

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

*Impatto economico delle infrastrutture di rete a Banda Larga
ed Ultra Larga*



Relatore:

Prof.ssa *Laura Abrardi*

Candidato:

Pasquale Chianese

Luglio 2023

INDICE

Introduzione	5
Capitolo I	9
Reti di telecomunicazione: la banda larga e la banda ultra-larga	9
1.1. DSL	10
1.2. Fibra Ottica	11
1.3. Wireless	13
1.4. Poweline	13
1.5. Evoluzione tecnologica: la banda ultra-larga	14
1.6. Il mercato della banda larga e ultra-larga in Italia	15
Capitolo II	19
Impatti macroeconomici dell'adozione di infrastrutture di rete a banda larga e ultra-larga	19
2.1. Impatto della banda larga e ultra-larga sul Prodotto Interno Lordo	19
2.2. Impatto della banda larga e ultra-larga sul mercato del lavoro	23
Capitolo III	28
Impatti microeconomici dell'adozione di infrastrutture di rete a banda larga e ultra-larga	28
3.1. Impatto della banda larga e ultra-larga sulle imprese	28
3.2. Esternalità generate dalla banda larga e ultra-larga	31
Capitolo IV	33
La banda larga e ultra-larga sul territorio italiano	33
4.1. Il contesto territoriale italiano	33
4.1.1 Il Divario Digitale in Italia	34
4.1.2. Diffusione delle infrastrutture a banda ultra-larga	37
4.2. Piano Nazionale Banda Ultra larga	39
4.2.1. Clusterizzazione del territorio	39
4.2.2. Modelli di intervento pubblico	43
4.2.3. Evoluzione del PNBUL: "Verso la Gigabit Society"	44
4.3. Il contesto Europeo	48

4.3.1 Agenda Digitale Europea	49
4.3.2. Confronto Europeo tramite alcuni indicatori.....	52
Conclusioni	65
Bibliografia	67
Sitografia	69
Indice delle figure	70
Indice delle tabelle	72

Introduzione

Il seguente elaborato di tesi si pone come obiettivo di analizzare ed evidenziare l'esistenza di possibili relazioni causali tra lo sviluppo della banda larga e ultra-larga e la crescita economica.

Tale relazione sarà investigata esaminando sia gli effetti generati a livello macroeconomico sia a livello microeconomico, concentrandosi, ad esempio, sull'influenza che le tecnologie hanno su fattori quali Prodotto Interno Lordo, tasso di occupazione a livello locale o sulla creazione di nuove imprese nei contesti di riferimento. Sono presenti, infatti, molteplici ricerche accademiche in grado di evidenziare che le modalità e le scelte con le quali i paesi adottano strumenti a supporto di tecnologie di rete maggiormente efficienti ed innovative hanno effetti significativi sull'economia.

Risulta lampante che la diffusione delle infrastrutture che supportano connessioni di rete a banda larga e ultra-larga costituisce un fondamentale elemento strategico per lo sviluppo dei paesi. Ed è proprio in quest'ottica, che una crescente attenzione è rivolta al tema degli investimenti legati a nuove soluzioni per l'effettiva realizzazione di tali infrastrutture, con l'obiettivo di rendere questa tecnologia sempre più accessibile a cittadini ed organizzazioni.

Viviamo in un'epoca in cui le cosiddette Information & Communication Technologies (ICT)¹ si configurano sempre più come tecnologie “general purpose²”, ponendosi come strumento a supporto della vita quotidiana di tutto l'ambiente economico. Per questo motivo è di vitale importanza accogliere e attuare l'agevolazione della transizione dalle tecnologie tradizionali a quelle a banda larga e ultra-larga.

La diffusione delle metodologie di smart working, della videocomunicazione e dell'e-health³ sono solamente alcuni esempi del vantaggio strategico che lo sviluppo di queste tecnologie può avere negli anni avvenire.

Infatti, adottare infrastrutture a supporto di queste tecnologie più all'avanguardia consente di avere vantaggi non solo per quel che riguarda una maggiore velocità di trasferimento dei dati, ma anche nel rendere gli strumenti più sicuri e meno soggetti a guasti, traducendo il tutto in una maggiore efficienza complessiva dei processi che ruotano intorno all'infrastruttura stessa, contribuendo ad apportare

¹ Tecnologie riguardanti i sistemi integrati di telecomunicazione che permettono agli utenti di creare, immagazzinare e scambiare informazioni.

² Tecnologie caratterizzate dal potenziale di utilizzo pervasivo in un'ampia gamma di settori e dal loro dinamismo.

³ Complesso delle risorse, soluzioni e tecnologie informatiche di rete applicate alla salute ed alla sanità.

ulteriore valore ai dati, elementi sempre di più centrali nei core business dei colossi globali.

L'attenzione verso tale transizione tecnologica è certificata sia dalla moltitudine di iniziative nazionali, che dalle varie iniziative comunitarie riguardanti i processi di digitalizzazione.

Tra i pilastri della strategia comunitaria "Europa 2020", volta a favorire la crescita sostenibile e la creazione di occupazione, è compresa l'Agenda Digitale Europea. La prima pubblicazione, relativa al decennio 2010-2020, ha dato il via ad una serie di strategie mirate a massimizzare il potenziale di crescita dell'economia digitale promuovendo le competenze digitali, modernizzando i servizi pubblici e la digitalizzazione delle industrie.

La seconda Agenda Digitale Europea, in continuità a quella del decennio precedentemente, si è concentrata sui profondi cambiamenti introdotti dalle tecnologie digitali sul ruolo dei servizi e dei mercati, portando il focus anche sulla sicurezza che tali tecnologie devono garantire.

Le *milestones* che l'Agenda si propone di conseguire entro il 2030 sono principalmente quattro⁴ e riguardano:

- *Competenze*: almeno l'80% degli adulti in possesso di competenze digitali di base, ossia in grado di utilizzare con dimestichezza e spirito critico le tecnologie dell'informazione per il lavoro, il tempo libero e la comunicazione;
- *Imprese*: rendere almeno il 75% delle imprese in grado di fruire di servizi digitali come il *cloud computing*, i *big data* e i servizi di intelligenza artificiale, oltre che raddoppiare il numero di imprese unicorno⁵;
- *Infrastrutture*: tutte le case europee devono essere coperte da reti Gigabit⁶ e tutte le aree residenziali devono essere coperte dal 5G;
- *Servizi Pubblici*: rendere fruibili a cittadini ed imprese i principali servizi pubblici in modalità telematica, in particolare la sanità.

Per poter realizzare la *vision* europea è dunque chiara la necessità di alimentare ed investire sullo sviluppo di infrastrutture all'avanguardia, con l'obiettivo di rendere questi strumenti sempre più abordabili, efficienti, sicuri ed affidabili.

⁴ Fonte: Note tematiche sull'Unione europea, Parlamento Europeo.

⁵ Termine coniato per indicare una startup non quotata in borsa con valutazione di oltre un miliardo di dollari.

⁶ Reti che garantiscono prestazioni da 1 Gigabit/secondo in downstream.

In quest'ottica si è mosso anche il Governo italiano che, attraverso varie iniziative strategiche, come il Piano Nazionale per la Banda Ultra Larga (PNBUL) o il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), mira ad intraprendere investimenti in grado di modernizzare ed espandere le infrastrutture a supporto della rete sul territorio.

In particolare, il PNRR, approvato nell'aprile 2021, ha destinato circa il 21% delle risorse totali (40.29 miliardi di euro) verso la transizione digitale, e di questi è circa sette miliardi di euro la quota destinata a sostenere progetti che coinvolgono la banda ultra-larga⁷, certificandone l'importanza strategica in ottica di competitività futura.

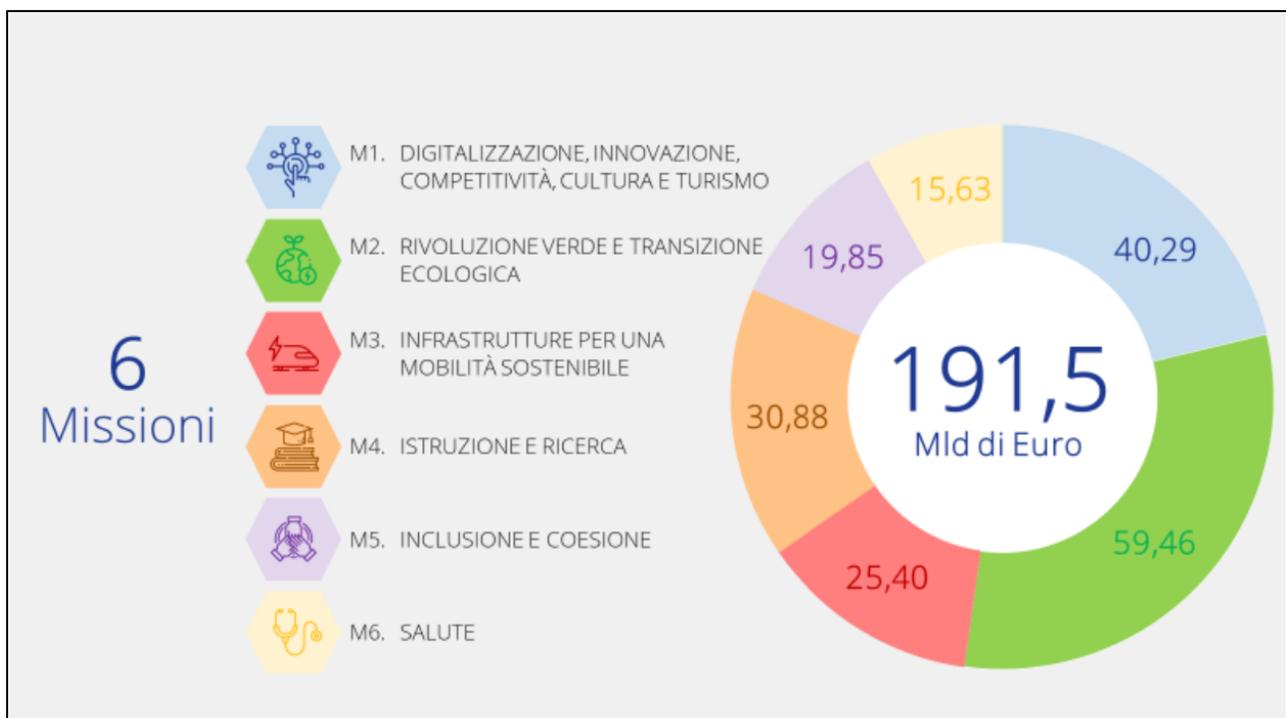


Figura 1: Allocazione delle risorse RRF divise per missioni (Fonte: Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, Governo italiano)

Con queste premesse, allo scopo di potersi addentrare nel mondo delle tecnologie digitali della telecomunicazione, verranno descritte, nel primo capitolo dell'elaborato, le principali caratteristiche delle tecnologie di rete, le varie modalità di erogazione della banda larga e ultra- larga, e verrà fornita una panoramica del mercato sul territorio italiano.

⁷ Fonte: Strategia Italiana per la Banda Ultralarga - "Verso la Gigabit Society"

Proseguendo, nel secondo capitolo, verranno analizzati e descritti dataset esistenti a livello europeo e mondiale. Tale descrizione avverrà attraverso evidenze di diversi articoli provenienti dal mondo accademico il cui obiettivo è stato quello di identificare i possibili legami macroeconomici con la presenza di connessioni veloci o ultraveloci. In primis la correlazione con il Prodotto Interno Lordo e ancora, i benefici che queste tecnologie possono avere sul mercato del lavoro, in termini di produttività e livello di occupazione.

Il terzo capitolo, in analogia con il secondo, presenterà evidenze scientifiche focalizzandosi questa volta sugli impatti microeconomici delle reti a banda larga e ultra-larga. In particolare, si dimostrerà che il driver decisionale delle dinamiche di posizionamento territoriale delle imprese è proprio l'accessibilità più o meno estesa di connessioni Internet avanzate.

Inoltre, saranno presentate evidenze su ulteriori impatti che la banda larga e ultra-larga può avere sull'economia, in settori apparentemente non condizionati dalla dipendenza di infrastrutture di rete innovative.

L'ultimo capitolo, infine, presenterà il dettaglio sulla situazione italiana, analizzando lo stato attuale delle infrastrutture di rete e lo stato di diffusione sulla penisola, verranno presentate le attuali strategie ed i piani di diffusione della banda larga oltre che fornire un confronto con le più importanti realtà europee attraverso l'analisi di report ed indicatori pubblicati dalla Commissione Europea, evidenziando gli aspetti di maggiore potenzialità e vulnerabilità del nostro paese.

Per l'appunto, è evidente che le nuove tecnologie di rete possano imporsi come spina dorsale dell'intero sistema economico e sociale, basta pensare a tutte le iniziative governative che i paesi del mondo stanno cercando di attuare nell'ultimo decennio, ponendo la banda larga e ultra-larga come importante risorsa per lo sviluppo della competitività futura della nazione e la base per misurare la capacità di rimanere annoverate tra le nazioni più avanzate del Pianeta.

Capitolo I

Reti di telecomunicazione: la banda larga e la banda ultra-larga

Una rete di telecomunicazioni è un insieme di dispositivi e dei loro collegamenti (fisici o logici) che consentono la trasmissione e la ricezione di informazioni di qualsiasi tipo tra due o più utenti situati in posizioni geograficamente distinte, effettuandone il trasferimento attraverso cavi, sistemi radio o altri sistemi elettromagnetici o ottici.⁸

Il funzionamento di una rete di telecomunicazioni prevede, come da definizione, di consentire lo scambio di informazioni tra due utenti finali posizionati in zone geograficamente diverse dello spazio. Lo scambio è ottenuto convertendo l'informazione in un segnale e, successivamente, utilizzando le risorse della rete, trasportando questo segnale da un utente all'altro.

Le due funzioni base sono:

- La funzione di accesso alla rete, che a sua volta individua la parte di rete denominata rete di accesso;
- La funzione di trasporto all'interno della rete, che a sua volta individua la parte di rete denominata rete di trasporto o rete centrale.

La funzione di accesso consiste nell'interazione diretta tra l'utente finale e il primo elemento della rete, costituendo così un nodo terminale o, più semplicemente, un terminale; la conversione dell'informazione in segnale, solitamente effettuata dal terminale; e la trasmissione di questo segnale alla funzione di trasporto.

La funzione di trasporto è realizzata attraverso uno specifico metodo di trasmissione, che include l'instradamento dei segnali tra i nodi interni della rete e il mantenimento dell'integrità del contenuto informativo rilevante lungo l'intero percorso, in modo da raggiungere il terminale di destinazione, utilizzato per restituire informazioni all'utente finale tramite la funzione di login.

Ad oggi è possibile parlare di *Next Generation Network* (NGN), ossia una rete di telecomunicazioni integrata, in grado di supportare non solo la telecomunicazione ma molteplici tipologie di servizio.

⁸ Definizione secondo la raccomandazione ITU-T I.112

Tale integrazione tenta di accorciare la distanza esistente tra reti fisse e mobili.

Lo sviluppo di tale paradigma di rete dovrà armonizzare l'evoluzione tecnologica con un adeguato processo di standardizzazione e d'introduzione di norme e strategie a livello delle singole nazioni, in modo coordinato, in ambito europeo.

Per quel che concerne le reti di telecomunicazioni, l'interesse è particolarmente rilevante per quanto riguarda la connessione Internet. In quest'ottica è possibile definire con il termine "banda larga" (o *broadband* in inglese) una connessione che garantisce funzione di accesso a velocità superiori ai 56 Kbit/sec, riferimento di prestazione dei modem analogici.

Le modalità con le quali la banda larga viene trasmessa sono molteplici e comprendono:

- Tecnologie Digital Subscriber Line (DSL), di cui la più nota *Asymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL);
- Tecnologie in fibra ottica, nelle sue declinazioni *Fiber To The Home* (FTTH) oppure *Fiber To The Cabinet* (FTTC);
- Tecnologie Wireless, come HiperLAN, Wi-max, connessioni satellitari o reti mobili;
- Tecnologie Broadband over Power Line (BPL).

Verranno illustrate di seguito tali modalità:

1.1. DSL

Nel campo delle telecomunicazioni è sigla di "*Digital Subscriber Line*" ed indica una famiglia di tecnologie, anche dette xDSL, che consentono la trasmissione digitale di dati attraverso il cavo telefonico.

La banda del canale in accesso e in trasmissione (downlink e uplink) è compresa fra qualche decina di Kbit/secondo e parecchie decine di Mbit/secondo. La banda può caratterizzarsi come simmetrica o asimmetrica a seconda che a essa sia associata la medesima velocità di trasmissione in uplink e downlink.⁹

Va precisato però che, in una trasmissione DSL, la banda in uplink è sempre inferiore a quella in downlink. Tra le tecnologie appartenenti alla famiglia DSL, le più importanti sono: *l'Asymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL), la *Very High Bitrate Digital Subscriber Line* (VDSL) e la *Wireless Digital Subscriber Line* (WDSL).

⁹ Definizione di DSL, Enciclopedia Treccani

La più conosciuta e diffusa delle tipologie è sicuramente l'ADSL, sigla di Asymmetric Digital Subscriber Line, che deve il suo nome all'asimmetria della massima capacità di canale raggiungibile nei due versi di trasmissione: dall'utente alla rete e dalla rete all'utente.

In effetti, l'utilizzo dei moderni servizi di telecomunicazioni (Internet, distribuzione di video digitale ecc. prevede generalmente che la mole di informazioni prelevate dalla rete dall'utente sia notevolmente superiore di quella che egli stesso restituisce in rete.

Sul corto raggio la tecnologia ADSL consente di ottenere, sulla canonica rete di distribuzione in rame (doppino telefonico), una velocità massima di alcune decine di Mbit/s nella direzione che dalla rete va verso l'utente (downlink) e di alcuni Mbit/s nella direzione opposta (uplink).

La velocità di trasmissione, tuttavia, diminuisce rapidamente con la distanza poiché sullo stesso mezzo di trasmissione è inviato anche il tradizionale segnale telefonico, è dunque necessario una separazione dei segnali.

1.2. Fibra Ottica

L'importante evoluzione nel campo delle telecomunicazioni è appunto la fibra ottica, un materiale costituito da filamenti vetrosi o polimerici che, rispetto alle tradizionali tecnologie DSL in cui il trasferimento avveniva mediante impulsi elettrici, consente il trasferimento attraverso segnali luminosi, raggiungendo velocità di trasmissione di gran lunga superiori (dai 100 Mbit/sec fino a 1Gbit/sec).

L'investimento necessario alla transizione verso tale tecnologia è tuttavia oneroso, in quanto richiede una parziale, o in certi casi totale, sostituzione dell'infrastruttura di distribuzione della rete. Questo aspetto è particolarmente critico per il Belpaese in quanto la morfologia stessa del territorio rende le tempistiche e gli investimenti necessari a tale transizione ancora più gravosi.

Da un punto di vista tecnico la trasmissione tramite fibra ottica si differenzia rispetto alla tradizionale tecnologia ADSL in quanto le velocità di accesso e trasporto risultano simmetriche, consentono un trasferimento di dati maggiore ed essa è meno sensibile rispetto interferenze di natura esterna, come sbalzi termici o di natura elettromagnetica.

Esistono tre differenti tipi di connessione in fibra ottica:

- 1) *Fiber To The Cabinet* (FTTC): con velocità attualmente fino a cento Mbit/secondo, utilizza i cavi in rame per portare il segnale dall'armadio di ripartizione della linea al palazzo e infine all'abitazione.
- 2) *Fiber To The Building* (FTTB): con velocità da cento Mbit/secondo a 1 Gbit/secondo, utilizza il rame solo per l'ultimo tratto di congiunzione tra palazzo e abitazione.
- 3) *Fiber To The Home* (FTTH): con velocità che possono raggiungere, al momento, 1 Gbit/secondo. È la connessione che garantisce prestazioni più elevate grazie al fatto che la rete, dalla centrale all'abitazione, è realizzata mediante l'utilizzo di cavi in fibra ottica, in grado di evitare i consueti "colli di bottiglia" che caratterizzano i segnali tipici dei doppini in rame.

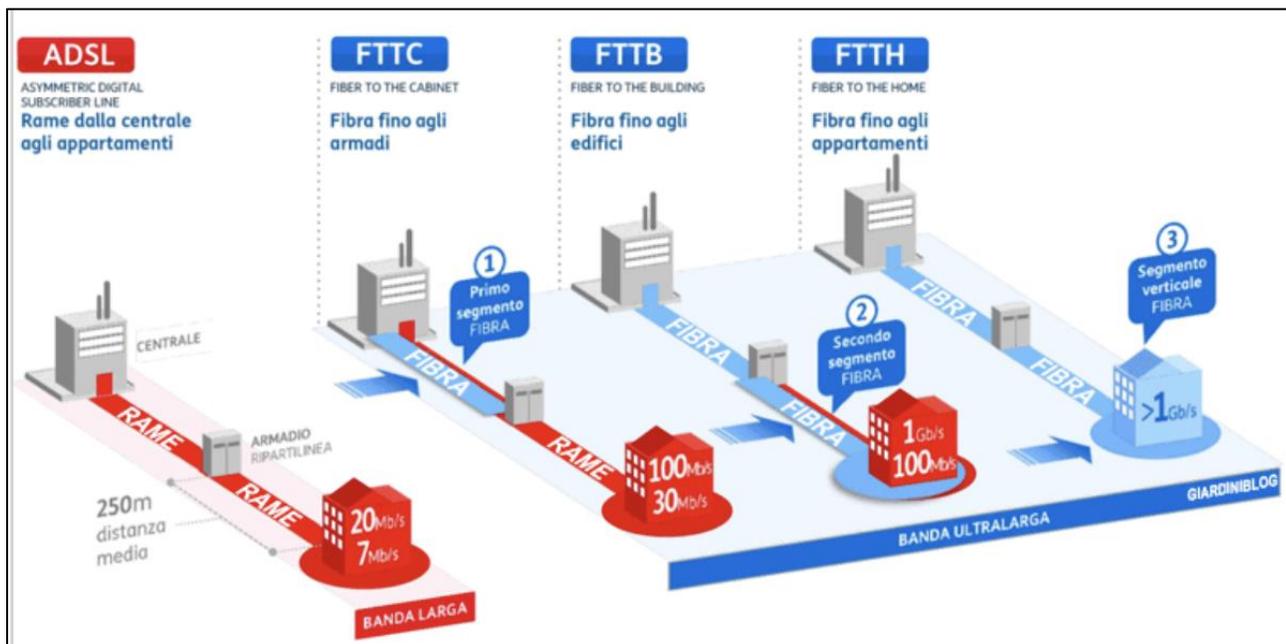


Figura 2: Differenza tra DSL e Fibra Ottica (Fonte: TIM Notebook 2018)

1.3. Wireless

La banda larga wireless è caratterizzata dalla possibilità di accedere ad Internet senza l'utilizzo di cavi, ma attraverso un collegamento nell'etere tra l'utente e la struttura provider del servizio. Generalmente la comunicazione wireless si propaga attraverso onde radio a bassa potenza e garantisce connessioni in banda larga laddove la rete fissa ha maggiori difficoltà di implementazioni.

Le velocità che questo tipo di connessione garantisce dipendono dagli standard utilizzati, ma le costanti innovazioni tecnologiche a cui sono soggette hanno portato le prestazioni a competere con quelle delle comuni reti cablate. Dettagliatamente, le velocità si attestano tra i 2Mbit/secondo sino ai 600Mbit/secondo, valori di riferimento che, tuttavia, patiscono comunemente problemi di interferenze radio, rendendo tali standard di prestazione effettivamente più bassi.

1.4. Powerline

I sistemi di comunicazione che utilizzano tecnologie di tipo "powerline" operano in maniera da affiancare al comune impianto elettrico un segnale portante modulato come mezzo per la trasmissione di voce e/o dati. In questo modo è possibile quindi creare una LAN (*Local Area Network*) domestica a cui connettere i dispositivi di rete. Le prestazioni di questa tecnologia sono quindi legate alla frequenza di trasmissione e pertanto risultano spesso vincolate sia alle specifiche tecniche degli impianti elettrici, non progettati per trasmettere ad alte frequenze, sia alle normative statali, che richiedono l'utilizzo di bande non licenziate con frequenze molto basse.

I principali vantaggi di questa tecnologia sono legati alla possibilità di creare una LAN anche in assenza di un impianto cablato, andando quindi a porsi come valida alternativa laddove, per motivi amministrativi o morfologici, risulta difficile sviluppare infrastrutture per tecnologie tipo ADSL e/o fibra ottica.

Dall'altro lato, la tecnologia è suscettibile a fenomeni di interferenza, rendendola svantaggiosa a livello prestazionale, in quanto la velocità e l'affidabilità stessa della connessione ne risentono particolarmente.

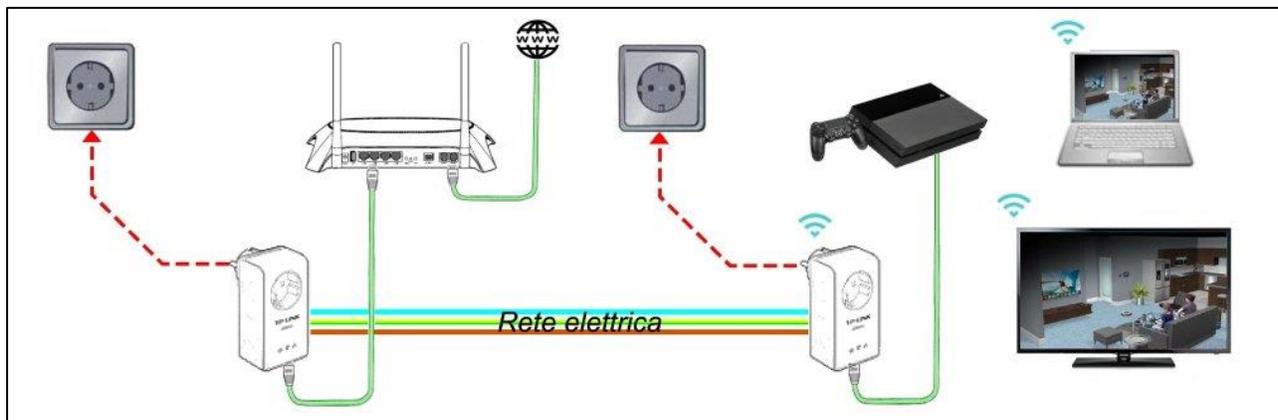


Figura 3: Funzionamento rete di connessione BPL Powerline

1.5. Evoluzione tecnologica: la banda ultra-larga

Con il termine banda ultra-larga (*ultra-fast broadband*) si identifica una famiglia di connessioni che garantiscono standard di prestazioni di almeno 100Mbit/secondo, rendendo queste connessioni le più vantaggiose sia in termini di efficacia sia di efficienza.

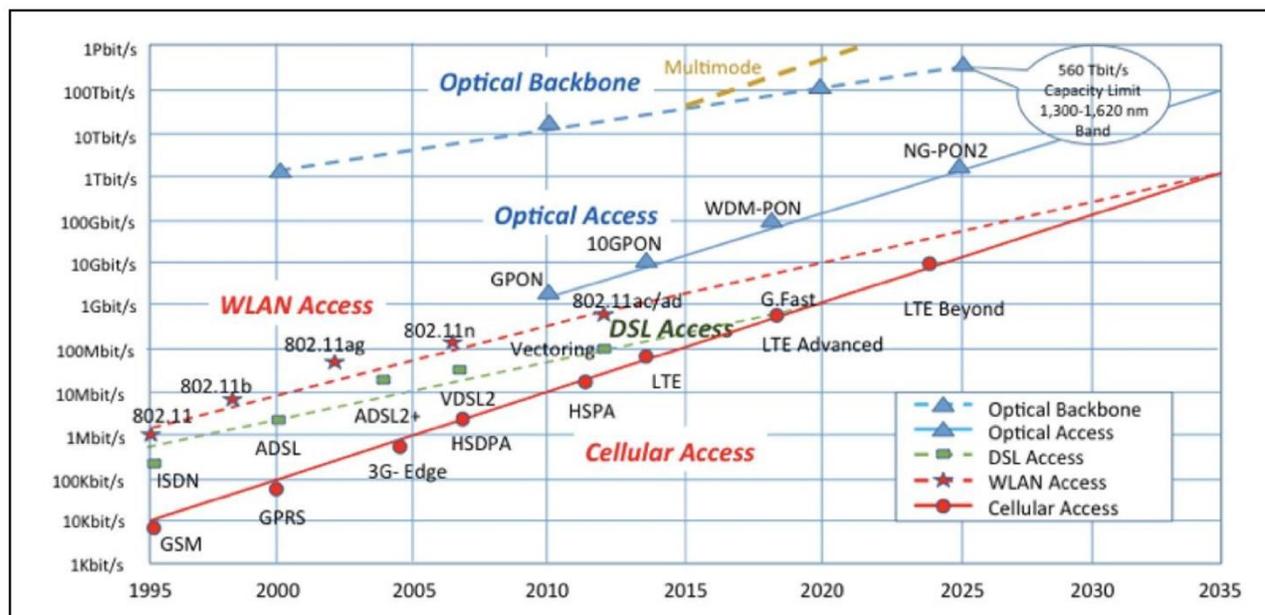


Figura 4: Evoluzione delle tecnologie wireless (Fonte: M. Dècina, 2014, elaborazioni su dati dei Bell Labs, G. Fettweis, and others, 2013)

Ad oggi, l'unica infrastruttura in grado di garantire questi standard di prestazione è la fibra ottica, ed è proprio per questo motivo che è nata l'esigenza di definire ed attuare un piano strategico nazionale e comunitario.

Il piano redatto dal Ministero per l'innovazione tecnologia e digitale, sotto la denominazione “Strategia Italiana per la Banda Ultra larga – Verso la Gigabit Society”, aggiornato nel maggio 2021, ha evidenziato che solo il 55% delle famiglie è coperto da una rete con velocità che rientra nella definizione standard di banda ultra-larga, e si pone come obiettivo di coprire totalmente il territorio entro il 2026.

La doppia priorità nei prossimi anni sarà dunque quella di creare infrastrutture digitali adatte e, parallelamente, stimolare la domanda di servizio attraverso la creazione di servizi che rendano appetibile e vantaggioso la sottoscrizione ad abbonamenti all'*ultrabroadband*.

1.6. Il mercato della banda larga e ultra-larga in Italia

In questo paragrafo verrà illustrata la situazione competitiva del mercato della banda larga e ultra-larga in Italia, identificando i “*player*” più importanti e la direzione verso la quale ci si sta proiettando. La varietà e delle tecnologie rende i segmenti del mercato molteplici ma, in ognuno di questi, le evidenze parlando di quattro importanti service provider del mercato delle telecomunicazioni di rete – TIM, Vodafone, WindTre e Fastweb – che caratterizzano tale mercato come un oligopolio.

Per quel che concerne lo stato di diffusione lungo la Penisola, il Governo italiano ritiene che sia necessario accelerare la costituzione di un'infrastruttura digitale nazionale per garantire al nostro Paese il raggiungimento dell'obiettivo europeo di una società digitale pienamente inclusiva.

Il percorso è stato delineato dalla Commissione Europea che ha anche recentemente alzato la soglia obiettivo per la copertura dell'intera popolazione con le nuove tecnologie di telecomunicazione¹⁰.

Nello specifico l'Italia presenta un tasso di copertura differente se consideriamo le reti fisse e quelle mobili.

In particolare, la copertura a banda larga fissa, come riferiscono i dati pubblicati nel 2022 dall'Osservatorio AGCOM¹¹, le famiglie italiane che hanno accesso a connessioni a banda larga fissa con velocità pari o superiore a 30 Mbit/secondo sono l'82.5%, mentre risulta notevolmente inferiore il tasso di copertura per le velocità pari o superiori ai 100 Mbit/secondo, attestato sul 54.2%.

La copertura in fibra ottica tuttavia mostra dati incoraggianti, nel settembre 2022, il 76.9% delle

¹⁰ Fonte: Ministero delle imprese e del Made in Italy

¹¹ Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni

famiglie possedeva una copertura di rete in fibra ottica, segnalando una diminuzione degli accessi tramite doppini in rame (-6.2%) in favore di accessi FTTC (+1.8%) e FTTH (+4.1%) in riferimento ai dati della pubblicazione dell'anno precedente.

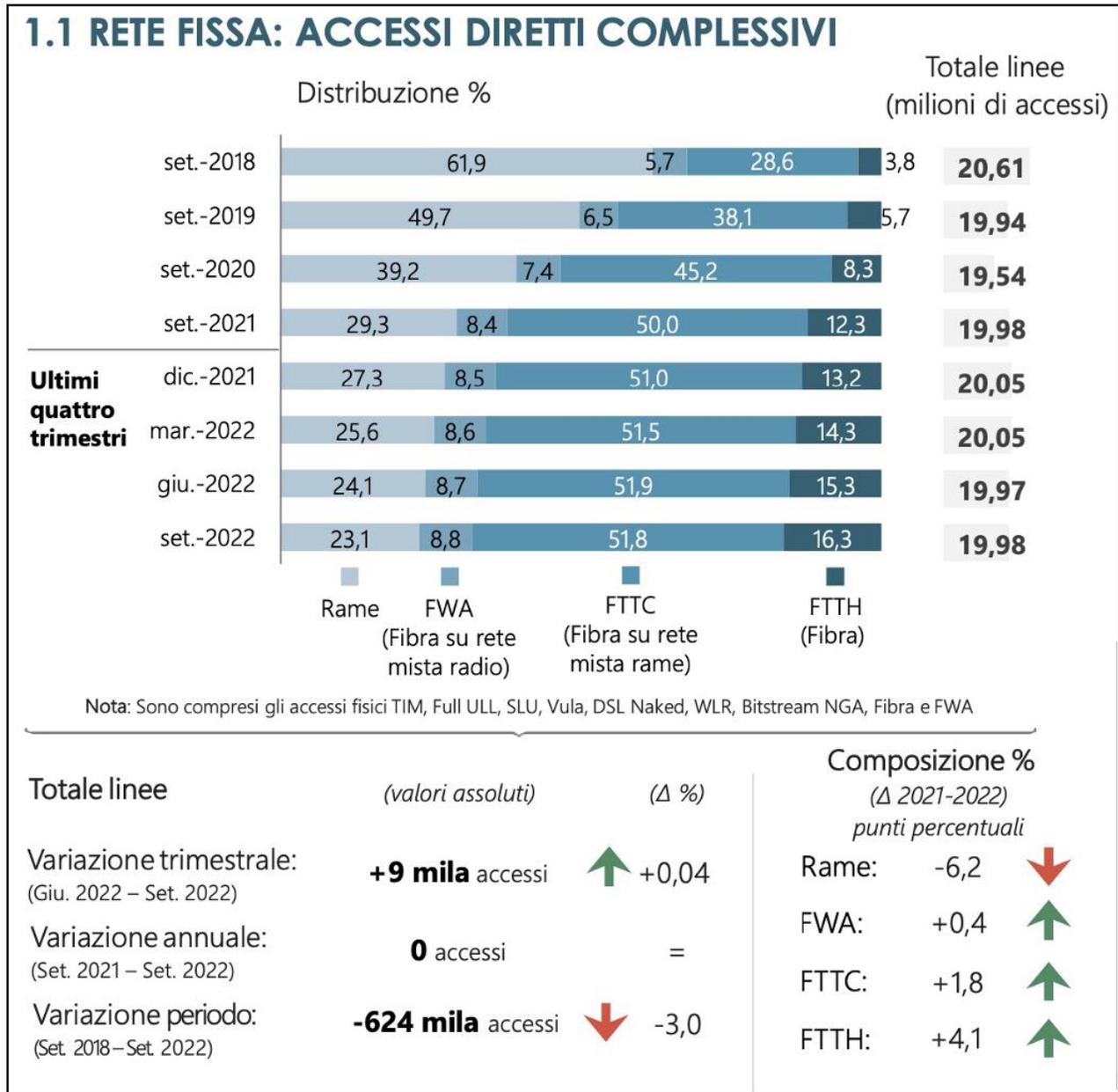


Figura 5: Accessi diretti alla rete fissa (Fonte: Osservatorio sulle telecomunicazioni N.4/2022)

Lo spaccato pubblicato nell'ultimo Osservatorio sulle Comunicazioni pubblicato da AGCOM riferisce anche che la quota di mercato maggiore, relativa agli accessi da rete fissa broadband ed ultrabroadband, appartiene a TIM (40.6%) seguita da Vodafone, Fastweb e WindTre i cui valori oscillano tra il 14% e il 17%.

È importante notare però che, nell'ultimo anno, seppure in misura ridotta, la concentrazione di mercato sembrerebbe in diminuzione, con l'arrivo di nuovi service provider competitivi come Sky Italia, che ha registrato un aumento annuale (+1.4%) della sua quota, mentre il leader di mercato, TIM, ha però perso circa 1.7 punti percentuali insieme a Fastweb (-0.4%). In crescita invece le quote dei provider Vodafone e WindTre (+0.3%).

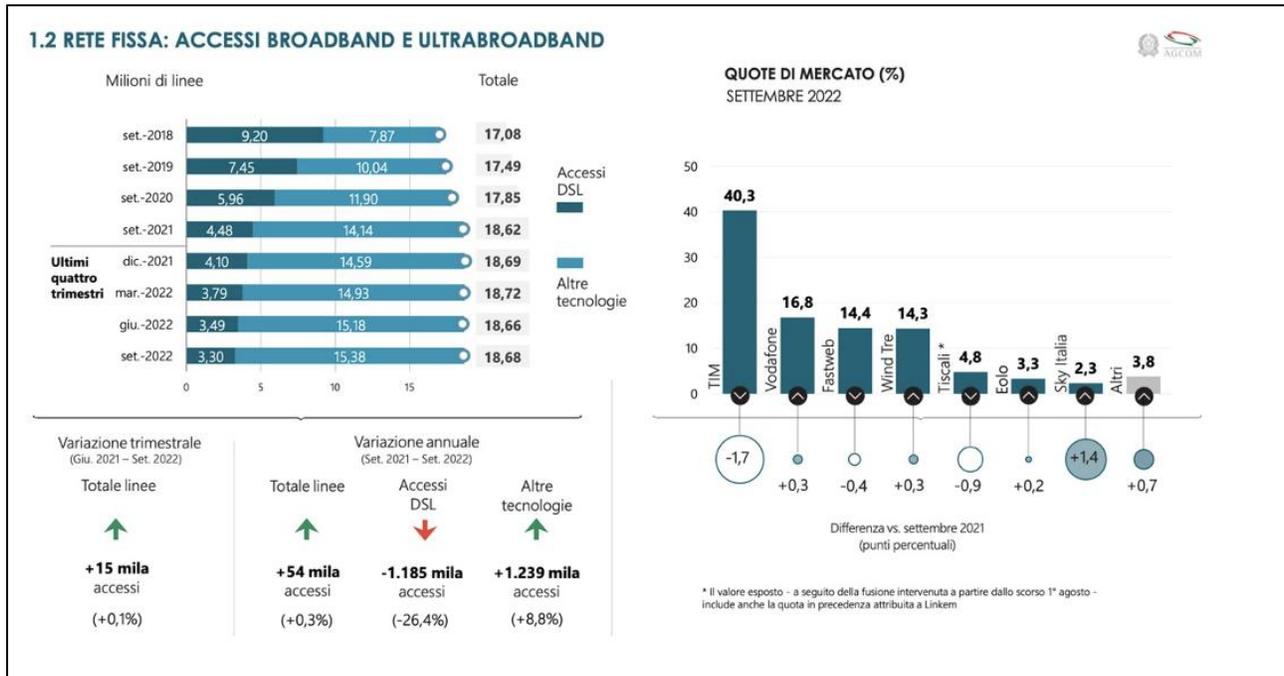


Figura 6: Accessi banda larga ed ultra-larga (Fonte: Osservatorio sulle telecomunicazioni N.4/2022)

Nonostante ci siano evidenze incoraggianti per quanto riguarda la copertura sul territorio nazionale, gli ultimi dati del Digital Agenda Scoreboard sottolineano come l'Italia continui a presentare un costante ritardo in termini di copertura delle abitazioni tramite tecnologie FTTP e FTTH, rispetto la media dei paesi comunitari.¹²

Il grafico sottostante riporta un confronto relativi allo stato di copertura, espresso in termini di percentuale di abitazioni coperte da connessioni a fibra ottica (FTTP). Tra l'Italia e la media Europea il *gap* è rimasto sostanzialmente costante negli ultimi 5 anni, con un divario che però, tra il 2020 ed il 2021, si è notevolmente ridotto.

Indicazione di come la Pandemia abbia sottolineato l'esigenza di intervento per quello che riguarda le iniziative volte alla diffusione e allo sviluppo di tecnologie di rete moderne.

¹² Fonte: Broadband coverage in Europe studies for the European Commission by IHS Markit, Omdia and Point Topic.

Tabella 1: Confronto dati copertura FTTP abitazioni (%) (Fonte: European Commission, Digital Scoreboard)

<i>Anno</i>	<i>Copertura Italiana (%)</i>	<i>Copertura Media Paesi EU (%)</i>	<i>Delta (%)</i>
2017	21.71%	29.16%	7.45%
2018	23.85%	33.29%	9.44% (max)
2019	29.97%	37.84%	7.88%
2020	33.73%	42.98%	9.25%
2021	44.16%	49.91%	5.75% (min)

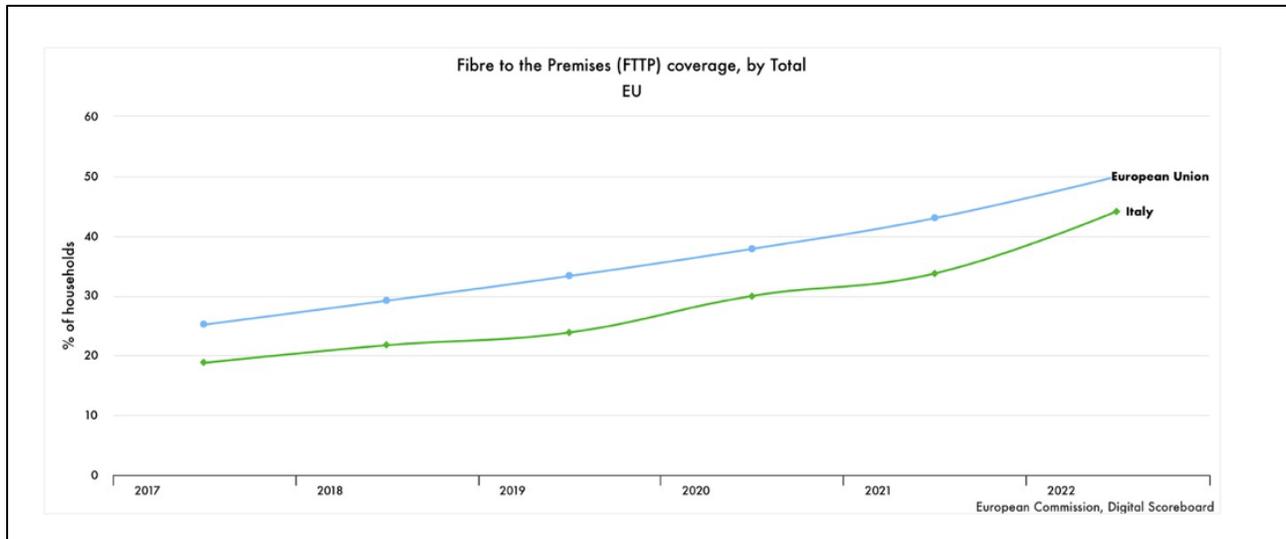


Figura 7: Confronto tra la percentuale di abitazioni coperta da connessioni FTTP o FTTH tra l'Italia e la media Europea (Fonte: HIS Markit, Omdia, Point Topic and VVA, Broadband coverage in Europe studies)

Un confronto più ampio e dettagliato sul divario digitale tra l'Italia e i paesi comunitari è presentato in dettaglio nell'ultimo capitolo "La banda larga e ultra larga sul territorio italiano" del presente lavoro di tesi.

Capitolo II

Impatti macroeconomici dell'adozione di infrastrutture di rete a banda larga e ultra-larga

Le reti a banda larga e ultra-larga hanno il potenziale per incoraggiare in modo considerevole miglioramenti della produttività e crescita economica in tutti i principali settori economici grazie ai vari *spillover*¹³ su prodotti e processi.

Lo sviluppo di infrastrutture di comunicazione ad altissima velocità ha spesso effetti positivi diretti e indiretti sull'attività economica. L'impatto immediato è l'aumento dell'occupazione e dell'attività economica grazie alla fornitura di nuove infrastrutture di rete. Invece, i benefici economici indiretti sono legati agli incrementi di produttività derivanti dall'adozione di nuove tecnologie. Tali benefici economici sono commisurati ai costi di implementazione che l'adozione di queste tecnologie comporta.

Inoltre, è bene considerare l'impatto che questa tecnologia ha anche nel contesto socioeconomico, interrogandosi se la complementarità delle tecnologie di rete con il fenomeno dell'automazione possa incidere ad accentuare il divario tra lavoratori "skilled"¹⁴ e "unskilled".

2.1. Impatto della banda larga e ultra-larga sul Prodotto Interno Lordo

Molteplici studi hanno ricercato i vantaggi che l'adozione di efficienti infrastrutture di rete può avere sulla crescita economica, in particolare l'implementazione di reti a banda larga e ultra-larga. Ci sono, tuttavia, pochi studi che spiegano esplicitamente in che modo la velocità sia in grado di generare i benefici economici incrementali derivante dall'adozione di connessioni broadband e ultrabroadband, e se questi benefici siano tali da giustificare i costi di implementazione che ne derivano.

Pantelis Kountrompis (2009), nel suo lavoro indaga su come la penetrazione della banda larga influisce sulla crescita economica. Per condurre l'analisi viene utilizzata una funzione di produzione macroeconomica in grado di stimare l'impatto delle infrastrutture di rete e della diffusione della banda larga.

¹³ Fenomeno per cui un'attività economica volta a beneficiare un determinato settore o una determinata area territoriale produce effetti positivi anche oltre tali ambiti

¹⁴ Lavoratori in possesso delle competenze digitali di base

Tale studio è stato sviluppando raccogliendo dati provenienti da 15 paesi dell'Unione Europea nel periodo che va dal 2003 al 2006. Tra i paesi considerati nel panel è presente anche l'Italia.

Il modello econometrico sviluppato dall'autore utilizza, come detto, il PIL all'interno della funzione di produzione ed è correlato al totale degli investimenti, agli investimenti in infrastrutture ed al livello di istruzione della forza lavoro.¹⁵

Questo tipo di modello ha reso endogena la variabile relativa agli investimenti in telecomunicazioni ricercando la relazione bidirezionale tra crescita e infrastruttura a banda larga.

La considerazione è che, se da un lato le persone con maggiori disponibilità di spesa hanno una maggiore domanda di beni e servizi, dall'altro, l'autore ha voluto stimare quanto la crescita del paese sia stata imputabile proprio a questo maggiore utilizzo di reti a banda larga.

I risultati sono stati ottenuti attraverso una duplice stima: la prima utilizzando una metodologia di Variabili Strumentali (IV)¹⁶, in questo modo è stato possibile controllare l'autocorrelazione e l'eteroschedasticità¹⁷, ed il secondo attraverso il Metodo dei Momenti (GMM).¹⁸

In particolare, le evidenze parlano di un coefficiente di istruzione significativo e positivo, in linea con la letteratura che identifica l'istruzione della popolazione come uno dei fattori critici poter sfruttare al meglio le potenzialità offerte dalle connessioni a banda larga.

La penetrazione della tecnologia è invece significativamente influenzata dalla variabile di urbanizzazione, dove la stima suggerisce un aumento di 1.84 punti percentuali nella penetrazione della banda larga per ogni 1% di popolazione che migra tra area rurale alla città. Questo potrebbe essere giustificato dal fatto che le grandi città possiedono caratteristiche in grado di attrarre maggiormente i fornitori di telecomunicazioni oltre che generare una maggiore domanda dei servizi stessi, sempre più integrati negli stili di vita cittadini.

Un ulteriore tema interessante, portato alla luce dal seguente studio, riguarda le esternalità positive che gli investimenti in tecnologia a banda larga generano nel contesto in cui vengono introdotte. In particolare, l'impatto di queste esternalità è proporzionale al livello di penetrazione che la banda larga ha in un determinato paese, risultando quindi non lineare bensì maggiormente impattante laddove la tecnologia è più presente.

Tale considerazione ha portato a definire una "massa critica" e, per stimare l'esistenza di questa non

¹⁵ È stata considerata la popolazione in possesso di educazione terziaria nella fascia di età 25-64, European Innovation Scoreboard 2006 Database

¹⁶ Tecnica econometrica per stimare i parametri di un modello lineare della forma $Y = \alpha + \beta'X + U$ quando, in presenza di regressori X endogeni, il metodo dei minimi quadrati ordinari produce stime inconsistenti.

¹⁷ Un campione di variabili casuali è eteroschedastico se al suo interno esistono sottopopolazioni con varianze differenti.

¹⁸ Metodo dell'inferenza statistica, introdotto nel 1894 da Karl Pearson.

linearità, l'autore ha introdotto nel suo modello tre variabili dummies¹⁹: “Low”, “Medium” ed “High”, ognuna associata ad un determinato livello di penetrazione della banda larga (rispettivamente i paesi a bassa penetrazione registrano valori inferiori al 10%, tra il 10% ed il 20% è la penetrazione per i paesi della fascia media ed infine i paesi con penetrazione maggiore del 20%).

I paesi del nord Europa (Danimarca, Svezia, Finlandia e Olanda) sono gli unici appartenenti alla categoria “high”, mentre tre dei paesi “PIIGS²⁰” (Irlanda, Portogallo e Grecia) sono posizionati nella categoria “Low”. L'Italia sfugge da questa categoria posizionandosi all'interno della categoria “Medium”.

I risultati hanno in sintesi evidenziato l'esistenza di rendimenti crescenti per investimenti nelle telecomunicazioni a banda larga, giustificato anche con la già menzionata esistenza di esternalità di rete.

Tuttavia, affinché si abbia un effetto significativo, lo studio ha identificato una massa critica, pari al 20% di penetrazione, che si traduce effettivamente in circa metà della popolazione in grado di accedere a connessioni di rete a banda larga.

I limiti riguardano principalmente la disponibilità di dati, che a causa della rapida diffusione ed evoluzione della tecnologia rende una rappresentazione non del tutto in linea con la situazione attuale.

Un altro studio che ha ricercato la relazione esistente tra connessioni di rete a banda larga e PIL è stato condotto da Rohman e Bohlin (2012) che hanno stimato l'impatto sulla crescita economica che la velocità di connessione della banda larga può avere.

Per condurre l'analisi i ricercatori hanno costruito un dataset considerando i paesi appartenenti all'OCSE²¹ nel periodo tra il 2008 ed il 2010.

Anche in questo caso, per fronteggiare problemi di endogeneità, è stata effettuata una regressione in due stadi utilizzando la velocità della banda larga come variabile strumentale.

Gli autori hanno evidenziato l'esistenza di una correlazione positiva tra il PIL pro capite e la velocità delle connessioni a banda larga: raddoppiando la velocità da 8.3 Mbit/secondo a 16.6 Mb/secondo l'aumento del PIL è di circa 0.3 punti percentuali.

¹⁹ In econometria, una variabile binaria, o variabile dummy, è una variabile che assume valore 0 o 1, a seconda che sia soddisfatta o meno una data condizione.

²⁰ Acronimo giornalistico utilizzato per riferirsi a diversi Paesi dell'Unione europea, in particolare Portogallo, Italia, Irlanda, Grecia e Spagna accomunati da situazioni finanziarie non virtuose e deficitarie.

²¹ Organization for Economic Co-operation and Development

Ancora, il lavoro pubblicato da Briglauer & Gugler (2018) si è interrogato sugli effetti che investimenti in infrastrutture di telecomunicazioni più moderne, come quelle a banda larga ed ultra-larga possono avere sulla crescita macroeconomica.

In linea al lavoro pubblicato da Kountrompis, la produzione nazionale (PIL) è relazionata sia a fattori come la forza lavoro sia agli investimenti, al netto di quelli investiti per implementare la banda larga. In particolare, l'autore si concentra sulla produttività che questi due fattori hanno sulla produzione nazionale.

La base di partenza dell'analisi è stato un set di dati completo su 27 Stati membri dell'Unione Europea, coprendo un periodo ultradecennale, che va dal 2003 al 2015. Anche in questo caso la strategia di analisi prevede l'utilizzo di modello di stima a Variabili Strumentali (IV), al fine di tenere in considerazione due potenziali endogeneità: la prima, già citata, esistente tra crescita economica e sviluppo di infrastrutture per connessioni ultraveloci e, la seconda, relativa a possibili variabili omesse, quali i sussidi governativi che vengono elargiti per contrastare il fenomeno del "digital divide" tra aree urbane e rurali.

Successivamente l'autore ha collegato i benefici stimati dall'adozione della banda larga alle stime dei costi del settore al fine di effettuare una più rudimentale analisi costi-benefici

I risultati stimano che i benefici incrementali della banda larga ultraveloce sono statisticamente significativi e maggiori di quelli della banda larga veloce. L'analisi costi-benefici rivela inoltre che la copertura parziale ma non completa della banda larga ultraveloce comporta i maggiori benefici netti.

In conclusione, le stime mostrano benefici incrementali significativi nel passaggio tra la banda larga ad ultra-larga, con un aumento dell'1% dell'adozione della banda ultra-larga che comporta un aumento del PIL di circa lo 0.015%.

L'analisi costi-benefici, invece, stima che l'investimento statale ha impatto positivo nei paesi caratterizzati da livelli di copertura non ancora elevati, mostrando invece degli impatti negativi laddove la copertura è in stato avanzato.

Le considerazioni a supporto di questa tesi suggeriscono come una varietà di tecnologie (banda larga base, banda ultra-larga, etc.) possa rispondere meglio alle esigenze eterogenee di consumatori ed imprese.

Tabella 2: Impatti della banda larga e ultra-larga sul PIL

	Dataset	Metodologia	Risultati
Pantelis (2009)	Kountrompis 15 Paesi UE, 2003-2006	Regressione a tre stadi e stima IV	Investire in tecnologie di telecomunicazione a banda larga contribuiscono alla crescita economica. Inoltre, è stato definito una massa critica, il 20% di copertura, affinché gli effetti siano apprezzabili
Rohman e Bohlin (2012)	33 paesi OECD, 2008– 2010	Regressione a due stadi e stima IV	Raddoppiando la velocità delle connessioni a banda larga contribuisce alla crescita del PIL dello 0,3%
Briglauer & Gugler (2018)	27 paesi UE, 2003-2015	Regressione a due stadi e analisi costi- benefici	L'adozione della banda larga ultraveloce ha un effetto significativo sul PIL. Tuttavia, una copertura a banda ultra-larga non completa comporta maggiori benefici economici netti

L'implementazione della banda larga veloce o ultraveloce che sia può dunque avere un impatto significativo sul PIL di un paese: l'aumento dell'accesso ad Internet ad alta velocità favorisce lo sviluppo di servizi online, come il commercio elettronico, i servizi finanziari digitali, le piattaforme di e-learning, favorisce l'innovazione e aumenta la produttività delle imprese, migliorando ed ottimizzando i processi che si fondano sulle tecnologie dell'informazione.

È importante notare, però, che tale impatto non è sempre della medesima intensità in quanto l'eterogeneità sociale e territoriale caratterizza fortemente l'impatto che questa tecnologia può avere sulle economie nazionali.

2.2. Impatto della banda larga e ultra-larga sul mercato del lavoro

Gli effetti delle infrastrutture a banda larga ed ultra-larga non si limitano solamente a favorire la crescita economica a livello nazionale: è possibile dimostrare l'esistenza anche di correlazioni positive che questa tecnologia ha sulle comunità e sui cittadini a livello locale.

In quest'ottica si pone il lavoro pubblicato da Jed Kolko (2010) che, nel suo articolo "Broadband and Local Growth" si focalizza sull'impatto che l'espansione delle infrastrutture a banda larga ha sulla crescita economica, non a livello nazionale bensì a livello cittadino.

È intuitivo che l'impatto è più rilevante per tutte le industrie che basano il loro funzionamento sull'ampio utilizzo di tecnologie dell'informazione ma, come impatta i residenti locali lo sviluppo di

una infrastruttura all'avanguardia come la banda larga e ultra-larga?

L'analisi si concentra sullo stato di diffusione non uniforme che la banda larga ha negli Stati Uniti, e confronta le aree con maggiore disponibilità di connessioni veloci con quelle che, invece, hanno disponibilità inferiore.

Interrogandosi se l'effettiva attuazione di politiche per espandere la diffusione della banda larga favorisca la creazione di nuovi posti di lavoro, la crescita economica nonché l'aumento dei salari, l'autore costruisce un dataset utilizzando dati provenienti da fonti governative, come la Federal Communications Commission²² nel periodo che va tra il 1999 e il 2006.

La teoria economica suggerisce che introdurre tecnologie dell'informazione all'avanguardia contribuisce alla riduzione dei costi nella gestione dei dati, aspetto maggiormente rilevante per tutti i settori per i quali i dati rappresentano gli input produttivi delle aziende.

La riduzione dei costi fa aumentare o diminuire la domanda di manodopera a seconda delle caratteristiche dei lavoratori: per le figure professionali che si pongono come "complementari" all'utilizzo della tecnologia si registra un aumento, privilegiando in sostanza i lavoratori più "skilled" in ambito tecnologico.

Inoltre, questo aspetto potrebbe portare le imprese a spostarsi verso mete dove la tecnologia è maggiormente disponibile, aumentando l'occupazione rispetto ad altre aree.

L'analisi della crescita della banda larga e dell'occupazione è effettuata attraverso una regressione della crescita dell'occupazione tra il 1999 ed il 2006 e sulla variazione dei fornitori di banda larga nel medesimo periodo.

La relazione tra l'espansione della banda larga e la crescita dell'occupazione nel primo periodo di riferimento, tra il 1992 ed il 1999, è positiva e statisticamente significativa: ad un'area in cui si verifica un aumento da zero a 1-3 fornitori di servizio è associata una crescita dell'occupazione di più di 6 punti percentuali nel periodo. Mentre nei successivi sette anni, tra il 1999 e il 2006, la relazione non è risultata significativa e tale mancanza suggerisce che l'espansione della banda larga non è cresciuta nelle aree che hanno registrato poi una crescita dell'occupazione.

Una possibile spiegazione a questo fenomeno è che la banda larga porterebbe effettivamente alla crescita dell'occupazione, incoraggiando le persone a trasferirsi o a pendolare in aree in cui le opportunità di lavoro si sono ampliate, e questo aumento dell'offerta di lavoro locale è bilanciata da

²² Agenzia indipendente del governo federale degli Stati Uniti che regola le comunicazioni via radio, televisione, satellite e cavo negli USA.

una domanda di lavoro privilegiata verso figure competenti in ambito digitale, portando sostanzialmente a nessun aumento effettivo del tasso di occupazione o della retribuzione media. In conclusione, gli impatti sulle economie locali sono eterogenei sia rispetto al settore sia alla posizione geografica. Ad essere maggiormente favoriti dall'implementazione di tecnologia a banda larga e ultra-larga sono le industrie che dipendono dalle ICT, in particolare per le realtà che operano nell'ambito dell'informazione, della finanza e assicurazione, dei servizi professionali, scientifici e tecnici, o le realtà le cui attività produttive sono slegate dalla dipendenza territoriale, oltre che i lavoratori più "digitalmente competenti".

L'aspetto delle competenze digitali dei lavoratori è fulcro dell'indagine condotta da Akerman, Gaarder e Mogstad (2015) che, attraverso la raccolta di un set di dati provenienti da imprese norvegesi, si interrogano sulla relazione tra l'adozione di Internet a banda larga da parte delle aziende e l'aumento della produttività e dei salari dei lavoratori.

I dati relativi alle imprese vengono estrapolati da registri amministrativi, comprendenti tutte le società per azioni non finanziarie nel periodo tra il 1999 e il 2008, reperendo inoltre informazioni sugli input e output produttivi nonché la collocazione geografica nella quale operano.

Per i lavoratori, invece, è stato necessario reperire il livello ed ambito di istruzione oltre che la paga annuale percepita, definendo nella loro analisi "skilled" i lavoratori in possesso almeno di un diploma di scuola superiore, dividendoli a loro volta in figure altamente competenti (istruzione post-secondaria) e figure mediamente competenti (in possesso di laurea).

Questi dati sono stati combinati sia con quelli relativi alla connessione Internet quali: le sottoscrizioni a servizi di banda larga per un campione casuale di imprese tra il 2001 ed il 2007 e le liste di famiglie che hanno accesso a Internet a banda larga, suddivisi per comuni di residenza, sia con alcuni indicatori socioeconomici provenienti da registri amministrativi forniti dall'istituto di ricerca statistica norvegese "Statistics Norway", contenenti informazioni demografiche individuali (relative a sesso, età, stato civile e numero di figli) e dati socio-economici (conseguimento educativo, reddito, stato di occupazione).

La strategia di stima delle funzioni di produzione è stata effettuata attraverso il metodo dei minimi quadrati ordinari ed attraverso analisi di regressione a Variabili Strumentali (IV) con effetti fissi. I risultati della regressione sostengono che l'adozione della banda larga nelle imprese favorisce la manodopera qualificata, aumentandone la produttività: le stime indicano che per ogni dollaro speso per manodopera competente, la produzione aumenta di 1.34 dollari in assenza di Internet a banda

larga e l'adozione della banda larga nelle imprese aumenta la produttività della manodopera qualificata di 0.27 dollari. Per il lavoro non qualificato, tuttavia, questo cambiamento tecnologico riduce la produttività marginale di 0.06 dollari.

Una possibile spiegazione per questa scoperta è che la banda larga nelle aziende sostituisce i compiti precedentemente eseguiti da manodopera non qualificata; questi lavoratori possono quindi essere riassegnati a compiti per i quali hanno un vantaggio comparativo inferiore, il che spinge la loro produttività marginale verso il basso.

Dunque, nonostante i tentativi dei governi di investire massivamente per favorire la penetrazione della banda larga al fine di aumentare la produttività e favorire la creazione di posti di lavoro, le evidenze scientifiche sono solo parzialmente in accordo con queste politiche in quanto, se da un lato viene favorita l'occupazione dei lavoratori più competenti dall'altro, per i lavoratori senza diploma di scuola superiore, la produttività marginale diminuisce.

Questo potrebbe essere dovuto al fatto che connessioni più veloci si pongono per i lavoratori "skilled" come strumenti complementari a supporto dello svolgimento delle attività lavorative, viceversa diventano strumenti sostitutive alla manodopera in tutti gli ambiti di attività a basso livello di competenza digitale.

In accordo con i risultati degli articoli precedentemente presentati è anche la pubblicazione di Nina Czernich (2014). L'autrice si interroga se la differente disponibilità di connessioni Internet tra i diversi comuni tedeschi sia correlata al diverso tasso di disoccupazione che caratterizza gli stessi.

Nel 2009 il governo tedesco ha sviluppato una strategia a banda larga, mirata a fornire a tutte le famiglie connessioni Internet a banda larga entro il 2010 e, entro il 2014, coprire almeno il 75% con connessione ultraveloci (più di 50 Mbit/s).

Le informazioni sulla diffusione della DSL sono state raccolte attraverso un'indagine annuale sulla disponibilità della banda larga condotta dal Ministero tedesco dell'economia e della tecnologia mentre quelle relative ai tassi di disoccupazione a livello comunale, popolazione e superficie, sono tratte da un dataset emesso dall'Ufficio federale di statistica tedesco. Entrambe coprono il periodo che va dal 2002 al 2006.

I risultati delle stime OLS²³ mostrano un'associazione negativa tra disponibilità DSL e disoccupazione, i risultati ottenuti attraverso Variabili Strumentali (IV), affermano che una maggiore disponibilità di connessioni a banda larga può portare benefici al mercato del lavoro, specialmente in termini di efficienza e produttività, ma non confermano l'effetto causale tra disponibilità di banda larga e disoccupazione.

Come si evince, una maggiore diffusione della banda larga non è sempre sufficiente per ottenere i benefici economici desiderati.

Tabella 3: Impatti della banda larga e ultra-larga sul mercato del lavoro

	Dataset	Metodologia	Risultati
Jed Kolko (2010)	477 Municipalità USA, 1999-2006	Stima OLS e 2SL con effetti fissi	Impatti eterogenei rispetto a settore e posizione geografica. Benefici maggiori per imprese ad alto uso di ICT; Aumento dell'occupazione per lavoratori digitalmente competenti
Akerman, Gaarder e Mogstad (2015)	Norvegia, imprese quotate non finanziarie, 2001-2007	Stima delle funzioni di produzione stima OLS e regressione IV	L'adozione delle imprese di connessioni Internet a banda larga aumenta la produttività e i salari per i lavoratori "skilled" e peggiora quelli dei lavoratori "unskilled"
Nina Czernich (2014)	Municipalità tedesche, 2002- 2006	Stima OLS e regressione IV	Adozione di connessioni a banda larga porta benefici in termini di efficienza e produttività, ma non è confermato l'effetto causale tra disponibilità di banda larga e disoccupazione.

²³ Sigla di "Ordinary Least Squares" (Metodo dei Minimi Quadrati Ordinari)

Capitolo III

Impatti microeconomici dell'adozione di infrastrutture di rete a banda larga e ultra-larga

Ponendo ora l'attenzione sugli studi microeconomici, l'introduzione di connessioni veloci come quelle a banda larga e ultra-larga potrebbe portare benefici in svariati settori: un aumento significativo della velocità di connessione e della larghezza di banda disponibile per gli utenti consentirebbe una maggiore capacità di trasmissione dei dati e ad un accesso più rapido ai vari servizi online, le imprese sarebbero in grado di proporre servizi online più complessi e ricchi di contenuti, stimolando la domanda, non solo per i servizi di connessione ma anche quella per i dispositivi digitali, generando ulteriori spillover.

3.1. Impatto della banda larga e ultra-larga sulle imprese

La pubblicazione degli autori McCoy, Lyons, Morgenroth, Palcic e Allen (2016) investiga sulle possibili correlazioni esistenti tra le infrastrutture a banda larga e a banda ultra-larga in fibra e le dinamiche di stabilimento commerciale delle aziende.

Tra il 2002 ed il 2010 vengono raccolti dati sulle infrastrutture in Irlanda, andando a considerare un periodo caratterizzato da ingenti investimenti da parte del governo locale e coprendo gran parte dell'evoluzione tecnologia che le infrastrutture di rete hanno avuto nella nazione.

La strategia di stima degli autori mitiga eventuali problemi di endogeneità effettuando, anno per anno, l'analisi delle nuove imprese e confrontare i livelli di occupazione dei periodi precedenti. Mediamente, una maggiore disponibilità di infrastrutture a banda larga e ultra-larga è associata ad un aumento del numero di nuove imprese sul territorio, in particolare quelle operanti nei settori ad alta tecnologia.

Gli aumenti più significativi sono registrati nelle aree caratterizzate da livelli di istruzione più elevati viceversa, sembrerebbe che tale sviluppo risulti inefficace nelle aree in cui non è presente un determinato livello di istruzione, rammentando che la banda larga è una condizione necessaria ma non sufficiente per attirare le imprese sul territorio.

Il lavoro svolto da Hasbi (2017) invece utilizza dati provenienti da oltre 36.000 comuni francesi e analizza come la diffusione di reti a banda larga ultraveloci sia correlata alla crescita economica

locale, in particolare correlandola al numero di attività che esercitano il loro business sul territorio, domandandosi quanto questo influisca sull'appetibilità per le nuove imprese di collocarsi in un determinato territorio e quanto questo "establishment" si concretizzi in creazione di posti di lavoro. L'endogeneità e i problemi di causalità inversa sono presenti e moderati rispettivamente stimando l'impatto della tecnologia sul numero di nuove società ed utilizzando una variabile "ritardante" di due anni.

L'esito dell'analisi suggerisce che l'implementazione di tecnologie a supporto della banda larga ultraveloce ha un effetto significativamente positivo sullo sviluppo economico locale: mediamente il numero di imprese, in tutti i settori non agricoli, aumenta localmente del 3.9% in presenza di banda larga ultraveloce, mentre non risulta significativo l'impatto per i settori delle costruzioni e dell'edilizia.

Lo studio conferma quindi come effettuare investimenti in fibra aumenta effettivamente il grado di attrattività del territorio, stimolando la creazione di imprese e posti di lavoro.

È da sottolineare però, che tale attrattività non abbraccia tutti i settori in quanto risultano determinati i fattori di istruzione e competenza digitale per ottenere i vantaggi ipotizzati.

L'effetto che comportano connessioni più efficienti e più veloci è esaminato anche da Martin Falk ed Eva Hagsten (2021) che, con la loro pubblicazione, mettono in relazione gli accessi alla banda ultra-larga in fibra con le dinamiche di posizionamento delle società a livello comunale.

Il contesto di riferimento comprende 290 comuni svedesi e gli autori pongono l'enfasi della ricerca sulle dinamiche di avvicendamento territoriale in particolare per le micro e piccole/medie imprese. I dati riguardanti le aziende fanno riferimento all'arco temporale che va dal 2010 al 2018. Utilizzando un modello di stime OLS a effetti fissi ed un modello spazio-temporale di tipo Spatial Durbin (SDM) viene rilevato un effetto significativo, ma piuttosto piccolo, soprattutto per i micro- stabilimenti (+0.05% micro e piccole imprese per ogni un punto percentuale di accessi a banda ultra-larga).

Anche attraverso il modello SDM, i risultati concordano con le stime ad effetti fissi, sottolineando l'esistenza di una relazione positiva e significativa tra il numero di micro-stabilimenti e l'accesso alla banda larga ad alta velocità.

Tuttavia, il livello di significatività di tale modello è inferiore al modello OLS, cinque invece dell'uno per cento.

Il legame di connessioni ultraveloci e gli stabilimenti più piccoli potrebbe trovare fondamento nel fatto che tale gruppo comprende la maggior parte delle start-up che, presumibilmente, prestano particolare attenzione all'operare in ambienti aziendali vantaggiosi e tecnologici.

Inoltre, gli autori sottolineano ancora una volta che se l'accesso alla banda larga ad alta velocità non fosse combinato con competenze sufficienti, il conseguente dinamismo nel settore potrebbe rimanere basso o diminuire. Infatti, i risultati sono significativi principalmente in quegli stabilimenti caratterizzati dalla presenza massiccia di personale in possesso di laurea universitaria o di competenze digitali.

Tabella 4: impatti microeconomici della banda larga e ultra-larga

	Dataset	Metodologia	Risultati
McCoy et al. (2016)	Dati a livello sui comuni in Irlanda dal 2002 al 2011.	Modello binomiale negativo con stimatori di popolazione media e modello ad effetti random.	Introduzione della banda larga in una certa zona comporta un aumento delle imprese, soprattutto nei settori tecnologici. I vantaggi sono superiori nelle aree con un livello di istruzione maggiore.
Hasbi (2017)	Dati sui comuni francesi, 2010- 2015.	Stima dei dati panel con effetti fissi su tempo e municipalità, metodi di difference-in-difference ²⁴ .	La rete a banda larga ad alta velocità ha un impatto positivo sulla crescita economica locale, in particolare aumenta il numero di aziende che operano nei comuni, aumenta il numero di nuove imprese e riduce la disoccupazione
Martin Falk ed Eva Hagsten (2021)	Dati su 290 comuni svedesi, 2010-2018	Stima OLS e modello Spatial-Durbin	La diffusione della banda ultra-larga in fibra ha un impatto sulle dinamiche di establishment maggiormente positivo per le microimprese (1-9 dipendenti)

²⁴ La stima difference-in-difference è una metodologia per stimare un "trattamento" su un gruppo di soggetti ("trattati") relativamente ad un gruppo non esposto al trattamento (gruppo di "controllo")

3.2. Esternalità generate dalla banda larga e ultra-larga

Fino ad ora si è limitata la rappresentazione della letteratura ai soli impatti microeconomici su imprese e cittadini.

In questo paragrafo si cercherà di presentare ulteriore letteratura inerente invece a come una corretta diffusione di infrastrutture di rete moderne e veloci sia in grado di generare esternalità su aspetti e settori non necessariamente legati al mondo del digitale.

Un primo esempio è l'effetto della banda larga sul mercato immobiliare oggetto di studio e argomento principale dell'articolo pubblicato da Ahlfeldt, Koutroumpis e Valletti (2017). L'obiettivo che si pongono gli autori è quello di stimare come il prezzo degli immobili in Inghilterra, tra il 1995 ed il 2010, possa essere stato influenzato dalla presenza o meno di connessioni ad Internet veloci.

I risultati hanno evidenziato come il prezzo medio degli immobili sia aumentato mediamente del 2.8% nel passaggio da una connessione dial-up²⁵ ad una connessione Internet a banda larga ADSL (velocità fino a 8 Mbit/s). Il prezzo aumenta ulteriormente di punto percentuale nel passaggio dall' ADSL all'ADSL2+, che offriva velocità Internet fino a 24 Mbit/s.

Questo 1% è stato tradotto in circa 2.200 sterline, tale cifra è stata definita come il "premio" che gli acquirenti sono disposti a pagare per ottenere un servizio di connessione migliore.

Gli autori conducono simultaneamente anche un'analisi costi-benefici e dimostrano come l'implementazione delle politiche europee dell'Agenda Digitale abbia apportato benefici specialmente nelle aree metropolitane, mentre nelle aree rurali, dove il costo di implementazione della banda larga è maggiore, l'intervento politico non ha comportato i vantaggi ipotizzati.

Gli svariati benefici che le nuove connessioni generano comprendono anche l'impatto delle tecnologie sulle capacità nelle scuole. Ed è proprio in quest'ambito che si è sviluppato il lavoro pubblicato da Grimes e Townsend (2018).

Gli autori hanno sviluppato un modello di analisi che fosse in grado di correlare la diffusione della fibra ottica al rendimento scolastico degli studenti.

La pubblicazione mette sotto osservazione il contesto neozelandese che risulta particolarmente interessante in quanto, fino al 2008 la fibra era offerta solo ad una piccola porzione di popolazione. Dal 2009 invece, il governo neozelandese, attraverso l'"Ultra-Fast Broadband Initiative" si è posto come obiettivo il raggiungimento della copertura di almeno il 75% delle famiglie entro dieci anni.

Raccogliendo dati relativi al periodo che va dal 2012 al 2016 viene sviluppato un modello difference in

²⁵ Connessioni realizzate tramite modem realizzare attraverso la composizione telefonica, cioè dunque utilizzando banda fonica a bassa frequenza con l'ausilio di programmi detti "dialer"

difference in grado di stimare l’impatto che l’iniziativa governativa ha avuto sul rendimento degli studenti. Le evidenze asseriscono che l’accesso alla banda larga in fibra ottica ha aumentato dell’1% la quota di studenti che ottengono valutazioni superiori gli standard nazionali. Le prove inoltre non suggeriscono la presenza di effetti specifici di genere o di minoranza; tuttavia, il beneficio sembrerebbe maggiore per gli istituti scolastici caratterizzati dalla presenza di studenti appartenenti ad ambienti socioeconomici più svantaggiati.

Tabella 5: Ulteriori impatti della banda larga e ultra-larga

	Dataset	Metodologia	Risultati
Ahlfeldt, Koutroumpis e Valletti (2017)	Mercato immobiliare in Inghilterra, 1995-2010	Stima con modello di controllo tempo invarianti.	Effetto significativamente positivo della velocità della banda larga sui prezzi degli immobili. Mediamente, aumento del 2.8% nel passaggio da connessioni <i>dial up</i> a DSL. Ulteriore 1% nel passaggio da 8 Mbit/sec a 24 Mbit/s
Grimes e Townsend (2018)	Settore scolastico della Nuova Zelanda, 2012-2016	Analisi di stima tramite metodi di difference-in-difference.	La banda larga in fibra aumenta la quota degli alunni con punteggi sopra gli standard nazionale dell'1%. Il beneficio della fibra sui risultati degli studenti è maggiore nelle scuole con una percentuale maggiore di studenti da un contesto socioeconomico inferiore

Capitolo IV

La banda larga e ultra-larga sul territorio italiano

Lo sviluppo di nuove infrastrutture di reti può rappresentare un fattore chiave per lo sviluppo della società dell'informazione e una condizione favorevole per la crescita economica, e lo testimoniano le svariate iniziative intraprese dal Governo italiano e dalla Commissione Europea.

In accordo con quanto pubblicato nell'Agenda Digitale Europea, uno degli obiettivi è la promozione di servizi e applicazioni basati su infrastrutture di rete a banda larga e ultra-larga. Per farlo, è prioritario potenziare le dotazioni infrastrutturali del Paese, direttamente correlate alla capacità di innovazione delle rispettive regioni e che occupa un posto prioritario nelle scelte strategiche finora compiute dalle amministrazioni regionali del Ministero dello Sviluppo Economico.

4.1. Il contesto territoriale italiano

Il contesto territoriale italiano è particolarmente complesso e variegato. Il territorio è caratterizzato da grandi squilibri tra le grandi città (comuni con più di 250.000 abitanti), che concentrano appena il 15% della popolazione (vedi Tabella 6), e il resto del Paese, prevalentemente costituito da piccoli paesini.

Questo ci differenzia di gran lunga dalle altre grandi nazioni del continente, come ad esempio la Francia o il Regno Unito, in cui la maggior parte della popolazione nazionale è concentrata nelle grandi città.

Tabella 6: Dati sulla popolazione, gennaio 2023 (Fonte: Elaborazione dati ISTAT, ONS)

	Totale Abitanti	Popolazione concentrata nelle grandi città (> 250 mila abitanti)	Percentuale di popolazione concentrata nelle grandi città
Italia	58.850.717	8.915.914	15 %
Francia	65.700.242	24.363.420	37%
Regno Unito	68.948.496	26.276.819	38%

L'aspetto legato alla distribuzione territoriale della popolazione è particolarmente rilevante per quanto riguarda i costi di implementazione delle infrastrutture che, nelle grandi città, sono notevolmente inferiori in quanto rappresentano per gli operatori del mercato delle telecomunicazioni zone maggiormente attrattive e associati a modelli di consumo più remunerativi.

A questo fattore si aggiunge la particolare conformazione orografica dell'Italia, nonché l'elevata densità di beni culturali e siti archeologici che rendono molto più complesso l'intervento sul territorio rispetto ad altre nazioni.

In tabella 7, è evidenziato il dato relativo alle superfici occupate da Patrimoni UNESCO, escluse le c.d. "zone tampone".²⁶

Tabella 7: Dati sulle superfici protette dalle convenzioni UNESCO (Fonte: ISTAT, UNESCO World Heritage Convention)

	Superficie Totale (km²)	Superficie occupata da Patrimoni UNESCO (km²)	Percentuale occupate da Patrimoni UNESCO
Italia	302.073	□ 6.700	□ 2%
Francia	675.417	□ 330	< 0.05%
Inghilterra	242.521	□ 200	□ 0.08%

Si potrebbe pensare che il 2% sia una superficie esigua ma, come si evince gli ordini di grandezza tra l'Italia e gli altri due paesi presi in considerazione, non sono paragonabili, e questo ci crea uno svantaggio "naturale" in termini di diffusione e implementazione delle infrastrutture.

4.1.1 Il Divario Digitale in Italia

Quando si parla di divario digitale ci si riferisce alle differenze nell'accesso, nell'adozione e nell'utilizzo delle tecnologie digitali tra diverse fasce della popolazione. Queste differenze possono essere osservate a livello individuale, comunitario, regionale o nazionale e sono influenzate da una serie di fattori.

La prima manifestazione di tale divario risiede nella possibilità di accesso a connessioni internet affidabili e veloci su cui, il posizionamento geografico, può notevolmente influire sulla disponibilità di infrastrutture digitali.

²⁶ L'UNESCO, nelle Linee Guida Operative per l'applicazione della Convenzione sul Patrimonio Mondiale del 1977, definisce la zona tampone come "un'area che deve garantire un livello di protezione aggiuntiva ai beni riconosciuti patrimonio mondiale dell'umanità".

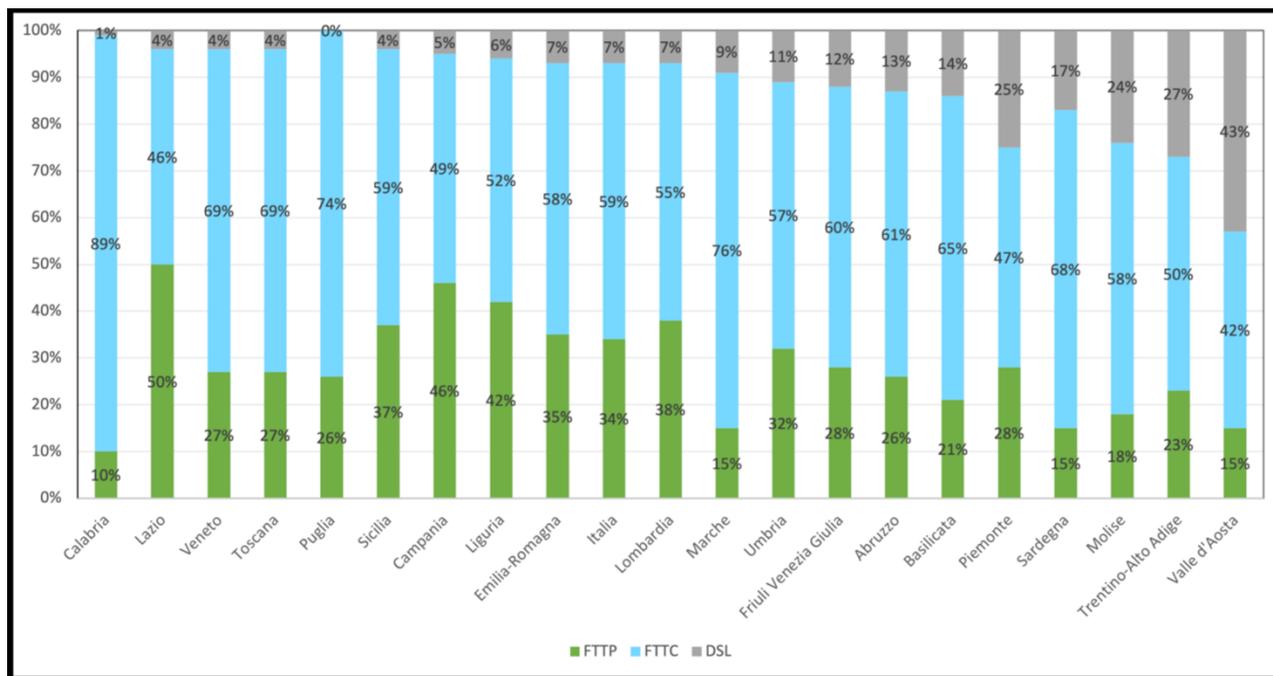


Figura 8: Copertura regionale per tecnologia (% famiglie coperte, dicembre 2020 - Fonte: AGCOM)

Sulla base dei dati a livello regionale pubblicati da AGCOM, la copertura FTTP maggiore è nel Lazio (50%) e la più bassa in Calabria (10%) che, tuttavia, compensa con un'estesa copertura FTTC. Risulta inoltre che poco più della metà delle famiglie valdostane hanno copertura in fibra (FTTC o FTTP), così come il Trentino-Alto Adige e il Molise, dove circa il 25% delle famiglie ha solamente una copertura ADSL.

Il divario digitale può riguardare anche le competenze e l'alfabetizzazione digitale delle persone, nonché il grado di utilizzo e di adozione di strumenti a supporto delle tecnologie digitali, come laptop e tablet.

Al 2021 poco meno della metà delle persone (il 45.7%) nella fascia di età compresa tra i 16 e i 74 anni, residenti in Italia, è in possesso di competenze digitali di base, e questo dato è tra i valori più bassi a livello comunitario.

Tali competenze sono caratterizzate da uno spiccato divario di genere a favore degli uomini che si attesta sui 5.1 punti percentuali. Va però sottolineato che tale distanza, fino ai 44 anni, tende ad annullarsi o, in alcuni casi, ad invertirsi di segno.

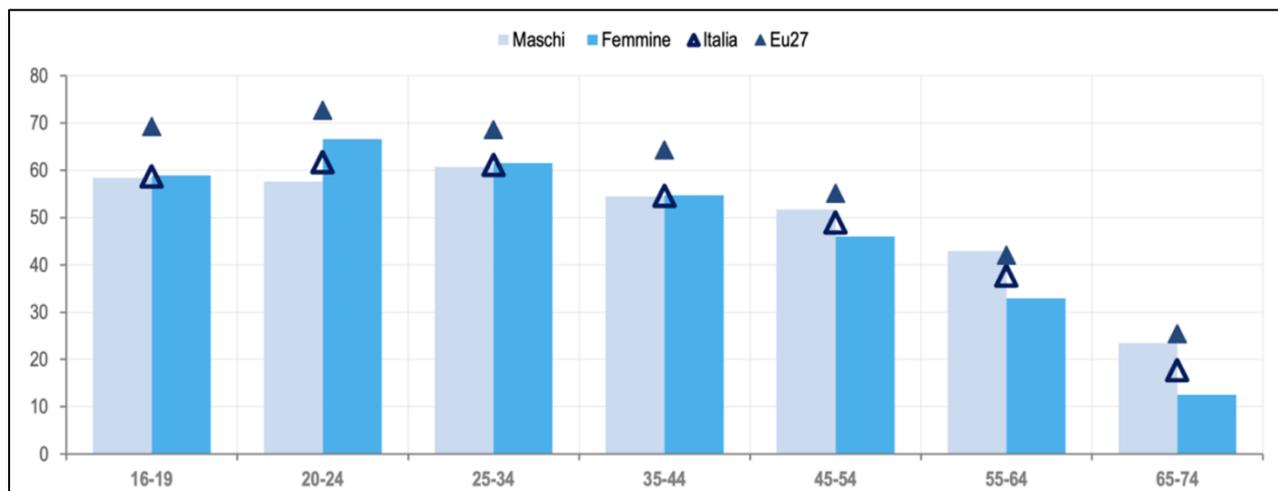


Figura 9: Persone di 16-74 anni che hanno utilizzato internet negli ultimi 3 mesi e che hanno competenze digitali almeno di base, 2021 (Fonte: Istat-Eurostat Community Survey on ICT usage in households and individuals).

Il divario è evidente anche prendendo il livello di istruzione delle persone, con l'80.3% delle persone tra i 25-54 anni con istruzione terziaria in possesso di competenze digitali almeno di base, mentre crolla del 25% la quota per coloro in possesso di titoli di studio primari, distanza che ci porta indietro di circa 8 punti percentuali rispetto ai valori medi europei.

Inoltre, nel nostro Paese è presente un importante gradiente tra il Centro-Nord ed il Mezzogiorno dove le regioni con la maggiore diffusione di competenze digitali di base sono il Lazio (52.9%), seguito da Friuli-Venezia Giulia (52.3%) e dalla Provincia Autonoma di Trento (51.7%), tutte appartenenti alla fascia Centro-Nord.²⁷

Il divario digitale può essere influenzato infine anche dalle disuguaglianze socioeconomiche delle persone.

Le persone con risorse finanziarie limitate o provenienti da contesti socioeconomici svantaggiati possono avere meno possibilità di accedere alle tecnologie digitali o di trarne pienamente vantaggio. Tale paradigma è confermato da molta letteratura che sottolinea come l'appartenenza a contesti sociali culturalmente più elevati aumenta la probabilità di sfruttare le tecnologie di rete per le proprie attività e ricerche (Mossberger et al., 2003; Bentivegna, 2009).

²⁷ Fonte: Comunicato stampa "Cittadini e competenze digitali" (ISTAT, giugno 2023)

Altre ricerche invece sostengono che, così come accaduto per il mondo della televisione, l'effettivo utilizzo di tecnologie che sfruttano la rete, al contrario, sembrerebbe suggerire un maggiore accesso per le classi medie, soprattutto per quanto riguarda il tempo passato sui social network o utilizzando smartphone.²⁸

È importante considerare tutti questi aspetti del divario digitale per comprendere appieno le differenze nell'accesso e nell'utilizzo delle tecnologie digitali tra diverse persone e comunità. Questa consapevolezza è fondamentale per sviluppare strategie mirate a ridurre il divario digitale e promuovere l'inclusione digitale a tutti i livelli della società evitando che parte della popolazione si trovi in una condizione di svantaggio per quanto riguarda le opportunità di lavoro o l'accesso ai servizi pubblici.

È per questi motivi che questa tematica in Italia rappresenta una sfida rilevante, e l'obiettivo deve essere quello di ridurre tale divario utilizzando un approccio integrato in grado di coinvolgere le politiche pubbliche, gli investimenti, i programmi di alfabetizzazione digitale e la collaborazione tra istituzioni, settore privato e comunità locali.

4.1.2. Diffusione delle infrastrutture a banda ultra-larga

La promozione di una infrastruttura di rete che supporti le tecnologie di rete ultraveloci, come quelle in fibra ottica, è iniziata nel 2015 in accordo con l'attuazione del piano strategico italiano per la banda ultra-larga.

In Italia, le infrastrutture prevedono configurazioni o di tipo Fiber-to-the-Cabinet (FTTC) oppure Fiber-to-the-Home (FTTH). Quattro anni dopo, nel 2019, il quasi 90% degli abitanti della Penisola era in grado di navigare a velocità maggiori ai 30 Mbit/secondo, con una copertura territoriale del 55% dei comuni.

²⁸ Fonte: Marco Gui, "Le trasformazioni della disuguaglianza digitale tra gli adolescenti: evidenze da tre indagini nel Nord Italia"

Il piano di distribuzione è stato implementato inizialmente sfruttando la rete di proprietà di Telecom Italia Mobile (TIM) e, a partire dal 2017, è stata realizzata una rete alternativa basata su fibra di dominio dell'operatore OpenFiber, all'interno di una collaborazione tra Enel Energia e Cassa Depositi e Prestiti, proprietaria di OpenFiber.

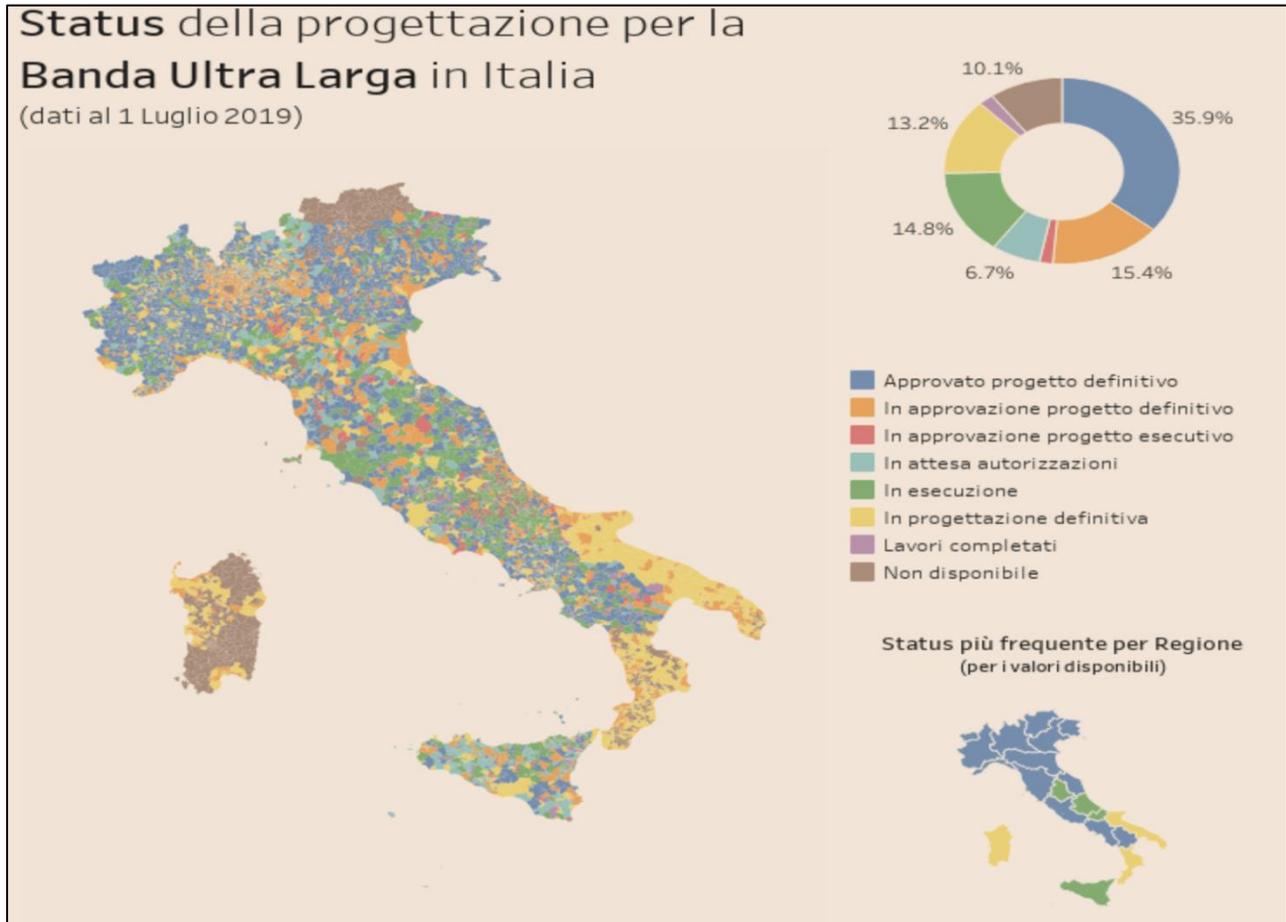


Figura 10: Suddivisione progettuale delle regioni italiane, Fonte: IlSole24Ore

La diffusione della pandemia di Covid-19 ha costretto l'economia ad affidarsi intensamente alle connessioni internet, costringendo le Nazioni a adottare strategie di efficientamento delle infrastrutture volte a garantire un elevato livello di qualità di servizio anche a fronte di un aumento mai visto prima per quanto riguarda il traffico internet.

Durante questo periodo, nonostante l'aumento della disponibilità di connessioni ad alta velocità (+ 47.1% di accessi a connessioni a banda ultra-larga rispetto tra il settembre 2019-2020) abbia consentito alle imprese e alle amministrazioni di reggere e continuare a lavorare attraverso il telelavoro (alla fine del 2020 erano circa un terzo i lavoratori che effettuavano Smart working almeno una volta alla settimana), l'impatto sulle prestazioni, in termini di velocità, è stato negativo (riduzione

dell'8.5% tra marzo e aprile 2020) causando problematiche alle ormai abitudini dei cittadini in svariati ambiti, come l'apprendimento e il lavoro telematico e rendendo necessario gettare le basi per uno sviluppo sostenuto delle infrastrutture internet in Italia.

4.2. Piano Nazionale Banda Ultra larga

La prima strategia italiana per la banda ultra-larga è stata definita nell'ambito del Piano Nazionale Banda Ultra larga (PNBUL), che è stato avviato nel 2015 con l'obiettivo di sviluppare una rete in banda ultra-larga sull'intero territorio nazionale per creare un'infrastruttura di telecomunicazioni, allineandosi agli obiettivi dell'Agenda Digitale Europea.

Alla base della strategia proposta era posta una suddivisione territoriale andando ad individuare quattro tipologie di cluster con caratteristiche simili ma con costi e complessità di infrastrutturazione crescenti (A, B, C, D). Nello specifico:

4.2.1. Clusterizzazione del territorio

Ai fini della consultazione pubblica annuale, l'Italia è suddivisa in 94.645 ambiti territoriali, ottenuti aggregando le 402.000 aree censite di cui l'ISTAT²⁹ enumera nel modo più dettagliato il territorio nazionale, con l'intento di migliorare il processo di rappresentazione sociodemografica del territorio analizzandone la presenza di infrastrutture di rete mobili e fisse.

Questa modellizzazione del territorio con l'accorpamento di aree ISTAT è stata fatta in risposta ad un'esigenza avvertita da Infratel³⁰ nel corso del Piano Banda Larga. All'inizio del piano la modellizzazione era fatta su base municipale. All'epoca, un'ampia percentuale (circa il 60%) delle circa 8.100 città che dividevano il territorio del paese non disponeva di copertura a banda larga. Con l'aumentare della diffusione lo sviluppo non risultava uniformemente su tutto il territorio comunale, rendendo sempre più necessario mappare le parti coperte della città per distinguerle da quelle ancora scoperte. Tale necessità ha spinto, sin dal 2007, un criterio di suddivisione territoriale sulla base dell'area di riferimento. Dapprima le aree centrali, attestate sulle diecimila unità, alle quali sono state aggiunte successivamente i nodi secondari (circa cinquemila), quest'ultime particolarmente rilevanti in quanto ostacolavano la diffusione del servizio ADSL. Con la proliferazione dei servizi wireless

²⁹ Istituto Nazionale di Statistica

³⁰ Società pubblica italiana che opera nel settore delle telecomunicazioni per il Ministero dello Sviluppo Economico

3G, WiMax e LTE, è cresciuta di pari passo la necessità di mappare la copertura dell'area, svincolandosi dalla rete telefonica per aumentare il livello di accuratezza. Pertanto, dal 2012, Infratel ha utilizzato una mappa più minuziosa, sufficientemente granulare da essere indipendente dalla distribuzione e dalla tecnologia installata della rete di telecomunicazioni nella regione.

Le 94.645 aree territoriali così individuate costituiscono ad oggi dal 2012 il riferimento più articolato per monitorare l'erogazione dei servizi a banda larga e ultra-larga.

Cluster A: comprendente le c.d. “aree nere”, più densamente popolate, nelle quali, oltre alle infrastrutture, è presente un mercato competitivo caratterizzato dalla presenza di più fornitori di servizi di rete a banda ultra-larga (almeno due). Nel dettaglio:

- Include le prime 15 “città nere” con velocità di rete superiori a 30 Mbps (Roma, Milano, Napoli, Torino, Palermo, Genova, Bologna, Firenze, Bari, Catania, Venezia, Verona, Messina, Padova e Trieste) e le maggiori zone industriali della Nazione;
- Abbraccia il 15% dell'intera popolazione nazionale (circa 9.4 milioni di persone, Istat);
- In questo cluster ci sono ampi margini di miglioramento, sulla base di quanto emanato dalla normativa UE portando la velocità di collegamento da 30 a 100 Mbps con l'utilizzo di strumenti finanziari per l'accesso al debito (a condizioni vantaggiose e con un minore profilo di rischio) e/o mediante misure investimento defiscalizzate.

Cluster B: comprendente oltre ad alcune delle sopracitate aree nere anche le c.d. “aree grigie” nelle quali il mercato è servito da un unico operatore. In queste zone la realizzazione prevede collegamenti ad almeno 30 Mbps, ma l'attrattività di mercato di queste zone non sono sufficienti per garantire ritorni adeguati a fronte di investimenti in reti a 100 Mbit/secondo.

- Include 1.120 comuni, alcuni in aree nere e altri in aree grigie per le reti a più di 30 Mbps;
- I residenti sono pari al 45% della popolazione (circa 28.2 milioni di persone, Istat);
- Il cluster è diviso in due sottocategorie: la prima nella quale gli operatori di telecomunicazione effettuato investimenti in maniera diretta e l'altra dove invece sono incluse le zone in cui sono in corso o sono stati effettuati interventi pubblici per la costruzione di reti con prestazioni di almeno 30Mbit/secondo.
- In queste aree l'intenzione è di fornire, oltre ai già citati strumenti finanziari per l'accesso al debito e le misure di defiscalizzazione, anche dei contributi fondo perduto in cui è possibile l'intervento della pubblica amministrazione come realizzatore d'opera.

Cluster C: Si tratta di aree marginali in cui l'attuale mercato fallisce, comprese le aree rurali, e si stima che gli operatori saranno interessati solo a investire in reti a cento Mbit/secondo con il sostegno dello Stato:

- Comprende all'incirca duemilaseicento comuni e comprende anche alcune aree rurali non coperte da reti con connettività di almeno 30 Mbit/secondo;
- Vi risiedono circa 15.7 milioni di persone (il 25% della popolazione, Istat);
- In queste aree l'obiettivo prevede sia l'accesso al credito a condizioni agevolate sia incentivi fiscali, oltre che, così come per il *cluster B*, una quota limitata di contributi a fondo perduto, in misura proporzionalmente maggiore

Cluster D: Si tratta di tipiche aree di fallimento del mercato dove solo l'intervento pubblico può garantire alla popolazione residenziale l'accesso ai servizi di connessione superiori a 30 Mbit/s:

- Rappresenta i rimanenti 4.300 comuni circa, in particolare presenti nel Sud Italia e nelle Isole;
- I residenti si attestano sui circa nove milioni (il 15% della popolazione, Istat);
- In questa tipologia di gruppo, soprattutto al Sud, l'incentivo pubblico è previsto in misura maggiore per quanto riguarda la componente a fondo perduto. Questa scelta è dovuta alla necessità strategica di dotare zone più in difficoltà di infrastrutture a banda ultra-larga, elemento strategico fondamentale per il raggiungimento dei target di coesione e sviluppo del territorio.

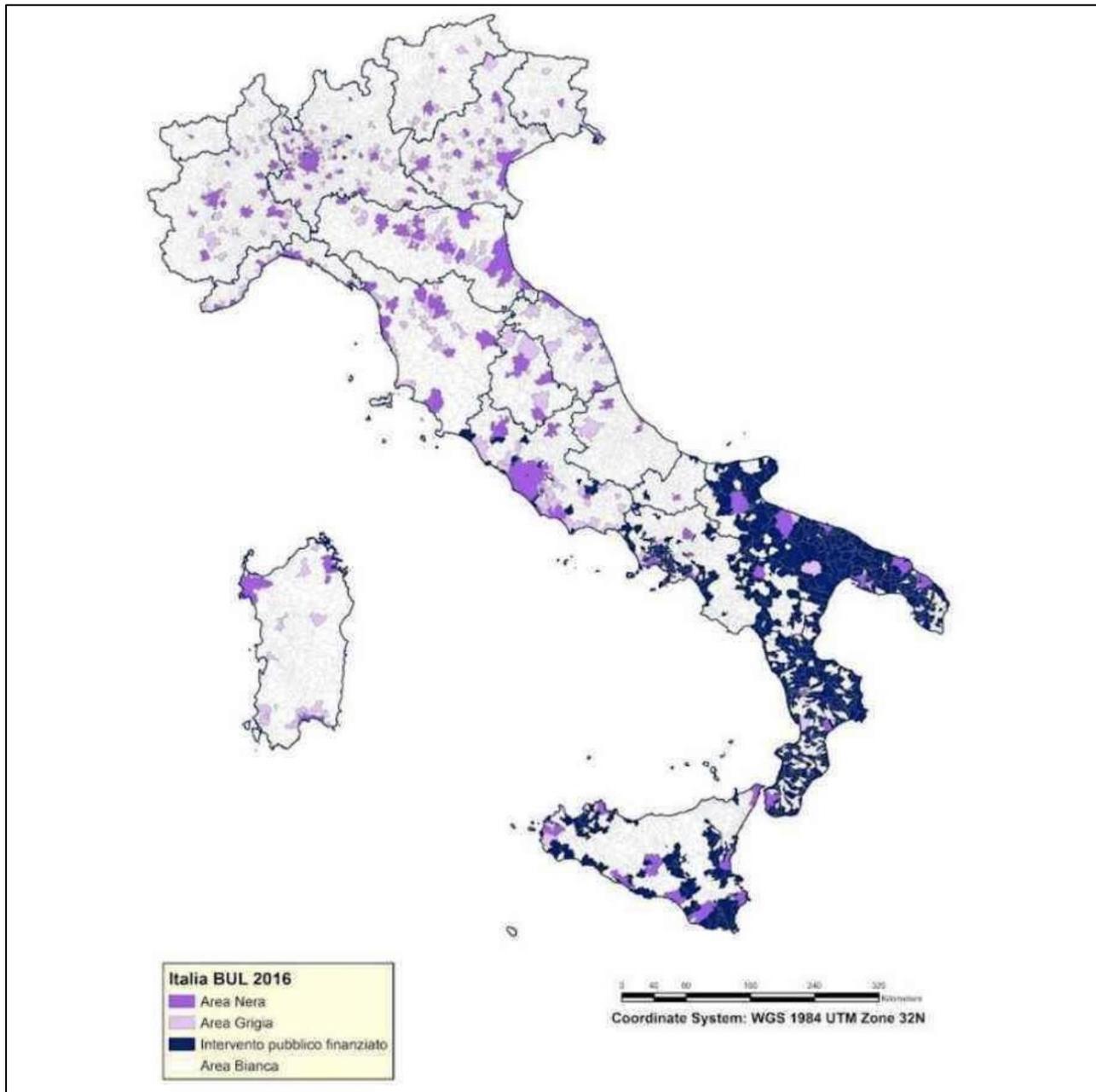


Figura 11: Mappatura delle zone a fallimento di mercato (Fonte: Infratel)

La suddivisione del territorio in cluster ha consentito di garantire un intervento pubblico quanto più mirato possibile in funzione della tipologia e il target di copertura individuato. Inoltre, grazie a questa classificazione è stato possibile definire i fabbisogni specifici delle zone e i relativi modelli di finanziamento applicabili.

4.2.2. Modelli di intervento pubblico

La strategia sviluppata dal Governo ha individuato diversi modelli di intervento in base alla distinzione territoriale presentata:

Intervento diretto:

L'obiettivo di questa tipologia di intervento è quello di realizzare infrastrutture di accesso alla rete, che seppur mantenendo il carattere di pubblica proprietà, vengono dati in concessione. Tale concessione avviene tramite gare di appalto, che avrà una durata limitata nel tempo e la modalità di fornitura ed il relativo livello di prezzi regolato da AGCOM precedentemente all'istituzione dei bandi.

Questo modello è adottabile per le aree appartenenti al "cluster D", nelle quali risiedono il 15% dei cittadini italiani. Inoltre, viene istituito un meccanismo di incentivi per rendere più appetibili per gli operatori queste aree.

Partnership pubblico-privata (PPP):

Si configura come accordo tra la pubblica amministrazione e uno o più soggetti privati che co-investono per realizzare le infrastrutture di accesso, garantendo fin da subito la concessione di uso delle stesse.

L'obiettivo è di ampliare il volume degli investimenti. La PPP permette di ampliare il volume degli investimenti, attraverso l'apporto dei privati ed il modello è considerato ideale per l'accesso al fondo dei fondi e ai project bond ed è accessibile per la totalità degli investitori privati, anche non operanti nel settore delle telecomunicazioni, come per esempio le imprese interessate a estendere l'infrastruttura del territorio in cui è attiva.

Intervento ad incentivo:

Questa tipologia prevede il contributo pubblico attraverso un sistema di incentivi ad un operatore privato garantendo una migliore efficacia di intervento e di attrazione degli investimenti.

Il modello ad incentivi è pensato appositamente per quelle aree caratterizzate da una densità abitativa media, ossia principalmente per le aree marginali delle grandi città.

Intervento ad aggregazione della domanda:

La caratteristica di questo tipo di interventi è che si configurano come un ibrido dei tre modelli sopracitati e, in particolare, nelle aree o sotto-aree a cui è applicabile il modello, la domanda aggregata deve essere sufficientemente sostenibile dal punto di vista economico-finanziario.

4.2.3. Evoluzione del PNBUL: “Verso la Gigabit Society”

La pandemia da Covid-19 ha portato con sé enormi cambiamenti nel mondo digitale. Il maggiore utilizzo di internet, delle e-commerce, dello smart working ha contribuito a consapevolizzare di dotarsi di strutture di rete sicure e veloci, e questo ha comportato un aggiornamento delle strategie di investimento dei vari paesi.

La Strategia italiana per la Banda Ultra larga – “Verso la Gigabit Society”, approvata il 25 maggio 2021 dal Comitato interministeriale per la transizione digitale (CITD), ha definito il piano operativo per raggiungere gli obiettivi di trasformazione digitale delineati dalla Commissione europea, sia in riferimento alla Comunicazione sulla Connettività per un mercato unico digitale europeo (cd. ‘Gigabit Society’) e la Comunicazione sul decennio digitale (cd. “Digital compass”) con la quale sono stati presentati obiettivi e modalità di conseguimento della trasformazione digitale dell’Europa entro il 2030.

La Strategia, oltre il completamento del Piano di copertura delle aree bianche e delle misure a sostegno della domanda già avviate (Piano voucher), prevede cinque ulteriori Piani di intervento pubblico per servire le aree geografiche in cui l’offerta degli operatori di mercato per servizi digitali ad altissima velocità non è coperta oppure risulta insufficiente, e nelle quali non si prospettano particolari miglioramenti negli anni avvenire.

L’obiettivo concreto, in sinergia con quanto delineato nel PNRR, è di diffondere la connettività a 1 Gbit/s su tutto il territorio nazionale entro il 2026, anticipando addirittura la due date europea, fissata per il 2030.

Gli interventi previsti sono sette, due di questi già presenti dalla Strategia del 2015, e dunque in fase di realizzazione, ed altri 5, approvati dal Consiglio dei Ministri nell'aprile 2021.

Piano "Italia ad 1 Giga":

Il primo dei nuovi piani introdotti nell'aggiornamento è denominato "Italia ad 1 Giga" che mira a fornire una connettività con prestazioni attestata su 1 Gbit/secondo nelle località identificate come grigie e nere, ossia a fallimento di mercato. Il bacino di copertura si attesterebbe su un totale di 8.5 milioni di unità immobiliari.

Il primo passo compiuto dal Governo italiano per l'attuazione del sopracitato piano è stato quello di definire il perimetro di intervento tramite una suddivisione territoriale delle reti.

Attraverso tale mappatura, pubblicata nell'aprile 2021 da Infratel, è stato stabilito con precisione l'areale target del piano e le modalità di intervento pubblico.

Piano "Italia 5G":

L'Italia è stato il primo paese dell'Unione Europea, che attraverso la c.d. "asta 5G"³¹ ha assegnato i diritti all'utilizzo dello spettro radio in tutte le bande di frequenze per lo sviluppo del 5G.

Il Piano si pone l'obiettivo di incentivare la diffusione delle reti mobili 5G sia attraverso la creazione di "corridoi europei", la predisposizione di strade extra-urbane adatte a supportare la fibra ottica nonché la diffusione nelle aree a fallimento di mercato, il tutto in sinergia con il percorso già delineato dal Governo per la copertura di rete mobile nazionale.

Piano "Scuole connesse":

Il piano mira al completamento, attraverso lo stesso modello di intervento avviato da Infratel Italia S.p.A. nel 2020 nell'ambito della prima pubblicazione della strategia, della copertura a banda ultra-larga in tutti gli edifici scolastici presenti sul territorio italiano.

L'intervento pubblico, diviso in due fasi, prevede inizialmente la fornitura del servizio per 35.000 edifici scolastici (circa il 78% del totale) tra scuole secondarie di primo e secondo livello e, nelle "aree bianche" anche tutte i plessi delle scuole primarie e dell'infanzia.

Nella seconda fase verranno invece inclusi i circa 9.000 istituti rimanenti, ai quali verranno forniti i servizi di connettività gratuiti e servizi di assistenza per un periodo di 5 anni.

³¹ Assegnazione delle bande 694-790 MHz e 26.5-27.5 GHz condotta dal Ministero dello sviluppo Economico

Piano “Sanità connesse”:

La misura aspira a fornire a circa 12.280 strutture sanitarie connettività a banda ultra-larga. Sul totale delle strutture, circa il 40% (4.700 edifici) necessita di supporto infrastrutturale delle reti in grado di fornire il servizio.

Una volta che sarà garantito l’accesso alle nuove infrastrutture di rete, le strutture sanitarie usufruiranno di servizi di connettività a banda ultra-larga, assistenza tecnica e di servizi di manutenzione. Le strutture sanitarie saranno inoltre fornite di tutta l’attrezzatura necessaria al collegamento alla rete, come modem o router.

L’intervento avverrà attraverso modelli di investimento diretto e sarà finanziata interamente dallo Stato, che dunque ne rimarrà proprietario.

Piano “Isole Minori”:

L’ultimo piano previsto dalla strategia è quella relativa alla fornitura a 18 isole minori di infrastrutture in grado di supportare una connettività adeguata e che, ad oggi, sono prive di collegamenti in fibra ottica con il continente.

Le isole identificate sono quelle di Capraia, Favignana, Lipari, Stromboli, Alicudi, Panarea, Filicudi, Salina, Lampedusa, Linosa, Pantelleria, Ustica, Ponza, Ventotene, Asinara, Isole Tremiti, Isole Pelagie e le isole Sulcitane.

Il tipo di intervento, così come per le strutture sanitarie, seguirà il modello di intervento diretto. La rete sarà quindi finanziata dallo Stato e verrà gestita da uno o più service provider, scelti sulla base di un processo di selezione competitivo. Tali operatori forniranno i servizi a condizioni eque e non discriminatorie, adeguandosi alle condizioni dettate dall’Autorità nazionale di regolamentazione.

Tabella 8: Piani di intervento PNBUL (Fonte: Strategia Italiana per la Banda Ultralarga)

Piano	Obiettivi	Finanziamento	Cronoprogramma
Italia ad 1 Giga	Fornitura di prestazioni di 1 Gbit/s in download e 200 Mbit/s in upload nelle aree a fallimento di mercato, circa 8.5 milioni di unità immobiliari.	Stanziati circa 3.8 miliardi di euro.	Q3 2023: raggiungimento 20% dell'obiettivo Q1 2025: raggiungimento 60% dell'obiettivo Q2 2026: raggiungimento 100% dell'obiettivo
Italia 5G	Supportare la diffusione della connettività 5G lungo circa 2.645 km di "corridoi europei"; Realizzazione del backhauling ³² in fibra ottica su circa 10.000 km di strade extra-urbane al fine di supportare l'adozione di applicazioni 5G e supportare la sicurezza, la mobilità, la logistica e il turismo; Incentivi per la realizzazione di infrastrutture mobili 5G nelle aree a fallimento di mercato.	Stanziati circa 2.02 miliardi di euro.	Q3 2023: raggiungimento 20% dell'obiettivo Q1 2025: raggiungimento 60% dell'obiettivo Q2 2026: raggiungimento 100% dell'obiettivo
Scuole connesse	Copertura a banda ultra-larga della totalità degli istituti scolastici presenti sul territorio nazionale. Fase Uno: fornitura delle connessioni a circa 35.000 degli edifici scolastici (78%); Fase Due: fornitura delle connessioni ai rimanenti 9.000 istituti (12%).	Costo stimato per la copertura: 261 milioni di euro. Stanziamiento per la fornitura: circa 400 milioni di euro.	Q4 2022: raggiungimento 20% dell'obiettivo Q3 2024: raggiungimento 60% dell'obiettivo Q4 2025: raggiungimento 100% dell'obiettivo
Sanità connessa	Fornitura di connessioni a banda ultra-larga per 12.280 strutture sanitarie tramite modelli di intervento diretto.	Costo stimato circa 500 milioni di euro.	Q1 2023: raggiungimento 10% dell'obiettivo Q3 2023: raggiungimento 30% dell'obiettivo Q3 2024: raggiungimento 60% dell'obiettivo Q3 2025: raggiungimento 100% dell'obiettivo

³² Nel campo delle telecomunicazioni, una rete di backhaul o rete di ritorno è la porzione di una rete gerarchica che comprende i collegamenti intermedi tra la rete centrale e le piccole sottoreti ai "margini" della stessa rete gerarchica.

Isole Minori	Fornitura di connessioni a banda ultra-larga per 18 isole minori (Capraia, Favignana, Lipari, Stromboli, Alicudi, Panarea, Filicudi, Salina, Lampedusa, Linosa, Pantelleria, Ustica, Ponza, Ventotene, Asinara, Isole Tremiti, Isole Pelagie, isole Sulcitane).	Stanziamiento di circa 60.5 milioni di euro.	Q4 2021: raggiungimento 10% dell'obiettivo Q4 2022: raggiungimento 60% dell'obiettivo Q4 2023: raggiungimento 100% dell'obiettivo
-----------------	---	--	---

Considerata la valenza strategica che gli interventi in esame assumono, in modo trasversale, per tutti i settori dell'economia, l'attuazione di ciascun Piano di intervento previsto nella Strategia richiede una grande attività di condivisione e coordinamento tra le diverse Amministrazioni centrali e locali, oltre ad un attento coinvolgimento dei soggetti deputati all'attuazione degli stessi interventi.

Gli obiettivi perseguiti sono ambiziosi, e l'orizzonte temporale entro la quale si prefigge di portare a termine i piani è ristretto, ma rappresentano la colonna portante per la diffusione digitale necessaria a portare l'Italia ai migliori livelli di connettività in Europa.

4.3. Il contesto Europeo

La banda larga e ultra-larga sono diventate temi cruciali nel contesto europeo, in quanto l'Unione Europea (UE) si impegna a promuovere l'accesso universale a Internet ad alta velocità per tutti i cittadini europei.

Questi obiettivi sono stati posti al centro dell'Agenda Digitale per l'Europa, una strategia adottata nel 2010 per accelerare la trasformazione digitale nel continente.

L'UE ha riconosciuto che una connessione a banda larga affidabile e veloce è essenziale per sostenere la competitività economica, favorire l'innovazione, migliorare l'accesso ai servizi pubblici digitali e promuovere la partecipazione dei cittadini nella società digitale. Di conseguenza, l'UE ha stabilito degli obiettivi ambiziosi per garantire che tutti i cittadini europei abbiano accesso a una connessione Internet ad alta velocità.

Nel 2010, l'UE si è prefissata l'obiettivo di garantire che entro il 2020 tutti i cittadini europei abbiano accesso a una connessione a banda larga di almeno 30 Megabit al secondo (Mbps), con la possibilità per almeno il 50% delle famiglie europee di abbonarsi a una connessione a banda larga di almeno 100 Mbps. Questo obiettivo è stato raggiunto globalmente, ma con notevoli disparità tra i diversi paesi europei.

Per affrontare queste disparità e accelerare l'adozione della banda larga ultra-larga, l'UE ha introdotto il concetto di "connettività a banda larga gigabit".

Nel 2016, è stato stabilito l'obiettivo di fornire una copertura di rete di banda larga gigabit per tutte le aree abitate dell'UE entro il 2025. La banda larga gigabit si riferisce a connessioni Internet con velocità di almeno 1 Gigabit al secondo (Gbps).

Per raggiungere questi obiettivi, l'Unione Europea ha adottato diverse misure e programmi di finanziamento. Uno degli strumenti principali è stato il Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR), che ha stanziato finanziamenti per la realizzazione di infrastrutture a banda larga in tutto il continente. Inoltre, l'UE ha promosso la condivisione delle infrastrutture e l'utilizzo delle tecnologie più avanzate, come la fibra ottica, per migliorare le connessioni Internet.

4.3.1 Agenda Digitale Europea

Il concetto di "agenda digitale" è stato sviluppato nell'ambito della Strategia Europa 2020, il programma dell'Unione Europea che mira a incentivare la crescita economica e l'occupazione nel vecchio continente oltre che sfruttare appieno le opportunità offerte dalla digitalizzazione.³³

La prima agenda digitale (2010-2020) aspirava soprattutto al miglioramento dell'accesso ai beni e servizi digitali per i consumatori e le imprese in tutta Europa e dotare l'UE di un sistema avanzato in materia di diritti degli utenti e protezione dei consumatori e delle imprese, attraverso tariffe agevolate e regolamentate, come ad esempio la cessazione delle tariffe di roaming a partire dal 14 giugno 2017.

Le iniziative delineate sono svariate, e mirano al miglioramento e sviluppo di diverse aree e temi digitali:

Connessioni ad alta velocità:

L'obiettivo dichiarato è quello di fornire e garantire una connettività ultraveloce ed affidabile in tutti gli Stati membri dell'Unione Europea. Questi interventi mirano dunque al potenziamento delle infrastrutture di rete, in particolare quelle a supporto della fibra ottica in modo da munirsi di connessioni ultraveloci sia a livello nazionale sia a livello transfrontaliero.

³³ La strategia Europa 2020, su Commissione europea - European Commission.

Mercato unico digitale:

Una delle ambizioni più grandi portate avanti dall'UE riguarda la creazione di un mercato digitale unico e integrato.

L'intento è consentire a consumatori e imprese di operare in un ambiente digitale senza restrizioni, attraverso l'armonizzazione delle norme del mondo digitale, lo snellimento delle procedure burocratiche nonché migliorare l'accesso ai contenuti digitali.

Sicurezza cibernetica:

La sicurezza cibernetica è un'area di grande rilevanza nell'era digitale, in quanto la protezione dei sistemi informatici, delle reti, dei dati e delle infrastrutture è vitale per garantire la riservatezza, l'integrità e la disponibilità delle informazioni.

L'Agenda concentra parte delle sue tematiche proprio in quest'ottica di sicurezza che il mondo digitale necessita, in particolare attraverso la corretta protezione dei dati sensibili e confidenziali, la protezione delle reti da potenziali attacchi informatici, la diffusione di una consapevolezza e formazione digitale oltre che stimolando la collaborazione e cooperazione tra gli Stati membri.

e-Government:

L'e-governance, o governo elettronico, si riferisce all'utilizzo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) per migliorare ed efficientare la fornitura dei servizi pubblici e le attività governative.

L'e-governance mira a rendere il governo più trasparente, responsabile, partecipativo ed efficiente attraverso l'adozione di strumenti digitali.

Competenze digitali:

L'Agenda promuove inoltre l'acquisizione delle competenze digitali per tutti i cittadini europei, includendo programmi di formazione e alfabetizzazione digitale, e per farlo si propone di integrare tali competenze nei sistemi educativi a tutti i livelli.

Oltre ai cittadini, anche le imprese devono essere sostenute in questa formazione, soprattutto per le piccole e medie imprese (PMI), incoraggiando l'uso di tecnologie innovative quali il cloud computing, l'e-commerce, l'automazione e l'Intelligenza Artificiale.

La seconda Agenda Digitale Europea copre invece il decennio successivo, 2020-2030, e si concentra sui cambiamenti che le tecnologie digitali hanno avuto, soprattutto dopo la Pandemia, sui servizi e sui mercati digitali.

Attraverso le due comunicazioni strategiche, intitolate “Plasmare il futuro digitale in Europa” e “Il decennio digitale europeo”, la Commissione ha definito le azioni specifiche da intraprendere per il conseguimento degli obiettivi delineati.

Tra le priorità d’attuare nel corso del decennio figurano lo sviluppo di computazione quantistica, politiche commerciali supportate da blockchain, intelligenza artificiale antropocentrica ed affidabile, normative sui semiconduttori, sovranità digitale e connettività Gigabit.

A finanziare questi piani sarà il Programma “Europa digitale” che prevede lo stanziamento di circa 7.5 miliardi di euro per la tecnologia digitale per il periodo 2021-2027.³⁴

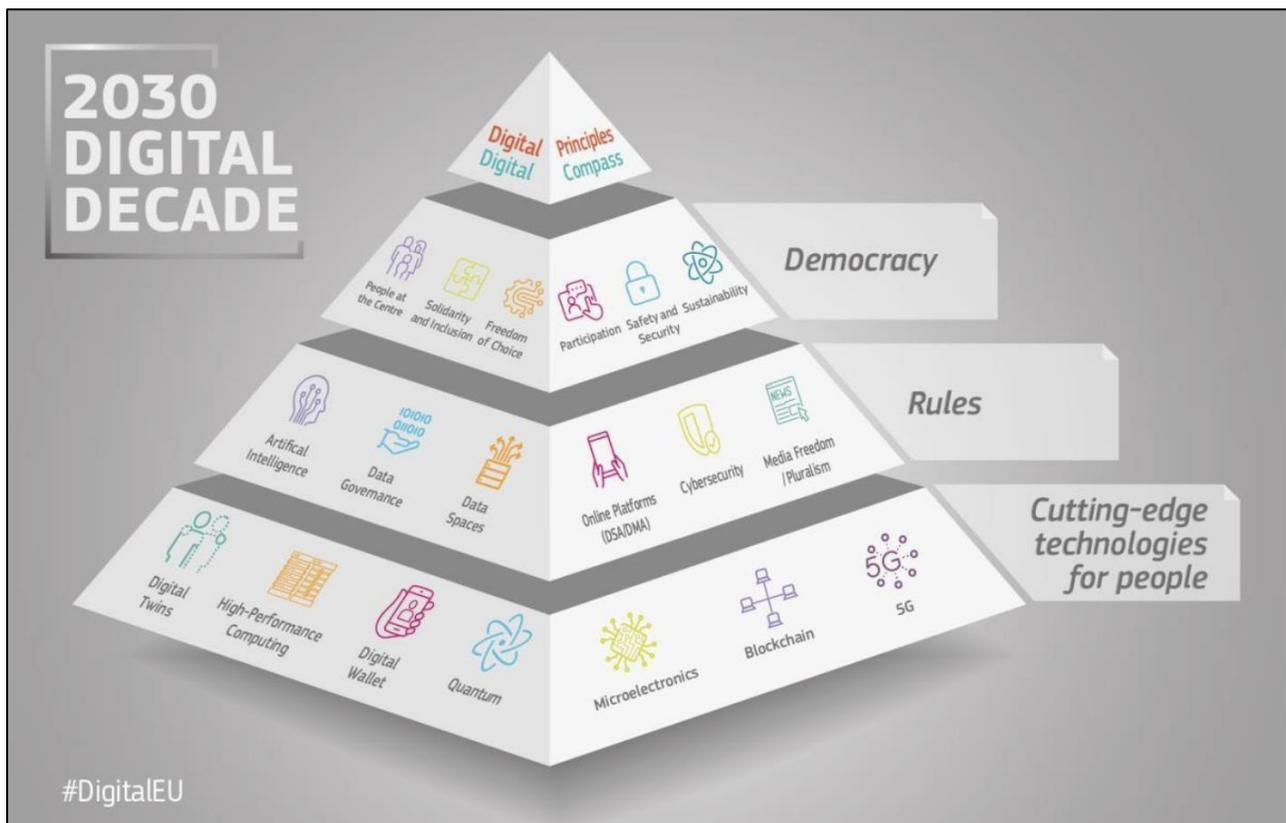


Figura 12: Obiettivi del Digital Compass, Commissione Europea

³⁴ Fonte: Note tematiche sull’Unione Europea, Parlamento Europeo

4.3.2. Confronto Europeo tramite alcuni indicatori

Il ritardo digitale che l'Italia presenta nei confronti degli standard europei è certificato dalla Commissione Europea attraverso la pubblicazione della Digital Agenda Scoreboard, un aggregato di indicatori che fornisce visione della “condizione digitale” dei paesi comunitari.

Tale ritardo risulta maggiormente evidente restringendo il focus sui cinque paesi comunitari con maggior PIL (Germania, Francia, Spagna, Olanda e, appunto, Italia). L'indicatore di riferimento è il DESI (*Digital Economy and Society Index*) che aggrega quattro componenti: capitale umano, connettività, integrazione delle tecnologie digitali e servizi pubblici digitali.

Secondo le pubblicazioni al 2022 dell'indice DESI l'Italia si colloca al diciottesimo posto fra i 27 Stati membri dell'UE.

Essendo l'Italia la terza economia dell'UE per dimensioni, i progressi che verranno compiuti i prossimi anni nell'ambito della trasformazione digitale saranno fondamentali per il conseguimento degli obiettivi UE del decennio digitale 2020-2030.

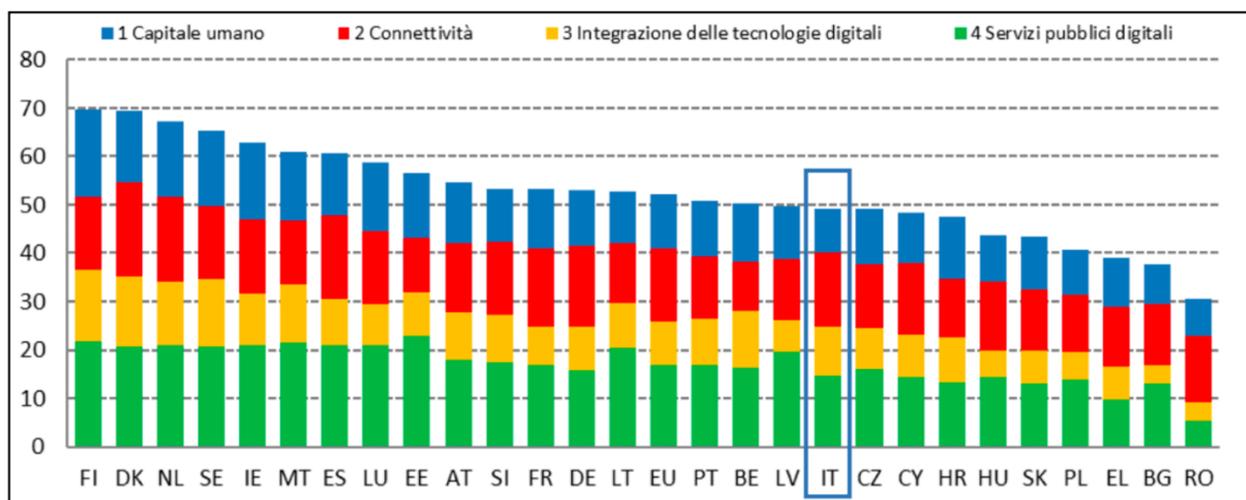


Figura 13: Indice di digitalizzazione dell'economia e della società (DESI), Ranking 2022 (Fonte: Commissione Europea)

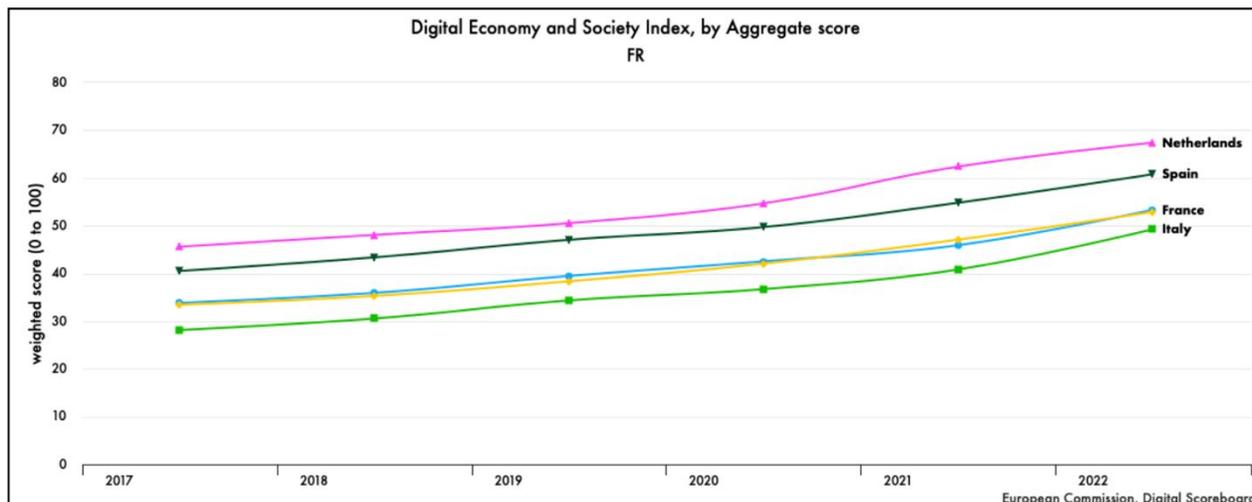


Figura 14: DESI Overall Index Score per Nazione (Fonte: Digital Scoreboard)

Capitale Umano: indicatore “tallone d’Achille” del paese, considera il livello generale di “skill” digitali di un paese, inoltre tiene conto del rapporto tra persone con un livello base di competenza digitale e le persone che hanno competenze tra le persone con un livello basico di competenze digitali e le persone con un livello superiore al livello base.

Il punteggio in questa categoria è ottenuto attraverso una media dei punteggi ottenuti in altre sottocategorie, indicate in Tabella 9, che fanno riferimento a due fattori: le competenze digitali degli individui e l’aspetto dell’occupazione in ambiti ICT.

Tabella 9: componenti indicatore DESI “Capitale Umano”, 2022 (Fonte: Commissione Europea)

	Italia DESI (2021)	UE DESI (2021)	Delta
In possesso di competenze digitali di base	46%	54%	-8%
% degli individui			
In possesso di competenze digitali superiori a quelle di base	23%	26%	-3%
% degli individui			
In possesso almeno di competenze di base per la creazione di contenuti digitali	58%	66%	-8%
% degli individui			
Specialisti ICT	3.8%	4.5%	-0.7%
% di persone occupate nella fascia di età 15-74			

Specialisti ICT di sesso femminile	16%	19%	-3%
% degli specialisti ICT			
Imprese che forniscono formazione in materia ICT	15%	20%	-5%
% delle imprese			
Laureati in ambito ICT	1.4%	3.9%	-1.5%
% dei laureati			

In riferimento a tale indicatore l'Italia si posiziona ventiquattresima (su 27) in Europa per popolazione con competenze digitali almeno di base (46%), contro una media UE del 54%, ventitreesima invece per competenze digitali avanzate (23%), contro una media UE del 26% e infine risulta ultima per quota di laureati in ambito ICT sul totale della popolazione con una laurea (1.4% rispetto a un valore UE del 3.9%).³⁵

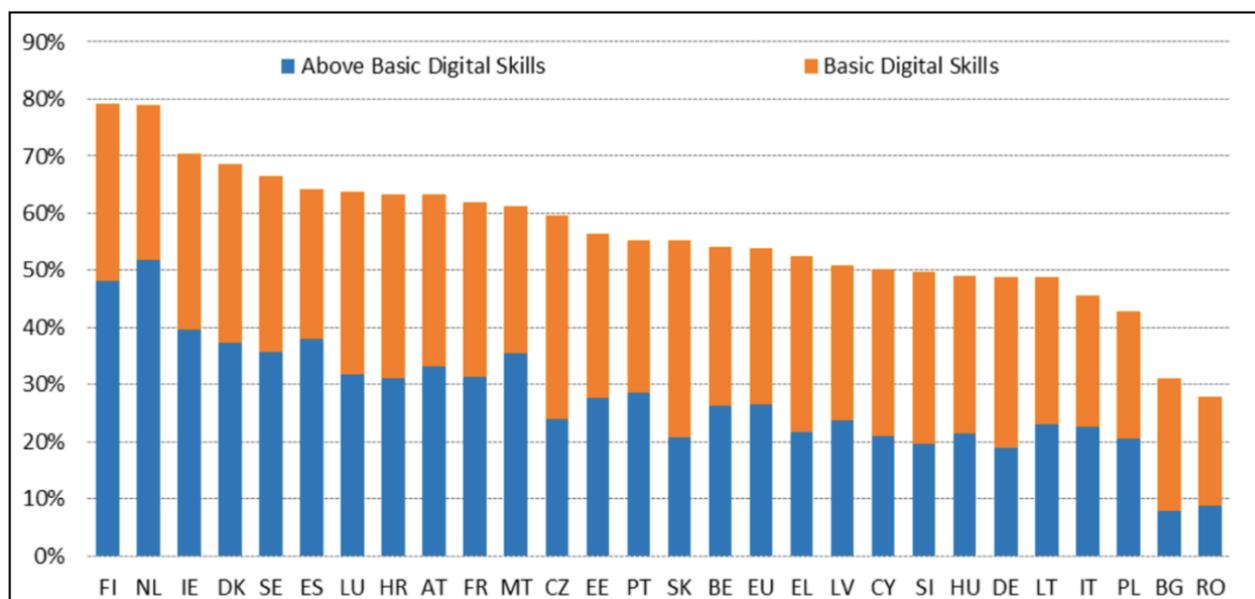


Figura 15: Competenze digitali base e sopra la media (% di individui), 2021 (Fonte: Eurostat, Community survey on ICT usage in Households and by Individuals)

L'Italia ha varato una Strategia nazionale per le competenze digitali, attuato attraverso un Piano Operativo adottato nel dicembre 2020. Il Piano identifica 111 iniziative e stabilisce come target quello di dotare il 70 % della popolazione di competenze digitali di base, in linea con l'obiettivo dell'80 % previsto dal decennio digitale per il 2030.

³⁵ Fonte: Digital Economy and Society Index (DESI) 2022 – Human Capital

Le iniziative intraprese riguardano l'istruzione e la formazione, la riqualificazione e il miglioramento delle competenze della forza lavoro, le competenze specialistiche in materia ICT e le competenze digitali della popolazione in generale.³⁶

Connettività: questo indicatore consente di misurare lo sviluppo della banda larga, la sua qualità e l'accesso da parte di vari soggetti interessati.

La dimensione della connettività del DESI esamina sia la domanda di consumatori ed imprese sia l'offerta della banda larga fissa e mobile. Inoltre, fornisce una panoramica relativi ai prezzi al dettaglio delle offerte fisse e mobili.

L'Italia si colloca al settimo posto tra gli Stati membri dell'UE. I progressi più significativi sono attribuibili alla copertura mobile 5G che, tra il 2020 e il 2022, dall'8% al 99.7% delle zone abitate mentre risulta ancora molto bassa (44%) la percentuale di famiglie che hanno accessi alla rete fissa ad altissima capacità, contro la media UE del 70%.

Tabella 10: Componenti indicatore DESI "Connettività", 2022 (Fonte: Commissione Europea)

	Italia DESI	UE DESI	Delta
	(2021)	(2021)	
Diffusione complessiva della banda larga fissa	66%	78%	-12%
% delle famiglie			
Diffusione della banda larga fissa ad almeno 100 Mbps	38%	41%	-3%
% delle famiglie			
Diffusione ad almeno 1 Gbps	7.06%	7.56%	-0.5%
% delle famiglie			
Copertura della banda larga veloce (NGA)	97%	90%	+7%
% delle famiglie			
Copertura della rete fissa ad altissima capacità (VHCN)	44%	70%	-26%
% delle famiglie			

³⁶ Fonte: Report DESI 2022 – Italia, Commissione Europea

Copertura della fibra fino alla sede dell'utente (FTTP) % delle famiglie	44%	50%	-6%
Spettro 5G Spettro assegnato come percentuale (%) dello spettro totale 5G armonizzato	60%	56%	+4%
Copertura 5G % delle zone abitate	99.7%	66%	+23.7%
Diffusione della banda larga mobile % degli individui	80%	87%	-7%
Indice dei prezzi dei servizi a banda larga Punteggio (da 0 a 100)	76	73	+3

Una delle componenti che maggiormente penalizzano l'indicatore italiano è quello relativo alla percentuale di popolazione coperta da connessioni Fiber-to-the-Premises (FTTP) in cui l'Italia si posiziona al diciannovesimo posto.³⁷

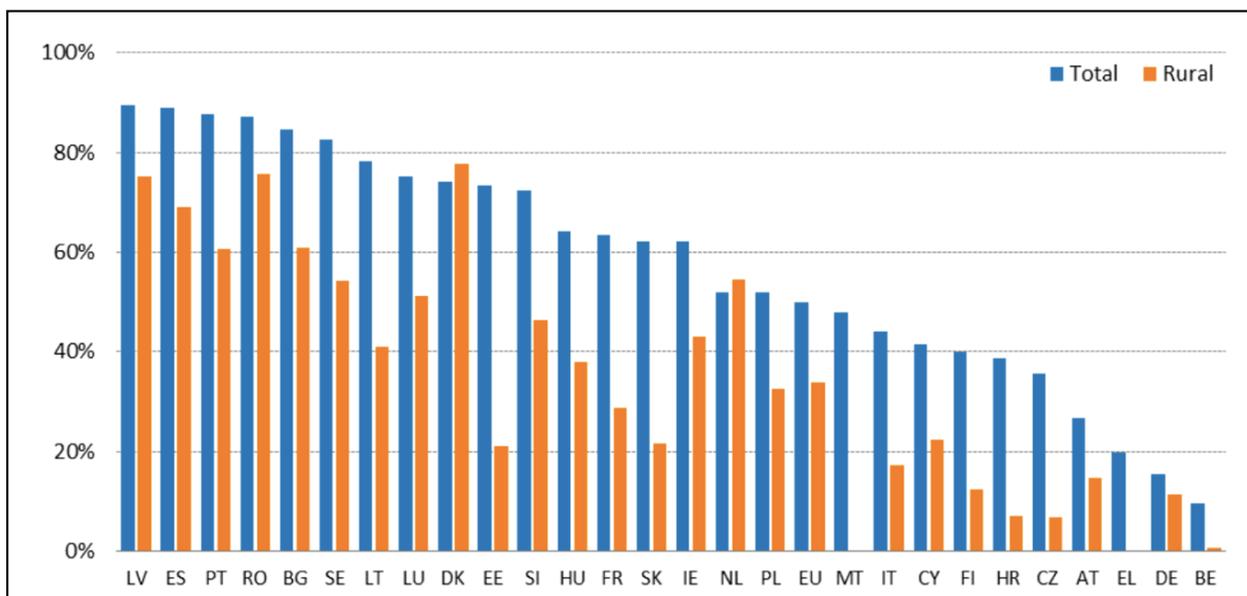


Figura 16: Copertura FTTP (% abitazioni), 2021 (Fonte: IHS Markit, Omdia and Point Topic, Broadband coverage in Europe studies)

³⁷ Fonte: Osservatorio Agenda Digitale, Politecnico di Milano

Il divario accumulato in termini di connettività e banda larga sembrerebbe dovuto alle disuguaglianze nella qualità delle connessioni all'interno della popolazione: pochi nuclei familiari sfruttano i vantaggi della banda larga e ultra-larga, ma queste poche famiglie sono relativamente meglio connesse confronto alle famiglie di paesi comparabili.³⁸

Integrazione delle tecnologie digitali: Questa dimensione DESI misura la digitalizzazione delle imprese e dell'e-commerce e in particolare l'adozione delle tecnologie digitali da parte delle imprese da un livello molto basilare a un livello avanzato. Questi includono la condivisione di informazioni elettroniche, l'uso dei social media, ma anche l'uso di tecnologie più avanzate come l'analisi dei big data, i servizi cloud e l'intelligenza artificiale (IA). Un'enfasi specifica è posta sul commercio elettronico, con indicatori relativi alle PMI che vendono online sia a livello nazionale che in altri paesi dell'UE (cioè transfrontalieri) e la quota di fatturato derivante da questi.

Tabella 11: Componenti indicatore DESI "Integrazione delle tecnologie digitali", 2022 (Fonte: Commissione Europea)

	Italia DESI (2021)	UE DESI (2021)	Delta
PMI con almeno un livello base di intensità digitale	60%	55%	+5%
% delle PMI			
Scambio di informazioni elettroniche	32%	38%	-6%
% delle imprese			
Social Media	27%	29%	-2%
% delle imprese			
Big Data	9%	14%	-5%
% delle imprese			
Cloud	52%	34%	+18%
% delle imprese			
Intelligenza Artificiale	6%	8%	-2%
% delle imprese			

³⁸ Fonte: CorCom -Banda ultra-larga, allarme Istat: "Il Sud ancora in digital divide"

ICT per sostenibilità ambientale	60%	66%	-6%
<small>% di imprese con intensità medio/alta di azioni verdi tramite ICT</small>			
Fatturazione elettronica	95%	32%	+63%
<small>% delle imprese</small>			
Attività di vendita online delle PMI	13%	18%	-5%
<small>% delle PMI</small>			
Fatturato del commercio elettronico	9%	12%	-3%
<small>% del fatturato delle PMI</small>			
Vendite online transnazionali	7%	9%	-2%
<small>% delle PMI</small>			

La situazione è tutt'altro che promettente in termini di competenze digitali e connettività, ma le imprese italiane primeggiano nell'integrazione digitale, salendo di nove posizioni nella classifica dedicata, posizionandosi come ottava migliore nazione in Europa nell'indice DESI.

Gli ottimi risultati ottenuti in questa categoria sono dovuti principalmente a tre indicatori:

- l'Italia è prima nel continente per percentuale di imprese che utilizzano la fatturazione elettronica;
- la percentuale di imprese che adottano servizi in Cloud classificati di media-alta sofisticazione (38% contro la media UE del 25%);
- la quota di piccole-medie imprese che hanno un livello di intensità digitale almeno di base.³⁹

³⁹ Fonte: Digital Scoreboard, Commissione Europea

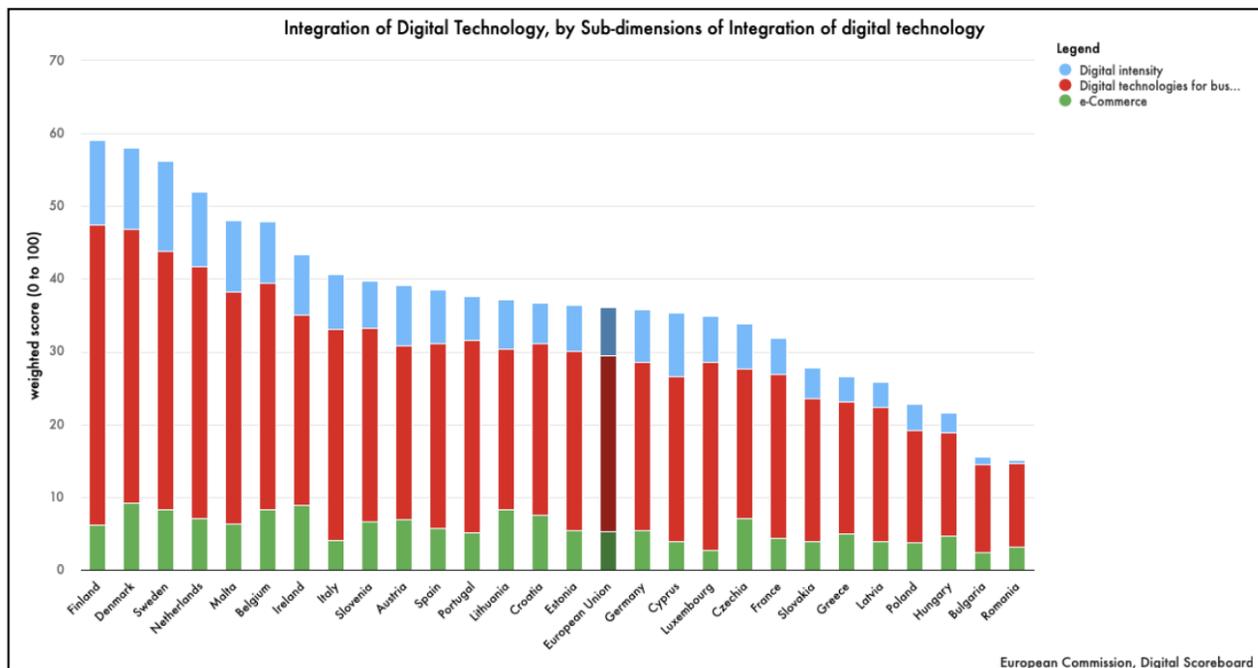


Figura 17: Confronto tra Paesi europei sul punteggio DESI relativo all'Integrazione Digitale

L'intensità digitale viene misurata invece tramite il Digital Intensity Index (DII) che misura l'uso di diverse tecnologie digitali a livello aziendale.

Il punteggio DII di un'impresa si basa sul conteggio di quante tecnologie su 12 selezionate vengono utilizzate, mostra anche il grado di penetrazione e la velocità di adozione delle diverse tecnologie monitorate dal DII facendo distinzione tra grandi aziende e PMI dell'UE.

Tecnologia	Grandi Imprese	PMI
La velocità massima di download della connessione Internet a linea fissa più veloce è di almeno 30 Mb/s	95%	80%
Utilizzo dei Social Media	83%	58%
Imprese con almeno il 50% dei dipendenti che utilizzano PC con accesso ad internet per finalità business	58%	49%
Utilizzo di Cloud Services	72%	40%
Utilizzo di software ERP (Enterprise Resource Planner) per condividere informazioni tra differenti aree funzionali	81%	37%
Utilizzo di CRM (Customer Relationship Management)	65%	34%
Utilizzo di servizi di Call Center tecnologicamente sofisticati (eg. BOT)	60%	33%
Utilizzo di almeno 2 Social Media	61%	28%
Utilizzo di IoT (Internet of Things)	48%	28%
Imprese con vendite e-commerce almeno 1% del turnover	38%	18%
Imprese con vendite web maggiori dell'1% del turnover totale e vendita web B2C (Business to Consumers) maggiori del 10% del totale delle vendite web	12%	11%
Utilizzo di tecnologie di IA (Intelligenza Artificiale)	28%	7%

Figura 18: Indicatori di riferimento per il Digital Intensity Index (% imprese italiane), 2021 - Fonte: Eurostat, European Union survey on ICT usage and e-commerce in enterprises

Lo strumento cardine per sostenere la diffusione delle tecnologie digitali tra le imprese è il Piano Nazionale "Transizione 4.0" che, attraverso agevolazioni fiscali, finanziati attraverso il PNRR (13.4 miliardi di euro) e il fondo nazionale complementare (5.8 miliardi di euro), mira al rafforzamento della rete nazionale dei centri di competenza e dei poli europei di innovazione digitale.

Servizi Pubblici Digitali: le tecnologie digitali portano con sé sempre più richieste e nuove aspettative nel settore pubblico.

Un e-government efficace è in grado di fornire un'ampia varietà di vantaggi, tra cui una maggiore efficienza e risparmi di costo sia per i governi che per le imprese e può anche aumentare la trasparenza e l'apertura alle informazioni.

La disponibilità online dei servizi pubblici è cresciuta costantemente nell'ultimo decennio, accelerata dalla pandemia di COVID-19 durante la quale l'interazione digitale doveva diventare la norma. L'obiettivo digitale dichiarato, da conseguire nel decennio in corso, è quello di far fruire a cittadini e imprese tutti i principali servizi pubblici in modalità totalmente online entro il 2030. Le misure volte alla digitalizzazione dei servizi pubblici e all'introduzione o al miglioramento delle soluzioni di e-government sono in primo piano nei piani di recupero e resilienza.

Il costo stimato degli investimenti e delle riforme pianificate nell'ambito del RFF ammonta a 46 miliardi di EUR nel campo della digitalizzazione dei servizi pubblici e dei processi governativi, tra cui la sanità elettronica, la giustizia elettronica e la digitalizzazione dei sistemi di trasporto e dell'energia.

Il punteggio complessivo di questo indicatore si sviluppa lungo 5 direttrici: la prima riguarda la percentuale di individui che hanno avuto negli ultimi 12 mesi almeno un'interazione con la pubblica amministrazione attraverso internet, la percentuale di dati già in possesso della PA e inseriti all'interno di moduli precompilati, la percentuale di informazioni della PA alle quali cittadini o imprese hanno accesso online ed infine l'apertura dei governi rispetto i c.d. open data⁴⁰.

⁴⁰ Insieme di dati apertamente accessibili, consultabili, lavorabili e condivisibili da chiunque e per qualsiasi scopo. (Fonte: Open Knowledge Foundation)

Tabella 12: Componenti indicatore DESI “Servizi Pubblici Digitali”, 2022 (Fonte: Commissione Europea)

	Italia DESI	UE DESI	Delta
	(2021)	(2021)	
Utenti e-government	40%	65%	-25%
% degli utenti di internet			
Moduli precompilati	48	64	-16
Punteggio (da 0 a 100)			
Servizi pubblici digitali per i cittadini	67	75	-8
Punteggio (da 0 a 100)			
Servizi pubblici digitali per le imprese	79	82	-3
Punteggio (da 0 a 100)			
Open Data	92%	81%	+11%
% di punteggio massimo			

Stazionaria la dimensione dei servizi pubblici digitali (diciannovesimo posto complessivo) dove si registrano però due tendenze in contrapposizione. Da una parte, la completezza e la disponibilità dei servizi pubblici verso i cittadini e le imprese è paragonabile con le medie dei paesi europei dall'altra, l'Italia è terzultima nel continente per percentuale di utenti internet (40%) che interagiscono online con la Pubblica Amministrazione.⁴¹

I risultati, dunque, non riflettono ancora l'impulso che il PNRR dovrebbe dare alle iniziative per la digitalizzazione della pubblica amministrazione e ai suoi servizi.

⁴¹ Indice DESI e DMI: lo stato della digitalizzazione in Italia - Osservatori”)

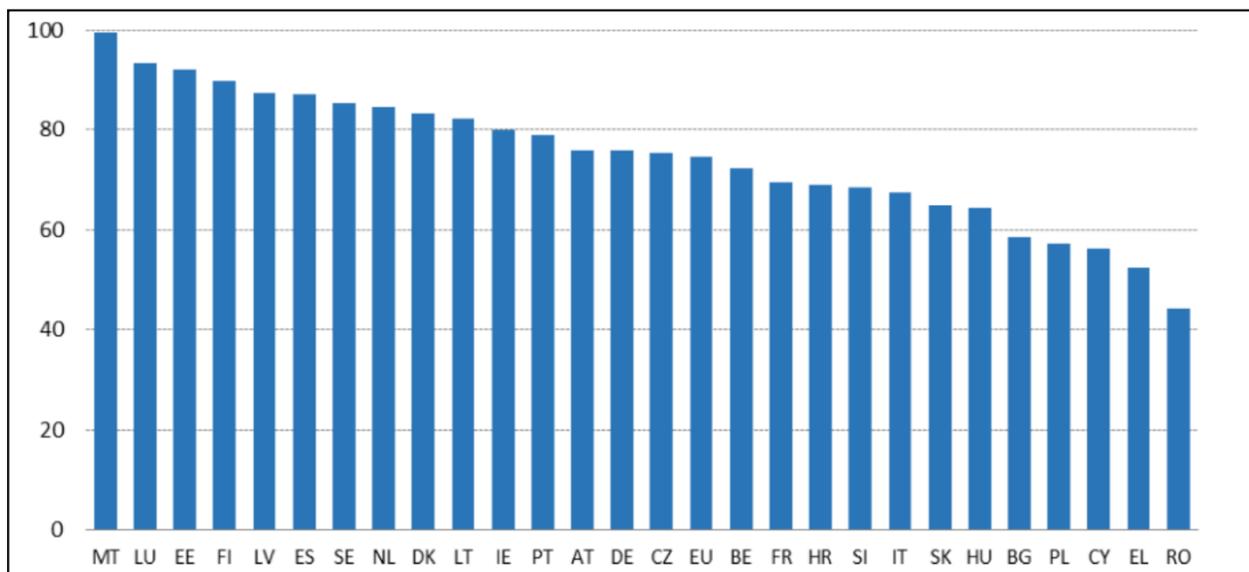


Figura 19: Interazione online degli utenti e-Government con la PA negli ultimi 12 mesi (% di utilizzatori internet), 2021 (Fonte: Eurostat, Community survey on ICT usage in Households and by Individuals.)

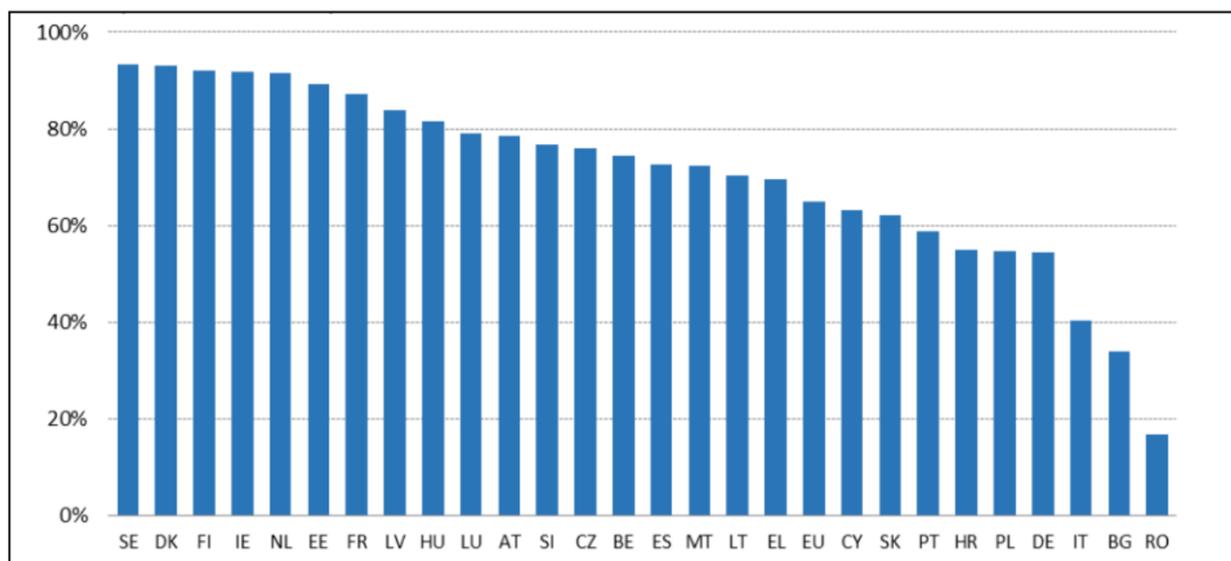


Figura 20: Servizi pubblici digitali per i cittadini (punteggio 0 - 100), 2021 (Fonte: eGovernment Benchmark, Capgemini.)

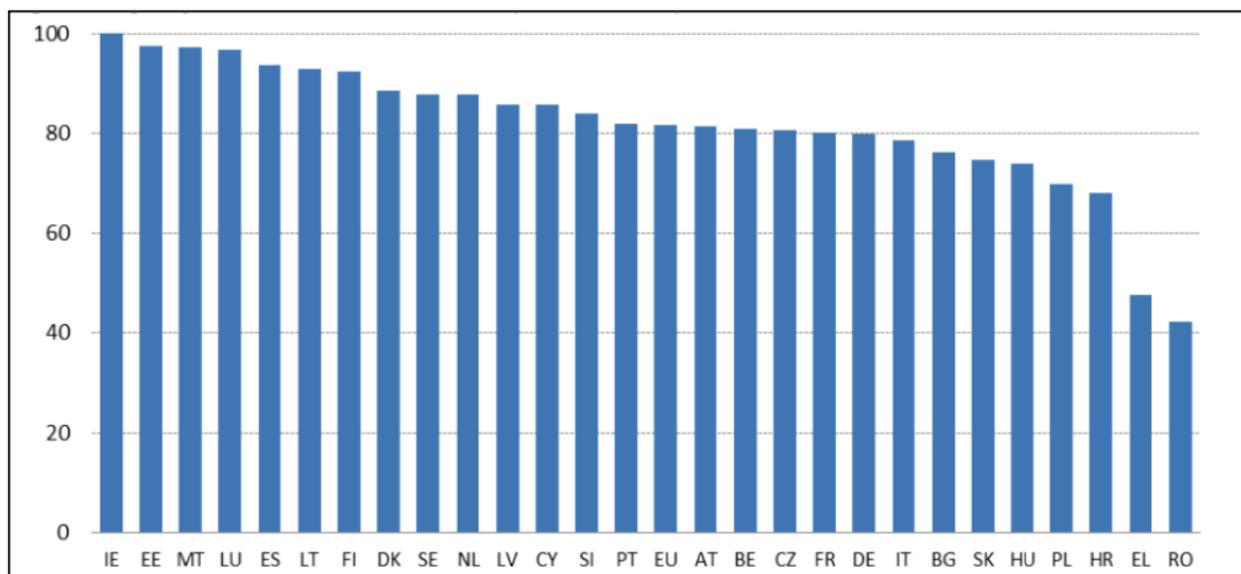


Figura 21: Figura 18: Servizi pubblici digitali per le imprese (Punteggio 0 - 100), 2021 (Fonte: eGovernment Benchmark, Capgemini.)

Tuttavia, va notato che, così com'è, l'indice DESI ha alcune limitazioni. I limiti, se non conosciuti, possono produrre valutazioni distorte che possono portare a decisioni sbagliate. L'indice, infatti, non misura con precisione l'attuazione dell'Agenda Digitale, poiché i dati che utilizza non sono completamente aggiornati e non coprono alcuni fenomeni rilevanti (ad esempio la sicurezza informatica). Inoltre, non fornisce un'indicazione utile per Paesi come l'Italia che hanno bisogno di sapere dove investire per migliorare la propria digitalizzazione.

Una visione complementare è fornita dall'Osservatorio Agenda Digitale che ha sviluppato negli anni l'Indice di Maturità Digitale (in breve DMI), un sistema di 117 indicatori (di cui i 33 che compongono il DESI) organizzati in quattro dimensioni attuative dell'Agenda Digitale: infrastruttura, pubblica amministrazione, cittadini e imprese.

Secondo questo sistema di valutazione, su 27 Paesi Europei, l'Italia si posiziona:

- diciassettesima per sforzi fatti nell'attuazione della propria Agenda Digitale;
- ventitreesima per risultati raggiunti con le iniziative di digitalizzazione adottate negli ultimi anni e promosse in primis dal Ministro per la Transizione Digitale, dal Dipartimento per la Trasformazione Digitale, e da AgID.

Questi indici corroborano le informazioni DESI, almeno in termini di classificazione. Tuttavia, una variante dell'utilizzo di questo strumento è la capacità di spiegare meglio i fenomeni alla base di questi ritardi.

Grazie all'indicatore DMI è possibile effettuare valutazioni più complete e precise, fornendo una migliore comprensione delle dinamiche e della direzione degli interventi digitali.

Conclusioni

La banda larga e ultra-larga sono temi di grande importanza nel contesto delle infrastrutture di comunicazione odierne.

Queste tecnologie hanno rivoluzionato la nostra società e hanno impattato significativamente tutti gli aspetti della vita contemporanea, dalla comprensione degli affari, l'istruzione, l'intrattenimento e la comunicazione. La disponibilità di connessioni ultraveloci è essenziale quindi per il funzionamento efficace per tutte le organizzazioni e per rendere coinvolti tutte le persone all'interno di una società digitale.

La banda larga, offrendo prestazioni più elevate rispetto le tecnologie antecedenti, come le connessioni dial-up o ADSL, ha consentito la proliferazione di nuovi servizi ed applicazioni online come lo streaming video, il cloud computing e molto altro, ponendosi al centro della rivoluzione digitale.

La banda ultra-larga, caratterizzata da velocità ancora più elevate ha offerto ulteriori potenzialità per lo sviluppo di nuove tecnologie e servizi innovativi. La fibra ottica e le reti 5G sono solo alcuni esempi dei nuovi orizzonti resi possibili da questo tipo di connettività, instrandando la società verso nuove applicazioni come l'Internet of Things, la realtà aumentata, l'Intelligenza Artificiale e le Smart City.

Tuttavia, nonostante i costanti e significativi progressi che il Governo italiano e la Comunità Europea hanno incoraggiato nella diffusione della banda larga e ultra-larga, esistono ancora numerose sfide da affrontare. Una delle principali riguarda la tematica dell'accessibilità, economica e territoriale.

Molti paesi e comunità, specialmente nelle zone rurali e remote, hanno ingenti difficoltà ad accedere a questa tipologia di servizi a causa della mancanza di infrastrutture adeguate o a causa dei costi elevati di implementazione. È quindi fondamentale riuscire a garantire un accesso quanto più diffuso, riducendo i fenomeni di divario digitale e promuovendo una società digitale pienamente inclusiva.

Concludendo, la banda larga e ultra-larga rappresentano delle risorse vitali per lo sviluppo economico delle nazioni. La diffusione di queste tecnologie è fonte di nuove opportunità e di cambiamento nel modo in cui viviamo, lavoriamo e ci relazioniamo. Rendere questi strumenti accessibili è necessario affinché il beneficio sia distribuito su tutta la comunità, fondamentale per lo sviluppo di una società digitale inclusiva e connessa. Tutto ciò è possibile solo attraverso un impegno coordinato e congiunto

di tutte le parti interessate: Governi, operatori di telecomunicazioni, imprese e cittadini.

Bibliografia

- [1] Abramovitz Moses, “Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind” *The Journal of Economic History*, Vol. 46, No. 2, *The Tasks of Economic History*. (Jun. 1986), pp. 385-406.
- [2] Ahlfeldt, G., Koutroumpis, P., & Valletti, T. (2017). Speed 2.0: Evaluating access to universal digital highways. *Journal of the European Economic Association*, 15(3), 586–625.
- [3] Akerman, A., Gaarder, I., & Mogstad, M. (2015). The skill complementarity of broadband internet. *Quarterly Journal of Economics*, 130(4), 1781–1824.
- [4] Alastair R. Hall *Generalized method of moments*, Oxford University Press, 2005, p. 6.
- [5] Arauzo-Carod, J. M. (2008). Industrial location at a local level: Comments on the territorial level of the analysis. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 99,193–208.
- [6] Arauzo-Carod, J. M., & Manjon-Antolin, M. C. (2012). (Optimal) spatial aggregation in the determinants of industrial location. *Small Business Economics*, 39, 645–658.
- [7] Bentivegna S. (2009), *Disuguaglianze digitali. Le nuove forme di esclusione nella società dell’informazione*, Roma-Bari, Laterza.
- [8] Bresnahan and Trajtenberg (1995, *JoE*): “General Purpose Technologies ‘Engines of Growth?’”
- [9] Briglauer, W., & Gugler, K. P. (2018). Go for gigabit? First evidence on economic benefits of Ultra-Fast broadband technologies in Europe. *Journal of Common Market Studies* forthcoming.
- [10] *Broadband Coverage in Europe 2021 - Mapping progress towards the coverage objectives of the Digital Decade*
- [11] Cambini, C. & Sabatino, L. (2022), *Digital Highways and Firm Turnover*
- [12] Cambini, C. et al. (2023), *Ultra-fast broadband access and productivity: Evidence from Italian firms*
- [13] *Community survey on ICT usage in Households and by Individuals*
- [14] Czernich, N. (2014). Does broadband internet reduce the unemployment rate? Evidence from Germany. *Information Economics and Policy*, 29, 32–45
- [15] *DECISIONE (UE) 2022/2481 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 14 dicembre 2022*
- [16] *Digital Economy and Society Index (DESI) 2022 Digital Infrastructure*
- [17] *Digital Economy and Society Index (DESI) 2022 Digital Public Services*
- [18] *Digital Economy and Society Index (DESI) 2022 Human Capital*
- [19] *Digital Economy and Society Index (DESI) 2022 Integration of Digital Technology*
- [20] *European Innovation Scoreboard 2006 Database*
- [21] G. Eysenbach (*J Med Internet Res* 2001): “What is e-health?”

- [22] Grimes, A., & Townsend, W. (2018). Effects of (ultra-fast) fiber broadband on student achievement. *Information Economics and Policy*, 44, 8–15.
- [23] Hasbi, M. (2017), “Impact of Superfast Broadband on Local Economic Growth: Empirical Evidence Using a Matching Estimator”,
- [24] James Stock, Mark Watson, *Introduzione all'econometria*, Milano, Pearson Education, 2005
- [25] Jed Kolko (2010). *Broadband and Local Growth*. Public Policy Institute of California. August 2010
- [26] Jofre-Monseny, J. R. M.-L., & Viladecans-Marsal, E. (2011). The mechanisms of agglomeration: Evidence from the effect of inter-industry relations on the location of new firms. *Journal of Urban Economics*, 70, 61–74.
- [27] Marco Gui, “Le trasformazioni della disuguaglianza digitale tra gli adolescenti: evidenze da tre indagini nel Nord Italia”, *Quaderni di Sociologia*, 69 | 2015, 33-55.
- [28] Martin Falk, Eva Hagsten (2021), “Impact of high-speed broadband access on local establishment dynamics”
- [29] McCoy, D., Lyons, S., Morgenroth, E., Palcic, D., & Allen, L. (2016). *The impact of local infrastructure on new business establishments*, Mimeo.
- [30] Mossberger K., Mary K.M.C.J.T., Tolbert C.J. e Stansbury M. (2003), *Virtual inequality: Beyond the digital divide*, Georgetown, Georgetown University Press.
- [31] Pantelis Kountrompis (2009), “The Economic Impact of Broadband on Growth: A simultaneous approach”
- [32] Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, Presidenza del Consiglio dei Ministri
- [33] Rapporto osservatorio reti & servizi di nuova generazione, “Fare reti nella ripresa: Gli scenari del decennio digitale europeo e italiano”, Istituto per la Competitività
- [34] Rohman, I. K., & Bohlin, E. (2012). Does broadband speed really matter as a driver of economic growth? Investigating OECD countries. *International Journal of Management and Network Economics*, 2(4), 336–356.
- [35] Strategia Italiana per la Banda Ultralarga, Presidenza del Consiglio dei ministri, “Piano di Investimenti per la diffusione della Banda Ultra larga”

Sitografia

https://www.treccani.it/enciclopedia/ict_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/

<https://www.agenziacoessione.gov.it/lacoessione/le-politiche-di-coessione-in-italia-2014-2020/strategie-delle-politiche-di-coessione/agenda-digitale/>

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/64/un-agenda-digitale-europea>

<https://innovazione.gov.it/progetti/banda-ultra-larga/> <https://www.mef.gov.it/focus/Il-Piano-Nazionale-di-Ripresa-e-Resilienza-PNRR/> <https://bandaultralarga.italia.it/aree-bianche/obiettivi/>

<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2015/10/14/15A07661/sg>

<https://digital-agenda-data.eu>

https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/isoc_i_esms.htm

https://blog.osservatori.net/it_it/desi-indice-digitalizzazione-italia <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-connectivity>

<https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/banda-ultralarga/banda-ultralarga-allarme-istat-mezzogiorno-ancora-in-digital-divide/> <https://data.europa.eu/en/publications/open-data-maturity/2021>

<https://www.capgemini.com/insights/research-library/egovernment-benchmark-2022-turning-the-spotlight-on-inclusivity-cross-border-trade-and-ehealth/>

<https://www.entidigitali.it/comparatore-di-maturita-digitale> <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1424feee-895f-11ec-8c40-01aa75ed71a1>

<https://www.italiadomani.gov.it/content/sogei-ng/it/it/home.html>

<https://whc.unesco.org>

Indice delle figure

Figura 1: Allocazione delle risorse RRF divise per missioni (Fonte: Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, Governo italiano).....	7
Figura 2: Differenza tra DSL e Fibra Ottica (Fonte: TIM Notebook 2018).....	12
Figura 3: Funzionamento rete di connessione BPL Powerline	14
Figura 4: Evoluzione delle tecnologie wireless (Fonte: M. Dècina, 2014, elaborazioni su dati dei Bell Labs, G. Fettweis, and others, 2013).....	14
Figura 5: Accessi diretti alla rete fissa (Fonte: Osservatorio sulle telecomunicazioni N.4/2022).....	16
Figura 6: Accessi banda larga ed ultra-larga (Fonte: Osservatorio sulle telecomunicazioni N.4/2022)	17
Figura 7: Confronto tra la percentuale di abitazioni coperta da connessioni FTTP o FTTH tra l'Italia e la media Europea (Fonte: HIS Markit, Omdia, Point Topic and VVA, Broadband coverage in Europe studies).....	18
Figura 8: Copertura regionale per tecnologia (% famiglie coperte, dicembre 2020 - Fonte: AGCOM)	35
Figura 9: Persone di 16-74 anni che hanno utilizzato internet negli ultimi 3 mesi e che hanno competenze digitali almeno di base, 2021 (Fonte: Istat-Eurostat Community Survey on ICT usage in households and individuals).....	36
Figura 10: Suddivisione progettuale delle regioni italiane, Fonte: IlSole24Ore	38
Figura 11: Mappatura delle zone a fallimento di mercato (Fonte: Infratel)	42
Figura 12: Obiettivi del Digital Compass, Commissione Europea	51
Figura 13: Indice di digitalizzazione dell'economia e della società (DESI), Ranking 2022 (Fonte: Commissione Europea)	52
Figura 14: DESI Overall Index Score per Nazione (Fonte: Digital Scoreboard)	53
Figura 15: Competenze digitali base e sopra la media (% di individui), 2021 (Fonte: Eurostat, Community survey on ICT usage in Households and by Individuals)	54
Figura 16: Copertura FTTP (% abitazioni), 2021 (Fonte: IHS Markit, Omdia and Point Topic, Broadband coverage in Europe studies)	56
Figura 17: Confronto tra Paesi europei sul punteggio DESI relativo all'Integrazione Digitale	59
Figura 18: Indicatori di riferimento per il Digital Intensity Index (% imprese italiane), 2021 - Fonte: Eurostat, European Union survey on ICT usage and e-commerce in enterprises.....	59
Figura 19: Interazione online degli utenti e-Government con la PA negli ultimi 12 mesi (% di utilizzatori internet), 2021 (Fonte: Eurostat, Community survey on ICT usage in Households and by	

Individuals.)	62
Figura 20: Servizi pubblici digitali per i cittadini (punteggio 0 - 100), 2021 (Fonte: eGovernment Benchmark, Capgemini.)	62
Figura 21: Figura 18: Servizi pubblici digitali per le imprese (Punteggio 0 - 100), 2021 (Fonte: eGovernment Benchmark, Capgemini.)	63

Indice delle tabelle

Tabella 1: Confronto dati copertura FTTP abitazioni (%) (Fonte: European Commission, Digital Scoreboard).....	18
Tabella 2: Impatti della banda larga e ultra-larga sul PIL	23
Tabella 3: Impatti della banda larga e ultra-larga sul mercato del lavoro	27
Tabella 4: mpatti microeconomici della banda larga e ultra-larga.....	30
Tabella 5: Ulteriori impatti della banda larga e ultra-larga	32
Tabella 6: Dati sulla popolazione, gennaio 2023 (Fonte: Elaborazione dati ISTAT, ONS)	33
Tabella 7: Dati sulle superfici protette dalle convenzioni UNESCO (Fonte: ISTAT, UNESCO World Heritage Convention)	34
Tabella 8: Piani di intervento PNBUL (Fonte: Strategia Italiana per la Banda Ultralarga	47
Tabella 9: omponenti indicatore DESI "Capitale Umano", 2022 (Fonte: Commissione Europea)...	53
Tabella 10: Componenti indicatore DESI "Connettività", 2022 (Fonte: Commissione Europea)	55
Tabella 11: Componenti indicatore DESI "Integrazione delle tecnologie digitali", 2022 (Fonte: Commissione Europea)	57
Tabella 12: Componenti indicatore DESI "Servizi Pubblici Digitali", 2022 (Fonte: Commissione Europea).....	61