'operatore deve specificare che trattasi di una **rete con fibra fino alla base dell'edificio**, a cui associa il simbolo "F" "(*Fibra fino all'edificio*)", evidenziato in nero all'interno di un quadrato di colore celeste; in aggiunta l'operatore inserisce una brevissima legenda delle caratteristiche tecniche quali, quantomeno, i protocolli di trasmissione impiegati, la velocità trasmissiva in *upstream* e *downstream*, massima e minima attesa, la latenza. Nelle comunicazioni al pubblico e alla clientela l'operatore può ricorrere al termine "fibra" con riferimento alle offerte che utilizzano questo tipo di connessione, senza ulteriori aggettivi o avverbi di tipo accrescitivo.
5. Nel caso di una rete di accesso FTTH (*Fiber To The Home*) l'operatore deve specificare che trattasi di una **rete solo fibra fino all'abitazione** a cui associa il simbolo "FF" "(*Fibra-Fibra, Full Fiber; fibra completa o fibra fino a casa*)", evidenziato all'interno di un quadrato di colore verde; in aggiunta l'operatore inserisce una brevissima legenda delle caratteristiche tecniche quali, quantomeno, i protocolli di trasmissione impiegati, la velocità trasmissiva in *upstream* e *downstream*, massima e minima attesa, la latenza. Nelle comunicazioni al pubblico e alla clientela l'operatore può ricorrere al termine "fibra" con riferimento alle offerte che utilizzano questo tipo di connessione, anche ricorrendo ad ulteriori aggettivi o avverbi di tipo accrescitivo.

Nel caso di una rete FWA l'operatore deve specificare che trattasi di una rete solo fibra fino ad una stazione radio base a cui segue un collegamento su frequenze radio, a cui associa il simbolo "W" "(*Fibra fino alla Stazione Radio Base*)", evidenziato all'interno di un quadrato di colore viola; in aggiunta l'operatore inserisce una brevissima legenda delle caratteristiche tecniche quali, quantomeno, i protocolli di

trasmissione impiegati, la velocità trasmissiva in *upstream* e *downstream*, massima e minima attesa, la latenza. Nelle comunicazioni al pubblico e alla clientela l'operatore non può in nessun caso ricorrere al termine "fibra" con riferimento alle offerte che utilizzano questo tipo di connessione.

6. Le imprese che forniscono reti pubbliche di comunicazione elettronica o servizi di comunicazione elettronica accessibili al pubblico, prima della conclusione del contratto, relativamente alle caratteristiche tecniche del servizio che sarà erogato sulla specifica linea, forniscono, in aggiunta a quanto indicato ai commi 2, 3, 4 e 5 le seguenti informazioni all'utente finale:
  - a) le velocità in *upload* e *download* che saranno configurate in centrale per la specifica linea, con relativa indicazione della banda minima garantita, cui l'operatore si impegna ai sensi della delibera n. 244/08/CSP;
  - b) in caso di offerte che prevedono anche il servizio di fonia, se il servizio sarà erogato in modalità VoIP ed, in tal caso, le relative limitazioni.
7. Le informazioni fornite all'utente di cui ai commi da 1 a 6 costituiscono vincolo contrattuale per l'operatore.

Il presente provvedimento è pubblicato sul sito *web* dell'Autorità.

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

## ANNESSE ALL'ALLEGATO B alla delibera n. 33/18/CONS

Una rete di accesso fisso è costituita dall'insieme degli apparati trasmissivi e delle infrastrutture civili che collegano la sede d'utente finale con il primo punto di presenza dell'operatore che eroga i servizi di accesso alla rete pubblica da postazione fissa e può essere schematizzata, nel caso di una generica rete NGAN FTTx, nelle sue sezioni principali come in Figura 1 (per gli acronimi si rinvia alla descrizione riportata al temine di questa sezione):

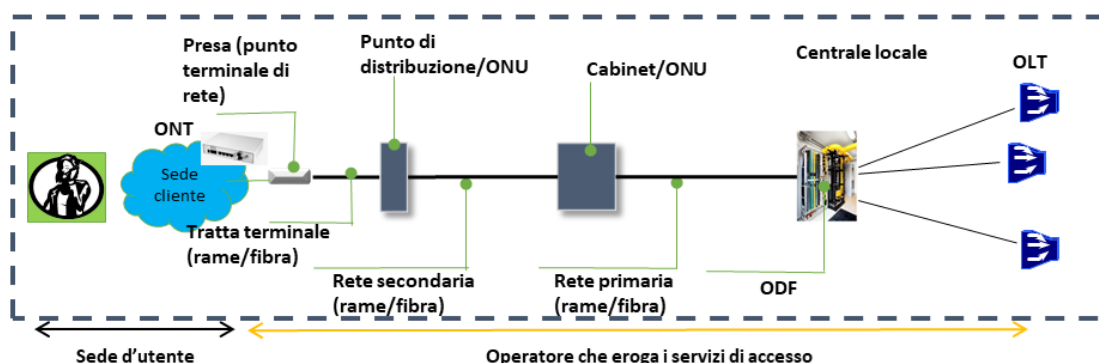


Figura 1

Nelle definizioni fornite nello schema di provvedimento sono state identificate 5 topologie di architettura fisica in funzione del livello di profondità con cui la fibra ottica si estende dalla centrale locale (primo punto di presenza dell'operatore che offre i servizi di accesso) verso la sede del cliente finale:

- Reti FTTH (*Fiber To The Home*)
- Reti FTTB (*Fiber To The Building*)
- Reti FTTN (*Fiber To The Node*)
- Reti FTTE (*Fiber To The Exchange*)
- Reti FWA (*Fixed Wireless Access*)

Nel caso di rete FTTH, la sede del cliente è delimitata dal punto terminale di rete in fibra, cui si collega la ONT, e dalla presa (RJ11/RJ45) dell'ONT, alla quale l'utente connette i propri apparati (*modem, router, set top box ecc.*) per accedere ai servizi di connettività dati (Figura 2).

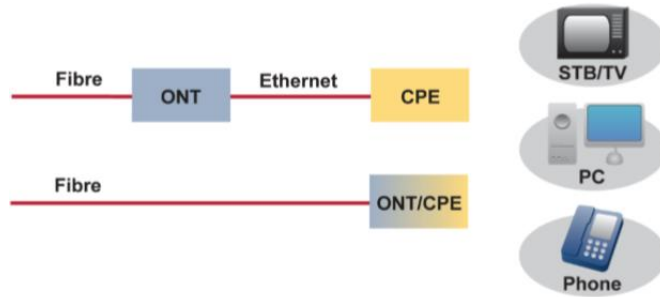


Figura 2

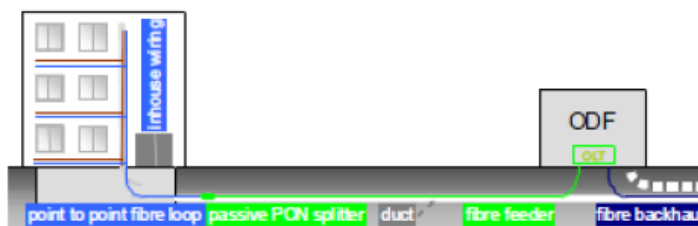
### Reti FTTH

Per “rete di accesso FTTH (*Fiber To The Home*)” si intende una rete di accesso in fibra ottica fino all’abitazione dell’utente, cioè una rete di accesso composta da portanti trasmissivi in fibra ottica per tutta l’estensione della tratta che va dall’*Optical Distribution Frame* (ODF), installato in una centrale locale, al *punto terminale di rete* a cui si connette la ONT.

Una rete di accesso FTTH può essere realizzata secondo una architettura punto-punto oppure punto-multipunto utilizzando le previste tecnologie trasmissive (Figura 3).



Point-to-point FttH design (BoR (10) 08, Ch. B.2.1.1)



Generic Point-to-Multipoint / PON design (BoR (10) 08, Ch. B.2.1.1)

Figura 3

La topologia di rete FTTH punto-punto è basata su un’architettura che prevede l’installazione di un collegamento dedicato in fibra ottica tra l’*Optical Distribution Frame* (ODF) ed il *punto terminale di rete*. Il percorso di rete della fibra ottica può essere composto da differenti sezioni di fibre giuntate con muffole e connettori.

La topologia di rete FTTH punto-multipunto (Figura 4) prevede l’impiego di tratte di fibra ottica passiva che possono essere condivise tra più utenti finali e collegate a mezzo

di *splitter passivi* secondo una topologia ad albero; in tal caso si fa riferimento a tecnologie cosiddette PON (*Passive Optical Network*).

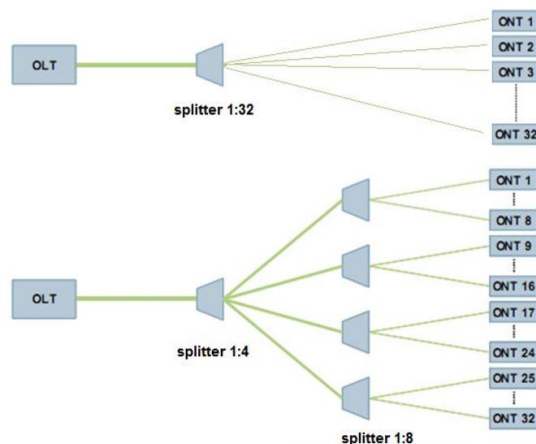


Figura 4

Le architetture di accesso FTTH sono basate, per quanto riguarda la tecnica e i protocolli trasmissivi, principalmente su *standard* definiti in sede ITU (ad esempio G-PON e sue evoluzioni) o IEEE (ad esempio *Ethernet PON* e sue evoluzioni). Le due tecnologie si differenziano per la tipologia di protocollo di accesso al mezzo fisico; le ONT installate presso le sedi dei clienti devono essere compatibili con lo *standard* adottato dal gestore di rete, che offre i servizi di accesso, per l'OLT a cui sono attestate.

In sintesi le caratteristiche degli *standard* principali attualmente disponibili sono riportate in Figura 5.

	BPON (2000)	GPON (2003)	X-GPON (2012)	EPON (2003)
Standard	ITU-T G.983.x	ITU-T G.984.x	ITU-T G.987.x	IEEE 802.3ah
Rate di trasmissione Gbit/s	Down: 622 (Mbit/s) Up: 155 (Mbit/s)	Down: 2.5 Up: 1.25	Down: 10 Up: 2.5	Down: 1.25 Up: 1.25
Fiber Type	Single mode (ITU-T G.652)	Single mode (ITU-T G.652)	Single mode (ITU-T G.652)	Single mode (ITU-T G.652)
Numero di fibre supportate	1 o 2	1 o 2	1 o 2	1
Lunghezze d'onda	Down: 1480-1500 nm UP:1260-1360 nm	Down: 1480-1500 nm UP:1260-1360 nm	Down: 1480-1580 nm UP:1260-1360 nm	Down: 1480-1500 nm UP:1260-1460 nm
Split-ratio massimo	32	128	256	16
Massima distanza tra OLT-ONT	20 Km	60 km	60 km	20 km
Massima distanza tra ONT-ONT	20 km	20 km	20 km	20 km

Figura 5

### Reti FTTB

Una rete di accesso FTTB (*Fiber To The Building*) è una rete in fibra ottica che, a partire dall'ODF, si estende fino alla base dell'edificio dell'utente finale o nelle sue immediate vicinanze, mentre all'interno dell'edificio sono utilizzati portanti trasmissivi

in rame (Figura 6). La *tratta terminale di rete*, a valle dell'elemento di terminazione del collegamento in fibra ottica (ONU), è realizzata attraverso l'impiego di portanti trasmissivi in rame; la fibra ottica, dalla centrale locale, è terminata presso un *armadietto*, generalmente alla base di un edificio, contenente gli apparati attivi (ONU) necessari a svolgere previste funzionalità trasmissive e di conversione ottico/elettrica.



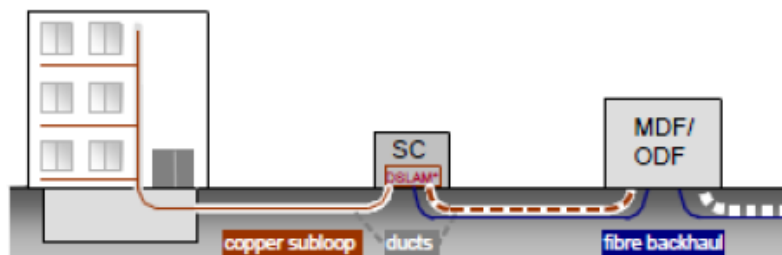
Generic FttB design (BoR (10) 08, Ch. B.2.1.1)

Figura 6

### Reti FTTN

Una rete di accesso FTTN (*Fiber To The Node*) è una rete di accesso che impiega portanti trasmissivi in fibra ottica a partire dall'ODF sino ad un nodo intermedio e portanti trasmissivi in rame per rilegare tale nodo e l'utente finale; il nodo intermedio di distribuzione può coincidere con l'armadio ripartilinea della rete di accesso in rame (in tal caso si parla di rete di accesso FTTC – *Fiber To The Cabinet*) (Figura 7).

L'accesso dei singoli utenti alla rete pubblica dati da postazione fissa avviene grazie all'impiego di protocolli e tecniche trasmissive adatte al portante in rame (VDSL e sue evoluzioni, GFAST, ecc.).



FttC Generic design (BoR (10) 08, Ch. B.2.1.1)

Figura 7

### Rete FTTE

Una rete di accesso FTTE (*Fiber To The Exchange*) è una rete di accesso che impiega esclusivamente portanti trasmissivi in rame a partire dal permutatore della centrale locale sino all'abitazione dell'utente finale (Figura 8).

Tale architettura è basata sul riutilizzo completo della rete di accesso in rame, utilizzando le tecnologie ADSL o SHDSL. La velocità massima dipende dalle caratteristiche del doppino (lunghezza, rumorosità e qualità del cavo). Nei casi migliori si possono ottenere prestazioni dell'ADSL2+ fino a 20 Mbit/s in *downstream* e 1 Mbit/s in *upstream*.

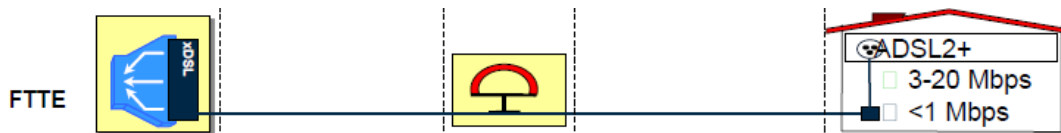
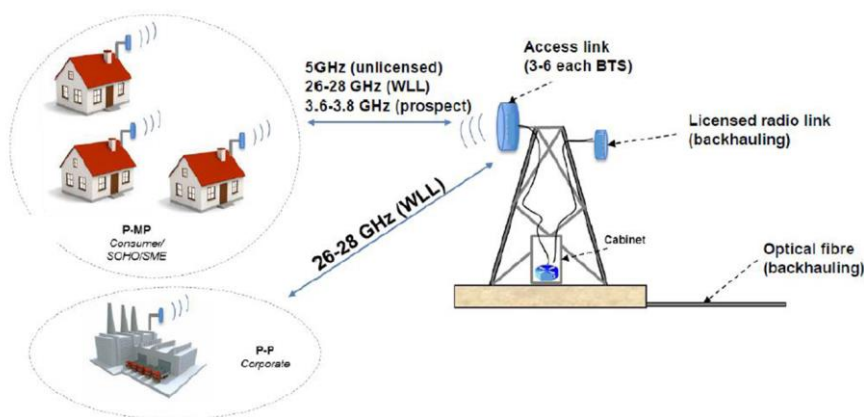


Figura 8

### Reti FWA

Una soluzione alternativa o complementare al portante trasmissivo fisico installato fino al terminale del cliente, per fornire servizi *broadband* a clienti affari e residenziali, è rappresentata dalle architetture FWA (*Fixed Wireless Access*) che utilizzano la tecnologia radio in luogo del rilegamento fisico d'utente (Figura 9).



Source CFWA coalition

Figura 9

Il FWA rappresenta un'alternativa, in particolari contesti territoriali, all'accesso tramite portante fisico grazie alla disponibilità di maggiore spettro, all'evoluzione tecnologica nel campo dei terminali, delle tecniche di modulazione e della gestione della rete.

Allo stato sono disponibili servizi FWA in tecnologia LTE in banda 3,4-3,6 GHz o soluzioni di accesso *Microwave* PTMP sia in banda licenziata (come le bande 26 e 28 GHz) sia in banda non licenziata (*HiperLAN* a 5 GHz) per connettere abitazioni o uffici non raggiunti da fibra.

La tecnologia 5G potrà abilitare soluzioni FWA più efficaci, grazie all'adozione di opzioni tecnologiche (quali, ad esempio, le tecniche di "beamforming" e MU-MIMO -

*Multi User MIMO*) che rendono possibile, unitamente all'uso blocchi più ampi di spettro, fornire ai clienti servizi con bassa latenza e maggiore capacità trasmissiva

Il *beamforming* consente il riuso spaziale delle alte frequenze creando fasci stretti che possono essere rediretti facilmente secondo la necessità, mentre il MU-MIMO (*Multi-User Multiple-Input, Multiple-Output*) consente la moltiplicazione dei segnali provenienti da terminali utente sulla stessa frequenza in fasci differenti.

A quanto sopra si aggiunga l'uso di antenne intelligenti ad alto guadagno lato Terminale (sia *Indoor* che *Outdoor*) che consentiranno di aumentare la capacità di banda.

E' previsto che il sistema 5G lavori in gamme di frequenza sia al di sotto sia al di sopra di 6 GHz.

Le evoluzioni di *LTE-Advanced* saranno parte integrante della tecnologia radio 5G.

Il 5G migliora le prestazioni non solo in termini di *bit rate*, sensibilmente più elevate (e.g. 20 Gbit/s di picco in condizioni ideali in *downlink*), ma anche in termini di latenze radio, dell'ordine di 1 ms, come evidente nella figura seguente.

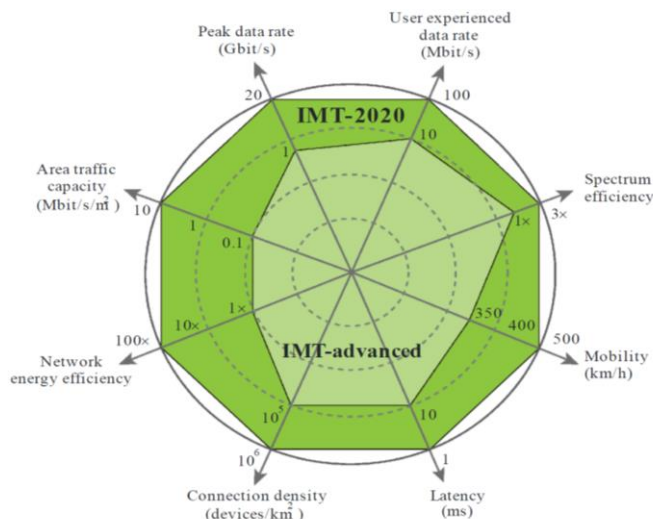


Figura 10 (ITU 2015)

Aspetti tecnici abilitanti (Figura 11 e Figura 12) sono:

- adozione delle onde/tecnologie centi/millimetriche;
- nuovo *design* delle forme d'onda ed “*ultra-lean signalling*”;
- *massive/Full Dimensional MIMO & Beamforming*;
- *Virtual – RAN: Virtualized Radio Access Network*.



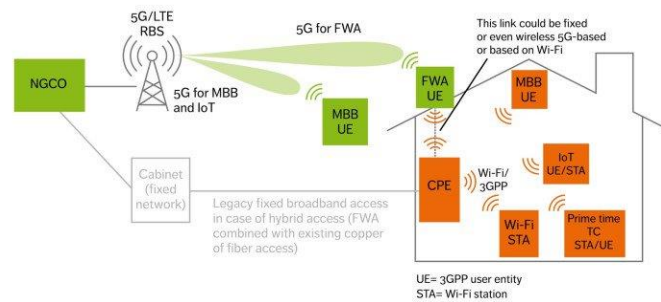


Figura 11 (Notiziario tecnico TIM n.1, 2017)

I potenziali vantaggi derivanti dall'uso delle onde centimetriche/millimetriche sono riassumibili in:

- disponibilità di ampie porzioni di spettro, dell'ordine di centinaia di MHz;
- *data rate* estremamente elevati (fino a 20 Gbit/s teorici di picco in ambiente *indoor* in *downlink*);
- ultra-densificazione della rete e riuso spaziale molto elevato grazie alle tecniche di *beamforming*;
- *flexible deployment*: possibilità di integrare *backhualing* e accesso sulla stessa banda.

L'uso di onde centimetriche/millimetriche, d'altra parte, comporta costi potenzialmente elevati della tecnologia, alte attenuazioni e difficoltà legate alla penetrazione *indoor*, attenuabili dai guadagni di *beamforming*, necessità di algoritmi robusti ed efficienti per il *track/search* dei fasci e complessa gestione del sistema che prevede numerose connessioni "direzionali".

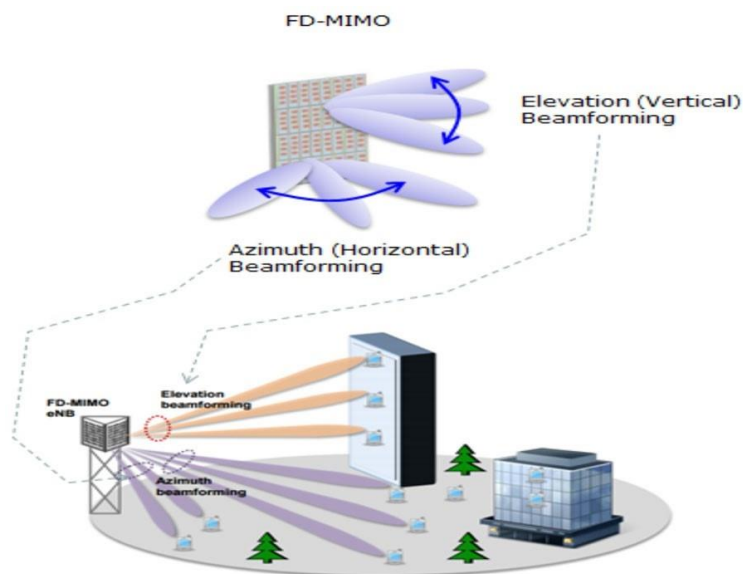


Figura 12 (Notiziario tecnico TIM n.1, 2017)

## Definizioni

1. “*Reti di accesso di nuova generazione*” (NGAN): reti di accesso che si basano in tutto o in parte su elementi ottici e in grado di fornire servizi d’accesso a banda larga con caratteristiche più avanzate (quale una maggiore velocità trasmissiva di picco e una maggiore banda media garantita) rispetto alle reti di accesso a banda larga di base intese come quelle realizzate esclusivamente su portante in rame.
2. “*Centrale locale*”: per quanto di interesse in questo provvedimento, edificio o locale ove sono presenti gli apparati attivi (quali gli OLT) di moltiplicazione, commutazione, conversione ottico/elettrico e passivi (quali gli ODF) di connessione e permutazione delle linee in fibra ottica.
3. “*Optical Line Termination (OLT)*”: apparato attivo di terminazione della linea ottica, presente nella centrale locale, che si interfaccia con più apparati ONU o ONT della rete di accesso e che allo stesso sono attestati. Tale apparato implementa, in una rete NGA, tra le altre, le funzionalità di conversione ottico-elettrica (O/E) dei segnali, demodulazione, controllo, moltiplicazione dei flussi dati degli utenti finali allo stesso attestati, tenuto conto dei previsti *standard* internazionali (quali, ad esempio, G-PON, XG-PON, EPON, ed evoluzioni). A seconda che si tratti di una architettura punto-multipunto o punto-punto una porta dell’OLT controlla una ONT o più (ad oggi fino a 128 su distanze di decine di chilometri).
4. “*Optical Network Unit (ONU)*”: apparato attivo, di interfaccia tra la rete in fibra ottica e la rete in rame, dislocato nelle vicinanze dell’utente finale e, specificatamente, nell’armadio stradale, nelle reti di accesso FTTN (FTTC), o alla base o in prossimità dell’edificio, nelle reti FTTB. Si interfaccia con le NT (la NT è la terminazione di rete quando l’utente finale è attestato alla rete in rame) degli utenti finali.
5. “*Optical Distribution Frame (ODF)*”: apparato passivo di attestazione e permutazione delle fibre ottiche (permutatore ottico), collocato nella centrale locale della rete di accesso NGA; allo stesso sono attestate, da un lato, le fibre ottiche collegate agli apparati attivi di centrale, *inter alia* gli OLT, e, dall’altro lato, le fibre ottiche, dedicate o condivise, su cui sono attestati gli utenti finali.
6. “*Passive Optical Network (PON)*”: è una rete di accesso passiva (senza elementi attivi) di tipo punto-multipunto utilizzata per realizzare reti di accesso FTTH. Una rete PON è costituita da portanti in fibra ottica, una porta OLT, un certo numero di *splitter* (dispositivo ottico passivo reciproco che suddivide ed accoppia il segnale luminoso proveniente da una fibra su più fibre ottiche e viceversa) e un certo numero di ONU. Mediante una singola PON è possibile collegare alla *centrale locale* fino a 128 clienti finali (pertanto, fino a 128 ONT).
7. “*Topologia di rete Punto-multipunto (P2MP)*”: topologia di rete in cui le linee di accesso sono dedicate ai singoli utenti finali dal *punto terminale*, nell’abitazione, fino a un nodo intermedio (Punto di Distribuzione o nodo attivo) dove le linee sono aggregate in una linea condivisa. L’aggregazione può essere passiva (mediante *beam*

*splitters* o ripartitori ottici passivi, nell'architettura PON) o attiva (ad esempio nelle reti FTTC tramite la ONU). L'architettura P2MP con rete ottica passiva PON è basata su una topologia di rete di distribuzione tipicamente ad albero, con più livelli di diramazione realizzati mediante l'uso di ripartitori ottici passivi (*splitter*). Le reti PON sono caratterizzate dall'assenza di apparati attivi al di fuori delle terminazioni di linea ottica (OLT) e delle terminazioni di rete ottica (ONT). Una parte della rete di accesso ottica è pertanto condivisa fra gli utenti finali, per cui sono necessarie specifiche tecniche di controllo per l'accesso al canale di comunicazione (MAC, *Medium Access Control*, definiti dagli *standard* internazionali quali GPON o EPON), come pure tecniche che garantiscano la sicurezza dei dati trasmessi (*data encryption*).

8. “*Topologia di rete punto-punto (P2P)*”: topologia di rete in cui le linee di accesso dell'utente rimangono allo stesso dedicate dalla sua abitazione fino all'ODF (la tecnologia usata è indicata, ad esempio, come “*Active Ethernet*”).
9. “*Standard (x)PON APON (ATM PON)*”: primo standard PON, cui è seguito lo *standard BPON (Broadband PON)*. Ha fatto seguito lo *standard EPON (Ethernet PON)* con *downstream line rate* di 2,25 Gbit/s, *upstream line rate* di 1,25 Gbit/s, con *splitting* 1:16 e sue evoluzioni sino a capacità di 10Gbit/s in *downstream* ed *upstream*), dell'organismo IEEE e il GPON (*Gigabit PON*) dell'ITU, *downstream line rate* 2,488 Gbit/s, *upstream line rate* 1,244 Gbit/s, con *splitting* fino a 1:128. Ad oggi sono disponibili standard XG-PON, fino a 10 Gbit/s in *downstream* e 2,5 Gbit/s in *upstream* e TWDM-PON ove sono state introdotte tecniche di moltiplicazione di lunghezza d'onda per una capacità trasmissiva complessiva di 80 Gbit/s in *downstream* ed *upstream*). Le distanze gestite sono di 20 km di norma sino a 60 km in funzione dello *split ratio* impiegato e delle tecnologie ottiche di trasmissione e ricezione installate presso gli OLT e ONT/ONU.
10. “*Punto terminale di rete*”: presa, presso l'unità immobiliare dell'utente residenziale o affari, ove termina il doppino telefonico ovvero la fibra ottica.
11. “*Customer premises equipment (CPE)*”: rappresenta il generico insieme di apparati di comunicazione attivi, localizzati presso la sede dell'utente finale residenziale o affari, che permettono a quest'ultimo di utilizzare i servizi di connettività dati e/o fonia (come, ad esempio, *modems* o *router*, *set-top boxes*, PABX).
12. “*Punto di Distribuzione*”: rappresenta un 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. 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.
13. “*Optical Network Termination (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, G-PON, 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.

14. “*Tratta terminale di rete*”: segmento di rete che collega il *punto terminale di rete* all'interno dell'abitazione dell'utente finale al primo *Punto di Distribuzione* della rete di accesso; tale segmento di terminazione comprende il cablaggio verticale all'interno dell'edificio ed, eventualmente, il cablaggio orizzontale fino al *Punto di Distribuzione*.
15. “*Rapporto di contesa o fattore di contemporaneità*”: rapporto tra la banda di picco consentita dalla tecnologia di accesso utilizzata dall'utente finale e la banda minima allo stesso garantita.