Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale
A.a. 2021/2022

L'impatto della diffusione della banda ultra-larga sul mercato del lavoro: evidenze sui comuni italiani

---

The impact of ultra-fast broadband deployment on the labour market: evidence from Italian municipalities

Relatore:
Prof. Carlo CAMBINI

Candidata:
Elisa CIRILLO

Correlatore:
Prof. Lorien SABATINO

Sessione di Laurea Marzo/Aprile 2022

Alla mia famiglia,

per essere la mia fonte di coraggio.

A me stessa,

per non averci mai creduto abbastanza, con la speranza di riuscirci.

Premessa

L'accesso a Internet ad alta velocità sta rapidamente modificando il funzionamento delle nostre società, in termini di crescita economica e benessere, individuale e sociale.

I potenziali benefici offerti dalle tecnologie digitali sono stati ampiamente dimostrati già nella recente emergenza sanitaria, dovuta alla diffusione nel primo trimestre del 2020 del Covid19. La possibilità di condividere, in modo istantaneo, le scoperte scientifiche tra ricercatori e studiosi ha permesso di trovare delle risposte al nuovo virus in tempi molto più brevi rispetto al previsto. Lo smart working ha fatto in modo che non fosse fermata la maggior parte delle attività produttive, evitando un collasso dell'economia. Le piattaforme di condivisione audio e video hanno permesso la continuità delle attività didattiche e hanno mantenuto vivi i rapporti interpersonali superando l'ostacolo del distanziamento fisico, causato dalle misure di contenimento della mobilità.

A livello economico, è dimostrato da diversi studi che le reti a banda ultralarga hanno il potenziale di innescare aumenti di produttività e crescita economica. La digitalizzazione delle informazioni permette una maggiore quantità e qualità dei dati, maggior controllo e una maggiore flessibilità del processo produttivo, seguiti da un aumento delle economie di scala e riduzione dei costi operativi. Di conseguenza, una connessione veloce e stabile rappresenta un asset fondamentale per l'innovazione e il cambiamento delle imprese italiane, che in tal modo possono auspicare di rimanere competitive nell'economia globale. Anche sul mercato del lavoro, l'introduzione della banda ultralarga può portare dei benefici, sia in termini di aumento dei lavoratori sia del miglioramento della retribuzione media, come conseguenza dell'aumento della produttività. Inoltre, l'accesso a Internet favorisce l'incontro tra domanda e offerta di lavoro, offrendo la possibilità di cercare le posizioni aperte in qualsiasi città, e consente modelli di lavoro più flessibili, come il telelavoro.

In questo studio, l'obiettivo è quello di individuare, se esiste, una relazione tra la diffusione della banda ultralarga e il mercato del lavoro. In particolare, si vuole verificare se l'aumento dell'occupazione e della retribuzione dei lavoratori in determinati luoghi è attribuibile all'introduzione della nuova tecnologia di connessione ad Internet ad alta velocità ed, in caso, quantificarne l'entità.

Per effettuare quest'analisi, sono stati utilizzate le informazioni sulla diffusione scaglionata della banda ultralarga nei comuni italiani a partire dal 2015 insieme ai dati relativi al numero di occupati e alla retribuzione media dei lavoratori, in 7661 comuni italiani. Le osservazioni sono annuali e coprono l'intervallo temporale che va dal 2012 al 2019. Inoltre, nel dataset a disposizione, non si hanno solo le osservazioni relative all'intera popolazione comunale del numero di occupati e del loro salario medio, sono anche presenti i dati suddivisi per categorie di genere e fascia di età.

L'elaborato è organizzato nel modo seguente: il primo capitolo riporta una breve descrizione dell'infrastruttura di telecomunicazione presente in Italia, gli obiettivi europei per la diffusione della banda ultralarga e un'analisi della letteratura relativa; nel secondo capitolo è analizzato il dataset sull'orizzonte temporale, dal punto di vista geografico e tenendo in considerazione diverse categorie di lavoratori. Infine, nel terzo capitolo, si effettuata l'analisi econometrica per verificare l'esistenza di una relazione significativa tra l'accesso alla banda ultralarga e l'aumento dell'occupazione e/o della retribuzione media dei lavoratori.

Indice

Premessa IV

1. Introduzione 11

1.1. Definizione di banda larga e ultralarga 11

1.2. Tecnologie ed infrastrutture di rete 12

1.2.1. Infrastruttura di telecomunicazione a monte 13

1.2.2. Le tecnologie di connessione dell'ultimo miglio 14

1.3. Il contesto europeo e italiano 17

1.3.1. Gli obiettivi europei 17

1.3.2. La Strategia italiana 18

1.3.3. Gli investimenti privati 20

1.4. Benefici e Costi della banda ultralarga 21

1.5. Letteratura economica 22

2. Descrizione dei dati 30

2.1. La diffusione della banda ultralarga 30

2.2. L'occupazione e la retribuzione media dei lavoratori 39

2.2.1. L'andamento dell'occupazione 40

2.2.2. L'evoluzione dei salari 50

3. Analisi econometrica 56

3.1. Ordinary Least Squares (OLS) 56

3.1.1. Il metodo 56

3.1.2. La specificazione del modello 59

3.2. Two Stage Least Squares 62

3.2.1. Il metodo 63

3.2.2. La specificazione del modello 65

3.2.3. La rilevanza e l'esogeneità dello strumento 66

3.3. I risultati 72

3.3.1. L'effetto sul salario medio 72

3.3.2. L'effetto sull'occupazione 74

4. Conclusioni 84

Bibliografia 87

Elenco delle figure

Figura 1.1 – Infrastruttura di rete per l'accesso alla banda larga. Fonte: Corte dei conti europea 13

Figura 1.2 – La dorsale OPB. Fonte: Netbook TIM 14

Figura 2.1 - Diffusione della copertura a banda ultralarga sui comuni italiani 31

Figura 2.2 - Diffusione della copertura a banda ultralarga sulla popolazione italiana..... 32

Figura 2.3 - Diffusione della banda ultralarga nei comuni con popolazione superiore ai 70.000 abitanti 34

Figura 2.4 - Diffusione della banda ultralarga nei comuni con popolazione compresa tra 7.000 e 70.000 abitanti 34

Figura 2.5 - Diffusione della banda ultralarga nei comuni con popolazione inferiore ai 7.000 abitanti 35

Figura 2.6 – Numero di comuni coperti dalla banda ultralarga per ogni regione, a fine 2019 35

Figura 2.7 – Percentuale di copertura della banda ultralarga raggiunta dalle regioni italiane, a fine 2019 36

Figura 2.8 – Percentuale dei comuni raggiunti dalla UBB rispetto al totale dei comuni per area geografica 37

Figura 2.9 – Percentuale della popolazione raggiunta della UBB rispetto alla popolazione totale per area geografica 37

Figura 2.10 - Numero di comuni raggiunti dalla banda ultralarga e dalla infrastruttura di tipo FTTH, nell'intervallo temporale 2015-2019 38

Figura 2.11 – Diffusione della infrastruttura di tipo FTTH sui comuni italiani, aggregati per aree geografiche 39

Figura 2.12 – Variazione del numero di occupati dal 2012 al 2019 40

Figura 2.13 – Tasso di disoccupazione in Italia dal 2012 al 2019. Fonte ISTAT 41

Figura 2.14 – Percentuale di licenziamenti o assunzioni per macro area 43

Figura 2.15 – Percentuale di occupati per aree geografiche 44

Figura 2.16 – Percentuali degli occupati italiani per regione 45

Figura 2.17 – Percentuale della popolazione occupata rispetto alla popolazione regionale45

Figura 2.18 – Variazione degli occupati di sesso femminile e maschile nel tempo 46

Figura 2.19 – Evoluzione dell'occupazione femminile..... 47

Figura 2.20 – Evoluzione dell'occupazione femminile per macro aree 47

Figura 2.21 – Occupazione femminile a livello regionale 48

Figura 2.22 – Evoluzione del numero di occupati per fascia di età 49

Figura 2.23 – Evoluzione della composizione percentuale degli occupati per fascia di età . 50

Figura 2.24 – Salari medio per regione, nel 2019 51

Figura 2.25 – Evoluzione della retribuzione media per area geografica 52

Figura 2.26 – Retribuzione maggiore del salario medio maschile rispetto a quello femminile 53

Figura 2.27 – Evoluzione del salario medio dei lavoratori di sesso femminile..... 54

Figura 2.28 – Retribuzione media per fasce di età, nel 2019..... 55

Figura 2.29 – Evoluzione della retribuzione media per fascia di età 55

Figura 3.1 - Regressione del salario medio dei lavoratori sulla distanza OPB 70

Figura 3.2 - Regressione dell'occupazione sulla distanza OPB..... 71

Elenco delle tabelle

Tabella 2.1 – Variazione percentuale del saldo Assunzioni- Licenziamenti, per macro area42

Tabella 3.1 – Correlazione tra lo strumento e variabile di interesse 69

Tabella 3.2 – Correlazione tra lo strumento e la variabile di interesse, considerando i controlli sulla superfice del comune 69

Tabella 3.3 – Impatto della UBB sul salario medio dei lavoratori 77

Tabella 3.4 – Impatto della UBB sull'occupazione 77

Tabella 3.5 – Impatto della UBB sul salario medio, considerando tutti i comuni 78

Tabella 3.6 – Impatto della UBB sul salario medio, considerando i comuni a basso PIL 79

Tabella 3.7 - Impatto della UBB sul salario medio, considerando i comuni ad alto PIL 80

Tabella 3.8 - Impatto della UBB sull'occupazione, considerando tutti i comuni..... 81

Tabella 3.9 - Impatto della UBB sull'occupazione, considerando i comuni a basso PIL..... 82

Tabella 3.10 - Impatto della UBB sull'occupazione, considerando i comuni ad alto PIL 83

1. Introduzione

1.1. Definizione di banda larga e ultralarga

La banda larga, anche nota come *broadband*, è un accesso a Internet rapido e di buona qualità, che garantisce velocità superiori a quelle fornite dai vecchi modem analogici. Generalmente, nel campo delle telecomunicazioni, il termine banda larga indica la trasmissione di dati informativi ad una velocità di connessione superiore a 2Mbit/s. Si parla, invece, di banda ultralarga, *ultra broadband*, in riferimento ad una velocità di connessione effettiva in download di almeno 30 Mbit/s. Le reti che possono fornire tali velocità vengono indicate come reti *NGA* (*Next Generation Access*). Quando la velocità di connessione è notevolmente maggiore di 100Mbit/s in download, si parla di reti *NGA-VHCN* (*Very High Capacity Networks*).

Tuttavia, la definizione di banda larga non è univoca: una definizione sulla base di una determinata soglia minima di velocità/capacità di trasporto è necessariamente esposta a una rapida obsolescenza, attribuibile al diffondersi di nuove tecnologie o infrastrutture.

L'*ITU* (*International Telecommunications Union*) ha definito "collegamenti a banda larga" quelli che hanno una capacità trasmissiva superiore a quella offerta dalla *ISDN PRA* (*Primary Rate Access*); tuttavia tale riferimento può facilmente creare delle differenze a livello internazionale, dal momento che l'*ISDN PRA* è commercializzata a una velocità di 1,5 Mbit/s negli Stati Uniti e di 2 Mbit/s in Europa. L'*OCSE* (*Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico*) nella raccolta dei dati necessari per il monitoraggio dell'evoluzione della banda larga, scelse invece di basarsi su una definizione meno restrittiva, fissando la soglia a 256 kbit/s, ossia alla più bassa velocità cui era commercializzato il servizio di accesso attraverso reti di operatori via cavo o le tradizionali reti in rame degli operatori di telecomunicazioni. Il *Communications Committee* della Commissione Europea (*COCOM*) ha adottato una soglia ancora più bassa, pari a 144 kbit/s, in modo da escludere dalle linee a banda larga le *ISDN Basic Rate Access*, che hanno una velocità di 128 kbit/s. La Commissione Europea, invece, ha inserito tra gli obiettivi della *DAE* (*Digital Agenda for Europe*) il raggiungimento, entro il 2020, di una connessione in banda larga con velocità pari a 30

Mbit/s per tutti i cittadini europei, superando di fatto la soglia di definizione di una connessione in banda larga.

Anche oltre oceano si è assistito ad una crescita dei criteri minimi per una connessione *broadband*: nel 2015, la *Federal Communications Commission* degli Stati Uniti ha deciso di innalzare la soglia per definire una connessione "a banda larga", passando dai 4 Mbit/s del 2010 a 25 Mbit/s di trasmissione in download, e da 1 Mbit/s a 4 Mbit/s in upload.

1.2. Tecnologie ed infrastrutture di rete

Una rete di telecomunicazione è un insieme di infrastrutture e apparati che consentono a individui e/o oggetti di comunicare tra di loro attraverso lo scambio di dati. La sviluppo di queste tecnologie ha permesso di offrire agli utenti diversi servizi, come una conversazione vocale, la condivisione di un messaggio di testo, documenti, video e molto altro. Per gestire e smistare i flussi relativi a diversi servizi possono essere necessari apparati specifici, mentre, il trasporto delle informazioni avviene mediante risorse fisiche comuni, che prendono il nome di *rete di trasporto* o *rete trasmissiva*.

In generale, da un punto di vista geografico ed architetturale, l'infrastruttura di rete può essere ripartita in tre livelli principali: la *rete dorsale*, il *miglio intermedio* e le connessioni dell'*ultimo miglio*. La rete inferiore (*ultimo miglio*) include gli apparati e le risorse della rete trasmissiva che collegano la centrale all'abitazione. Il livello intermedio (*miglio intermedio*) comprende il traffico che viaggia tra le centrali e la dorsale OPB, cioè l'infrastruttura che presiede il trasporto a livello nazionale. Infine, il livello superiore (*rete dorsale*) include i nodi della rete OPB e le connessioni tra questi punti. Per avere un'idea della complessità dell'infrastruttura di rete e delle tecnologie che permettono l'accesso alla banda larga, si può fare riferimento alla Figura 1.1; tuttavia, un approfondimento maggiore verrà fornito di seguito.

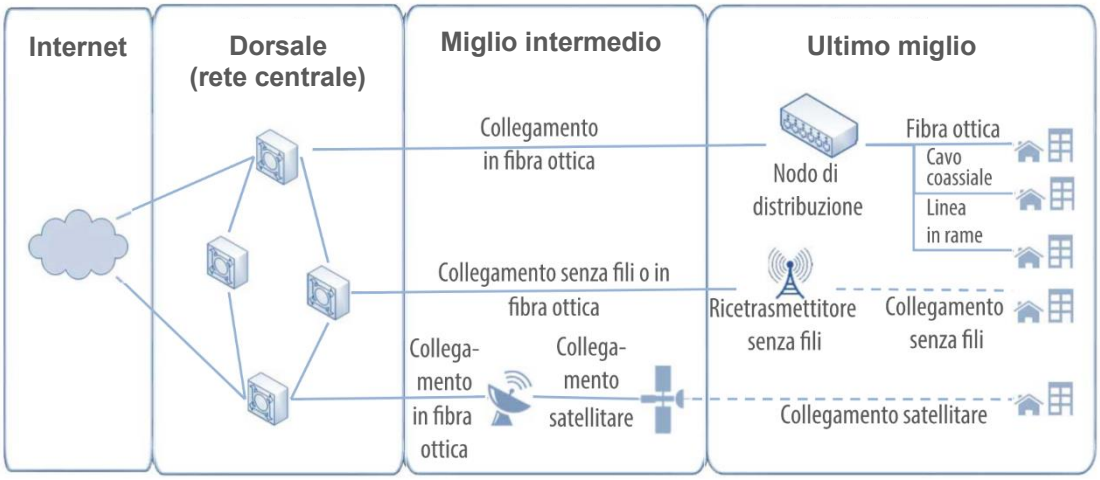


Figura 1.1 – Infrastruttura di rete per l'accesso alla banda larga. Fonte: Corte dei conti europea

1.2.1. Infrastruttura di telecomunicazione a monte

A livello nazionale, la trasmissione dei dati avviene attraverso *l'Optical Packet Backbone (OPB).* La rete OPB rappresenta la dorsale del trasporto nazionale della rete: è costituita da 32 nodi e dai collegamenti tra di essi. I collegamenti tra i nodi disegnano uno schema a doppio centro stella. Questo schema si ha quando i nodi non sono collegati direttamente tra di loro ma uno di essi occupa il posto centrale e mette in collegamento gli altri nodi tra di loro. In particolare, la rete OPB presenta due nodi centrali, posizionati a Roma e Milano, come evidenziato dalla Figura 1.2.

La rete OPB utilizza la fibra ottica per collegare i nodi della dorsale, così da raggiungere prestazioni superiori rispetto alle altre infrastrutture di trasporto e reindirizzare il traffico verso i *local Central Offices (COs)*. I *COs* rappresentano il livello intermedio dell'infrastruttura di telecomunicazione; *l'ultimo miglio* parte dai *COs* e collega i fornitori del servizio agli utenti finali. Sia *l'Optical Packet Backbone* sia i *Central Offices* fanno parte della preesistente infrastruttura di rete di proprietà dell'operatore storico *TIM*. Poiché fino ai COs i dati viaggiano tramite fibra ottica, nei COs sono installati dei dispositivi specifici, *OLT (Optical Line Terminals),* che convertono questi segnali ottici in modo che i dati possano essere trasmetti tramite l'infrastruttura dell'ultimo miglio.

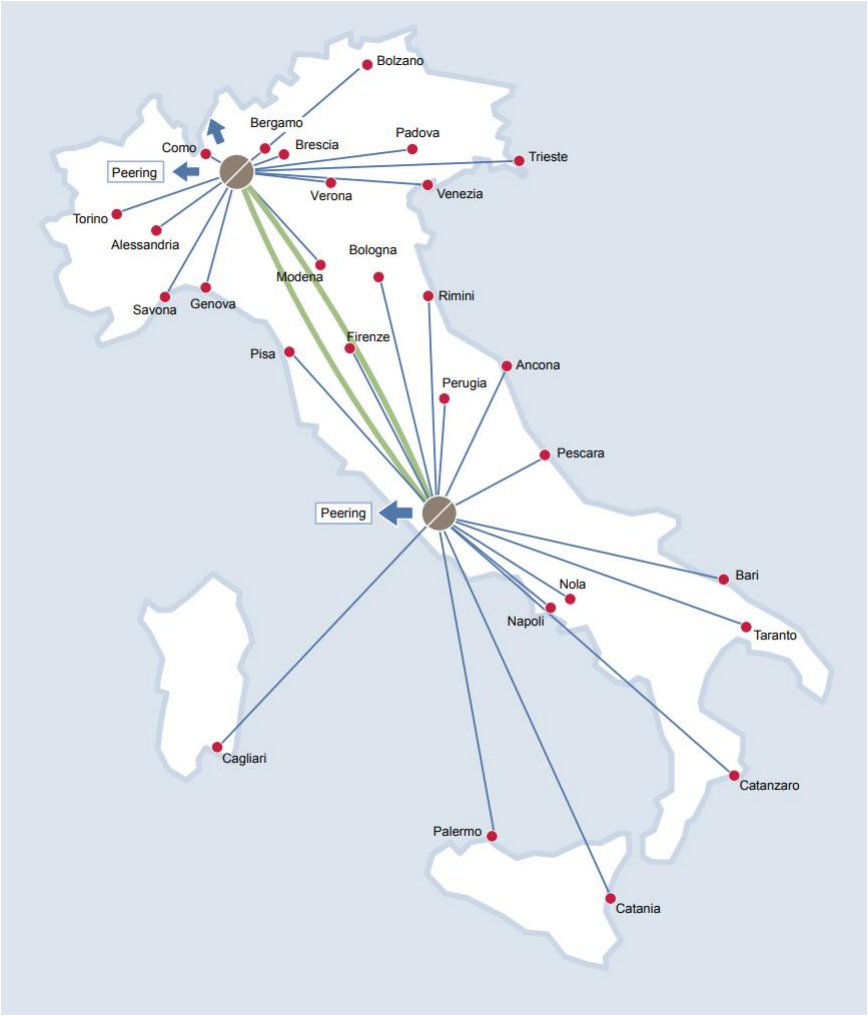


Figura 1.2 – La dorsale OPB. Fonte: Netbook TIM

1.2.2. Le tecnologie di connessione dell'ultimo miglio

Quando si parla di "rete di accesso" si fa riferimento all'*ultimo miglio*, ovvero all'insieme di infrastrutture e apparati che consentono il collegamento fra un cliente finale e la prima centrale di commutazione. Le tecnologie di collegamento possono essere classificate in:

- Cablate:
  - fibra ottica
  - cavo coassiale delle reti televisive
  - rete telefonica tradizionale
- Wireless
  - reti terrestri senza fili (siti di antenne/torri)
  - reti satellitari

Ciascuna infrastruttura di rete utilizza tecnologie diverse, cui corrispondono limiti superiori di velocità.

In questo lavoro, l'attenzione verrà rivolta esclusivamente alle infrastrutture cablate; in particolare, alla fibra ottica e i cavi in rame, mentre non saranno trattati i collegamenti tramite cavo coassiale, non presenti sul territorio italiano.

In Italia, la connessione a banda larga sfrutta prevalentemente i cavi in rame della rete telefonica tradizionale; si tratta di una rete di distribuzione "corta", composta da circa 150'000 armadi di strada che garantiscono distanze di collegamento ridotte e quindi velocità elevate, se paragonate a quelle raggiunte dalla stessa tecnologia in altri Paesi. La disponibilità di tale infrastruttura ha perciò incentivato la rapida espansione delle connessioni *DSL* (*Digital Subscriber Line*) su rame, frenando al contempo gli investimenti in *fibra ottica*.

Le tecnologie DSL più note e più diffuse sono l'ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) ed il VDSL2 (*Very-high-bit-rate digital subscriber line*). Entrambe sono tecnologie di trasmissione asimmetriche, in quanto il traffico diretto verso il terminale dell'utente (*downstream*) transita a una velocità superiore rispetto al traffico che viaggia in direzione opposta (*upstream*). Tale asimmetria, giustificata dalla necessità di destinare parte dello spettro inferiore al mantenimento dei servizi vocali tradizionali, si presta bene per servizi di navigazione web, che hanno bisogno principalmente del traffico *downstream*.

La rete di distribuzione in rame è composta da due tratte:

- *Rete Primaria*: porzione di rete in rame compresa tra la centrale ed appositi armadi situati in strada, ovvero gli armadi ripartilinea;
- *Rete Secondaria*: porzione di rete in rame compresa tra gli armadi e l'abitazione del cliente;

La Tecnologia ADSL sfrutta tutta la rete di distribuzione in rame (*Rete Primaria + Rete Secondaria*), invece la tecnologia VDSL2 sfrutta solo la Rete Secondaria in rame, mentre utilizza cavi in fibra ottica tra armadi ripartilinea e centrali. In termini di architettura di rete, le soluzioni che utilizzano l'ADSL si chiamano *Fiber To The Exchange (FTTE)*, ossia Fibra sino

alla Centrale; le soluzioni che utilizzano il VDSL2 si chiamano *Fiber To The Cabinet (FTTCab)*, ossia Fibra sino all'armadio che separa la Rete Primaria in rame dalla Rete Secondaria. Quest'ultime prevedono, quindi, investimenti necessari per la diffusione della fibra ottica sino agli armadi. Le velocità massime raggiungibili dall'ADSL sono circa 25Mbit/s in *downstream* e 1Mbit/s in *upstream*, mentre quelle della tecnologia VDSL2 sono circa 200Mbit/s in *downstream* e 50Mbit/s in *upstream*.

La connessione a banda larga costituita dai collegamenti in fibra ottica opera secondo una modalità di trasporto differente rispetto all'ADSL: invece di trasferire segnali elettrici, invia impulsi luminosi. Di conseguenza, la fibra ottica, non soffrendo del deterioramento del segnale all'aumentare della lunghezza del cavo, può garantire un'elevata qualità della connessione anche nelle zone rurali, caratterizzate da case sparse, in media più distanti dalla centrale telefonica e, dunque, finora penalizzate.

Per un operatore di telecomunicazioni, optare per la fibra ottica significa effettuare una scelta di cambiamento radicale, dal momento che richiede una sostituzione, parziale o totale, della rete di distribuzione. Un investimento economico importante che si traduce in una crescita significativa delle prestazioni, dal momento che la fibra ottica permette velocità di un ordine di grandezza superiore alle tecnologie in rame. La velocità in *upstream* è identica a quella in *downstream* e si può raggiungere una velocità massima di 1 Gbit/s, in base al punto in cui arriva la fibra ottica. Le soluzioni integralmente in fibra ottica *FTTH (Fiber to the Home)*, utilizzano la fibra ottica fino all'abitazione del cliente finale e offrono velocità superiori rispetto alle soluzioni che utilizzano il rame per completare il collegamento dall'armadio di distribuzione all'abitazione.

Il rapido e continuo incremento della richiesta di banda per i nuovi servizi richiede una continua innovazione nella rete di accesso e un dispiegamento sempre maggiore della fibra ottica.

Per *rete di accesso di nuova generazione* (*NGAN*) si indica una infrastruttura in grado di abilitare offerte e servizi che richiedono velocità di gran lunga superiori rispetto ai tradizionali accessi a larga banda attualmente in campo. In passato si riteneva che le velocità richieste dai nuovi servizi fossero possibili solo attraverso l'introduzione della fibra ottica

nella rete di accesso, in misura integrale, ossia fino all'abitazione del cliente (tecnologia *FTTH*) o in misura quasi integrale, ovvero fino all'edificio; si parla in quest'ultimo caso di tecnologia di rete *FTTB (Fiber to the Building)*. Tuttavia, l'evoluzione delle tecnologie trasmissive sulla rete di accesso tradizionale ha permesso di sfruttare le grandi potenzialità della rete secondaria in rame ed introdurre la fibra in rete di accesso gradualmente, tanto che oggi si parla di rete di nuova generazione (NGAN) anche per soluzioni che portano la fibra fino all'armadio ripartilinea per poi proseguire in rame fino all'abitazione (*FTTCab*).

Dal punto di vista generale, non esiste una soluzione ottimale: ogni operatore sceglie la propria architettura in funzione della tipologia di aree da servire, della densità abitativa, della tipologia della clientela, della disponibilità di infrastrutture ottiche o di canalizzazioni adatte all'uso, dell'impatto urbanistico. Naturalmente, questi aspetti sono coniugati con le strategie d'investimento ed il contesto competitivo e regolatorio.

1.3. Il contesto europeo e italiano

1.3.1. Gli obiettivi europei

L'importanza di un accesso a internet veloce e di alta qualità per tutti i cittadini è ampiamente riconosciuta dalla Commissione europea, che cerca di promuovere una migliore copertura di rete all'interno degli Stati membri, fissando periodicamente degli obiettivi da raggiungere.

Il 9 marzo 2020 è stata pubblicata la *Comunicazione COM(2021) 118 final* "*Bussola digitale 2030: la via europea per il decennio digitale*", con cui sono stati definiti gli obiettivi di connettività per l'anno 2030:

- connettività di almeno 1 Gbps per tutte le famiglie europee;
- copertura 5G in tutte le aree popolate.

Nel 2016, con la *Comunicazione COM(2016) 587 final* "*Connettività per un mercato unico digitale competitivo: verso una società dei Gigabit europea*" la Commissione europea aveva annunciato gli obiettivi per il 2025:

- connettività di almeno 1 Gbps per scuole, biblioteche e uffici pubblici;
- connettività di almeno 100 Mbps, espandibile a Gigabit, per tutte le famiglie europee;
- copertura 5G ininterrotta in tutte le aree urbane e lungo i principali assi di trasporto terrestre.

Già nel 2010 la Commissione, con la *comunicazione COM(2010) 245 "Un'agenda digitale europea"*, aveva predisposto obiettivi in tema di banda larga ed ultra larga:

- Banda larga di base per tutti entro il 2013 (obiettivo raggiunto anche grazie alla copertura supplementare fornita dal satellitare);
- Banda larga veloce (pari o superiore a 30 Mbps) per tutti entro il 2020.
- Banda larga ultraveloce (velocità superiore a 100 Mbps) per almeno il 50% degli utenti domestici europei entro il 2020.

1.3.2. La Strategia italiana

Per raggiungere gli obiettivi posti dalla Commissione Europea per il 2020, il Governo italiano ha approvato il 3 Marzo 2015 *la Strategia Italiana per la Banda Ultralarga*, contenente i seguenti punti programmatici:

- Copertura dell'intera popolazione nazionale con connettività superiore ai 30 Mbps;
- Copertura fino all'85% della popolazione con una connettività di almeno 100 Mbps, al fine di ottenere la sottoscrizione di contratti di questo tipo per almeno il 50% della popolazione nazionale.

Per implementare questa Strategia, considerando che il solo mercato non sarebbe stato in grado di raggiungere gli obiettivi prefissati per il 2020, è stato elaborato il *Piano di investimento per la diffusione della banda ultralarga*, contenente gli interventi pubblici volti a favorire gli investimenti sull'infrastruttura di rete, sostenere lo sviluppo della banda ultralarga dal lato dell'offerta e dal lato della domanda.

Con riferimento all'infrastruttura di rete, il *Piano* ha previsto una nuova modalità di aggregazione territoriale, basata su 94 645 aree più piccole anziché sui comuni. Questa

divisione è stata resa necessaria dal fatto che la diffusione della copertura di rete non si sviluppa uniformemente sull'intero territorio comunale; diventa quindi necessario dividere il comune in zone coperte dall'infrastruttura di rete e zone ancora da coprire.

Da un punto di vista della qualità delle connessioni è stata effettuata una suddivisione in quattro cluster, a seconda del livello di intervento pubblico necessario per il conseguimento dell'obiettivo.

- *Cluster A - aree redditizie*: rappresenta l'area più favorevole al conseguimento dell'obiettivo di realizzare reti ultraveloci a 100 Mbps entro il 2020. Comprende le 15 città più popolose d'Italia e le principali aree industriali. Riguarda il 15% della popolazione nazionale, ovvero circa 9,4 milioni di abitanti;
- *Cluster B - aree per le quali non è previsto un investimento a 100 Mbps*: è formato dalle aree per le quali sono previste dagli operatori privati iniziative per connessioni a 30 Mbps; in queste aree, senza interventi pubblici le condizioni di mercato non sono sufficienti a garantire i ritorni minimi necessari agli operatori che investono per una connessione a 100 Mbps. Include 1120 comuni, in cui risiede il 45% della popolazione, ovvero circa 28,2 milioni. È diviso in due sotto cluster, a seconda che sia stato avviato o meno un intervento pubblico per lo sviluppo della connettività ad almeno 30 Mbps.
- *Cluster C - aree marginali*: sono aree per le quali gli operatori possono maturare l'interesse a investire in connessioni superiori ai 100 Mbps soltanto grazie a un sostegno statale. Include circa 2.650 comuni e alcune aree rurali non coperte da reti a più di 30 Mbps. Vi risiedono circa 15,7 milioni di persone, ovvero il 25% della popolazione.
- *Cluster D - aree a fallimento di mercato*: per le loro caratteristiche di scarsa densità abitativa e di dislocazione frastagliata sul territorio, solo l'intervento pubblico diretto può garantire alla popolazione residente un servizio di connettività a più di 30 Mbps. Il cluster D ingloba i restanti 4.300 comuni circa, posizionati soprattutto nelle regioni del Sud del Paese, oltreché alcune aree rurali. Riguarda il 15% della popolazione.

Un'ulteriore classificazione del territorio italiano prevede la sua suddivisione in tre tipologie di aree sulla base delle scelte di investimento delle società di telecomunicazione:

- "aree nere": sono le aree nelle quali almeno due operatori di mercato hanno programmato investimenti per la realizzazione della banda ultralarga nel successivo triennio (tali aree sostanzialmente corrispondono a quelle del cluster A);
- "aree bianche": sono quelle nelle quali nessun operatore di mercato, nei propri piani di investimento dei successivi tre anni, dichiara di investire per la realizzazione dell'infrastruttura (corrispondenti a grandi linee ai cluster C e D);
- "aree grigie": sono aree nelle quali un solo operatore commerciale intende effettuare investimenti per la realizzazione dell'infrastruttura (corrispondenti al cluster B).

Gli investimenti economici statali volti a favorire il raggiungimento delle aree a fallimento di mercato con reti in fibra ottica, sono stati assegnati tramite tre bandi di gara, vinti sempre dalla società *Open Fiber S.p.a.* .

Recentemente, in risposta ai nuovi obiettivi europei è stata approvata la *Strategia italiana per la banda ultralarga "Verso la Gigabit Society*". In essa, è anche riportata una panoramica della situazione italiana al 31 Marzo 2021, da cui risulta che, tramite la tecnologia cablata, non sono stati raggiunti gli obiettivi che si erano posti nel 2015. Infatti, la percentuale di famiglie che è raggiunta da connessioni con velocità in download maggiore di 30 Mbps è pari all'89,6%; in particolare, il 34,2% ha connessioni con velocità tra 30 e 100 Mbps, il 32,9% connessioni tra 100 e 300 Mbps e il 22,9% tra 300 e 1000 Mbps.

1.3.3. Gli investimenti privati

Oltre agli investimenti pubblici, che sono stati resi necessari per raggiungere anche quelle aree del Paese a fallimento di mercato, la diffusione della banda ultralarga nelle principali città italiane è stata resa possibile grazie agli investimenti dei due principali operatori delle telecomunicazioni, *TIM* e *Open Fiber*.

Le prime infrastrutture, che hanno reso disponibile l'accesso a Internet "ultraveloce" ai consumatori finali, sono state realizzate dalla società *Telecom Italia Mobile (TIM)*, incumbent

nelle telecomunicazioni che ha sfruttato la preesistente infrastruttura, utilizzata per i servizi vocali e l'ADSL, e ha raggiunto la maggior parte dei comuni italiani, già a partire dal 2015, attraverso una tecnologia mista fibra-rame.

Il secondo fornitore è *Open Fiber*, un operatore *wholesale* di proprietà di *Cassa Depositi e Prestiti,* che è entrato nel mercato nel 2017, iniziando a coprire le principali città italiane con un'infrastruttura basata esclusivamente sulla fibra (*FTTH*).

1.4. Benefici e Costi della banda ultralarga

Da un punto di vista teorico, è possibile ricercare i benefici e i costi attribuibili alla diffusione della banda ultralarga.

Lo spiegamento di una nuova tecnologia di connessione produce effetti positivi diretti e indiretti sulle attività economiche. I benefici diretti sono dovuti all'aumento dell'occupazione e delle attività economiche per la fornitura della nuova infrastruttura di rete. I benefici economici indiretti sono invece legati all'aumento della produttività determinata dall'utilizzo della nuova tecnologia.

Una maggiore quantità e una migliore qualità dei dati, che possono essere archiviati digitalmente, gestiti con maggiore facilità e trasferiti a costi inferiori rende molto più efficienti i processi aziendali e accelera l'innovazione. La possibilità di avere nuovi canali di apprendimento permette di migliorare la conoscenza e l'istruzione, che a sua volta è un requisito fondamentale per aumentare la produttività. La banda ultralarga permette modelli di lavoro più flessibili, come il telelavoro, che aumenta la partecipazione al lavoro da parte di persone con difficoltà a spostarsi e riduce costi e tempi di trasporto.

Bisogna considerare che la possibilità offerta dall'alta velocità di connessione di inviare e ricevere dati e documenti riduce il costo di un input per le imprese. Secondo la teoria dell'impresa, questo potrebbe andare a ridurre o aumentare la domanda di lavoro a seconda che il lavoro sia un sostituto o un complemento per queste tecnologie. Se da una parte, molte figure del personale aziendale possono essere licenziate perché la loro attività è sostituita dalle nuove tecnologie, dall'altro lato, però, la nuova tecnologia aumenta la

produttività delle imprese, che a sua volta può portare ad un aumento dell'occupazione e dei salari medi.

Le conseguenze prodotte dalla banda ultralarga variano sostanzialmente tra i vari settori. Alcune aziende spostandosi verso un lavoro complementare alla tecnologia a banda larga andranno a richiedere maggiormente personale specializzato, accentuando il divario già esistente tra personale qualificato e non.

Un altro effetto da considerare è che i clienti possono rivolgersi non più solo alle imprese locali fisiche ma anche a quelle online. Questo porta ad un aumento della concorrenza per le imprese locali e quindi ad una maggiore possibilità di fallimento per esse; d'altro canto, però, aiuta le imprese situate in luoghi più piccoli o più isolati a connettersi con mercati più grandi e quindi ad avere una maggiore possibilità di guadagno.

1.5. Letteratura economica

Anche se l'attenzione principale di questo studio è rivolta agli impatti di Internet a banda ultralarga sul mercato del lavoro, in questo paragrafo si vuole fornire una panoramica più ampia e strutturata della letteratura empirica pertinente che ha provato ad identificare legami causali tra l'infrastruttura a banda larga e importanti indicatori economici, come la crescita economica, l'occupazione e la produttività. Alcuni studi hanno esaminato l'impatto generato dalla disponibilità della connessione a banda larga, altri, invece, hanno preso in considerazione il tasso di utilizzo di tale tecnologia. In generale, la disponibilità dell'infrastruttura quantifica le reali attività di investimento degli operatori di telecomunicazione, mentre l'adozione di una tecnologia quantifica l'entità della disponibilità a pagare dei consumatori, poiché solo i consumatori o le imprese la cui disponibilità a pagare è sufficiente si abboneranno ai servizi offerti. Va notato, inoltre, che gli studi, prendendo come dati osservazioni di vari Paesi, hanno utilizzato definizioni diverse di banda larga per quanto riguarda la velocità.

La maggior parte degli studi ha confermato un impatto positivo e significativo della banda larga sulla crescita economica. Uno dei primi studi è quello prodotto dalla Banca Mondiale *(Qiang & Rossotto, 2009),* che ha esaminato un campione di 66 economie ad alto reddito

sull'orizzonte temporale 1980-2002. Il risultato trovato è che 10 linee a banda larga in più ogni 100 persone hanno portato all'aumento del PIL nazionale pro capite dell' 1,21% durante quel periodo. Altri studi hanno esaminato la stessa relazioni in periodi successivi, trovando, però, generalmente un impatto inferiore. Ad esempio, *Koutroumpis (2009),* utilizzando i dati di 22 paesi OCSE nel periodo 2002-2007, ha trovato che un aumento dell'1% nell'adozione della banda larga ha generato un aumento dello 0,023% nella crescita del PIL e che i miglioramenti nella struttura di connessione a banda larga sono stati responsabili di quasi il 10% dei tassi di crescita annuali dei paesi OCSE nel periodo osservato. Un'analisi simile è stata svolta, poco più tardi, da *Czernich et al. (2011).* Essi hanno esaminato un campione OCSE più ampio, composto da 25 paesi dal 1996 al 2007 e sono giunti alla conclusione che l'incremento di 10 punti percentuali del tasso di adozione della banda larga ha aumentato la crescita annuale pro capite di 0,9-1,5 punti percentuali. Inoltre, l'accesso alla banda larga ha contribuito tra il 2,7 e il 3,9% all'aumento del PIL pro capite. Le ricerche hanno anche rilevato che gli impatti sulla crescita della banda larga sono maggiori nei Paesi con livelli relativamente alti di adozione. In particolare, *Koutroumpis (2009)* ha identificato una soglia di 30 connessioni per 100 persone, alla quale la banda larga ha prodotto rendimenti doppi rispetto a quelli ottenuti con livelli di penetrazione inferiori. *Czernich et al. (2011)* hanno, invece, indicato come livello soglia un tasso di adozione pari al 10%. Anche gli studi basati sui dati americani hanno confermato una relazione positiva e significativa tra la disponibilità della banda larga e la crescita economica *(Greenstein e McDevitt, 2011*). D'altro canto, *Arvin e Pradhan (2014)* hanno evidenziato una differenza tra i Paesi sviluppati e quelli in via di sviluppo. Dalla loro analisi, gli autori hanno trovato che, nel breve periodo, una relazione causale bidirezionale tra la crescita economica e la penetrazione della banda larga esiste solo per i Paesi sviluppati, mentre nei Paesi in via di sviluppo solo la crescita economica ha un impatto causale sulla penetrazione della banda larga.

Alcuni studi si sono preoccupati di identificare gli effetti associati ad un miglioramento delle velocità di connessione. *Rohman e Bohlin (2012)*, stimando la velocità come una variabile strumentale e considerando i dati relativi ai Paesi dell'OCSE nel periodo 2008-2010, hanno trovato che c'è una correlazione positiva tra la velocità della banda larga e il PIL pro capite. In particolare, se la velocità viene raddoppiata da 8,3 a 16,6 Mbps, la crescita del PIL aumenta di 0,3 punti percentuali. Tuttavia, come riportato dagli stessi autori, questo impatto

è ipotetico e dipende dalla dimensione del coefficiente di velocità e dall'effettiva crescita economica di ogni paese. *Gruber et al. (2014),* per valutare l'impatto sulla crescita economica associato a diverse velocità di connessione, hanno suddiviso i dati per tre livelli di velocità della banda larga: sotto 0,75 Mbps, 0,75-2 Mbps, sopra 2 Mbps. Da questa analisi gli autori hanno trovato che l'impatto della disponibilità della banda larga sul PIL è significativo solo per i servizi con velocità superiore a 0,75 Mbps, ma sopra questa soglia l'impatto della velocità incrementale sulla crescita sembra livellarsi. Ci sono, quindi, dei guadagni marginali decrescenti all'aumento della velocità. Questo effetto è anche confermato da un precedente studio relativo all'economia danese, sviluppato *da Copenhagen Economics (2010)*. Infatti, da questa analisi si è ottenuto che un aumento della velocità della banda larga da 5 a 10 Mbps ha portato a una crescita del PIL dell'1,9%, mentre il guadagno del PIL è stato solo di circa lo 0,5% quando la velocità è aumentata da 25 a 30 Mbps.

Per gli studi che analizzano i dati aggregati a livello nazionale, le esternalità generate dalla banda larga nei Paesi vicini possono essere ignorate, ma all'interno del paese le esternalità spaziali sembrano essere molto più rilevanti. Questo risultato è stato ottenuto dallo studio di *Briglauer et al (2021)*. Essi hanno valutato l'impatto della banda larga ad alta velocità su 401 contee tedesche, osservate nell'intervallo di tempo 2010-2015, e hanno dimostrato che la diffusione della banda larga induce non solo sostanziali benefici economici in termini di effetti diretti all'interno delle contee, ma anche esternalità regionali positive tra le contee. In termini numerici, un aumento della velocità media di banda di 1 Mbps induce un aumento regionale del PIL dello 0,18%; questo effetto è quasi doppio se si prendono in considerazione anche le esternalità regionali.

Data la diffusione piuttosto recente della fibra, gli studi che analizzano l'impatto di una connessione "superveloce" e "ultraveloce" sono relativamente pochi. Uno dei primi studi che ha esplicitamente incluso i dati della banda larga basata sulla fibra è stato quello di *Sosa (2015)*. L'autore ha stimato l'effetto differenziale prodotto dalla disponibilità della banda larga gigabit per gli anni 2011 e 2012 negli Stati Uniti. Controllando per il tasso di disoccupazione, lo stato e gli effetti fissi del periodo, il risultato trovato è che il PIL pro capite è circa 1,1% più alto negli stati che hanno meno del 50% di copertura gigabit. Un altro

risultato interessante è quello di *Briglauer e Gugler (2018)*. Gli autori, utilizzando un set di dati panel completo degli stati membri dell'UE27 per il periodo che va dal 2003 al 2015, hanno analizzato l'impatto sul PIL dell'adozione della banda larga di base, veloce e ultraveloce. Hanno tenuto conto tramite variabili strumentali, che l'adozione di tecnologie a banda larga dipende dalla regolamentazione, concorrenza e geografia di un certo paese e hanno stimato un effetto piccolo ma significativo sul PIL della banda larga ultraveloce basata sulla fibra: un aumento dell'1% nell'adozione della banda larga ultraveloce ha portato ad un aumento incrementale di circa 0,004-0,005% del PIL. Tuttavia, i maggiori effetti di crescita sono stati stimati per l'adozione della banda larga di base. Questo li ha portati a ritenere che una copertura parziale ma non totale genera dei maggiori benefici economici netti.

C'è poi un filone della letteratura che si concentra ad analizzare l'impatto che l'accesso alla banda larga ha sulla crescita dell'occupazione e dei salari. Molti di questi studi si basano sui dati relativi al Nord America, dove la diffusione ineguale della banda larga nelle contee consente di fare confronti tra le aree con maggiore e minore disponibilità della connessione di rete. Alcuni hanno trovato chiare correlazioni significative tra la copertura locale della banda larga e la crescita dell'occupazione, mentre altri non hanno riscontrato alcun impatto positivo sui posti di lavoro dalla disponibilità della banda larga o da un miglioramento della velocità. A favore della prima tesi, c'è l'analisi fatta da *Kolko (2012)*, che basandosi su osservazioni relative al periodo 1999-2006 ha confermato una relazione positiva tra l'espansione della banda larga e la crescita dell'occupazione, anche quando la crescita della popolazione viene controllata. Tuttavia, *Kolko (2012)* evidenzia che questo incremento dell'occupazione non va necessariamente a beneficio dei residenti locali: le aree con una più rapida espansione della banda larga non hanno registrato aumenti del tasso di occupazione o della retribuzione media. Questo effetto può essere spiegato ipotizzando che l'aumento dell'occupazione incentiva i lavoratori a trasferirsi o fare i pendolari nelle aree dove aumenta l'offerta di lavoro. Anche *Atasoy (2013)* conferma che la banda larga ha un effetto positivo, significativo e causale sul tasso di occupazione e specifica che questo incremento è determinato non da un aumento del numero di imprese ma da un aumento della forza lavoro nelle imprese esistenti. Bisogna considerare, però, che l'impatto positivo della banda larga sull'occupazione e i salari medi è attribuibile, secondo *Atasoy (2013),* solo ai lavoratori con laurea e in linea con questo è stato trovato un effetto più pronunciato in quelle contee

con maggior numero di lavoratori qualificati e nelle industrie che richiedono lavoratori altamente qualificati e istruiti. Anche lo studio condotto da *Akerman et al. (2015),* su aziende norvegesi, è giunto alla conclusione che l'aumento della disponibilità della banda larga ha avuto un impatto significativo e positivo sui salari orari e l'occupazione solo dei lavoratori qualificati, mentre sono stati influenzati negativamente i salari dei lavoratori non qualificati. Inoltre, è stato dimostrato che la banda larga è adottata più velocemente dalle imprese che dipendono fortemente dai lavoratori qualificati. D'altro canto, l'analisi effettuata da *Bai (2016)*, su dati relativi al periodo 2011-2014, ha dimostrato che la disponibilità della banda larga ultraveloce non genera effetti positivi sostanzialmente maggiori sull'occupazione. Alla stessa conclusione è arrivato *Ford (2018).* L'autore ha trovato che in conseguenza di una maggiore velocità della banda larga, da 10 a 25 Mbps, non vi è alcun effetto statisticamente significativo sui posti di lavoro.

L'impatto della connessione a internet a banda larga sul mercato del lavoro è stato anche esaminato da *Hasbi (2017)*, che ha individuato che la presenza di una rete a banda larga ad alta velocità diminuisce la disoccupazione. Diverso è, invece, il risultato trovato da *Czernich (2014).* L'autore ha utilizzato i dati relativi ai comuni tedeschi, che differiscono per la disponibilità della DSL, per esaminare l'effetto della banda larga sui tassi di disoccupazione. Inizialmente, applicando un modello di regressione dinamica ai minimi quadrati, ha ottenuto che la disponibilità della banda larga ha un effetto significativamente negativo sul tasso di disoccupazione; eppure, utilizzando un approccio a variabili strumentali, per affrontare i problemi di casualità inversa e variabili omesse, l'autore ha concluso che una maggiore disponibilità di banda larga non implica causalmente un minore tasso di disoccupazione.

È interessante notare che gli effetti della banda larga variano a seconda del luogo e dei settori economici. *Kolko (2012)* ha individuato che la relazione positiva tra espansione della banda larga e la crescita dell'occupazione è maggiore nelle industrie che si basano maggiormente sulla tecnologia dell'informazione. Anche *Ivus e Boland (2015),* analizzando la diffusione della banda larga in Canada, nel periodo 1997-2011, hanno trovato un'influenza positiva della copertura della banda larga sulla crescita dei salari e sull'occupazione principalmente dal settore dei servizi, mentre nessun effetto è stato trovato per le imprese manifatturiere. Inoltre, hanno evidenziato che l'effetto della crescita dell'occupazione è

positivo solo nelle aree rurali. Analogamente, *Atasoy (2013)* afferma che le aree rurali beneficiano più delle aree urbane dall'aumento della disponibilità della banda larga, anche se l'entità di questo vantaggio è piuttosto piccola.

È riconosciuto da molti studi che un migliore accesso alla banda larga produce significativi aumenti della produttività delle imprese; anche se, questi impatti produttivi sono contingenti a fattori come la dimensione delle imprese, il settore e il capitale umano *(Jones e Henderson, 2019)*. In termini numerici, *Akerman et al. (2015)* hanno trovato che un aumento della disponibilità della banda larga del 10% aumenta la produzione dello 0,4%, per una quantità fissa di input. *Grimes et al. (2012)*, utilizzando i dati relativi a 6060 imprese della Nuova Zelanda, hanno indicato che l'adozione della banda larga aumenta la produttività dell'azienda del 7-10%; tuttavia, a causa delle elevate deviazioni standard della produttività all'interno dei settori, questo aumento non si traduce in una performance fortemente migliorata rispetto alle altre aziende del settore. Analogamente, *Mack e Faggian (2013)* hanno riscontrato un impatto positivo di internet a banda larga sulla produttività, ma solo nelle aree con alti livelli di capitale umano o occupazioni qualificate. Un altro fattore che influenza l'impatto dell'accesso alla banda larga sulla produttività dell'impresa è messo in luce da *Colombo et al. (2013)*. Gli autori, analizzando 799 piccole e medie imprese italiane nel periodo 1998-2004, hanno concluso che per aumentare significativamente la produttività dell'impresa il giusto set di applicazioni, che usano la banda larga, deve essere combinato con un cambiamento aziendale di tipo strategico e organizzativo.

A livello settoriale, *Canzian et al. (2015)* hanno trovato che la maggior parte dei settori osservati beneficia significativamente della disponibilità della banda larga e che questi benefici sono particolarmente grandi per alberghi e ristoranti e per i servizi professionali, scientifici, tecnici e amministrativi; mentre, nessun aumento specifico dell'impatto è osservato per il settore dell'alta tecnologia. Inoltre, gli autori studiando gli effetti della diffusione della banda larga ADSL2 sulle comunità rurali della provincia italiana per gli anni dal 2008 al 2012, hanno anche trovato che il fatturato annuale è aumentato di circa il 40% e il valore aggiunto annuale di circa il 25% negli anni dal 2010 al 2012.

Contrariamente a quanto detto finora, secondo *Haller e Lyons (2015)* l'adozione della banda larga DSL da parte delle imprese non influenza in maniera significativa la produttività delle

aziende o la sua crescita. Per giungere a tale risultato, gli autori hanno utilizzato i dati di 2290 imprese manifatturiere irlandesi per il periodo 2002-2009 e hanno tenuto conto dell'eterogeneità dell'impresa e del tempo. Questi risultati sono rimasti validi anche quando sono state considerate solo le velocità di banda larga di 2 Mbit/s o le tecnologie a banda larga diverse dalla DSL. Tuttavia, gli autori concordano sul fatto che le aziende più produttive hanno maggiori probabilità di usare la DSL. A confermare la mancanza di un legame causale tra l'adozione della banda larga e la performance dell'imprese c'è lo studio di *De Stefano et al. (2014)*. In questa analisi, i dati utilizzati sono relativi al periodo 2000-2004 delle imprese situate nella regione intorno alla città di Kingston-upon-Hull, nel Regno Unito.

Una prima valutazione quantitativa dell'impatto della banda larga ultraveloce sulla produttività delle imprese italiane è fornita dall'articolo, non ancora pubblicato ufficialmente, di *Cambini, Grinza e Sabatino (2021)*. Il risultato a cui sono giunti gli autori è che la banda larga ultraveloce produce, in generale, un effetto positivo sulla produttività dell'impresa, del 2,9-3,8%; anche se, ci sono delle sostanziali differenze tra i settori e le località geografiche. Gli effetti risultano significativi per le imprese di servizi e per le imprese situate nel Nord-Ovest e nel Sud Italia. Inoltre, scomponendo l'effetto delle connessioni basate interamente su fibra (FTTH) dalle connessioni miste fibra-rame (FTTC), risulta che le reti FTTH contribuisco a migliorare la produttività. Un' altro risultato a cui gli autori sono giunti è che l'introduzione della banda larga ultraveloce è legata ad una significativa diminuzione dei lavoratori poco qualificati ed a un aumento dei lavoratori giovani. È importante sottolineare che il dataset utilizzato da *Cambini, Grinza e Sabatino (2021)* è lo stesso di quello utilizzato per questo lavoro e contiene i dati relativi all'introduzione scaglionata della fibra nei comuni italiani a partire dal 2015. Inoltre, questi dati sono stati utilizzati da *Cambini e Sabatino (2021)* per analizzare un altro effetto, ovvero l'impatto della banda larga ultraveloce sull'entrata e l'uscita delle imprese italiane. I risultati riportano che le connessioni ultraveloci hanno un impatto limitato sull'ingresso delle imprese, mentre inducono un aumento delle uscite; in particolare sulle imprese di piccole dimensioni. Mentre da un'analisi per settori, risulta che i settori dei servizi sono i più colpiti dalla diffusione della nuova tecnologia. Questo articolo è importante perché dimostra che le attività commerciali non beneficiano in egual misura della tecnologia a banda larga di ultima generazione: l'effetto è maggiore per alcuni settori ed è anche influenzato da altri fattori. Ad esempio,

Mack e Rey (2014) hanno individuato un impatto significativo della banda larga sul numero di imprese ad alta intensità di conoscenza. *Hasbi (2017)* ha trovato che la presenza di una rete a banda larga ad alta velocità aumenta del 2,7% il numero di aziende che operano a livello locale; tuttavia, questo impatto è significativo solo sulla creazione di nuove imprese che operano nel settore terziario, mentre non è significativo per la creazione di nuove imprese nei settori della costruzione e dell'industria.

Uno studio condotto da *McCoy, Lyons, Morgenroth, Palcic, e Allen (2016)*, sulle imprese aperte annualmente in Irlanda, nel periodo 2002-2011, conferma che la disponibilità di infrastrutture a banda larga in fibra ha un impatto positivo sulla creazione di nuove imprese, in particolare nel settore high-tech. Tuttavia, i risultati suggeriscono che la banda larga è una condizione necessaria ma non sufficiente per attrarre le imprese in un'area. Infatti, effetto della nuova tecnologia è maggiore nelle aree con un più alto livello di istruzione. L'impatto maggiore generato sulla creazione delle imprese dalla combinazione della banda larga ad alta velocità e la presenza locale di impiegati e ricercatori con istruzione universitaria è confermato dallo studio di *Falk e Hagsten (2021)*.

2. Descrizione dei dati

Nel seguente capitolo verrà effettuata inizialmente una descrizione dei dati relativi alla diffusione della banda ultralarga sul territorio italiano; successivamente si analizzeranno i dati sull'occupazione e il salario medio dei lavoratori, nel periodo compreso tra 2012 e 2019.

2.1. La diffusione della banda ultralarga

L'analisi seguente utilizza il dataset messo a disposizione da *Telecom Italia* contenente i dati relativi alla diffusione scaglionata della banda ultralarga sul territorio nazionale, nel periodo che va dal 2012 al 2019.

Il file è stato organizzato in modo che, per ogni anno, è indicata la disponibilità ad una connessione "ultraveloce" per 7661 comuni italiani. Attualmente, i comuni italiani sono 7904[1], quindi di più di quelli considerati nell'analisi; tuttavia, questa differenza è poco rilevante, poiché il campione consta di un numero elevato di osservazioni ed è per questo rappresentativo dell'intero territorio nazionale. L'esclusione di alcuni comuni dal campione è dovuta alla mancanza di continuità dei dati, determinata dalle variazioni territoriali e amministrative che si sono avute negli anni, come la modifica delle circoscrizioni territoriali, l'istituzione di nuove unità territoriali, i cambi di denominazione e le soppressioni.

Dai dati in possesso, si evince come la diffusione della banda ultralarga sul territorio italiano sia iniziata solo nel 2015; nonostante il ritardo, si è assistito però ad un forte slancio iniziale, favorito dall'entrata in vigore nello stesso anno della *Strategia Italiana per la Banda Ultralarga*. In particole, nel primo anno sono stati coperti ben 1013 comuni, ovvero il 13% del campione considerato, nel 2016 la percentuale era già raddoppiata per poi raggiungere nell'anno successivo una quota vicino al 50%. La Figura 2.1 mostra, però, che dopo questa rapida crescita, si è assistito ad un rallentamento della diffusione; dal 2017 al 2018 la

[1] Secondo i dati ISTAT, dal 20 febbraio 2021, con l'istituzione del comune di Misiliscemi (TP), il numero dei comuni è pari a 7.904 unità.

percentuale di comuni coperti è aumentata di soli pochi punti percentuali e al 2019, la percentuale di copertura si attestava al 55,25%.

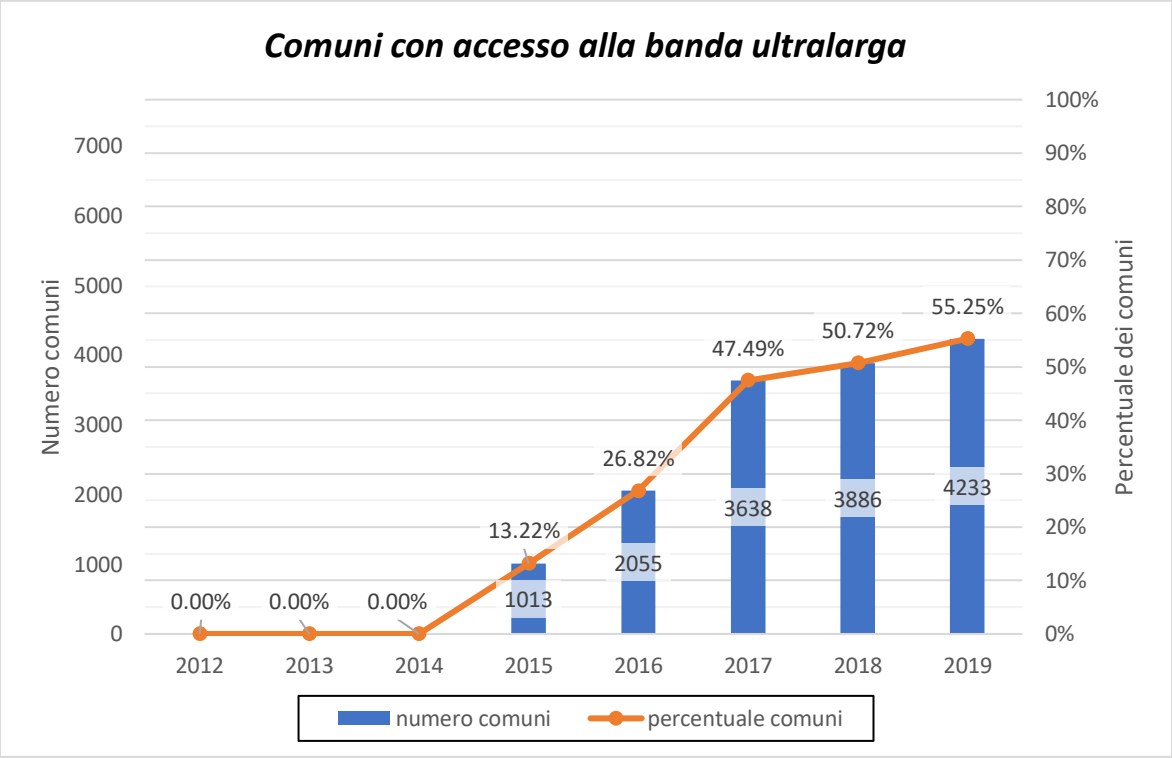


Figura 2.1 - Diffusione della copertura a banda ultralarga sui comuni italiani

Ipotizzando che permanga questo incremento moderato risulta difficile pensare a una copertura totale in tempi rapidi.

Accanto a questa analisi, che si focalizza sul numero di comuni raggiunti dalle nuove tecnologie, risulta fondamentale considerare la popolazione residente di ciascuno di essi, per identificare il numero di cittadini a cui è stato reso disponibile l'accesso alla banda ultralarga. La Figura 2.2 mette in luce che, nel 2015, è stata raggiunta più della metà della popolazione nazionale, cioè 33'019'253 italiani. Questo risultato dimostra la tendenza da parte degli operatori di telecomunicazioni di raggiungere quelle aree a maggior densità abitativa, principalmente per motivi di profittabilità. Negli anni successivi, è confermato il trend visto precedentemente, ovvero un importante incremento negli anni 2016-2017 seguito, poi, da un rallentamento. Si fa notare che nel 2016, a fronte di un incremento di 1042 comuni, la popolazione coperta è aumentata di circa 19 punti percentuali; al contrario nel 2017, pur raggiungendo un maggior numero di comuni, precisamente 1583, la

popolazione è aumentata di soli 13 punti percentuali. Ciò è attribuibile al fatto che i comuni rimasti da coprire risultavano essere sempre meno popolosi.

Nonostante i piccoli incrementi registrati nel secondo biennio, a fine 2019 la popolazione raggiunta dalla fibra si attestava ormai a una percentuale superiore al 90% del totale.

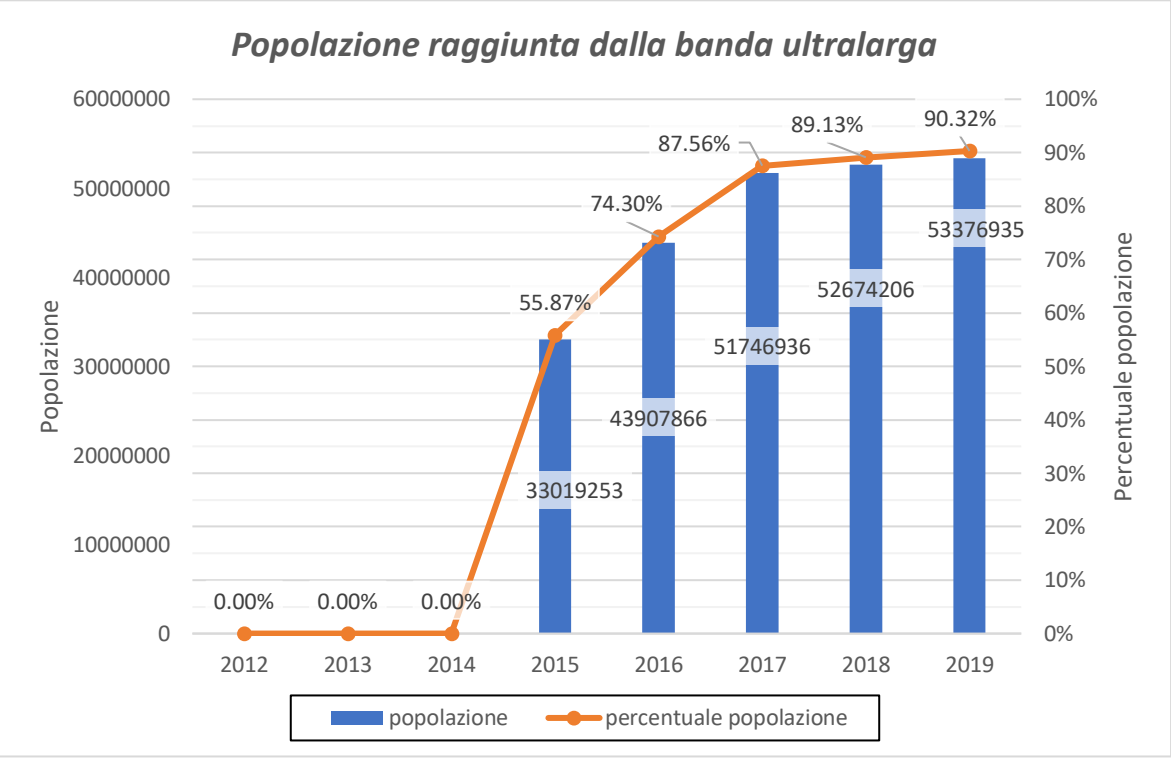


Figura 2.2 - Diffusione della copertura a banda ultralarga sulla popolazione italiana

Rispetto al resto d'Europa, secondo la classifica stilata in base all'indice DESI, l'Italia è in ritardo in termini di *connettività*. Per spiegare questo risultato, è importante osservare come nel nostro Paese gli investimenti in infrastrutture di telecomunicazioni sono allo stesso tempo più costosi e meno remunerativi della media degli altri Paesi dell'Unione Europea.

La diffusione della banda ultralarga è influenzata dalle caratteristiche del territorio, come l'orografia e la distribuzione della popolazione nelle città, e dalla domanda di collegamenti Internet, che in Italia è molto più bassa rispetto ai livelli europei. Per quanto riguarda l'orografia italiana, la presenza cospicua di opere storiche e di beni culturali rende molto più complesso ogni intervento e, quindi, più costoso. In Italia, ci sono, inoltre, forti squilibri tra le grandi città, cioè i comuni con più di 250'000 abitanti, che concentrano appena il 16% della popolazione e il resto del Paese, caratterizzato da centri abitati di piccole dimensioni:

il 50% della popolazione italiana vive in centri con meno di 25'000 abitanti[2]. La situazione italiana è molto diversa da quella delle altre grandi nazioni europee di simili dimensioni, come la Francia, in cui quasi metà della popolazione nazionale si concentra in grandi città con più di 250'000 abitanti; la sola Parigi ospita il 18% della popolazione nazionale. Lo stesso accade a Londra, che ospita il 14% della popolazione inglese, in contrapposizione con quanto avviene in Italia, che annovera Roma come città più popolosa, capace di accogliere appena il 4% della popolazione nazionale[3]. Dato che nelle grandi città i costi di realizzazione delle NGA sono più bassi per singola unità immobiliare, l'Italia è sfavorita rispetto ad altri Paesi.

Analisi differenziata per comuni con diversa popolazione

Distinguendo i comuni del campione fornito da Telecom in base alla popolazione residente, risultano solo 84 le città con più di 70'000 abitanti; 1661 sono comuni con una popolazione compresa tra 70'000 e 7'000 residenti, mentre il restante 73% del campione è costituito da piccoli paesi con meno di 7'000 abitanti.

La propensione ad investire soprattutto nelle grandi città, dove i costi di installazione sono inferiori per singola unità immobiliare, è confermata dalla Figura 2.3, che fa vedere come tutti i comuni con più di 70'000 abitanti sono stati raggiunti dalla banda ultralarga già nel primo anno di installazione delle nuove tecnologie. Nei successivi due anni, come evidenziato dalla Figura 2.4, sono stati coperti anche la maggior parte dei comuni caratterizzati da una popolazione compresa tra 70'000 e 7'000 unità; infatti, già nel 2017 ne erano rimasti esclusi solo 80 di 1661.

La situazione è ben diversa per i piccoli centri abitati. La Figura 2.5, infatti, evidenzia che a fine 2019 si è distanti dalla copertura totale di questi territori: sono stati raggiunti dalla fibra 2534 comuni e ne restano ancora scoperti 3382. Si tratta di comuni spesso difficili da raggiungere perché situati in zone montuose e distanti dagli altri centri abitativi e/o in cui risiedono cittadini di età media elevata, che nella maggior parte dei casi non hanno interesse nel disporre di un accesso ad Internet ad alta velocità. Ciò comporta costi elevati per

[2] Fonte: Elaborazioni su dati ISTAT-Infratel, 2014

[3] Fonte: Elaborazioni su dati Eurostat, 2014

l'installazione e una domanda bassa, fattori che disincentivano gli investimenti da parte degli operatori di telecomunicazione privati.

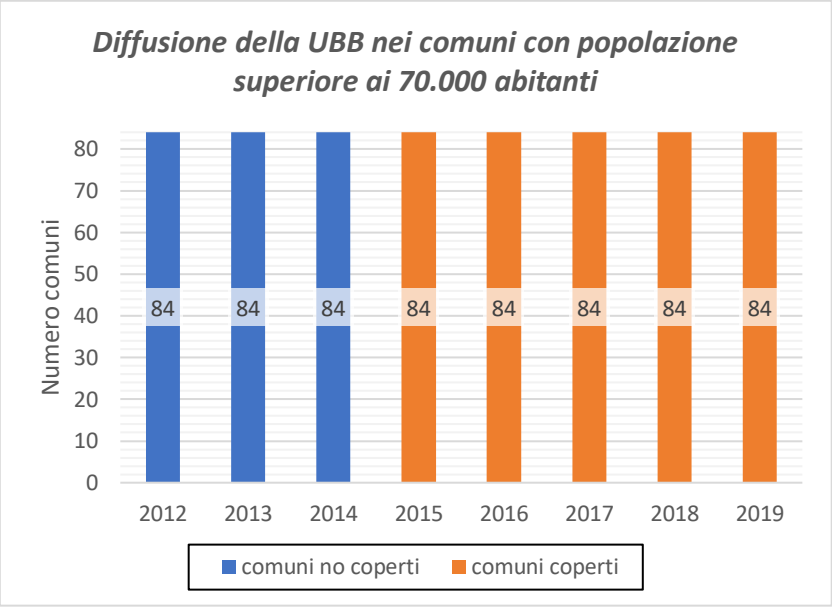


Figura 2.3 - Diffusione della banda ultralarga nei comuni con popolazione superiore ai 70.000 abitanti

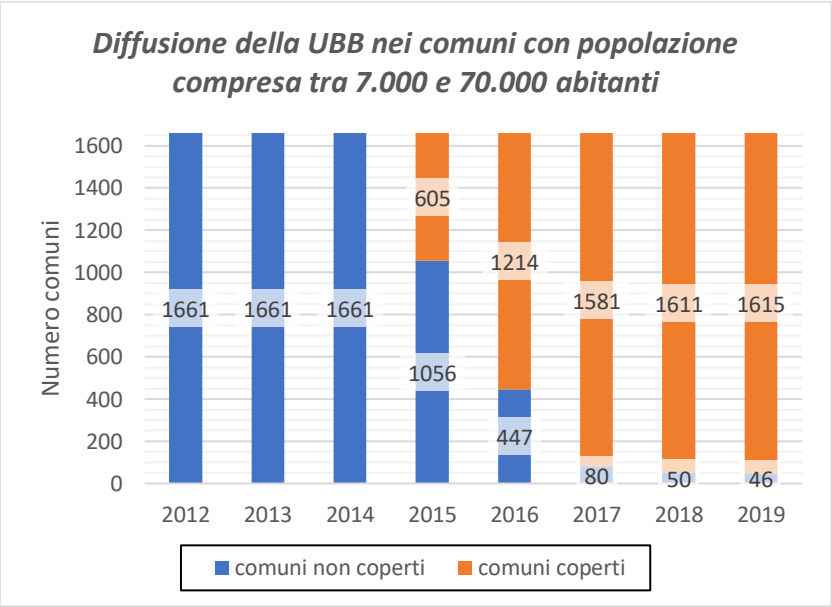


Figura 2.4 - Diffusione della banda ultralarga nei comuni con popolazione compresa tra 7.000 e 70.000 abitanti

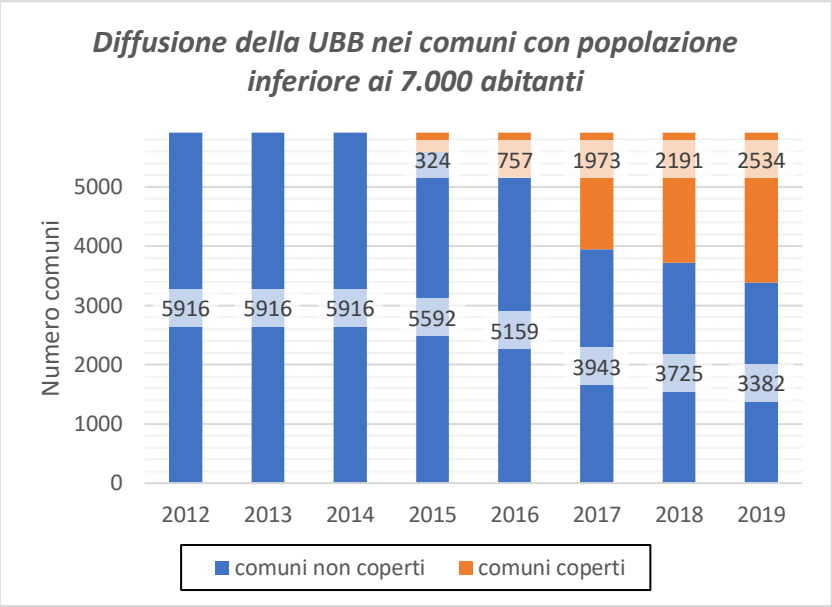


Figura 2.5 - Diffusione della banda ultralarga nei comuni con popolazione inferiore ai 7.000 abitanti

Analisi a livello geografico

Analizzando i dati a livello regionale, la Figura 2.6 evidenzia come la regione con il più alto numero di comuni raggiunti dalla banda ultralarga, nel 2019, è la Lombardia, con 790 comuni, seguita da Veneto e Campania che contano rispettivamente 399 e 372 comuni.

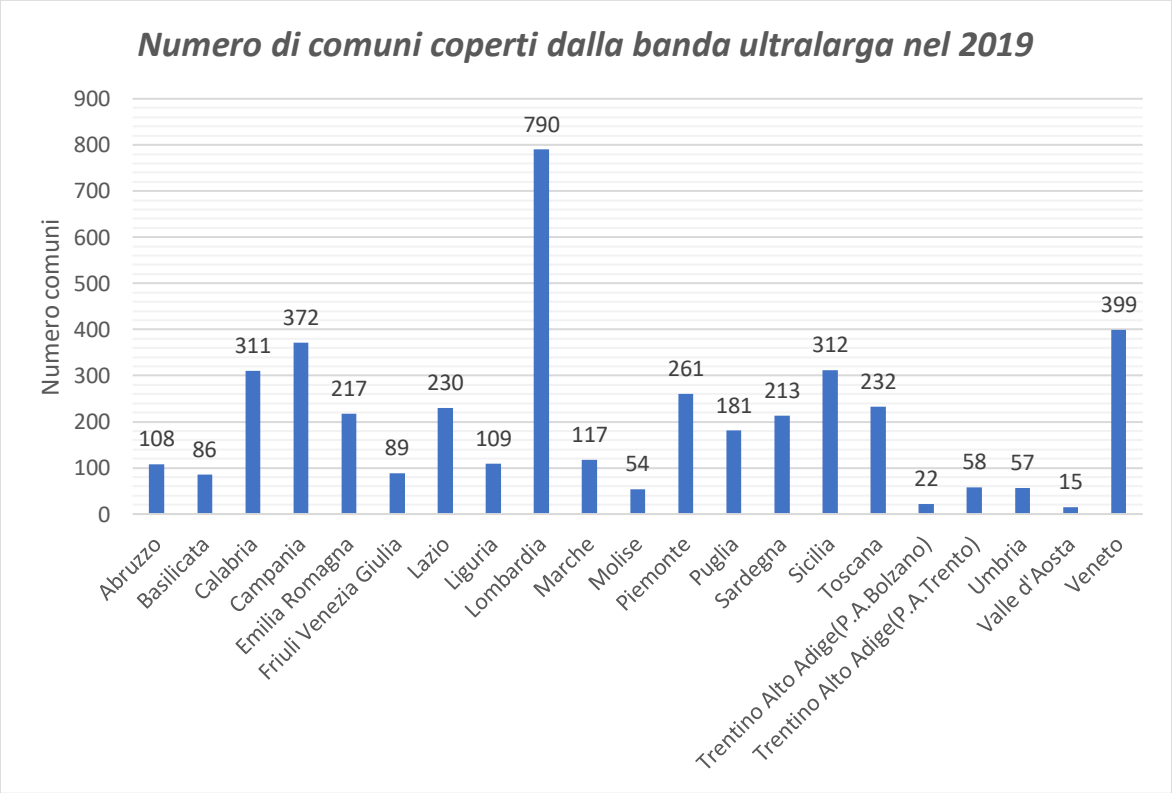


Figura 2.6 – Numero di comuni coperti dalla banda ultralarga per ogni regione, a fine 2019

Rapportando questo valore al numero totale di comuni presenti nella regione, è possibile indicare quale è il livello regionale di diffusione delle NGA. Con riferimento ai dati del 2019, la Figura 2.7 mostra come le regioni con una copertura maggiore al 70% sono: la Toscana (89,92%), la Sicilia (82,11%), la Calabria (79,13%), il Veneto (74,03%) e la Puglia (71,54%). La Lombardia si trova invece nella fascia di copertura 50-60%, in linea con la media nazionale pari al 55,25%. Bisogna considerare che la Lombardia e il Piemonte hanno un numero di comuni decisamente più elevato delle altre regioni; in particolare, la Lombardia conta 1469 comuni e il Piemonte 1151, mentre Toscana e Sicilia, che si trovano ai primi posti per la percentuale di copertura raggiunta, contano rispettivamente 258 e 380 comuni. All'ultimo posto, sia per comuni coperti sia per percentuale di copertura raggiunta, troviamo la Valle d'Aosta, con una copertura percentuale pari al 20,27%. In questa regione, su 74 comuni solo in 15 è stato reso disponibile l'accesso alla banda ultralarga.

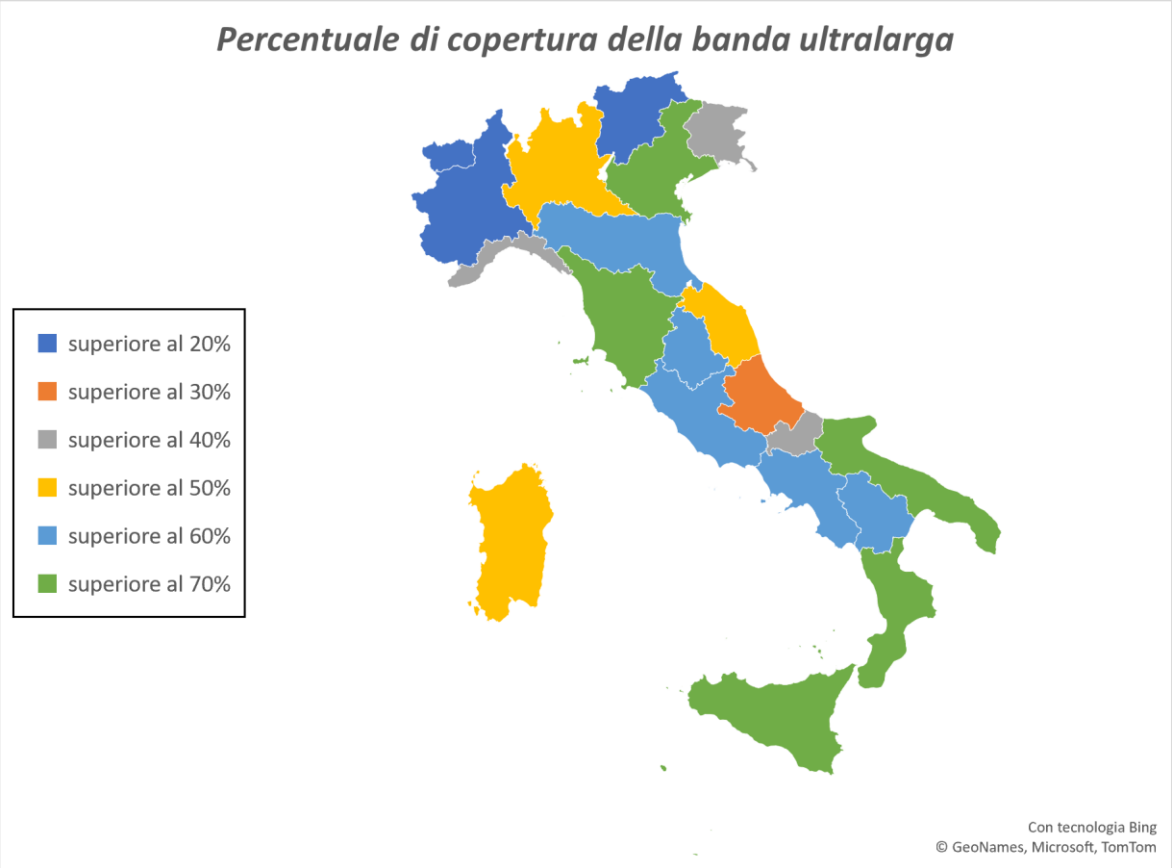


Figura 2.7 – Percentuale di copertura della banda ultralarga raggiunta dalle regioni italiane, a fine 2019

I dati sono stati aggregati anche a livello di aree geografiche, così da evidenziare se gli investimenti avessero favorito prevalentemente una parte dell'Italia. La Figura 2.8 mostra la

percentuale di comuni aventi la fibra rispetto al numero totale di comuni per le diverse aree geografiche nell'intervallo 2015-2019, mentre la Figura 2.9 si focalizza sulla percentuale di popolazione avente a disposizione la nuova tecnologia rispetto alla popolazione residente in quella area geografica.

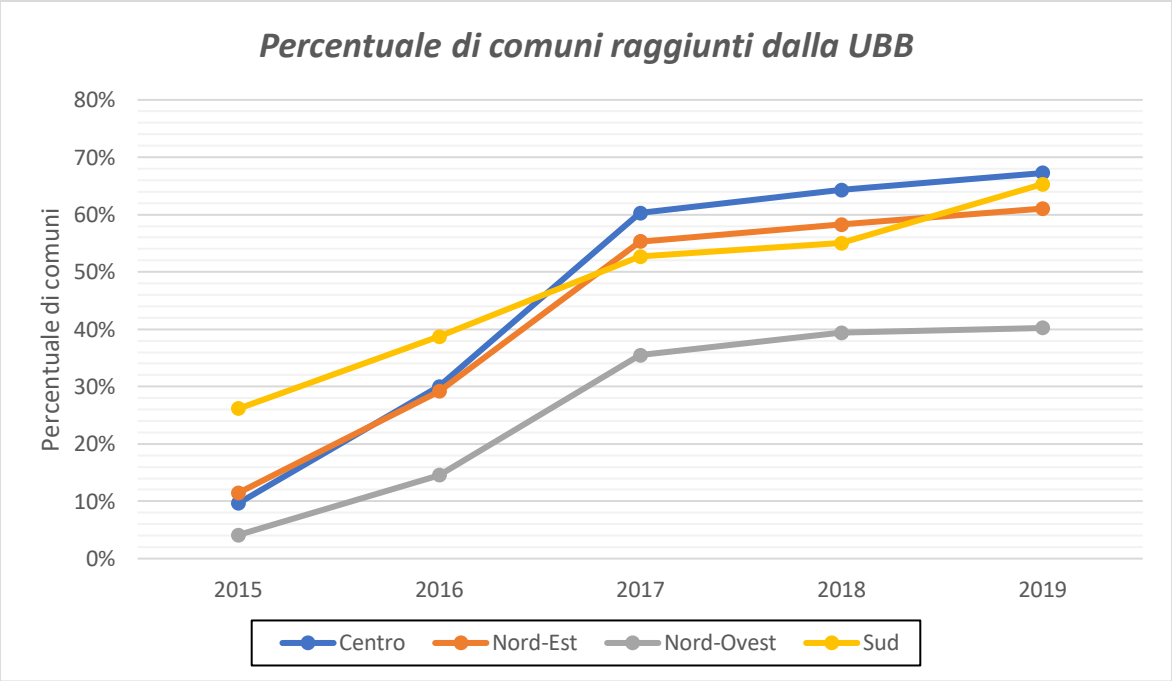


Figura 2.8 – Percentuale dei comuni raggiunti dalla UBB rispetto al totale dei comuni per area geografica

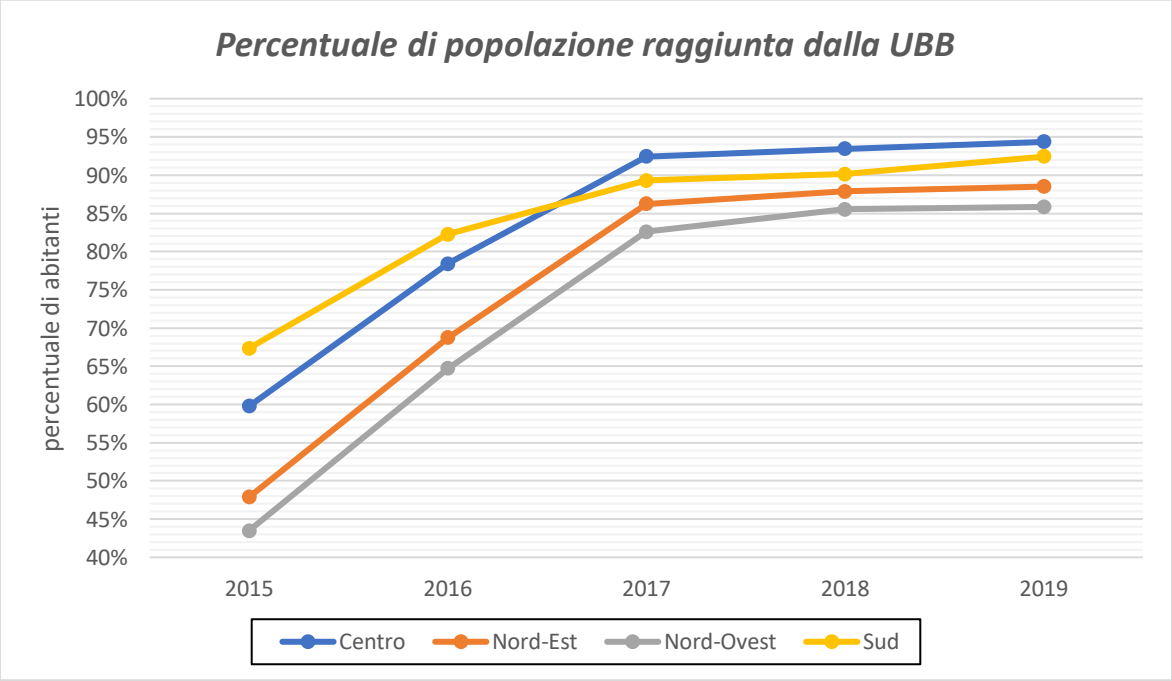


Figura 2.9 – Percentuale della popolazione raggiunta della UBB rispetto alla popolazione totale per area geografica

Da questi grafici, si evince che nel 2015 si sono raggiunte percentuali di copertura maggiori nel Sud, ma negli anni successivi la situazione si è riequilibrata; infatti, le percentuali raggiunte a fine 2019 sono molto simili per le diverse aree geografiche. La minor percentuale di comuni raggiunti dalla fibra nell'area Nord-Ovest è spiegata, come detto prima, da un maggior numero di comuni presenti in Lombardia e Piemonte rispetto al resto delle regioni italiane. L'andamento che era evidenziato a livello nazionale, di una rapida crescita nei primi anni seguita da un rallentamento, è confermato da questa analisi più puntuale.

Diffusione della tecnologia di tipo FTTH

Le soluzioni integralmente in fibra ottica (FTTH) sono state realizzate molto più tardi rispetto all'introduzione della banda ultralarga e la loro diffusione è ancora molto contenuta. La Figura 2.10 mostra che nel 2017 sono stati raggiunti appena cento comuni, saliti a 173 nel 2018. Nel 2019 l'incremento è stato maggiore, dato che sono stati raggiunti altri 300 comuni. Tuttavia, il risultato è abbastanza modesto: i comuni raggiunti da una rete completamente in fibra rappresentano solo il 6% del campione considerato.

Questa analisi conferma che gli operatori di telecomunicazione hanno privilegiato i meno costosi protocolli di fibra mista a rame, ovvero le soluzioni *Fiber to the Cabinet*, che utilizzano la fibra ottica fino agli armadi di strada, continuando a coprire con cavi in rame la distanza fino agli utenti.

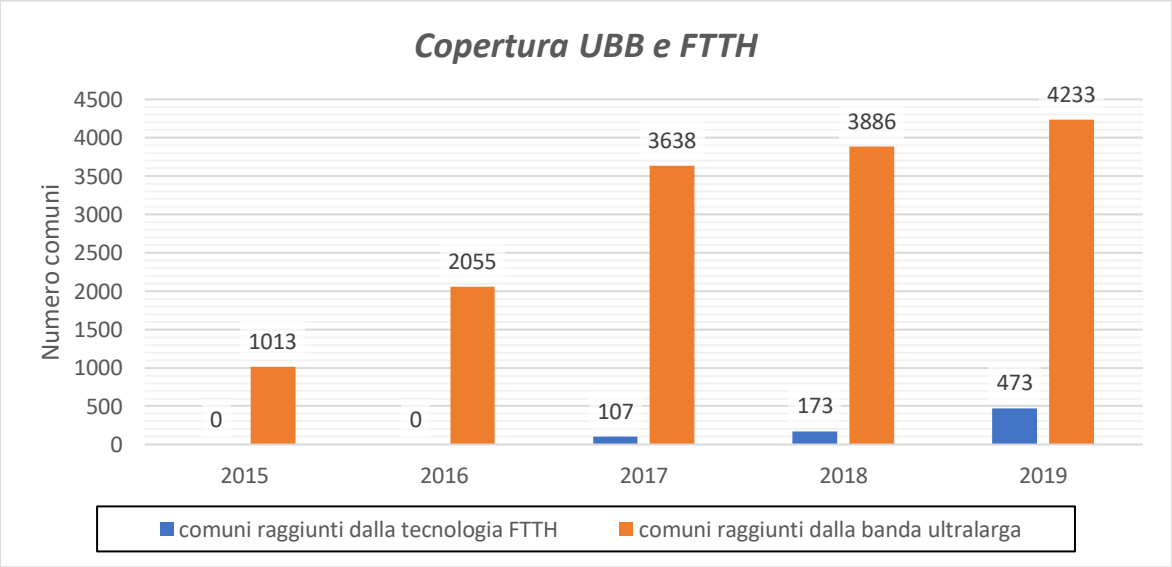


Figura 2.10 - Numero di comuni raggiunti dalla banda ultralarga e dalla infrastruttura di tipo FTTH, nell'intervallo temporale 2015-2019

Aggregando i dati del per aree geografiche, nella Figura 2.11, si vede una tendenza maggiore ad investire nella rete completamente in fibra nel Sud Italia. Infatti, su un totale di 473 comuni italiani raggiunti dalla tecnologia FTTH, quasi la metà si trovano nel Sud.

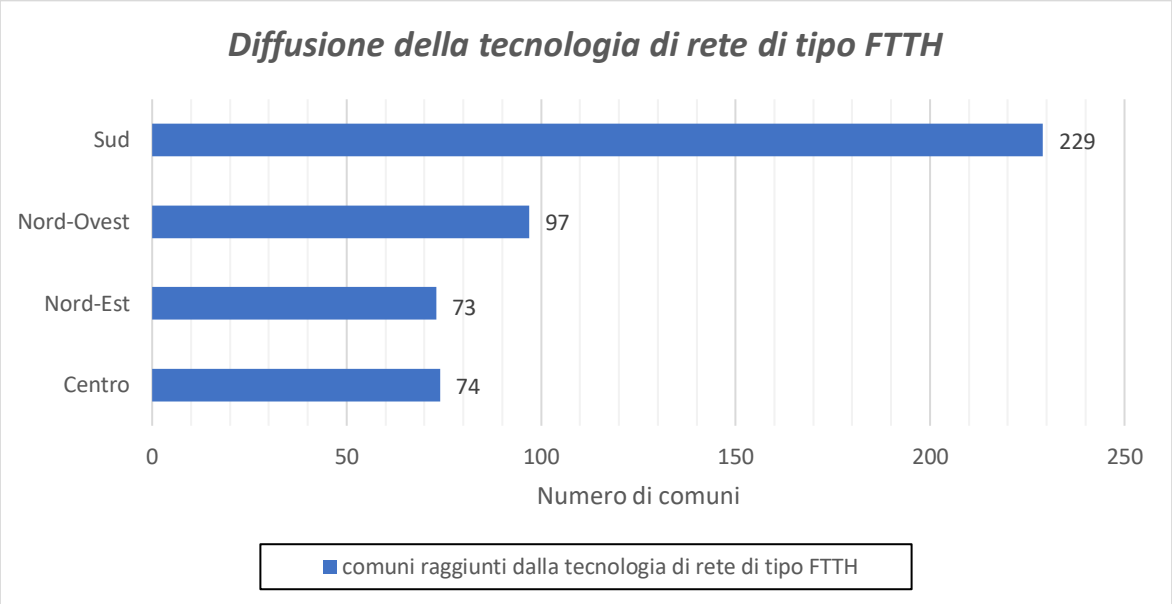


Figura 2.11 – Diffusione della infrastruttura di tipo FTTH sui comuni italiani, aggregati per aree geografiche

2.2. L'occupazione e la retribuzione media dei lavoratori

Il dataset utilizzato per questa analisi è composto dai valori annuali dell'occupazione e della retribuzione media dei comuni italiani per gli anni che vanno dal 2008 al 2020. Oltre alle osservazioni relative all'intera popolazione comunale, sono anche presenti i dati suddivisi per categorie di genere e fascia di età. In particolare, sono state considerate tre fasce di età con livelli di soglia pari a 35 e 50 anni.

Il file, originariamente, conteneva anche osservazioni relative a frazioni, quartieri, comuni soppressi ecc..; tuttavia, per confrontare questi dati con quelli della diffusione della fibra è stato necessario omologare i due dataset. Utilizzando i codici ISTAT, univoci per ogni comune, sono stati selezionati gli stessi 7661 comuni presenti nel file di *Telecom Italia* ed è stato considerato lo stesso intervallo di tempo che va dal 2012 al 2019. Come già detto precedentemente, i comuni considerati rappresentano la quasi totalità dei comuni italiani, ragion per cui si ipotizza che il campione di dati utilizzato sia rappresentativo dell'intero territorio nazionale.

L'analisi si concentrerà inizialmente sui dati dell'occupazione e solo in un secondo momento sull'evoluzione dei salari.

2.2.1. L'andamento dell'occupazione

I dati aggregati a livello nazionale mostrano che il numero di occupati è compreso tra 13,7 e 15,6 milioni. In particolare, fino al 2014 il numero di lavoratori diminuisce, a causa delle conseguenze dalla crisi economica del 2008: in questi due anni i licenziamenti interessano più di 450 mila lavoratori. Negli anni successivi, invece, l'occupazione cresce quasi linearmente: l'aumento è di 1,5-3% per ogni anno, ad eccezione del 2017 in cui si verifica un incremento superiore al 4%. In totale, dal 2014 al 2019 si hanno oltre 1,8 milioni di assunzioni (Figura 2.12).

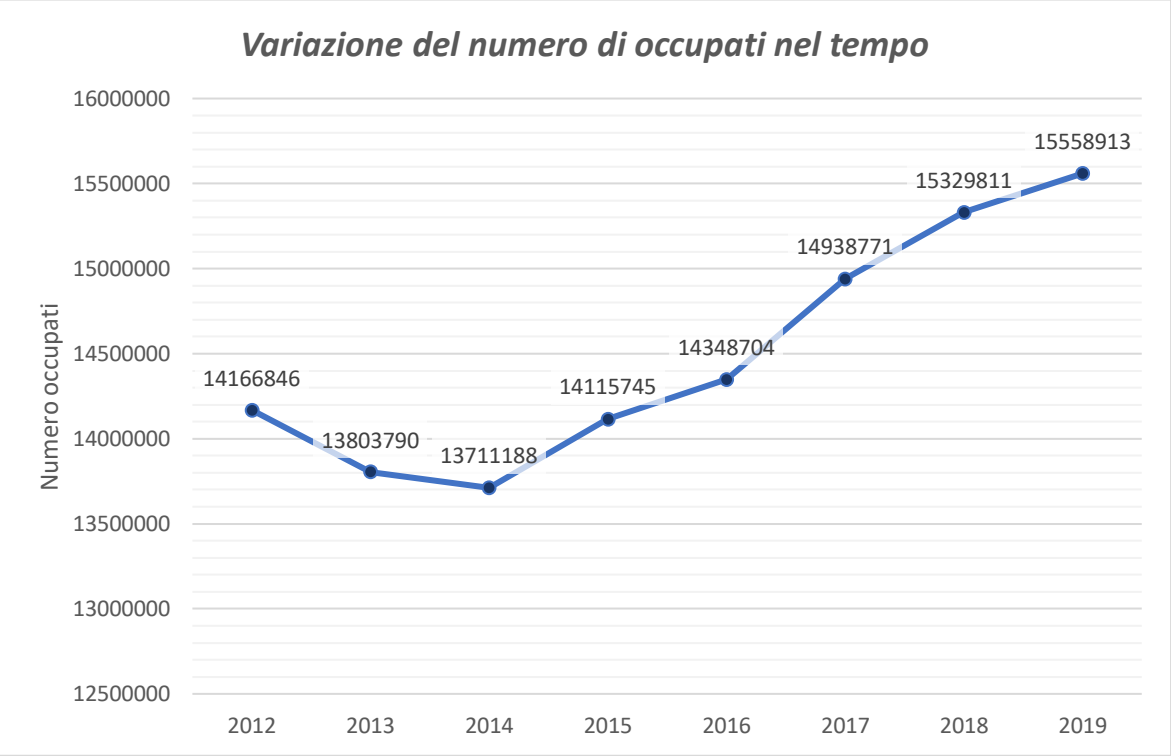


Figura 2.12 – Variazione del numero di occupati dal 2012 al 2019

Nel 2019 gli occupati sono quasi 15,6 milioni, corrispondenti a circa il 26% della popolazione nazionale[4]. Rispetto alla popolazione con età compresa tra 18 e 65 anni, escludendo i

[4] Al 1° gennaio 2019 la popolazione residente in Italia ammonta a 59 236 213 unità.

cittadini tra 18 e 25 anni impegnati esclusivamente negli studi universitari[5], la percentuale di occupati risulta essere pari al 46%. Pur tenendo conto che non sono stati considerati gli occupati residenti nei comuni esclusi da questa ricerca, risulta marcata la differenza tra lavoratori e residenti in età lavorativa, per spiegarla bisogna considerare dei fenomeni, come la disoccupazione e il "lavoro non dichiarato". Con il termine "lavoro non dichiarato" si intende qualsiasi attività retribuita lecita di per sé ma non dichiarata alle autorità pubbliche. Questo fenomeno si può quantificare in termini di percentuale di PIL e, secondo quanto riportato dalla Commissione Europea, nel 2011 risulta pari al 12,1%. I disoccupati sono gli individui privi di un impiego, che dichiarano di cercarlo attivamente e di essere disponibili immediatamente a lavorare. Secondo i dati ISTAT, il tasso di disoccupazione[6] oscilla intorno all'11% nell'intervallo di tempo considerato. In particolare, l'andamento riportato nella Figura 2.13 è in accordo con l'evoluzione degli occupati nello stesso periodo.

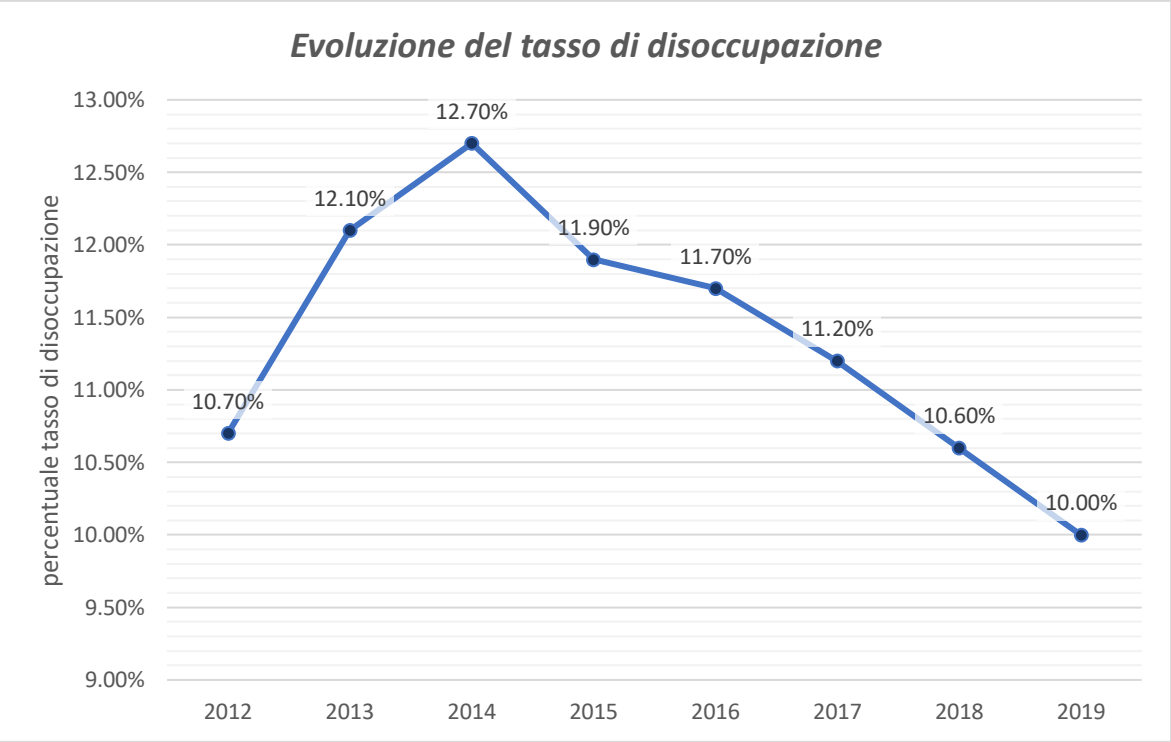


Figura 2.13 – Tasso di disoccupazione in Italia dal 2012 al 2019. Fonte ISTAT

[5] Per risalire alla percentuale di studenti che dopo il diploma si sono dedicati esclusivamente agli studi universitari si è fatto riferimento alle informazioni riportate nel "Rapporto 2020 sulla Condizione occupazionale e formativa dei diplomati".

[6] Il tasso di disoccupazione è il rapporto tra il numero di disoccupati e la forza lavoro, ovvero la somma degli occupati e dei disoccupati.

La maggior parte dei licenziamenti del 2013 e del 2014, come evidenziato dalla Figura 2.14, sono avvenuti nelle regioni del Sud Italia: nel 2013, degli oltre 363 mila cessazioni di contratti, più del 36% ha riguardato lavoratori del Sud; nel 2014, i licenziamenti sono stati 93 mila circa e di questi quasi 30 mila sono relativi ai residenti del Sud Italia. Le assunzioni degli anni successivi, ad eccezione del 2015, hanno invece maggiormente interessato le regioni del Nord.

La Tabella 2.1 riporta, invece, le percentuali di licenziamenti e assunzioni dal 2013 al 2019 rispetto al numero di occupati nell'anno precedente, per macro area geografica.

Tabella 2.1 – Variazione percentuale del saldo Assunzioni- Licenziamenti, per macro area

		Anno						
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Macro Area	Centro	-2.30%	-0.55%	3.84%	1.91%	4.04%	2.66%	1.06%
	Nord-Est	-2.37%	-0.70%	1.79%	2.35%	5.15%	3.09%	1.51%
	Nord-Ovest	-1.91%	-0.57%	2.39%	1.34%	3.82%	2.76%	1.70%
	Sud	-3.85%	-0.89%	4.06%	1.18%	3.58%	1.93%	1.58%

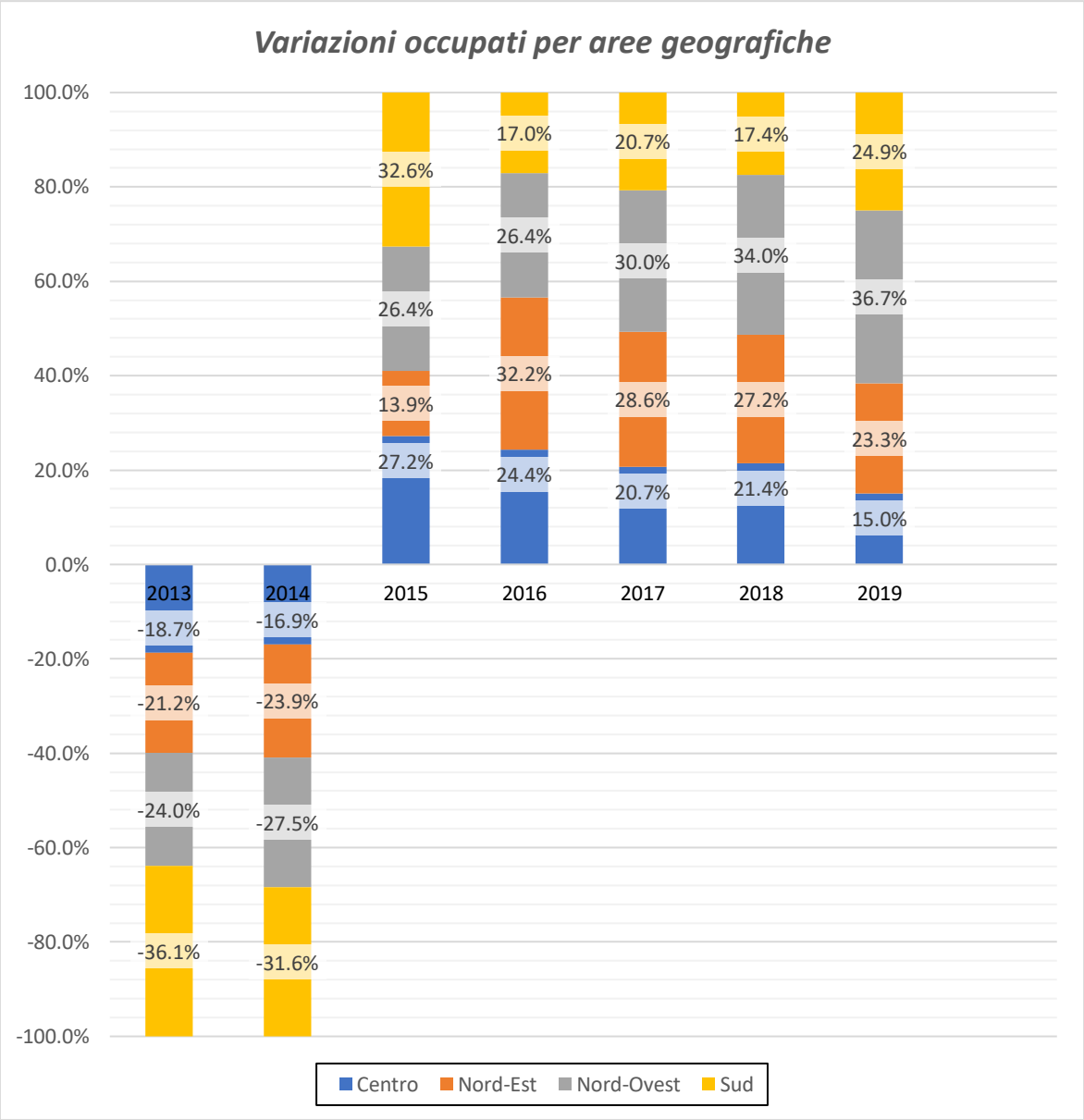


Figura 2.14 – Percentuale di licenziamenti o assunzioni per macro area

Considerando i dati dell'ultimo anno disponibile, ovvero il 2019, la Figura 2.15 mostra come sono suddivisi gli occupati per aree geografiche: il 21% dei lavoratori si trova nel Centro Italia, il 23% nel Nord-Est, il 24% nel Sud e il 32% nel Nord-Ovest. In termini assoluti, nel Nord Ovest sono presenti più di 5 milioni di lavoratori, nel Nord Est e nel Sud circa 3,6 milioni e nel Centro 3,2 milioni. Tuttavia, questi dati sono relativi ed è possibile valutarli in rapporto con il numero di abitanti delle regioni che rientrano in queste macro aree.

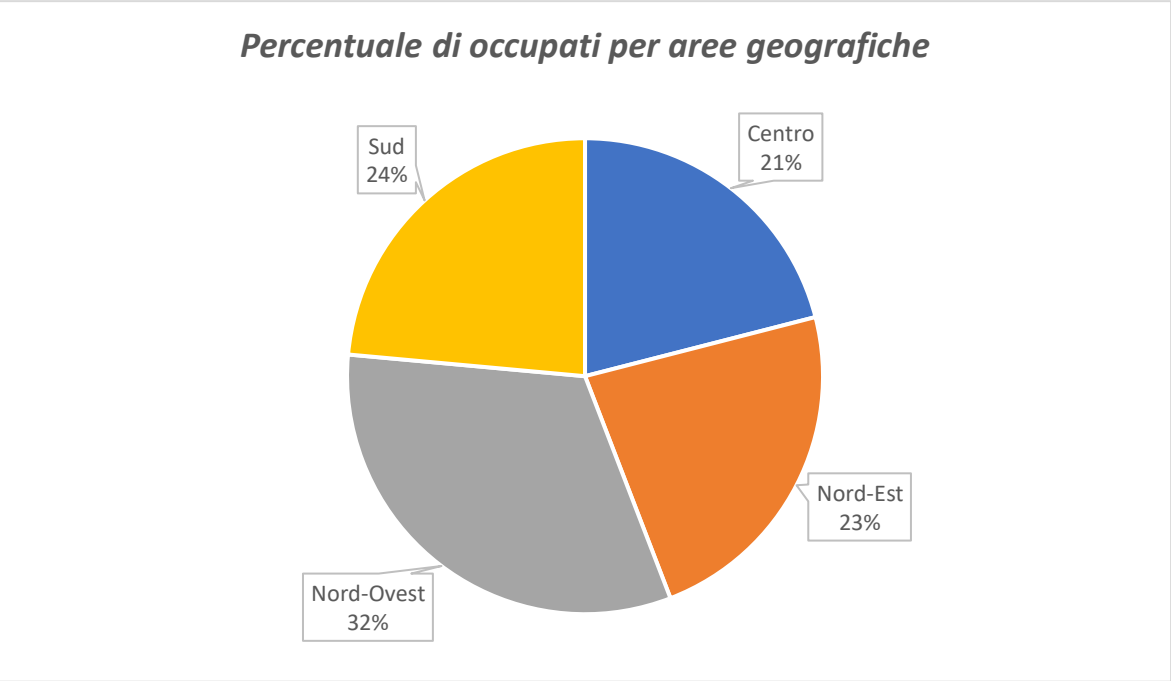


Figura 2.15 – Percentuale di occupati per aree geografiche

A livello regionale, la Figura 2.16 evidenzia che la percentuale più elevata di lavoratori si trova in Lombardia, dove sono presenti circa il 22% degli occupati nazionali. È da notare che questa percentuale è poco inferiore al numero di lavoratori presenti in tutto il Sud Italia, che comprende Abruzzo, Puglia, Campania, Calabria, Molise, Basilicata, Sicilia e Sardegna. Come si può immaginare, questo risultato è dovuto alla dislocazione delle imprese sul territorio nazionale. Secondo i dati ISTAT, la Lombardia è la regione dove hanno sede più di 800 mila aziende e si posiziona quindi al primo posto per numero di imprese. È seguita da Lazio e Veneto che contano singolarmente circa 400 mila imprese. Anche per quanto riguarda il numero di occupati, Lazio e Veneto si posizionano al secondo e terzo posto, a conferma del fatto che c'è una forte correlazione tra la presenza di aziende e il numero dei lavoratori. All'ultimo posto per numero di lavoratori si trovano Molise e Valle d'Aosta che ospitano rispettivamente lo 0,34% e lo 0,24% dei lavoratori nazionali. Queste percentuali sono giustificate dal momento che queste due regioni hanno un numero di residenti inferiore rispetto al resto delle regioni italiane.

Rapportando il numero di lavoratori alla popolazione per ogni regione, la situazione cambia: in Valle d'Aosta gli occupati sono circa il 30%; il primato è della Lombardia con una

percentuale di occupati su totale dei cittadini regionali pari al 33%; agli ultimi posti troviamo invece Sicilia e Calabria con rispettivamente il 15% e il 13% (Figura 2.17).

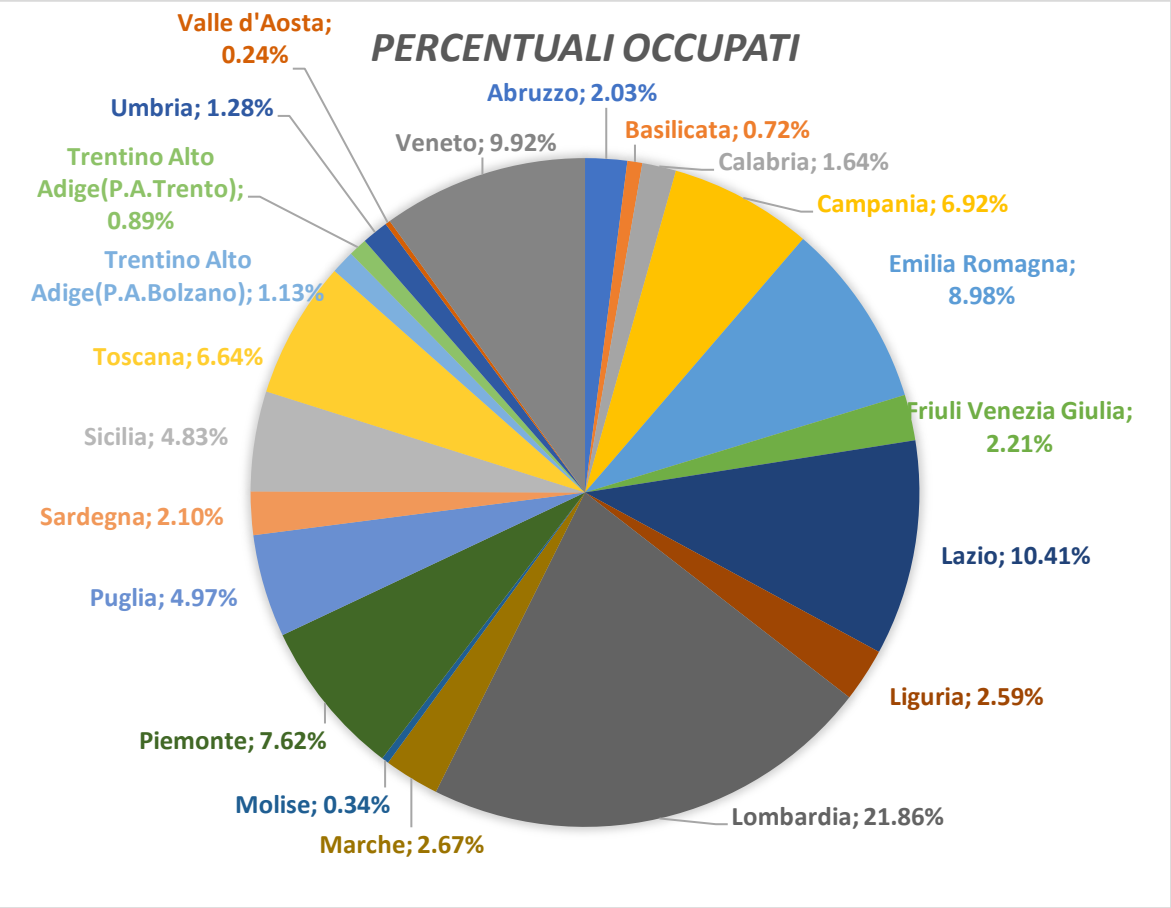


Figura 2.16 – Percentuali degli occupati italiani per regione

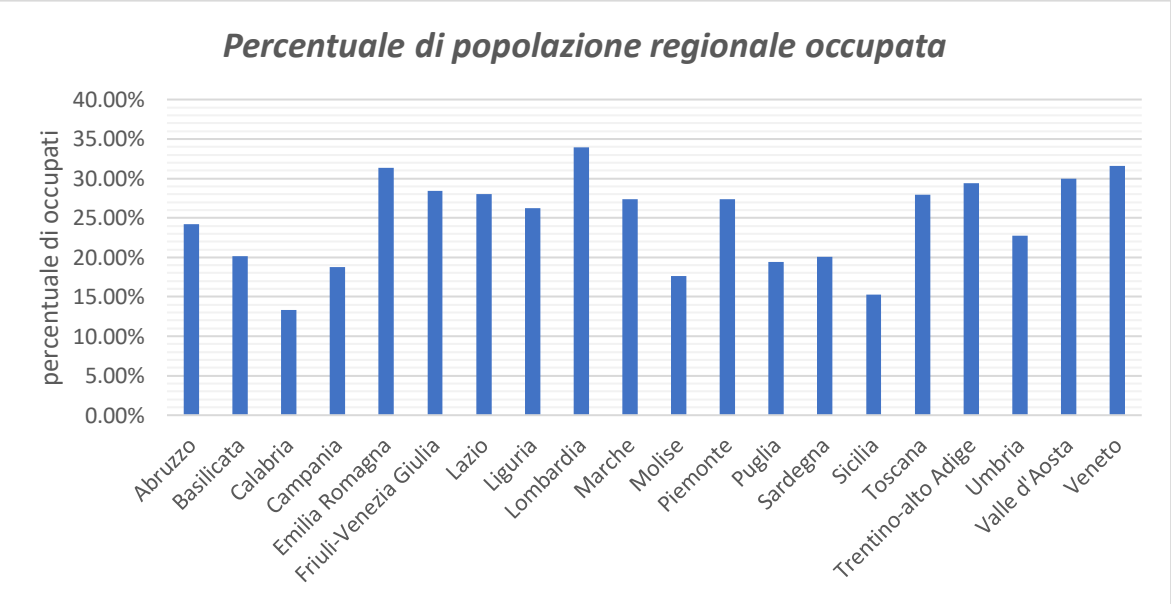


Figura 2.17 – Percentuale della popolazione occupata rispetto alla popolazione regionale

Analisi differenziata per categorie di genere

I licenziamenti del 2013 e del 2014 e l'attivazione dei nuovi contratti negli anni successivi hanno interessato i lavoratori di sesso sia maschile che femminile, ma come evidenziato dalla Figura 2.18 in percentuale maggiore gli uomini. Tuttavia, questa disomogeneità tende ad assottigliarsi negli ultimi anni.

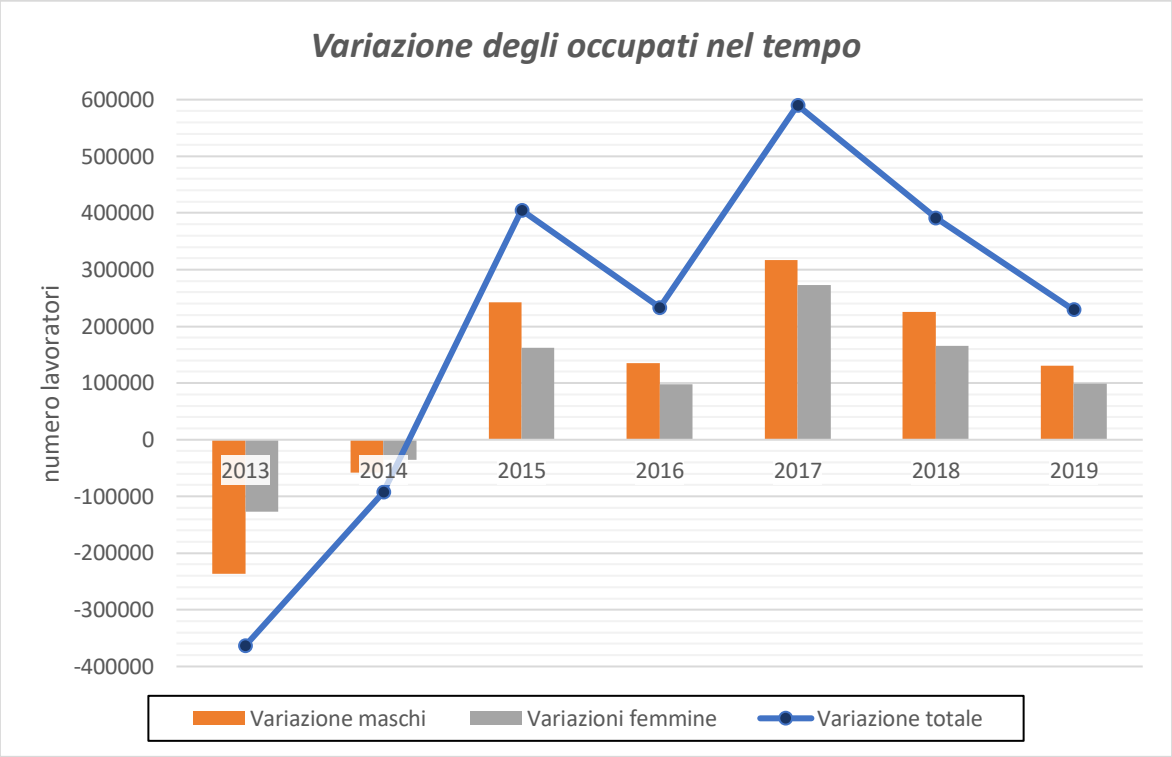


Figura 2.18 – Variazione degli occupati di sesso femminile e maschile nel tempo

A livello nazionale la percentuale di occupazione femminile resta ferma al 42%, con leggere variazioni mostrate dalla Figura 2.19, che lasciano intravedere una possibile riduzione del divario di genere.

Interessante è notare come varia la percentuale di occupazione femminile per le diverse aree geografiche. Nelle regioni del Nord e del Centro l'occupazione femminile resta abbastanza stabile, intorno al 44%, per cui non c'è una netta disuguaglianza tra lavoratori di sesso femminile e maschile. Nelle regioni del Sud il divario di genere è ancora molto elevato anche se c'è stato un miglioramento: l'occupazione femminile è passata dal 36,94% al 38.29%, nell'intervallo di tempo che va dal 2012 al 2019. (Figura 2.20)

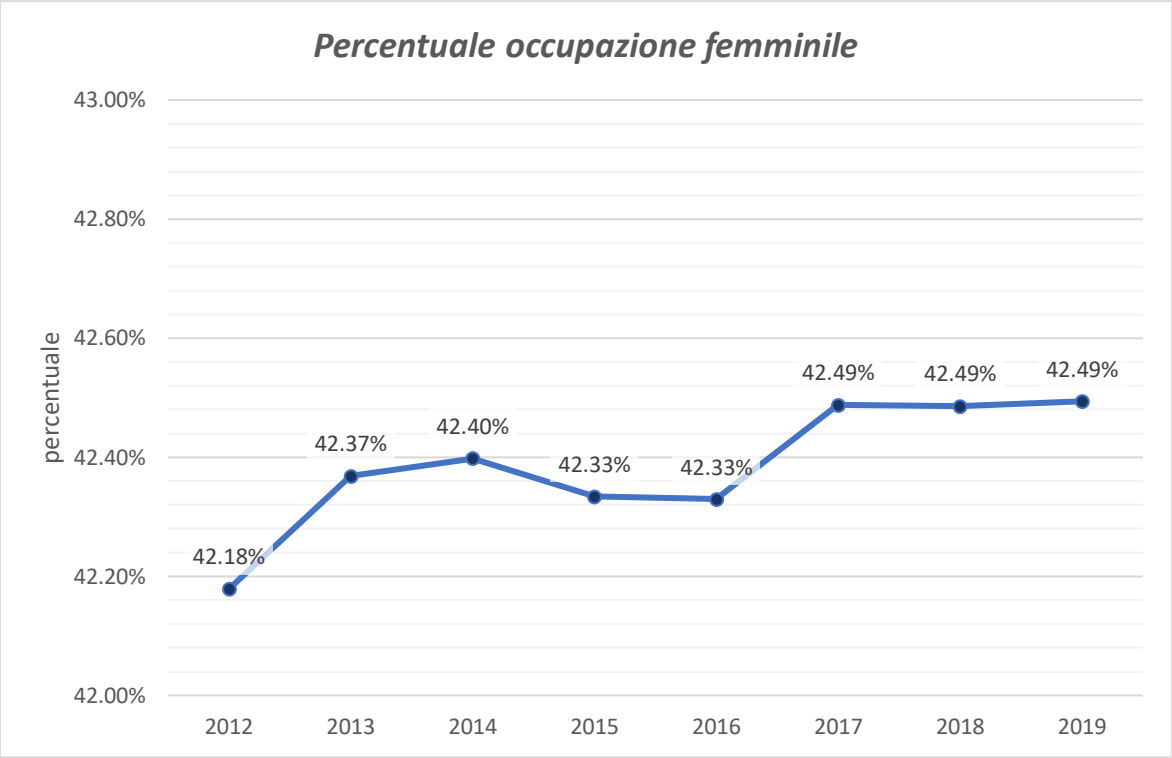


Figura 2.19 – Evoluzione dell'occupazione femminile

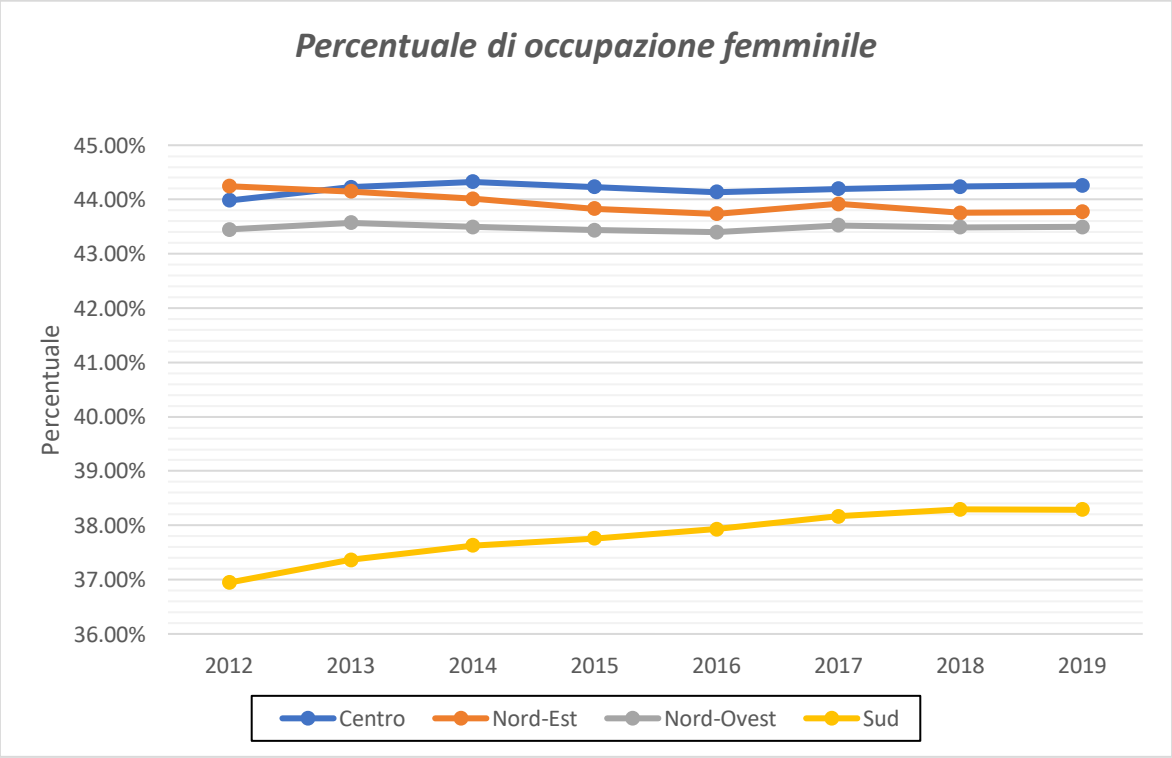


Figura 2.20 – Evoluzione dell'occupazione femminile per macro aree

La Figura 2.21, utilizzando i dati relativi all'anno 2019, riporta la percentuale delle lavoratrici donne rispetto al numero totale di occupati della regione. In accorto con l'analisi per macro

aree, le regioni del Nord e del Centro presentano una percentuale di occupazione femminile superiore al 42%, mentre nelle regioni del Sud, ad eccezione della Sardegna, le percentuali sono inferiori. Il *gender gap* maggiore si osserva in Campania e Basilicata, dove solo il 35% dei lavoratori è costituito da donne; in Sicilia, Calabria e Puglia l'occupazione femminile raggiunge circa il 38-39%: in queste regioni non si sono ancora assorbiti i divari di genere.

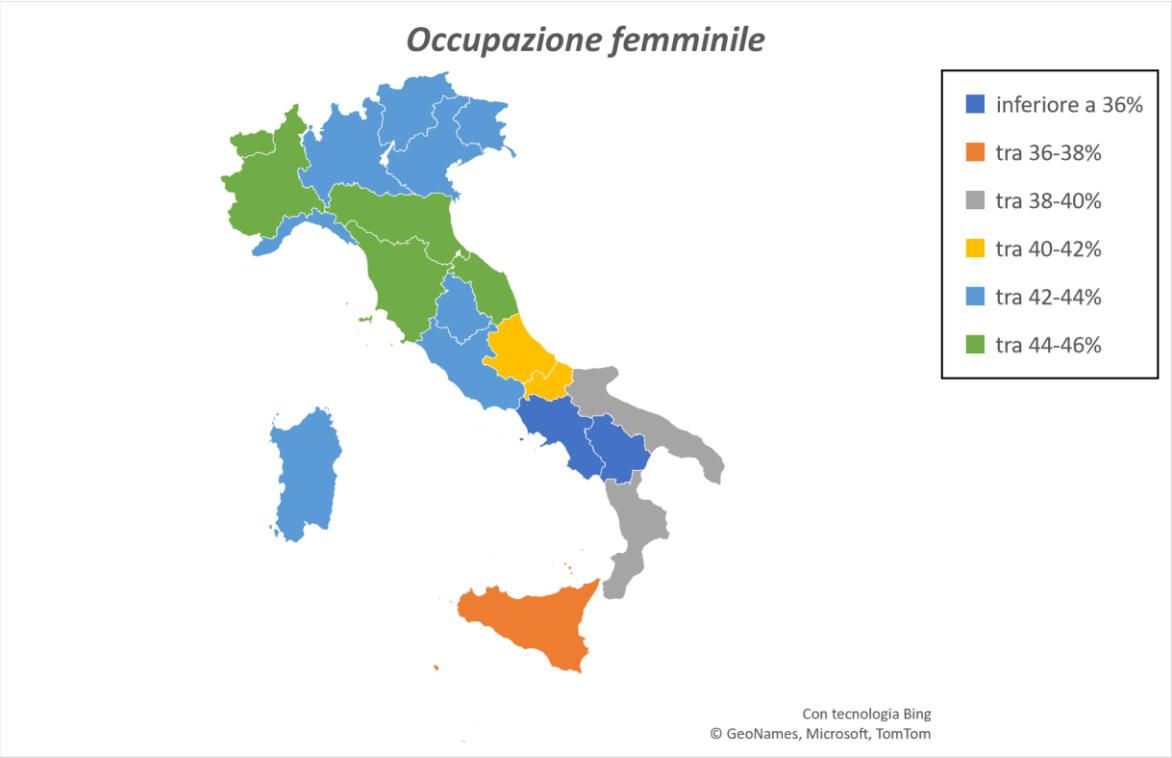


Figura 2.21 – Occupazione femminile a livello regionale

Analisi differenziata per fascia di età

Aggregando i dati per fascia di età, la Figura 2.22 mostra che i licenziamenti hanno colpito in misura maggiore i giovani: gli occupati con età inferiore ai 34 anni sono diminuiti dal 2012 al 2014 di circa 534 mila unità. Seppure in misura minore, le conseguenze dalla crisi economica hanno interessato anche i lavoratori con età compresa tra 35 e 50 anni, che da 6,69 milioni sono diventati circa 6,5 milioni nel 2014. Il calo dei lavoratori appartenenti alla fascia di età 35-50 anni non è stato assorbito negli anni successivi, quando in generale si è assistito ad un aumento dei contratti di lavoro. Dal 2015 il numero di questi lavoratori è rimasto abbastanza stabile, mentre i posti di lavoro sono aumentati per gli under 34, tale da avere un incremento delle assunzioni dal 2014 al 2019 pari a 604 mila unità.

I tagli del personale non sembrano invece aver toccato i lavoratori più anziani: sia nel periodo di crisi sia successivamente, il trend dei lavoratori over 50 è stato chiaramente crescente e lineare, con un incremento annuale in media del 6,5%. Questo andamento è sicuramente influenzato dal fatto che le aziende sono meno propense a licenziare i lavoratori con più esperienza e, come conseguenza dell'aumento dell'età pensionabile, cresce il numero di lavoratori che rientra in questa fascia di età.

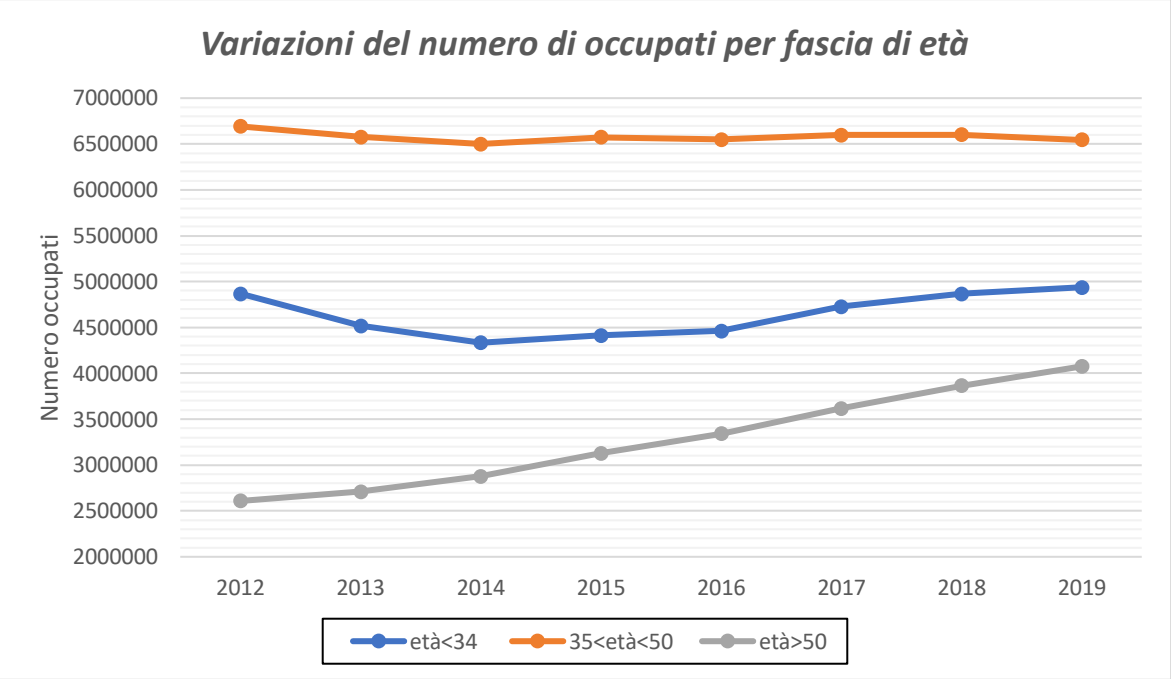


Figura 2.22 – Evoluzione del numero di occupati per fascia di età

Analizzando come varia la "composizione" di lavoratori divisi per fascia di età, la Figura 2.23 conferma che nel mercato del lavoro sta aumentando la percentuale dei lavoratori con più di 50 anni: mentre nel 2012 gli over 50 rappresentavano solo il 18,41 % degli occupati, nel 2019 hanno raggiunto quota pari al 26,2%. La maggior parte dei lavoratori, in media il 45%, ha un'età compresa tra 35 e 50 anni; tuttavia, questa percentuale, nell'intervallo di tempo considerato, è diminuita notevolmente passando dal 47% al 42%. Circa il 32% degli occupati è, invece, costituito dagli under 34.

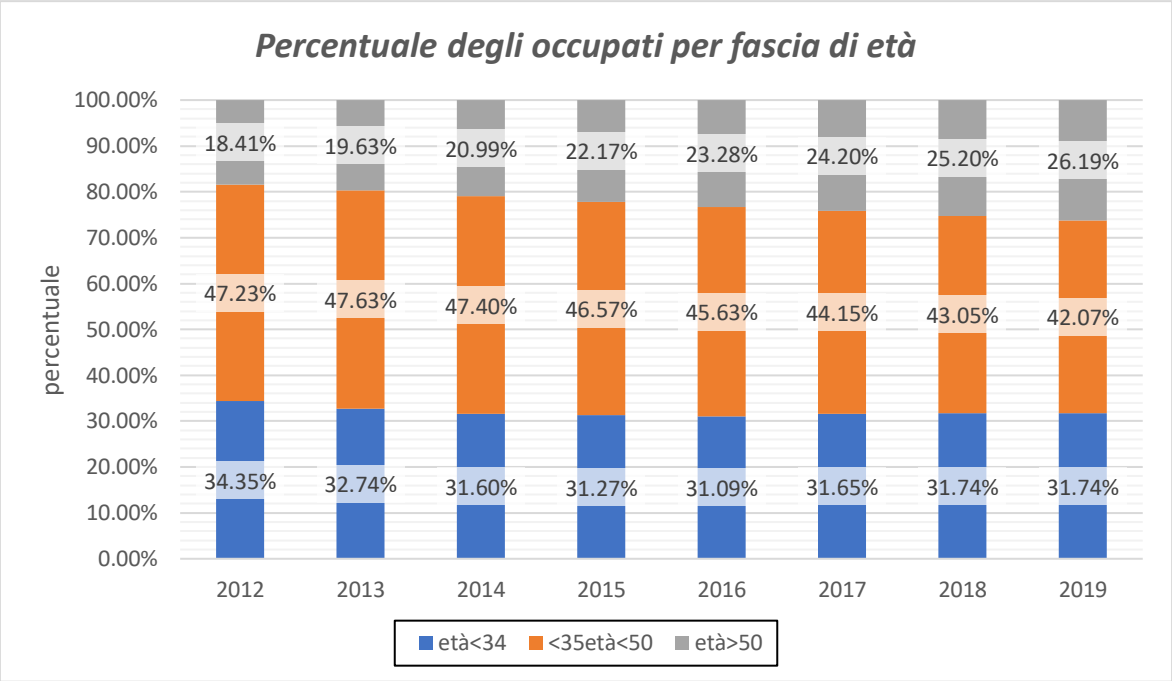


Figura 2.23 – Evoluzione della composizione percentuale degli occupati per fascia di età

2.2.2. L'evoluzione dei salari

Per quanto riguarda l'analisi della retribuzione annuale degli occupati, all'interno del dataset è riportato il salario medio dei lavoratori del singolo comune. Per calcolare il salario medio della regione (o area geografica) si è moltiplicata la retribuzione media del singolo comune per il numero di lavoratori dello stesso, si è poi sommato questo valore per tutti i comuni della regione e il risultato è stato diviso per il numero dei lavoratori regionali. Da questo calcolo è emerso che, nel 2019, come evidenziato dalla Figura 2.24, le regioni con salario sopra la media nazionale sono Lazio, Friuli Venezia Giulia, Veneto, Piemonte, Emilia Romagna, la P.A. di Bolzano e la Lombardia.

Considerando i dati dell'ultimo anno disponibile, in media il salario annuale italiano è di circa 22 mila euro, ma ci sono molte differenze tra le regioni del Nord e del Sud. La regione in cui si guadagna meglio è la Lombardia, dove la retribuzione si aggira intorno ai 27 mila euro l'anno; mentre, la regione meno remunerativa è la Calabria, dove in media si guadagnano ogni anno 14 mila euro. È interessante poi evidenziare l'elevata differenza, di circa 3 mila euro, in termini di salario medio, che c'è tra la Lombardia e la P.A. Bolzano, che si posiziona al secondo posto per retribuzione media.

Questa diversità tra le aree geografiche è sicuramente influenzata dalle attività che prevalgono nelle varie zone d'Italia. Se nel Sud buona parte dell'economia si basa su settore primario e sul turismo, nel Nord Italia prevalgono le imprese manifatturiere e il settore dei servizi. Questi salari più elevati determinano un costo della vita più elevato nelle regioni settentrionali. Infatti, sulla base dalla teoria economica, ad una maggior ricchezza corrisponde una maggiore domanda e questo porta ad aumentare i prezzi per bilanciare domanda e offerta.

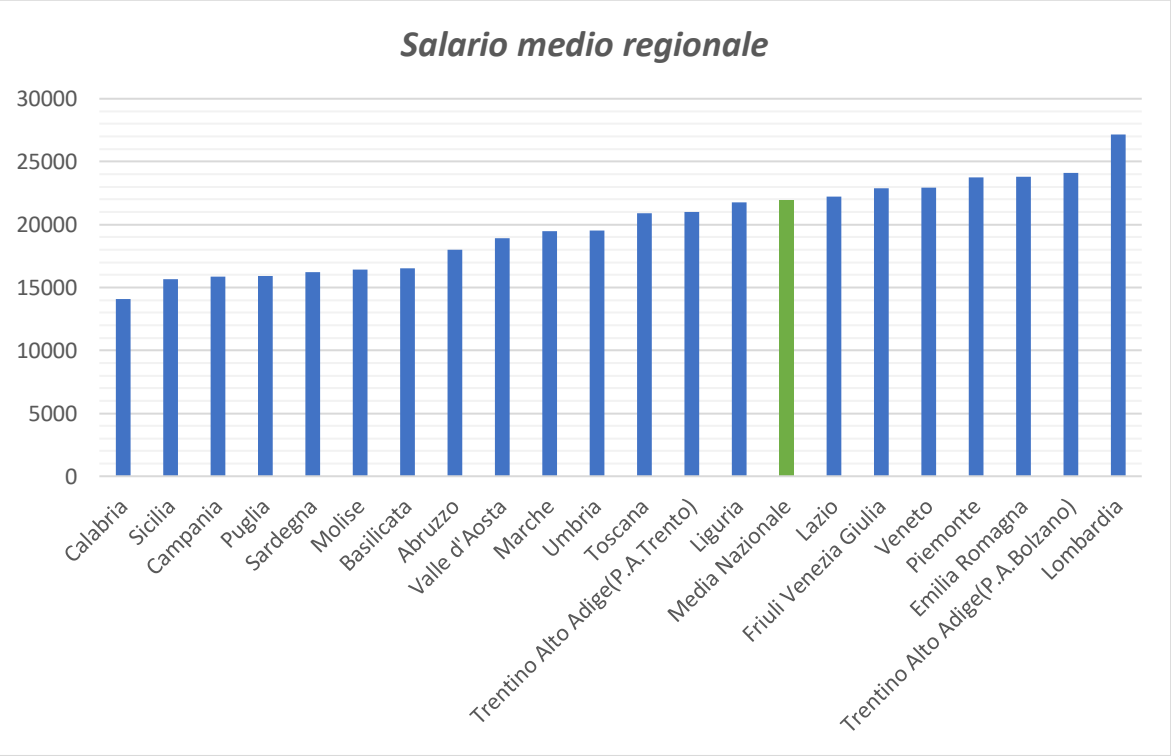


Figura 2.24 – Salari medio per regione, nel 2019

Analizzando, in Figura 2.25, l'andamento dei salari nell'intervallo di tempo che va dal 2012 al 2019 si evidenzia l'esistenza di un trend positivo. Gli incrementi maggiori si sono verificati nel Nord Est, dove l'aumento è stato di circa il 7,4% e nel Nord Ovest con il 6,8%; mentre, nel Centro e nel Sud il salario medio è salito di circa il 3%. Prendendo in esame la singola regione è confermato un leggero aumento del salario medio annuale, ad eccezione della Calabria e della Valle d'Aosta. La Calabria nel 2012 aveva una retribuzione media pari a 14,3 mila euro, che è scesa a 14,0 mila euro nel 2019. Nella Valle d'Aosta il salario medio è prima aumentato fino al 2016, passando da 19 mila a 19,7 mila euro, successivamente, però è iniziato a diminuire, raggiungendo nel 2019 una cifra pari a 18,9 mila euro.

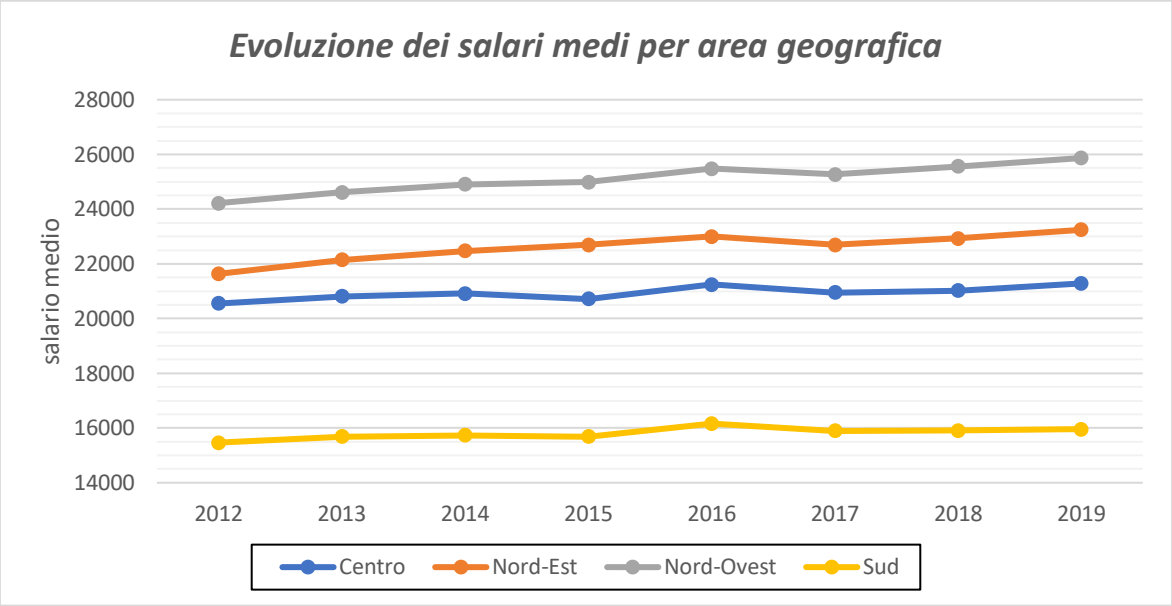


Figura 2.25 – Evoluzione della retribuzione media per area geografica

Analisi differenziata per categorie di genere

Considerando singolarmente i salari dei lavoratori di sesso femminile e di sesso maschile si evidenzia una sostanziale differenza. Nel 2019, la retribuzione media annua per gli uomini è di circa 25 mila euro, mentre è di soli 17,5 mila euro per le donne: gli uomini hanno guadagnato il 44% in più delle donne. Mediamente questo divario è presente in tutta Italia ma varia da regione a regione. Nella Figura 2.26, le regioni colorate con una tonalità più scura sono quelle in cui la differenza è più marcata. Il divario più ampio si osserva in Abbruzzo (58.8%) e Basilicata (58,7%). D'altra parte, le minori differenze di reddito tra le donne e gli uomini si registrano nel Lazio (35,6%) e in Sardegna (40.4%). Parte delle differenze di retribuzione si possono spiegare considerando che le donne e gli uomini hanno un bagaglio culturale diverso, per istruzione ed esperienze, e i ruoli lavorativi con retribuzioni mediamente più alte sono ricoperti maggiormente da lavoratori maschi.

È interessante notare come, secondo quanto riportato da uno studio ISTAT, effettuato a livello europeo, le donne guadagnano meno degli uomini in tutte le professioni; tuttavia, la professione che ha registrato le differenze più ampie nella paga oraria è quella dei manager. Mentre le differenze minori si sono osservate nelle professioni con salari più passi, ad esempio nei lavori impiegatizi (impiegati d'ufficio, segretarie ecc.).

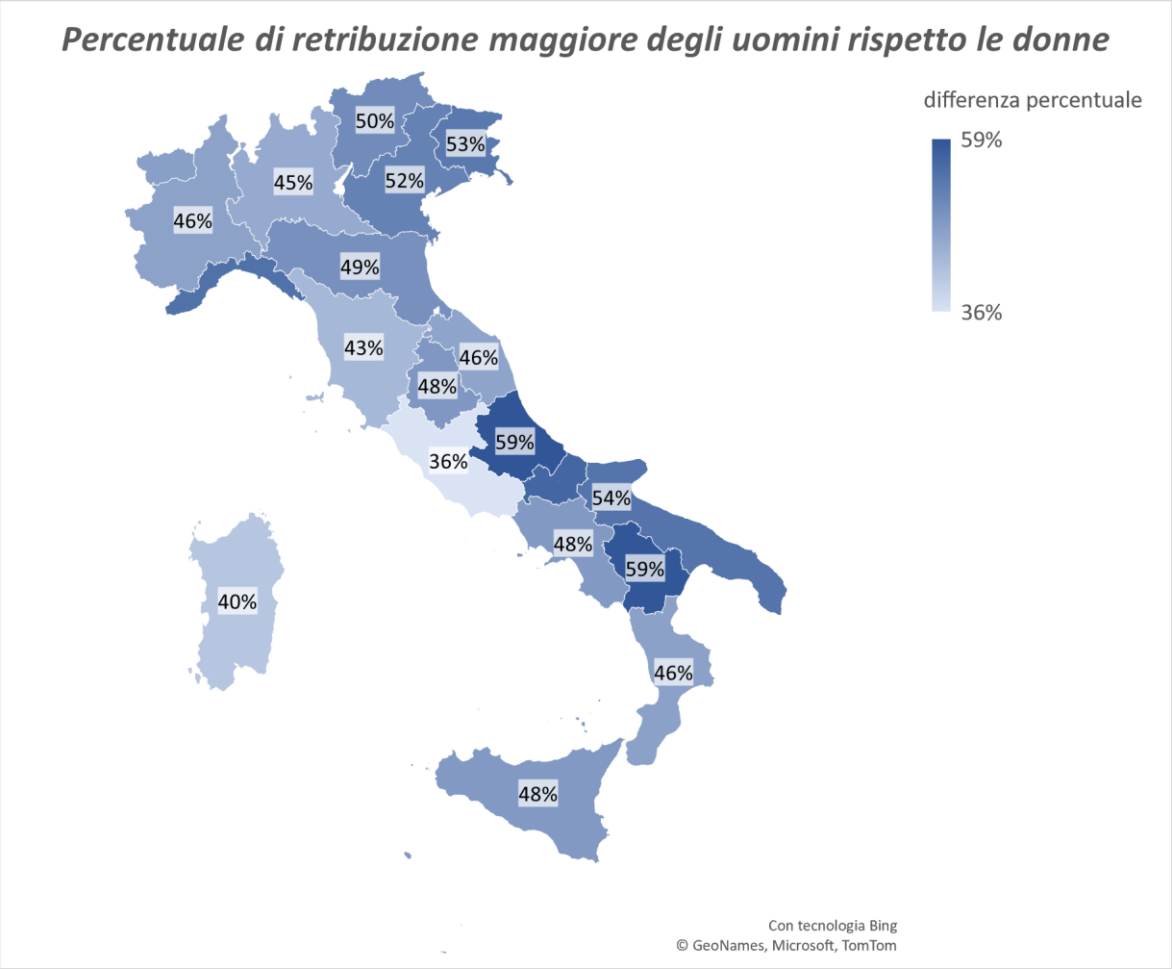


Figura 2.26 – Retribuzione maggiore del salario medio maschile rispetto a quello femminile

Nonostante il divario tra retribuzione femminile e maschile, l'aumento dei salari, che si è verificato nel periodo 2012-2019 ha interessato anche le lavoratrici donne, ma in maniera differente tra Nord e Sud. Nel Nord Italia il salario medio femminile è aumentato dell'8% rispetto al 2012; nel Centro l'incremento è stato del 6%, mentre nel Sud del 3%. (Figura 2.27)

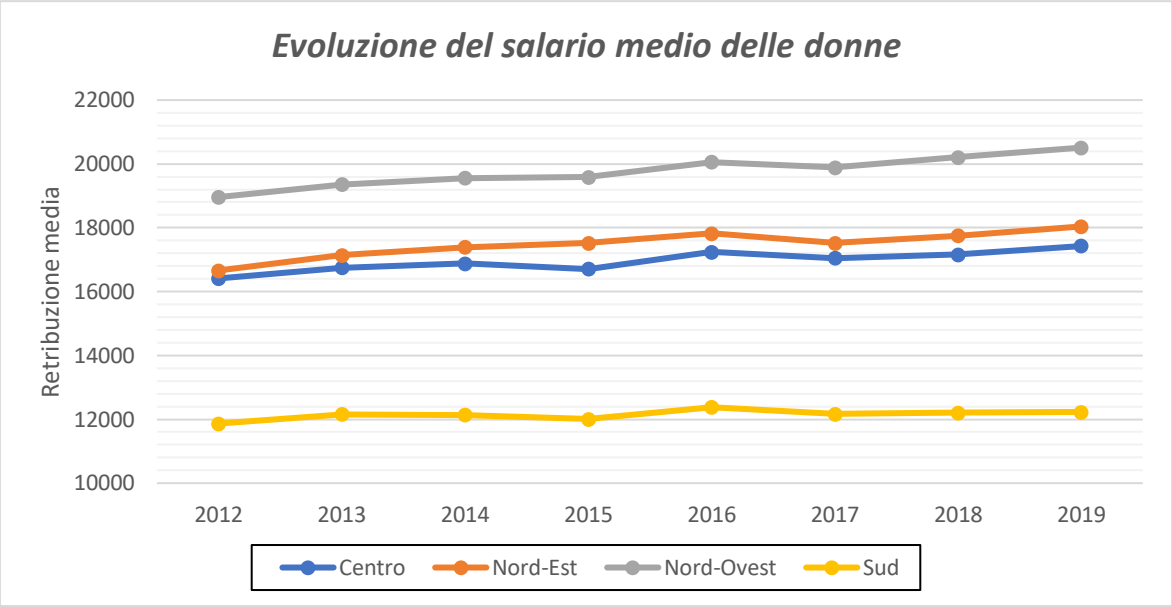


Figura 2.27 – Evoluzione del salario medio dei lavoratori di sesso femminile

Analisi differenziata per fasce di età

La retribuzione varia anche in base all'età dei lavoratori. In riferimento all'anno 2019, in media i giovani under 34 percepiscono un salario annuale pari a 14 mila euro, circa 10 mila euro in meno rispetto ai lavoratori con età compresa tra 35 e 50 anni. Un ulteriore incremento, di circa il 15%, si ha passando dalla fascia di età "35-50" alla fascia degli over 50. Il salario medio di quest'ultimi si aggira intorno ai 27 mila euro l'anno. Nella Figura 2.28 sono indicati i livelli di retribuzione per fascia di età per le singole regioni italiane.

In media nazionale, i lavoratori con età compresa tra 35 e 50 ricevono una paga del 66% superiore rispetto ai lavoratori under 34. Le regioni in cui si registra un maggiore incremento sono il Lazio (81%) la Valle d'Aosta (79,4%), la Puglia (72,1%) la Campania (70,4%); mentre una minore variazione si ha per la P.A. Bolzano (50,3%), il Veneto (54,2%) e la Toscana (57,7%). Per quando riguarda l'ulteriore incremento che si verifica passando dalla fascia 35-50 anni a quella degli over 50, a differenza del resto di Italia nella P.A. Bolzano la retribuzione media per i lavoratori over 50 è inferiore rispetto a quella dei lavoratori con età compresa tra 35 e 50 anni.

Come evidenziato nella Figura 2.29, dal 2012 al 2019 non c'è stato un miglioramento significativo della retribuzione media dei lavoratori. I lavoratori under 34 hanno registrato un incremento del 1,54%; mentre per le altre due categorie l'aumento è stato di circa il 3,5%.

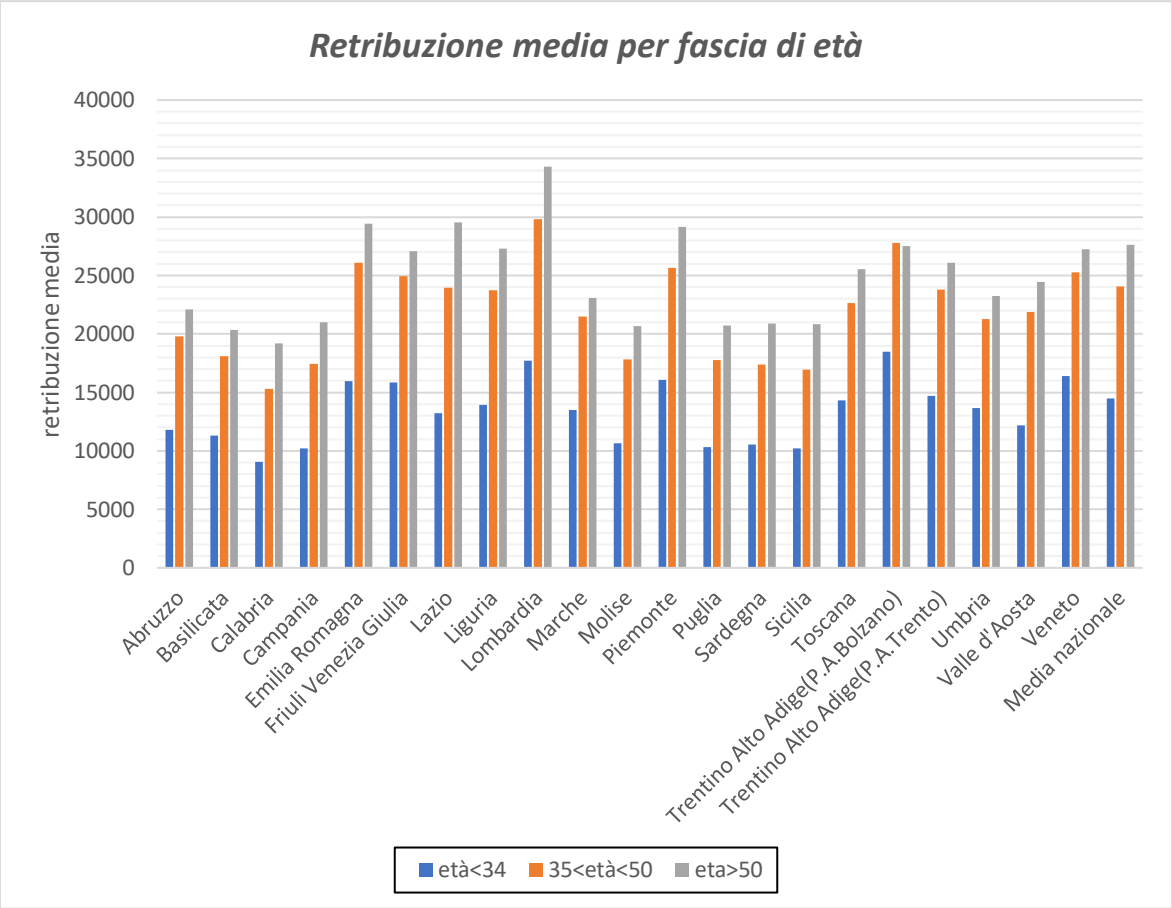


Figura 2.28 – Retribuzione media per fasce di età, nel 2019

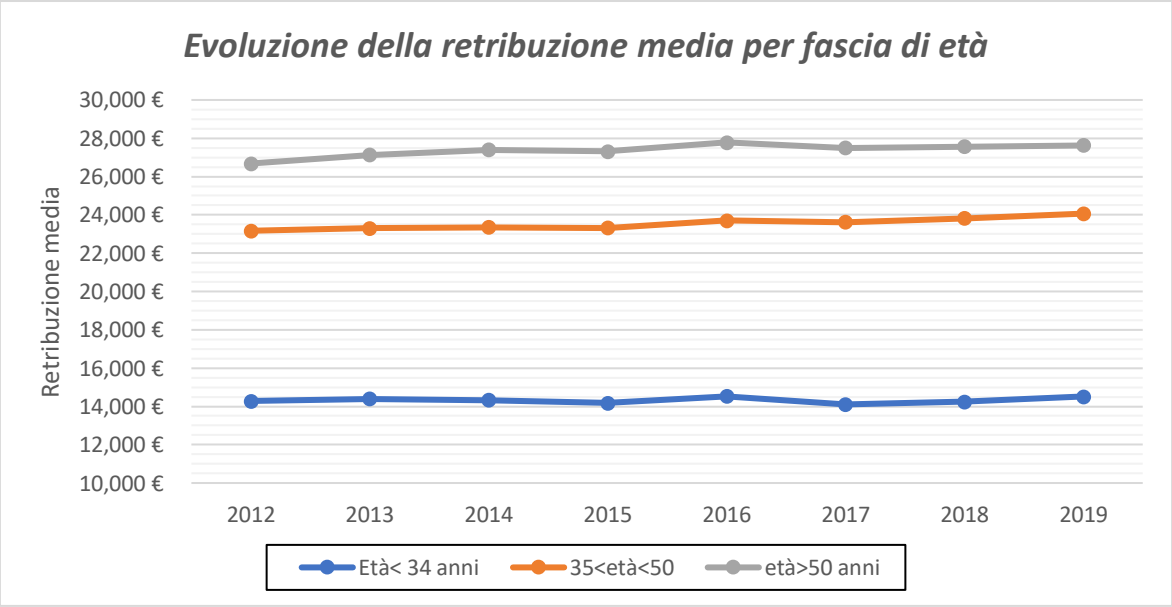


Figura 2.29 – Evoluzione della retribuzione media per fascia di età

3. Analisi econometrica

Il seguente capitolo si propone di individuare e, eventualmente, quantificare l'impatto causale generato dalla Banda Ultralarga sul mercato del lavoro, attraverso l'utilizzo di modelli econometrici. Partendo da una funzione matematica che mette in relazione due o più variabili, l'analisi econometrica stima i parametri della funzione utilizzando i *dati campionari* disponibili. In questo studio, l'analisi è stata resa possibile grazie all'utilizzo del set di dati panel, contenente i valori relativi al numero di occupati e al salario medio dei lavoratori per il periodo 2012-2019, integrato con le informazioni sull'introduzione scaglionata della banda ultralarga nei comuni italiani a partire dal 2015.

3.1. Ordinary Least Squares (OLS)

3.1.1. Il metodo

Il primo metodo utilizzato, nonché il più diffuso, per stimare l'effetto causale di una variazione della variabile indipendente sulla variabile dipendente è l'Ordinary Least Squares (OLS), ovvero il metodo dei minimi quadrati ordinari. Questo approccio è utilizzato nei modelli di regressione lineare e per descriverlo è utile fare riferimento al modello di regressione lineare più semplice, che è il seguente:

Equazione 1

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

dove

- i rappresenta una generica osservazione (X_i, Y_i) delle n osservazioni di cui è composto il campione;
- X è la variabile indipendente, esplicativa, chiamata anche regressore;
- Y è la variabile dipendente;
- β_0 e β_1 sono i parametri da stimare e rappresentano rispettivamente l'intercetta e la pendenza della retta stimata. In particolare, β_1 rappresenta l'effetto su Y corrispondente ad una variazione unitaria di X;

- ε è il termine di errore o disturbo nella relazione. Esso contiene tutti i fattori diversi di X che influenzano Y; questi fattori prendono il nome di *variabili omesse*.

Fra le infinite coppie (β_0, β_1) e quindi fra le infinite corrispondenti rette possibili, lo stimatore OLS sceglie quella che minimizza la somma dei quadrati dei residui. Il residuo, che corrisponde ad ε, è la differenza tra il valore reale di y e il valore predetto $\hat{y}$ dalla retta di regressione stimata ($\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x$). La formula che definisce lo stimatore OLS è la seguente:

Equazione 2

$$min_{\hat{\beta}_0 \hat{\beta}_1} \sum_{i=1}^{n} [Y_i - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i)]^2$$

Il problema di minimizzazione si può risolvere con il calcolo differenziale.

In generale, per valutare se la retta di regressione si adatta bene al comportamento dei dati, si calcolano alcune misure della bontà del modello, ad esempio:

- $\boldsymbol{R^2}$: misura la frazione della varianza campionaria di Y spiegata da X. È priva di unità e può variare tra 0 e 1. In particolare, se R^2=1 significa che la retta OLS fornisce un adattamento perfetto ai dati, mentre se tende a zero indica uno scarso adattamento. Affinché il modello di regressione risulti essere abbastanza buono, R^2 deve essere superiore a 0,4.
- ***SER*** : è l'errore standard della regressione. Misura la dispersione della distribuzione del residuo ε, ovvero è (quasi) la deviazione standard campionaria dei residui OLS.

Bisogna sottolineare che la stima OLS è calcolata su un campione di dati e qualora si considerasse un campione diverso si otterrebbe un risultato diverso dei parametri; questo dà origine all'*incertezza campionaria*. Risulta, quindi, necessario verificare la significatività del coefficiente trovato, ovvero verificare *l'ipotesi nulla* che β_1 sia uguale a zero contro *l'ipotesi alternativa* che β_1 sia diverso da zero. Qualora non si possa rifiutare *l'ipotesi nulla* si esclude l'esistenza di un impatto causale della variabile X su Y, in caso contrario tale effetto avrà un'entità che dipende dal valore di β_1.

La verifica dell'ipotesi può essere effettuata in tre modi diversi, implementati grazie all'utilizzo di un software, come *Stata,* e implica l'accettazione di una probabilità di errore:

- Si può accettare o rifiutare l'ipotesi in base al valore del *p-value*, che indica la probabilità di rigettare erroneamente *l'ipotesi nulla* quando *l'ipotesi nulla* è vera;
- Alternativamente, definito un livello di significatività, cioè una probabilità predeterminata α (pari a 1%, 5% o 10%) di rifiutare in modo errato *l'ipotesi nulla* quando invece è corretta, si costruisce la *statistica t*, definita come il rapporto tra il coefficiente stimato e l'errore standard ad esso associato:

Equazione 3

$$t = \frac{\hat{\beta}_1 - 0}{SE(\hat{\beta}_1)}$$

Se, dal confronto del valore ottenuto t con il valore della distribuzione t *di student* per il livello di significatività α ed n – 1 gradi di libertà, risulta che $|t| > t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ allora si può rifiutare *l'ipotesi nulla*.

- Analogamente, si può costruire l'intervallo di confidenza al (1-α)%, cioè un intervallo che contiene il vero valore del coefficiente nel (1-α)% di tutti i possibili campioni estratti casualmente:

Equazione 4

$$I_{(1-\alpha)\%} = \hat{\beta}_1 \pm t_{\frac{\alpha}{2},n-1} SE(\hat{\beta}_1)$$

Il metodo OLS ci permette di ottenere stimatori corretti dei parametri veri, ma ignoti, della popolazione solo se vengono soddisfatte le seguenti assunzioni:

I. Per avere β_1 non distorto, la distribuzione di ε condizionata per ogni valore di X deve avere media nulla, ovvero non ci deve essere correlazione tra variabile X e l'errore ε. In altre parole, ε non deve contenere fattori omessi, cioè fattori non considerati nel modello, correlati ad X e che influenzano Y;
II. Le coppie (X_i, Y_i) sono indipendenti e identicamente distribuiti, cioè sono ottenuti da un campionamento casuale e appartengono tutti alla stessa popolazione;
III. Gli *outlier* in X e Y hanno momenti quarti finiti, ossia sono rari.

Effettuando un'analisi su osservazioni reali e non conducendo un esperimento ideale, è molto probabile che ci siano vari fattori omessi, contemporaneamente correlati con il regressore X e che determinano la variabile dipendente Y. In queste condizioni non è soddisfatta la prima ipotesi dei minimi quadrati e di conseguenza lo stimatore OLS subirà la *distorsione da variabile omessa*. Per evitare di avere uno stimatore distorto del coefficiente, bisogna estendere il modello di regressione con una singola variabile ad un modello di regressione multipla, includendo le variabili addizionali come regressori. Questo modello di regressione multipla permette di stimare l'effetto su Y della variazione della variabile X tenendo costanti gli altri regressori che influenzano Y e sono correlati ad X.

Per controllare quei fattori non osservati e costanti per caratteristiche idiosincratiche di un certo gruppo di elementi nel campione è possibile inserire degli effetti fissi. Essi suppliscono per tutte quelle variabili omesse che differiscono da un'entità a un'altra ma sono costanti nel tempo. Analogamente, inserendo degli effetti temporali vengono controllate quelle variabili che sono costanti tra le entità ma si evolvono nel tempo.

Nel caso di regressione multipla, il modello OLS mantiene le stesse assunzioni viste precedentemente con l'aggiunta che non vi sia *collinearità perfetta* tra le variabili del modello, ovvero uno dei regressori non sia una funzione lineare esatta degli altri.

Bisogna anche precisare che i calcoli effettuati in questo studio tengono conto di un errore calcolato con una formula robusta all'eteroschedasticità, ossia sono validi anche nel caso in cui la varianza dell'errore ε non sia costante ma dipenda dal valore assunto da X.

3.1.2. La specificazione del modello

L'utilizzo del metodo OLS ha come obiettivo stimare l'impatto causale dell'introduzione della fibra sul numero di occupati e sul salario medio dei lavoratori. L'analisi non si è focalizzata solamente sui valori generali di occupazione e salario, ma per ottenere dei risultati più chiari e dettagliati si è ricercato anche l'effetto sui lavoratori differenziati per categorie di genere e fascia di età.

Sono state implementate quattro specificazioni diverse del modello. Ogni specificazione, rispetto a quella precedente introduce ulteriori fattori che prima non erano presi in

considerazione, al fine di valutare con maggiore accuratezza se l'introduzione della fibra abbia generato un effetto significativo o meno. L'idea è che inserendo effetti fissi sul tempo, effetti fissi sul comune e controlli ulteriori, si può ipotizzare che la diffusione della fibra sia avvenuta casualmente e quindi i coefficienti stimati rappresentano effettivamente l'impatto causale della fibra sul mercato del lavoro.

Il modello della **prima specificazione** è il seguente:

Equazione 5

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 UBB_{i,t} + FE_t + FE_i + \varepsilon_{i,t}$$

con

- $\boldsymbol{i}$ che identifica il generico comune;
- $\boldsymbol{t}$ che identifica un anno, compreso tra il 2012 e il 2019;

mentre, le variabili considerate sono:

- $\boldsymbol{UBB_{i,t}}$**:** è la variabile di interesse binaria, che è pari ad 1 nel caso in cui la fibra è presente nel comune $\boldsymbol{i}$ al tempo $\boldsymbol{t}$ ed uguale a 0 nel caso contrario;
- $\boldsymbol{Y_{i,t}}$ **:** è la variabile dipendente in forma logaritmica, che rappresenta di volta in volta i risultati d'interesse che si è deciso di analizzare. Ovvero, l'occupazione totale, l'occupazione maschile, l'occupazione femminile, l'occupazione degli under 34, l'occupazione dei lavoratori con età compresa tra 35 e 50 anni e l'occupazione degli over 50 e poi ancora il salario medio generale, il salario medio maschile, il salario medio femminile, il salario medio degli under 34, il salario medio dei lavoratori con età compresa tra 35 e 50 anni e il salario medio degli over 50;
- $\boldsymbol{FE_t}$ **:** controllano il trend temporale, attraverso la creazione di variabili binarie, che identificano il singolo anno, dal 2012 al 2019. Esse permettono di realizzare un controllo per i fattori dovuti al ciclo economico; infatti, suppliscono per tutte quelle variabili non osservabili che variano nel tempo ma uniformemente in tutti i comuni;
- $\boldsymbol{FE_i}$ **:** rappresenta l'effetto fisso sul comune. Viene creato un vettore di variabili binarie grande quanto il numero totale di comuni, così che ognuna delle nostre osservazioni assumerà il valore 1 nella variabile corrispondente al suo comune e il

valore 0 in tutte le altre. Questa effetto fisso controlla i fattori idiosincratici del comune e permette di evitare di inserire variabili che influenzano la *Y* ma che non variano nel tempo perché sono caratteristiche intrinseche del comune, come la ricchezza, la posizione geografica...;

- $\boldsymbol{\varepsilon_{i,t}}$ **:** è il termine di errore.

Bisogna precisare che, avendo scelto di utilizzare la trasformazione logaritmica della variabile dipendente, β_1 rappresenterà la variazione "percentuale" della variabile dipendente che si genera quando nel comune viene introdotta la fibra.

Inoltre, per evitare i problemi di *collinearità* tra le variabili di controllo, generate ad esempio per controllare i trend temporali, una viene *droppata,* perché sarebbe una combinazione lineare delle altre. Questo implica che il coefficiente trovato per ogni *dummy* rappresenta l'effetto incrementale di appartenere a quella categoria rispetto alla categoria omessa.

Nella **seconda specificazione** del modello viene sostituito l'effetto fisso temporale con un effetto fisso dato dalla combinazione di anno e regione. In tal modo, si considera che i cambiamenti che avvengono negli anni sono eterogenei per le diverse regioni d'Italia. Il modello è il seguente:

Equazione 6

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 UBB_{i,t} + FE_{t,regione} + FE_i + \varepsilon_{i,t}$$

La **terza specificazione** oltre ad utilizzare un controllo temporale basato sulla combinazione *regione-anno* modifica la variabile di interesse. Non viene più ricercato l'impatto generato dalla disponibilità della banda ultralarga nel comune, ma l'effetto prodotto sulla variabile dipendente da un anno in più di fibra. Viene creata una nuova variabile ***Yrs-UBB*** che identifica da quanti anni la fibra è disponibile nel comune. In particolare, la variabile assumerà valore 0, se il comune non ha ancora accesso alla banda ultralarga; valore 1, se in quell'anno viene resa disponibile la fibra in quel comune; valore 2 se il comune ha ricevuto la fibra l'anno precedente ecc...

Equazione 7

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \, Yrs_UBB_{i,t} + FE_{t,regione} + FE_i + \varepsilon_{i,t}$$

La **quarta specificazione** del modello inserisce come ulteriore controllo il log della superficie del comune che interagisce con le dummy temporali. In questo modo è possibile tenere in considerazione che i comuni con una superficie differente hanno delle tendenze differenziali nella dinamica dell'occupazione e del salario medio. Questo controllo risulta importante perché nonostante ci sia un ampio insieme di comuni che funge da gruppo di controllo (circa la metà dei comuni non riceve la fibra nell'intervallo di tempo considerato) questi comuni sono generalmente più piccoli. Il modello di regressione è il seguente:

Equazione 8

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \, Yrs_UBB_{i,t} + S'_{i,t}\beta_2 + FE_{t,regione} + FE_i + \varepsilon_{i,t}$$

Dopo questa prima analisi effettuata sulla totalità delle osservazioni, considerando che i risultati potrebbero essere "falsati" a causa dell'eccessiva aggregazione dei dati, si è deciso di verificare se gli effetti generati dalla fibra fossero differenti per comuni con un diverso livello di prodotto interno lordo. A tal proposito, i comuni sono stati suddivisi in due gruppi sulla base del pil pro capite registrato nel comune nel 2012, quando ancora la fibra non era stata introdotta e di conseguenza non aveva potuto influenzare l'economia comunale. I due gruppi sono separati prendendo come soglia quel valore che rappresenta il 75esimo percentile del logaritmo del PIL nell'anno 2012.

Per ciascun gruppo di comuni, ad alto e basso PIL, è stato ricercato l'effetto prodotto dalla banda ultralarga sul mercato del lavoro, utilizzando la terza e la quarta specificazione del modello.

3.2. Two Stage Least Squares

L'assunzione fondamentale, che deve essere soddisfatta affinché il coefficiente stimato dal metodo OLS fornisca una stima non distorta dell'effetto che la variabile di interesse genera sulla variabile dipendente, è che non ci siano variabili omesse nel modello di regressione, ovvero altri fattori non osservati che influenzano contemporaneamente la variabile dipendente e la variabile esplicativa.

Precedentemente, si è provato a risolvere questo problema di *endogeneità da variabile omessa* utilizzando la stima a effetti fissi, trend temporali e ulteriori controlli; tuttavia, ci potrebbero essere altre variabili omesse, come degli shock esterni, tipici del comune che variano nel tempo e influenzano sia l'introduzione della fibra sia il mercato del lavoro. Ad esempio, la costruzione in un certo comune di un'industria genera sicuramente un impatto sul mercato del lavoro locale ed inoltre può influenzare le decisioni degli operatori di telecomunicazione di investire nella diffusione della fibra in questa zona. Questo evento o altri simili, pur essendo specifici del comune, non sono catturati dall'effetto fisso perché non sono costanti nel tempo, di conseguenza rientrano nell'errore econometrico. Se queste variabili non vengono considerate, la stima che viene calcolata è distorta, infatti sta catturando l'effetto generato sulla variabile dipendente sia dalla variabile di interesse sia da questi altri fattori.

Per superare questo problema, è possibile utilizzare un approccio differente, che lascia la variabile non osservata nel termine errore, ma, anziché stimare il modello mediante l'OLS, utilizza il metodo di stima che riconosce la presenza delle variabili omesse: questo metodo si chiama Two Stages Least Squares *(TSLS)* o a Variabili Strumentali *(IV)*.

Di seguito verrà effettuata un'analisi con questo differente metodo di stima. L'obiettivo è usare questo diverso approccio come un *test di robustezza,* per verificare se i risultati trovati tramite l'OLS sono confermati.

3.2.1. Il metodo

La regressione a *variabili strumentali* è un metodo per ottenere uno stimatore consistente dei coefficienti ignoti della funzione di regressione della popolazione quando il regressore X è correlato con l'errore ε. Per comprendere il funzionamento di questo metodo bisogna riconoscere la variazione in X come costituita da due parti: una parte correlata all'errore ε e una parte non correlata. L'idea alla base di questo approccio è quella di isolare l'informazione riguardante la variazione in X non correlata con ε, in modo da concentrarsi su di essa e trascurare le variazioni in X che rendono distorte le stime OLS. Questo è possibile grazie all'utilizzo di una variabile *strumentale.* Quindi, il metodo *Two Stages Least Squares*

valuta l'effetto generato da una variabile di interesse *endogena* basandosi sull'utilizzo di una variabile strumentale *esogena*[7], chiamata *strumento*.

Affinché lo strumento utilizzato si valido, esso deve essere:

- **rilevante**, ovvero correlato alla variabile di interesse: *corr(Z_i, X_i,)≠0*
- **esogeno**, cioè non deve essere correlato con l'errore econometrico, ossia con qualsiasi altro determinante della variabile dipendente Y: *corr(Z_i, u_i,)=0*

Se lo strumento Z soddisfa le due condizioni, il coefficiente può essere stimato usando uno stimatore IV, o dei minimi quadrati a due stadi.

Come il nome suggerisce, il metodo Two Stages Least Squares effettua una regressione a due stadi. Nel primo stadio viene realizzata la regressione della variabile endogena X sullo strumento Z:

Equazione 9

$$X_i = \pi_0 + \pi_1 Z_i + v_i$$

Questa regressione permette di valutare se lo strumento è correlato con la variabile X, inoltre, fornisce la scomposizione richiesta di X. Infatti, viene predetto un valore della variabile di interesse, $\hat{X}_i$ pari a $\pi_0 + \pi_1 Z_i$, che non dipende da nessuna potenziale variabile omessa: $\hat{X}_i$ è non correlata con ε, dato che Z_i è esogeno.

Nel secondo stadio, viene realizzata la regressione tra la predizione del primo stadio e la variabile Y.

Equazione 10

$$Y_i = \beta_0 + \hat{\beta}_1 \hat{X}_i + \varepsilon_i$$

[7] La regressione con variabili strumentali ha una terminologia specifica: le variabili correlate con l'errore sono dette variabili endogene, mentre le variabili non correlate con l'errore sono dette variabili esogene.

La differenza con la regressione dell'Equazione 1 sta nel fatto che viene utilizzato $\hat{X}$ invece di X. In tal modo si otterrà un nuovo coefficiente $\hat{\beta}_1$ che, escludendo tutti gli altri effetti endogeni, rappresenta l'effetto reale del regressore X sulla variabile indipendente Y.

Un modo per controllare se lo strumento, che si è deciso di utilizzare, funziona bene è quello di calcolare la statistica F nel primo stadio della regressione. Questa statistica effettua un *test di ipotesi* per verificare se i coefficienti del modello sono contemporaneamente nulli. La regola empirica prevede di considerare debole lo strumento che presenta valori della statistica F minori di 10.

3.2.2. La specificazione del modello

Per verificare la bontà dei risultati ottenuti tramite lo stimatore OLS e affrontare la potenziale endogeneità della diffusione della fibra, è stato implementato un metodo di stima a variabili strumentali. La scelta dello strumento è stata orientata dallo studio di *Cambini e Sabatino (2021),* che hanno effettuato un'analisi simile sullo stesso campione dei dati utilizzato in questo lavoro. Si è deciso di utilizzare la distanza fisica tra ogni comune e il più vicino nodo nazionale di telecomunicazione, l'*Optical Packet Backbone*. L'ubicazione dei nodi OPB deriva dalla precedente infrastruttura di telecomunicazioni ed è stata finalizzata nel 2012, anno di base di questa analisi.

In particolare, si è deciso di costruire lo strumento facendo interagire la distanza tra il comune e il nodo OPB più vicino, invariante nel tempo, con una variabile dummy $Post_{2015}$, che assume il valore 1 dal 2015 in poi. Questa interazione è stata resa necessaria per evitare di perdere l'informazione relativa alla distanza OPB, costante nel tempo, una volta inserito l'effetto fisso sul comune.

Equazione 11

$$Z = Post_{2015} * dist_OPB$$

Per quanto riguarda il modello di regressione utilizzato, sono state implementate due diverse specificazioni. La **prima specificazione** coincide con Equazione 7 del modello di regressione OLS. Quindi, si pone come obiettivo quello di ricercare l'effetto che un anno in più di disponibilità di internet a banda ultralarga nel comune genera sull'occupazione e i

salari medio dei lavoratori, tenendo conto degli effetti fissi a livello di comune e dei trend temporali a livello di regione.

Equazione 12

$$Y_{i,t} = \beta_0^{TSLS} + \beta_1^{TSLS} yrs_UBB_{i,t} + FE_{t,regione} + FE_i + \varepsilon_{i,t}$$

La **seconda specificazione**, che coincide con l' Equazione 8 del modello di regressione OLS, include un controllo ulteriore, ovvero il logaritmo della superficie del comune che interagisce con le dummy temporali. In questo modo è possibile tenere in considerazione che nei comuni con una superficie differente si hanno trend diversi dell'occupazione e del salario medio.

Equazione 13

$$Y_{i,t} = \beta_0^{TSLS} + \beta_1^{TSLS} Yrs_UBB_{i,t} + S'_{i,t}\beta_2 + FE_{t,regione} + FE_i + \varepsilon_{i,t}$$

Per avere un'analisi più dettagliata, la regressione è stata effettuata non solo sui dati totali dell'occupazione e dei salari medi del comune ma anche differenziando i lavoratori tra maschi e femmine e in base all'età: lavoratori con età inferiore ai 34 anni, con età compresa tra 35 e 50 anni e lavoratore con età superiore a 50 anni.

Inoltre, anche con questo metodo, per ottenere dei risultati più approfonditi, sono stati analizzati gli effetti per due diversi gruppi di comuni, quelli con un livello di PIL nel 2012 inferiore al 75esimo percentile e quelli con PIL superiore.

3.2.3. La rilevanza e l'esogeneità dello strumento

Per ottenere dei risultati consistenti dalla stima con variabili strumentali è necessario che lo strumento utilizzato sia valido, ovvero soddisfi le condizioni di rilevanza ed esogeneità.

Affinché lo strumento sia rilevante, bisogna dimostrare che esiste una correlazione tra esso e la variabile di interesse, cioè la diffusione della fibra. In particolare, si ipotizza una relazione negativa tra l'accesso alla banda ultralarga nel comune e la distanza del comune dal nodo della dorsale. L'idea è che per realizzare l'infrastruttura in fibra per il trasporto dei dati sono necessari lavori nel sottosuolo; quindi, risulta economicamente vantaggioso coprire con la

nuova tecnologia prima i comuni più vicini ai nodi OPB e solo successivamente quelli con distanza maggiore.

Il primo stadio della regressione a variabili strumentali, riportato nella Tabella 3.1 e nella Tabella 3.2, evidenzia proprio la correlazione tra lo strumento $Post_{2015} * dist_OPB$ e la variabile di interesse ***Yrs-UBB***. In particolare, risulta che il coefficiente è statisticamente significativo e negativo, confermando quanto era stato previsto. Nella Tabella 3.1 è riportato l'output relativo al modello di regressione Equazione 12, che considera gli effetti fissi a livello di comune e i trend temporali a livello di regione. Nella Tabella 3.2 si fa, invece, riferimento al modello di regressione Equazione 13, che introduce anche dei controlli di trend differenziati per comuni con diversa superficie.

Nella prima colonna sono riportati i risultati ottenuti considerando la totalità dei comuni presenti nel dataset, nella seconda colonna si fa riferimento ai comuni con PIL nell'anno 2012 inferiore al 75esimo percentile e nella terza colonna ai comuni con PIL superiore al 75esimo percentile.

La rilevanza dello strumento è anche confermata dal test F, riportato nella seconda riga delle tabelle, che assume valori molto alti. Si vuole, inoltre, sottolineare il fatto che i valori dell'F-test e dei coefficienti sono maggiori quando viene implementata la seconda specificazione del modello che introduce un ulteriore controllo (questo incremento è più marcato, quando è considerato il gruppo di comuni con un livello di PIL superiore). Di conseguenza, i risultati ottenuti implementando l'Equazione 13 sono più accurati.

Per quando riguarda l'esogeneità dello strumento, ipoteticamente si presuppone che non esista una correlazione tra la distanza dal nodo OPB e l'occupazione e/o il salario medio dei lavoratori, dato che l'ubicazione dei nodi OPB è una scelta esclusiva dell'operatore di telecomunicazione e non dovrebbe essere correlata con il mercato del lavoro. Per verificare questa ipotesi eseguiamo delle regressioni dell'occupazione e del salario medio dei lavoratori sulla distanza OPB interagita con le dummy temporali. Se la distanza del nodo dorsale dal comune è correlata al mercato del lavoro solo attraverso la diffusione della banda ultralarga, allora si dovrebbero osservare delle curve piatte e centrate sullo zero prima del 2015. La Figura 3.1 e la Figura 3.2 riportano la stima dei coefficienti e gli intervalli

di confidenza al 95% ad essi associati, relativi al modello di regressione Equazione 13, ovvero la specificazione con un livello di approfondimento maggiore. I risultati sono eterogenei tra il salario medio e l'occupazione e anche tra le varie categorie di lavoratori.

Focalizzandoci sui risultati del salario medio dei lavoratori (Figura 3.1), per tutte le categorie i coefficienti sono centrati sollo zero e nel caso dei maschi si osserva anche un andamento piatto nel periodo precedente all'anno 2015. Dunque, si può affermare che lo strumento sta funzionando bene nello stimare i coefficienti della regressione.

Al contrario, spostando l'attenzione ai valori dell'occupazione, l'andamento desiderato, ovvero piatto e centrato sullo zero nel periodo precedente al 2015, si ha soltanto per la categoria dei lavoratori under 34. Per il resto delle categorie i risultati vanno presi con cautela, perché sono presenti dei trend precedenti alla diffusione della fibra. Questa correlazione precedente all'anno 2015 suggerisce una minore occupazione in quelle aree più lontane dall'OPB indipendentemente dalla diffusione della fibra. Di conseguenza, l'effetto trovato dalla regressione IV sarà enfatizzato, perché terrà conto anche del fatto che più lontano si è dal nodo minore è l'occupazione.

Tabella 3.1 – Correlazione tra lo strumento e variabile di interesse

	(Tutti i comuni)	*(Comuni a basso PIL)*	*(Comuni ad alto PIL)*
	(1)	(2)	(3)
VARIABLES	Yrs-ubb	Yrs-ubb	Yrs-ubb
Z	-0.0107***	-0.0038***	-0.0041***
	(0.001)	(0.001)	(0.001)
F-test	292.55	35.50	26.39
Observations	61,031	45,719	15,312
Number of istat_numerico	7,652	5,738	1,914

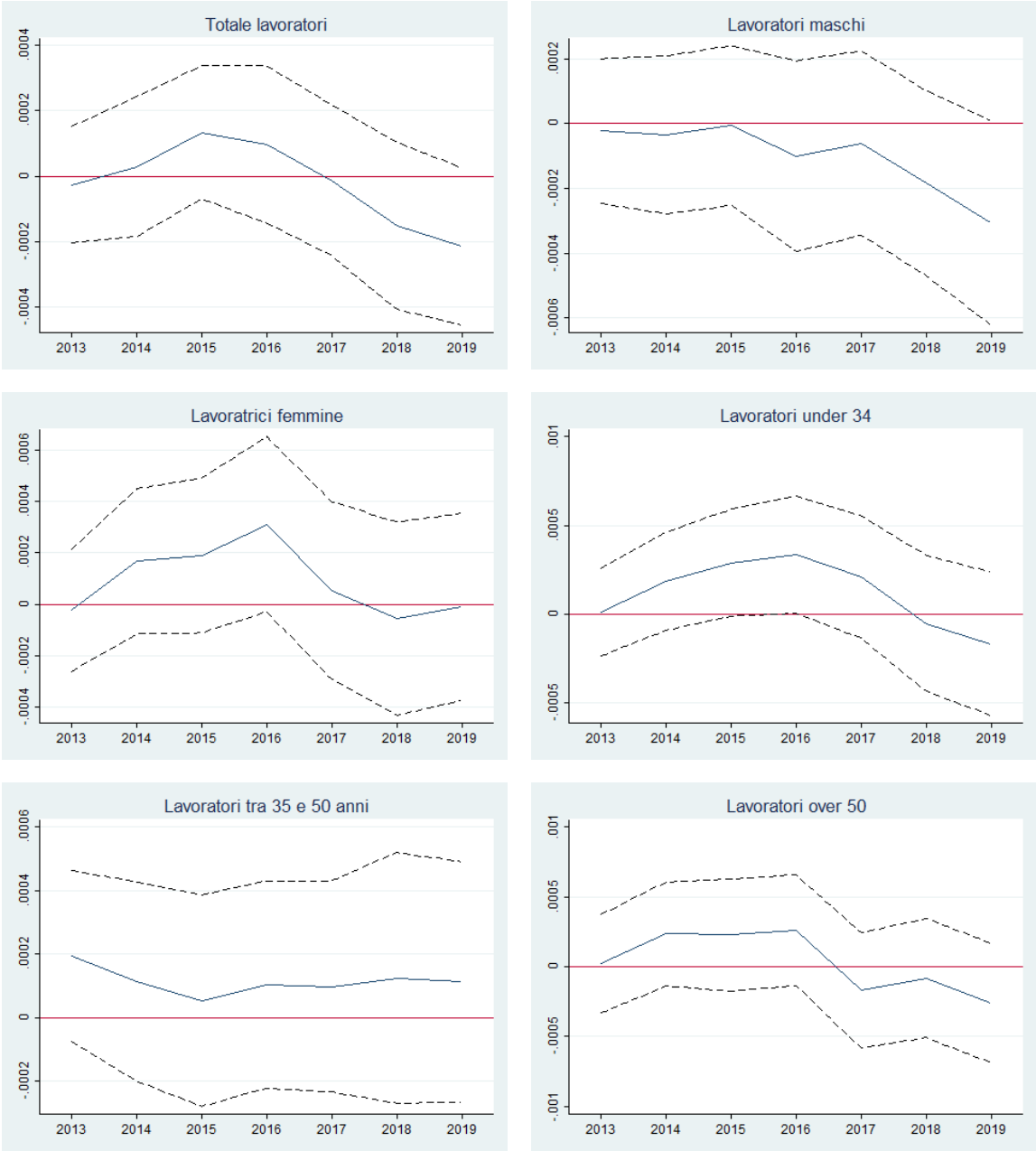
Sono indicati le stime dei coefficienti dello strumento e l'F-test relativi al primo stadio dell'Equazione 12. La variabile dipendete è il log(Y), dove Y rappresenta i valori dell'occupazione/salario medio dell'intera popolazione comunale; lo strumento è dato dall'interazione tra la distanza OPB e la dummy che assume valore 1 dal 2015 in poi; la variabile di interesse è *Yrs-UBB*, che indica da quanti anni è presente la fibra nel comune. Tutte le regressioni tengono conto di effetti fissi a livello comunale e dei trend temporali a livello di regione. La prima colonna riporta i risultati ottenuti considerando tutti i comuni del campione; nella seconda colonna i comuni considerati sono quelli che hanno un PIL nell'anno 2012 inferiore al 75-esimo percentile; mentre nella terza colonna i comuni che nel 2012 presentavano un PIL superiore al 75-esimo percentile. Robust standard errors in parentheses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella 3.2 – Correlazione tra lo strumento e la variabile di interesse, considerando i controlli sulla superfice del comune

	(Tutti i comuni)	*(Comuni a basso PIL)*	*(Comuni ad alto PIL)*
	(1)	(2)	(3)
VARIABLES	Yrs-ubb	Yrs-ubb	Yrs-ubb
Z	-0.0125***	-0.0041***	-0.0060***
	(0.001)	(0.001)	(0.001)
F- test	378.33	36.85	55.74
Observations	61,031	45,719	15,312
Number of istat_numerico	7,652	5,738	1,914

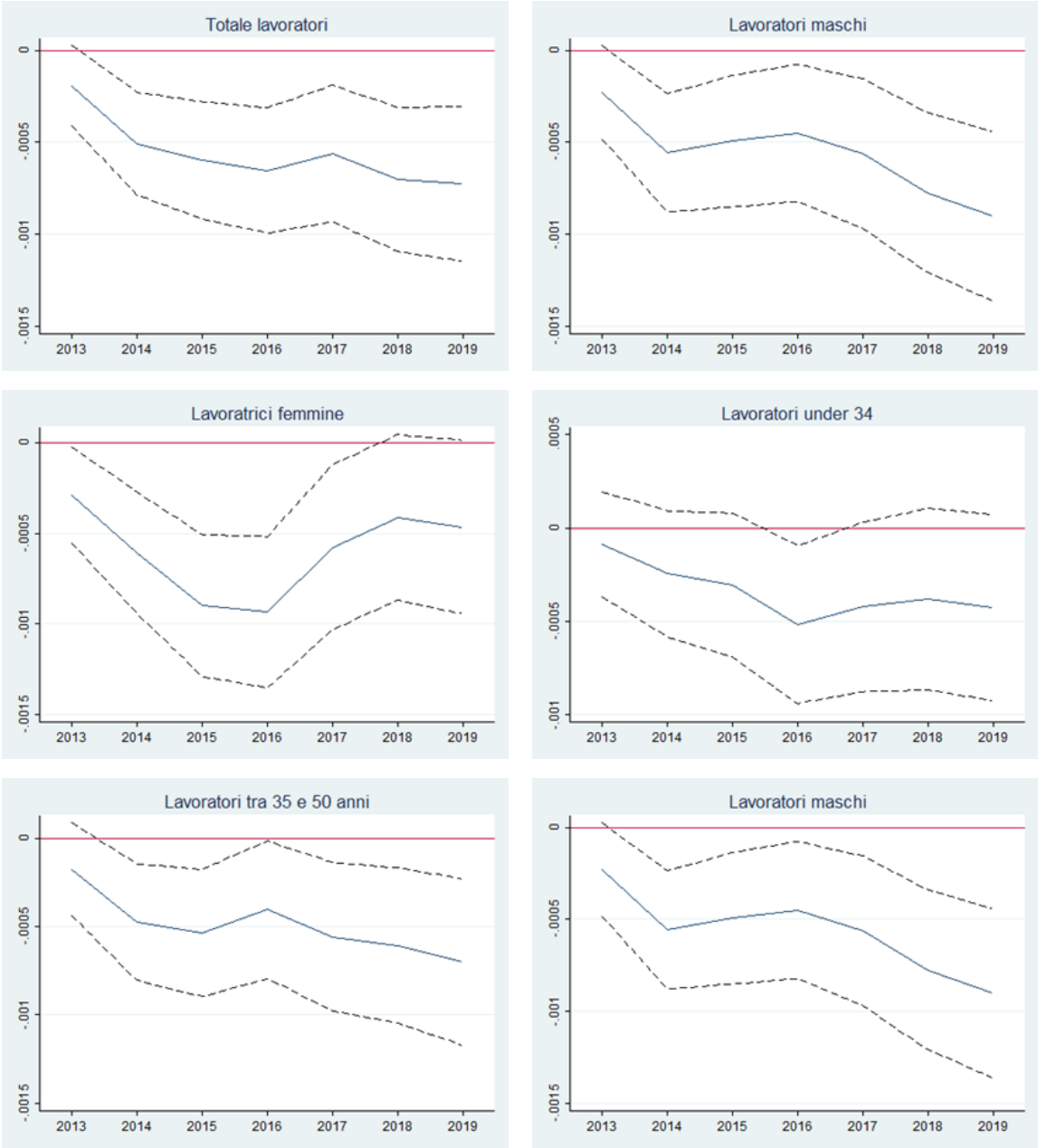
Sono indicati le stime dei coefficienti dello strumento e l'F-test relativi al primo stadio dell'Equazione 13. La variabile dipendete è il log(Y), dove Y rappresenta i valori dell'occupazione/salario medio dell'intera popolazione comunale; lo strumento è dato dall'interazione tra la distanza OPB e la dummy che assume valore 1 dal 2015 in poi; la variabile di interesse è *Yrs-UBB*, che indica da quanti anni è presente la fibra nel comune. Tutte le regressioni tengono conto di effetti fissi a livello comunale, dei trend temporali a livello di regione e trend differenziati per diversa superficie del comune. La prima colonna riporta i risultati ottenuti considerando tutti i comuni del campione; nella seconda colonna i comuni considerati sono quelli che hanno un PIL nell'anno 2012 inferiore al 75-esimo percentile; mentre nella terza colonna i comuni che nel 2012 presentavano un PIL superiore al 75-esimo percentile. Robust standard errors in parentheses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Figura 3.1 - Regressione del salario medio dei lavoratori sulla distanza OPB



Le figure mostrano i coefficienti e gli intervalli di confidenza al 95% ad essi associati relative alle regressioni del salario medio dei lavoratori su interazione tra la distanza OPB interagita con le dummy temporali. Tutte le regressioni tengono conto di effetti fissi a livello comunale, dei trend temporali a livello di regione e trend differenziati per diversa superficie del comune.

Figura 3.2 - Regressione dell'occupazione sulla distanza OPB



Le figure mostrano i coefficienti e gli intervalli di confidenza al 95% ad essi associati relative alle regressioni dell'occupazione dei lavoratori su interazione tra la distanza OPB interagita con le dummy temporali. Tutte le regressioni tengono conto di effetti fissi a livello comunale, dei trend temporali a livello di regione e trend differenziati per diversa superficie del comune.

3.3. I risultati

I risultati dello studio evidenziano che la fibra ha un effetto sul mercato del lavoro, non tanto sui salari quanto sull'occupazione. L'assenza di un impatto sul salario medio dei lavoratori era un risultato abbastanza prevedibile, dal momento che la retribuzione dei lavoratori non si modifica contemporaneamente all'introduzione di una nuova tecnologia. I salari, infatti, dipendono da contratti che sono vincolati per un periodo medio/lungo, quindi, significativi cambiamenti potrebbero vedersi solo a distanza di tempo. Potrebbe, invece, verificarsi un leggero aumento dei salari come conseguenza di nuove assunzioni di lavoratori con una retribuzione superiore rispetto alla media. Per quanto riguarda l'occupazione è dimostrato che il dispiegamento della nuova tecnologia di connessione a banda ultralarga genera un aumento generale, consistente e significativo del numero dei lavoratori. In particolare, da un'analisi più approfondita, risulta che questo effetto positivo si realizza esclusivamente nei comuni con un livello di prodotto interno lordo superiore.

3.3.1. L'effetto sul salario medio

La Tabella 3.3 riporta i coefficienti di correlazione relativi alle prime tre specificazioni del modello di regressione OLS, che rappresentano l'impatto generato dalla disponibilità della banda ultralarga sul salario medio dei lavoratori. In particolare, per la prima e seconda specificazione è indicato il coefficiente e lo *standard error* della variabile di interesse *UBB*, ovvero la dummy che assume valore 1 se nel comune si ha a disposizione la fibra e 0 altrimenti. Mentre, per la terza specificazione, i valori sono relativi al regressore *Yrs-UBB*, ovvero la variabile che indica da quanti anni la fibra è presente nel comune. Se nella prima specificazione oltre agli effetti fissi sul comune si tiene conto dei trend temporali, nella seconda e terza specificazione questi trend temporali sono differenziati per regione. Tuttavia, come già anticipato, non si riscontra alcun impatto statisticamente significativo, ovvero non è possibile rifiutare l'ipotesi nulla che il coefficiente sia uguale a zero.

Per avere una descrizione più chiara dell'effetto prodotto da un anno in più di fibra sulla retribuzione dei lavoratori, sono stati implementate le regressioni anche sulle diverse categorie di lavoratori: lavoratori maschi, femmine, under 34, lavoratori con età compresa tra 35 e 50 anni e sugli over 50. La Tabella 3.5, la Tabella 3.6 e la Tabella 3.7 riportano i

coefficienti e gli standard error del regressore **Yrs-UBB,** ottenuti tramite l'implementazione di quattro diversi modelli di regressione: i primi due modelli utilizzano lo stimatore OLS, mentre il terzo e il quarto, tenendo conto della possibile endogeneità della variabile di interesse, sfruttano il metodo di stima a variabili strumentali. La prima colonna riporta i coefficienti relativi all' Equazione 7, la seconda fa riferimento all'Equazione 8, la terza colonna all'Equazione 12 e l'ultima colonna all'Equazione 13. In particolare, nell'Equazione 7 e nell'Equazione 12, si inseriscono come controlli gli effetti fissi a livello comunale e i trend temporali a livello di regione. Nell'Equazione 8 e nell'Equazione 13, rispetto ai controlli inclusi nelle specificazioni precedenti si considera anche che i comuni con superficie diversa tendono ad avere un andamento della retribuzione differente negli anni.

La Tabella 3.5 effettua le analisi considerando tutti i comuni del campione. Tramite le due specificazioni del metodo OLS, si individua un lieve incremento dei salari degli under 34 pari a circa lo 0.3%; tuttavia, tale effetto non è confermato dall'approccio Two Stage Least Square. Da questo secondo metodo di stima risulta, infatti, che in seguito all'introduzione della banda ultralarga non viene generato un effetto statisticamente significativo sulla retribuzione, per nessuna categoria dei lavoratori. Questo risultato può essere facilmente spiegato considerando che i salari sono vincolati da contratti di medio/lungo periodo; di conseguenza, non si può assistere ad una sostanziale variazione della retribuzione media dei lavoratori dopo massimo quattro anni dall'introduzione della nuova tecnologia.

Successivamente l'analisi si focalizza sui comuni divisi in base alla loro livello di PIL nell'anno 2012. Analogamente a quanto visto prima, anche considerando solo i comuni a basso PIL, non è possibile affermare che un anno in più di disponibilità della fibra generi un effetto sulla retribuzione media dei lavoratori. Come evidenziato dalla Tabella 3.6, le quattro diverse regressioni implementate non mostrano un risultato coerente; per cui non si può ritenere che ci sia effettivamente una correlazione tra la variabile ***Yrs-UBB*** ed il salario medio, neppure per una determinata categoria dei lavoratori.

Nella Tabella 3.7 sono analizzati i comuni con PIL superiore al 75-esimo percentile. Le due specificazioni OLS rivelano un impatto significativo e negativo sul salario medio; in particolare, si evince una diminuzione inferiore all'1% per tutte le categorie di lavoratori. Questo effetto negativo è però confermato dal modello a variabili strumentali solo per la

categoria delle donne: la stima a variabili strumentali, nella seconda specificazione riscontra una diminuzione della retribuzione pari al 2.4%.

Una ragione che può spiegare il fatto di trovare un impatto significativo solo per i comuni con un PIL maggiore è che queste zone sono state le prime ad essere raggiunte da una connessione ad Internet ultra veloce; di conseguenza, l'analisi ha tenuto conto di quegli effetti generati a distanza di anche quattro anni dall'introduzione della nuova tecnologia. L'effetto negativo può essere determinato dal fatto che l'utilizzo di queste nuove tecnologie porta all'assunzione di lavoratori giovani che, ricevendo una retribuzione inferiore rispetto ai lavoratori adulti, influenzano negativamente i livelli salariali medi. D'altro canto, l'utilizzo di tecnologie più sofisticate potrebbe accentuare il divario tra i lavoratori qualificati e non e modificare le figure professionali richieste all'interno delle imprese.

3.3.2. L'effetto sull'occupazione

Nella Tabella 3.4 sono indicati gli effetti generati dalla diffusione della banda ultralarga sul numero di occupati. L'impatto è positivo e statisticamente significativo. Secondo la prima specificazione del modello OLS (Equazione 5), nei comuni che hanno a disposizione la banda ultralarga il livello di occupazione aumenta dell'1,74%. Tale percentuale cala leggermente quando si tiene in considerazione che gli effetti temporali sono eterogenei per le diverse regioni d'Italia. Infatti, il coefficiente relativo alla seconda specificazione del modello (Equazione 6), riportato nella seconda colonna, indica un incremento dell'occupazione pari all'1,42%. La terza colonna, riporta il risultato della terza specificazione del modello OLS, ovvero l'impatto generato da un anno in più di disponibilità della tecnologia di connessione ultra veloce nel comune; questo effetto risulta essere pari a 0,77%.

Seguendo la stessa logica effettuata per analizzare l'impatto sulla retribuzione dei lavoratori, si va a ricercare l'effetto generato da un anno in più di fibra sull'occupazione per le diverse categorie di lavoratori e considerando i due sottogruppi di comuni differenziati in base al livello di PIL. Sono implementate quattro diverse regressioni: nelle prime due, i coefficienti sono stimati tramite il metodo OLS e nelle altre due è utilizzato il metodo a variabili strumentali. Entrambi i metodi, OLS e IV, in un primo momento tengono solo conto degli effetti fissi sul comune e dei trend temporali a livello di regione, mentre successivamente

aggiungono come ulteriore controllo il logaritmo della superficie che interagisce con le dummy temporali.

La Tabella 3.8 riporta i coefficienti della variabile di interesse *Yrs-UBB* per le varie categorie di lavoratori, considerando tutti i comuni presenti nel dataset. Si evidenzia un incremento generale dell'occupazione a seguito della disponibilità di un anno in più della fibra nel comune. Rispetto ai valori trovati dal metodo OLS, il metodo IV stima degli effetti quantitativamente maggiori. Ad esempio, secondo la stima OLS, un anno in più della tecnologia a banda ultralarga aumenta il numero di occupati di una percentuale inferiore allo 0.8%, mentre secondo il metodo IV questo incremento è superiore al 3%. L'entità dell'impatto varia a seconda della categoria di lavoratori che si esamina. Tuttavia, è importante ricordare che le stime ottenute tramite il metodo a variabili strumentali vanno prese con cautela, poiché erano stati evidenziati dei trend tra lo strumento utilizzato e il livello di occupazione già prima della diffusione della fibra. Si può essere invece abbastanza fiduciosi sull'impatto trovato per i lavoratori under 34, nella seconda specificazione del modello IV. Per questa categoria, infatti, era stata dimostrata la validità dello strumento e di conseguenza è possibile affermare, con una certa sicurezza, che un anno in più di fibra genera un aumento dell'occupazione dei lavoratori con età inferiore ai 34 anni pari al 2.4%. Si vuole sottolineare che, considerando tutti i comuni del dataset, il metodo OLS non riconosce un aumento statisticamente significativo dell'occupazione femmine; è possibile però notare che questo effetto si ha quando si prendono in analisi solo i comuni con un livello di PIL alto. Suddividendo, infatti, il campione dei dati in comuni ad alto PIL e in comuni a basso PIL, si evidenzia che l'aumento dell'occupazione riscontrato a livello generale è dovuto principalmente ad un effetto prodotto nei comuni con PIL superiore.

Considerando solamente i comuni a basso PIL (Tabella 3.9), i risultati ottenuti dalle quattro regressioni portano ad affermare che non c'è un impatto statisticamente significativo sull'occupazione né a livello generale né per una determinata categoria di lavoratori.

La Tabella 3.10 si concentra, invece, ad analizzare gli effetti prodotti sui soli comuni ad alto PIL, dove si riscontra che un anno in più dell'accesso a Internet ultra veloce genera un aumento dell'occupazione statisticamente significativo e positivo. Il metodo IV stima un effetto positivo su tutte le categorie dei lavoratori. Bisogna però precisare che nella seconda

specificazione, quando si tiene conto delle tendenze differenziali basate sul logaritmo della superfice dei comuni, i coefficienti cambiano significativamente. Ad esempio, il risultato riportato nella terza colonna, che si riferisce all'Equazione 12, indica che un anno in più di fibra genera un incremento del numero di lavoratori totali pari al 7.8% , nella quarta colonna (Equazione 13) questo impatto si riduce e risulta essere pari a 4.6%. D'altro canto, le analisi effettuate con il metodo OLS evidenziano che un anno in più di fibra porta ad aumentare l'occupazione, in particolare, degli under 34 e delle lavoratrici donne, rispettivamente dell'1,5% e dello 0,7%, circa.

In conclusione, si può quindi affermare che un anno in più di disponibilità della connessione a banda ultralarga genera un effetto positivo e significativo sull'occupazione in particolare nei comuni ad alto PIL e per i lavoratori under 34 e per le lavoratici donne. Il motivo che induce le aziende ad assumere maggiormente i giovani è che questi hanno molte più competenze nell'uso delle tecnologie digitali e si adattano più facilmente ai cambiamenti, mentre, l'aumento delle donne potrebbe essere dovuto ad una migliore capacità di adattamento all'uso di nuove tecnologie nell'organizzazione del lavoro da parte della componente femminile.

L'aumento dell'occupazione nei comuni che hanno l'accesso alla fibra può essere una chiara conseguenza del fatto che le nuove imprese tendono ad essere create nei comuni che permettono una connessione ad Internet ultra veloce, come dimostrato da alcuni studi precedentemente citati, e di conseguenza in queste zone c'è un aumento della domanda di personale. Inoltre, la disponibilità della fibra incentiva le aziende esistenti a modificare il loro processo produttivo sfruttando i vantaggi che una connessione di rete ultraveloce può offrire.

Tabella 3.3 – Impatto della UBB sul salario medio dei lavoratori

VARIABLES	(1) log_wage	(2) log_wage	(3) log_wage
UBB	0.0043	0.0020	
	(0.003)	(0.003)	
Yrs_UBB			0.0004
			(0.001)
Observations	61,034	61,034	61,034
R-squared	0.874	0.875	0.875

La Tabella mostra le stime dei coefficienti, ottenuti tramite il metodo OLS, dell'Equazione 5, Equazione 6 ed Equazione 7 riportati rispettivamente della colonna 1, 2 e 3. La variabile dipendente è il log del salario medio di tutti i lavoratori del comune. La variabile di interesse è per la prima e seconda colonna la dummy UBB, che assume valore 1 se nel comune si ha a disposizione la fibra e 0 altrimenti; mentre, per la terza colonna, la variabile di interesse è Yrs-UBB, ovvero la variabile che indica da quanti anni la fibra è presente nel comune. Se nella prima regressione oltre agli effetti fissi sul comune si tiene conto dei trend temporali, nella seconda e terza regressione questi trend temporali sono differenziati per regione. Robust standard errors in parentheses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella 3.4 – Impatto della UBB sull'occupazione

VARIABLES	(1) log_empl	(2) log_empl	(3) log_empl
UBB	0.0174***	0.0142***	
	(0.005)	(0.005)	
Yrs-UBB			0.0077***
			(0.002)
Observations	61,034	61,034	61,034
R-squared	0.991	0.991	0.991

La Tabella mostra le stime dei coefficienti, ottenuti tramite il metodo OLS, dell'Equazione 5, Equazione 6 ed Equazione 7 riportati rispettivamente della colonna 1, 2 e 3. La variabile dipendente è il log del numero di occupati del comune. La variabile di interesse è per la prima e seconda colonna la dummy UBB, che assume valore 1 se nel comune si ha a disposizione la fibra e 0 altrimenti; mentre, per la terza colonna, la variabile di interesse è Yrs-UBB, ovvero la variabile che indica da quanti anni la fibra è presente nel comune. Se nella prima regressione oltre agli effetti fissi sul comune si tiene conto dei trend temporali, nella seconda e terza regressione questi trend temporali sono differenziati per regione. Robust standard errors in parentheses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella 3.5 – Impatto della UBB sul salario medio, considerando tutti i comuni

VARIABLES	(1) OLS	(2) OLS con controllo	(3) IV	(4) IV con controllo
log_wage				
Yrs_UBB	0.0004	0.0005	0.0028	0.0025
	(0.001)	(0.001)	(0.007)	(0.006)
log_wage_m				
Yrs_UBB	-0.0022	-0.0021	0.0096	0.0090
	(0.001)	(0.001)	(0.008)	(0.007)
log_wage_f				
Yrs_UBB	0.0022	0.0023	-0.0049	-0.0040
	(0.002)	(0.002)	(0.010)	(0.009)
Wage Under 34				
Yrs_UBB	0.0033*	0.0033*	-0.0049	-0.0046
	(0.002)	(0.002)	(0.010)	(0.009)
log_wage_35to50				
Yrs_UBB	-0.0018	-0.0018	0.0004	0.0003
	(0.001)	(0.001)	(0.009)	(0.008)
log_wage_over50				
Yrs_UBB	-0.0019	-0.0017	0.0084	0.0072
	(0.002)	(0.002)	(0.011)	(0.010)

Sono presentati le stime dei coefficienti Yrs-UBB e gli standard error ottenuti tramite l'implementazione di quattro diversi modelli di regressione: i primi due modelli (colonna 1 e colonna 2) utilizzano lo stimatore OLS, mentre il terzo e il quarto modello (colonna 3 e colonna 4) sfruttano il metodo di stima a variabili strumentali, dove per strumento è utilizzata la distanza OPB, che interagisce con la dummy avente valore 1 dal 2015 in poi. La prima colonna riporta i coefficienti relativi all' Equazione 7, la seconda fa riferimento all'Equazione 8, la terza colonna all'Equazione 12 e l'ultima colonna all'Equazione 13. In particolare, nell'Equazione 7 e nell'Equazione 12, si inseriscono come controlli gli effetti fissi a livello comunale e i trend temporali a livello di regione. Nell'Equazione 8 e nell'Equazione 13, rispetto ai controlli inclusi nelle specificazioni precedenti si considera anche che i comuni con superficie diversa tendono ad avere un andamento della retribuzione differente negli anni. La variabile dipendente è il log del salario medio dei lavoratori. Se nella prima riga sono considerati i valori relativi a tutti i lavoratori, dalla seconda alla sesta riga si considerano categorie diverse di lavoratori: i lavoratori maschi, le donne, gli under 34, i lavoratori con età compresa tra 35 e 50 anni e, infine, gli over 50. I dati utilizzati sono quelli relativi a tutti i comuni presente nel campione a disposizione. Robust standard errors in parentheses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella 3.6 – Impatto della UBB sul salario medio, considerando i comuni a basso PIL

VARIABLES	(1) OLS	(2) OLS con controllo	(3) IV	(4) IV con controllo
log_wage				
Yrs-UBB	0.0025	0.0025	0.0408	0.0456*
	(0.002)	(0.002)	(0.026)	(0.026)
log_wage_m				
Yrs-UBB	0.0000	-0.0000	0.0707**	0.0789**
	(0.002)	(0.002)	(0.033)	(0.033)
log_wage_f				
Yrs-UBB	0.0041	0.0041	0.0118	0.0180
	(0.003)	(0.003)	(0.039)	(0.039)
log_wage_under34				
Yrs-UBB	0.0053*	0.0053*	0.0066	0.0057
	(0.003)	(0.003)	(0.038)	(0.037)
log_wage_35to50				
Yrs-UBB	0.0018	0.0018	0.0413	0.0478
	(0.002)	(0.002)	(0.037)	(0.037)
log_wage_over50				
Yrs-UBB	0.0012	0.0011	0.0746	0.0835*
	(0.003)	(0.003)	(0.046)	(0.046)

Sono presentati le stime dei coefficienti Yrs-UBB e gli standard error ottenuti tramite l'implementazione di quattro diversi modelli di regressione: i primi due modelli (colonna 1 e colonna 2) utilizzano lo stimatore OLS, mentre il terzo e il quarto modello (colonna 3 e colonna 4) sfruttano il metodo di stima a variabili strumentali, dove per strumento è utilizzata la distanza OPB, che interagisce con la dummy avente valore 1 dal 2015 in poi. La prima colonna riporta i coefficienti relativi all' Equazione 7, la seconda fa riferimento all'Equazione 8, la terza colonna all'Equazione 12 e l'ultima colonna all'Equazione 13. In particolare, nell'Equazione 7 e nell'Equazione 12, si inseriscono come controlli gli effetti fissi a livello comunale e i trend temporali a livello di regione. Nell'Equazione 8 e nell'Equazione 13, rispetto ai controlli inclusi nelle specificazioni precedenti si considera anche che i comuni con superficie diversa tendono ad avere un andamento della retribuzione differente negli anni. La variabile dipendente è il log del salario medio dei lavoratori. Se nella prima riga sono considerati i valori relativi a tutti i lavoratori, dalla seconda alla sesta riga si considerano categorie diverse di lavoratori: i lavoratori maschi, le donne, gli under 34, i lavoratori con età compresa tra 35 e 50 anni e, infine, gli over 50. I dati utilizzati sono quelli relativi ai comuni con un PIL all'anno 2012 inferiore al 75-esimo percentile. Robust standard errors in parentheses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella 3.7 - Impatto della UBB sul salario medio, considerando i comuni ad alto PIL

VARIABLES	(1) OLS	(2) OLS con controllo	(3) IV	(4) IV con controllo
log_wage				
Yrs-UBB	-0.0078***	-0.0077***	-0.0131	-0.0124
	(0.001)	(0.001)	(0.014)	(0.010)
log_wage_m				
Yrs-UBB	-0.0092***	-0.0091***	-0.0108	-0.0112
	(0.001)	(0.001)	(0.015)	(0.010)
log_wage_f				
Yrs-UBB	-0.0046***	-0.0046***	-0.0312**	-0.0240**
	(0.001)	(0.001)	(0.014)	(0.010)
log_wage_under34				
Yrs-UBB	-0.0064***	-0.0066***	-0.0082	-0.0028
	(0.002)	(0.002)	(0.017)	(0.012)
log_wage_35to50				
Yrs-UBB	-0.0078***	-0.0078***	-0.0192	-0.0155
	(0.001)	(0.001)	(0.015)	(0.011)
log_wage_over50				
Yrs-UBB	-0.0101***	-0.0097***	-0.0222	-0.0258**
	(0.002)	(0.002)	(0.018)	(0.012)

Sono presentati le stime dei coefficienti Yrs-UBB e gli standard error ottenuti tramite l'implementazione di quattro diversi modelli di regressione: i primi due modelli (colonna 1 e colonna 2) utilizzano lo stimatore OLS, mentre il terzo e il quarto modello (colonna 3 e colonna 4) sfruttano il metodo di stima a variabili strumentali, dove per strumento è utilizzata la distanza OPB, che interagisce con la dummy avente valore 1 dal 2015 in poi. La prima colonna riporta i coefficienti relativi all' Equazione 7, la seconda fa riferimento all'Equazione 8, la terza colonna all'Equazione 12 e l'ultima colonna all'Equazione 13. In particolare, nell'Equazione 7 e nell'Equazione 12, si inseriscono come controlli gli effetti fissi a livello comunale e i trend temporali a livello di regione. Nell'Equazione 8 e nell'Equazione 13, rispetto ai controlli inclusi nelle specificazioni precedenti si considera anche che i comuni con superficie diversa tendono ad avere un andamento della retribuzione differente negli anni. La variabile dipendente è il log del salario medio dei lavoratori. Se nella prima riga sono considerati i valori relativi a tutti i lavoratori, dalla seconda alla sesta riga si considerano categorie diverse di lavoratori: i lavoratori maschi, le donne, gli under 34, i lavoratori con età compresa tra 35 e 50 anni e, infine, gli over 50. I dati utilizzati sono quelli relativi ai comuni con un PIL all'anno 2012 superiore al 75-esimo percentile. Robust standard errors in parentheses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella 3.8 - Impatto della UBB sull'occupazione, considerando tutti i comuni

VARIABLES	(1) OLS	(2) OLS con controllo	(3) IV	(4) IV con controllo
log_empl				
Yrs-UBB	0.0077*** (0.002)	0.0072*** (0.002)	0.0331*** (0.011)	0.0332*** (0.010)
log_empl_m				
Yrs-UBB	0.0120*** (0.002)	0.0116*** (0.002)	0.0311** (0.012)	0.0299*** (0.011)
log_empl_f				
Yrs-UBB	0.0004 (0.002)	-0.0000 (0.002)	0.0299** (0.013)	0.0286** (0.011)
log_empl_under34				
Yrs-UBB	0.0147*** (0.003)	0.0137*** (0.003)	0.0194 (0.014)	0.0239** (0.012)
log_empl_35to50				
Yrs-UBB	0.0048** (0.002)	0.0047** (0.002)	0.0293** (0.013)	0.0276** (0.011)
log_empl_over50				
Yrs-UBB	0.0045** (0.002)	0.0048** (0.002)	0.0590*** (0.014)	0.0494*** (0.012)

Sono presentati le stime dei coefficienti Yrs-UBB e gli standard error ottenuti tramite l'implementazione di quattro diversi modelli di regressione: i primi due modelli (colonna 1 e colonna 2) utilizzano lo stimatore OLS, mentre il terzo e il quarto modello (colonna 3 e colonna 4) sfruttano il metodo di stima a variabili strumentali, dove per strumento è utilizzata la distanza OPB, che interagisce con la dummy avente valore 1 dal 2015 in poi. La prima colonna riporta i coefficienti relativi all' Equazione 7, la seconda fa riferimento all'Equazione 8, la terza colonna all'Equazione 12 e l'ultima colonna all'Equazione 13. In particolare, nell'Equazione 7 e nell'Equazione 12, si inseriscono come controlli gli effetti fissi a livello comunale e i trend temporali a livello di regione. Nell'Equazione 8 e nell'Equazione 13, rispetto ai controlli inclusi nelle specificazioni precedenti si considera anche che i comuni con superficie diversa tendono ad avere un andamento dell'occupazione differente negli anni. La variabile dipendente è il log del numero dei lavoratori. Se nella prima riga sono considerati i valori relativi a tutti i lavoratori, dalla seconda alla sesta riga si considerano categorie diverse di lavoratori: i lavoratori maschi, le donne, gli under 34, i lavoratori con età compresa tra 35 e 50 anni e, infine, gli over 50. I dati utilizzati sono quelli relativi a tutti i comuni presente nel campione a disposizione. Robust standard errors in parentheses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella 3.9 - Impatto della UBB sull'occupazione, considerando i comuni a basso PIL

VARIABLES	(1) OLS	(2) OLS con controllo	(3) IV	(4) IV con controllo
log_empl				
Yrs-UBB	0.0033	0.0034	0.0517	0.0662
	(0.003)	(0.003)	(0.043)	(0.043)
log_empl_m				
Yrs-UBB	0.0078**	0.0079**	0.0319	0.0366
	(0.003)	(0.003)	(0.047)	(0.046)
log_empl_f				
Yrs-UBB	-0.0040	-0.0039	0.0614	0.0696
	(0.004)	(0.004)	(0.051)	(0.051)
log_empl_under34				
Yrs-UBB	0.0055	0.0058	-0.0459	-0.0250
	(0.004)	(0.004)	(0.054)	(0.052)
log_empl_35to50				
Yrs-UBB	0.0030	0.0031	0.0684	0.0718
	(0.003)	(0.003)	(0.050)	(0.049)
log_empl_over50				
Yrs-UBB	0.0023	0.0024	0.1597***	0.1457***
	(0.003)	(0.003)	(0.058)	(0.056)

Sono presentati le stime dei coefficienti Yrs-UBB e gli standard error ottenuti tramite l'implementazione di quattro diversi modelli di regressione: i primi due modelli (colonna 1 e colonna 2) utilizzano lo stimatore OLS, mentre il terzo e il quarto modello (colonna 3 e colonna 4) sfruttano il metodo di stima a variabili strumentali, dove per strumento è utilizzata la distanza OPB, che interagisce con la dummy avente valore 1 dal 2015 in poi. La prima colonna riporta i coefficienti relativi all' Equazione 7, la seconda fa riferimento all'Equazione 8, la terza colonna all'Equazione 12 e l'ultima colonna all'Equazione 13. In particolare, nell'Equazione 7 e nell'Equazione 12, si inseriscono come controlli gli effetti fissi a livello comunale e i trend temporali a livello di regione. Nell'Equazione 8 e nell'Equazione 13, rispetto ai controlli inclusi nelle specificazioni precedenti si considera anche che i comuni con superficie diversa tendono ad avere un andamento dell'occupazione differente negli anni. La variabile dipendente è il log del numero dei lavoratori. Se nella prima riga sono considerati i valori relativi a tutti i lavoratori, dalla seconda alla sesta riga si considerano categorie diverse di lavoratori: i lavoratori maschi, le donne, gli under 34, i lavoratori con età compresa tra 35 e 50 anni e, infine, gli over 50. I dati utilizzati sono quelli relativi ai comuni aventi un livello di PIL all'anno 2012 inferiore al 75-esimo percentile. Robust standard errors in parentheses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella 3.10 - Impatto della UBB sull'occupazione, considerando i comuni ad alto PIL

VARIABLES	(1) OLS	(2) OLS con controllo	(3) IV	(4) IV con controllo
log_empl				
Yrs-UBB	0.0057** (0.003)	0.0062** (0.003)	0.0780*** (0.026)	0.0465*** (0.016)
log_empl_m				
Yrs-UBB	0.0044 (0.003)	0.0051* (0.003)	0.0911*** (0.032)	0.0539*** (0.019)
log_empl_f				
Yrs-UBB	0.0072** (0.003)	0.0076** (0.003)	0.0517** (0.025)	0.0308* (0.016)
log_empl_under34				
Yrs-UBB	0.0152*** (0.004)	0.0155*** (0.004)	0.0721** (0.032)	0.0484** (0.021)
log_empl_35to50				
Yrs-UBB	0.0025 (0.003)	0.0028 (0.003)	0.0577** (0.026)	0.0367** (0.017)
log_empl_over50				
Yrs-UBB	-0.0029 (0.003)	-0.0014 (0.003)	0.1421*** (0.040)	0.0746*** (0.021)

Sono presentati le stime dei coefficienti Yrs-UBB e gli standard error ottenuti tramite l'implementazione di quattro diversi modelli di regressione: i primi due modelli (colonna 1 e colonna 2) utilizzano lo stimatore OLS, mentre il terzo e il quarto modello (colonna 3 e colonna 4) sfruttano il metodo di stima a variabili strumentali, dove per strumento è utilizzata la distanza OPB, che interagisce con la dummy avente valore 1 dal 2015 in poi. La prima colonna riporta i coefficienti relativi all' Equazione 7, la seconda fa riferimento all'Equazione 8, la terza colonna all'Equazione 12 e l'ultima colonna all'Equazione 13. In particolare, nell'Equazione 7 e nell'Equazione 12, si inseriscono come controlli gli effetti fissi a livello comunale e i trend temporali a livello di regione. Nell'Equazione 8 e nell'Equazione 13, rispetto ai controlli inclusi nelle specificazioni precedenti si considera anche che i comuni con superficie diversa tendono ad avere un andamento dell'occupazione differente negli anni. La variabile dipendente è il log del numero dei lavoratori. Se nella prima riga sono considerati i valori relativi a tutti i lavoratori, dalla seconda alla sesta riga si considerano categorie diverse di lavoratori: i lavoratori maschi, le donne, gli under 34, i lavoratori con età compresa tra 35 e 50 anni e, infine, gli over 50. I dati utilizzati sono quelli relativi ai comuni aventi un livello di PIL all'anno 2012 superiore al 75-esimo percentile. Robust standard errors in parentheses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

4. Conclusioni

Questo lavoro si è posto come obiettivo quello di individuare se l'accesso ad una connessione a banda ultralarga genera un impatto sul livello di occupazione e sul salario medio dei lavoratori, ed eventualmente quantificarne l'entità.

Nella prima parte di questa tesi, si sono analizzati i risultati ottenuti da altri studi che precedentemente hanno ricercato le conseguenze della disponibilità di Internet sugli indicatori economici, è stata effettuata una panoramica delle politiche nazionali ed europee volte ad incentivare la diffusione della fibra e sono stati descritti gli sviluppi delle tecnologie di connessione in Italia. Per condurre l'analisi è stato utilizzato un unico dataset, costituito da 7661 comuni italiani, per i quali si avevano a disposizione i livelli di occupazione e salario medio, per il periodo che va dal 2012 al 2019. Queste informazioni sono state combinate con la diffusione scaglionata della fibra a partire dal 2015. I dati sono stati analizzati in maniera approfondita individuando i trend temporali eterogenei per differenti aree geografiche e per diverse categorie di lavoratori: uomini, donne, under 34, lavoratori con età compresa tre 35 e 50 anni e over 50. L'analisi econometrica ha visto l'implementazione di due diversi metodi di stima. Il primo metodo utilizzato è stato l'Ordinary Least Squares (OLS) e successivamente per confermare i risultati ottenuti sono state effettuate le stesse regressioni con un secondo approccio: il metodo Two Stages Least Squares. Lo strumento utilizzato per effettuare l'analisi a variabili strumentali è stato costruito facendo interagire la distanza tra il comune e il nodo *Optical Packet Backbone* più vicino, invariante nel tempo, con una variabile dummy, che assume valore 1 a partire dal 2015. Sono state implementate diverse specificazioni del modello per rintracciare gli effetti con un livello di approfondimento sempre maggiore. In particolare, le regressioni hanno tenuto conto degli effetti fissi a livello comunale, di trend temporali a livello regionale ed eventualmente di trend differenziali per superficie geografica del comune. Inoltre, per evitare di avere dei risultati fuorvianti, causati dall'eccessiva aggregazione dei dati, si è deciso di effettuare l'analisi sui comuni suddivisi in base al loro livello di PIL nell'anno 2012.

I risultati suggeriscono che un anno in più della disponibilità di connessine a banda ultralarga genera un effetto sul mercato del lavoro, apprezzabile soprattutto in termini di occupazione; resta marginale l'impatto sul salario medio.

In generale, per quanto riguarda la retribuzione dei lavoratori non si trovano dei coefficienti statisticamente significativi: il salario è fissato da contratti di medio/lungo periodo, per cui non si possono verificare dei cambiamenti considerevoli a distanza di massimo quattro anni dalla disponibilità della connessione ultraveloce. Solo nei comuni ad alto livello di PIL, che hanno ricevuto per primi la fibra e quindi gli effetti trovati risentono di un periodo di disponibilità maggiore, si riscontra un impatto negativo, in particolare per le donne. Bisognerebbe approfondire maggiormente i motivi che portano ad avere questo effetto; sicuramente una possibile spiegazione è che c'è una maggiore assunzione di lavoratori giovani che, ricevendo una retribuzione inferiore rispetto ai lavoratori adulti, influenzano negativamente i livelli salariali medi, inoltre bisogna considerare che l'utilizzo della fibra porta ad una riorganizzazione del sistema produttivo delle aziende che accentua il divario già esistente tra i lavoratori qualificati e non, come dimostrato da vari studi.

Un impatto positivo e statisticamente significativo è, invece, riscontrato sul numero degli occupati. L'aumento dei lavoratori, si concentra nei comuni ad alto livello di PIL e sembra interessare maggiormente i lavoratori giovani e le donne. Il motivo che induce le aziende ad assumere maggiormente i giovani è che questi hanno molte più competenze nell'uso delle tecnologie digitali e si adattano più facilmente ai cambiamenti, mentre l'aumento delle donne potrebbe essere dovuto ad una migliore capacità di adattamento all'uso di nuove tecnologie nell'organizzazione del lavoro da parte della componente femminile.

Alla luce di questi risultati, si potrebbero trarre delle considerazioni utili per il dibattito politico in corso sugli investimenti massicci in infrastrutture digitali ad alta velocità. L'efficacia della connessione a banda ultra larga sul mercato del lavoro in termini di occupazioni è dimostrata soprattutto nelle aree geografiche ad alto livello di prodotto interno lordo, mentre, l'analisi condotta sembra non fornire evidenze chiare in termini di benefici economici sulle restanti aree geografiche del Paese. Tuttavia, occorre in questa sede sottolineare il ritardo temporale con cui queste aree sono state raggiunte dalla fibra rispetto alle prime; di conseguenza è possibile che la causa principale della mancata presenza di

effetti significativi sia da ricercare nell'indisponibilità di dati di lungo periodo. Bisogna in ogni caso non sottovalutare le differenze territoriali che contraddistinguono il territorio italiano, che possono essere una delle cause alla base della diversa risposta in termini di occupazione. In ogni caso, indipendentemente dai benefici prettamente economici va riconosciuta l'importanza di investire nelle infrastrutture digitali, che rappresentano un asset fondamentale e strategico per le imprese e un veicolo determinante in termini socio-culturali per tutti i cittadini.

Bibliografia

Abrardi, L., & Cambini, C. (2019). Ultra-fast broadband investment and adoption: A survey. Telecommunications Policy, 43(3), 183-198.

Akerman, A., Gaarder, I., & Mogstad, M. (2015). The skill complementarity of broadband internet. The Quarterly Journal of Economics, 130(4), 1781-1824.

AlmaDiploma & AlmaLaurea (2020). Rapporto 2020 sulla Condizione occupazionale e formativa dei diplomati. https://www.almalaurea.it/informa/news/2020/04/07/rapporto-2020-sulla-condizione-occupazionale-e-formativa-dei-diplomati

Bertschek, I., Briglauer, W., Hüschelrath, K., Kauf, B., & Niebel, T. (2015). The economic impacts of broadband internet: A survey. Review of Network Economics, 14(4), 201-227.

Briglauer, W., Dürr, N., & Gugler, K. (2021). A retrospective study on the regional benefits and spillover effects of high-speed broadband networks: Evidence from German counties. International Journal of Industrial Organization, 74, 102677.

Cambini, C., Grinza, E., & Sabatino, L. (2021). Ultra-Fast Broadband Access and Productivity: Evidence from Italian Firms (No. 21-020). ULB--Universite Libre de Bruxelles.

Cambini, C., Grinza, E., & Sabatino, L. (2021). Digital Highways and Firm Turnover.

Camera dei deputati (2021). La banda ultralarga, il 5G e le reti di comunicazione elettronica. https://temi.camera.it/

Ciappanna, E., & Colonna, F. (2020). Connettere l'Italia. Rivista di politica economica, (1), 93-105.

Commissione Europea (2017). Scheda Tematica per il semestre europeo. Il lavoro non dichiarato.

Corte dei conti Europea (2018). La banda larga negli Stati membri dell'UE (12/2018)

Czernich, N. (2014). Does broadband internet reduce the unemployment rate? Evidence for Germany. Information Economics and Policy, 29, 32-45.

Eurostat (2020). La vita delle donne e degli uomini in Europa – un ritratto statistico. Reddito. https://www.istat.it/donne-uomini/bloc-2d.html?lang=it

Falk, M., & Hagsten, E. (2021). Impact of high-speed broadband access on local establishment dynamics. Telecommunications Policy, 45(4), 102104.

Gruber, H., Hätönen, J., & Koutroumpis, P. (2014). Broadband access in the EU: An assessment of future economic benefits. Telecommunications Policy, 38(11), 1046-1058.

Istat (2019). Annuario statistico italiano 2019.

Istat. Tasso di disoccupazione. Anni 2012-2019. https://dati.istat.it/

Istat. Popolazione residente al 1° gennaio per fascia di età. Anno 2019. https://dati.istat.it/

Kolko, J. (2012). Broadband and local growth. Journal of Urban Economics, 71(1), 100-113.

MISE. Piano Strategico Banda Ultra Larga. Tecnologia. https://bandaultralarga.italia.it/

MISE (2015). Il piano di investimento per la diffusione della banda Ultralarga.

MITD. Banda Ultra Larga. La Strategia Italiana per la Banda Ultra Larga. https://innovazione.gov.it/

MITD & MISE (2021). Strategia italiana per la banda Ultralarga “Verso la Gigabit Society”.

Stock, J. H., & Watson, M. W. (2005). Introduzione all'econometria. Pearson Italia Spa.

TIM (2018). Netbook la rete per l’Italia.

TIM (2021). La rete per l’Italia Netbook 2021.

Wooldridge, J. M. (2015). Introductory econometrics: A modern approach. Cengage learning.

Ringraziamenti

Giunti alla fine di questo lavoro e soprattutto di questo percorso universitario mi sento quasi in dovere di fare un resoconto generale di questi anni trascorsi e di ringraziare tutti quelli che mi sono stati accanto e mi hanno supportato.

È stato un periodo particolare, segnato dalla pandemia, che ci fatto ridare la giusta importanza a molte cose date per scontate, come poter seguire le lezioni in università, a contatto con i professori e vicino a ragazzi che condividono la tua stessa esperienza. Sono stati degli anni fatti di alti e bassi, in cui ho imparato tanto e sono cresciuta. Porterò sempre con me tantissimi ricordi.

Ringrazio il mio relatore, il prof.re Carlo Cambini, che si è reso sempre super disponile e mi ha seguito con gentilezza e professionalità. Ringrazio tantissimo il mio correlatore, il prof. Lorien Sabatino, che mi ha guidato in questo lavoro di tesi con grande capacità, trasmettendomi fiducia e positività.

Ringrazio sicuramente la mia famiglia, perché è grazie a lei se sono giunta oggi a questo traguardo. Grazie alla mia mamma che mi ha protetto, sollevato e ha sempre trovato il modo giusto di abbracciare le mie paure. Grazie al mio papà per i suoi sapienti consigli e per aver reso tranquilla la mia quotidianità. Grazie a mio fratello per il suo sostegno e perché mi ha spinto a farcela con le mie sole forze.

Grazie a nonno Cosimo, nonna Antonia e nonna Elisabetta, che hanno seguito il mio cammino passo dopo passo, esame dopo esame, per avermi dedicato sempre un pensiero e per avermi appoggiata. Ringrazio Anna e Tony per essere sempre stati orgogliosi di me. Grazie a miei zii e ai miei cugini. Un grazie particolare va a Brunella, che con la sua simpatia e leggerezza mi è stata di grande compagnia, soprattutto in questo periodo di stesura della tesi.

Grazie a tutti miei amici e ai miei colleghi, che hanno reso divertenti le mie giornate e la mia esperienza universitaria. In particolare, grazie a Nancy, che non si è mai dimenticata di me e mi ha sempre supportato, anche se da lontano. Grazie a Carmela, con cui ho affrontato ogni singolo esame, dalla preparazione al superamento, e ha condiviso con me le stesse emozioni di ansia e felicità.

Ringrazio tutti coloro che hanno creduto in me e chi, con un singolo gesto o una singola parola, mi ha motivato e ispirato, aiutandomi a raggiungere questo traguardo.