

DOCUMENTO I

DELL'ALLEGATO B ALLA DELIBERA N. 152/23/CONS

LE TECNOLOGIE DI ACCESSO, IL LIVELLO DI INFRASTRUTTURAZIONE E LE PRINCIPALI DINAMICHE DI MERCATO

SOMMARIO

Premessa.....	2
1. Lo sviluppo dei servizi di accesso alla rete fissa ed il grado di infrastrutturazione degli operatori	3
1.1. <i>Descrizione tecnica delle modalità di accesso alla rete telefonica pubblica in postazione fissa per clienti residenziali e non residenziali</i>	<i>3</i>
1.2. <i>Il livello di infrastrutturazione raggiunto, a fine 2022, in reti a banda larga</i>	<i>10</i>
1.3. <i>Il livello di infrastrutturazione raggiunto, a fine 2022, in reti a banda ultra-larga.....</i>	<i>11</i>
1.4. <i>Gli obiettivi comunitari e gli Aiuti di Stato in Italia</i>	<i>13</i>
1.5. <i>I piani di investimento privati</i>	<i>15</i>
2. Gli effetti della regolamentazione dei servizi di accesso.....	20
2.1. <i>La risalita della scala degli investimenti</i>	<i>20</i>
2.2. <i>La diffusione delle diverse tecnologie di accesso alla rete fissa da postazione fissa</i>	<i>21</i>
2.3. <i>Dinamica del mercato dei servizi di accesso alla rete fissa</i>	<i>22</i>
2.4. <i>Sviluppo dei servizi VULA.....</i>	<i>24</i>
3. Lo sviluppo dei servizi a capacità dedicata all'ingrosso.....	25
3.1. <i>Descrizione tecnica dei servizi a capacità dedicata regolamentati.....</i>	<i>25</i>
3.2. <i>Descrizione tecnica dei servizi non regolamentati a capacità dedicata</i>	<i>33</i>
4. Gli effetti della regolamentazione dei servizi a capacità dedicata.....	36

INDICE DELLE FIGURE

Figura I. 1 – Mappa della copertura FTTH per provincia	12
Figura I. 2 – Architettura della rete FTTH di FiberCop	18
Figura I. 3 – Numero di accessi su rete fissa (migliaia)	23
Figura I. 4 – Numero di connessioni Internet su rete fissa per tipologia di rete (DSL, FWA, FTTC, FTTH)	23
Figura I. 5 – Accessi VULA C (a) e VULA H (b) nel periodo 2019-2022 (migliaia) ...	24
Figura I. 6 – Struttura gerarchica della rete commutata di TIM.....	27
Figura I. 7 – Rete di accesso di TIM	29
Figura I. 8 – Architettura di raccolta dei circuiti <i>terminating</i> Ethernet su fibra ottica...	32
Figura I. 9 – Circuiti <i>terminating</i> all'interno di una regione o di un bacino trasmissivo regionale	33

INDICE DELLE TABELLE

Tabella I. 1 – Indicatori dell'azione regolamentare.....	20
Tabella I. 2 – Distribuzione degli accessi a banda larga per tipologia (anni 2019-2022)	22
Tabella I. 3 – Servizi di accesso attivo con fibra ottica dedicata offerti da OF.....	35
Tabella I. 4 – Volumi venduti dei servizi WpR e WIG	37
Tabella I. 5 – Confronto volumi WpR e WIG	37

Premessa

1. Il presente documento descrive le caratteristiche tecniche, le tecnologie di accesso, il livello di infrastrutturazione e le principali dinamiche dei mercati dei servizi di accesso all'ingrosso alla rete fissa oggetto della presente analisi di mercato: i) mercato dei servizi di accesso locale all'ingrosso alla rete fissa (mercato n. 1 della Raccomandazione); ii) mercato dei servizi di accesso centrale all'ingrosso per i prodotti di largo consumo (mercato 3b della precedente Raccomandazione n. 2014/710/UE) e iii) mercato dei servizi a capacità dedicata (mercato n. 2 della Raccomandazione). La sezione 1 è dedicata alla descrizione dei servizi di accesso locale e centrale alla rete fissa ed al grado di infrastrutturazione raggiunto dagli operatori, mentre la sezione 2 approfondisce

gli effetti della regolamentazione di tali servizi nel corso degli anni; la sezione 3 infine rappresenta sinteticamente lo sviluppo dei servizi a capacità dedicata.

1. Lo sviluppo dei servizi di accesso alla rete fissa ed il grado di infrastrutturazione degli operatori

1.1. Descrizione tecnica delle modalità di accesso alla rete telefonica pubblica in postazione fissa per clienti residenziali e non residenziali

2. Le tecnologie di accesso alla rete fissa attualmente a disposizione della clientela finale (sia per effettuare e/o ricevere chiamate telefoniche e per accedere ai servizi correlati sia per effettuare servizi di trasmissione dati) si distinguono, coerentemente con la descrizione di cui alla delibera n. 292/18/CONS, in tecnologie: i) su rete solo in rame dalla centrale locale-FTTE; ii) su rete mista fibra-rame; iii) solo su rete in fibra ottica; e iv) su rete mista fibra (o *backhauling* radio)-Wireless (*Fixed Wireless Access FWA*), illustrate dettagliatamente nel seguito. A tale proposito, nel presente documento si fa riferimento alle definizioni riportate nella delibera n. 292/18/CONS – adottata in attuazione delle disposizioni normative previste dal decreto-legge del 16 ottobre 2017, n. 148 art. 19 *quiquiesdecies* – e nella delibera n. 293/21/CONS, inerente alle Linee guida di cui alla delibera n. 449/16/CONS in materia di accesso alle unità immobiliari ed ai condomini per la realizzazione di reti in fibra ottica. Si riporta inoltre a seguire anche la definizione di rete ad altissima capacità (*Very High Capacity Network* – VHCN), per la quale il riferimento è il Codice e,¹ per quanto riguarda l'applicazione pratica, le linee guida BEREC sulle VHCN².

3. Le principali definizioni di riferimento per i servizi del mercato n. 1 e 3b sono di seguito elencate.

- “*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.
- “*Centrale locale*”: 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.
- “*Optical Line Termination (OLT)*”: apparato attivo di terminazione della linea ottica, presente nella centrale locale, che si interfaccia con più apparati ONU o

¹ 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)”.

² BEREC Guidelines on Very High Capacity Networks, BoR (20) 165.

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 o più ONT (ad oggi fino a 128 su distanze di decine di chilometri).

- “*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. La ONU è dislocata in centrale locale nel caso di utenti attestati su rete rigida.
- “*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 attestati, 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.
- “*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. Con una singola PON è possibile collegare alla *centrale locale* fino a 128 clienti finali (pertanto, fino a 128 ONT).
- “*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*).

- “*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*”).
- “*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*, XGS-PON fino a 10 Gbit/s simmetrico, e TWDM-PON, nel quale sono utilizzate 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.
- “*Punto terminale di rete*”: il punto fisico a partire dal quale il contraente ha accesso ad una rete pubblica di comunicazione; in caso di reti in cui abbiano luogo la commutazione o l’instradamento, il punto terminale di rete è definito mediante un indirizzo di rete specifico che può essere correlato ad un numero di contraente o ad un nome di contraente; per il servizio di comunicazioni mobili e personali il punto terminale di rete è costituito dall’antenna fissa cui possono collegarsi via radio le apparecchiature terminali utilizzate dagli utenti del servizio.
- “*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).
- “*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.
- “*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.

- “*Punto di accesso*”: punto fisico situato all'interno o all'esterno dell'edificio e accessibile a imprese che sono autorizzate a fornire reti pubbliche di comunicazione, che consente la connessione con l'infrastruttura interna all'edificio predisposta per l'alta velocità.
- “*Segmento di terminazione*”: il segmento di rete che collega la borchia localizzata all'interno dell'abitazione dell'utente finale (punto di terminazione della rete) al primo punto di distribuzione (anche “punto di accesso”); tale segmento di terminazione comprende il cablaggio verticale all'interno dell'edificio e, eventualmente, il cablaggio orizzontale fino a un punto di terminazione di edificio e/o divisore (ROE/PTE) ubicato nel seminterrato dell'edificio o in un pozzetto in prossimità dello stesso, posizionato all'interno o all'esterno della proprietà privata.
- “*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.
- “*Rete rigida*”: rete che collega rigidamente il cliente alla centrale locale, senza che vi sia un punto di flessibilità costituito dall'armadio di ripartizione.
- “*Rete elastica*”: rete con cliente collegato alla centrale locale tramite armadio di ripartizione.
- “*Rete ad altissima capacità*” o “*VHCN-Very High Capacity Network*”: una rete di comunicazione elettronica costituita interamente da elementi in fibra ottica almeno fino al punto di distribuzione nel luogo servito oppure una rete di comunicazione elettronica in grado di fornire prestazioni di rete analoghe in condizioni normali di picco in termini di larghezza di banda disponibile per *downlink/uplink*, resilienza, parametri di errore, latenza e relativa variazione. Le prestazioni di rete possono essere considerate analoghe a prescindere da eventuali disparità di servizio per l'utente finale dovute alle caratteristiche intrinsecamente diverse del mezzo attraverso cui la rete si collega in ultima istanza al punto terminale di rete; i criteri che una rete deve rispettare per essere

definita VHCN sono quelli stabiliti nel documento “*BEREC Guidelines on Very High Capacity Networks*” (BoR (20) 165), attualmente in corso di revisione³.

- “*Servizio di accesso alla Semi GPON*”: servizio consistente nella fornitura, generalmente in *pay per use*, dell’accesso al collegamento passivo FTTH tra il CRO (o il CNO) ed il cliente finale mediante una rete locale di accesso in fibra ottica composta da strutture con topologia ad albero (con *splitter*, primario e secondario, centralizzati presso il CRO o distribuiti, rispettivamente, all’interno del CNO e del ROE).
- “*Servizio bitstream (o di flusso numerico)*”: il servizio consistente nella fornitura da parte dell’operatore di accesso alla rete di comunicazione elettronica pubblica fissa della capacità trasmissiva tra la postazione di un utente finale ed il punto di presenza di un operatore o *Internet Service Provider* (ISP) che vuole offrire il servizio a banda larga all’utente finale. Indipendentemente dalla tecnologia impiegata (ATM o *Ethernet*) e dal mezzo trasmissivo (rame o fibra), per i servizi *bitstream* sono previsti i seguenti livelli di interconnessione alla rete dell’operatore di accesso:
 - i. interconnessione al nodo *parent*: il servizio include sia componenti della rete di accesso sia componenti della rete di *backhaul* fino al nodo di consegna (nodo *parent*);
 - ii. interconnessione al nodo *distant*: il servizio include sia componenti della rete di accesso sia componenti della rete di *backhaul* fino al nodo di consegna (nodo *distant*);
 - iii. interconnessione al nodo remoto a livello IP.
- “*Servizio di trasporto o backhauling*”: il servizio di trasporto dati, a livello di area di raccolta, costituito dalla fornitura dei collegamenti tra gli apparati ubicati nella centrale locale ed il nodo cui sono direttamente attestati.
- “*Servizio di accesso disaggregato virtuale (c.d. VULA)*”: il servizio consistente nella fornitura dell’accesso virtuale alla rete locale che comprende la fornitura della capacità trasmissiva dalla sede dell’abbonato alla centrale locale della rete in fibra, per mezzo di un apparato attivo, con interfaccia di consegna *Ethernet*.
- “*Segmenti terminali di linee affittate*” (di seguito anche segmenti o circuiti *terminating*): i circuiti di capacità dedicata in tecnica digitale o analogica, tra un punto terminale di rete ed un punto di attestazione presso un nodo della rete dell’operatore che offre il servizio.

³ BoR (23) 42.

- “Servizi accessori ai segmenti *terminating*”: i servizi di interconnessione alla rete trasmissiva regionale ed alla rete trasmissiva locale.

4. Ciò premesso, le architetture di accesso utilizzabili per la fornitura di servizi di comunicazione elettronica sono classificabili nel modo seguente.

Rete di accesso FTTH (*Fiber To The Home*)

5. 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) (a cui si connette l'OLT), installato in una centrale locale, al *punto terminale di rete* a cui si connette l'ONT. Una rete di accesso FTTH può essere realizzata secondo un'architettura punto-punto oppure punto-multipunto utilizzando le previste tecnologie trasmissive.

6. 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.

7. 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*).

8. 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, XGS-PON, TWDM-PON ed 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.

Rete di accesso FTTB (*Fiber To The Building*)

9. Per rete di accesso FTTB (*Fiber To The Building*) si intende una rete in fibra ottica che, a partire dall'ODF, si estende fino alla base dell'edificio dell'utente finale, 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*, alla base di un edificio, contenente gli apparati attivi (ONU) necessari a svolgere previste funzionalità trasmissive e di conversione ottico/elettrica.

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

10. 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*). 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.).

Rete di accesso FTTE (*Fiber To The Exchange*)

11. 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. Tale architettura è basata sul riutilizzo completo della rete di accesso in rame, incluso la rete rigida, utilizzando le tecnologie ADSL, VDSL, VDSL2 (o EVDSL), SHDSL. La velocità massima dipende dalle caratteristiche del doppino (lunghezza, rumorosità e qualità del cavo)⁴.

Rete di accesso FWA (*Fixed Wireless Access*)

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

13. Le architetture FWA si differenziano in funzione della banda di frequenza utilizzata (da 3,4-GHz a 28 GHz) e della tecnologia trasmissiva (es. *Hyperlan*, WiMAX, LTE, *LTE Advanced*, 5G). Tali varianti ne influenzano fortemente le caratteristiche propagative, la velocità trasmissiva, la latenza e le *performance* in generale.

Reti ad altissima capacità (*Very High-Capacity Networks – VHCNs*)

14. Le architetture di rete sopra riportate, se soddisfano una serie di caratteristiche tecniche, possono essere considerate reti ad altissima capacità (*VHCNs*) ai sensi del Codice europeo CEE e delle linee Guida BEREC; in particolare, le Linee guida del BEREC stabiliscono che una rete che soddisfa uno o più dei seguenti 4 criteri è una rete VHC:

⁴ Nei casi ottimali, l'ADSL2+ consente velocità fino a 20 Mbit/s in *downstream* e 1 Mbit/s in *upstream*, il VDSL2 sino a 200 Mbps in *downstream* e 20 Mbps in *upstream*, con l'utilizzo dello standard EVDSL35b, ma solo nel caso in cui la distanza dell'utente dalla centrale non superi i 200-250 metri. Pertanto, tale soluzione è utilizzata prevalentemente per le soluzioni FTTC con collegamento in rame dall'utente fino al *cabinet*. Le prestazioni possono essere notevolmente migliorate con il *vectoring* o con il *bonding*.

- **Criterio 1:** tutte le reti che forniscono una connessione su linea fissa con una fibra che arriva almeno fino al palazzo; secondo questo criterio, le reti FTTH ed FTTB sono sempre da considerarsi reti VHCN (punto 66 delle Linee guida BEREC);
- **Criterio 2:** tutte le reti che forniscono una connessione *wireless* con la fibra che arriva fino alla *base station*; secondo questo criterio, le reti mobili collegate con fibra ottica alla *base station* sono da considerarsi reti VHCN *wireless*, allo stesso modo anche le reti WIFI con fibra ottica fino all'*access point* VHCN (punto 67 delle Linee guida BEREC);
- **Criterio 3:** tutte le reti che forniscono una connessione su linea fissa in grado di fornire, sotto condizioni tipiche di picco, servizi al cliente finale con almeno una qualità di servizio minima, definita *performance thresholds 1*, che prevede specifici parametri prestazionali (tra cui 1000 Mbps/200 Mbps *down/up link data rates*, cfr. punto 18 delle Linee guida BEREC);
- **Criterio 4:** tutte le reti che forniscono una connessione *wireless* in grado di fornire, sotto condizioni tipiche di picco, servizi al cliente finale con almeno una qualità di servizio minima, definita *performance thresholds 2*, che prevede specifici parametri prestazionali (tra cui 150 Mbps/50 Mbps *down/up link data rates*, cfr. punto 18 delle Linee guida BEREC)⁵.

15. Le Linee guida BEREC di fatto identificano due tipologie di reti VHCN: i) le reti fisse VHCN, cioè reti che soddisfano il criterio 1 e/o il criterio 3, e ii) le reti *wireless* VHCN, cioè reti che soddisfano il criterio 2 e/o il criterio 4 (punto 21 delle Linee guida VHCN).

1.2. Il livello di infrastrutturazione raggiunto, a fine 2022, in reti a banda larga

16. La copertura *broadband* con tecnologie ADSL/SDSL era prossima al 100% delle famiglie già a fine 2018, secondo i dati del DESI Report 2019 della Commissione⁶. L'evoluzione della copertura *broadband* è stata accompagnata da un rinnovamento della tecnologia di trasporto di *backhaul* dalla centrale locale ai nodi IP, sia di TIM che degli OAO, che hanno migrato il proprio traffico dati su rete *Ethernet*. Tale processo è stato agevolato dall'Autorità anche in virtù della delibera n. 78/17/CONS, relativa all'approvazione delle OR dei servizi *bitstream* e VULA, con la quale si è promossa, per i servizi di trasporto di TIM acquistati da parte degli OAO, la migrazione tecnologica da ATM (tecnologia meno efficiente e più costosa) a quella *Ethernet*.

17. Gli operatori possono offrire servizi a banda larga al dettaglio su infrastruttura proprietaria, oppure utilizzando i servizi di accesso all'ingrosso locale (mercato 1) o

⁵ Il BEREC ha pubblicato la prima versione delle *Guidelines* nell'ottobre 2020 (BoR (20) 165); il Criterio 4 nelle *Guidelines* si è basato sui dati raccolti dagli operatori circa la rete LTE, pertanto, come già programmato dallo stesso BEREC, è in corso l'aggiornamento del Criterio 4 sulla base dei dati acquisiti circa l'utilizzo della rete 5G.

⁶ Cfr. DESI report 2019 (*Country profile -Italy*).

centrale (mercato 3b), a seconda delle proprie scelte di investimento infrastrutturale e del proprio modello di *business*.

18. In tale ambito si registra una netta riduzione del ricorso a servizi di accesso all'ingrosso sulla rete in rame di TIM, per via di un utilizzo più massiccio dei servizi forniti sulla rete a banda ultra-larga, come rappresentato nel paragrafo successivo. Tornando ai servizi di accesso su rame, rimane ancora maggioritario l'utilizzo di servizi di tipo locale, sebbene i servizi ULL, che alla fine del 2013 vedevano 5,32 milioni di collegamenti attivi, a dicembre 2022 sono stati utilizzati per solo 0,94 milioni di collegamenti attivi. Il fenomeno di rapida crescita degli accessi SLU riscontrato nella delibera n. 348/19/CONS (questi servizi sono stati venduti a partire dalla fine del 2013, raggiungendo il picco a metà del 2019 con un numero di collegamenti SLU attivi pari a circa 1,05 milioni), si è sostanzialmente assestato a partire dal 2019, per poi ridursi gradualmente fino a dicembre 2022 ad un valore di 0,87 milioni. Nel complesso, il totale dei servizi di accesso locale all'ingrosso su rete in rame (ULL e SLU) è diminuito dal valore di 4,433 milioni di fine 2018 al valore di 1,82 milioni di dicembre 2022.

19. Anche con riferimento ai servizi di accesso centrale all'ingrosso su rame si registra una forte contrazione rispetto al dato rilevato nella precedente analisi di mercato; i servizi *bitstream naked* su rame sono passati da circa 1.115.000 linee alla fine del 2018 a circa 398.000 a dicembre 2022; a questi si aggiungono i servizi di accesso condiviso con linee POTS che sono passati da circa 232.000, alla fine del 2018, a 77.000 linee a dicembre 2022.

1.3. Il livello di infrastrutturazione raggiunto, a fine 2022, in reti a banda ultra-larga

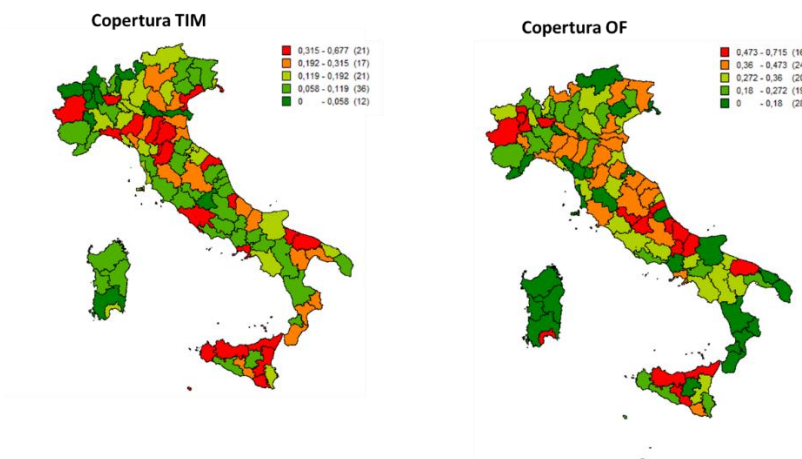
20. La delibera n. 348/19/CONS aveva riscontrato (Documento I) il concretizzarsi degli investimenti annunciati dagli operatori in infrastrutture proprietarie FTTC, nonché l'avvio di rilevanti piani, privati e pubblici, di infrastrutturazione in reti FTTH. In particolare, le infrastrutture di rete fissa a banda ultra-larga tra il 2014 ed il 2018 sono state realizzate principalmente attraverso architetture FTTC da parte di TIM e dei due principali operatori, Fastweb e Vodafone, che hanno investito acquistando servizi SLU.

21. A fine 2022 TIM ha adattato, per la fornitura di servizi NGA, circa 128.000 *cabinet* con una copertura di circa il 90% della popolazione telefonica. Fastweb e Vodafone hanno attivato servizi SLU rispettivamente in circa 17.000 e 23.000 *cabinet* con una copertura del 25% e del 35% della popolazione telefonica, senza pertanto modifiche alle coperture rilevate nella precedente analisi di mercato, come meglio illustrato nel Documento III.

22. Per quanto riguarda le infrastrutture FTTH, a partire dalle informazioni disponibili all'Autorità nell'ambito della reportistica trimestrale, nella figura che segue è rappresentata una mappa della copertura FTTH per Provincia dei due principali operatori sulla base di dati a giugno 2022⁷.

⁷ Copertura calcolata sulla base delle Unità Immobiliari dichiarate (dato aggiornato al 30 giugno 2022).

Figura I. 1 – Mappa della copertura FTTH per provincia



23. A fine 2022 il livello di copertura NGA ha raggiunto complessivamente un valore di circa il 96% (di cui il 54% su rete VHC) delle famiglie⁸.

24. Gli operatori possono offrire servizi a banda ultra-larga al dettaglio su infrastruttura proprietaria, oppure utilizzando i servizi di accesso all'ingrosso locale (mercato 1) o centrale (mercato 3b), a seconda delle proprie scelte di investimento infrastrutturale e del proprio modello di *business*. A livello locale, gli OAO utilizzano principalmente i servizi VULA, mentre il ricorso a servizi SLU ad oggi si è, per quanto sopra detto, stabilizzato.

25. Più precisamente, i servizi VULA (su rete FTTC e su rete FTTH) sono disponibili in circa 3.400 centrali della rete di accesso di TIM ed acquistati in circa 2.400 centrali dagli OAO, con un numero di collegamenti attivi, a dicembre 2022, di 4,23 milioni di linee (pari al 21,3% del totale di 19,87 milioni di accessi complessivi alla rete fissa attivi), con una crescita significativa rispetto alla fine del 2018 (quando il numero di linee VULA attive era pari a 2,175 milioni).

26. Infine, in merito alla copertura delle reti FWA, come sarà illustrato più in dettaglio nel documento III, tali reti risultano disponibili su tutto il territorio nazionale: in particolare, i due principali operatori Tiscali (che ha incorporato l'operatore FWA OPNET⁹) ed Eolo presentano coperture su circa l'80% dei civici del territorio. Altri operatori locali dispongono di coperture in numerosi Comuni (es. BBBel in Piemonte e Liguria). Inoltre, i principali operatori di rete mobili TIM, Wind e Vodafone utilizzano la copertura radiomobile LTE per le proprie offerte FWA, disponendo di una copertura che in generale supera il 90% della popolazione.

⁸ Cfr. DESI report 2022 (Country profile - Italy).

⁹ Da settembre 2022 Linkem S.p.A. ha cambiato denominazione sociale in OPNET S.p.A. Pertanto, nel resto del presente provvedimento si farà riferimento direttamente alla nuova denominazione.

1.4. Gli obiettivi comunitari e gli Aiuti di Stato in Italia

27. La Commissione europea ha delineato nel 2013 – con la Comunicazione “*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 (2013/C 25/01)*” (gli Orientamenti) – il quadro della politica della Commissione in materia di aiuti di Stato per lo sviluppo rapido della banda larga ed ultra-larga, fornendo i criteri di ammissibilità degli stessi ai sensi dell’art. 107(3) del TFUE, nel pieno rispetto del principio della concorrenza e della tutela degli investimenti privati. Il quadro comunitario è completato dal Regolamento (UE) N. 651/2014, c.d. “*General Block Exemption Regulation-GBER*”, che individua *ex ante* le specifiche categorie di aiuti compatibili con il mercato interno in applicazione degli articoli 107 e 108 del Trattato UE. Gli Orientamenti del 2013, in particolare, affrontano il tema del ruolo del finanziamento pubblico nello sviluppo di reti a banda larga ed ultra-larga, inquadrandolo nell’ambito degli obiettivi di copertura, velocità e penetrazione di tali reti fissati dall’Agenda Digitale Europea (ADE) del 2010.

28. L’obiettivo 2 dell’ADE del 2010 prevedeva che entro il 2020 fosse raggiunto l’obiettivo di inclusione dell’intera popolazione all’accesso a servizi di rete ad almeno 30 Mbps in *download*; l’obiettivo 3 dell’ADE prevedeva invece che entro il 2020 si raggiungesse un tasso di adozione del 50% della popolazione a servizi di accesso di almeno 100 Mbps.

29. A tal fine, nell’ambito della Strategia Italiana per la Banda Ultralarga (BUL) del 2015, sono state individuate le aree bianche oggetto della misura di Aiuti di Stato, sulla base di un processo di mappatura delle infrastrutture e dei servizi a banda ultra-larga disponibili sul territorio. A valle di questo processo di mappatura, sono stati pubblicati tre bandi da parte di Infratel S.p.a. (Infratel), rispettivamente il 3 giugno 2016, l’8 agosto 2016 e il 20 aprile 2018. Considerando l’insieme delle UI obbligatorie (8,2 milioni) e quelle facoltative (1,4 milioni), l’insieme delle UI a bando era di oltre 9,6 milioni, alle quali si aggiungevano le sedi della Pubblica Amministrazione.

30. Tutti i lotti dei bandi sono stati aggiudicati all’operatore Open Fiber S.p.A. (OF). L’offerta del Concessionario prevede la copertura della quasi integrità delle UI complessive messe a bando, con una prevalenza di UI *over 100* (in architettura FTTH), pari a 7,9 milioni UI, pari a circa l’83% del totale contro 1,6 milioni UI *over 30* (con soluzioni FWA) (17%). A queste si aggiungono oltre 50.000 sedi della PA.

31. Gli obiettivi comunitari sono stati quindi aggiornati con la Comunicazione sulla Connettività per un mercato unico digitale europeo (c.d. “*Gigabit Society*” del 2016, che ha aggiornato i *target* europei di connettività da raggiungere entro il 2025)¹⁰ e con la

¹⁰ COM(2016) 587 *final*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/it/TXT/?uri=CELEX:52016DC0587>.

Comunicazione sul decennio digitale (c.d. “*Digital Compass*” del 2021, che ha invece fissato gli obiettivi per il 2030)¹¹.

32. La strategia della *Gigabit Society* si fonda su tre principali obiettivi di connettività al 2025: i) rendere disponibili servizi alla rete *Internet* ad altissima capacità (*download/upload* ad 1 Gbps) in tutti i luoghi che guidano lo sviluppo socio-economico (scuole, università, centri di ricerca, ospedali, stazioni, amministrazioni, imprese) in modo da incentivare lo sviluppo della domanda su tale livello di connettività; ii) permettere a tutti i cittadini Europei, sia in aree rurali che urbane, l’accesso a connessioni ad almeno 100 Mbps che possano essere aggiornate sino a 1 Gbps, eliminando *il digital divide* e favorendo 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 sviluppare al meglio applicazioni per l’Internet delle Cose che necessitano di una connettività ad alta capacità, costante ed ubiqua alla rete Internet.

33. La strategia del *Digital compass* prevede, tra le altre cose, l’aggiornamento degli obiettivi di connettività, con la realizzazione entro il 2030 della copertura Gigabit per tutte le famiglie dell’UE e la disponibilità presso tutte le aree popolate delle reti 5G.

34. Tenuto conto dei piani comunitari, il 27 luglio 2021, il Comitato interministeriale per la transizione digitale presieduto dall’allora Ministro per l’Innovazione tecnologica e la transizione digitale, ha approvato il Piano di intervento “Italia a 1 Giga”. Si tratta del primo dei Piani di intervento pubblico previsti nella “Strategia italiana per la Banda Ultra Larga - Verso la *Gigabit Society*” che, in attuazione al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (di seguito, PNRR), definisce le azioni necessarie al raggiungimento degli obiettivi di trasformazione digitale indicati dalla Commissione europea con le menzionate Comunicazioni sulla *Gigabit Society* e sul decennio digitale *Digital compass*.

35. In particolare, con il Piano “Italia a 1 Giga” il Governo italiano intende fornire 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. La connessione ad almeno 1 Gbit/s in *download* e 200 Mbit/s in *upload* verrà fornita senza limiti al volume di traffico per gli utenti e nel rispetto del principio della neutralità tecnologica.

36. Con la delibera n. 406/21/CONS del 16 dicembre 2021, l’Autorità, in esito alla consultazione pubblica n. 294/21/CONS, 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. Il 15 gennaio 2022 è stato quindi pubblicato il primo dei bandi “Italia a 1 Giga”, con l’obiettivo di consentire la connessione

¹¹ COM(2021) 118 *final*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0118>.

con Internet veloce a circa sette milioni di indirizzi (numeri civici) in tutta Italia. I civici coinvolti nella misura sono stati suddivisi in 15 aree geografiche, *c.d.* lotti, oggetto di intervento da parte degli operatori vincitori dei finanziamenti. Il 24 maggio 2022 sono stati assegnati 14 lotti del Bando “Italia a 1 Giga”, il 28 giugno il 15° lotto, relativo alla copertura con reti fisse delle province autonome di Trento e di Bolzano, per un totale di 3,4 miliardi di euro.

37. Dei suddetti 15 lotti a Bando, la società Open Fiber S.p.A. è risultata assegnataria dei lotti nn. 2 (Puglia), 6 (Toscana), 7 (Lazio), 8 (Sicilia), 9 (Emilia-Romagna), 10 (Campania), 12 (Friuli-Venezia Giulia e Veneto), 13 (Lombardia). I restanti lotti sono stati aggiudicati al Raggruppamento Temporaneo d’Impresa (R.T.I.) tra le società TIM S.p.A. e FiberCop S.p.A..

38. Infine, con delibera n. 420/22/CONS del 14 dicembre 2022, l’Autorità ha approvato il Listino dei servizi di accesso all’ingrosso forniti nelle aree di cui al Piano Italia 1 Giga dal concessionario di aiuti di stato Open Fiber nei relativi lotti assegnati, e successivamente con delibera n. 74/23/CONS ha approvato il Listino presentato dal R.T.I. nei restanti lotti.

39. Oltre al Piano Italia 1 Giga, gli altri interventi pubblici per la rete fissa riguardano *i)* il Piano Sanità connessa, che intende garantire la connettività per le strutture sanitarie, dagli ambulatori agli ospedali, con velocità simmetriche di almeno 1 Gbps e fino a 10 Gbps e *ii)* il Piano “Scuole connesse”, che comprende interventi per fornire accesso a Internet a tutte le sedi scolastiche presenti sul territorio nazionale con velocità simmetriche di almeno 1 Gbps.

40. Infine, con il Piano Italia 5G il Governo vuole incentivare la realizzazione delle infrastrutture di rete per lo sviluppo e la diffusione di reti mobili 5G nelle aree a fallimento di mercato su tutto il territorio nazionale. Il Piano ha infatti 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 (SRB) e la densificazione delle infrastrutture di rete, 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 nei prossimi cinque anni, alcuna rete idonea a fornire connettività a 30 Mbit/s in tipiche condizioni di punta del traffico.

1.5. I piani di investimento privati

41. Nei prossimi anni gli investimenti dei principali operatori si focalizzeranno quasi esclusivamente nello sviluppo di infrastrutture di tipo FTTH.

42. L’operatore Open Fiber, con un modello di *business wholesale only*, sta completando i propri piani di infrastrutturazione secondo un’architettura FTTH nei

Cluster A&B del Paese,¹² ossia le grandi aree urbane con una copertura di 282 Comuni, con circa 9,5 Mln di UI, che si aggiungono alla copertura dei Comuni inclusi nelle *c.d. Aree Bianche* e dei Comuni inclusi nel Piano Italia 1 Giga, per quanto concerne i relativi lotti per i quali la società è risultata assegnataria di fondi pubblici (*cfr.* sezione precedente). Dall'avvio delle sue attività operative, nel 2017, Open Fiber ha connesso complessivamente 15,5 milioni di unità immobiliari in tutta Italia, ad uso sia residenziale che commerciale, incluse quelle coperte con la rete FWA (sono state realizzate circa 2.700 stazioni radio base per i servizi FWA)¹³.

43. La copertura in infrastrutture FTTC ha ormai raggiunto livelli significativi; a dicembre 2022, l'84% dei *cabinet* stradali di TIM è attivo per la fornitura di servizi FTTC (pari a quasi 128.000 *cabinet*); questo permette alla rete di TIM di fornire servizi NGAN all'89,4% delle abitazioni in Italia¹⁴. Per quanto riguarda gli investimenti degli OAO in FTTC questi si sono sostanzialmente stabilizzati, come confermato dal fatto, già evidenziato, che il fenomeno di rapida crescita degli accessi SLU riscontrato nella delibera n. 348/19/CONS si è sostanzialmente assestato a partire dal 2019, per poi ridursi gradualmente fino a giugno 2021.

44. Come rilevato nella delibera n. 348/19/CONS, l'operatore *incumbent*, attraverso la *joint venture* con Fastweb costituita nel 2016 (*Flash Fiber S.r.l.*), ha avviato l'*upgrade* in FTTH della rete FTTC già nel precedente ciclo di analisi di mercato prevedendo con la nuova rete la copertura di utenti già coperti da infrastrutture FTTC, per un totale di circa 3 Mln di UI in 29 città (situate esclusivamente in aree incluse nei cosiddetti *cluster* territoriali A e B, ad eccezione di Milano che è già cablata in FTTH) ed un investimento di circa 1,2 Miliardi di Euro. A partire dal 1° aprile 2021, la società Flash Fiber è confluita in FiberCop S.p.A., società cui TIM ha conferito le infrastrutture passive della propria rete di accesso secondaria, sia in rame che in fibra, unitamente alla partecipazione dell'80% detenuta in Flash Fiber; a sua volta, Fastweb ha conferito a FiberCop la propria quota di partecipazione in Flash Fiber (del 20%) a fronte di una partecipazione di minoranza in FiberCop. Il progetto di investimento di FiberCop in rete FTTH è descritto nella sezione seguente.

Gli investimenti di FiberCop in infrastrutture FTTH

45. FiberCop ha avviato i propri investimenti in infrastrutture FTTH mediante un modello di coinvestimento. Il 29 gennaio 2021 TIM ha, infatti, notificato all'Autorità – ai

¹² Ai fini dell'attuazione della Strategia Italiana per la Banda Ultralarga, il territorio italiano è stato suddiviso in 4 tipologie di Cluster: A) aree nere NGA secondo la definizione degli Orientamenti; B) aree grigie NGA secondo la definizione degli Orientamenti; C) aree bianche NGA secondo la definizione degli Orientamenti, nelle quali è prevedibile o è previsto un co-investimento dei privati solo a fronte della concessione di contributi; D) aree bianche NGA secondo la definizione degli Orientamenti, nelle quali non vi sono le condizioni per investimenti privati neanche a fronte della concessione di incentivi.

¹³ <https://openfiber.it/piano-copertura/stato-dei-lavori/>.

¹⁴ <https://rete.gruppotim.it/it/numeri/italia/2022/fibra>.

sensi degli artt. 76 e 79 del CCEE (corrispondenti agli articoli 87 e 90 del Codice) – un progetto di coinvestimento per la realizzazione di una nuova infrastruttura ad altissima capacità in fibra ottica “punto-punto”, successivamente integrato e modificato, da ultimo con comunicazione del 21 ottobre 2022.

46. La nuova infrastruttura in fibra ottica oggetto del co-investimento viene realizzata dunque tramite la società veicolo FiberCop. L’architettura di rete prevede soluzioni FTTH e, solo nei casi residuali, in cui non risulti tecnicamente possibile realizzare soluzioni FTTH per raggiungere la sede d’utente, saranno previste soluzioni FTTB. La copertura *target* in ciascuno dei 2.549 Comuni del piano, sarà generalmente compresa nel range 65-80% e, sulla base dell’attuale piano di *roll-out* di FiberCop, consentirà di raggiungere, complessivamente, 9,7 milioni di UIT (Unità Immobiliari Tecniche) al 2026, sui 13,9 milioni presenti, in totale, nei suddetti Comuni, come allo stato individuati¹⁵.

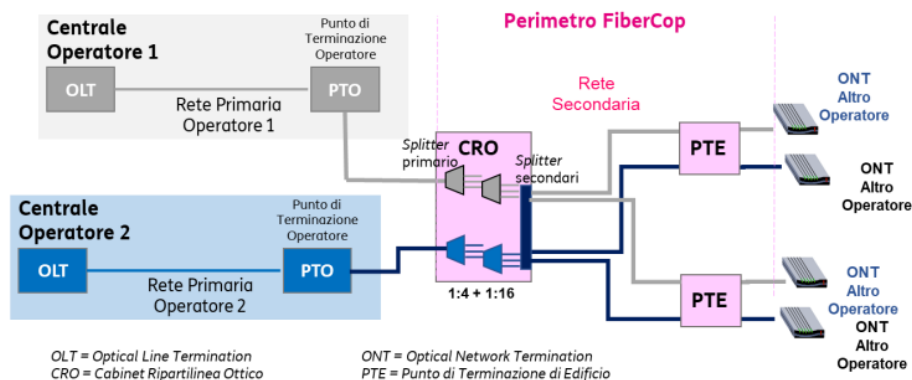
47. In estrema sintesi, l’Offerta di co-investimento di TIM prevede:

- la realizzazione, entro il 30 aprile 2026, di una nuova rete FTTH/B di accesso secondaria “punto-punto” in 2.549 Comuni delle aree grigie e nere individuate da Infratel nella mappatura 2021 per una copertura *target* totale di 9,7 milioni di UIT;
- la condivisione del rischio a lungo termine attraverso accordi strutturali di acquisto (*one-way access model*) di accessi semi-GPON e collegamenti in fibra Punto-Punto (P2P) in rete secondaria;
- quattro modalità di accordi strutturali (descritti dettagliatamente nell’Offerta di coinvestimento di cui all’allegato B della delibera n. 385/22/CONS).

48. Analizzando le caratteristiche tecniche della rete FTTH di FiberCop, si evidenzia l’impiego di un’infrastruttura di tipo P2P dal CNO (Centro Nodale Ottico) sino a casa dell’utente, e livelli di *splitting* concentrati presso il CRO (*Cabinet* Ripartilinea Ottico) – come illustrato nella figura seguente – in luogo di una infrastruttura di tipo GPON con due livelli di *splitting* adottata negli sviluppi di rete precedenti (Flash Fiber, il cui secondo livello è disposto alla base dell’edificio, ovvero in campo nei pressi del Ripartitore Ottico Elettrico ROE).

¹⁵ Le UIT (Unità immobiliari Tecniche) rappresentano le Unità Immobiliari del territorio nazionale per le quali, nel tempo, è stata attivata una linea telefonica e/o di banda larga. In termini di Unità Immobiliari ISTAT, ne saranno coperte circa 12 milioni su 19,8 milioni.

Figura I. 2 – Architettura della rete FTTH di FiberCop



49. Il box che segue riassume le caratteristiche dell'architettura della rete FTTH di FiberCop come riportate da TIM nell'Offerta di coinvestimento.

Le principali caratteristiche dell'architettura di rete ottica di FiberCop sono riportate nel seguito:

- rete ottica con **secondaria punto-punto** fino all'edificio con architettura Semi-GPON, inclusa la tratta di adduzione;
- **unico PTE** (Punto di Terminazione di Edificio) al *building*; ogni PTE sarà raggiunto da un cavo di modularità adeguata (12/24/48 fibre ottiche) per assicurare la disponibilità di fibre in numero significativamente ridondante rispetto alle Unità Immobiliari dell'edificio servito;
- **armadio ottico (CRO- Cabinet Ripartilinea Ottico)**, nel quale vengono posizionati gli *splitter* ottici passivi; generalmente, il CRO sarà installato a fianco di un armadio stradale in rame, ma potrebbe essere suddiviso in 3 armadi più piccoli (più vicini agli edifici) o collocato a fianco di una centrale locale, in caso di impedimenti o difficoltà nell'ottenere permessi da enti locali;
- **fattore complessivo di *splitting*** di ogni singola Semi-GPON pari a **1:64¹⁷** ottenuto con 2 livelli di *splitting*: 1:4 primario e 1:16 secondario, entrambi posti nell'armadio ottico; in altri termini, ogni *splitter* primario, da cui si origina una Semi-GPON, può servire fino ad un massimo di 64 clienti;
- **terminazione al CRO di tutte le fibre ottiche di secondaria**, con realizzazione di bretelle ottiche di connessione tra gli *splitter* secondari e gli *splitter* primari che saranno **dedicati ai co-investitori**;
- **consegna della Semi-GPON** sugli *splitter* primari;
- **capacità dell'infrastruttura**, in termini di *splitter* e fibre ottiche in secondaria, adeguata a soddisfare tutte le prevedibili esigenze del mercato, anche in ottica prospettica.

50. L'architettura di rete FiberCop prevede quindi l'impiego di un fattore di *splitting* 1:64, con *splitter* entrambi posizionati presso il CNO in un pozzetto in prossimità dei *cabinet* della rete in rame. Questa tipologia di architettura può richiedere una quantità di cablaggio superiore a quella necessaria nel caso in cui lo *splitter* secondario risulti essere posizionato in campo, in quanto per una porzione di rete che si estende dal CNO al punto di sezionamento ove fosse inserito lo *splitter* secondario, la rete non beneficia del rapporto di *splitting* generalmente pari a 1:16, con un conseguente incremento della quantità di fibra ottica che è necessario installare in rete di accesso.

51. Di contro, tale soluzione garantisce un'architettura con un livello di efficienza superiore nella fase di attivazione/migrazione e cessazione dei clienti. In particolare, tale architettura, concentrando il punto di sezionamento presso il CNO, ove è presente anche il *cabinet* stradale, meglio si presta alla realizzazione di permuti per la migrazione da architetture FTTC a FTTH, in quanto le attività di ripristino presso i *cabinet* della rete in rame possono essere combinate presso il medesimo luogo fisico nella realizzazione dei collegamenti per la realizzazione dell'architettura in fibra ottica completa di tipo FTTH. Inoltre, tale architettura meglio si presta all'abilitazione di nuovi servizi di accesso quali il servizio di *unbundling* di semi GPON previsto nell'offerta di co-investimento. Per l'abilitazione di tali servizi nei confronti di operatori terzi, è necessario tener conto che bisogna realizzare permuti in campo per la costruzione dei collegamenti, per cui, la possibilità di beneficiare di punti di concentrazione *standard* permette la razionalizzazione della movimentazione dei tecnici a beneficio di minori costi in fase di attivazione, migrazione e cessazione anche per l'erogazione dei nuovi servizi di accesso.

52. Il piano complessivo di FiberCop include – oltre ai 2549 Comuni riportati nell'Offerta di co-investimento – anche il completamento della copertura FTTH delle 29 città originariamente coperte da infrastrutture della *joint venture* Flash Fiber, conferita a FiberCop dagli azionisti TIM e Fastweb; città nelle quali si raggiungeranno, nel complesso, 3,9 milioni di UIT. Pertanto, il totale delle UIT coperte in FTTH da FiberCop sarà pari a circa 13,6 milioni al 2026 (corrispondenti all'80% delle aree nere e grigie ad esclusione del comune di Milano). Nelle 29 città originariamente coperte da infrastrutture di Flash Fiber, TIM ha comunicato un'Offerta di accesso alla rete secondaria in fibra ad altissima capacità di FiberCop disponibile al mercato, attualmente in corso di verifica da parte dell'Autorità ai fini della relativa approvazione¹⁶.

53. FiberCop opererà esclusivamente nel mercato *wholesale* dell'accesso per la fornitura di servizi all'ingrosso passivi su rete secondaria in fibra, nonché in rame fino allo *switch-off*.

54. Nel merito dell'avanzamento del progetto di co-investimento FiberCop, alla fine di marzo 2023 i Comuni con unità immobiliari tecniche (UIT) già vendibili sono 1.129, per un totale di 3.326.699 UIT vendibili (circa il 34% del *target* previsto nel piano di co-investimento). Di queste UIT vendibili, alla stessa data del 31 marzo 2023 il numero di Comuni con UIT attivate sulla rete FiberCop è pari a 1.052, per un totale di circa 330.000 linee attivate (ossia il 3,40% del *target* del piano).

55. Sul totale di circa 330.000 linee attivate, circa 326.000 sono state attivate da TIM (la maggioranza di queste linee si riferiscono a clienti *retail* di TIM, circa 22.000 sono state invece acquistate da TIM come accessi Semi-GPON per fornire servizi VULA e *bitstream* FTTH nel mercato *wholesale*). Le restanti circa 4.000 linee sono state attivate

¹⁶ Delibera n. 36/22/CIR.

dagli altri co-investitori, principalmente da Fastweb ed Iliad ed in parte residuale da altri 5 co-investitori.

56. Per quanto riguarda le vendite dei servizi nei 29 Comuni *ex Flash Fiber*, al 31 marzo 2023 sono state attivate circa 580.000 linee Semi-GPON da parte di TIM, poco meno di 225.000 linee Semi-GPON da parte di Fastweb e circa 1.250 linee Semi-VULA sempre per Fastweb.

2. Gli effetti della regolamentazione dei servizi di accesso

2.1. La risalita della scala degli investimenti

57. La tabella seguente illustra, in modo sintetico, il crescente grado di infrastrutturazione nel mercato italiano, consentito dal contesto regolamentare creato dalle delibere dell'Autorità, da ultimo dalla delibera di analisi di mercato n. 348/19/CONS, per il tramite degli indicatori della Relazione Annuale.

Tabella I. 1 – Indicatori dell'azione regolamentare

Indicatore	Descrizione	Valore 2014	Valore 2015	Valore 2016	Valore 2017	Valore 2018	Valore 2019	Valore 2020	Valore 2021
Quota di mercato dell'incumbent nei mercati dell'accesso	Quota sul totale delle linee	61%	58%	56%	54%	50%	47%	45%	43%
Risalita verso servizi NGA su rete TIM e su rete terzi	Variazione della domanda di linee NGA di tipo SLU+VULA + Bitstream NGA. (var. % rispetto all'anno precedente) ⁽¹⁾	1%	5%	5%	7%	4%	31%	21%	11%
Indice di concentrazione	Indice HHI - linee di accesso	4.065	3.807	3.567	3.351	3.095	2.824	2.686	2.591
Copertura NGA	Unità immobiliari raggiunte	24% ⁽¹⁰⁾	46% ⁽¹⁰⁾	72% ⁽¹¹⁾	87% ⁽¹²⁾	90% ⁽¹²⁾	90% ⁽¹²⁾	93%	97%
Penetrazione dei servizi NGA	Linee con velocità ≥100 Mbps (% linee BB) ⁽²⁾	0,4%	1,0%	2,9%	20,0%	30,2%	40,5%	52,5%	61,6%

Fonte: Relazione annuale 2022 dell'Autorità (cfr. Tab. 1.5.1 RA 2022)

58. A seguire, i dati sopra rappresentati sono stati aggiornati a dicembre 2022¹⁷. Sotto il profilo della concorrenzialità dei mercati dei servizi di accesso alla rete fissa, si conferma il *trend* di riduzione della quota di mercato dell'operatore *incumbent*; la quota di TIM, infatti, scende dal 43,1% del 4T 2021 al 41,7% del 4T 2022 sul totale delle linee, e dal 41,4% al 40,0% nel segmento servizi *broadband retail*. In particolare, la riduzione delle quote di TIM è stata determinata dall'avanzare del processo di sostituzione di servizi di accesso fisso solo voce con servizi *broadband* e *ultrabroadband* da parte della clientela finale nonché dalla crescita nella vendita di servizi a banda ultra-larga erogati su infrastrutture FWA ed FTTH di terzi.

¹⁷ Osservatorio Agcom, 4T 2022.

59. Nei mercati all'ingrosso, in generale, si osserva anche per il 2022 una crescita della domanda dei servizi di accesso *wholesale* di TIM di tipo NGA (+5%),¹⁸ anche se più contenuta rispetto al 2021 riportato nella tabella (+11%). La sostituzione dei servizi *legacy* tradizionali sulla rete in rame (-25%) ha proceduto allo stesso ritmo del 2021, stante la crescente richiesta degli utenti finali di servizi di accesso fisso con *performance* migliori. La crescita dei volumi *wholesale* NGA di TIM, meno marcata rispetto al 2021 (+5% contro +11% del 2021) si spiega con l'aumento significativo (+13%) dell'offerta dei servizi erogati su reti alternative (FTTH ed FWA) a quella di TIM.

60. Le dinamiche sopra descritte mostrano un avanzamento del processo di infrastrutturazione attraverso soluzioni in fibra e, quindi, un miglioramento della qualità delle reti e un evidente progresso della concorrenza infrastrutturale a livello *wholesale*, grazie alla presenza di nuovi operatori attivi nell'offerta di servizi FTTH e FWA. In tale contesto, favorito anche dagli sviluppi tecnologici, l'Autorità ha adottato una regolamentazione di tipo pro-concorrenziale volta a incoraggiare, in maniera neutrale, gli investimenti nelle reti NGA da parte di tutti gli operatori, garantendo una maggiore flessibilità al ricorrere di determinate condizioni (delibera n. 385/21/CONS).

61. Il processo di ammodernamento delle infrastrutture si riflette anche nei livelli di copertura delle reti NGA con una crescita della percentuale di famiglie raggiunte da reti NGA (pari al 96,2% nel 2022, contro l'88,9% del 2019), e un aumento delle linee in fibra (FTTC, FTTH) e FWA, che sono pari a circa il 78% delle linee complessive attive al 4T 2022.¹⁹

62. A fronte dei livelli di copertura raggiunti dalle reti NGA, si registra un aumento su base annua delle linee attive con velocità superiore a 100 Mbps, che passano da circa il 61,6% del 4T 2021 al 68% del 4T 2022; tra queste, anche le linee attive con velocità superiori ad 1 Gbps crescono su base annua, dal 12,6% al 16,8%.

2.2. La diffusione delle diverse tecnologie di accesso alla rete fissa da postazione fissa

63. Come si evince dalla tabella seguente, le tecnologie utilizzate nelle reti di accesso per la fornitura di servizi a banda larga da postazione fissa sono prevalentemente quelle FTTC, che già a partire dal 2019 hanno superato in termini percentuali le reti FTTE, che in passato avevano rappresentato la quasi totalità del numero totale di accessi a banda larga. A fine 2022, anche le reti FTTH hanno raggiunto in termini di adozione percentuale lo stesso livello delle reti FTTE, diventando la seconda tipologia di rete più utilizzata. Sebbene in maniera meno rilevante, anche le reti FWA sono cresciute come diffusione negli ultimi anni.

¹⁸ Dati di crescita annuali nel periodo 4T 2022 Vs 4T 2021.

¹⁹ Cfr. Osservatorio Agcom 4T 2022.

Tabella I. 2 – Distribuzione degli accessi a banda larga per tipologia (anni 2019-2022)

	FTTE	FTTC	FTTH	FWA
2019	40,70%	44,59%	7,10%	7,52%
2020	30,25%	51,02%	10,18%	8,47%
2021	21,93%	54,70%	14,20%	9,12%
2022	16,59%	55,18%	18,67%	9,49%

Fonte: Elaborazioni dell'Autorità su dati Osservatorio al 4T 2022

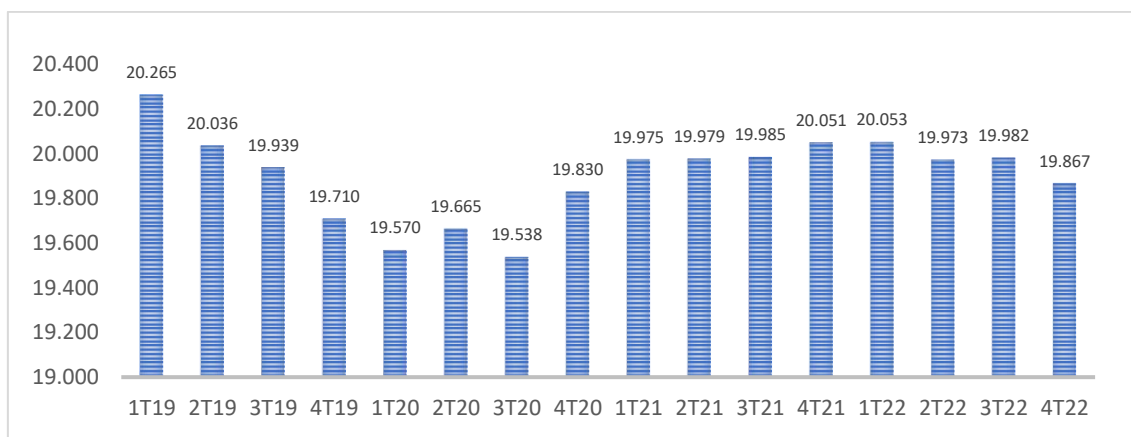
64. Per quanto riguarda i servizi di accesso centrale all'ingrosso, attualmente in Italia il servizio NGA *bitstream* in tecnologia FTTC fornito da TIM rappresenta la principale tipologia di accesso all'ingrosso (circa 0,95 milioni di linee attive 4T 2022), superando di gran lunga il servizio *bitstream* offerto su rete in rame dalla stessa TIM (circa 0,47 milioni di linee attive) che nella precedente analisi era il servizio di accesso centrale più venduto. I servizi *bitstream* su rete NGA sono forniti da TIM su rete in fibra ottica con connessione a livello 2 (*Ethernet*) e, come per l'analogo servizio offerto su rete in rame, includono sia componenti della rete di accesso (servizio VULA), sia componenti della rete di trasporto (*backhaul*) *Ethernet* fino al nodo di consegna.

65. Il servizio di accesso all'ingrosso locale più venduto è il servizio VULA su rete FTTC offerto da TIM (circa 4,2 milioni di linee attive al 4T 2022), seguito dal servizio passivo *end to end* su rete GPON FTTH venduto da Open Fiber (circa 1,768 milioni di linee attive), seguito dai servizi ULL e SLU su rete in rame venduti da TIM (rispettivamente 0,94 milioni e 0,87 milioni di linee) e dal servizio VULA FTTH offerto da Open Fiber (circa 0,46 milioni di linee attive).

2.3. Dinamica del mercato dei servizi di accesso alla rete fissa

66. Si osserva che, dall'inizio del 2019, il numero dei servizi su rete fissa ha sperimentato inizialmente una sostanziale diminuzione, fino al terzo trimestre 2020, per poi crescere nei successivi 18 mesi; la crescita del numero di linee attive appare essere coerente con l'aumento nell'utilizzo della rete *Internet* conseguente alla fase pandemica. Il fenomeno di crescita si è quindi stabilizzato nei mesi successivi su valori intorno ai 20 milioni di linee attive.

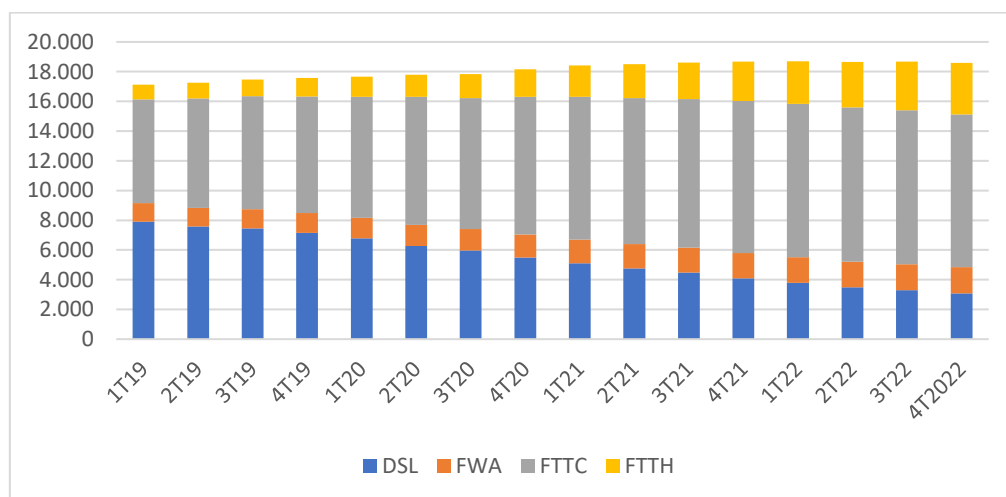
Figura I. 3 – Numero di accessi su rete fissa (migliaia)



Fonte: Elaborazioni dell'Autorità su dati Osservatorio al 4T 2022.

67. Come illustrato nella figura seguente, l'impatto più rilevante sull'andamento del numero di accessi su rete fissa è dovuto alla significativa crescita dei servizi su reti FTTC ed FTTH e, in minor parte, su rete fissa wireless FWA. Si osserva una corrispondente marcata riduzione degli accessi DSL.

Figura I. 4 – Numero di connessioni Internet su rete fissa per tipologia di rete (DSL, FWA, FTTC, FTTH)



Fonte: Elaborazioni dell'Autorità su dati Osservatorio al 4T 2022.

68. In particolare, si può osservare una crescita significativa degli accessi realizzati attraverso architetture FTTC, pari a circa 10,3 Mln di linee a dicembre 2022, distribuite tra FTTC retail di TIM, servizi VULA FTTC e SLU acquistati dagli OAO, con una crescita di circa 3,3 milioni dal marzo 2019. A tale ultimo riguardo, a dicembre 2022, si contano meno di 900.000 linee SLU attive, con una diminuzione di circa 165.000 unità

rispetto al primo trimestre 2019, verosimilmente linee di clienti che sono migrati verso la rete FTTH; al contempo, sono circa 4,2 Mln le linee attive VULA-FTTC a dicembre 2022, con una crescita di 1,7 milioni di linee. La crescita delle linee FTTH – a differenza di quanto accaduto nella precedente analisi – è stata anch’essa, per la prima volta, significativa, con un aumento di quasi 2,5 milioni di linee da meno di 1 milione al primo trimestre 2019.

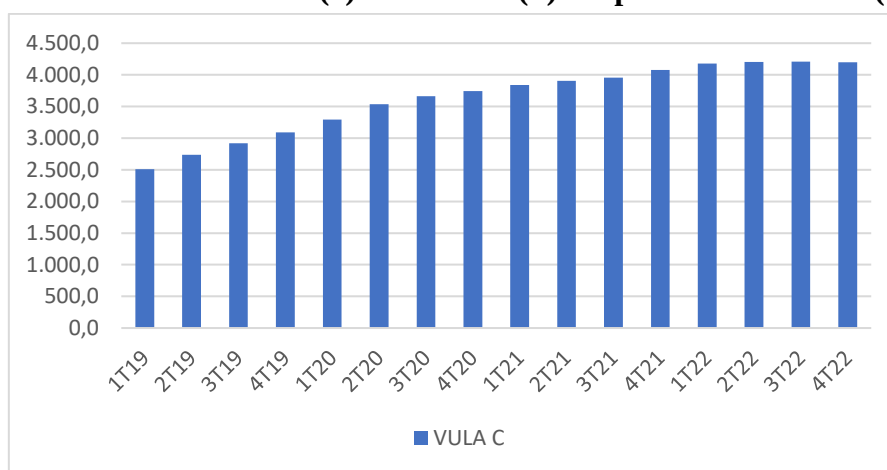
69. I servizi FWA sono anch’essi cresciuti in maniera rilevante, di circa il 42% rispetto all’inizio del 2019, superando 1,7 milioni di linee attive a dicembre 2022. Il numero di linee DSL continua, invece, ad essere in forte diminuzione – 4,8 milioni di linee attive in meno – per via della competizione con i servizi *fixed wireless* nelle aree rurali e della migrazione verso i servizi NGA nelle aree densamente o mediamente popolate. Il risultato netto è la crescita del mercato della banda larga su rete fissa, pari a poco più di 1,5 milioni di linee attive aggiuntive nel periodo, sostenuta soprattutto dall’interesse crescente dei consumatori verso i servizi innovativi su rete NGA.

70. Il mercato dei servizi su rete fissa è dunque in una fase di evoluzione significativa, per via della crescita della copertura delle reti NGA e dell’adozione da parte dei clienti finali dei servizi *ultra-broadband*.

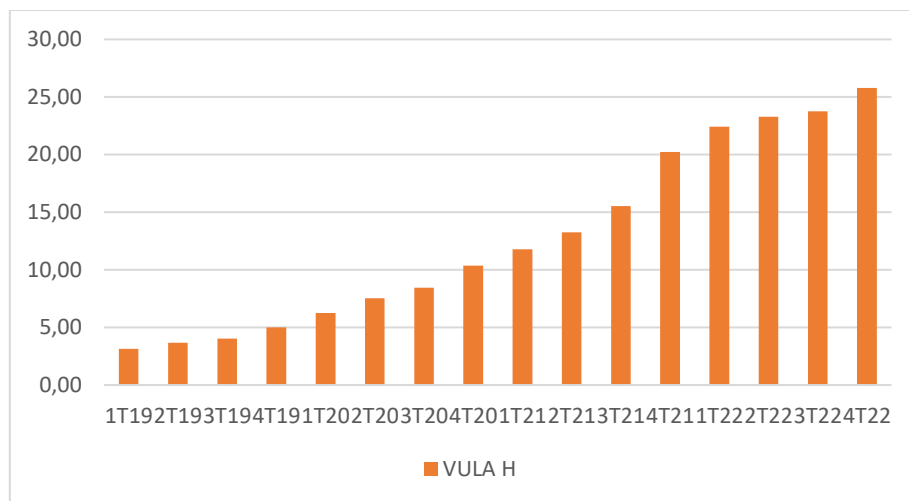
2.4. Sviluppo dei servizi VULA

71. Nella figura seguente si mostra il progresso dello sviluppo del servizio VULA negli ultimi quattro anni, ancora fornito per la quasi totalità su rete FTTC; a settembre 2022, il numero di accessi VULA C è pari a 4,2 milioni, mentre per il VULA H è pari a 23.760.

Figura I. 5 – Accessi VULA C (a) e VULA H (b) nel periodo 2019-2022 (migliaia)



(a)



(b)

Fonte: Osservatorio Agcom

72. Il servizio VULA C continua ad essere il servizio all'ingrosso fornito da TIM più utilizzato dagli OAO. Ad oggi il servizio VULA C offerto da TIM viene offerto, oltre che nei profili originari con bande *download/upload* 30/3 Mbps e quindi 50/10, anche nei profili più performanti 100/20 e 200/20, dove le caratteristiche tecniche della rete esistente lo consentono.

73. Per i servizi VULA FTTH, sono attivabili ad oggi i profili (*download/upload*) alle seguenti velocità: 1.000/100 Mbps, 1.000/300 Mbps, 1.000/500 Mbps.

74. Inoltre, si osserva che, attualmente, la copertura del servizio VULA (in particolare FTTC) raggiunge quella della rete NGA di TIM pari a circa l'80% dell'utenza telefonica (3.418 centrali), superiore di quella attualmente disponibile per i servizi di *unbundling*. Come si vedrà nel Documento III del provvedimento, relativo alla definizione dei mercati rilevanti dal punto di vista geografico, il VULA è commercializzato all'ingrosso in più di 2.400 centrali NGA di cui circa 2.200 sovrapposte alle centrali ULL e SLU (queste ultime a loro volta sovrapposte, per lo più, alle centrali ULL).

3. Lo sviluppo dei servizi a capacità dedicata all'ingrosso

3.1. Descrizione tecnica dei servizi a capacità dedicata regolamentati

75. I servizi di capacità dedicata all'ingrosso, altrimenti detti servizi *terminating*, consentono di collegare due o più punti di rete garantendo una capacità di trasmissione trasparente, simmetrica, con latenza e *jitter* limitati, non condivisa con altri operatori ed utilizzabile dall'operatore acquirente per fornire diverse tipologie di servizi sui mercati al dettaglio.

76. Si tratta, tradizionalmente, di collegamenti trasmissivi a commutazione di circuito, dove la capacità del canale trasmissivo è interamente dedicata ad uno specifico operatore. In altri termini, un circuito *terminating* è un collegamento punto-punto a banda costante e con garanzia di elevati livelli di servizio.

77. Tale tipologia di collegamenti è in fase di sostituzione da parte dei circuiti GbE, in cui allo strato fisico in fibra ottica si sovrappone il protocollo *Ethernet*; nel caso specifico dei servizi offerti da TIM, tale fase di sostituzione è prevista anche alla luce del Piano di *decommissioning* di cui alla delibera n. 348/19/CONS.

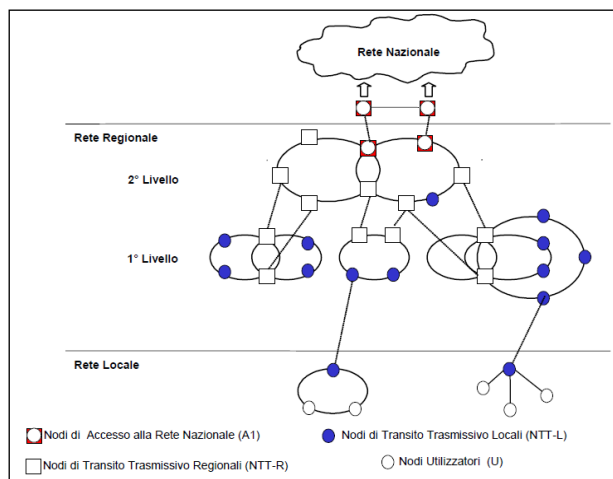
78. Nelle sezioni che seguono si rappresentano le caratteristiche dei servizi a capacità dedicata attualmente regolamentati, ossia i c.d. servizi *terminating* offerti da TIM ai sensi della delibera n. 333/20/CONS, e di altri servizi di capacità dedicata offerti sul mercato da TIM, quali il c.d. GEA (*Geographic Ethernet Access*) nonché dei servizi offerti da Open Fiber, in particolare nelle aree finanziate ai sensi degli Aiuti di Stato.

I circuiti terminating tradizionali offerti da TIM ai sensi della regolamentazione

79. La struttura della rete trasmissiva di TIM per la fornitura dei servizi a capacità dedicata, come illustrato nella figura seguente, è organizzata in tre livelli gerarchici sovrapposti:

- nazionale: livello che fornisce la piena connettività sull'intero territorio nazionale; è costituito da una maglia di anelli ottici e connette i nodi di accesso e di transito nazionale ed i nodi di interconnessione alle reti internazionali;
- regionale: livello che realizza la connettività a livello regionale senza interessare il livello superiore della rete; è costituito da una maglia di anelli ottici che connette i nodi regionali ed è a sua volta articolato in due livelli:
 - Il livello (livello superiore): permette l'interconnessione dei nodi trasmissivi di transito regionale; consente la raccolta dei flussi originati da tali nodi e dei flussi provenienti dal livello inferiore;
 - I livello (livello inferiore): permette l'interconnessione dei nodi periferici della rete regionale; consente la raccolta dei flussi originati da tali nodi e dei flussi provenienti dal livello locale.
- locale: costituisce il livello di raccolta dei flussi provenienti dai punti terminali della rete di TIM.

Figura I. 6 – Struttura gerarchica della rete commutata di TIM



80. L'interconnessione fra i diversi livelli della rete di TIM avviene quindi:

- fra la rete nazionale e la rete regionale di II livello tramite una coppia di nodi per ciascun anello (o combinazione di anelli interconnessi) della rete regionale di II livello (*dual homing*);
- fra le reti regionali di II e di I livello tramite una coppia di nodi per ciascun anello (o combinazione di anelli interconnessi) della rete regionale di I livello (*dual homing*);
- fra la rete regionale di I livello e la rete locale tramite un unico nodo per ciascun anello (o combinazione di anelli interconnessi) della rete locale (*single homing*).

81. Le relazioni tra gli elementi funzionali della rete telefonica pubblica (Stadio di Linea – SL, Stadio di Gruppo Urbano – SGU, Stadio di Gruppo di Transito/nodo *BackBone* Nazionale – SGT/BBN) e la rete trasmissiva descritta ai punti precedenti possono essere così individuate:

- i nodi della rete regionale di II livello includono tutti gli SGT/BBN ed i principali SGU;
- i nodi della rete regionale di I livello includono i restanti SGU;
- i nodi della rete locale includono tutti gli SL ed almeno un SGU.

82. Facendo riferimento alla topologia di rete di TIM riportata nella figura seguente, il primo punto in cui è tecnicamente possibile l'attestazione, da parte di un operatore alternativo, per accedere al servizio di segmento terminale, è rappresentato dai nodi RED di livello locale. Pertanto, considerata l'esigenza degli operatori alternativi di disporre di punti di attestazione presso la rete di TIM per l'acquisto di servizi *terminating*

raggiungibili con infrastrutture proprie e tenuto conto dell'esigenza di evitare l'acquisto da parte degli stessi operatori di risorse non necessarie, in linea con le previsioni delle precedenti analisi di mercato, si stabilisce che tutti i nodi di interconnessione della rete descritta, da quelli di livello locale fino ai nodi della rete regionale di II livello, sono utilizzabili per la fornitura di servizi *terminating*.

83. Per poter usufruire dei servizi *terminating* gli operatori necessitano di interconnettersi a tali nodi; si individuano pertanto i seguenti servizi accessori:

- “flussi di interconnessione alla rete trasmissiva regionale”: circuiti di capacità dedicata tra un punto di presenza (PoP) dell'operatore alternativo ed un punto di consegna di servizi all'ingrosso presso un nodo della rete trasmissiva regionale²⁰;
- “flussi di interconnessione alla rete trasmissiva locale”: circuiti di capacità dedicata tra un punto di presenza (PoP) dell'operatore alternativo ed un punto di consegna di servizi all'ingrosso presso un nodo della rete trasmissiva locale²¹;
- “raccordo interno di centrale”: servizio di capacità dedicata che consente la connessione tra apparati, anche di TIM, co-locati presso la stessa centrale;

84. Si osserva che le reti degli operatori alternativi, essendo di più recente costruzione, utilizzano una topologia differente da quella di TIM. Tali reti, infatti, sono costituite perlopiù da MAN (*Metropolitan Area Network*) relative ad ambiti geografici locali, in cui ciascun operatore ha investito in infrastrutture di rete e prevedono uno o più PoP locali, a seconda del livello di domanda dei servizi.

85. I servizi a capacità dedicata forniti su tecnologie a commutazione di circuito su reti SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) e PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*)²² sono ormai stati sostituiti dai servizi basati su tecnologie di comunicazione a pacchetto. In particolare, buona parte delle infrastrutture a livello regionale e metropolitano si avvalgono ormai di tecnologie trasmissive dapprima basate solo su interfacce *Ethernet*, restando lo strato trasmissivo in SDH, poi in tecnologia *Ethernet* su fibra ottica (GbE), che stanno sostituendo la tecnica trasmissiva SDH, permettendo una maggiore interoperabilità con i sistemi necessari alla gestione dei servizi convergenti.

86. La tecnologia *Ethernet* su fibra permette di offrire *standard* di qualità del servizio paragonabili a quelli della tecnologia SDH,²³ consentendo al contempo un uso

²⁰ Tale servizio è impiegato anche quando il PoP è co-locato presso un nodo della rete trasmissiva regionale per la raccolta di servizi da nodi di pari livello.

²¹ Tale servizio è impiegato anche quando il PoP è co-locato presso un nodo della rete trasmissiva locale per la raccolta di servizi da nodi di pari livello.

²² Sebbene la tecnologia PDH possa considerarsi obsoleta, è tuttavia ancora impiegata principalmente nelle porzioni di *backhaul* delle reti radiomobili per la gestione della sincronizzazione del segnale radio.

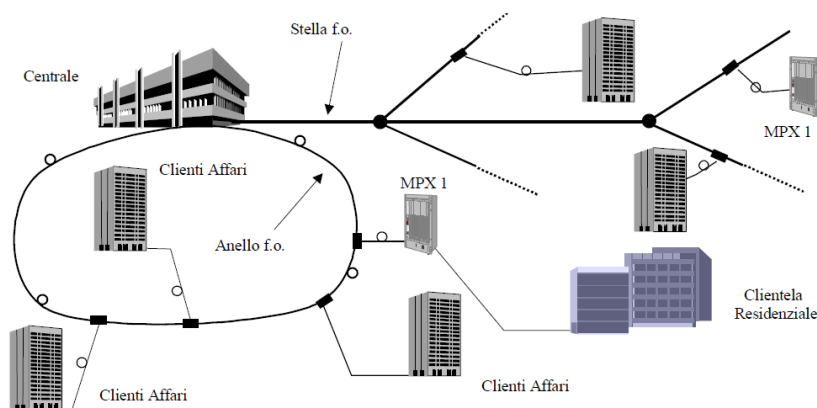
²³ Ad esempio, in termini di ritardi, capacità dei *link* e disponibilità del servizio.

più efficiente delle risorse disponibili. Infatti, è possibile ad esempio specificare la “priorità” dei singoli pacchetti. Inoltre, è possibile offrire flessibilità nella gestione delle connessioni punto-punto (E-line) e multipunto-multipunto (E-LAN).²⁴ Di seguito si descrive l’architettura di fornitura dei circuiti GbE.

I circuiti terminating Ethernet su fibra ottica ai sensi della regolamentazione vigente

87. Con riferimento all’architettura di accesso in fibra ottica di cui alla seguente figura, la catena impiantistica di un circuito *terminating Ethernet* su fibra ottica si compone di: i) apparato di terminazione L2 ubicato presso la sede del cliente finale ad esso dedicato; ii) la tratta di accesso realizzata in fibra ottica dedicata al singolo circuito *terminating* tra la sede del cliente finale e lo Stadio di Linea; iii) lo Stadio di Linea, ossia la centrale locale cui è attestata in fibra ottica la sede del cliente finale; iv) la tratta di trasporto in rete di giunzione che collega lo Stadio di Linea e il PdC (Punto di Consegna) *Ethernet*, presente qualora la sede del PdC *Ethernet* non coincida con la sede dello Stadio di Linea, realizzata in fibra ottica e/o con trasporto attivo su tecnologie trasmissive di nuova generazione; v) il Punto di Consegna *Ethernet* competente per la sede del cliente finale, ossia il nodo cui lo Stadio di Linea del cliente finale afferisce; vi) il kit di consegna *terminating Ethernet* su fibra ottica “dedicato” e specifico per questa tipologia di servizio, attestato al Punto di Consegna *Ethernet* competente per la sede del cliente finale.

Figura I. 7 – Rete di accesso di TIM



88. I circuiti *terminating Ethernet* su fibra ottica sono collegamenti in fibra ottica a capacità dedicata fino a 1 Gbit/s, tra un punto terminale di rete (sede del cliente finale) e un punto di consegna della rete OPM²⁵. Tale punto di consegna coincide o è collegato

²⁴ Con connessioni punto-punto si possono fornire trasmissioni dati simmetriche con prestazioni assicurate in termini di ritardo e perdita di pacchetti. Con connessioni multipunto-multipunto si possono configurare in modo flessibile le interconnessioni tra apparati di rete con la possibilità di realizzare reti virtuali all’interno di una topologia più complessa.

²⁵ *Optical Packet Metro*.

in fibra ottica allo Stadio di Linea (SL) cui è attestata la linea del cliente finale. Per poter accedere al servizio dei circuiti *terminating Ethernet* su fibra ottica l'operatore richiedente deve preventivamente acquisire, nel punto di consegna, un *kit* specifico per la raccolta del traffico dati. Tali servizi sono offerti con capacità sino a 1Gbit/s e possono essere acquisiti, ad oggi, attraverso due profili che si distinguono per la velocità trasmissiva a 10 Mbit/s o maggiore di 10 Mbit/s e fino a 1 Gbit/s.

89. L'offerta di riferimento di TIM raggruppa le centrali locali abilitate alla fornitura del servizio in 3 classi di vendibilità omogenee in base alla presenza di infrastrutture realizzate ai fini NGA utilizzabili per i circuiti *terminating Ethernet* su fibra ottica secondo il seguente schema:

- i) Classe A – Grandi centrali locali con presenza prevalente di rete FTTH GPON;
- ii) Classe B – Grandi centrali locali con buona copertura FTTC ma con presenza scarsa o nulla di rete FTTH GPON;
- iii) Classe C – Centrali locali di medio-piccola dimensione con presenza di rete FTTC e centrali locali di medio-grande dimensione con moderata presenza di rete FTTC.

90. Per ogni circuito *terminating Ethernet* su fibra ottica è configurata una sVLAN²⁶ la cui velocità di picco può arrivare fino a 1Gbit/s secondo la seguente granularità: da 10 Mbit/s a 100 Mbit/s, a passi di 10 Mbit/s, e da 100 Mbit/s a 1 Gbit/s, a passi di 100 Mbit/s. La relativa catena impiantistica si compone di:

- i) apparato di terminazione L2 ubicato nel punto terminale di rete (sede cliente);
- ii) collegamento di accesso, ovvero il collegamento tra il punto terminale di rete e la pertinente centrale locale (Stadio di Linea) di attestazione;
- iii) servizio di trasporto, ovvero il collegamento tra la centrale locale di attestazione del punto terminale di rete ed il punto di consegna (PdC) di TIM di pertinenza. Tale servizio non è necessario in tutti i casi in cui il PdC è ubicato nella stessa sede della centrale di attestazione del collegamento in accesso e nei casi di attestazione del collegamento in accesso ad una centrale locale in *decommissioning (switch-off)*, per la quale il PdC è presente nella corrispondente "centrale di atterraggio" (accorpante);
- iv) il nodo *Ethernet* della rete di TIM competente per la sede del cliente finale;
- v) un *kit* di raccolta.

²⁶ Service VLAN.

91. Ai fini del trattamento del traffico dati, sono previsti 3 livelli di qualità del servizio di trasporto, identificati assegnando al parametro CoS²⁷ i valori 2, 3 e 5. Il circuito *terminating Ethernet* su fibra ottica può trasportare una sVLAN con profilo “MonoCoS” o con profilo “MultiCoS”.

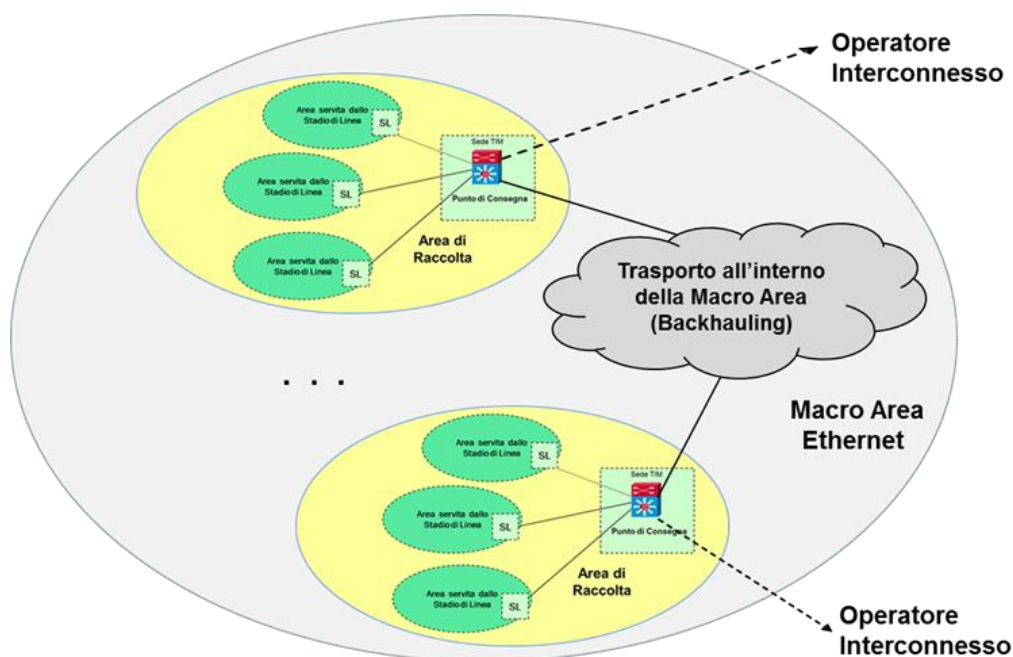
92. Nel caso dei circuiti *terminating Ethernet* su fibra ottica (tecnologia GbE) l’architettura di rete di riferimento è articolata sui seguenti livelli:

- i) Accesso: costituito dalle centrali Stadi di Linea (SL) di attestazione in fibra ottica dei Punti Terminali di Rete, attestate a loro volta ai Punti di Consegna (PdC) di riferimento;
- ii) Aggregazione: costituito dai Punti di Consegna (PdC) della rete *Ethernet* abilitati alla raccolta di tale tipologia di circuiti, che aggregano i circuiti *terminating Ethernet* su fibra ottica provenienti dal livello di Accesso e sono in grado di consegnare tali circuiti alla rete dell’operatore. I PdC sono pertanto i Punti di Interconnessione (PdI) utilizzabili dall’operatore per la raccolta di tale tipologia di circuiti. Ciascun PdI identifica un’Area di Raccolta (AdR), ossia un insieme di Stadi di Linea direttamente attestati ad uno stesso PdI;
- iii) Macro Area: i Punti di Interconnessione (PdI) della rete *Ethernet* sono raggruppati in 30 Macro Aree a livello nazionale. Ciascuna Macro Area costituisce una rete *Ethernet* a sé stante, non è pertanto possibile il trasporto dati a livello *Ethernet* tra apparati appartenenti a due distinte Macro Aree. Per la copertura di tutto il territorio nazionale è quindi necessario prevedere almeno un Punto di Interconnessione per ciascuna Macro Area.

93. Nella figura seguente è rappresentata una Macro Area *Ethernet*. La tratta di accesso tra la sede del cliente finale e lo Stadio di Linea (SL), che è la centrale di afferenza della sede del cliente finale, è realizzata in fibra ottica dedicata al singolo circuito *terminating Ethernet* su fibra ottica. La tratta di trasporto in rete di giunzione tra lo Stadio di Linea (SL) e il PdC, presente qualora la sede del PdC non coincida con la sede dell’SL, è realizzata in fibra ottica e anche questa, allo stato, è dedicata al cliente. Inoltre, un Punto di Consegna è contemporaneamente: i) nodo *parent*, quando l’operatore è interconnesso al PdC dell’Area di Raccolta cui afferisce il cliente finale; ii) nodo *distant*, quando l’operatore è interconnesso a qualunque altro PdC della stessa Macro Area cui appartiene il nodo *parent*. Nel caso di interconnessione ad un nodo *distant*, mediante il servizio di *backhauling* l’operatore può raccogliere i circuiti *terminating Ethernet* su fibra ottica dai nodi *parent* appartenenti alla stessa Macro Area *Ethernet*.

²⁷ Class of Service.

Figura I. 8 – Architettura di raccolta dei circuiti *terminating* Ethernet su fibra ottica



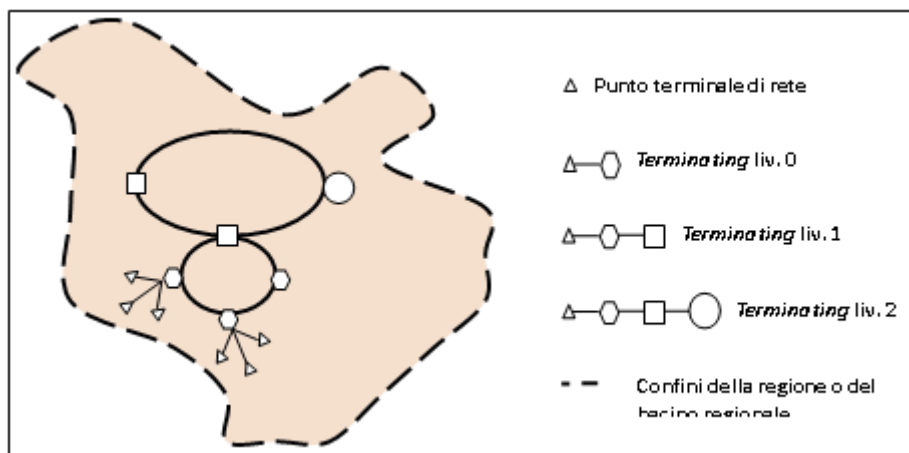
94. La catena impiantistica dei segmenti *terminating* è quindi costituita dagli elementi destinati a collegare un punto terminale di rete con un punto di attestazione presso un nodo della rete dell'operatore che offre il servizio,²⁸ situato all'interno di una regione o di uno dei bacini trasmissivi regionali o di una Macro Area *Ethernet* nel caso dei circuiti *terminating Ethernet* su fibra ottica.

95. In virtù delle considerazioni indicate si può concludere che i segmenti *terminating*, indipendentemente dalla tecnologia utilizzata per fornire la capacità trasmissiva riservata, possono coinvolgere tre livelli gerarchici di rete: il livello 0, relativo alla rete locale di accesso (area di Stadio di Linea), ed i livelli 1 e 2, afferenti alla rete di trasporto di breve e media distanza. La composizione dei vari segmenti *terminating* dipende dal livello di infrastrutturazione raggiunto dall'operatore che acquista il servizio e dall'ubicazione fisica del cliente finale. I segmenti *terminating* possono quindi essere costituiti da elementi della rete di accesso nonché da elementi della rete di trasporto di

²⁸ Ai sensi dell'art. 1, punto v, del Capo Primo del Codice, per punto terminale di rete si intende: "il punto fisico a partire dal quale il contraente ha accesso ad una rete pubblica di comunicazione; in caso di reti in cui abbiano luogo la commutazione o l'instradamento, il punto terminale di rete è definito mediante un indirizzo di rete specifico che può essere correlato ad un numero di contraente o ad un nome di contraente; per il servizio di comunicazioni mobili e personali il punto terminale di rete è costituito dall'antenna fissa cui possono collegarsi via radio le apparecchiature terminali utilizzate dagli utenti del servizio".

breve e media distanza entro i confini di una regione o di un bacino regionale trasmissivo o di una Macro Area *Ethernet*.

Figura I. 9 – Circuiti *terminating* all'interno di una regione o di un bacino trasmissivo regionale



96. I portanti trasmissivi della rete di accesso e della rete di trasporto di breve e media distanza dei segmenti *terminating* sono costituiti da cavi in rame ed in fibra ottica, a seconda della capacità trasmissiva richiesta dal collegamento. I portanti della rete di accesso possono essere costituiti anche da ponti radio²⁹. Le tecnologie generalmente utilizzate per i portanti sono PDH, SDH, *Ethernet* e WDM (*Wavelength Division Multiplexing*).

3.2. Descrizione tecnica dei servizi non regolamentati a capacità dedicata

97. Esistono nel mercato differenti servizi assimilabili ai servizi regolamentati sopra rappresentati, in modo particolare con riferimento ai servizi di *terminating* in fibra ottica. Tra questi, si rappresentano sinteticamente le caratteristiche tecniche di alcuni di essi, in particolare: i) il servizio GEA offerto da TIM su base commerciale nonché nell'ambito degli obblighi di accesso alle infrastrutture finanziate con gli Aiuti di Stato, nelle aree rientranti in quelle coperte dal Piano Italia 1 Giga (*cfr.* delibera n. 74/23/CONS) e ii) i servizi attivi di connessione su fibra dedicata offerti da Open Fiber (OF) nell'ambito degli obblighi di accesso alle infrastrutture finanziate con gli Aiuti di Stato, nelle aree rientranti in quelle coperte dal Piano Italia 1 Giga (*cfr.* delibera n. 420/22/CONS).

98. Per quanto riguarda il servizio GEA offerto da TIM, si tratta di un servizio orientato alla clientela *business* di fascia alta, che consente di fornire ai clienti finali dei

²⁹ Anche se i ponti radio dispongono di una minore capacità trasmissiva e di un minore raggio di copertura rispetto alle infrastrutture di rete fissa, possono presentare vantaggi in termini di realizzazione, in quanto possono essere facilmente impiegati per il collegamento di aree caratterizzate da bassa densità di popolazione ed elevati costi di realizzazione di infrastrutture di rete fissa, legati per esempio alla conformazione territoriale.

collegamenti di accesso dedicati di tipo Punto-Punto in fibra ottica, con velocità simmetrica fino a 1 Gbit/s (“accessi GEA”); gli accessi GEA sono caratterizzati da varie opzioni possibili per il rilegamento di accesso in sede cliente finale, con singola o doppia coppia di fibre ottiche, e possibilità di diversificazione di percorso, inoltre garantiscono una banda dedicata al cliente finale non solo nella tratta di accesso (dalla sede del cliente alla centrale di attestazione), ma anche nella successiva tratta di trasporto verso la rete dell’operatore, tramite la rete a pacchetto di TIM.

99. Il traffico degli accessi GEA è consegnato alla rete dell’operatore sui nodi *feeder* della rete di TIM tramite un apposito *kit* di consegna, collocabile nelle stesse sedi *feeder* o in sedi scelte dall’operatore. Il servizio GEA garantisce una connettività *Ethernet* dedicata, grazie ad una architettura che prevede l’utilizzo di fibra ottica nell’intero percorso tra la sede cliente e la rete *core* di TIM, fino alla consegna del traffico presso il PoP operatore, situato anche in una provincia diversa rispetto alla sede cliente. La connettività di livello 2 è basata su VLAN tra i due *End Point* suddetti, con funzionalità di *tunnelling* denominata “Q-in-Q”, secondo lo standard IEEE 802.1Q, grazie al quale l’operatore può creare e gestire liberamente le proprie “VLAN cliente” (C-VLAN) ed “incapsularle” nelle VLAN di TIM (S-VLAN). Sono disponibili profili con diverse classi di servizio pari a CoS 2/ CoS 3/ CoS 5 e MultiCoS.

100. L’accesso in sede del cliente finale può essere realizzato secondo tre opzioni:

- *Basic*: collegamento alla rete con singola coppia di fibre ottiche;
- *Plus*: collegamento alla rete con due coppie di fibre ottiche, prevede reinstradamento automatico in caso di guasto di una delle due porte; l’operatore può richiedere la diversificazione del percorso di accesso;
- *Ultra*: Impiego di due *switch* L2, ciascuno dei quali accede alla rete TIM attraverso una coppia di fibre ottiche; l’operatore può richiedere la diversificazione del percorso di accesso.

101. Sul *kit* di consegna GEA sono possibili due modalità di consegna del traffico: E-NNI (*External Network to Network Interface*) o UNI (*User Network Interface*). Nel Listino viene presentato anche un servizio di connettività denominato “GEA MEF Evoluto” offerto secondo gli standard qualitativi del consorzio MEF (*Metro Ethernet Forum*), che nel 2013 ha rilasciato al servizio GEA di TIM la certificazione “*Carrier Ethernet 2.0 Certification*”. Si tratta sempre di collegamenti di tipo Punto-Punto, realizzati esclusivamente su rete ottica a pacchetto, con consegna sul *kit* GEA in modalità NNI secondo lo *standard* IEEE 802.1ad. Per tali collegamenti, sono previste diverse bande dedicate in base alla CoS richiesta con varie combinazioni possibili; inoltre, sono anche disponibili profili di servizio multi-CoS i cui valori di banda totale disponibili sono uguali a: 10, 20, 30, 60, 100, 200 o 300 Mbit/s (a richiesta anche oltre), con diverse possibilità di ripartizione della banda tra le CoS 2, CoS 3 e CoS 5.

102. Il servizio attivo di connessione su fibra dedicata offerto da Open Fiber si articola in differenti modalità di fornitura; in tutti i casi, questi servizi sono costruiti attraverso un collegamento dedicato al cliente finale e non condiviso con altri clienti. Tali servizi si suddividono in tre tipologie, servizi BEA (*Business Ethernet Access*) e BEA PAC/PAL (Pubblica Amministrazione Centrale/Pubblica Amministrazione Locale), servizi BTS attiva e servizi BIA (*Business Internet Access*), ciascuno con le relative condizioni economiche e di fornitura (la tabella che segue riporta le caratteristiche principali di tali servizi, *cfr.* tabella a pag. 30 della delibera n. 420/22/CONS).

Tabella I. 3 – Servizi di accesso attivo con fibra ottica dedicata offerti da OF

	Dettagli di servizio	Profilo	oneri accessori UT	Contributo UT	Canone	SLA assurance	SLA provisioning
Accesso Attivo con FO dedicata	BTS attiva	1Gb	278 € per SdF	30.000 € (IRU15 anni)	-	SLA 1: 8 ore (90% dei casi) SLA2: 10 ore (100% dei casi)	30 giorni lavorativi (100% dei casi) se on net, altrimenti SdF
	BEA	100Mbps		360,00 €	125,00 €/mese		
		1Gbps		500,00 €	185,00 €/mese		
		10Gbps		2.000 €	200,00 €/mese		
	BEA + Trasporto	100Mbps		360,00 €	220,00 €/mese		
		1Gbps		500,00 €	400,00 €/mese		
	BEA PAC/PAL	10Gbps	278 € per SdF	2.000 €	1.000 €/mese		
		100Mbps		360,00 €	37,48 €/mese		
		1Gbps		500,00 €	97,48 €/mese		
		10Gbps		2.000 €	112,48 €/mese		
	BEA PAC/PAL + Trasporto	100Mbps		360,00 €	132,48 €/mese		
		1Gbps		500,00 €	312,48 €/mese		
		10Gbps		2.000 €	912,48 €/mese		
	BIA	100Mbps		420,00 €	330,00 €/mese		
		1Gbps		550,00 €	500,00 €/mese		
		10Gbps		2.500 €	2.100 €/mese		

103. Il servizio di accesso BEA è un collegamento di livello 2 dalla sede del cliente finale dell'operatore/sede PAC/PAC alla rete OF, attraverso un circuito *Ethernet* su portante ottica dedicata e trasporto del traffico fino al punto di interconnessione con la rete dell'operatore in un POP OF. In base al POP sul quale l'operatore richiederà il relativo *kit* di consegna, si distinguono a listino i due servizi, BEA senza trasporto (consegna al POP di accesso) e BEA con trasporto (la consegna avviene su un POP diverso da quello di accesso).

104. Il servizio "BTS" attiva prevede il rilegamento di una BTS dell'operatore con installazione di apparati attivi e consegna del traffico relativo al *kit* di consegna. In base al POP sul quale l'operatore richiederà il relativo *kit* di consegna si distinguono a listino i due servizi, BTS attiva senza trasporto (consegna al POP di accesso) e BTS attiva con trasporto (la consegna avviene su un POP diverso da quello di accesso).

105. Infine, il servizio BIA è un servizio di accesso diretto ad *Internet* attraverso una tecnologia in fibra ottica dedicata P2P con banda simmetrica fino a 10 Gbps. Il Servizio prevede la gestione da parte di OF delle funzionalità di Autenticazione/Autorizzazione (Server RADIUS) sulla rete, comprese le attività tecniche necessarie a consentire al cliente l'accesso ad *Internet*, ivi inclusi l'assegnazione di indirizzi IP di proprietà di OF.

4. Gli effetti della regolamentazione dei servizi a capacità dedicata

106. Nel mercato dei servizi di accesso all'ingrosso a capacità dedicata in postazione fissa sono presenti, lato domanda, operatori di rete fissa, di rete mobile e Internet Service Provider, che necessitano di acquistare capacità trasmissiva come input per la fornitura di servizi a clienti finali, altri operatori del settore o per completare la propria rete.

107. I servizi a capacità dedicata sono richiesti principalmente per due finalità:

- a) per la fornitura del servizio di linee affittate ai clienti finali (cosiddetta capacità dedicata *Wholesale per Retail* – WpR). Questi ultimi sono, in genere, aziende di dimensioni medio-grandi che necessitano di servizi di comunicazione di elevata qualità. La rilevanza del mercato dei servizi a capacità dedicata è supportata dalla molteplicità di servizi a valore aggiunto (es. VPN, servizi di sicurezza avanzati, servizi collaborativi, *cloud*, *Software as a services*)³⁰ richiesti da organizzazioni *business* generalmente medio grandi in aggiunta ai servizi di accesso ad Internet e voce tradizionali;
- b) come un generico input, che gli operatori alternativi possono utilizzare per la fornitura di qualunque servizio di capacità trasmissiva all'ingrosso e/o al dettaglio (cosiddetta capacità dedicata *Wholesale Input Generico* – WIG). L'*input* generico a cui si fa riferimento è quello in ogni caso utilizzato per la fornitura del rilegamento della sede d'utente intesa come clientela *business*/uffici, *data centers* privati se non co-locati in centrali di operatori, più in generale unità locali, scuole, ospedali ecc., che utilizzano un prodotto di connettività ad alta qualità.

108. Dalle informazioni acquisite dagli operatori circa i volumi di servizi per il rilegamento delle sedi d'utente, si rileva che l'evoluzione verso le tecnologie *Ethernet* su fibra risulta ormai in una fase avanzata, con un'accelerazione avvenuta a partire dal 2017. La tabella di seguito riportata aggiorna la tabella 2 della delibera n. 333/20/CONS per il triennio 2019-2021, con i dati relativi ai volumi venduti per WpR e WIG.

³⁰https://www.berec.europa.eu/system/files/2022-12/BoR%20%2822%29%20184%20External%20Study%20on%20Communication%20Services%20for%20Businesses%20in%20Europe%20Status%20Quo%20and%20Future%20Trends_0.pdf

Tabella I. 4 – Volumi venduti dei servizi WpR e WIG

Volumi venduti (migliaia)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
SDH >34 Mbit/s	6.888	7.627	8.201	8.651	8.707	9.230	14.251	14.409	17.128
Ethernet su fibra	242	366	1.602	5.564	26.213	35.181	45.827	50.988	65.652
Totale	7.130	7.993	9.803	14.215	34.920	44.411	60.078	65.397	82.780

Fonte: elaborazioni dell'Autorità su dati forniti dagli operatori

109. Si osserva che a fine 2021 i circuiti *Ethernet* su fibra risultano l'80% circa del mercato rilevante attuale.

110. Con riferimento alle condizioni di offerta dei servizi a capacità dedicata per il rilegamento delle sedi d'utente, si fornisce l'andamento dei volumi venduti in via disaggregata nei due segmenti di mercato *retail (WpR)* e *wholesale (WIG)* oggetto di analisi per il triennio 2019-2021.

Tabella I. 5 – Confronto volumi WpR e WIG

	WpR		WIG	
	SDH > 34 Mbit/s	Ethernet su fibra	SDH > 34 Mbit/s	Ethernet su fibra
2019	9.571	32.467	4.680	13.360
2020	9.327	34.269	5.082	16.719
2021	11.260	44.905	5.868	20.747

Fonte: elaborazioni dell'Autorità su dati forniti dagli operatori