

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di laurea magistrale

Analisi dell’impatto delle tecnologie a banda ultra-larga sulla crescita economica locale



Relatori

Professor *Carlo Cambini*

Dottor. *Lorien Sabatino*

Candidato

Anita Canale

Luglio 2021

Sommario

Introduzione.....	4
CAPITOLO 1.....	6
1.1 La banda larga.....	6
1.2 Analisi dei vantaggi e degli svantaggi della banda larga	10
1.3 Piani di investimento	11
1.4 Analisi della letteratura	12
CAPITOLO 2 - Situazione economica italiana	21
2.1 La stazionarietà dell'economia italiana	21
2.2 Il PIL pro-capite in Italia	23
2.2.1 Analisi dei dati	23
2.3 Analisi del PIL.....	32
2.4 Altre variabili	34
CAPITOLO 3 - La banda ultra-larga in Italia	41
3.1 La rete a banda ultra-larga	41
3.2 Studio sulla Copertura della Banda Ultra-larga in Italia	44
CAPITOLO 4 – ANALISI ECONOMETRICA	52
4.1 IMPATTO DELLA FIBRA SUL PIL (SOMMA DEI REDDITI).....	52
4.1.1 METODO OLS.....	52
4.1.2 MODELLO EVENT STUDY	66
4.1.3 MODELLO IV	73
4.2 ANALISI DIFFERENZIATA PER MACROAREE GEOGRAFICHE.....	79
4.2.1 METODO OLS.....	80
4.2.2 EVENT STUDY.....	85
4.2.3 METODO IV	87
4.3 ANALISI DIFFERENZIATA PER TIPOLOGIA DI COMUNE.....	91

4.3.1 METODO OLS	91
4.3.2 METODO IV	93
4.4 ANALISI DELL'IMPATTO DELLA FIBRA SUL PIL (REDDITO IMPONIBILE)	95
4.4.1. METODO OLS	95
4.3.2 METODO IV	97
CONCLUSIONI	99
Bibliografia.....	102
Sitografia.....	103

Introduzione

In uno studio di ormai venti anni fa, quando parole come “new economy” o “telefono cellulare” erano ancora sconosciute alla maggior parte della popolazione, due studiosi di nome Röller e Waverman hanno dimostrato che nel periodo 1971-1990 circa un terzo della crescita dei paesi membri dell’Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico può essere attribuito direttamente o indirettamente alle telecomunicazioni. Ormai si sa: le infrastrutture di telecomunicazioni sono diventate nel tempo una risorsa talmente strategica e allo stesso tempo critica all'interno di ciascuno Stato tale da favorirne lo sviluppo socio-economico nonché la rispettiva forza economico-politica a livello internazionale. Come sottolinea l’Icom, negli ultimi anni, in particolare durante la pandemia di Covid-19, le piattaforme digitali hanno conquistato un ruolo particolarmente rilevante nelle abitudini di cittadini e imprese, diventando lo spazio privilegiato in cui ciascuno svolge le proprie attività lavorative, sociali e ludiche. Questo fa sì che l’avanzamento tecnologico di un Paese abbia una relazione di diretta proporzionalità con la crescita economica dello stesso.

L'obiettivo di questa tesi è studiare la relazione causale tra le tecnologie a banda ultra-larga e la crescita dell'economia locale in termini di PIL. L'analisi è stata effettuata su un intervallo temporale che va dal 2012 al 2019, utilizzando un database con i dati economici sul PIL per ogni comune italiano in combinazione con un altro database fornito da Telecom Italia relativo alla copertura della banda-ultra larga sui comuni italiani.

Il presente elaborato si compone di un primo capitolo in cui sono stati analizzati i principali studi presenti in letteratura a livello mondiale relativi all’impatto economico della banda larga e ultra-larga. Nel secondo capitolo è stata effettuata un'analisi

descrittiva a livello temporale e spaziale della situazione economica attuale in Italia, sia a livello di PIL, dato dalla somma dei redditi lordi del comune, sia a livello di PIL pro capite medio comunale. Nel terzo capitolo si è analizzata la diffusione della banda ultra-larga in Italia, evidenziando eventuali trend regionali e temporali. Infine, nel quarto capitolo è stata effettuata un'analisi econometrica per capire se esiste un impatto significativo della fibra sul PIL e se tale impatto è positivo o negativo.

CAPITOLO 1

Fin dai primi anni di questo millennio, la disponibilità di una rete di telecomunicazione efficiente ha avuto un ruolo importante anche per il miglioramento della vita delle persone, oltre che per la competitività del paese stesso. Oggi più che mai, in un mondo travolto e messo alla prova dalla pandemia di Covid-19, questo pensiero è diventato una certezza. Se l'effetto diretto della pandemia è ancora difficile da quantificare con precisione, pur restando intuitivo in termini qualitativi, i dati di fine 2019 mostravano già chiaramente trend e tendenze. In tutta Europa il 78% delle famiglie nel 2019 aveva un abbonamento fisso a banda larga, rispetto al 70% di 5 anni fa. Inoltre, sempre più persone utilizzano servizi a banda larga con velocità di almeno 100 Mbps, con un livello attuale di famiglie europee del 26%, cinque volte superiore allo stesso dato nel 2014. La connettività digitale che in questa fase emergenziale ci consente di restare a casa, costituisce infatti un bene comune fondamentale, non solo per il lavoro e la didattica a distanza, ma anche per la coesione sociale. I fautori della disponibilità della banda larga sottolineano il suo carattere di tecnologia di uso generale (GPT) che crea esternalità positive nei principali settori economici: l'industria ed il commercio, il sistema scolastico e educativo, i trasporti, l'energia e l'ambiente, l'agricoltura, la sanità e la stessa pubblica amministrazione. Intercettare le potenzialità di questi effetti e investire in essi è quindi sempre più importante per garantire crescita economica e raggiungere un maggior indice di benessere.

1.1 La banda larga

In generale con il termine banda larga (dall'inglese broadband) si fa riferimento a mezzi e sistemi di telecomunicazione che sfruttano un'ampiezza di banda maggiore di quella delle reti dei precedenti mezzi di telecomunicazione (ovvero a banda stretta, narrowband), per trasmettere, inviare e ricevere dati. In altre parole, permette velocità superiori di quelle consentite dal quasi scomparso modem analogico, che forniva un accesso a internet fino a 56 Kbit/sec. Una prima definizione, data dall'ITU (International Telecommunications Union), identifica i collegamenti a banda larga come quelli che hanno capacità di trasmissione superiore a quella offerta dalla ISDN PRA (Primary Rate Access). Tale riferimento tuttavia può facilmente creare delle differenze tra diversi paesi, dal momento che l'ISDN PRA può essere commercializzata a una velocità

di 1,5 Mbit/sec negli Stati Uniti e di 2 Mbit/sec in Europa. L'OCSE scelse invece di basarsi su una definizione meno restrittiva, fissando la soglia discriminante tra banda larga e stretta a 256 kbit/sec, ossia alla più bassa velocità cui era commercializzato il servizio di accesso attraverso reti via cavo o le tradizionali reti in rame degli operatori di telecomunicazioni. 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 passando dai 4 Mbit/sec del 2010 a 25 Mbit/sec di trasmissione in download, e da 1 Mbit/sec a 4 Mbit/sec in upload.

In realtà, attraverso gli obiettivi della DAE (Digital Agenda for Europe) per il 2020, la Commissione Europea ha ormai superato la soglia di identificazione di una connessione in banda larga e si può concludere che, di fatto, non esiste dunque una definizione univoca della velocità al di sopra della quale un collegamento possa essere considerato "a banda larga". Indipendentemente da una definizione puntuale, i servizi in Banda Larga possono essere forniti attraverso differenti tecnologie. Quella ad oggi più comune è il Digital Subscriber Line (DSL), che si appoggia sulle esistenti infrastrutture di telecomunicazioni in rame e che può garantire connessioni a una velocità che varia dai 256 Kbps ai 52 Mbps, a seconda del tipo di DSL: Asymmetric DSL (ADSL), High Rate DSL (HDSL), Symmetric DSL (SDSL) e Very High Data Rate DSL (VDSL). Queste diverse tecnologie DSL si differenziano tra loro in base alla simmetria/asimmetria delle bande deputate al caricamento e allo scaricamento e/o alla velocità di trasmissione offerta all'utente nelle due rispettive bande. La seconda più diffusa è il modem via cavo, che permette il passaggio simultaneo sul cavo TV dei servizi voce, dati e televisione offre connessioni ed è generalmente più veloce rispetto al DSL (tra 1 Mbps e 10 Mbps). Altre tecnologie che fanno parte della famiglia a Banda Larga sono: il satellite, gli accessi wireless da postazione fissa (FWA), le Power Line Communication (PLC) che sfruttano le reti di trasmissione di elettricità, il wireless da rete mobile, ma soprattutto la Fibra Ottica (FO), protagonista degli ultimi anni. Le infrastrutture in fibra anziché trasferire segnali elettrici, inviano impulsi luminosi e, per via della qualità del segnale e delle potenzialità di sviluppo, vengono generalmente definite come Next Generation Network. Un ulteriore approfondimento sulle principali tecnologie di rete è disponibile in tabella A.

Tabella A: principali tecnologie di rete

		BANDA MASSIMA	VANTAGGI	SVANTAGGI
TECNOLOGIE VIA CAVO (WIRED)	FIBRA OTTICA	<u>Oltre 100 mbps</u>	<ul style="list-style-type: none"> • affidabilità • elevata velocità di trasmissione 	<ul style="list-style-type: none"> • costi elevati (posa e canone mensile)
	ADSL	<p><u>Fino a 20 Mbps</u> se la distanza dalla centrale è <2Km e in presenza di apparati adeguati e di collegamento in f.o.(fibra ottica) della centrale.</p> <p><u>Fino a 7 Mbps</u> per distanze >2 Km dalla centrale connessa in f.o.</p> <p><u>Max 640 kbps</u> se la centrale non è collegata in f.o.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • sfrutta l'infrastruttura esistente in rame • non necessita di grossi investimenti 	<p>Prestazioni dipendono da:</p> <ul style="list-style-type: none"> • distanza della centrale • adeguatezza della rete • numero di clienti connessi.
	HDSL	Fino a 8 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> • velocità elevate • prestazioni superiori in termini di tempi di latenza • più stabilità (velocità garantite) in quanto non condivide risorse ma è un unico circuito virtuale tra l'utente e il provider 	<ul style="list-style-type: none"> • costi elevati
	VDSL	Fino 26 Mbit/s simmetrici oppure 52 Mbit/s in download e 12 Mbit/s in upload	<ul style="list-style-type: none"> • velocità elevate • permette di avere velocità sia simmetriche che asimmetriche 	<ul style="list-style-type: none"> • necessità di riposizionare i DSLAM vicini agli utenti, quindi spesso fuori dalle centrali telefoniche, in appositi locali.
TECNOLOGIE SENZA FILI (WIRELESS)	HIPERLAN	Fino a 100 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> • velocità elevate • costi contenuti • capacità offrire banda larga dove non c'è copertura via cavo • investimento iniziale inferiore rispetto alla fibra ottica 	<ul style="list-style-type: none"> • suscettibile a interferenze e condizioni climatiche • necessita di visibilità diretta tra siti trasmittente e ricevente • costi elevati in caso di elevate ampiezze di banda
	WIMAX	Circa 100 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> • velocità elevate • affidabilità • capacità offrire banda larga dove non c'è copertura via cavo 	<ul style="list-style-type: none"> • non disponibile su tutto il territorio nazionale • costi più elevati rispetto all'Hiperlan

TECNOLOGIE DI RETE MOBILE	SATELLITE	Fino a 8 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> • offre banda larga dove non c'è copertura via cavo • costi contenuti per richiesta di banda a 2 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> • possibile cadute della linea • costi elevati per velocità elevate di connessione e per connessioni bidirezionali (download e upload)
	HSDPA	Fino a 14,4 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> • connessione in mobilità • attivazione in tempi rapidi 	<ul style="list-style-type: none"> • dipende dalla copertura sul territorio • banda condivisa con gli altri utenti collegati • affidabilità
	LTE	Oltre 100 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> • connessione in mobilità • disponibilità di banda 	<ul style="list-style-type: none"> • velocità in funzione della copertura di rete e del numero di utenti collegati

È possibile differenziare ulteriormente le tecnologie wired (connessioni via cavo) in:

- Fiber to the Exchange (FTTE) – la fibra sostituisce il rame fino allo stadio di linea urbana;
- Fiber to the Cabinet (FTTCab) – la fibra sostituisce il rame fino ad un armadio ripartitore;
- Fiber to the Building (FTTB) – la fibra sostituisce il rame fino al distributore posizionato sul marciapiede o nella cantina degli edifici;
- Fiber to the Home (FTTH) – la fibra sostituisce il rame fino all'abitazione/ufficio dell'utente finale.

Ognuna di queste tipologie di rete offre prestazioni, costi di investimento, occupazione di spazi pubblici e privati, consumi energetici e modalità di accesso al servizio differenti. Inoltre, è necessario sottolineare come ciascuna soluzione si adatti diversamente alle differenti configurazioni del territorio, in base al grado di concentrazione urbana o industriale. Per un operatore di telecomunicazioni, passare dall'ADSL alla fibra ottica, significa effettuare una scelta di cambiamento radicale, dal momento che il passaggio comporta necessariamente una sostituzione, parziale o totale, della rete di distribuzione. L'investimento economico è indubbiamente importante ma allo stesso tempo si avrebbe una crescita significativa delle prestazioni, poichè la fibra ottica permette velocità di un

ordine di grandezza superiore alle tecnologie del rame (dai 100 Mbit/sec ad 1 Gbit/sec). Il rapporto Desi 2020 dell'Unione europea mostra che in Italia la connettività Fiber to the home (Ftth, soluzione integralmente in fibra ottica dalla centrale fino all'abitazione) è cresciuta del 6% tra giugno 2018 e lo stesso mese del 2019: il tasso più alto di crescita a livello continentale, un segnale sicuramente positivo per il paese.

1.2 Analisi dei vantaggi e degli svantaggi della banda larga

La diffusione dell'infrastruttura di rete produce tipicamente effetti diretti e indiretti rispetto alla crescita del PIL di un paese (ITU/UNESCO, 2011). Da un lato, a seguito della fornitura di nuove infrastrutture di rete, c'è un effetto diretto sulla produzione e sui posti di lavoro. Dall'altro lato, i vantaggi economici indiretti della banda larga sono legati ai guadagni di produttività derivanti dall'adozione di servizi o applicazioni lato della domanda. Nelle imprese questi guadagni si verificano grazie a maggiori quantità di dati di migliore qualità che possono essere trasferiti e archiviati digitalmente a costi inferiori. Ciò può portare a barriere all'ingresso inferiori e una maggiore trasparenza del mercato, aumentando così sia la produttività del lavoro che la concorrenza sul mercato e, in ultima analisi, la crescita economica. Inoltre, una diffusione delle informazioni meno costosa può facilitare l'adozione di nuove tecnologie ideate da altri e favorire l'emergere di nuovi standard sul mercato. Si ottengono quindi processi aziendali più efficienti, come ad esempio una migliore gestione della logistica, l'accelerazione dell'innovazione sui nuovi prodotti e la creazione di nuovi business. La recente letteratura sugli effetti sulla produttività delle tecnologie dell'informazione (IT) riconosce anche che questi effetti dipendono da come viene utilizzata la nuova tecnologia e dalla presenza di input complementari come la manodopera qualificata (Autor, Levy e Murnane 2003) o la struttura e le pratiche organizzative (Bloom e Van Reenen 2007; Bloom, Kretschmer e Van Reenen 2009).

Tuttavia, è importante guardare i due lati della medaglia, poiché il progresso delle nuove ICT può anche causare altri effetti non desiderati. In primo luogo, la maggiore produttività potrebbe tradursi in salari più elevati, mentre l'automazione potrebbe portare le aziende a perdere parte del proprio personale. Inoltre, man mano che queste tecnologie diventano prevalenti sul mercato, le aziende che non sono in grado di implementarle nella loro attività per mancanza di competenze o di disponibilità

economica, sono costrette a uscire dal mercato e lo stesso destino è rivolto alle imprese che subiscono maggiormente la concorrenza. In uno studio di fine 2020 di Cambini e Sabatino si rileva infatti che le connessioni a banda larga ultraveloci spingono più imprese fuori dal mercato, riducendo allo stesso tempo l'ingresso di quelle piccole. Solo l'ingresso di grandi aziende è (debolmente) positivamente influenzato dalle tecnologie avanzate a banda larga, e solo in settori specifici come quello manifatturiero.

Per quanto riguarda invece i consumatori privati, l'adozione della banda larga permette un accesso facile ed economico a servizi amministrativi o bancari, oltre che un miglioramento nella fruizione dei contenuti di intrattenimento multimediali (piattaforme video, gaming online, ecc.), il cui utilizzo è aumentato negli ultimi anni. Importante ricordare naturalmente che la connessione veloce svolge un ruolo fondamentale nell'educazione, sia come strumento di supporto allo studio sia permettendo in questi ultimi tempi la didattica a distanza, e che l'istruzione può diventare l'insieme di competenze essenziali per realizzare guadagni di produttività futuri (Akerman et al., 2015). Infine, la banda larga consente di adottare modelli di lavoro più agile come lo smart working, che può portare ad un aumento della partecipazione alla forza lavoro, nonché ad un minore inquinamento ambientale e di conseguenza ad una maggiore qualità della vita.

1.3 Piani di investimento

I vantaggi della disponibilità di banda larga sono ormai da tempo riconosciuti e posti al centro di diversi piani di sviluppo europei, tra cui la strategia europea sulla banda larga. Nel settembre 2016 la commissione europea ha infatti individuato tre obiettivi strategici per il 2025, a integrazione di quelli già previsti dall'agenda digitale per il 2020. L'obiettivo finale è realizzare una nuova "Gigabit society" europea con connessione ad altissima velocità: entro il 2025 tutte le famiglie europee potranno accedere a connessioni internet con velocità di almeno 100 Mbit/sec, sarà garantita una connettività a 1Gbit/sec per i luoghi chiave di sviluppo socio-economico (come scuole, ferrovie, metropolitane, fornitori di servizi pubblici, ecc.) e infine una copertura 5G per tutte le aree urbane e le principali vie di trasporto terrestre. Di recentissima pubblicazione (9 Marzo 2021) è invece la Comunicazione COM(2021) 118 final dal titolo "Bussola digitale 2030: la via europea per il decennio digitale", in cui sono stati ampliati gli obiettivi precedenti:

raggiungere una connettività di almeno 1 Gbps per tutte le famiglie europee e la copertura 5G in tutte le aree popolate entro il 2030. A causa dei periodi di rimborso generalmente molto lunghi e del basso rendimento finanziario, una parte importante dell'investimento che gli operatori devono sostenere nel raggiungimento degli obiettivi futuri non è finanziariamente fattibile da fonti di mercato pure. Inoltre, i vantaggi economici sono appropriati principalmente dal consumatore finale e dall'economia in generale, ma solo in piccola parte dagli investitori privati in infrastrutture. Secondo uno studio di Gruber et al. (2014), c'è un interesse pubblico a implementare infrastrutture a banda larga, ed è assolutamente necessario un aumento delle sovvenzioni pubbliche per garantire la diffusione su vasta scala dell'infrastruttura a banda larga in modo da incentivare gli operatori di rete ad investire. La Commissione europea sostiene pertanto la necessità di ricorrere a strumenti e meccanismi finanziari nuovi, compreso un intervento pubblico diretto, per garantire il raggiungimento degli obiettivi fissati nell'agenda digitale. Rimane tuttavia aperta la questione nel dibattito politico se tali risorse aggiuntive costituiscano un buon uso dei fondi pubblici in tempi di austerità economica indotti dalla prolungata crisi economica e finanziaria in Europa. Lo stesso Governo Italiano è però fermamente convinto che il raggiungimento degli obiettivi europei sia importante per il futuro del Paese e che alcuni sforzi aggiuntivi siano necessari per poterli realizzare. A partire dal 2018 sono state quindi incrementate le risorse finanziarie a disposizione da 0,5 a 7 miliardi di € ed è stato istituito un Comitato per la banda ultralarga (COBUL) per coordinare tutte le attività e le entità coinvolte nel Piano. Inoltre, molti paesi stanno attualmente valutando di utilizzare i fondi di ripresa della Commissione europea per investire nelle reti in fibra e controbilanciare la crisi economica causata dal Covid-19.

1.4 Analisi della letteratura

Lo studio degli impatti economici di Internet a banda larga ha attirato una quantità significativa di ricerche empiriche. Tuttavia, è necessario fare una premessa: la disponibilità in termini di copertura a banda larga è rappresentativa delle attività di investimento effettuate mentre l'adozione dal lato della domanda impatta sui risultati economici. Le attività di investimento sono in genere più informative da una prospettiva politica (ad esempio l'impatto della regolamentazione o del finanziamento pubblico sugli incentivi agli investimenti), mentre i risultati economici sono più informativi dal punto di

vista del benessere o per un'analisi costi-benefici. Questo dualismo tra adozione e disponibilità sarà ulteriormente approfondito più avanti.

La presenza di un effetto positivo e statisticamente significativo della copertura (o dell'adozione) della banda larga sulla crescita del PIL è condivisa dalla grande maggioranza degli studi a livello internazionale. Czernich et al stimano l'effetto della penetrazione dell'infrastruttura a banda larga sulla crescita economica nel panel dei paesi OCSE nel 1996-2007, al netto della diffusione di tecnologie complementari come telefonia mobile e computer. I risultati indicano che l'accesso di base alla banda larga ha contribuito tra il 2,7% e il 3,9% al PIL pro capite del periodo considerato e che un aumento di 10 punti percentuali nella penetrazione della banda larga aumenta la crescita annuale pro capite di 0,9-1,5 punti percentuali. In seguito, è stato condotto uno studio analogo per il periodo dal 2005-2011 da Gruber et al. (2014) e anche in questo caso le stime suggeriscono che i tassi di adozione della banda larga hanno avuto un effetto significativo e positivo sul PIL. Le conclusioni che arrivano oltre oceano (USA) da Greenstein e McDevitt (2011) seguono lo stesso filone: gli studiosi, utilizzando i dati disaggregati a livello familiare per il 1999-2006, trovano relazioni positive e statisticamente significative tra la disponibilità di base della banda larga e la crescita economica.

Al fine di accertare i guadagni marginali dei diversi collegamenti di velocità, gli impatti devono essere valutati anche a diversi livelli di velocità. Per esempio, Rohman e Bohlin (2012) misurano l'impatto della velocità della banda larga sulla crescita economica nei paesi OCSE nel periodo 2008-2010 e scoprono che esiste una correlazione positiva tra la velocità della banda larga e il PIL pro capite. I risultati mostrano che 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 autori, questo impatto è ipotetico e dipende dall'entità del coefficiente di velocità e dall'effettiva crescita economica di ciascun paese. È stato inoltre dimostrato che l'impatto della banda larga sul PIL ha rendimenti di scala decrescenti e che la velocità della banda larga è un moderatore di questi effetti (Koutroumpis, 2009). Infatti, al di là di una certa soglia di velocità, ulteriori aumenti di qualità sono considerati improduttivi. Mayer et al. (2020), utilizzando dati OCSE a livello di paese per gli anni dal 2008 al 2012 e studiando l'impatto della velocità della banda larga e la sua interazione con l'adozione della banda larga sul PIL pro capite, trovano che l'adozione è statisticamente insignificante rispetto alla velocità della banda larga. La conclusione che

potrebbero esserci guadagni marginali decrescenti dalla velocità è raggiunta anche da uno studio sviluppato da Gruber, Hätönen e Koutroumpis (2014), in cui sono stimati i rendimenti dell'infrastruttura a banda larga differenziando l'impatto per tre livelli di velocità: inferiore a 0,75 Mbps, compresa tra 0,75 - 2 Mbps e superiore a 2 Mbps. Scoprono che l'impatto della disponibilità della banda larga sul PIL è significativo solo per i servizi con velocità superiore a 0,75 Mbps, ma al di sopra di tale soglia l'impatto della velocità incrementale sulla crescita sembra stabilizzarsi, senza differenze significative tra l'impatto dei servizi con velocità tra 0,75 e 2 Mbps e di servizi con velocità maggiore di 2 Mbps. Anche il Copenhagen Economics (2010), in uno studio relativo all'economia danese, stima che un aumento della velocità della banda larga da 5 a 10 Mbps porti a una crescita del PIL dell'1,9%, ma che il guadagno del PIL sia solo dello 0,5% circa quando la velocità aumenta da 25 a 30 Mbps.

Come è stato già accennato, mentre l'adozione (lato domanda) è più informativa dal punto di vista del benessere, gli studi sulla copertura sono più informativi dal punto di vista delle politiche. L'adozione di tecnologie a banda larga può quindi favorire lo sviluppo economico di un paese ma, dal punto di vista teorico, l'adozione stessa potrebbe dipendere a sua volta dallo sviluppo economico, nonché da normative volte ad evitare il digital divide nelle aree rurali. Crandall, Lehr e Litan (2007) e Van Gaasbeck et al. (2007) suggeriscono infatti che l'adozione, rispetto alla disponibilità, potrebbe spiegare meglio il modo in cui la banda larga può influenzare un'economia locale, dal momento che la banda larga influisce sui risultati economici e sociali solo se adottata. Tuttavia, è più probabile che l'adozione sia endogena alla crescita economica rispetto alla disponibilità, poiché la decisione di adottare la banda larga, condizionata alla disponibilità, potrebbe essere il risultato della crescita economica piuttosto che la causa. Inoltre, da un punto di vista politico, l'obiettivo di aumentare la disponibilità della banda larga (attraverso la regolamentazione, i sussidi o la fornitura diretta) è più fattibile rispetto ad aumentare l'adozione della banda larga poiché quest'ultima dipende da una serie di fattori della domanda, alcuni dei quali sono al di fuori della portata della politica pubblica. La distinzione tra disponibilità e adozione è molto rilevante nel caso della banda larga ultraveloce, poiché i tassi di utilizzo (ovvero il rapporto tra le connessioni adottate e le connessioni disponibili totali) sono generalmente bassi nella maggior parte dei paesi europei (al di sotto del 30% in media) e implicano una sostanziale sovraccapacità dal lato dell'offerta. Di conseguenza, gli studi empirici che impiegano misure come la disponibilità

sottostimano tendenzialmente gli effetti economici effettivi e i guadagni di benessere (Koutroumpis, 2014).

Le connessioni a banda larga hanno anche un effetto diretto sul lavoro e sulla produttività dell'azienda e anche in questo caso, la letteratura tipicamente suggerisce un impatto positivo. L'impatto di una maggiore velocità di connessione nel mercato del lavoro è indagato in Nuova Zelanda da Grimes, Ren e Stevens (2012), che studiano se il passaggio dall'accesso dial-up all'accesso a banda larga può aumentare la produttività. Lo studio indica che l'adozione della banda larga aumenta la produttività di un'azienda del 7-10%, con effetti consistenti nelle località urbane e rurali e nei settori ad alta intensità di conoscenza rispetto a quelli a bassa. Spostandosi nel nord Europa in Norvegia, si rileva che la disponibilità e l'adozione di Internet a banda larga da parte delle imprese migliora la produttività del lavoro e aumenta i salari dei lavoratori qualificati, mentre peggiora i risultati del mercato del lavoro per i lavoratori non qualificati (Akerman et al. 2015). In Italia, è stato analizzato l'impatto dell'accessibilità della banda larga di base sulle prestazioni delle imprese utilizzando i dati regionali dei comuni della provincia di Trento per gli anni dal 2008 al 2014 e si è trovato un impatto positivo e statisticamente significativo della disponibilità della ADSL2+ sulla performance economica delle società in termini di ricavi e produttività totale dei fattori, ma senza variazioni significative nel costo del personale o nell'occupazione (Canzian et al. 2019). Risultati differenti arrivano invece da De Stefano et al. (2018) che esaminano gli effetti di diverse tipologie di ICT sulle prestazioni delle imprese utilizzando dati a livello micro del Regno Unito per gli anni dal 1999 al 2005. Gli autori rilevano che le ICT influiscono in modo causale sulle dimensioni dell'impresa ma, a differenza degli studi precedentemente nominati, non influiscono sulla produttività. Anche in uno studio su alcune contee degli Stati Uniti (Jed Kolko) i vantaggi economici dell'espansione della banda larga per i residenti locali sembrano essere limitati, dal momento che sia il salario medio che il tasso di occupazione non sono influenzati dall'espansione della banda larga. Inoltre, la diffusione di una rete di telecomunicazione veloce non modifica la prevalenza dello smartworking e non sembra portare vantaggi diretti per i residenti sotto forma di salari più alti o un migliore accesso al lavoro. In compenso l'espansione della disponibilità della banda larga potrebbe aumentare i valori delle proprietà. A tal proposito, Ahlfeldt et al. (2017) misurano l'effetto dei livelli di velocità di base della banda larga sui prezzi degli immobili utilizzando

i dati provenienti dall'Inghilterra tra il 1995 e il 2010 e trovano un effetto significativamente positivo, ma con rendimenti decrescenti della velocità.

Ad oggi, sono ancora pochi gli studi che pongono il focus sulle tecnologie di banda larga ultraveloce come la fibra ottica, analizzandone i vantaggi economici incrementali e i relativi costi. Questa è la conseguenza naturale del fatto che molti paesi sviluppati hanno avuto quasi due decenni di disponibilità della banda larga mentre l'introduzione di servizi "superveloci" o "ultraveloci" del mercato di massa è stata relativamente recente nella maggior parte dei paesi. Nell'analizzare l'effetto della banda larga ultra veloce sulla crescita economica, ci si potrebbe aspettare un impatto positivo ma in realtà l'entità di questa relazione non è più immediata. Uno dei primi studiosi a includere esplicitamente dati a banda larga basati su fibra è Sosa (2015), che stima l'effetto differenziale della disponibilità di banda larga gigabit per gli anni 2011 e 2012 in 9 stati USA mediante un modello di regressione a effetti fissi e rileva che il PIL pro capite è di circa l'1,1% superiore rispetto agli stati che hanno una copertura in gigabit inferiore al 50%. Risultati interessanti arrivano da uno studio di Briglauer e Gugler (2018) che utilizza i dati dal 2003 al 2015 di un Panel di 27 paesi dell'Unione Europea, e tiene conto dell'endogeneità tramite variabili di regolamentazione, concorrenza e geografiche. Secondo i risultati emersi, un aumento dell'1% nell'adozione della banda larga ultraveloce porterebbe ad un incremento piccolo ma significativo di circa 0,004-0,005% del PIL. In secondo luogo, dall'analisi costi-benefici, è stato dimostrato che i vantaggi incrementali della banda larga (ultra) veloce sono statisticamente significativi e maggiori di quelli della banda larga veloce, ma i maggiori effetti di crescita si hanno post adozione della banda larga di base. Inoltre, pare che solamente una copertura al 50% della banda larga ultraveloce comporti vantaggi economici superiori ai costi totali di implementazione, andando a giustificare quindi l'intervento politico. Al contrario, in caso di copertura universale (100%), i benefici stimati sono inferiori a tutte le stime dei costi e richiederebbero tassi di utilizzo piuttosto elevati. Pertanto, i maggiori vantaggi economici netti per la società si avrebbero con una combinazione di banda larga di base, veloce e ultraveloce. Una possibile spiegazione è l'elevata eterogeneità lato domanda nelle esigenze dei consumatori e delle aziende, nonché nei costi di implementazione. Questa conclusione va a rafforzare il principio di "neutralità tecnologica" (Commissione Europea 2009) secondo il quale nessuna delle potenziali infrastrutture di rete dovrebbe essere favorita a priori, lasciando ai mercati il compito di identificare tecnologie vincenti e far emergere il nuovo standard.

Alcuni autori, inoltre, non si sono concentrati solo sugli effetti dell'adozione della banda larga ma bensì anche sulle variazioni della velocità stessa al fine di accertare i guadagni marginali dei diversi collegamenti di velocità. Investire in connessioni ultraveloci è infatti socialmente importante se i vantaggi generati da una maggiore velocità o da una capacità superiore superano i costi di implementazione ed inoltre, maggiore è la capacità o la velocità di rete che un paese vuole raggiungere, maggiori saranno tali costi. Briglauer, Gugler e Niklas Dürr, basandosi sui dati di 401 contee tedesche dal 2010 al 2015, scoprono che un aumento della velocità media della larghezza di banda di un'unità (1 Mbit / s) comporta un aumento del PIL regionale dello 0,18%. Questo effetto è quasi raddoppiato se si tiene conto delle esternalità regionali (0,31%). Anche Bai (2016) esamina l'impatto di diversi livelli di velocità della banda larga, in questo caso basandosi sui dati a livello di contea degli Stati Uniti (2011-2014). L'autore trova un impatto differenziale sull'occupazione positivo ma, rispetto alla banda larga di base, la banda larga (ultra) veloce non sembra generare effetti positivi sostanzialmente maggiori sull'occupazione. Tale effetto diventa addirittura negativo in uno studio effettuato in Nuova Zelanda (Fabling e Grimes, 2016) secondo cui non c'è alcun impatto significativo della banda larga ultraveloce sull'occupazione in media, se non per le imprese che effettuano investimenti complementari in capitale organizzativo. Una possibile spiegazione a questi risultati contrastanti sull'impatto della banda larga ad alta velocità potrebbe essere correlata alla strategia empirica impiegata, ovvero la scelta di utilizzare misure di disponibilità piuttosto che di adozione.

È interessante approfondire il lavoro di Hasbi (2020), che utilizza i dati di oltre 36.000 municipalità francesi per il periodo 2010-2014 e riscontra un impatto positivo sul numero di aziende, sulla creazione di imprese e, infine, una riduzione della disoccupazione. È emerso infatti che la diffusione di una rete a banda larga ad altissima velocità aumenterebbe del 2,7% il numero di aziende che operano a livello locale. Per quanto riguarda la creazione di nuove imprese, l'impatto della creazione è positivo su tutti i tipi di società ad eccezione del settore agricolo, ma risulta anche significativo solamente per le imprese del settore terziario, ovvero quelle che maggiormente utilizzano le infrastrutture di rete e riescono ad appropriarsi dei benefici generati. Esiste, inoltre, un effetto positivo sulle imprese individuali, ovvero sulla creazione di società di proprietà di un individuo. Per affrontare i problemi di endogeneità, l'autore stima l'impatto della rete ad alta velocità sia sul numero di società che sul numero di nuove società, spiegando che

è più probabile che l'endogeneità influenzi lo stock delle società esistenti rispetto al flusso di nuove società. I risultati mostrano inoltre che i comuni con una rete a banda larga ad altissima velocità tendono ad essere più attraenti per le imprese, con un effetto positivo sulla creazione di imprese nel settore terziario e nel settore delle costruzioni. Inoltre, questi comuni sembrano fornire un ambiente più favorevole per l'imprenditorialità. L'impatto della velocità sull'occupazione è anche uno dei focus point dello studio di Ford (2018) che indaga l'impatto della banda larga ad alta velocità sul numero di posti di lavoro, ma anche sui guadagni e sul reddito personale per gli Stati Uniti nel periodo 2013-2015. Il gruppo di trattamento utilizzato è composto da contee con almeno l'80% di copertura del servizio a 25 Mbps, mentre il gruppo di controllo è costituito da contee con meno del 20% di copertura del servizio a 25 Mbps, ma più dell'80% di copertura del servizio a 10 Mbps. Il modello prevede un vettore di covariate specifiche della contea su popolazione, densità di popolazione, livello di istruzione e dimensione delle famiglie, oltre a effetti fissi a livello statale. L'autore spiega che una maggiore velocità della rete con un incremento di 15mpbs, passando da 10 a 25 Mbps, non avrebbe alcun effetto statisticamente significativo sui risultati economici, e in particolare sui posti di lavoro. Inoltre, ricercando i possibili impatti del bias di selezione, ha analizzato nuovamente lo studio di Crandall, Lehr e Litan (2007) sull'effetto della banda larga sull'occupazione, concludendo che i benefici positivi della banda larga riportati dagli autori sono probabilmente falsati. L'evidenza empirica suggerisce anche che la banda larga abbia un impatto sull'innovazione aziendale. Ad esempio, Bertschek, Cerquera e Klein (2011) rilevano un impatto causale di Internet a banda larga sulla performance delle imprese utilizzando un campione di aziende manifatturiere e di servizi tedesche. Tuttavia, i cambiamenti nelle operazioni aziendali abilitati dalla banda larga e dalle ICT associate non avvengono immediatamente poiché ci vuole tempo affinché un'azienda faccia propri e realizzi tutti i vantaggi della nuova connettività a banda larga.

Passando infine ad analizzare la domanda, negli ultimi anni si è assistito ad un aumento della larghezza di banda larga richiesta dal mercato per poter utilizzare efficacemente tutta una serie di servizi multimediali interattivi, come streaming video, condivisione di file, giochi online e televisione ad alta definizione, nonché applicazioni aziendali specifiche, come i servizi di cloud computing. Si può affermare che tale aumento di domanda sia soddisfatto dalle recenti infrastrutture di rete a banda larga, in particolare quelle in fibra ottica. Tuttavia, è necessario evidenziare che a seguito delle installazioni

delle nuove infrastrutture di rete, si potrebbe incorrere inaspettatamente in un eccesso di capacità: questo capita quando i consumatori sono riluttanti ad adottare la nuova tecnologia, poiché, per il fenomeno del lock in, il passaggio a un nuovo standard è spesso difficile e costoso. È importante quindi comprendere quali sono le determinanti dell'adozione della banda ultralarga nonché il ruolo che le politiche pubbliche, gli interventi normativi e la concorrenza potrebbero avere nel facilitare e favorire l'adozione della fibra collegamenti. Lin e Wu (2013) scoprono che le determinanti chiave dell'adozione sono il reddito, l'istruzione e la qualità dei contenuti Internet per gli innovator e early adopters, che rappresentano solitamente il 16% del mercato; la concorrenza tra piattaforme nella fase di early majority (34%); il prezzo della banda larga per la late majority e per i laggards o ritardatari (50%). Sebbene sia chiaro che il livello dei prezzi influisce sulla diffusione della banda larga, l'effetto della varietà dei prezzi potrebbe essere più ambiguo. Da un lato, un maggior numero di tariffe consente di raggiungere anche i clienti di basso valore attraverso una più sottile discriminazione di prezzo, ma dall'altro potrebbe generare confusione nei consumatori a causa del sovraccarico di scelta e renderli riluttanti ad adottare la tecnologia. Per esempio, Secondo Haucap, Heimeshoff e Lange (2016) l'adozione della banda larga è stimolata dalla diminuzione dei prezzi e da tariffe più diversificate. Il primo studio che analizza in modo specifico l'impatto di connessioni più veloci sul lato della domanda è stato pubblicato nel 2014 da Calzada e Martínez-Santos che si sono focalizzati sulle determinanti dei prezzi della banda larga al dettaglio. Considerando il prezzo di accesso e la differenza nella qualità del servizio come le principali determinanti dei prezzi, gli autori mostrano che la velocità a valle ha un impatto positivo e non lineare sul prezzo e che il prezzo per Mbps del modem via cavo e delle tecnologie in fibra è inferiore a quello di xDSL. Le determinanti dell'adozione della banda larga ultraveloce sono state studiate per la prima volta da Briglauer (2014) per gli Stati membri dell'UE dal 2004 al 2013. Si evidenzia che più efficace (in termini di linee utilizzate attivamente dai concorrenti) è la concorrenza indotta dalle normative, più negativo è l'impatto sui tassi di adozione. Secondo Belloc, Nicita e Rossi (2012), l'effetto delle politiche dal lato della domanda (come incentivi alla domanda di imprese e privata, sussidi alla domanda, politiche di aggregazione della domanda, ecc.) è tendenzialmente positivo e aumenta con il grado di sviluppo del mercato della banda larga mentre l'effetto delle politiche lato offerta (come incentivi fiscali, sussidi e prestiti a lungo termine a fornitori di banda larga, ecc.) diminuisce con la

maturazione del mercato, poichè è necessario raggiungere i consumatori con una disponibilità a pagare via via inferiore. Gli autori, utilizzando un ampio set di dati di 30 paesi OCSE nel periodo 1995-2010, studiano l'effetto di diverse normative sull'adozione della banda larga e mostrano che l'impatto delle politiche di regolamentazione sulla penetrazione della banda larga dipende dallo stadio effettivo di diffusione della banda larga. Infine, è interessante mostrare i risultati ottenuti nel 2019 da Briglauer e Cambini riguardo la decisione dei consumatori di passare da una tecnologia a banda larga basata su rame a una basata su fibra, ponendo l'attenzione anche al ruolo svolto dalle politiche di regolamentazione in questo contesto. Gli autori ipotizzano un effetto di migrazione basato sulla vendita al dettaglio: un aumento della tariffa di accesso alla rete in rame dovrebbe influire sulla decisione dei consumatori di passare a tecnologia basata su fibra, riducendo il divario tra i rispettivi prezzi al dettaglio. Effettivamente, trovano che un aumento del 10% del prezzo regolamentato per l'accesso alla vecchia rete aumenta l'adozione da parte dei consumatori della tecnologia basata su fibra dello 0,7%-1%. Interessante è il fatto che, allo stesso tempo, un aumento del prezzo di accesso diminuisce il tasso di utilizzo, inteso come il rapporto tra i servizi in fibra adottati e quelli utilizzati. Da un punto di vista normativo, mostrano che l'effetto del prezzo di accesso è diverso tra l'UE15 e i paesi dell'Est europei, in cui il prezzo di accesso è irrilevante a causa delle differenze sulla disponibilità delle infrastrutture in rame.

In conclusione, la letteratura, vede un consenso diffuso sul fatto che la banda larga sia positivamente correlata alla crescita economica di un paese, consenso che in realtà vacilla all'aumentare della velocità della banda ed inoltre lascia alcune domande aperte sulla causalità, l'eterogeneità e su altri risultati economici, con diversi spunti da approfondire soprattutto per quanto riguarda il territorio Italiano.

CAPITOLO 2 - Situazione economica italiana

In questo capitolo si effettuerà un'analisi della situazione economica in Italia, cercando di capire quali sono i punti di debolezza che portano il Paese a una situazione di arretratezza economica rispetto ad altri paesi europei. Verrà analizzato il PIL ed il PIL pro capite a livello comunale, provinciale e regionale, tenendo conto sia della dimensione spaziale, sia di quella temporale.

2.1 La stazionarietà dell'economia italiana

Nel corso dello scorso anno si è verificato un enorme salto che ha riportato l'Italia indietro di circa 30 anni: a metà del 2020 infatti il PIL è tornato al livello registrato all'inizio del 1993 ed in termini pro capite, è sceso agli stessi valori che si osservavano alla fine degli anni Ottanta. Il primo motivo è, naturalmente, il crollo dell'economia dovuto alla pandemia che, nel primo trimestre 2020, ha provocato una diminuzione del PIL di circa il 13%. In soli tre mesi la perdita è stata maggiore di quella registrata nell'intero periodo 2008-2013, che comprende la doppia recessione connessa alla crisi finanziaria globale e alla crisi del debito dell'area dell'euro. La seconda ragione individuata è che, a partire dagli anni Novanta, la crescita del PIL italiano è stata estremamente debole. Come ha sottolineato Ignazio Visco all'EuroScience Open Forum 2020, anche altri paesi avanzati hanno subito diminuzioni analoghe o addirittura peggiori del PIL nel primo trimestre 2020 (-9,1% negli Stati Uniti, -9,7% in Germania, -13,8% in Francia, -18,5% in Spagna), ma nessuno ha registrato un simile arretramento poiché in questi altri paesi la crescita era stata molto più robusta in passato. Infatti, negli Stati Uniti il PIL è tornato al livello osservato nel 2014, in Germania al 2010 e in Francia e in Spagna al nel 2002.

Il mondo è cambiato radicalmente negli ultimi 30 anni, a causa sia della globalizzazione dei mercati sia della rivoluzione informatica e tecnologica: quest'ultima sta attualmente guidando la trasformazione digitale dell'economia e della vita delle persone. In questo contesto è cresciuta enormemente l'importanza dell'innovazione e della conoscenza, ma non tutti i paesi vi hanno investito adeguatamente. Infatti, una insufficiente capacità di innovazione, un ridotto livello di capitale umano e un peso predominante delle piccole imprese sono i punti di debolezza che hanno da sempre caratterizzato l'Italia, anche

quando la sua crescita economica era rapida e superiore a quella della maggior parte degli altri paesi sviluppati.

Nell'Indice di digitalizzazione dell'economia e della società (DESI 2020) della Commissione europea l'Italia risulta in 25° posizione su 28 Stati membri dell'UE, davanti solo a Romania, Grecia e Bulgaria. Il punteggio italiano è di ben 9 punti inferiori alla media UE (43,6% vs 52,6%). Come mostrato in figura 2.1, in Italia la dimensione "connettività" è in linea con la media europea, mentre il divario rispetto agli altri paesi è particolarmente ampio per quanto riguarda l'uso dei servizi Internet nonché le competenze digitali della popolazione. Le imprese italiane non sembrano essere in grado di trarre vantaggio dall'adozione delle nuove tecnologie digitali, che richiedono competenze adeguate e precise capacità gestionali. Di conseguenza, non solo la produzione di beni e servizi digitali è bassa, ma anche il loro utilizzo da parte delle imprese e delle famiglie è modesto.

In conclusione, l'effetto della copertura della banda larga sul PIL che sarà stimato nel quarto capitolo dovrà essere letto tenendo conto dell'intrinseca influenza della domanda, che in Italia non raggiunge performance accettabili. Questo contribuisce inevitabilmente ad una situazione economica già stagnante e poco reattiva.

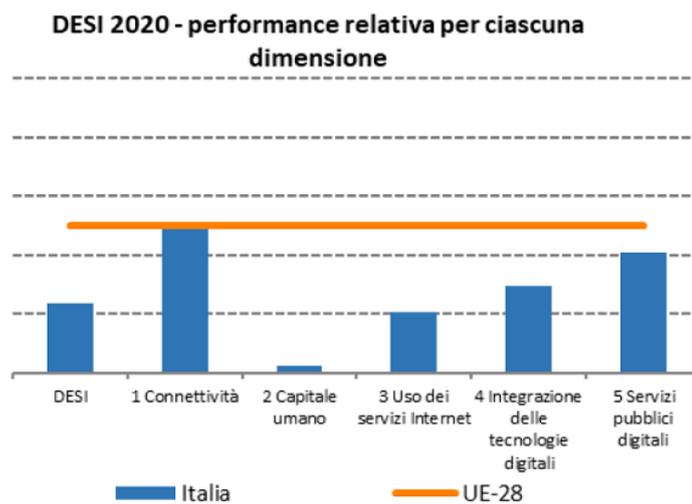


Figura 2.1 – DESI 2020, performance italiane rispetto alla media europea.

2.2 Il PIL pro-capite in Italia

Il reddito pro-capite è spesso usato per misurare il grado di benessere della popolazione di un paese, anche se in realtà non sempre lo rappresenta in maniera corretta, soprattutto quando si confrontano paesi economicamente e culturalmente molto diversi. Diversi studiosi ritengono con certezza che il PIL non sia effettivamente in grado di calcolare il grado di benessere di un paese e propongono nuove teorie, come quella basata sul concetto di economia relazionale. Nonostante i suoi limiti, il PIL pro-capite sembra avere un legame molto forte con le variabili fondamentali del benessere di un paese (Visco, Banca D'Italia). Prendendo in considerazione i dati del 2018 relativi a circa 200 paesi, vi è in effetti una correlazione molto elevata (superiore al 90%) con l'indice di sviluppo umano. Si riscontra una correlazione elevata anche con l'aspettativa di vita (durata media della vita prevista alla nascita) e il livello di istruzione (media tra gli anni medi di istruzione degli adulti e gli anni medi di istruzione previsti per i bambini). Un possibile spiegazione è che da un lato un reddito più elevato consente, in media, a una quota maggiore di popolazione di studiare e dall'altro, livelli di istruzione superiori tendono ad aumentare l'efficienza produttiva e il livello del PIL.

Secondo banca d'Italia, alla base della dinamica del PIL pro capite e della produttività del lavoro si trova la produttività totale dei fattori ovvero la componente della produzione che non è spiegata né dalla quantità di lavoro né dalla quantità di capitale impiegate nel processo produttivo. Anche se imprecisamente, i cambiamenti di tale variabile possono essere quindi letti come i benefici nell'efficienza della produzione dovuti, ad esempio, a cambiamenti organizzativi, a nuove tecnologie o a una migliore qualità del capitale umano o fisico non rilevati dalla misurazione statistica del capitale accumulato. Questa maggior efficienza produttiva a sua volta può essere determinata dalla disponibilità di copertura di servizi di telecomunicazioni ed in particolare con linee ultra-broadband, che ad oggi permettono sempre di più di aumentare sia la produttività del lavoro che la concorrenza sul mercato e, in ultima analisi, la crescita economica.

2.2.1 Analisi dei dati

I dati alla base delle seguenti analisi sono stati ricavati dalle dichiarazioni IRPEF ed in particolare è stato calcolato il PIL pro-capite come reddito imponibile fratto il numero di

contribuenti per ogni Comune italiano. È stato preso come riferimento il periodo che va dal 2012 al 2019, l'ultimo anno di cui ad oggi sono stati resi pubblici i dati.

In Italia, sin dalla metà degli anni Novanta, il PIL pro capite ha subito un rallentamento che, dopo la doppia recessione dovuta alla crisi finanziaria mondiale e alla crisi del debito sovrano nell'area dell'euro, non è mai stato completamente recuperato.

Analizzando l'andamento medio del PIL la situazione appare fin da subito poco florida: dal 2012 al 2019 il PIL pro capite medio tra tutti i comuni in Italia è stato di appena 17.500 € l'anno, che se paragonato alla situazione di altri paesi europei, conferma nuovamente la posizione di arretratezza economica che sta vivendo il paese. È doveroso sottolineare che i calcoli effettuati rappresentano una stima del PIL pro capite che però potrebbe essere scostata da altri metodi di calcolo ed in parte sottostimata. Se si calcola infatti il PIL pro capite nazionale come l'ammontare del PIL totale di un Paese diviso per il numero dei suoi abitanti il valore che si ottiene è superiore a quello effettuato nel presente elaborato per ogni Comune.

Come si può notare in figura 2.2, il lato positivo è che negli ultimi anni 7 anni si è assistito ad una crescita costante, segnale di una ripresa stabile seppur comunque timida. Dal 2012 al 2019 infatti, il PIL pro-capite è cresciuto di anno in anno, passato da una media di 16.600€ a 18.300€, con una crescita totale dello 10,3% circa.

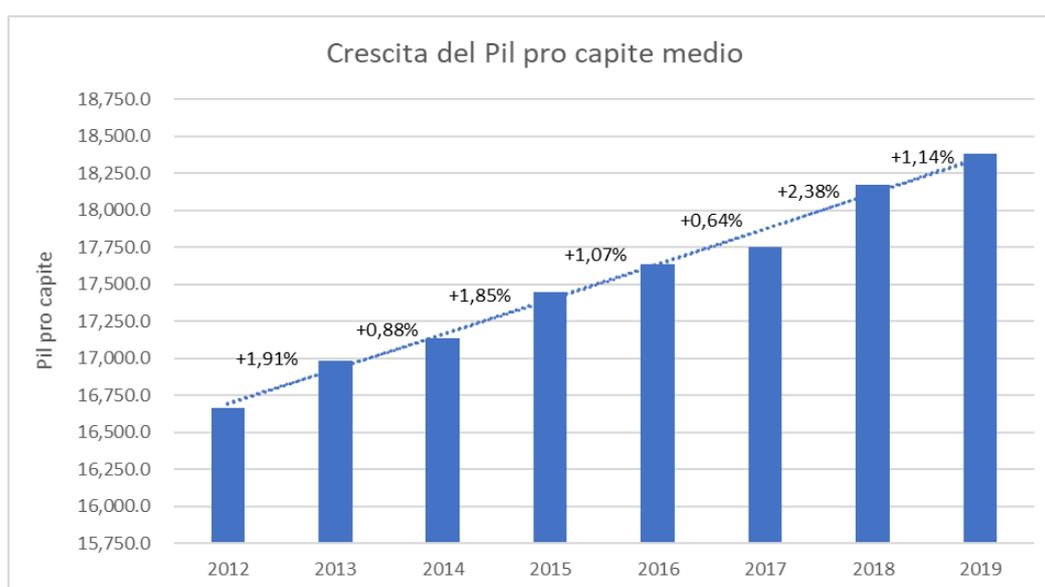


Figura 2.2 –Elaborazione dichiarazioni IRPEF per ogni comune dal 2012 al 2019

Il 2017 e il 2018 sono anni particolari che spiccano per essere rispettivamente l'anno in cui il PIL pro-capite è cresciuto di meno rispetto al precedente e quello che invece ha registrato la crescita maggiore nel periodo analizzato. Il 2015 ha visto una crescita del 1,85% ma è solo nel prossimo capitolo che si cercherà di capire se vi è una reale impatto della diffusione sul territorio italiano della fibra sulla la crescita del PIL pro capite.

Sono stati individuate alcune fasce di PIL pro-capite ed è stato calcolato il numero di comuni per ogni range (Figura 2.3). È emerso che la maggior parte dei comuni in Italia (il 46%) ha un PIL pro capite compreso tra 15.000€ e 20.000€, ancora un gran numero di comuni (26%) ha purtroppo un reddito più basso di 15.000€, mentre nella maggior parte dei comuni rimanenti è compreso tra 20.000€ e 25.000€. 35 comuni hanno addirittura un reddito inferiore a 10.000€, mentre solo 21 comuni in Italia sfondano il muro dei 30.000€.

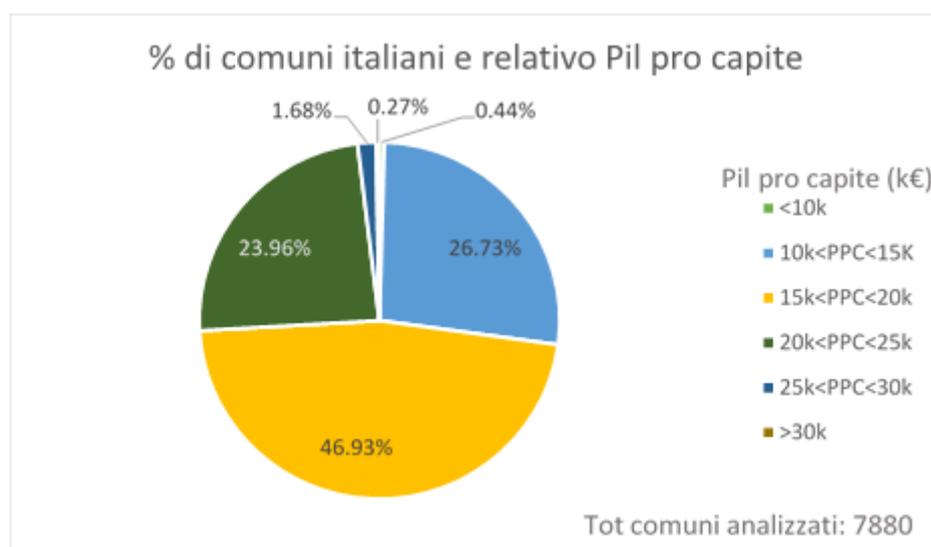


Figura 2.3 – Elaborazione dichiarazioni IRPEF per ogni comune dal 2012 al 2019

Il Comune con PIL pro capite più alto è Basiglio (MI) in Lombardia, con una media di 47.645 €. Interessante notare come i comuni con il PIL pro capite più basso risultano essere Cavargna e Val Rezzo, in provincia di Como, dunque sempre in Lombardia. Questo però non è dovuto ad un'effettiva povertà del paese, ma al fatto che, essendo al confine con la Svizzera, la quasi totalità degli abitanti lavora in territorio elvetico e paga lì le tasse. Anche il Comune in terzultima posizione (Gurro) è molto vicino al confine con la Svizzera, anche se si trova in Piemonte (nella provincia di Verbano-Cusio-Ossola). È molto probabile quindi che i territori di confine in generale siano stati sottostimati a causa di questo fenomeno. Per trovare, invece, il Comune più povero d'Italia senza considerare

l'incidenza dei frontalieri, bisogna andare in Puglia, a Roseto Valfortore, in provincia di Foggia.

La distribuzione del PIL pro capite a livello regionale (Figura 2.4) dal 2012 al 2019 è chiara e ben definita: le regioni con PPC più alto appartengono tutte alla fascia Nord, dove si raggiunge un valore medio di 19.394 €, più grande del 15% rispetto alla media nazionale.

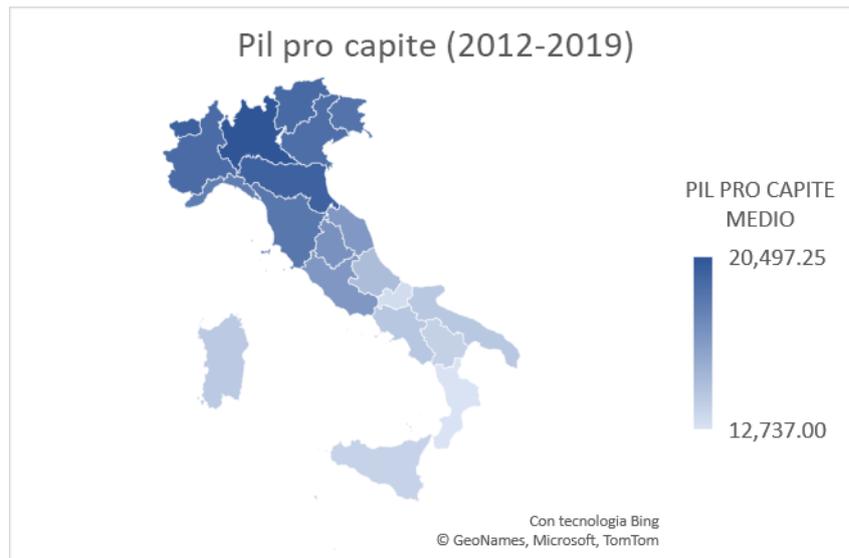


Figura 2.4 - Elaborazione dichiarazioni IRPEF per ogni comune dal 2012 al 2019

La Lombardia domina la classifica e si qualifica come l'unica regione italiana a superare i 20.000 € di PIL pro-capite medio. Seguono la Valle d'Aosta, l'Emilia-Romagna, il Trentino, Piemonte ed il Veneto con valori medi superiori ai 19.000 €, ed infine il Friuli Venezia Giulia e la Liguria (circa 18.500 €), con cui si chiude il cluster nord italiano.

Nella fascia centrale sono state incluse Toscana, Marche, Lazio e Umbria: il valore medio è inferiore di circa 2000 € rispetto al Nord ma è interessante far presente come in realtà i confini e le differenze economiche tra le fasce non sono così definite e scontate: la Toscana infatti raggiunge una media di 18.600 € distanziandosi nettamente dalle sue vicine di fascia (Umbria 17.000€, Lazio e Marche con 16.800€) e superando anche alcune regioni del Nord quali Liguria e Friuli Venezia Giulia.

Le regioni del sud Italia e le isole presentano valori decisamente bassi di reddito dichiarato. Di conseguenza il PIL pro capite si assesta ad un valore di appena 13.855k €, decisamente molto al di sotto della media italiana. La Calabria è la regione più povera d'Italia, non riuscendo a raggiungere nemmeno i 13.000k€. Secondo i dati Istat, gli

individui in povertà assoluta in Italia sono 4,6 milioni e circa la metà di essi risiede nel Mezzogiorno. Il divario economico tra la fascia settentrionale e meridionale si può stimare a circa 5000€ di differenza in termini pro-capite. In realtà come si evince dalla tabella 2.1, il Sud Italia dal 2012 al 2019 ha affrontato una crescita maggiore rispetto al Nord e al Centro Italia.

PIL pro capite medio €	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Media	Crescita dal 2012
NORD	18,436	18,820	18,947	19,275	19,513	19,673	20,128	20,359	19,394	10.4%
CENTRO	16,565	16,862	17,001	17,260	17,476	17,569	18,024	18,291	17,381	10.4%
SUD	13,179	13,413	13,518	13,787	13,952	14,037	14,376	14,581	13,855	10.6%

Tabella 2.1 – Elaborazione dichiarazioni IRPEF per ogni comune dal 2012 al 2019

Come suggerisce Banca D'Italia nel paper Questioni di Economia e Finanza, questo stesso tradizionale e coriaceo dualismo tra Sud e Nord del paese deve essere riletto adoperando anche questa chiave di lettura: da una parte c'è un Nord policentrico ma caratterizzato da centri urbani spesso congestionati e che hanno difficoltà a crescere e svilupparsi oltre una certa soglia, dall'altra si affianca infatti un Mezzogiorno la cui difficoltà a crescere può essere dovuta non tanto al persistere di equilibri arcaici nelle proprie campagne, quanto alla scarsa qualità istituzionale delle proprie città, che non riescono ad esercitare una funzione di centro di innovazione e sviluppo e di polo attrattore di risorse qualificate.

In figura 2.5 si mostra nel dettaglio l'andamento nel tempo della ricchezza pro-capite per le tutte le regioni italiane. Colpisce subito l'occhio la chiara distinzione tra le tre macro aree geografiche, con l'eccezione della Toscana che come sottolineato precedentemente ha valori allineati alle regioni del Nord Italia e si trova quindi nella parte superiore del grafico.

Il Trentino è la regione che negli anni è cresciuta di più, spiccando con un +13% rispetto al valore di partenza del 2012. Dietro di lei, al contrario di quanto ci si possa magari aspettare, ma coerentemente con quanto emerso dalla tabella 2.1, si trovano Basilicata, Abruzzo e Marche, con una crescita media del 12,5%: questo rappresenta quindi un segnale molto positivo di ripresa economica per le regioni del sud e del centro Italia.

Infine, in ultima posizione troviamo la Liguria il cui PIL pro-capite è aumentato solamente del 7,7%. In generale l'andamento negli anni risulta essere molto simile per tutte le regioni italiane, senza differenze esorbitanti.

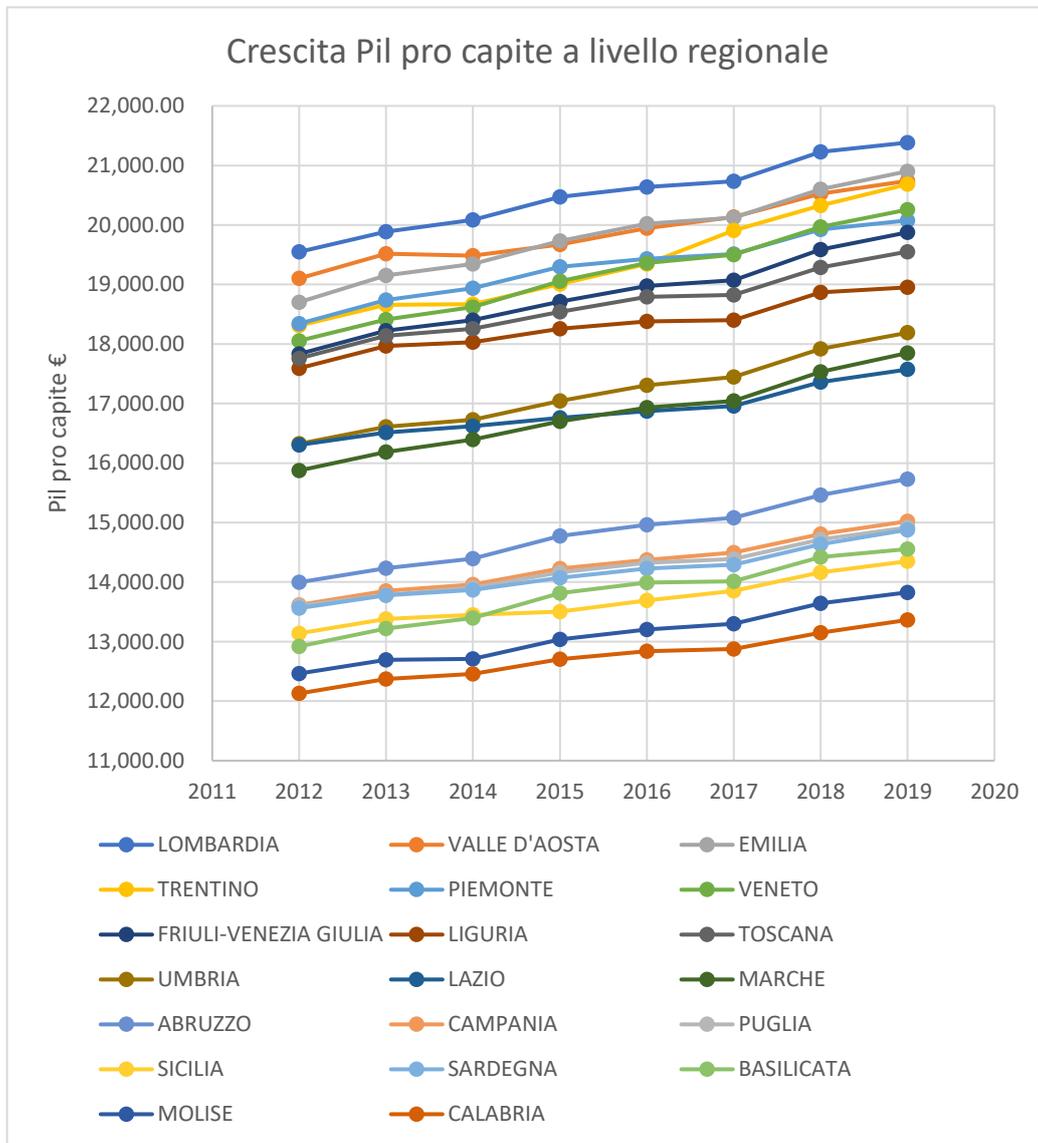


Figura 2.5 - Elaborazione dichiarazioni IRPEF per ogni comune dal 2012 al 2019

Scendendo più nel dettaglio, i dati sono stati raggruppati in base alle provincie italiane. Studiando l'andamento nel tempo del PIL pro capite per ogni singola provincia, è emerso nuovamente il divario economico tra Nord e Sud (figura 2.6). Le 6 provincie con reddito pro capite più alto sono concentrate infatti nella parte settentrionale della penisola: oltre a Bologna (21.695€) e Trieste (22.640€), è possibile notare il gruppo ai piedi delle Alpi

formato dalle provincie di Monza e Brianza (la più ricca d'Italia, con 23.985€), Milano (23.805€), Lecco (22.293€) e Novara (21.351€). Tutte le 6 provincie più povere si trovano invece in paesi meridionali, con la Calabria particolarmente in difficoltà come già era emerso precedentemente. Crotona ha il PIL pro capite medio più basso d'Italia (12,414€), seguita subito dopo da Reggio Calabria (12.482) e Vibo Valentia (12.489€). A valori non molto distanti troviamo Foggia, Caltanissetta e Campobasso con 12.600€ circa.

La provincia di Bolzano è quella che nel periodo considerato è cresciuta di più (quasi del 16%), passando da 19.217€ a 20.695€. Dall'altra parte della classifica si trova Roma, con una crescita di appena il 5,4%.

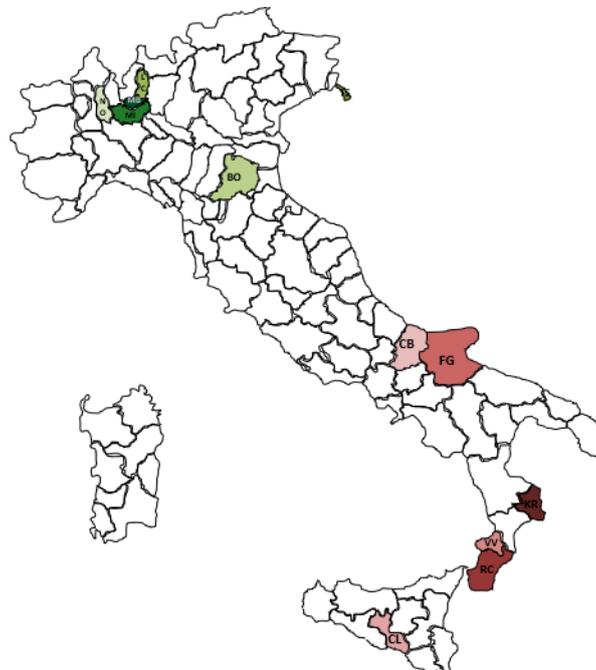


Figura 2.6 - Elaborazione dichiarazioni IRPEF per ogni comune dal 2012 al 2019. Le provincie in verde sono quelle con il PIL pro capite maggiore. Le provincie in rosso sono quelle con PIL pro capite minore.

Nel 2019, il territorio italiano è stato caratterizzato dalla presenza di 7.903 comuni. La maggior parte (69,6%) ha piccolissime o piccole dimensioni (rispettivamente fino a 10,00 e da 10,01 a 20,00 chilometri quadrati) anche se la maggior parte della popolazione (68,5 %) vive nei Comuni medi.

Andando ad analizzare il grado di urbanizzazione, è stata fatta un'analisi del PIL pro capite sui comuni secondo la classificazione Eurostat in cui, ricorrendo ad uno strumento basato

sulla densità demografica e sul numero di abitanti valutati entro griglie regolari con celle di un chilometro quadrato, si distinguono tre tipologie di comuni:

- Città: alta densità e grado di urbanizzazione pari a 1 secondo l'Istat. I Comuni ad alta urbanizzazione sono solo il 3,2 % del totale nazionale ed è presente il 35,3 % della popolazione italiana. Il PIL pro capite medio per le città è stato pari a 21.318€.
- Piccole città: media densità e grado di urbanizzazione pari a 2. Rappresentano il 33 % dei Comuni italiani ed è qui che però si concentra ben il 47,7 % della popolazione complessiva. Il PIL pro capite medio per le Piccole città è stato pari a 19.957€.
- Zone rurali: bassa densità e grado di urbanizzazione pari a 3. In questa categoria troviamo la maggior parte dei comuni italiani (63,8 %), che in totale coprono un'area pari al 60,9 % della superficie territoriale complessiva. Si tratta di zone prevalentemente rurali, sulle quali però insiste solo il 17 % della popolazione complessiva. In questa categoria ricade oltre il 94 % dei Comuni del Molise e l'87 % dei comuni della Basilicata con, rispettivamente, il 53,9 e il 48,7 % della popolazione regionale. Il PIL pro capite medio è pari a 17386.73.

Come si evince dalla figura 2.7, a prescindere dalla fascia territoriale italiana, il PIL pro-capite è più alto nelle città ad alta densità.

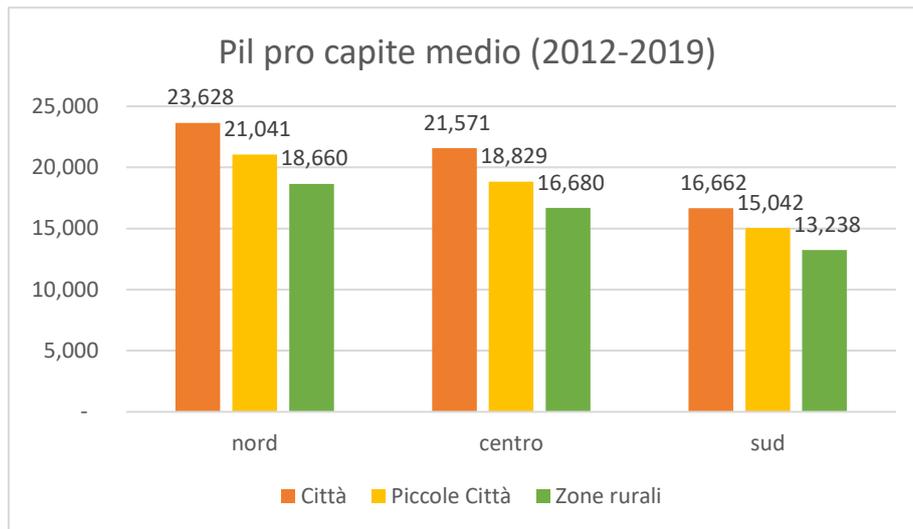


Figura 2.7 - Elaborazione dichiarazioni IRPEF per ogni comune dal 2012 al 2019

I comuni delle zone rurali sono in generale quelli più poveri ma è interessante notare come il divario maggiore tra Città e zone rurali lo si ha al nord: questo si può spiegare semplicemente con il fatto che vi si trovano le città più grandi e economicamente più avanzate.

È stata poi considerata la popolazione per ogni Comune ed è emerso che il PIL pro-capite è più alto in comuni più popolati, a riconferma dell'analisi sul grado di urbanizzazione. D'altronde le città, soprattutto le grandi città, rispondono al naturale effetto dei processi di agglomerazione geografica della produzione che creano un alto valore aggiunto e portano alla crescita dell'occupazione e alla creazione di nuovi posti di lavoro, favoriscono l'innovazione e migliorano l'allocazione delle risorse, il tutto con meccanismi moltiplicativi. La distribuzione della popolazione tra le città ha quindi effetti molto rilevanti sulla crescita economica aggregata di un paese (Castells-Quintana, 2017), soprattutto nelle economie avanzate. In una città, per ogni nuovo posto di lavoro nei settori ad alto valore aggiunto vengono in media creati altri cinque posti di lavoro al di fuori del settore tecnologico di quella città, sia nelle professioni qualificate (avvocati, insegnanti, infermieri) che in quelle meno qualificate (camerieri, parrucchieri, falegnami), portando quindi a un maggiore reddito per le persone residenti.

Tenendo conto invece della superficie del Comune, sembra esserci una correlazione negativa con il PIL pro-capite, per cui a comuni con superficie più ampia corrisponde un PIL più basso. In realtà se si tiene conto anche della fascia e della popolazione dei comuni, si nota come in Italia i comuni con superficie maggiore (tolte le grandi città come Roma,

Napoli) siano quasi tutti situati nel Sud o nel Centro. Al nord i comuni con superficie più grandi sono quelli posti a una latitudine maggiore di 600, quindi considerati già montani. In generale quindi si tratta di comuni che hanno un vastissimo territorio sotto la propria giurisdizione ma in realtà la popolazione che vi abita è molto ridotta, tant'è che molti di essi sono considerati piccole città.

2.3 Analisi del PIL

A questo punto è necessario fare un'analisi, speculare alla precedente, in cui si considera semplicemente il PIL comunale, dato dalla somma dei redditi lordi dichiarati nell'IRPEF. Il dataset è costituito nuovamente da tutti i comuni italiani dal 2012 al 2019. In questo periodo si è registrato un PIL medio comunale di 103 Milioni. Tale valore però è naturalmente sporcato dalle grandi città che aumentano moltissimo la media comunale italiana. Distinguendo per grado di urbanizzazione si ottiene che la media per le grandi città è pari 1,25 miliardi di redditi dichiarati. Per le città a medio grado di urbanizzazione il valore diminuisce notevolmente, arrivando a una media di 141,8 milioni.

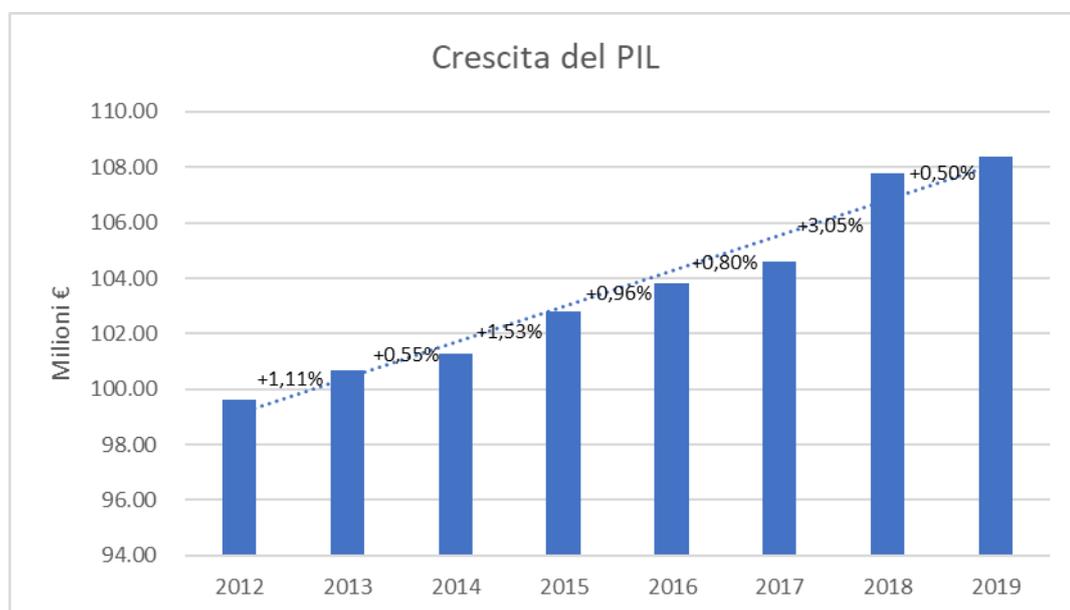


Figura 2.8 – Crescita del PIL comunale

Infine, per i comuni rurali a basso grado di urbanizzazione il PIL comunale medio è pari a 24,4 milioni. Il range è molto ampio e il motivo risiede semplicemente nel fatto che il PIL così calcolato dipende estremamente dalla popolazione del comune: maggiore è la popolazione, maggiore sarà il PIL. Nel paragrafo 2.2.1 è stato mostrata la crescita

costante del PIL pro capite dal 2012 al 2019. Per capire se questa crescita è data da un effettivo aumento di ricchezza e di reddito e non da un fenomeno di spopolamento, è necessario valutare l'andamento nel tempo del PIL e la sua crescita. In generale il PIL comunale medio italiano è cresciuto da 99,6 milioni del 2012 a 108 milioni nel 2019, per una crescita complessiva del 9% (figura 2.8).

Distinguendo in base al grado di urbanizzazione si ottiene che il PIL nelle grandi città è cresciuto di 90 milioni in 8 anni, che in termini percentuali equivale a una crescita del 7,6%. I comuni in zona rurale a basso grado di urbanizzazione hanno affrontato una crescita positiva e pari a 8,3%, passando da 23,5 milioni a 25,5 milioni €. In termini percentuali tuttavia sono i comuni a medio grado di urbanizzazione ad aver avuto la crescita maggiore, passando da 135,6 milioni € a 149,2 milioni € nel 2019, per una crescita totale del 10,1%.

Si è poi distinto il PIL medio comunale a seconda delle diverse regioni italiane (Figura 2.10). Ciò che è emerso è che alcune regioni che non avevano un PIL pro capite altissimo, hanno ora un PIL a livello complessivo molto alto. Questo dipende semplicemente dalla grandezza della regione e dalla popolazione presente.

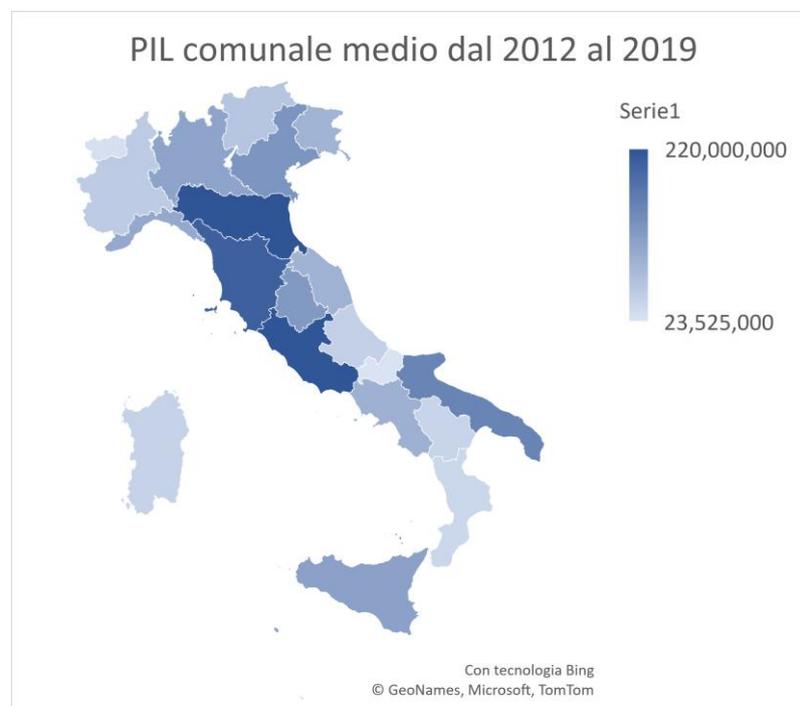


Figura 2.9 – PIL medio a livello regionale

Le regioni con PIL comunale medio più alto sono Emilia Romagna, Lazio e Toscana. Se si considerano solamente i comuni ad alto grado di urbanizzazione il Lazio è in assoluto la regione con PIL più elevato, data la presenza della capitale, con una media di 17 miliardi di PIL. Subito dopo segue il Piemonte (4,7 miliardi) e la Liguria (4,2 miliardi). Considerando invece solamente le Piccole città, dominano la classifica Umbria, Toscana e Lazio. Infine, analizzando solamente i comuni in zone rurali il PIL più alto si registra in Emilia-Romagna, Toscana e Trentino.

Osservando la crescita nel tempo in figura 2.11 si nota come il Trentino sia la regione che in media ha visto aumentare il PIL medio dei propri comuni, seguita da Veneto e Lombardia.

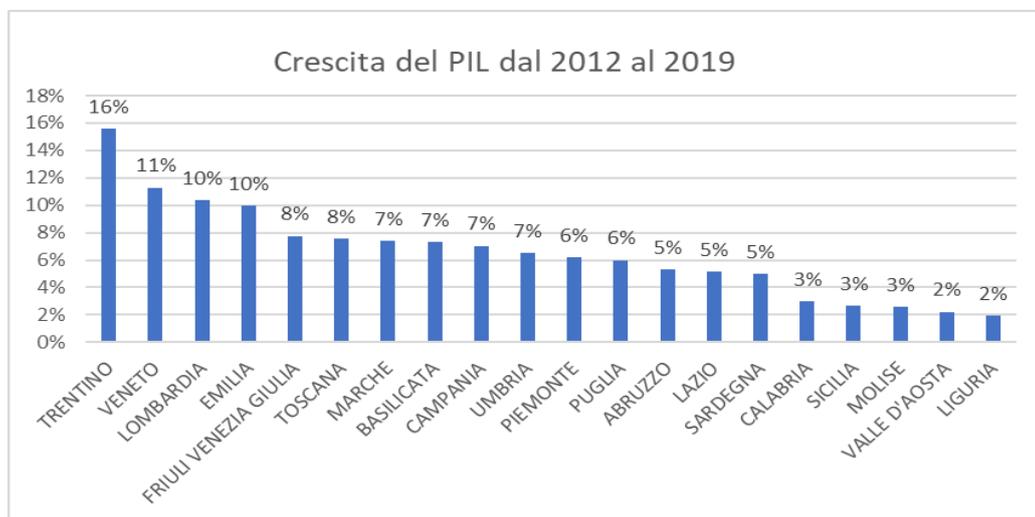


Figura 2.11 Crescita PIL a livello regionale dal 2012 al 2019

2.4 Altre variabili

Nella presente analisi sono state considerate alcune variabili che in qualche modo potrebbero avere una relazione con il PIL del paese e che potrebbero essere utili nell'analisi statistica del capitolo successivo. I dati disponibili per ogni Comune sono relativi all'ultimo censimento 2011 e, per l'analisi del capitolo successivo, sono stati considerati fissi per il periodo di tempo 2012-2019. Di conseguenza ora sarà data una panoramica generale e statica delle variabili, ad eccezione del tasso di occupazione e del tasso di disoccupazione dove saranno fatte ulteriori considerazioni sull'andamento nel tempo basate dai dati ISTAT a livello nazionale.

1- *Tasso di occupazione.* Il tasso di occupazione è il rapporto percentuale avente al numeratore la popolazione di 15 anni e più occupata e al denominatore il totale della popolazione della stessa classe di età e misura quindi la diffusione dell'occupazione tra la popolazione in età lavorativa. Rappresenta un indicatore indiretto di benessere economico, poiché dà la misura della distribuzione del lavoro e dei redditi da lavoro tra la popolazione, ma indica anche quanta parte della popolazione partecipa alla produzione della ricchezza. Dai dati ISTAT si è ricavato il grafico in figura 2.12, in cui è possibile notare un andamento positivo ma quasi costante del tasso di occupazione.

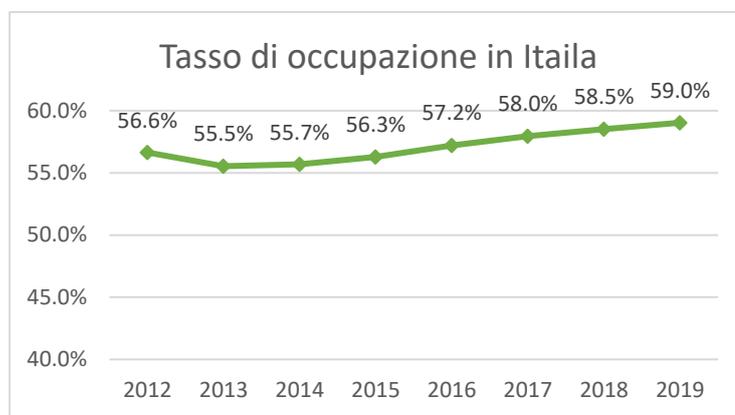


Figura 2.12 - Elaborazione dati ISTAT a livello nazionale

Distinguendo il territorio nazionale nelle sue tre fasce caratteristiche (figura 2.13) si può notare come non si evidenzino particolari differenze tra nord e centro Italia.

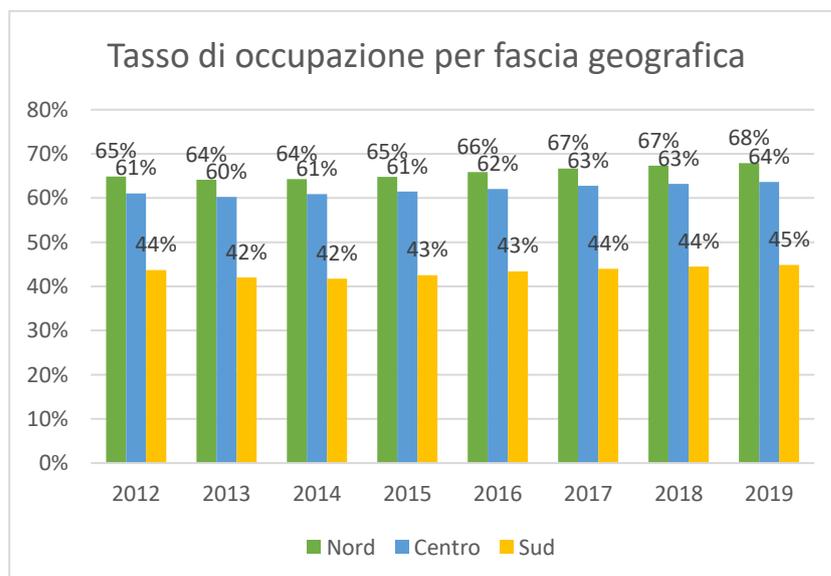


Figura 2.13 - Elaborazione dati ISTAT a livello nazionale

Il divario è invece più forte e preoccupante se si confronta il meridione con il resto del paese.

Utilizzando invece i dati comunali relativi all'ultimo censimento e distinguendo i comuni in base al grado di urbanizzazione, emerge che il tasso di occupazione non varia in modo significativo tra Città, Piccole città o zone rurali (Figura 2.14). Al contrario, invece, il tasso di occupazione è molto basso al Sud, dove la media è appena 37%, quindi 10 punti percentuali in meno rispetto al centro e 14 rispetto al nord.

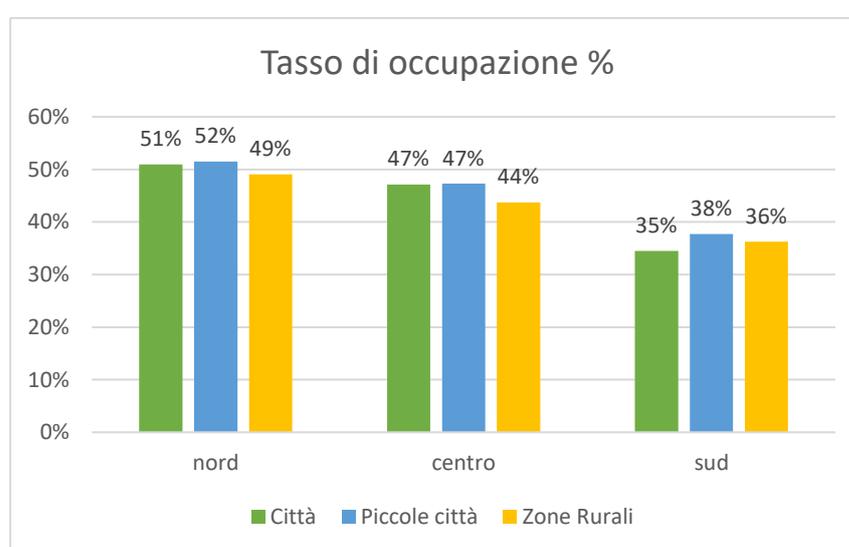


Figura 2.14 – Elaborazione dati ISTAT a livello comunale (censimento 2011)

2- *Tasso di disoccupazione.* Il tasso di disoccupazione è il rapporto percentuale avente al numeratore la popolazione di 15 anni e più in cerca di occupazione e al denominatore le forze di lavoro della stessa classe di età, dove con forza lavoro si intendono le persone occupate e quelle in cerca di occupazione. Misura quindi la mancanza di lavoro tra coloro che sono disponibili a lavorare e rappresenta un indicatore indiretto di benessere sociale, poiché dà la misura dell'intensità (non della diffusione) della mancanza di lavoro tra la popolazione disponibile a lavorare in un determinato territorio e non tiene conto al denominatore di tutti quelli che non lavorano, ovvero le non forze di lavoro: pensionati/e, giovani, casalinghi/e e altro.

Analizzando l'andamento del tasso di disoccupazione in Italia si può notare come fortunatamente negli ultimi anni si sia assistito ad una decrescita, seppur di pochi punti percentuali (Figura 2.15). Questa diminuzione del Tasso di disoccupazione

potrebbe essere verosimilmente dovuta ad un aumento del PIL (legge di OKUN) ma in realtà possono essere diverse le determinanti: il tasso di disoccupazione diminuisce se la popolazione diminuisce, se la produttività del lavoro aumenta oppure ancora se diminuisce il tasso di partecipazione, ovvero la quota di popolazione che partecipa alla forza lavoro.

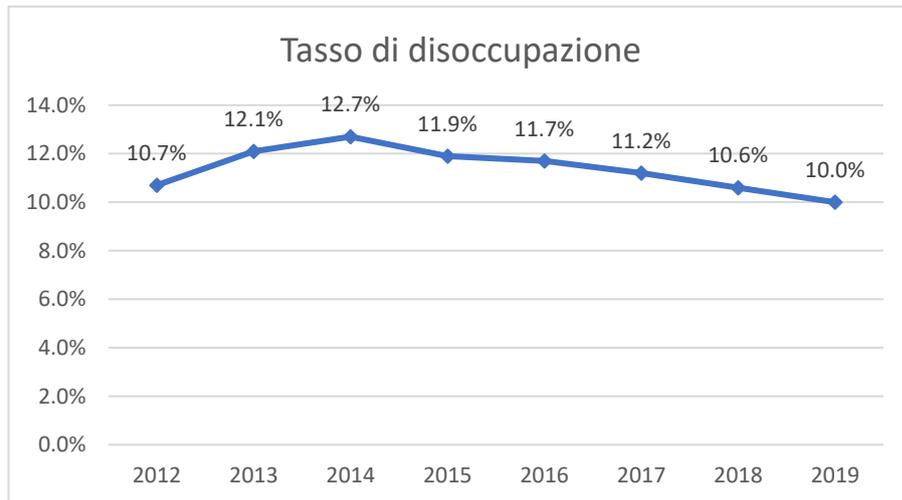


Figura 2.15 - Elaborazione dati ISTAT a livello nazionale

Similmente a quanto visto per il tasso di occupazione, il Sud Italia registra valori molto alti di disoccupazione, addirittura due volte superiori rispetto al resto del paese (Figura 2.16). Si sottolinea come in realtà può capitare che alcune persone dichiarino di essere in cerca di lavoro e quindi di essere disoccupate per ricevere aiuti finanziari, anche se non hanno nessuna intenzione di cercare attivamente lavoro.

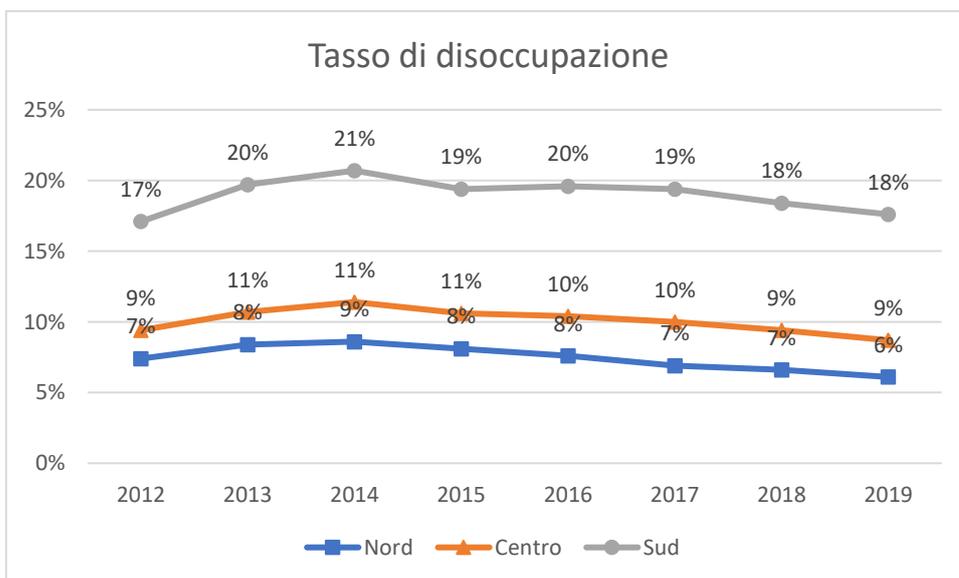


Figura 2.16 - Elaborazione dati ISTAT a livello nazionale

Per quanto riguarda invece i dati comunali relativi al censimento 2011, non sembrano esserci differenze significative tra comuni con diverso grado di urbanizzazione per la fascia Nord e il centro Italia (figura 2.17). Nel sud, invece, questa differenza è più marcata e il tasso di disoccupazione sembra essere più elevato nelle grandi città piuttosto che nei comuni delle zone rurali.

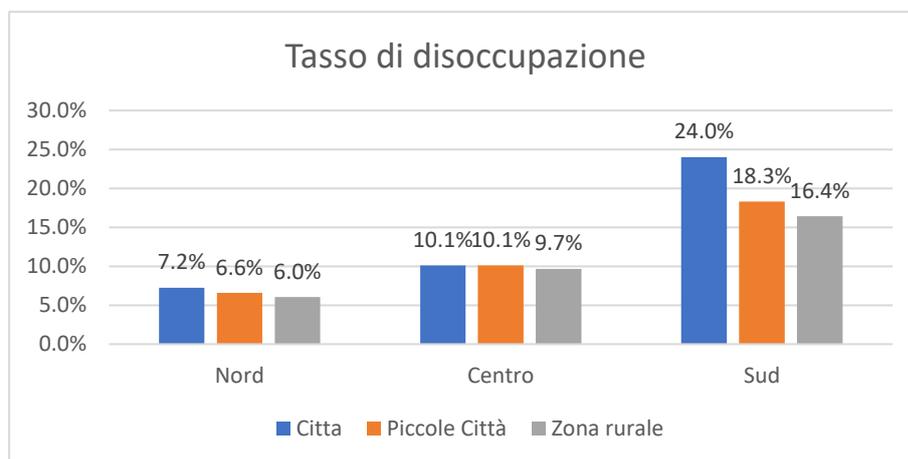


Figura 2.17 – Elaborazione dati ISTAT a livello comunale (censimento 2011)

- 3- *Tasso di attività.* Il tasso di attività è il rapporto percentuale avente al numeratore la popolazione di 15 anni e più appartenente alle forze di lavoro e al denominatore il totale della popolazione della stessa classe di età. Indica il grado di partecipazione al mercato del lavoro, serve quindi per individuare la «propensione» al lavoro tra la popolazione, espressa dalla percentuale di persone che lavorano o cercano attivamente un lavoro rispetto alla popolazione in età lavorativa. A differenza del tasso di occupazione e di disoccupazione il tasso di attività è circa allo stesso livello in tutto il territorio: al nord e al centro si registra un tasso di circa il 54% mentre al sud del 46%.
- 4- *Tasso di pendolari che per lavoro si spostano fuori dal proprio Comune.* Dai dati ISTAT è stato ricavato per ogni Comune il numero di persone che per lavoro si spostano fuori dal proprio Comune, questo valore è stato poi diviso per il numero di occupati del Comune ottenendo quindi tale rapporto percentuale. Come si può notare in figura 2.18, nelle città questo tasso è particolarmente basso, ma è del tutto giustificato dal fatto che si tratta di comuni di grande superficie che formano un ecosistema lavorativo autosufficiente anche se non del tutto impermeabile a spostamenti dall'esterno (comuni limitrofi ecc.) verso l'interno

e neanche a spostamenti dall'interno verso l'esterno. In realtà al Nord le persone che, pur abitando in città, si spostano per lavoro fuori dal proprio Comune è più alto di quanto ci si possa aspettare (30%): per poter dare una spiegazione puntuale bisognerebbe valutare il tipo di professione svolta dagli occupati per ogni Comune, analizzare la distribuzione delle aziende sul territorio e capire se il numero di imprese disposte nelle corone e nelle città metropolitane al nord è più elevato rispetto al resto d'Italia ed inoltre si potrebbe effettuare un'analisi sulla distanza percorsa da tali persone per raggiungere il luogo di lavoro e le relative tempistiche.

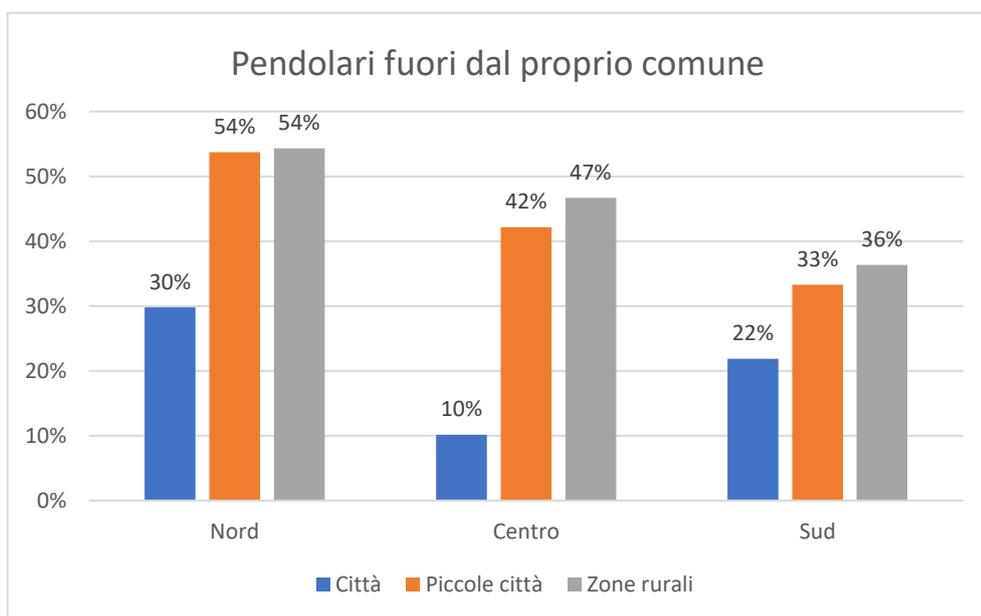


Figura 2.18 - Elaborazione dati ISTAT a livello comunale (censimento 2011)

- 5- In generale in Italia dal 2012 al 2019 si è assistito ad una diminuzione di circa 100mila imprese, passando da 4,98 milioni imprese nel 2012 a 4,87 milioni nell'ultimo anno: il numero di cessazioni è stato in valore assoluto maggiore del numero di iscrizioni.

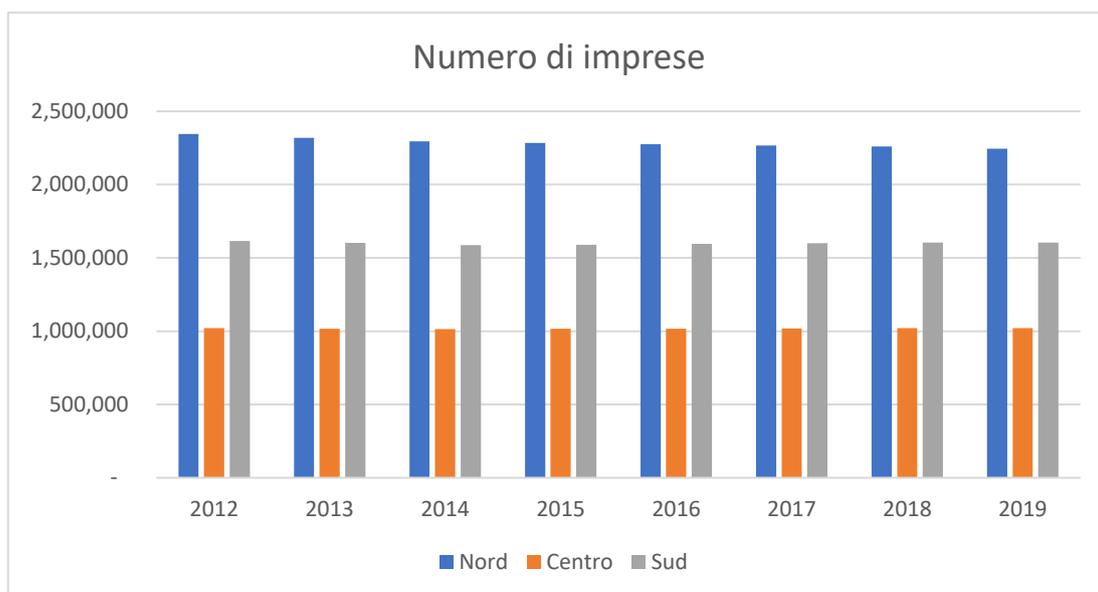


Figura 2.19 - Numero di imprese per fascia geografica

Al Nord si è registrata una decrescita del numero di imprese pari a -4%, mentre tale percentuale è pari a -1% al Sud. Al centro il numero di imprese è stato leggermente in risalita: + 0,11%.

CAPITOLO 3 - La banda ultra-larga in Italia

Nel presente capitolo sarà presentata inizialmente una breve panoramica sugli operatori presenti sul territorio nazionale, sulla suddivisione del territorio per la programmazione degli interventi di copertura e sulle tipologie di reti a banda ultra-larga che possono essere utilizzate. La seconda e principale parte del capitolo è invece dedicata allo studio della copertura di tale rete, sia lungo la dimensione temporale che su quella geografica, utilizzando il database con i dati forniti da Telecom Italia con la copertura per ogni comune italiano dal 2012 al 2019.

3.1 La rete a banda ultra-larga

Attualmente in Italia sono presenti due grandi operatori che si occupano della diffusione della banda ultra-larga: Tim S.p.A. e Open Fiber S.p.A. Tim era già presente nel mercato italiano delle telecomunicazioni come incumbent e nel 2014 ha deciso di investire nello sviluppo della infrastruttura di rete in fibra ottica. La sua strategia consiste scegliere soluzioni ibride sfruttando la rete telefonica in rame di cui è già in possesso, ponendosi come operatore retail oltre che wholesale. Open Fiber è la nuova entrante del settore, nata nel dicembre 2015 da una partecipazione paritetica tra Enel e CDP per rispondere agli obiettivi previsti della DAE. A differenza di Tim, è un operatore wholesale only, ovvero non vende servizi agli utenti finali ma nasce per rendere disponibile un'infrastruttura completamente in fibra a tutti gli altri operatori (Vodafone, Sky, Wind 3).

Dato l'elevatissimo costo di investimento che si dovrebbe sostenere al fine di creare una rete completamente in fibra, sono emerse negli anni soluzioni ibride che introducono solamente nell'ultimo miglio i tratti in fibra ottica, senza andare quindi a sostituire del tutto il doppino telefonico in rame. Queste diverse configurazioni rientrano comunque nella categoria di reti a banda ultra-larga poiché permettono di raggiungere delle velocità in downstream superiori a 30 Mbit/s. Si tratta nel dettaglio di:

- Collegamento con rete in fibra ottica fino al cabinet (FTTCab), abbinato al tradizionale collegamento in rame: è una soluzione che può assicurare una velocità di accesso teorica fino a 50 Mbps in ragione del numero degli utenti

connessi, con i tempi e i costi di realizzazione più ridotti. Questo modello non presenta criticità dal punto di vista della regolazione del settore, consentendo l'unbundling fisico dell'ultimo miglio.

- Collegamento con rete in fibra ottica fino al cabinet (FTTCab), abbinato al collegamento in rame con tecnologia DSL di ultima generazione (vectoring): permette di raggiungere una velocità di accesso teorica fino a 100 Mbps, con costi e tempi di realizzazione relativamente contenuti. Tuttavia, le prestazioni offerte da questa tecnologia sono subordinate alla distanza tra il punto di utilizzo e l'armadio di distribuzione e al numero di utenti che condividono la linea in rame: la qualità del segnale comincia a evidenziare difficoltà a partire dai quaranta accessi simultanei (in Italia, in media, ogni armadio di distribuzione serve circa 300 utenti). Inoltre, potrebbe incontrare ostacoli da parte delle Autorità di regolamentazione, in quanto non consente l'unbundling fisico dell'ultimo miglio, poiché non garantisce uguali condizioni di accesso a tutti gli erogatori di servizi di telecomunicazione presenti sul mercato;
- Collegamento con rete in fibra ottica fino all'edificio (FTTB): soluzione che introduce la fibra anche nel secondo tratto, tra gli armadi e gli edifici degli utenti finali, senza però raggiungere direttamente tutti gli appartamenti o gli uffici, dove continua a essere utilizzato il doppino telefonico. Con questa configurazione le prestazioni aumentano in maniera decisiva arrivando a una velocità di 100 Mbit/s, ma richiedendo sicuramente un investimento più significativo;
- Collegamento con rete in fibra ottica fino agli utenti finali (FTTH): questa opzione permette un'infrastruttura future proof, con i migliori standard tecnologici e la maggiore capacità di banda, in grado di supportare in prospettiva lo sviluppo della domanda e dell'offerta di contenuti e servizi, ponendo il Paese sulla frontiera dell'innovazione. Una rete di questo genere, inoltre, presenterebbe le caratteristiche di neutralità necessarie a garantire l'accesso non discriminatorio a tutti gli operatori. Tuttavia, tale soluzione comporta costi decisamente più elevati rispetto alle precedenti tipologie di reti, che sarebbero sostenibili da un punto di vista economico-finanziario solo in presenza di un adeguato bacino d'utenza.

Con riferimento agli interventi dal lato dell'offerta, si è preso atto che gli obiettivi europei non possono essere conseguiti senza un intervento pubblico che stimoli ed orienti la

programmazione dei privati. Per questo è stata approvata dal Consiglio dei Ministri nella seduta del 3 marzo 2015, la Strategia italiana per la banda ultra-larga. Per quanto riguarda la programmazione delle coperture in vista degli obiettivi della strategia, si è deciso di suddividere il territorio nazionale da un punto di vista tecnico in 94.645 sotto-aree e, da un punto di vista della qualità delle connessioni, in quattro cluster di intervento a seconda del livello di intervento pubblico necessario:

- *cluster A - aree redditizie*: si tratta di aree più favorevoli al conseguimento dell'obiettivo di realizzare reti ultraveloci a 100 Mbs entro il 2020. Comprende 15 città "nere" (le più popolate d'Italia) e le principali aree industriali. Riguarda il 15% della popolazione nazionale (circa 9,4 milioni di abitanti);
- *cluster B* – si tratta di aree per le quali non è prevista la copertura fino ai 100 Mbs, poiché le condizioni di mercato non sarebbero sufficienti a garantire i ritorni minimi necessari agli operatori, bensì sono previsti investimenti da parte di operatori privati per garantire connessioni a 30 Mbps. Include 1120 comuni in cui risiede il 45% della popolazione (circa 28,2 milioni).
- *Cluster C - aree marginali*, per le quali gli operatori possono sviluppare interesse a investire in reti con più di 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 (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 per le quali solo l'intervento pubblico diretto può garantire alla popolazione residente un servizio di connettività a più di 30 Mbps. Il cluster D raggruppa i restanti 4.300 comuni circa, situati soprattutto al Sud, e riguarda il 15% della popolazione.

Un'ulteriore classificazione delle aree del territorio nazionale distingue le aree in tre tipologie:

- *aree nere*, per le quali almeno due operatori di mercato hanno programmato investimenti (tali aree sostanzialmente corrispondono a quelle del cluster A)
- *aree bianche*, nelle quali nessun operatore di mercato, dichiara di investire per la realizzazione dell'infrastruttura (corrispondenti a grandi linee ai cluster C e D)

- *aree grigie*, per le quali vi è un solo operatore commerciale che intende effettuare investimenti per la realizzazione dell'infrastruttura (corrispondenti al cluster B).

3.2 Studio sulla Copertura della Banda Ultra-larga in Italia

Utilizzando i dati relativi alla copertura del territorio italiano, presenti all'interno del dataset di Telecom Italia, è possibile stimare la percentuale di comuni raggiunta dalla banda ultra-larga. Il dataset a disposizione è costituito da osservazioni relative a circa 7881 comuni, inferiore quindi al reale numero di comuni di oggi: questo è dovuto al fatto che non sono stati considerati i comuni creati dopo il 2011 e di cui non si disponeva delle informazioni del censimento del 2011 relative alle variabili inserite nel dataset (popolazione, tasso di occupazione, ecc.).

Innanzitutto, è necessario fare un breve accenno per quanto riguarda la diffusione dell'ADSL a 7 Mbit/s e dell'ADSL a 20 Mbit/s. La prima risulta disponibile ormai dal 2013 in tutto il territorio italiano, con meno di 300 comuni non coperti, mentre l'ADSL a 20 Mbit/s non ha ancora raggiunto la copertura totale del paese, registrando tuttavia nel 2019 un valore elevato pari all'84%.

Secondo gli obiettivi prefissati dall'Agenda Digitale 2020, si sarebbe dovuto garantire a tutti i cittadini una copertura di almeno 30 Mbit/s, prestazione raggiungibile solamente da una rete ultra-broadband. La diffusione della rete UBB in Italia è iniziata molto più tardi rispetto alle ADSL, ovvero nel 2015, anno in cui è stata varata dal Governo la Strategia nazionale per la banda ultra-larga e, per il momento, si è ancora lontani da raggiungere la copertura totale del territorio italiano: il tempo è scaduto e il risultato non è stato raggiunto.

Come si nota in figura 3.1, al 2020 infatti la percentuale di comuni coperti si assesta al 58%, quindi poco più della metà. Nel 2015 i comuni ad avere accesso alla fibra veloce sono stati il 13,2% del totale, percentuale che corrisponde a circa 1.027 comuni (figura 3.2). Nel 2016 e nel 2017 si è verificata una crescita molto elevata e positiva della copertura, dovuta probabilmente a una programmazione degli interventi migliore e più efficiente (anche grazie all'esperienza accumulata negli anni precedenti) e/o a maggiori investimenti.

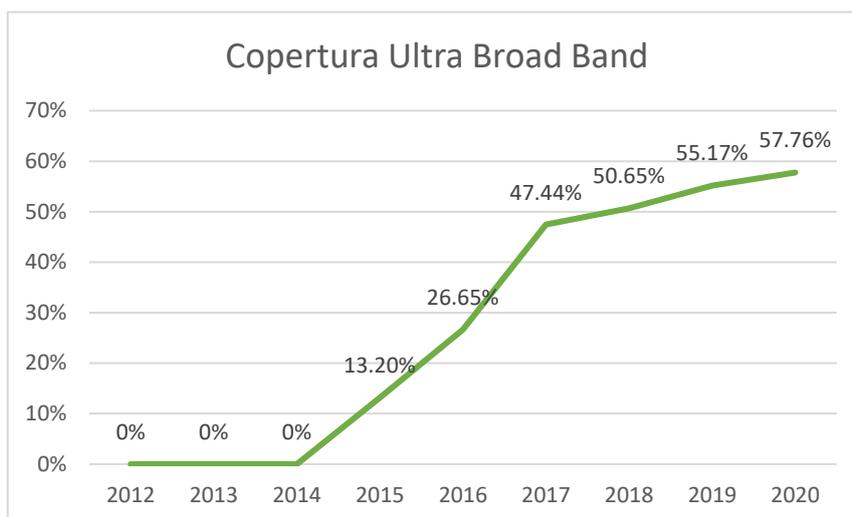


Figura 3.1 – Elaborazione dati Telecom Italia a livello comunale

Il numero di comuni coperti nel 2016 infatti è raddoppiato rispetto all'anno precedente, e nel 2017 è più che triplicato, raggiungendo un totale di 3691 comuni coperti su 7781 e una copertura del 47,4%.

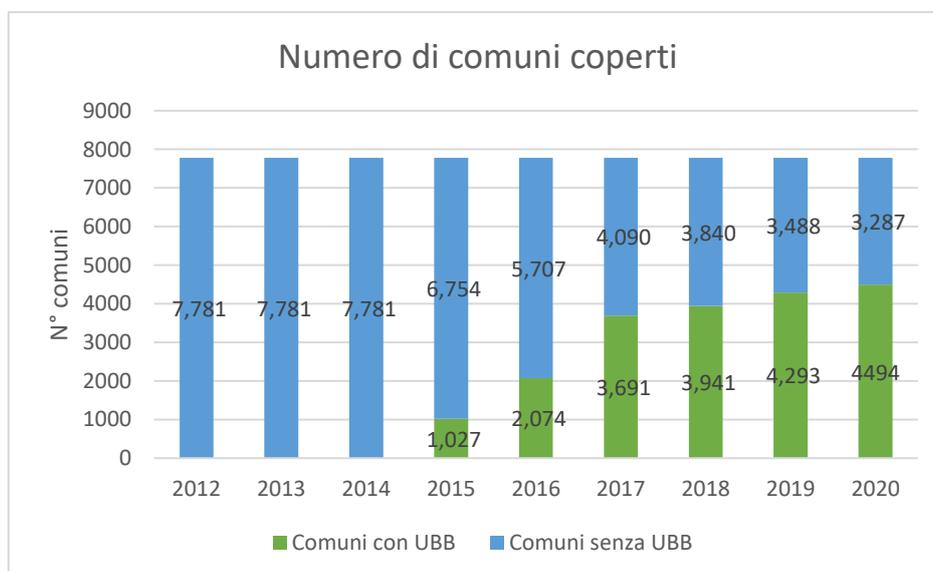


Figura 3.2 - Elaborazione dati Telecom Italia a livello comunale

A partire dal 2018 si è purtroppo interrotto questo trend positivo: il numero di comuni coperti alla fine del 2018 è stato di 3941, quindi meno di 300 coperture in un solo anno, rispetto alle 1600 effettuate nel solo anno precedente. Nel 2019 la copertura è arrivata al 55% e nel 2020 a 57%. Se per l'ultimo anno è possibile giustificare il rallentamento in ottica della pandemia che ha colpito duramente il nostro paese, il trend poco dinamico

degli anni precedenti lascia a desiderare. Tuttavia, una possibile ragione potrebbe essere che i comuni più facilmente accessibili siano stati quasi tutti interamente coperti nei primi anni, sfruttandone anche la vicinanza reciproca per poter coprire, un comune alla volta, una intera zona. Se i comuni invece sono molto distanziati tra loro, si trovano in zone rurali o ad altitudini più elevate, allora gli interventi potrebbero essere più costosi in termini di risorse e di tempo.

In realtà, un'ulteriore e chiara spiegazione emerge guardando la figura 3.3¹. Come si può vedere, infatti, al 2019 il numero di comuni coperti è di poco superiore della metà, ma in realtà la popolazione coperta è già il 90%, ovvero quasi 54 milioni di persone raggiunte con la fibra. Questo significa che le persone che ad oggi non hanno accesso alla fibra ad alta velocità sono ormai poche (circa 5,8 milioni) e che probabilmente, come già si era ipotizzato, rimangono da coprire prevalentemente comuni molto piccoli, scarsamente popolati e localizzati in aree più rurali.

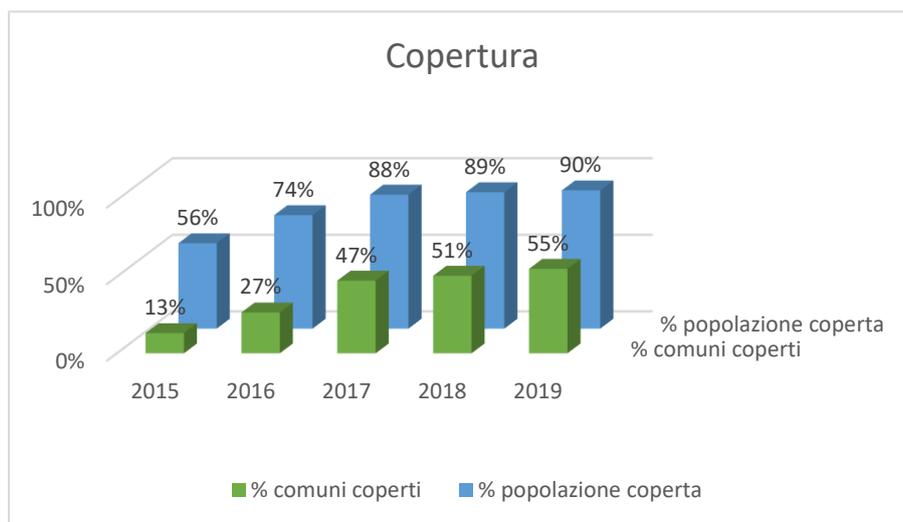


Figura 3.3 – Elaborazione dati Telecom Italia a livello comunale

Inoltre, la maggior parte dei comuni italiani ha piccolissime o piccole dimensioni (rispettivamente fino a 10,00 e da 10,01 a 20,00 chilometri quadrati) ma la maggior parte della popolazione (68,5 %) vive nei Comuni medi. Quindi, nonostante gli obiettivi di copertura totale della popolazione non siano stati raggiunti entro l'anno prefissato, non sembra mancare molto.

¹A partire dal grafico 3.3 le analisi sono state svolte sul database PIL-UBB che comprende tutti i comuni dal 2012 al 2019 (escludendo il 2020) e le relative informazioni su popolazione, occupazione ecc.

In figura 3.4, si nota che la diffusione della rete FTTH è iniziata un paio di anni dopo rispetto all'introduzione della rete ultra-broadband in Italia, ma soprattutto che la copertura è ancora ampiamente insufficiente. Nel 2019 si stima, infatti, che i comuni coperti con FTTH siano stati appena il 6% del totale. Si deduce quindi che fin dal 2015 si è optato per l'implementazione prevalente di soluzioni FTTB e FTTC, scelta probabilmente guidata dagli elevati costi richiesti per costruire una rete di tipo FTTH.

Della diffusione a livello nazionale dell'infrastruttura in FTTH se ne sta occupando Open Fiber.

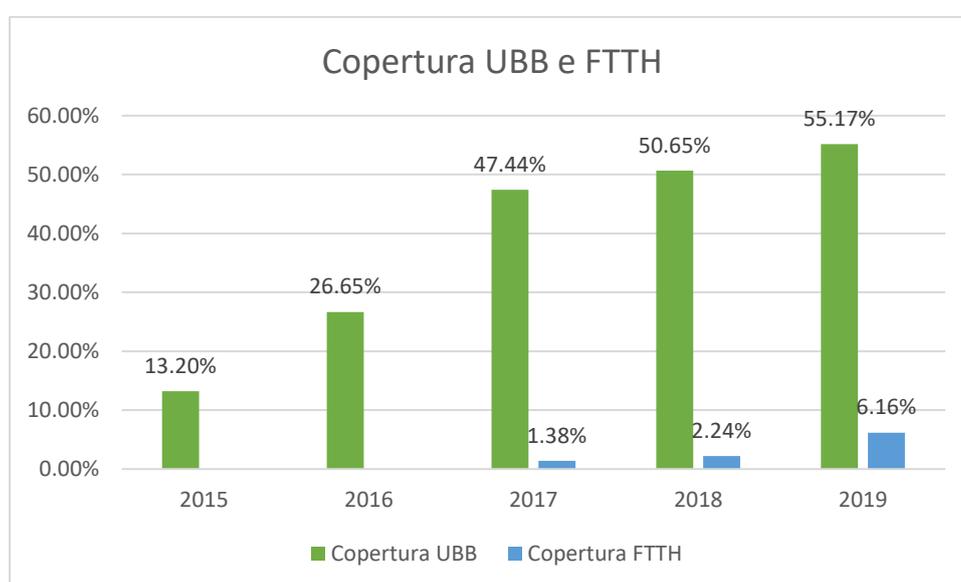


Figura 3.4 - Elaborazione dati Telecom Italia a livello comunale

Passando ad analizzare la copertura a livello regionale, emerge che la Lombardia è la regione con il più alto numero di comuni coperti al 2019 (798), seguita dal Veneto (con 408) e dalla Campania (con 373). In realtà come si nota in figura 3.5, la copertura in Lombardia risulta essere pari solo al 54%, minore persino della media nazionale del 55%. La Toscana, dove i comuni coperti sono solo 233, si posiziona prima come copertura. Dopo di lei si trovano Sicilia con 82% e Calabria con 80%. D'altronde, per la copertura in % si deve tenere conto del numero di comuni presente in ogni regione: Sicilia, Veneto, Calabria, Toscana hanno un numero di comuni da coprire decisamente ridotto rispetto a regioni quali Lombardia (1481 comuni considerati) e Piemonte (1165 comuni), in cui è richiesto quindi uno sforzo maggiore a livello di interventi da effettuare. La Valle d'Aosta

invece rimane all'ultimo posto sia a livello di numero di comuni coperti (solo 15 in tutta la regione), sia livello di copertura (20%).

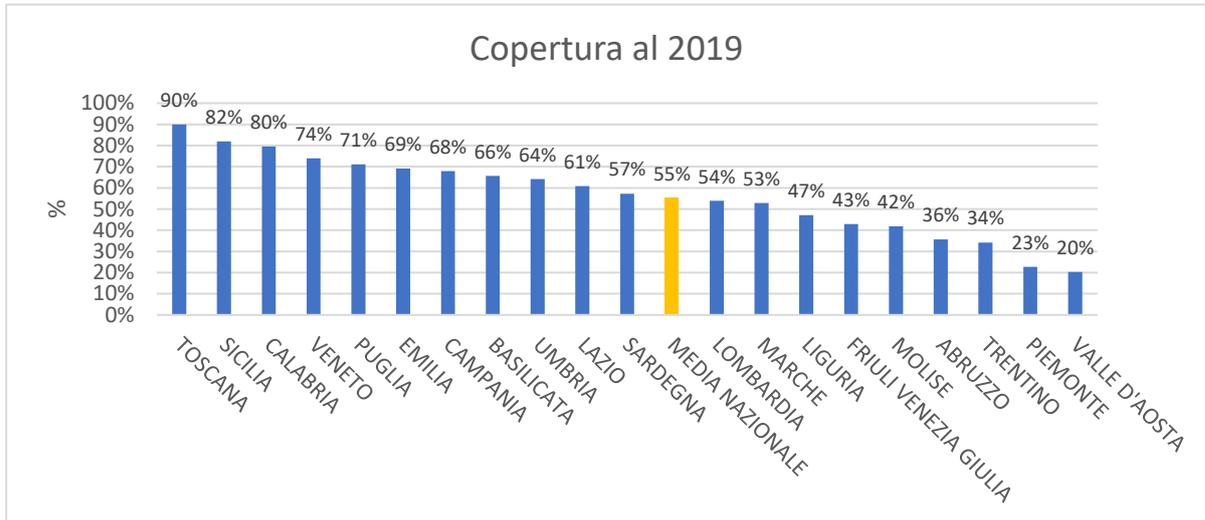


Figura 3.5 - Elaborazione dati Telecom Italia a livello comunale

Si è poi distinto l'andamento della copertura per le diverse fasce geografiche. Emerge nuovamente la forte crescita che c'è stata nei primi tre anni: il numero di comuni coperti in % è stato da subito molto alto nelle regioni meridionali, seguite poi dalle regioni del centro Italia che nel giro di tre anni hanno raggiunto il 60% di copertura (figura 3.6). Più lenta la crescita al Nord Italia, dove ad oggi neanche metà dei comuni presenti sono connessi.

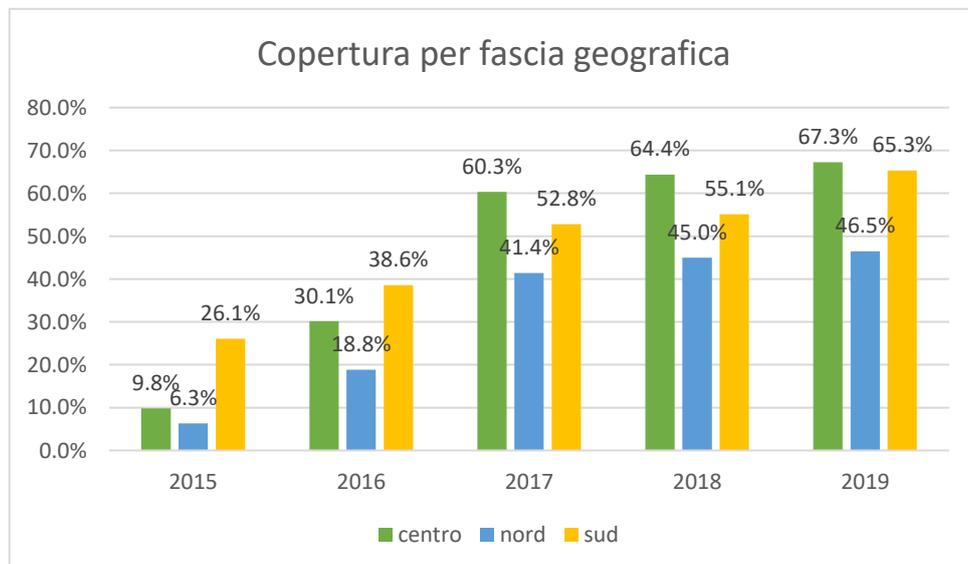


Figura 3.6 - Elaborazione dati Telecom Italia a livello comunale

Tuttavia, sul totale dei comuni coperti in Italia (4492), solamente il 15% appartiene a Marche, Toscana, Lazio e Umbria, il 39% sono invece comuni del Sud mentre il 46% sono comuni della zona settentrionale della penisola. Se si analizza la copertura sulla popolazione, invece, emerge che al 2019 il centro e il sud sono quasi interamente coperti con rispettivamente il 94% e il 92% mentre al Nord l'87% dei residenti dispongono di una connessione a banda ultra larga.

Prendendo in considerazione il grado di urbanizzazione dei comuni italiani (Figura 3.7), emerge come si sia raggiunta la copertura totale delle Città già a partire dal 2017, permettendo a circa 21 milioni di persone di usufruire della rete. Anche per le Piccole Città, dove risiedono 28,3 milioni di persone, si è raggiunto l'85% di comuni coperti, a cui corrisponde il 96% della popolazione delle Piccole Città.

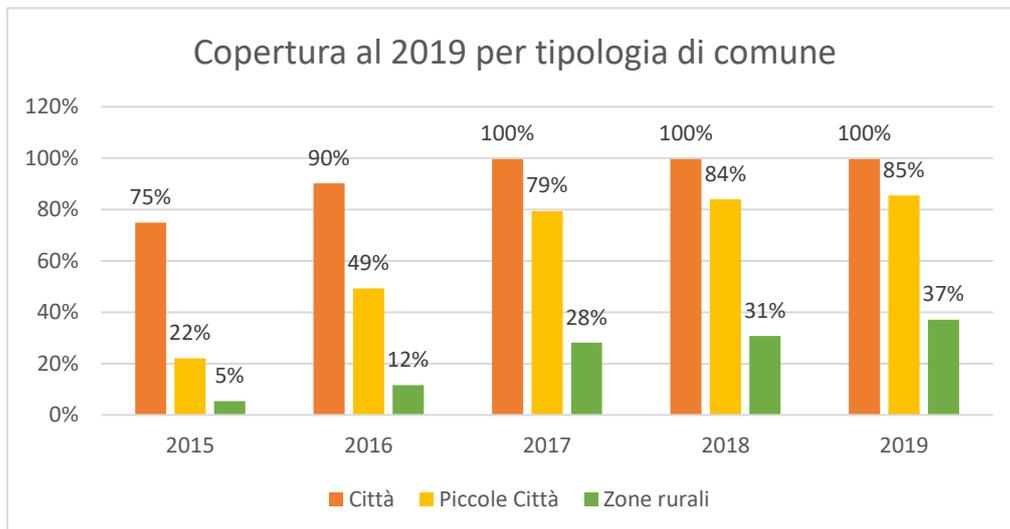


Figura 3.7 - Elaborazione dati Telecom Italia a livello comunale

Più lenta è invece la diffusione dell'infrastruttura di telecomunicazioni UBB nelle zone rurali del paese, dove ad oggi solamente il 37% dei comuni è coperto e solamente poco più della metà (54%) dei residenti in questi comuni dispongono dell'accesso alla rete.

A questo punto è stata fatta una distinzione tra comuni per livello di altitudine rispetto al centro. Seguendo le linee guida dell'ISTAT sono stati considerati comuni montani tutti quelli situati a più di 600 metri di altitudine, comuni collinari se l'altitudine è compresa tra 300 e 600 metri, ed infine comuni in zona pianeggiante se situati a meno di 300 metri rispetto al livello del mare. Il territorio italiano è composto da una prevalenza di comuni situati in pianura (52%) che al 2019 hanno raggiunto una copertura pari al 66% (Figura

3.8). I paesi collinari invece rappresentano il 29% dei comuni italiani e sono stati coperti per poco più della metà (51%). Infine, come ci si poteva aspettare, i meno coperti con solamente il 30% sono i comuni situati ad alte altitudini, che rappresentano però solamente il 19% dei comuni italiani.

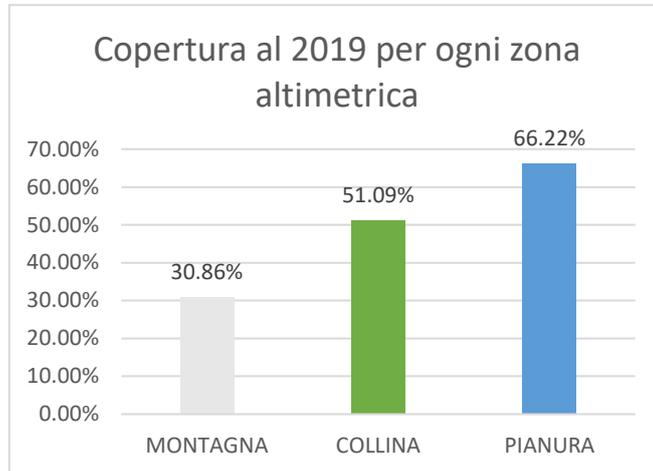


Figura 3.8 - Elaborazione dati Telecom Italia a livello comunale

Infine, incrociando i dati sulla tipologia di comune e sul livello di altitudine, si è ottenuto il grafico in figura 3.9. Come era stato ipotizzato all'inizio dell'analisi, rimangono da coprire principalmente comuni situati in zone rurali ed in particolare ad altitudini superiori a 600 metri.

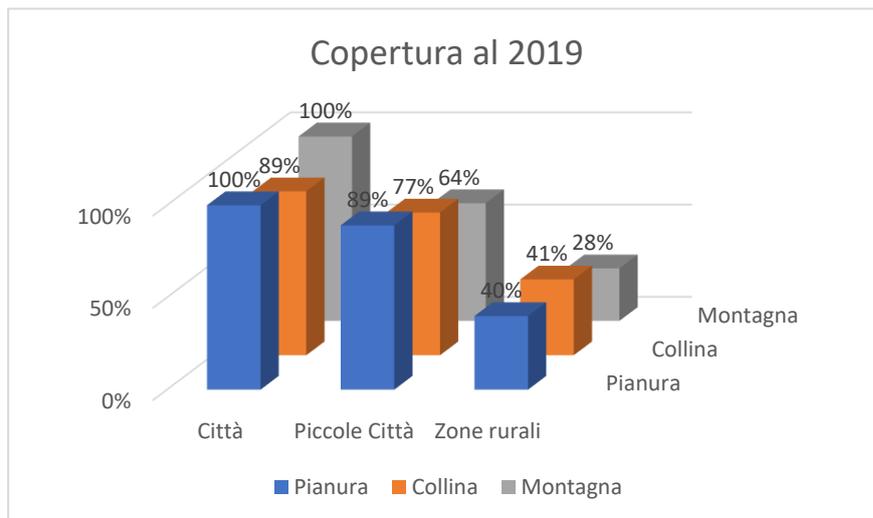


Figura 3.9 - Elaborazione dati Telecom Italia a livello comunale

Questi comuni sono caratterizzati per lo più da una economia basata soprattutto sui settori primario e secondario, ed è molto arretrata rispetto al resto dell'Italia. Di conseguenza, dal punto di vista prettamente teorico, l'impatto che la banda larga potrebbe avere sulla crescita economica locale se solo questi comuni fossero coperti, risulterebbe molto significativo. Il fatto che, ad oggi, la copertura in queste zone sia ancora così bassa accentua ulteriormente il rischio di lasciare indietro una larga fetta di abitanti e aumentare il divario digitale che per i comuni montani e le zone marginali e rappresenta una vera e propria emergenza. In queste condizioni è impossibile per un comune o un'azienda innovare processi o digitalizzarli, ma molto spesso il problema è la mancanza della connessione per svolgere anche attività di base, come la didattica a distanza. La conseguenza più grave risulta lo spopolamento e desertificazione commerciale di tali comuni: in particolare, nelle aree non raggiunte dai collegamenti internet ultra-veloci ci sono imprese più piccole, un maggior numero di disoccupati e un tasso di mortalità delle aziende superiore alla media nazionale. Nei comuni delle aree bianche, tra il 2011 e il 2018, la popolazione è diminuita di 118 mila persone, pari a un calo dell'1,1%. La popolazione dei comuni coperti è aumentata invece del 2,8%, per un totale di 902 mila persone in più durante gli ultimi 7 anni. Il 54% degli addetti che lavorano in comuni area bianca sono occupati in unità locali con meno di 10 addetti, percentuale che arriva al 79% se si contano tutte le aziende con meno di 50 addetti. Nei comuni coperti, invece, i lavoratori di aziende con meno di 50 addetti sono circa il 70%.

Inoltre, secondo una ricerca dell'università di Padova, il 42,3% degli italiani sarebbe disposto a lasciare il proprio Paese per cercare nuove opportunità lavorative, per avere servizi per il tempo libero e i consumi allineati con il livello europeo e per disporre di una migliore connettività e accessibilità a internet.

Si può ritenere che per l'analisi del seguente capitolo il campione di riferimento di comuni dotati del servizio sia comunque soddisfacente per poter valutare la presenza in Italia di un effetto della copertura della banda ultra-larga sulla crescita economica locale e le eventuali esternalità tra comuni contigui, anche se la mancata copertura dei comuni in zone disperse e montani potrebbe portare a una sottostima puramente ipotetica e teorica dell'impatto.

CAPITOLO 4 – ANALISI ECONOMETRICA

4.1 IMPATTO DELLA FIBRA SUL PIL (SOMMA DEI REDDITI)

4.1.1 METODO OLS

Il primo metodo utilizzato (nonché il più diffuso) per ottenere una stima dei parametri di un modello di regressione lineare è l'Ordinary Least Squares (OLS), ovvero il metodo dei minimi quadrati ordinari: esso attribuisce ai parametri della relazione quei valori che minimizzano il quadrato delle differenze fra le osservazioni reali della variabile dipendente e i valori della corrispondente retta di regressione stimata. Tali distanze sono anche dette residui u .

La generica relazione di una regressione semplice lineare è:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i,$$

- Y la variabile dipendente che descrive il fenomeno di interesse.
- X la è variabile esplicativa indipendente (ovvero il regressore) di Y .
- β_0 e β_1 due parametri incogniti e da stimare.
- u è la variabile casuale che serve a cogliere qualsiasi altro effetto non esplicitato (spesso non osservabile direttamente e non misurabile) e che dipende dalla qualità del modello (in un buon modello l'errore sarà marginale).

Fra le infinite coppie (β_0, β_1) e quindi fra le infinite corrispondenti rette possibili si sceglie quella che minimizza la somma dei quadrati degli scarti, ovvero quella per cui risulta:

$$\sum_{i=1}^n u_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 = \text{minimo } (\beta_0, \beta_1)$$

Si svolgono le derivate prime dei quadrati degli errori rispetto a β_0 e β_1 ponendole uguale a 0 e dalla risoluzione del relativo sistema di equazioni lineare si ottengono le seguenti stime dei minimi quadrati dei parametri della retta di regressione:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{S_{xy}}{S_x^2} \quad \hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}$$

I valori stimati di y_i e u_i sono:

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \bar{x} \text{ con } i=1,2,\dots,n$$

$$u_i = y_i - \hat{y}_i \text{ con } i=1,2,\dots,n$$

In generale per valutare se la funzione di regressione si adatta bene al comportamento dei dati si calcolano alcune misure della bontà/robustezza del modello:

- Coefficiente di determinazione $\in [0,1]$:

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS} = \frac{\sum(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum Y_i - \bar{Y})^2} = \frac{\sum \hat{u}_i^2}{\sum u_i^2} = \frac{\text{varianza spiegata}}{\text{varianza osservata}}$$

È la frazione di varianza (campionaria) di Y spiegata dal modello di regressione adottato. Più è alto più la variabile X spiega bene la variabilità dei dati ($>0,4$). Se è basso significa che esistono altre variabili importanti non considerate nel modello che spiegano il comportamento di Y oppure che la forma funzionale considerata non è adatta a spiegare il comportamento di Y.

- Errore standard della regressione:

$$SER = \frac{\sum(\hat{u}_i - \bar{\hat{u}})^2}{n-2} = \frac{\sum \hat{u}_i^2}{n-2} = \frac{ESS}{n-2} \rightarrow RMSE = \frac{\sum \hat{u}_i^2}{n} = \frac{ESS}{n}$$

Il SER/RMSE calcola la varianza del residuo/errore di regressione, ma dato che $\bar{\hat{u}} = \frac{\sum \hat{u}_i}{n} = 0$, è come se stesse misurando la dimensione media dell'errore. Più il valore è basso, più l'interpolazione è precisa.

Affinché gli stimatori OLS $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1$ non siano distorti, ossia stimino in modo corretto i veri parametri della popolazione, devono essere valide le seguenti assunzioni sui minimi quadrati:

- La distribuzione dell'errore di regressione u condizionata a X ha media nulla, ossia per ogni valore di X la media dell'errore di regressione è nulla $E(u_i|X_i)=0$. In altre parole, non c'è correlazione tra variabile X e l'errore u ovvero u è distribuito indipendentemente da X : $\rho(X,u) \neq 0$. Ma poiché l'errore u tiene conto dei fattori

omessi vuol dire che non c'è correlazione tra la variabile X e fattori omessi (non considerati nel modello), ovvero la variabile X è distribuita in modo casuale ed indipendentemente dai fattori omessi: $\rho(X,Z) \neq 0$.

- Tutti i dati sono estratti indipendentemente e devono essere identicamente distribuiti (i.i.d).
- Gli outlier (valori estremi) di X e Y sono rari.

Se valgono le 3 assunzioni OLS allora la distribuzione campionaria di $\hat{\beta}_1$ è una distribuzione normale per campioni grandi (n grande).

Una volta trovato il coefficiente (ed il suo segno), è necessario verificarne la significatività, ovvero capire se l'ipotesi nulla ($\beta_1 = 0$) è rifiutata oppure no. Se si rifiuta l'ipotesi nulla, vuol dire che c'è un effetto causale della variabile indipendente sulla variabile dipendente. Per farlo si utilizza il seguente test d'ipotesi:

$$\text{Test ipotesi: } \begin{cases} H_0: \beta_1 = 0 \\ H_1: \beta_1 \neq 0 \end{cases}$$

In particolare, si ricava la statistica test t come:

$$T_{\text{test}} = \frac{\hat{\beta}_1 - 0}{\text{SE}(\hat{\beta}_1)} = \frac{\hat{\beta}_1}{\text{SE}(\hat{\beta}_1)} \text{ con } \begin{cases} \hat{\beta}_1 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2} = \frac{S_{XY}}{S_X^2} \\ \text{SE}(\hat{\beta}_1) = \sqrt{\frac{1}{n} * \frac{1}{n-2} \frac{\sum[(X_i - \bar{X})\hat{u}_i]^2}{\frac{1}{n} \sum(X_i - \bar{X})^2}} \end{cases}$$

Si confronta la statistica con i valori critici in base al livello di significatività scelto e si decide se accettare o rigettare ipotesi nulla:

$$|T_{\text{test}}| \geq t_c \text{ rifiuto } H_0$$

Se il livello di significatività è pari a 1%, la T calcolata deve essere maggiore in valore assoluto di $t_c=2,58$, con significatività del 5% deve essere maggiore di $t_c=1,96$ oppure con significatività del 10% deve essere maggiore di $t_c=1,645$. Ovviamente, minore è il livello di significatività, più il risultato ottenuto è statisticamente significativo se rifiuto H_0 . In altre parole, più piccolo è il p-value, minore è il livello di significatività con cui è possibile

rigettare l'ipotesi nulla e quindi esiste una minore probabilità di commettere un errore nel rifiutare H_0 .

Allo stesso modo è possibile calcolare l'intervallo di confidenza: si tratta di un intervallo che contiene il vero valore del parametro β_1 con una probabilità $(1-x\%)$. In altre parole, è quella serie di valori di β_1 tali per cui se il valore dell'ipotesi nulla cade fuori, essa può essere rigettata con un livello di significatività (probabilità di errore) di $x\%$.

$$I_{(1-x)\%} = \hat{\beta}_1 \pm (t_c * SE(\hat{\beta}_1))$$

Per tutte le regressioni che saranno presentate, si utilizzano errori standard robusti all'eteroschedasticità. D'altronde, non inserire il termine robust nella regressione va bene solo quando si è sicuri al 100% di avere errori omoschedastici. Si è in presenza di omoschedasticità degli errori se la varianza/dispersione dell'errore di regressione u per ogni valore di X è costante, quindi non dipende da X . La distribuzione dei valori di Y ha varianza/variabilità costante al variare di X (per ogni X , i valori osservati di Y sono distribuiti con una certa varianza che è costante al variare di X).

$$\text{VAR}[u_i|X_i] = \text{cost}$$

In presenza di omoschedasticità e se le 3 ipotesi OLS ($\hat{\beta}_1$ non distorto) lo stimatore $\hat{\beta}_1$ è il più efficiente tra gli stimatori di β_1 (minore varianza).

Al contrario, si ha eteroschedasticità negli errori se la varianza/variabilità dell'errore di regressione u per ogni valore di X non è costante, ma dipende da X . Inoltre, la distribuzione dei valori di Y ha una varianza che non è più costante ma varia al variare di X .

$$\text{VAR}[u_i|X_i] \neq \text{cost}$$

Se si ipotizza omoschedasticità in presenza di eteroschedasticità, ossia si usano le formule per omoschedasticità pura invece che quelle robuste per eteroschedasticità, si arriva ad una valutazione errata dello SE del coefficiente. Anche se $\hat{\beta}_1$ non è distorto, il suo SE risulta più piccolo rispetto al dovuto, di conseguenza la statistica t test sarà maggiore (perché diminuisce il denominatore) e quindi aumenta la possibilità di sbagliare inferenza statistica, ossia rifiutare erroneamente H_0 quando in andrebbe accettata.

Specificazione del modello

L'obiettivo di questo capitolo è studiare l'impatto della copertura della banda ultra-larga sulla crescita economica locale. È stata scelta come variabile di interesse il PIL comunale, calcolato in due differenti modi: nel primo metodo il PIL è il risultato della somma dei redditi lordi dichiarati dai cittadini di un ogni comune in ogni anno all'IRPEF, mentre successivamente è stata svolta l'analisi considerando il PIL come il reddito imponibile di un comune, ovvero la risultante della somma dei redditi meno le deduzioni fiscali. In ogni modello la variabile indipendente è la copertura di ogni comune espressa come dummy (1 se il comune è coperto in quell'anno t , 0 altrimenti). Poiché si è interessati maggiormente alla variazione percentuale della variabile piuttosto che a quella puntuale, è stata effettuata una trasformazione logaritmica sul gdp. I logaritmi sono utili per quelle relazioni che possono essere espresse in modo naturale in termini percentuali. Si tratta quindi di un modello log-lineare in cui ad un valore pari a 1 della dummy di copertura UBB, corrisponde una variazione in Y pari a $100 \times \beta_1\%$ del gdp.

$$\text{Log_gdp}_{ct} = \beta_0 + \beta_1 \text{UBB}_{ct} + u_{ct}$$

In realtà, questo primo modello lineare è incompleto e molto impreciso: i fattori che influenzano la variazione di PIL (oltre alla copertura) e che sono correlati con la diffusione UBB (ultra broad-band) possono essere molti, più o meno impattanti, ed è necessario includerli nel modello per poter avere una stima più precisa.

In generale, lo stimatore OLS β_1 è caratterizzato da una distorsione da variabile omessa quando quest'ultima è contemporaneamente correlata con il regressore X ed è una determinante della variabile dipendente Y .

È necessario quindi includere le variabili omesse nella regressione stessa. Questo tipo di regressione è definita regressione multipla, la cui formulazione è la seguente:

$$\text{log_gdp}_{ct} = \beta_0 + \beta_1 \text{UBB}_{ct} + \gamma X_{ct} + \delta D_t + \varepsilon_{ct}$$

Rispetto a prima si è aggiunto il fattore X_{ct} , ovvero il vettore delle variabili di controllo. I coefficienti di queste variabili, se correttamente introdotti, consentono di ottenere una stima del parametro β_1 meno distorta.

Questo vettore nel modello proposto raccoglie diverse variabili:

1. Logaritmo della popolazione presente nel comune c ;
2. Percentuale di laureati nel comune c ;
3. Logaritmo dell'altitudine del comune c ;
4. Tasso di occupazione (non espresso in forma logaritmica essendo già un tasso per definizione) nel comune c ;

D_t rappresenta invece il vettore di 8 variabili dummy per gli anni dal 2012 al 2019. Queste variabili permettono di controllare per tutti i trend annuali; in ognuno degli output successivamente mostrati sono state considerate nella formula di regressione ma poi sono state omesse dalla tabella finale. Inoltre, per evitare la collinearità è stata rimossa la dummy relativa all'anno 2012.

ε_{ct} rappresenta l'errore di regressione, costituito da ulteriori fattori omessi, spesso non osservabili o non misurabili.

Il modello finale per l'analisi OLS, a prescindere dalla metodologia usata per calcolare il gdp , risulta essere quindi:

$$\begin{aligned} \log_gdp_{ct} = & \beta_0 + \beta_1 UBB_{ct} + \beta_2 \log_popolazione_c + \beta_3 \log_altitudine_c \\ & + \beta_4 laureati_c + \beta_5 tasso_occupazione_c + \beta_6 \log_densità_c \\ & + \gamma_t D_t + \varepsilon_{ct} \end{aligned}$$

Questo tipo di regressione multipla permette di valutare l'effetto causale della copertura sul PIL pro capite tenendo ferme le altre variabili di controllo, quindi scorpora da β_1 l'effetto causale su Y generato dalle altre variabili, che vengono quantificate negli altri coefficienti.

Le assunzioni dei minimi quadrati per la regressione multipla sono le stesse di quelle per la regressione semplice, ma con l'aggiunta di una assunzione: l'assenza di collinearità perfetta. Per collinearità perfetta si intende il caso in cui uno dei regressori sia una funzione lineare esatta degli altri.

$$X_1 = f(X_2) \text{ lineare} \rightarrow \rho_{X_1, X_2} = \frac{-1}{1}$$

Si parla invece di collinearità imperfetta quando due o più regressori sono altamente correlati tra loro (ρ vicina a 1, -1) e le variabili catturano lo stesso concetto. Il calcolo di uno stimatore presuppone di tenere costante l'altro regressore ma se sono fortemente correlati questo significa che c'è poca variabilità del regressore considerato, l'SE è alto, quindi la statistica test è molto bassa e l'inferenza statistica è potenzialmente errata (accetto H_0 quando dovrei rifiutare). In altre parole, una variabile "mangia" l'altra catturando la sua significatività.

È proprio a causa della collinearità imperfetta che nella regressione in OLS è stato deciso di omettere la variabile che misura il numero di imprese presenti in un comune: calcolandone la correlazione con la popolazione è risultata molto vicina all'unità, di conseguenza nella regressione multipla si è deciso di ometterla. Sarà successivamente inserita in altre regressioni.

Risultati ottenuti

Come si evince dall'output di regressione 1, il coefficiente β_1 è significativo per un livello di significatività dell'1%, pertanto si rifiuta l'ipotesi nulla secondo cui $\beta_1 = 0$; l'impatto che emerge è negativo ed è pari a 5,58%: in particolare se il comune è coperto, il gdp diminuisce del 5,58%. Come ci si poteva aspettare, anche il logaritmo della popolazione ha un impatto significativo e molto positivo sul PIL locale. Si nota che calcolando il PIL come somma dei redditi lordi dichiarati all'IRPEF dai contribuenti in un certo comune c , la popolazione risulta essere la variabile di controllo più importante. Logicamente, se aumenta la popolazione, potrebbe aumentare anche il numero di contribuenti, a meno che i nuovi residenti siano solo neonati e/o minori e se aumenta il numero di contribuenti il PIL comunale aumenta. Il modello spiega già molto bene la variabilità dei dati. L^2 infatti è già molto alto e pari a 95%.

Il coefficiente β_1 tuttavia può essere ancora migliorato, dal momento che da un punto di vista teorico, mancano altri fattori impattanti.

VARIABLES	(1)	(2)
	log_gdp (anno)	log_gdp (anno)
tot_dum_ubb	1.647*** (0.0135)	-0.0558*** (0.00369)
log_popolaz		1.030*** (0.000957)
Constant	17.21*** (0.0158)	9.101*** (0.00803)
Observations	62,195	62,179
R-squared	0.180	0.959

Robust standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

*Output 1 – Analisi di regressione OLS con variabile indipendente
logaritmo del PIL del comune (somma dei redditi lordi)*

Si è deciso di introdurre il logaritmo dell'altitudine: come mostrato nel capitolo 2, nei comuni in zone pianeggianti, ad un'altitudine minore di 300 m, il PIL ed il PIL pro-capite sono sempre più alti rispetto a comuni situati in zone collinari o addirittura montane. Sembra quindi esserci una correlazione negativa tra altitudine e crescita economica locale. Di segno negativo è anche la relazione tra altitudine e copertura: man mano che si considerano comuni situati ad altitudini maggiori, la tecnologia UBB è sempre meno diffusa.

VARIABLES	(1)	(2)	(3)
	log_gdp (anno)	log_gdp (anno)	log_gdp (anno)
tot_dum_ubb	1.647*** (0.0135)	-0.0558*** (0.00369)	-0.0549*** (0.00366)
log_popolaz		1.030*** (0.000957)	1.019*** (0.00104)
log_altit			-0.0255*** (0.000885)
Constant	17.21*** (0.0158)	9.101*** (0.00803)	9.326*** (0.0112)
Observations	62,195	62,179	62,155
R-squared	0.180	0.959	0.960

Robust standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

*Output 2 – Analisi di regressione OLS con variabile indipendente logaritmo
del PIL del comune (somma dei redditi lordi)*

Il coefficiente β_1 diminuisce leggermente, segno che prima era sovrastimato. Ora, se il comune è coperto con la banda ultra-larga, il PIL comunale diminuisce dell'5,49%: tale impatto è significativo con una probabilità di errore minore dell'1%. Inoltre, l'altitudine effettivamente ha una correlazione negativa, a parità di tutte le altre variabili, sul PIL locale: per una variazione dell'1% dell'altitudine, si ha una diminuzione significativa del 2,55% del PIL.

Si introduce quindi la % di laureati sul totale della popolazione residente nel comune. Questo predittore potrebbe infatti avere una qualche influenza sul PIL pro-capite in quanto una persona laureata potrebbe avere tendenzialmente uno stipendio più alto rispetto ad una non laureata, soprattutto se si considera la carriera nel lungo periodo. Quindi i redditi dichiarati per il singolo comune potrebbero teoricamente aumentare se aumenta questa percentuale.

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	log_gdp (anno)	log_gdp (anno)	log_gdp (anno)	log_gdp (anno)
tot_dum_ubb	1.647*** (0.0135)	-0.0558*** (0.00369)	-0.0549*** (0.00366)	-0.0724*** (0.00348)
log_popolaz		1.030*** (0.000957)	1.019*** (0.00104)	0.993*** (0.00103)
log_altit			-0.0255*** (0.000885)	-0.0293*** (0.000838)
laureati				3.731*** (0.0458)
Constant	17.21*** (0.0158)	9.101*** (0.00803)	9.326*** (0.0112)	9.289*** (0.0103)
Observations	62,195	62,179	62,155	62,155
R-squared	0.180	0.959	0.960	0.964

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 3 – Analisi di regressione OLS con variabile indipendente logaritmo del PIL del comune (somma dei redditi lordi)

Dall'output di regressione 3 in colonna 4, si può notare come inserendo questa nuova variabile l'impatto della copertura sul PIL rimane significativo con p-value inferiore all'1%: se si installa la fibra in un determinato comune, il PIL ora diminuisce del 7,24%. Il modello sembra spiegare leggermente meglio anche la variabilità dei dati. Anche il coefficiente

della percentuale di laureati risulta significativo con un livello di significatività dell'1% e una variazione dell'1% del tasso di laureati comporta un aumento del PIL pari a 3,73%, a parità di tutti gli altri fattori.

A questo punto è stato deciso di inserire il tasso di occupazione, ovvero il rapporto tra il numero di occupati di età maggiore di 15 anni e la popolazione totale di età superiore ai 15 anni. Questa variabile permette di introdurre un concetto economicamente importante, ovvero quanta parte della popolazione contribuisce effettivamente alla produzione di ricchezza. Infatti, nel conteggio della popolazione per comune rientrano le persone di ogni fascia di età, compresi bambini, anziani e persone che non svolgono alcuna attività lavorativa e che potenzialmente potrebbero non avere nessuna fonte di reddito.

Introducendo il tasso di occupazione l'impatto risulta significativo e decisamente minore rispetto ai modelli precedenti (Output 4). Un comune che viene coperto porta a una diminuzione del PIL pari a 0,4%. Sembra quindi che aggiungendo controlli l'impatto si stia avvicinando a valori via via superiori. Anche il tasso di occupazione risulta essere positivamente correlato al PIL: a parità di tutte le altre variabili, se aumenta la percentuale di popolazione occupata, il PIL aumenta del 2,7%, con una possibilità di errore di prima specie del 1%.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
VARIABLES	log_gdp (anno)	log_gdp (anno)	log_gdp (anno)	log_gdp (anno)	log_gdp (anno)
tot_dum_ubb	1.647*** (0.0135)	-0.0558*** (0.00369)	-0.0549*** (0.00366)	-0.0724*** (0.00348)	-0.00491** (0.00196)
log_popolaz		1.030*** (0.000957)	1.019*** (0.00104)	0.993*** (0.00103)	0.977*** (0.000688)
log_altit			-0.0255*** (0.000885)	-0.0293*** (0.000838)	-0.0112*** (0.000522)
laureati				3.731*** (0.0458)	3.243*** (0.0309)
tasso_occupazione					2.749*** (0.00895)
Constant	17.21*** (0.0158)	9.101*** (0.00803)	9.326*** (0.0112)	9.289*** (0.0103)	8.114*** (0.00824)
Observations	62,195	62,179	62,155	62,155	62,155
R-squared	0.180	0.959	0.960	0.964	0.987

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 4 – Analisi di regressione OLS con variabile indipendente logaritmo del PIL del comune (somma dei redditi lordi)

Trend regionali

In tutte le regressioni precedenti sono state inserite le variabili dummy per identificare i trend annuali. Tuttavia, è interessante capire se gli andamenti di PIL e della copertura UBB che erano stati analizzati a livello regionale nel secondo e nel terzo capitolo possono essere inseriti in modo efficiente nel modello per poter avere una stima più corretta dell'impatto. Sono state quindi create 160 variabili date dalla combinazione delle 20 regioni e degli 8 anni di cui si hanno dati disponibili. È stato quindi testato il modello:

$$\log_gdp_{ct} = \beta_0 + \beta_1 UBB_{ct} + \beta_2 \log_popolazione_c + \beta_3 \log_altitudine_c + \beta_4 laureati_c + \beta_5 tasso_occupazione_c + \theta_t RA_t + \varepsilon_{ct}$$

Dove RA_t rappresenta il vettore delle nuove variabili di regione e anno combinate e θ_t il vettore dei coefficienti ad esse relativi. Anche in questo caso sarà omessa dal modello una dummy per evitare collinearità.

Nella prima colonna dell'output di regressione 5 si ha il modello con le dummy per i singoli anni già presentato in output 4, mentre nella seconda è presentato il nuovo modello con le dummy regione-anno.

VARIABLES	(1) log_gdp (anno)	(2) log_gdp (regione_anno)
tot_dum_ubb	-0.00491** (0.00196)	0.0193*** (0.00157)
log_popolaz	0.977*** (0.000688)	1.003*** (0.000571)
log_altit	-0.0112*** (0.000522)	-0.000864* (0.000452)
laureati	3.243*** (0.0309)	3.735*** (0.0260)
tasso_occupazione	2.749*** (0.00895)	0.902*** (0.0139)
Constant	8.114*** (0.00824)	8.813*** (0.00843)
Observations	62,155	62,155
R-squared	0.987	0.993

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

*Output 5 – Analisi di regressione OLS con variabile indipendente
logaritmo del PIL del comune (somma dei redditi lordi)*

Le variabili dummy di anno e della combinazione regione_anno non sono state inserite dalla tabella per non appesantire la visualizzazione grafica. Anche nel modello 2 si deve rifiutare l'ipotesi nulla che il coefficiente della copertura della tecnologia ultra-larga sia nullo e di conseguenza β_1 è significativo per un livello pari all' 1%. Tale coefficiente tuttavia assume ora valore positivo: considerando i trend regionali, la copertura a livello comunale della fibra porta una crescita positiva del reddito complessivo lordo comunale del 1,93%. Questa inversione di segno che si ha andando a considerare separatamente le singole regioni andrebbe approfondita meglio facendo per esempio una distinzione tra le macroaree geografiche (si veda il capitolo 4.2).

Effetti fissi sul comune

Il dataset su cui si basano le analisi è formato da dati panel: si hanno dati di tipo pooled o combinati, quando l'aspetto cross section viene combinato con quello time series e in particolare si hanno informazioni sulle stesse unità statistiche $i: 1,2,\dots,N$, per un certo numero di istanti temporali $t: 1,2,\dots,T$. In questo caso le unità statistiche sono i singoli comuni, che vengono ripetuti per 8 anni.

Fino a questo momento, per cercare di controllare l'effetto sulla variabile dipendente sono state introdotti alcuni fattori che erano correlati con la fibra e aventi un impatto sul GDP. Inoltre, erano state considerate alcune dummy relative agli anni: infatti, una variabile omessa potrebbe variare nel tempo ma non tra gli stati: ad esempio, negli anni potrebbero essere state avviate delle politiche volte a incentivare la banda larga. In questo caso si producono intercette che variano nel tempo. Si era definito D_t l'effetto combinato di variabili che cambiano nel tempo ma non tra gli stati.

Tuttavia, le variazioni di PIL pro capite che avvengono da un anno all'altro in un comune, possono derivare da tantissimi altri fattori, a volte non misurabili o osservabili. Queste variabili omesse potrebbero essere diverse per le diverse unità statistiche (i comuni) ma essere costanti negli anni. Di conseguenza se il PIL comunale varia negli anni, tale variazione non può essere scaturita dalla variazione di variabili omesse invariate. Si arriva perciò ad un modello di regressione con effetti fissi: l'obiettivo è controllare per tutti i fattori idiosincratici del comune che non variano nel tempo attraverso gli effetti fissi. Per poter catturare l'effetto fisso si inserisce una variabile che identifica il comune e tiene conto di tutte le caratteristiche e le influenze di fattori omessi invariati; è come se si

stesse creando una dummy per ogni singolo comune. Da un punto di vista pratico su stata si utilizza il comando areg, in cui tramite absorb(cod_istat) va appunto ad assorbire tutti i comuni in base al loro codice istat.

Un generico modello di regressione a effetti fissi è dato da:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \beta_2 Z_i + u_{it}$$

Z_i è un fattore generico che varia da uno stato a un altro (ovvero da un comune all'altro $i=c$) ma non cambia nel tempo.

Se si hanno più di due periodi temporali il modello diventa:

$$Y_{ct} = \alpha_c + \beta_1 X_{ct} + u_{ct}$$

Dove $\alpha_c = \beta_0 + \beta_2 Z_c$ sono i coefficienti che rappresentano gli effetti fissi degli stati. α_c sono le intercette incognite da stimare, per ogni unità, mentre la pendenza β_1 è la stessa per tutte le unità. Il motivo della variazione nell'intercetta è la variabile Z_c , che cambia da comune a comune, pur essendo costante nel tempo.

La regressione consiste nel calcolare le medie delle unità:

$$\bar{Y}_c = T^{-1} \sum_{t=1}^T (\alpha_c + \beta_1 X_{ct} + u_{ct}) = \alpha_c + \beta_1 \bar{X}_c + \bar{u}_c$$

E successivamente calcolare le deviazioni dalle medie:

$$(Y_{ct} - \bar{Y}_c) = \alpha_c - \alpha_c + \beta_1 (X_{ct} - \bar{X}_c) + (u_{ct} - \bar{u}_c)$$

$$\tilde{Y}_{ct} = \beta_1 \tilde{X}_{ct} + \tilde{u}_{ct}$$

Dopodiché risulta possibile stimare il vettore dei parametri relativi alle variabili osservabili con i minimi quadrati ordinari (fixed effect o within estimator) e infine ricavare le stime dei coefficienti relativi alla componente non osservabile.

VARIABLES	(1) log_gdp FE (anno)	(2) log_gdp FE (regione_anno)	(3) log_gdp FE (anno)	(4) log_gdp FE (regione_anno)
tot_dum_ubb	0.0159*** (0.000492)	0.0144*** (0.000471)	0.0145*** (0.000506)	0.0133*** (0.000477)
log_imprese			0.0730*** (0.00534)	0.0804*** (0.00557)
Constant	17.21*** (0.000490)	17.25*** (0.000490)	16.81*** (0.0289)	16.81*** (0.0299)
Observations	62,195	62,195	61,990	61,990
R-squared	1.000	1.000	1.000	1.000

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 6 – Analisi di regressione OLS con FIXED EFFECTS e con variabile indipendente logaritmo del PIL del comune (somma dei redditi lordi)

Nell'output di regressione 6 in colonna 1 e 2 si trovano i risultati della regressione a effetti fissi senza variabili di controllo mentre in colonna 3 e 4 si trovano i risultati della regressione a effetti fissi con l'introduzione della variabile che misura il logaritmo del numero di imprese presenti in un certo comune c in un anno t . Naturalmente le variabili precedentemente inserite nella regressione multipla non sono più considerate nel modello poiché essendo variabili time invariant verrebbero assorbite a causa degli effetti fissi. Osservando i risultati si può notare come l'impatto della fibra sulla crescita economica locale sia significativo in ognuna delle regressioni effettuate: in tutte e quattro il p-value è infatti molto basso e l'intervallo di confidenza non racchiude lo 0. Di conseguenza si può rifiutare l'ipotesi nulla che non ci sia un impatto sul PIL con un livello di significatività del 1%. Il segno del coefficiente è sempre positivo: in particolare controllando per i trend regionali in colonna 2 si ottiene un impatto positivo e significativo pari a 1,4%. Con l'inserimento della variabile di controllo sul numero delle imprese in colonna 4, emerge che se un comune risulta coperto, il PIL aumenta di circa l'1,3%. L'R² ha valori elevatissimi, il modello riesce a spiegare correttamente praticamente il 100% della variabilità dei dati.

4.1.2 MODELLO EVENT STUDY

Le analisi finora condotte hanno evidenziato un impatto positivo e significativo della tecnologia a banda larga sulla crescita economica locale. Questo risultato è sicuramente molto importante e sottolinea il ruolo cruciale di queste tecnologie nell'economia moderna. Tuttavia, prima di trarre le conclusioni definitive, è possibile andare più in profondità nello studio di questo impatto, cercando di coglierne gli aspetti più dinamici, utilizzando un metodo di analisi chiamato Event Study. Un'ampia letteratura empirica utilizza il metodo event study per la stima dell'effetto del trattamento, quando tutte le unità del panel ricevono lo stesso trattamento ma in tempi casuali. Nel caso in esame, infatti, i comuni (unità del panel) sono stati coperti dalla banda larga (trattamento) in tempi differenti e teoricamente casuali.

È doveroso fare alcune considerazioni: in presenza di effetti fissi unitari e temporali, è di fatto impossibile identificare la componente lineare del percorso dei pre-trend (ovvero prima dell'inizio del trattamento) e riuscire a captare gli effetti dinamici del trattamento. Intuitivamente, l'andamento dei pre-trend e degli effetti di trattamento dinamici è individuato solo all'interno di un'unità di trattamento, e non è possibile distinguere il trascorrere del tempo assoluto (del periodo considerato) dal trascorrere del tempo relativo che si ha rispetto all'inizio del trattamento delle diverse unità.

Si può dimostrare che il metodo OLS effettua una media ponderata degli effetti del trattamento non del tutto corretta, bensì la stima che si ottiene presenta un bias importante: si ha infatti una sovrastima dell'effetto short-term, poiché gli effetti di lungo periodo sono pesati negativamente. Questo è un problema abbastanza serio, poiché l'effetto medio stimato del trattamento può ricadere al di fuori dell'involuppo convesso dei reali effetti dinamici del trattamento. Per affrontare questo problema, si usano tecniche di stima parametriche e semiparametriche alternative, che mediano sempre gli effetti dinamici in modo convesso. In pratica, quello che succede in OLS è che si dà più peso alla media tra 0 e 1, facendo emergere un impatto che non per forza è quello più realistico. Con l'event study è come se si facesse la media tra 1 e 4 (dove 4 è il numero massimo di anni passati dall'introduzione della fibra, 2015-2019) e quindi studiandone la dinamica potrebbe emergere un effetto differente rispetto all'OLS. Con questo metodo si considerano di fatto le regressioni "statiche" comunemente usate ma con le dummy sul trattamento, con nuovi stimatori robusti.

L'obiettivo è testare i pre-trend, ovvero l'effetto prima dell'evento, e documentare i cambiamenti nella variabile dopo il trattamento in modo non parametrico.

Testare i pre-trend significa capire se il modello è affetto da endogeneità oppure no. C'è endogeneità quando esistono degli shock che hanno un effetto sia sulla variabile dipendente che sulla variabile indipendente. Tali shock sono eventi esterni, raramente prevedibili e osservabili. Se i coefficienti dei pre-trend sono statisticamente uguali a 0, ovvero non sono significativi, allora si può affermare che non esiste endogeneità.

Specificazione del modello

Si considera un panel di $i = 1, \dots, N$ unità, in cui si osserva l'esito Y_{it} per $t=1, \dots, T$ periodi; nel nostro caso le unità sono i comuni e i periodi sono 8 (dal 2012 al 2019). Ogni unità riceve il trattamento in un certo periodo E_i all'interno del campione e rimane trattata per sempre. In Italia il processo di diffusione della fibra è iniziato nel 2015 ma non tutti i comuni ovviamente ricevono la fibra nello stesso momento. In particolare, è stata generata una variabile, fy_ubb (E_i nel modello), che per ogni comune segnala qual è l'anno in cui è arrivata la fibra.

Sia $K_{it} = t - E_i$ il tempo relativo all'introduzione della fibra nel singolo comune (l'evento) rispetto al generico anno t . Tale variabile-indicatore può quindi essere scritta come:

$$D_{it} = 1 \{t \geq E_i\} = 1 \{K_{it} \geq 0\}$$

È stata generata quindi una seconda variabile, $diff_ubb$ (K_{it}), che per ogni comune esplica il tempo relativo in anni rispetto a quando è stata introdotta la fibra, ovvero è la differenza tra l'anno considerato in quel momento e l'anno in cui è arrivata la fibra in quel comune. Per i comuni che hanno ricevuto la fibra al primo anno disponibile (2015), la variabile $diff_ubb$ assumerà un valore pari a -3 nel 2012, pari a -2 nel 2013, pari a -1 nel 2014 e poi 0 nel 2015 e in seguito +1 nel 2016, +2 nel 2017, +3 nel 2018, +4 nel 2019. Per i comuni che hanno invece ricevuto la fibra nel 2016, la variabile assumerà valore pari a -4 nel 2012, 0 nel 2016 e +3 nel 2019.

Il modello a cui si arriva è il seguente:

$$Y_{it} = \tilde{\alpha}_i + \tilde{\beta}_t + \sum_{k=-\infty}^{\infty} \tilde{\gamma}_k 1\{K_{it} = k\} + \tilde{\varepsilon}_{it}$$

$\{\tilde{\gamma}_k\}$ per $k < 0$ corrispondono ai pre-trend, e per $k \geq 0$ a effetti dinamici dopo k periodi relativi all'evento. Nel caso specifico, $\tilde{\gamma}_k$ con $k < 0$ corrisponde alle variabili dd_m^* per i pre-trend, dove la "m" rappresenta il meno mentre al posto dell'asterisco c'è il numero di anni passati a partire dall'anno in cui è stata installata la banda ultra-larga nel comune considerato; $\tilde{\gamma}_k$ con $k > 0$ corrisponde alle variabili dd_p^* (la "p" sta per più) che controllano invece per i trend dinamici post evento. Ad esempio, dd_m3 è la variabile che esplica il pre-trend di tre anni prima dell'introduzione della fibra. dd_p4 è la variabile che esplica l'effetto dinamico dopo 4 anni dall'inizio del trattamento.

$\tilde{\alpha}_i$ e $\tilde{\beta}_t$ sono gli effetti fissi rispettivamente su unità e periodo, $\tilde{\varepsilon}_{it}$ è un l'errore o rumore casuale. Questa equazione è la specificazione completamente dinamica del modello. Tale formulazione è coerente con un modello causale in cui ogni unità i per ogni periodo t ha un insieme di potenziali risultati $Y_{it}^{(k)}$ per ogni intero k , di cui uno solo è realizzato.

Per convenzione si escludono due variabili dd_** a causa della multicollinearità (escluse di default le variabili dd_m7 e dd_m1) e si calcola l'effetto dinamico dell'introduzione della fibra.

Teoricamente, una volta controllati gli effetti fissi sul comune e i trend temporali tramite le dummy temporali, il fatto che la fibra sia installata in un comune o in un altro non è dato da shock correlati con il PIL ma è casuale. Se la fibra non è stata ancora installata (quindi negli anni precedenti al 2015), non dovrebbero teoricamente emergere effetti pre-trend dovuti alla fibra stessa. In questo caso, si dice che l'introduzione delle tecnologie a banda ultra-larga è as good as random. In altre parole, considerando i coefficienti dd_m^* riferiti a prima del 2015, tali coefficienti dovrebbero risultare statisticamente non significativi. Tuttavia, come era stato sottolineato nel capitolo 3, inizialmente gli operatori sono portati a investire nei comuni più attrattivi e quindi più profittevoli, con un PIL più elevato. Esistono invece aree, considerate a fallimento di mercato, in cui è necessario l'intervento dello Stato per incentivare gli operatori a investire. Si cerca quindi di capire se questo si riflette effettivamente sui dati.

Risultati ottenuti

Analizzando l'output di regressione 7 si possono fare alcune osservazioni interessanti. In colonna 1 e 2 si trovano le regressioni più semplici, che controllano rispettivamente per i trend annuali e per i trend regionali, senza l'aggiunta di altre variabili di controllo. Le regressioni in colonna 3, 4 e 5 sono effettuate tenendo sotto controlli i trend a livello regionale con l'aggiunta di variabili di interazione. I coefficienti al di sotto della linea tratteggiata rappresentano i post-trend ovvero l'andamento dinamico dell'impatto della fibra sul PIL locale una volta che la fibra è stata introdotta. Il fatto che ci possa essere un incremento overtime è intuitivo, poiché, come è stato già sottolineato nei primi capitoli, è necessario un certo lasso di tempo affinché la tecnologia venga adottata e affinché si possano effettivamente coglierne i reali effetti sulla crescita economica locale. Come si può notare in colonna 1 e 2 sono presenti incrementi positivi e via via maggiori man mano che passano gli anni a seguito dell'introduzione della fibra. In altre parole, la fibra ha un impatto positivo e tale impatto sta crescendo nel tempo rispetto all'anno precedente. Alla stessa conclusione si arriva aggiungendo al modello anche i controlli sulla variabile time invariant dei laureati, in modo da controllare eventuali trend che nel tempo hanno caratterizzato i comuni, ovvero un possibile aumento di persone laureate per ciascun comune. Tali variabili di interazione, non presenti nell'output --, sono risultate per lo più non significative o poco significative. Infatti, come si può notare confrontando colonna 2 e colonna 3 i risultati non hanno subito cambiamenti importanti. Un discorso molto diverso riguarda invece i coefficienti post-trend che sono emersi in colonna 4, in cui si è aggiunto il controllo più importante: la popolazione. In particolare, sono state introdotte nuovamente le variabili di interazione tra popolazione e anno che catturano i trend a livello comunale, come eventuali aumenti nel numero di residenti, o improvvisi spopolamenti in altri comuni.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
VARIABLES	anno	regione_anno	regione_anno + laureati	regione_anno + popolazione	regione_anno + laureati + popolazione
dd_m6	-0.00650*** (0.00180)	-0.00949*** (0.00176)	-0.00967*** (0.00176)	-0.00567*** (0.00172)	-0.00556*** (0.00171)
dd_m5	-0.0140*** (0.000993)	-0.0120*** (0.000937)	-0.0119*** (0.000949)	-0.00681*** (0.000914)	-0.00678*** (0.000914)
dd_m4	-0.0127*** (0.000735)	-0.0102*** (0.000704)	-0.0101*** (0.000725)	-0.00491*** (0.000714)	-0.00492*** (0.000715)
dd_m3	-0.00811*** (0.000558)	-0.00771*** (0.000540)	-0.00746*** (0.000569)	-0.00269*** (0.000576)	-0.00275*** (0.000575)
dd_m2	-0.00487*** (0.000492)	-0.00428*** (0.000468)	-0.00396*** (0.000481)	-0.000984** (0.000480)	-0.000999** (0.000480)
dd_0	0.00595*** (0.000530)	0.00500*** (0.000510)	0.00472*** (0.000521)	0.000140 (0.000526)	0.000252 (0.000527)
dd_p1	0.0130*** (0.000602)	0.0112*** (0.000589)	0.0104*** (0.000616)	0.000299 (0.000650)	0.000548 (0.000652)
dd_p2	0.0158*** (0.000749)	0.0164*** (0.000726)	0.0152*** (0.000801)	-0.000866 (0.000849)	-0.000505 (0.000864)
dd_p3	0.0182*** (0.000986)	0.0223*** (0.000952)	0.0209*** (0.00113)	-0.00408*** (0.00127)	-0.00332*** (0.00131)
dd_p4	0.0180*** (0.00152)	0.0279*** (0.00149)	0.0279*** (0.00190)	-0.00812*** (0.00216)	-0.00613*** (0.00226)
Constant	17.21*** (0.000629)	17.24*** (0.000540)	17.25*** (0.00141)	17.22*** (0.00261)	17.21*** (0.00362)
Observations	62,195	62,195	62,179	62,179	62,179
R-squared	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 7 – Analisi di regressione EVENT STUDY con variabile indipendente logaritmo del PIL del comune (somma dei redditi lordi)

Aggiungendo tale controllo i coefficienti post-trend risultano inizialmente non significativi: questo vuol dire semplicemente che nei primi anni di introduzione della fibra non si hanno cambiamenti significativi nell'impatto che si ha sul PIL. Per le ultime due variabili, invece, i coefficienti sono molto significativi ma negativi: si deduce che secondo il metodo event study la tecnologia a banda larga presenta un impatto negativo sulla crescita locale e tale impatto diminuisce man mano con il passare degli anni, è incrementale negativamente nel tempo. Alla stessa conclusione si arriva aggiungendo contemporaneamente sia i controlli sulla popolazione che sui laureati in colonna 5.

Per poter catturare meglio l'effetto dinamico di questo studio è utile spostare i dati ottenuti su un grafico (Grafico 1), in modo da vedere bene cosa succede prima della fibra e poi dopo la sua l'introduzione.

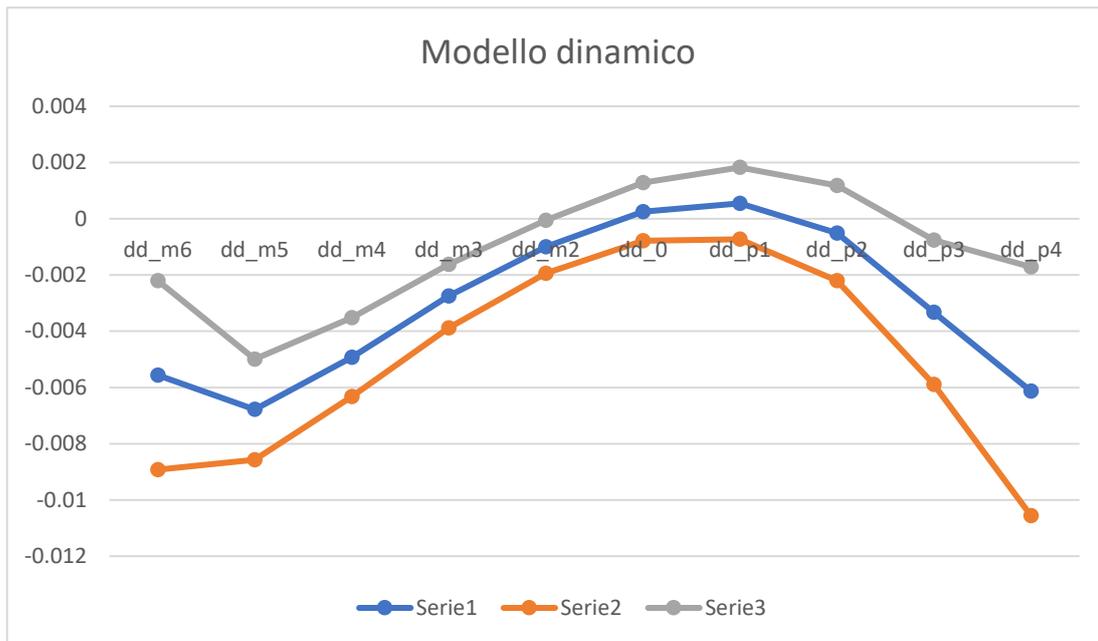


Grafico 1 – Modello dinamico ottenuto tramite metodologia EVENT STUDY

La serie 1 rappresenta i valori dei variabili dummy rappresentative dei trend presenti sull'asse x; la serie 2 rappresenta l'estremo inferiore dell'intervallo di confidenza della variabile, la serie 3 l'estremo superiore. Avvicinandosi alla dummy relativa all'introduzione della fibra (dd_m0), i coefficienti sono non significativi. Poi, man mano che il tempo passa e la fibra si diffonde, il coefficiente diventa significativo ma sorprendentemente il suo valore diminuisce, ovvero diventa via via più negativo.

Questo grafico permette di affermare che non solo l'impatto della copertura sul PIL è negativo ma, man mano che gli anni passano, questo effetto negativo peggiora sempre di più: è incrementale negativamente nel tempo.

Tuttavia, per dare fondamento alle analisi sulla dinamica post introduzione della fibra, è fondamentale osservare cosa succede ai pre-trend, che, come specificato all'inizio, rappresentano un serio campanello di allarme per il problema dell'endogeneità. Infatti, con le regressioni più semplici in colonna 1 e 2 dell'output 7 emergono pre-trend significativi, dal momento che il p value è diverso da 0. I controlli aggiunti nelle regressioni successive sono utili non tanto per agire sulle variabili post, quanto proprio per quelle pre-trend e per cercare di renderle non significative. Tuttavia, né inserendo le variabili di interazione della popolazione, né quelle della percentuale di laureati, si ha un cambiamento di significatività. Anche nel grafico 1 si può notare che, prima

dell'introduzione della fibra, l'effetto è negativo e significativo, poiché l'intervallo rappresentato dalla serie 2 e dalla serie 3 non contiene lo zero.

Venendo meno l'assunzione "as good as random", si può dedurre che l'introduzione della fibra non sia casuale rispetto al PIL, bensì esistono shock esterni che hanno un effetto sia sulla fibra che sul PIL e che si riflettono sui trend. Un possibile esempio di questo shock esterno è la costruzione in un certo comune di un polo industriale: questo potrebbe rendere molto attrattiva l'intera zona agli occhi delle aziende di telecomunicazioni che potrebbero decidere di investire nella diffusione della fibra in quel determinato territorio. Contemporaneamente questo polo industriale avrà anche un impatto positivo sul PIL e sull'economia locale. Il problema analizzato è dunque affetto da endogenità o casualità inversa dal momento che da un lato una variazione di PIL potrebbe derivare dall'effettiva introduzione della banda larga, ma dall'altro lato l'introduzione della banda larga e la sua successiva adozione (con investimenti in tecnologie di comunicazione ad alta velocità) potrebbero dipendere a loro volta dallo sviluppo economico e da altri shock esterni.

Poiché il modello event study non soddisfa l'assunzione di casualità, si può affermare con certezza che la stima più corretta sia data dal modello a variabili strumentali.

4.1.3 MODELLO IV

Ricapitolando, il metodo OLS potrebbe non funzionare adeguatamente se si presenta:

- Distorsione da causalità simultanea o endogeneità (X causa Y, Y causa X), emersa tramite il metodo dell'event study;
- Distorsione da variabili omesse per una variabile correlata con X ma inosservata (non può essere inclusa nella regressione) e per cui vi sono variabili di controllo inadeguate;
- Distorsione da errori nelle variabili (X è misurata con errore).

Tutti e tre i problemi implicano $E(u | X) \neq 0$, quindi viene meno l'assunzione fondamentale dei minimi quadrati.

La regressione con variabili strumentali può eliminare la distorsione quando $E(u | X) \neq 0$, usando una variabile strumentale Z. Per introdurre la regressione IV ci si concentra sul caso di una sola variabile endogena² X e uno strumento Z esogeno. Affinché la regressione IV risolva il problema di distorsione dovuto all'endogeneità di X, è necessario che lo strumento sia valido.

Una variabile strumentale (o strumento) Z è valido se:

- È uno strumento rilevante: $corr(Z_i, X_i) \neq 0$
- È uno strumento esogeno: $corr(Z_i, u_i) = 0$

Il metodo IV viene anche chiamato TSLS (Two Stages Least Squares o, in italiano, Metodo dei minimi quadrati a due passi) perché consiste di regressioni in due stadi successivi:

1. Regressione OLS di X su Z, quindi tra la variabile endogena e lo strumento:

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

Si isola la parte di X, $\hat{X} = \hat{\pi}_0 + \hat{\pi}_1 Z$, che non è correlata a u dal momento che non lo è neanche Z.

2. Regressione tra la predizione del primo stadio (fibra predetta/fitted che deriva dal 1° stadio) regredita sul 2° stadio: in altre parole si usa \hat{X} anziché X nella regressione di interesse:

² Una variabile correlata con u si dice variabile endogena. Una variabile incorrelata con u si dice variabile esogena.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \hat{X}_1 + u_i$$

Lo stimatore risultante è $\hat{\beta}_1^{TSLs}$, stimatore dei minimi quadrati in due stadi ed è consistente per β_1 .

Se lo strumento è valido, allora la distribuzione in grandi campioni è normale, perciò l'inferenza procede come di consueto.

Un modo per controllare se gli strumenti sono deboli quando c'è un singolo regressore endogeno è quello di calcolare la statistica F per verificare l'ipotesi che i coefficienti degli strumenti siano tutti nulli nel primo stadio della regressione dei TSLS e quindi verificare se lo strumento entra nella regressione di primo stadio (ossia non sia significativo). Strumenti deboli (cioè strumenti che non sono totalmente irrilevanti) implicano un basso valore della statistica F al primo stadio. La regola empirica prevede di considerare debole lo strumento che presenta valori di statistica F minori di 10. In questo caso lo stimatore TSLS sarà distorto e le inferenze statistiche potrebbe risultare fuorvianti.

Questo procedimento consente quindi di eliminare l'endogeneità della variabile indipendente e consente di ottenere delle stime dei parametri non distorte e più consistenti rispetto al modello OLS.

Specificazione del modello

Come è stato già anticipato nel modello a effetti fissi, oltre alle variabili di controllo di cui si dispongono i dati, possono esistere tutta una serie di fenomeni che non si è in grado di osservare, ma che hanno un reale effetto sulla tecnologia a banda ultra-larga. Visti i risultati dell'OLS, con il metodo delle variabili strumentali è plausibile aspettarsi che l'impatto che sia nuovamente positivo.

Come strumento è stata scelta la distanza di ogni comune al nodo OPB (Optical Packet Backbone) più vicino. Tale rete di trasporto nazionale della rete TIM è costituita da 32 nodi PoP (Point of Presence) e dai collegamenti che legano i punti tra di loro. Questa scelta è motivata dal fatto che tale strumento risulta essere correlato negativamente con la diffusione della tecnologia a banda ultra-larga: a una riduzione di questa distanza minima corrisponde un aumento della copertura della rete.

Si crea quindi una variabile che sia il prodotto di questa distanza con una dummy che identifica il periodo da quando inizia la diffusione (post) in quel comune.

Risultati ottenuti

I risultati riportati in Output di Regressione 8 mostrano i tre metodi di analisi condotti usando come variabili dummy quelle relative ai singoli anni, cercando di catturarne quindi i trend annuali. Con il metodo OLS standard con le variabili di controllo time invariant si è ottenuto un impatto significativo per un p-value minore di 0,05 e negativo. Se il comune è coperto il PIL aumenta dello 0,49%. Introducendo invece gli effetti fissi sul comune e la variabile che controlla per il numero di imprese presenti nel comune, si ottiene un impatto molto significativo e positivo, pari a 1,4%. Come si era già anticipato, anche il metodo delle variabili strumentali ha confermato l'impatto positivo della copertura della banda larga sul PIL locale e ha ampliato l'effetto fino al 23,6%.

VARIABLES	(1) OLS (anno)	(2) FE (anno)	(3) IV (anno)
tot_dum_ubb	-0.00491** (0.00196)	0.0145*** (0.000506)	0.236*** (0.0116)
log_popolaz	0.977*** (0.000688)		
log_altit	-0.0112*** (0.000522)		
laureati	3.243*** (0.0309)		
tasso_occupazione	2.749*** (0.00895)		
log_imprese		0.0730*** (0.00534)	-0.0910*** (0.0115)
Constant	8.114*** (0.00824)	16.81*** (0.0289)	
Observations	62,155	61,990	61,976
R-squared	0.987	1.000	-3.463
Number of ISTAT_numerico			7,761

Robust standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 8 – Analisi di regressione confronto tra OLS, FE, IV

Tuttavia, tale regressione IV che controlla per i trend annuali non sembra funzionare correttamente dal momento che il coefficiente del logaritmo delle imprese è negativo. È probabile che il controllo annuale non basti ma serva il controllo a livello regionale, visti i diversi trend che caratterizzano le regioni.

In output 9 si mostra che nella regressione lineare in OLS il coefficiente della variabile indipendente era significativo e positivo, pari all'1,93%. Introducendo gli effetti fissi per comune l'impatto è rimasto significativo e positivo ma si è ridotto leggermente arrivando a 1,33 punti percentuali di aumento del PIL in caso di comune servito. Tuttavia, tale stima non risulta corretta a causa dell'endogeneità. Effettuando l'analisi con il metodo delle variabili strumentali, emerge nuovamente un effetto significativo e di segno positivo, ma più alto rispetto alle stime precedenti: se il comune è coperto, si ha un impatto significativo sul PIL locale pari a 7,18%. Il modello IV in output 9 inoltre funziona meglio rispetto a quello in output 8, dal momento che ora anche il logaritmo delle imprese presenti in un comune ha un impatto positivo e significativo sulla crescita economica locale, pari a 5,19%.

VARIABLES	(1) OLS (regione_anno)	(2) FE (regione_anno)	(3) IV (regione_anno)
tot_dum_ubb	0.0193*** (0.00157)	0.0133*** (0.000477)	0.0718*** (0.00352)
log_popolaz	1.003*** (0.000571)		
log_altit	-0.000864* (0.000452)		
laureati	3.735*** (0.0260)		
tasso_occupazione	0.902*** (0.0139)		
log_imprese		0.0804*** (0.00557)	0.0519*** (0.00601)
Constant	8.813*** (0.00843)	16.81*** (0.0299)	
Observations	62,155	61,990	61,976
R-squared	0.993	1.000	-0.221
Number of ISTAT_numerico			7,761

Robust standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 9 – Analisi di regressione confronto tra OLS, FE, IV

È necessario tuttavia capire se lo strumento trovato è valido, ovvero se è in grado di spiegare buona parte della varianza della variabile endogena. Per farlo è possibile visualizzare l'output del primo stadio della regressione e verificare che:

- La variabile strumentale abbia un coefficiente statisticamente significativo. Dal punto di vista teorico, più il comune è lontano dal nodo nazionale più è difficile che siano effettuati interventi per la copertura della banda ultra-larga perché fondamentalmente i costi da sostenere sono maggiori. Quindi ci aspettiamo un coefficiente negativo e significativo dello strumento.
- La statistica F, che verifica se i coefficienti delle variabili strumentali sono uguali a zero nel primo stadio della regressione. Per la rule of thumb, nel caso di un singolo regressore endogeno, un valore di questa statistica minore di 10 indica debolezza dello strumento.

Come risultato della regressione al primo stadio si ottiene il seguente output:

tot_dum_UBB	IV first (anno)	IV first (regione_anno)
strum	-0.0021*** (0.0001)	-0.0040*** (0.0001)
log_imprese	0.7465*** (0.02608)	0.4577*** (0.0232)
Observations		62,200
Number of istat_2019		7,775
R-squared		0.008
F(1, 54417)	492.08	1545.51

Robust standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 10 – Analisi di regressione confronto tra OLS, FE, I

Sia considerando una regressione con controllo sui trend annuali, sia utilizzando una regressione con il controllo sui trend regionali, il coefficiente tra lo strumento e la copertura risulta negativo e significativo, come ci si aspettava. Guardando l'F test si ottengono valori alti, molto più elevati del valore limite di 10. Di conseguenza lo strumento considerato è valido.

A questo punto è possibile fare alcune raffinazioni del modello. Visto che il dataset ha a disposizione le diverse variabili time invariant (già introdotte nella regressione lineare) è possibile interagire queste variabili time invariant con le dummy annuali per poi inserirle nella regressione. Il ragionamento alla base è che il trend del GDP può essere differente a seconda di diversi trend che il comune sta vivendo: ad esempio il reddito può variare se un comune negli anni si è molto popolato oppure si sta pian piano spopolando. Con gli effetti fissi si andava a pulire il livello, si considerava, ad esempio, il fatto che Milano è semplicemente un comune diverso da Torino che è diverso da Carmagnola ecc. Tuttavia, non si stavano controllando i trend delle altre variabili: per esempio, nel periodo di tempo considerato, a Torino potrebbe verificarsi un boom espansivo di popolazione, mentre il comune adiacente potrebbe andare incontro ad un trend del tutto opposto. Per rendere la stima più efficace è necessario quindi interagire le variabili che non variano nel tempo con le dummy annuali in modo da controllare per trend differenziali basati sulla variabile che si sta usando come interazione. Questo ragionamento si deve fare con le variabili che sono legate in qualche modo sia al GDP che alla copertura della fibra.

VARIABLES	(1) (regione_anno)	(2) (regione_anno) + laureati	(3) (regione_anno) + popolazione	(4) (regione_anno laureati e popolazione)
tot_dum_ubb	0.0718*** (0.00352)	0.0800*** (0.00427)	0.100*** (0.0127)	0.105*** (0.0132)
log_imprese	0.0519*** (0.00601)	0.0533*** (0.00600)	0.0502*** (0.00612)	0.0522*** (0.00611)
Observations	61,976	61,966	61,966	61,966
R-squared	-0.221	-0.287	-0.500	-0.545
Number of ISTAT_ numerico	7,761	7,759	7,759	7,759

*** p<0.01, **
p<0.05, * p<0.1

Output 11 – Analisi di regressione confronto tra OLS, FE, IV

La seconda colonna presenta l'aggiunta delle interazioni tra la percentuale di laureati presenti nel comune e l'anno, tali variabili sono state però omesse per non appesantire la grafica. Anche in questo modello l'impatto della copertura della banda larga sulla crescita locale ha effetto positivo: si rifiuta l'ipotesi nulla che il coefficiente sia negativo

con una probabilità di errore del 1% e si può affermare che se il comune è coperto il PIL va incontro ad un aumento pari a 8%.

Nella terza colonna è stata ripetuta l'analisi inserendo variabili di interazione tra la popolazione in un comune e i diversi anni dal 2012 al 2019. Secondo questo modello l'impatto della copertura della banda larga ha un effetto significativo e positivo sul PIL: in particolare se il comune è stato coperto, si assiste ad una crescita del 10% del PIL, con una probabilità di errore di prima specie minore del 1%.

Infine, nella quarta colonna si è deciso di inserire contemporaneamente entrambe le interazioni sulla popolazione e sulla percentuale di laureati. I risultati mostrano, ancora una volta, che la banda ultra-larga ha un effetto positivo sul gdp. Il coefficiente, che è significativo per un livello di errore pari al 1%, assume un valore molto simile a quello emerso in colonna 3: si può dedurre che quindi la presenza delle interazioni della percentuale di persone che sono laureate ha un impatto in realtà poco forte sulla determinazione del coefficiente.

Il logaritmo delle imprese non subisce particolari cambiamenti aggiungendo man mano le interazioni, rimanendo significativo e positivo.

4.2 ANALISI DIFFERENZIATA PER MACROAREE GEOGRAFICHE

Nel capitolo 3 erano emersi alcuni trend regionali riguardanti la diffusione della copertura a partire dal 2015. Il numero di comuni coperti in % è stato da subito molto alto nelle regioni meridionali, seguite poi dalle regioni del centro Italia che nel giro di tre anni hanno raggiunto il 60% di copertura. È stata più lenta la diffusione al Nord Italia, dove ad oggi neanche metà dei comuni presenti sono connessi. Tuttavia, sul totale dei comuni coperti (4492), solamente il 15% appartiene alla fascia centrale, il 39% sono comuni del Sud mentre il 46% sono comuni della zona settentrionale della penisola. Per quanto riguarda l'analisi sul PIL è emerso che i comuni situati al nord Italia hanno un PIL pro capite medio decisamente maggiore rispetto ai comuni del centro e del sud ma in generale in ogni fascia geografica (in particolare al sud), si è assistito a una crescita importante dal 2012 al 2019 del PIL pro capite medio. Nell'analisi OLS a livello nazionale

del capitolo 4.1.1, controllando semplicemente per i trend annuali, era emerso un impatto significativo e negativo; inserendo invece i controlli sui trend regionali, l'impatto cambiava di segno rimanendo significativo. È interessante andare a capire se queste dinamiche si riflettono anche sull'impatto che la fibra ha avuto sul PIL locale, impatto che potrebbe quindi essere differente a seconda della zona geografica.

4.2.1 METODO OLS

Nord Italia

I comuni analizzati per il Nord Italia sono 4268, ovvero circa il 55% dell'intero campione nazionale. In output 12 le regressioni multiple con le dummy annuali e tutti i controlli time invariant, fanno emergere un impatto che è significativo ma negativo per l'Italia mentre è positivo per il solo Nord Italia. A livello nazionale se il comune venisse servito dalla tecnologia a banda ultra-larga, il PIL comunale diminuirebbe in modo statisticamente significativo dello 0.4%. Invece, analizzando solamente i comuni settentrionali emerge un impatto significativo e pari a +2,1%.

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)
	ITALIA log_gdp (anno)	ITALIA log_gdp (regione_anno)	NORD log_gdp (anno)	NORD log_gdp (regione_anno)
tot_dum_ubb	-0.00491** (0.00196)	0.0193*** (0.00157)	0.0213*** (0.00228)	0.0222*** (0.00234)
log_popolaz	0.977*** (0.000688)	1.003*** (0.000571)	1.017*** (0.000794)	1.017*** (0.000824)
log_altit	-0.0112*** (0.000522)	-0.000864* (0.000452)	0.0129*** (0.000510)	0.00626*** (0.000622)
laureati	3.243*** (0.0309)	3.735*** (0.0260)	3.607*** (0.0378)	3.608*** (0.0386)
tasso_occupazione	2.749*** (0.00895)	0.902*** (0.0139)	0.858*** (0.0168)	0.740*** (0.0186)
Constant	8.114*** (0.00824)	8.813*** (0.00843)	8.648*** (0.0101)	8.760*** (0.0109)
Observations	62,155	62,155	34,227	34,227
R-squared	0.987	0.993	0.991	0.992

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 12 – Confronto OLS tra aree geografiche

Analizzando i trend delle regioni del Nord in colonna 4 si osserva nuovamente un coefficiente β_1 significativo e positivo che tuttavia è molto simile a quanto si ottiene controllando per i soli trend annuali in colonna 3. Questo vuol dire che, all'interno della macroarea settentrionale, le regioni non registrano trend significativamente diversi tra loro che modificano in modo consistente l'impatto: si ha una variabilità tra regioni relativamente bassa. A livello nazionale invece, controllando per i trend regionali, era cambiato il segno del coefficiente da negativo a positivo, probabilmente dovuto al fatto che non in tutta Italia l'impatto della fibra è stato lo stesso.

Osservando l'output di regressione 13 con effetti fissi sul comune non si notano sostanziali differenze nelle due analisi. Nelle regioni settentrionali l'impatto è nuovamente positivo e molto significativo, con una probabilità di errore di prima specie minore dell'1%. Se il comune è servito dalla banda ultra-larga, si prevede un aumento di PIL pari a 1,43%.

	(1)	(2)	(3)	(4)
	ITALIA	ITALIA	NORD	NORD
VARIABLES	EFFETTI FISSI (anno)	EFFETTI FISSI (regione_anno)	EFFETTI FISSI (anno)	EFFETTI FISSI (regione_anno)
tot_dum_ubb	0.0145*** (0.000506)	0.0133*** (0.000477)	0.0205*** (0.000702)	0.0143*** (0.000654)
log_imprese	0.0730*** (0.00534)	0.0804*** (0.00557)	0.109*** (0.00776)	0.0760*** (0.00788)
Constant	16.81*** (0.0289)	16.81*** (0.0299)	16.67*** (0.0410)	16.89*** (0.0412)
Observations	61,990	61,990	34,085	34,085
R-squared	1.000	1.000	0.999	1.000

Robust standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 13 – Confronto tra aree geografiche con effetti fissi

Anche il logaritmo delle imprese non subisce particolari cambiamenti: se il numero delle imprese aumenta dell'1%, si ha un impatto del 7,6% sulla crescita economica locale.

Centro Italia

I comuni analizzati per il centro Italia sono 949: il campione è decisamente molto più ristretto rispetto all'analisi effettuata sui comuni settentrionali. La fibra è più diffusa rispetto che al nord: al centro Italia nel 2019 si è registrata una copertura nei comuni pari a 67,3% che corrisponde al 94% di popolazione totale coperta; al nord si è arrivati ad appena il 46,3% di comuni coperti che rappresentano però l'87% di popolazione. Inoltre, i comuni del centro Italia sono stati raggiunti prima dalla banda ultra-larga, raggiungendo una copertura del 60% in soli tre anni, mentre il processo di diffusione è stato più lento al Nord. Ci si potrebbe quindi aspettare un impatto più forte.

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	ITALIA log_gdp (anno)	ITALIA log_gdp (regione_anno)	NORD log_gdp (anno)	NORD log_gdp (regione_anno)	CENTRO log_gdp (anno)	CENTRO log_gdp (regione_anno)
tot_dum_ubb	-0.00491** (0.00196)	0.0193*** (0.00157)	0.0213*** (0.00228)	0.0222*** (0.00234)	0.0446*** (0.00422)	0.0185*** (0.00413)
log_popolaz	0.977*** (0.000688)	1.003*** (0.000571)	1.017*** (0.000794)	1.017*** (0.000824)	1.004*** (0.00147)	1.002*** (0.00131)
log_altit	-0.0112*** (0.000522)	-0.000864* (0.000452)	0.0129*** (0.000510)	0.00626*** (0.000622)	-0.0185*** (0.00150)	-0.0107*** (0.00121)
laureati	3.243*** (0.0309)	3.735*** (0.0260)	3.607*** (0.0378)	3.608*** (0.0386)	2.449*** (0.0701)	2.803*** (0.0644)
tasso_occupazione	2.749*** (0.00895)	0.902*** (0.0139)	0.858*** (0.0168)	0.740*** (0.0186)	1.468*** (0.0343)	1.164*** (0.0411)
Constant	8.114*** (0.00824)	8.813*** (0.00843)	8.648*** (0.0101)	8.760*** (0.0109)	8.557*** (0.0229)	8.725*** (0.0233)
Observations	62,155	62,155	34,227	34,227	7,592	7,592
R-squared	0.987	0.993	0.991	0.992	0.994	0.995

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 14 - Confronto OLS tra aree geografiche

Controllando per i trend annuali l'impatto risulta effettivamente più elevato al centro rispetto al nord: infatti se il comune è servito dalla fibra, il PIL aumenta del 4,46%. Tuttavia, se si introducono le dummy relative all'interazione tra regione e anno l'impatto diminuisce di qualche punto percentuale, arrivando a 1,85%, inferiore a quanto emerge al nord in colonna 4. Questo significa che c'è un'alta variabilità tra le regioni appartenenti al centro Italia, dovuta alla presenza di trend significativamente diversi tra le quattro regioni centrali: viste le premesse fatte nel capitolo 2, è probabile che sia la Toscana la

regione a differenziarsi maggiormente, poiché il suo PIL pro-capite è molto più elevato rispetto a Lazio, Umbria e Marche. Senza un'analisi puntuale che prenda a campione i comuni della singola regione alla volta, risulta difficile prevedere se l'impatto della fibra sia più elevato in Toscana e non in un'altra regione.

Passando alle regressioni a effetti fissi, l'impatto diminuisce ulteriormente rispetto al Nord: se si considerano i trend regionali, il coefficiente β_1 è significativo e pari a 0,87%, quasi la metà rispetto all'impatto delle regioni del Nord.

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	ITALIA EFFETTI FISSI (anno)	ITALIA EFFETTI FISSI (regione_anno)	NORD EFFETTI FISSI (anno)	NORD EFFETTI FISSI (regione_anno)	CENTRO EFFETTI FISSI (anno)	CENTRO EFFETTI FISSI (regione_anno)
tot_dum_ubb	0.0145*** (0.000506)	0.0133*** (0.000477)	0.0205*** (0.000702)	0.0143*** (0.000654)	0.00994*** (0.00125)	0.00877*** (0.00133)
log_impres	0.0730*** (0.00534)	0.0804*** (0.00557)	0.109*** (0.00776)	0.0760*** (0.00788)	0.0384** (0.0158)	0.0588*** (0.0167)
Constant	16.81*** (0.0289)	16.81*** (0.0299)	16.67*** (0.0410)	16.89*** (0.0412)	17.33*** (0.0919)	17.25*** (0.0963)
Observations	61,990	61,990	34,085	34,085	7,588	7,588
R-squared	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, *

p<0.1

Output 15 - Confronto tra aree geografiche con effetti fissi

Di conseguenza, da questa prima analisi OLS, si potrebbe dedurre che, nonostante la diffusione della fibra sia avvenuta prima e più velocemente nelle regioni centrali, l'impatto che tale tecnologia ha comportato sulla crescita economica locale non ha raggiunto gli stessi risultati raggiunti al Nord Italia. Questo può essere dovuto a tanti fattori diversi, alcuni difficilmente misurabili, che riguardano in generale il divario che c'è a livello di opportunità di lavoro, innovazione tecnologica, qualità della vita e servizi offerti. Osservando meglio l'output 15 emerge già un possibile motivo di questo impatto inferiore: il logaritmo delle imprese ha un coefficiente decisamente più basso rispetto alla media nazionale e al Nord. Considerando i trend annuali, se il numero di imprese aumenta del 1% l'impatto sul PIL è di 3,8% (contro 10,9% al Nord).

Sud Italia

Per il Sud Italia sono stati considerati 2542 comuni. Al 2019 la copertura al sud ha raggiunto il 65,3% che corrisponde al 92% di popolazione coperta. Come emerso nel capitolo 2 dal lato economico il Sud è maggiormente in difficoltà, con un PIL pro capite medio molto basso. Ed è proprio al Sud che gli investitori hanno scelto di investire maggiormente nel processo di diffusione della fibra: solamente nel 2015 si è raggiunta una copertura del 26% (al nord appena del 6%) e nel giro di tre anni erano coperti più della metà dei comuni meridionali.

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(7)
	NORD log_gdp (anno)	NORD log_gdp (reg_anno)	CENTRO log_gdp (anno)	CENTRO log_gdp (reg_anno)	SUD log_gdp (anno)	SUD log_gdp (reg_anno)
tot_dum_ubb	0.0213*** (0.00228)	0.0222*** (0.00234)	0.0446*** (0.00422)	0.0185*** (0.00413)	-0.0253*** (0.00246)	0.0153*** (0.00231)
log_popolaz	1.017*** (0.000794)	1.017*** (0.000824)	1.004*** (0.00147)	1.002*** (0.00131)	0.973*** (0.000901)	0.976*** (0.000875)
log_altit	0.0129*** (0.000510)	0.00626*** (0.000622)	-0.0185*** (0.00150)	-0.0107*** (0.00121)	-0.0191*** (0.000776)	-0.0141*** (0.000752)
laureati	3.607*** (0.0378)	3.608*** (0.0386)	2.449*** (0.0701)	2.803*** (0.0644)	3.591*** (0.0377)	4.061*** (0.0345)
tasso_occupazione	0.858*** (0.0168)	0.740*** (0.0186)	1.468*** (0.0343)	1.164*** (0.0411)	1.668*** (0.0223)	1.118*** (0.0225)
Constant	8.648*** (0.0101)	8.760*** (0.0109)	8.557*** (0.0229)	8.725*** (0.0233)	8.500*** (0.0120)	8.722*** (0.0133)
Observations	34,227	34,227	7,592	7,592	20,336	20,336
R-squared	0.991	0.992	0.994	0.995	0.992	0.994

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 16 - Confronto tra aree geografiche con OLS

In output di regressione 16 si osserva che controllando per i soli trend annuali l'impatto è significativo e negativo, pari a -2,53% di decrescita del PIL se il comune è servito dalla fibra. Se si inseriscono le dummy che controllano i trend regionali tale impatto invece ritorna positivo ed allineato a quanto visto per il Nord e il Centro.

In output 17 invece si presentano le analisi di regressione con effetti fissi sul comune: non emergono grandi differenze tra il sud e le altre macroaree geografiche. Un fattore interessante è il logaritmo delle imprese, che per queste ultime regressioni assume un valore significativo e molto positivo: se infatti il numero di imprese aumenta dell'1% il PIL aumenta del 9,5%, in linea con quanto si ottiene per i comuni settentrionali.

VARIABLES	(3)	(4)	(5)	(6)	(3)	(4)
	NORD	NORD	CENTRO	CENTRO	SUD	SUD
	EFFETTI FISSI					
	(anno)	(regione_anno)	(anno)	(regione_anno)	(anno)	(regione_anno)
tot_dum_ubb	0.0205*** (0.000702)	0.0143*** (0.000654)	0.00994*** (0.00125)	0.00877*** (0.00133)	0.0129*** (0.000794)	0.0134*** (0.000822)
log_imprese	0.109*** (0.00776)	0.0760*** (0.00788)	0.0384** (0.0158)	0.0588*** (0.0167)	0.0973*** (0.00762)	0.0952*** (0.00771)
Constant	16.67*** (0.0410)	16.89*** (0.0412)	17.33*** (0.0919)	17.25*** (0.0963)	16.49*** (0.0420)	16.52*** (0.0423)
Observations	34,085	34,085	7,588	7,588	20,317	20,317
R-squared	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 17 - Confronto tra aree geografiche con effetti fissi

4.2.2 EVENT STUDY

L'obiettivo ora è capire se il problema di endogeneità che è emerso a livello nazionale è diffuso allo stesso modo nelle diverse macroaree geografiche. Per tutte e tre le fasce geografiche in esame sono state effettuate diverse regressioni: inizialmente con controlli sui trend annuali, poi inserendo i controlli sui trend regionali e infine aggiungendo i controlli con le variabili di interazione tra variabili time invariant e gli anni. Visto che i risultati conducono verso la stessa direzione si è deciso di presentare l'output di una sola regressione per ciascuna area. In particolare, la regressione presenta i controlli a livello regionale e i controlli con le variabili di interazione della popolazione e con le variabili di interazione sui laureati. Come si può osservare nel grafico 2 i coefficienti pre-trend risultano anche in questo caso molto significativi (l'intervallo non racchiude lo 0). Questo significa che esistono degli shock che hanno un effetto sia sulla variabile dipendente che sulla variabile indipendente. Di conseguenza viene meno l'assunzione as good as random

ed anche per i comuni del nord l'analisi più corretta è data dal metodo IV, che riesce a ovviare al problema di endogeneità.

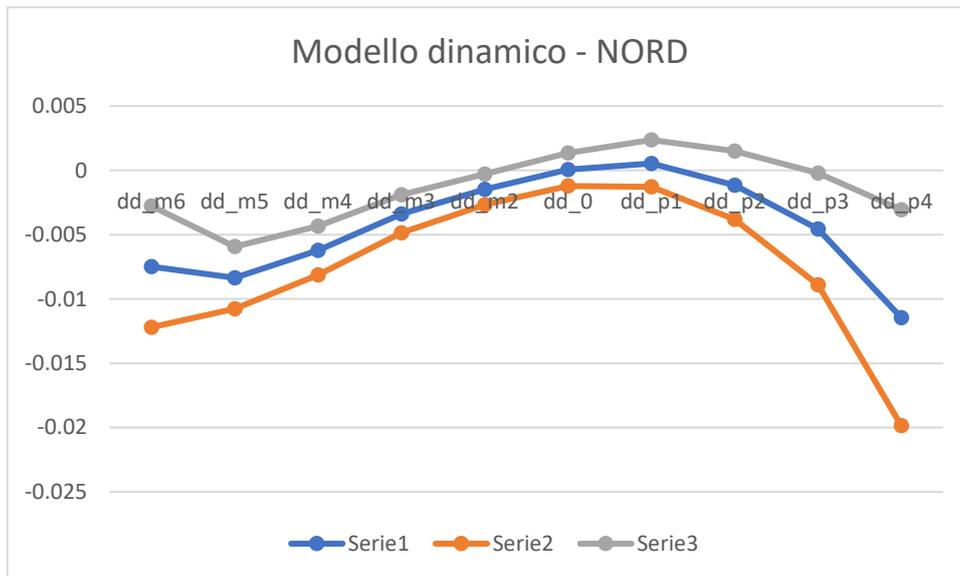


Grafico 2 – Modello dinamico con metodo event study sui comuni del Nord Italia

Per quanto riguarda invece la regressione sui comuni del centro Italia, nel grafico 3 emerge un risultato leggermente differente: in questo caso infatti solamente i primi due coefficienti pre-trend sono significativi, mentre gli altri risultano non significativi (l'intervallo tra la serie 2 e la serie 3 contiene lo 0).

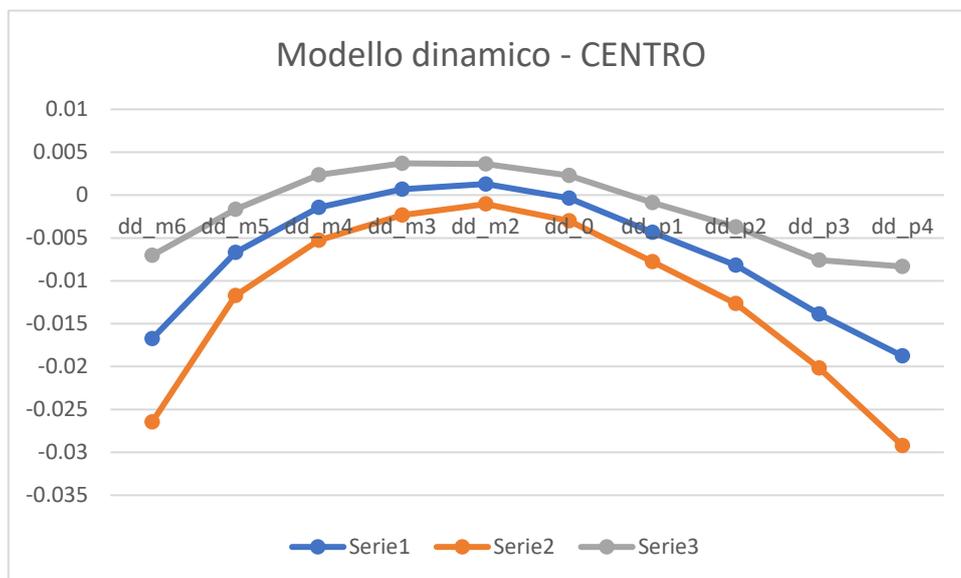


Grafico 2 – Modello dinamico con metodo event study sui comuni del Nord Italia

Il problema dell'endogeneità è comunque presente, perché per poter affermare che non esistono shock esterni che influenzano l'introduzione della fibra ci deve essere la totale assenza di significatività nei coefficienti pre-trend.

Infine, nel grafico 3 si è analizzato il modello dinamico per il Sud Italia. L'andamento è più simile a quello emerso per i comuni settentrionali piuttosto che per quelli centrali ma in ogni caso anche in questo caso i coefficienti pre-trend risultano significativamente diversi da 0. Si può quindi affermare che per ogni macro-area geografica la diffusione della fibra in un comune o in un altro è legata a shock correlati con il PIL, ovvero non è casuale.

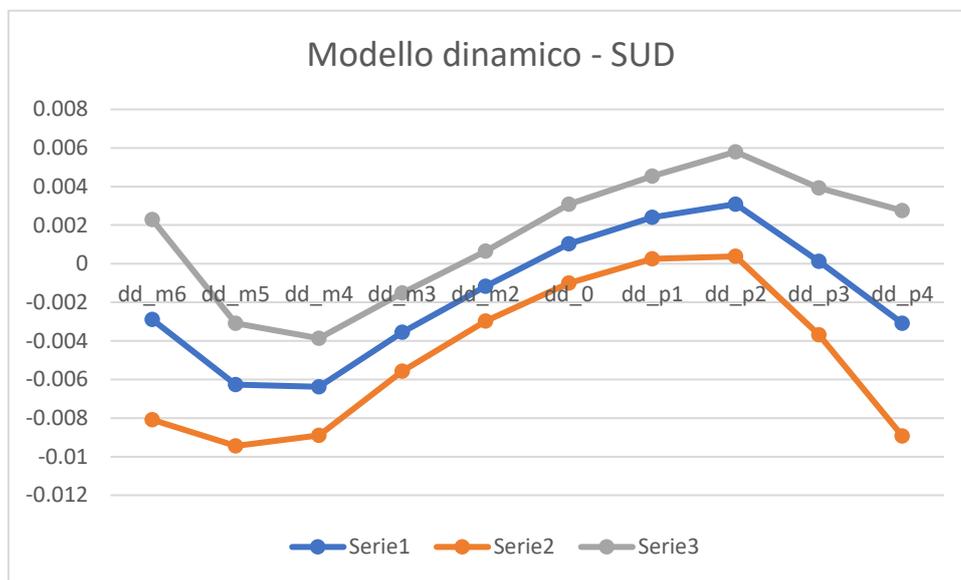


Grafico 3 – Modello dinamico con metodo event study sui comuni del Nord Italia

4.2.3 METODO IV

La regressione IV, data l'implicita endogeneità che caratterizza il problema, darà sicuramente i risultati più corretti sulla stima dell'impatto della banda larga sul PIL. Il modello è uguale a quanto visto nel capitolo 4.1.3: le analisi sono solamente ripetute utilizzando un diverso dataset formato da soli comuni del nord, solo del centro e poi solo del sud Italia.

Nord Italia

La regressione IV base con controlli sui trend annuali ha portato un impatto significativo e positivo. Con un livello di confidenza del 1% rifiutiamo l'ipotesi nulla che il coefficiente

β_1 sia uguale a 0. In particolare, se il comune risulta coperto dalla banda ultra-larga, si osserverà un aumento di PIL pari a 9,3%. Inserendo i controlli regionali l'impatto diminuisce senza perdere di significatività ed è pari di 5,7%. È possibile fare alcune raffinazioni del modello inserendo le variabili di interazioni ovvero le combinazioni tra le variabili time invariant inserite in OLS e gli anni dal 2012 al 2019, al fine di controllare per eventuali tendenze che caratterizzano il comune. Nell'output 18 è presente solamente la colonna con l'interazione tra la percentuale di laureati e l'anno, perché queste variabili di interazioni sono le uniche che sono risultate significative. In questo caso l'impatto è significativo e pari a 7,14%. La regressione con le variabili di interazione sulla popolazione, che quindi misurano per eventuali fenomeni di popolamento o spopolamento dei comuni, è stata omessa dal momento che tali variabili non sono risultate significative. Lo stesso discorso vale per le variabili di interazione del tasso di occupazione. Una possibile spiegazione della non significatività del tasso di occupazione è data dal fatto che non essendoci particolari problemi di lavoro, questa variabile non riesca a catturare una differenza significativa rispetto ad altre variabili.

	(1)	(2)	(3)
	NORD	NORD	NORD
VARIABLES	(anno)	(regione_anno)	(regione_anno) + laureati
tot_dum_ubb	0.0937*** (0.00476)	0.0576*** (0.00494)	0.0714*** (0.00721)
log_impres	0.0622*** (0.00867)	0.0538*** (0.00853)	0.0529*** (0.00864)
Observations	34,071	34,071	34,069
R-squared	-0.270	-0.093	-0.173
Number of ISTAT_ numerico	4,269	4,269	4,268

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 18 – Confronto tra aree geografiche con IV

Centro Italia

Anche in questo caso l'impatto che risulta è sempre positivo e molto significativo. Per il centro è stato possibile aggiungere le variabili di interazione del tasso di occupazione, che sono risultate significative. Inoltre, inserendo questo controllo il modello sembra funzionare meglio, dal momento che nelle prime tre colonne il logaritmo delle imprese presentava un contro intuitivo segno negativo.

VARIABLES	(1) CENTRO (anno)	(2) CENTRO (regione_anno)	(3) CENTRO (regione_anno) + laureati	(4) CENTRO (regione_anno) + t. occupaz	(5) CENTRO (regione_anno) + laureati + t. occupaz
tot_dum_ubb	0.148*** (0.0151)	0.150*** (0.0170)	0.182*** (0.0240)	0.0509** (0.0227)	0.0521** (0.0230)
log_imprese	-0.0352* (0.0214)	-0.0136 (0.0226)	-0.0128 (0.0242)	0.0130 (0.0193)	0.0169 (0.0185)
Observations	7,588	7,588	7,588	7,588	7,588
R-squared	-1.848	-1.823	-2.647	-0.080	-0.080
Number of ISTAT_ numerico	949	949	949	949	949

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 19 – Confronto tra aree geografiche con IV

La regressione più completa è sicuramente quella presentata in colonna 5, in cui si controlla sia per eventuali variazioni nel tempo del numero di laureati, sia per variazioni legate alla percentuale di popolazione che partecipa alla produzione di ricchezza. Se il comune è coperto l'impatto sul PIL dei comuni appartenenti a Marche, Lazio, Toscana e Umbria è pari a 5,2%.

Sud Italia

Anche per i comuni meridionali l'impatto è sempre positivo e molto significativo. In questo caso è stato possibile aggiungere altri controlli, come le variabili di interazione della popolazione, che per il centro e per il nord erano risultate non significative. Controllando ora sia per eventuali fenomeni di popolamento e spopolamento che per il tasso di laureati nel comune, si ottiene un impatto positivo e pari a 8,18%. Se si considera invece il tasso di occupazione e la percentuale di laureati, l'impatto risultante è del 5,3%, molto simile all'impatto che si ha in centro Italia di 5,2%.

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	SUD (anno)	SUD (regione_anno)	SUD (regione_anno) + laureati	SUD (regione_anno) + popolazione	SUD (regione_anno) + popolazione + laureati	SUD (regione_anno) + t. occupaz	SUD (regione_anno) + t. occupaz + laureati
tot_dum_ubb	0.0722*** (0.00633)	0.0693*** (0.00517)	0.0703*** (0.00533)	0.0818*** (0.0163)	0.0764*** (0.0156)	0.0542*** (0.00521)	0.0537*** (0.00511)
log_imprese	0.0538*** (0.00908)	0.0714*** (0.00826)	0.0725*** (0.00823)	0.0660*** (0.00836)	0.0675*** (0.00825)	0.0545*** (0.00791)	0.0581*** (0.00787)
Observations	20,317	20,317	20,309	20,309	20,309	20,317	20,309
R-squared	-0.276	-0.222	-0.223	-0.314	-0.255	-0.048	-0.032
Number of ISTAT	2,543	2,543	2,542	2,542	2,542	2,543	2,542

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 20 – Confronto tra aree geografiche con IV

4.3 ANALISI DIFFERENZIATA PER TIPOLOGIA DI COMUNE

Un altro approfondimento interessante è legato alla distinzione dei comuni in base al grado di urbanizzazione. Dal 2011 Eurostat classifica i comuni secondo tre gradi di urbanizzazione (alta, media e bassa) ricorrendo ad uno strumento basato sulla densità demografica e il numero di abitanti valutati all'interno di griglie regolari con celle di un chilometro quadrato. In Italia risulta che il 67,9% dei comuni ricade nella classe di bassa urbanizzazione, area prevalentemente rurale, dove su una superficie del 72,5% si localizza una popolazione pari al 24,3%. Nei comuni ad alta urbanizzazione, che rappresentano solo il 3,3% del totale nazionale e con una superficie territoriale complessiva del 4,8%, è presente il 33,3% della popolazione italiana. Nel restante 28,7% dei comuni di grado medio di urbanizzazione, su un'estensione territoriale del 22,7%, si concentra il 42,4% della popolazione complessiva.

Si è deciso di concentrarsi sui comuni a media urbanizzazione, ovvero le piccole città, e a bassa urbanizzazione, ovvero comuni in zona rurale. Nel 2019 la copertura delle piccole città è arrivata all'85% che corrisponde al 96% della popolazione che vi risiede. Molto più lenta è invece la diffusione nelle aree rurali, in cui ad oggi sono stati coperti solamente il 37% dei comuni e solamente poco più della metà (54%) dei residenti in questi comuni dispongono dell'accesso alla rete.

4.3.1 METODO OLS

Il campione dei comuni a medio grado di urbanizzazione è formato da 2570 comuni, mentre il campione dei comuni a basso grado di urbanizzazione è composto dalla maggior parte dei restanti comuni italiani: 4936. Osservando l'output di regressione 20 si può notare un comportamento molto simile dei risultati a prescindere della tipologia di comuni. Infatti, sia considerando i trend annuali, che quelli regionali, il coefficiente è sempre significativo per una probabilità di errore minore dell'1%. Il segno di tale coefficiente invece varia: se si considerano solamente i controlli annuali il segno è negativo, sia per i comuni considerati piccole città sia per comuni situati in zone più rurali. In particolare, nei comuni a bassa urbanizzazione l'impatto sul PIL è leggermente più elevato in termini negativi (-3% contro -1,1% delle piccole città). Se si inseriscono i controlli regionali, nuovamente nei comuni in zone rurali l'impatto risulta essere maggiore rispetto a quello che si verifica nelle piccole città: se un comune a basso grado

di urbanizzazione viene coperto dalla fibra, il PIL aumenta del 1,47%. Se invece è una piccola città ad essere coperta, emerge un impatto pari a 0,75%. I coefficienti delle altre variabili non subiscono particolari variazioni andando a differenziare la tipologia di comune, fatta eccezione per il tasso di occupazione nei i comuni rurali che nella regressione con controlli regionali subisce un calo: se in un comune aumenta dell'1% il tasso di occupazione, la crescita economica ne risentirà positivamente solamente per lo 0,68%.

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)
	Piccole città log_gdp (anno)	Piccole città log_gdp (regione_anno)	Comuni rurali log_gdp (anno)	Comuni rurali log_gdp (regione_anno)
tot_dum_ubb	-0.0117*** (0.00341)	0.00757*** (0.00281)	-0.0301*** (0.00265)	0.0147*** (0.00220)
log_popolaz	0.992*** (0.00128)	1.002*** (0.00106)	0.960*** (0.00111)	1.006*** (0.00100)
log_altit	0.00743*** (0.000778)	-0.00529*** (0.000623)	-0.0153*** (0.000726)	-0.00230*** (0.000712)
laureati	3.438*** (0.0411)	3.848*** (0.0335)	2.709*** (0.0471)	3.675*** (0.0424)
tasso_occupazione	3.125*** (0.0123)	1.421*** (0.0229)	2.537*** (0.0121)	0.687*** (0.0181)
Constant	7.763*** (0.0152)	8.609*** (0.0166)	8.392*** (0.0115)	8.902*** (0.0109)
Observations	20,568	20,568	39,547	39,547
R-squared	0.980	0.989	0.973	0.984

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 20 – Confronto tra tipologie di comune con OLS

Dalle analisi con effetti fissi sul comune (output 21) emergono invece risultati ben più particolari: sia controllando per i trend annuali che per quelli regionali, nei comuni a media urbanizzazione l'effetto della banda ultra-larga sul PIL comunale non è significativo; si accetta infatti l'ipotesi nulla che il coefficiente sia uguale a 0. Al contrario nei comuni delle zone rurali l'impatto è molto significativo e risulta positivo. Se si controllano i trend regionali e il comune è coperto, l'impatto sul PIL è pari a 0,94%.

VARIABLES	(1) Piccole città EFFETTI FISSI (anno)	(2) Piccole città EFFETTI FISSI (regione_anno)	(3) Comuni rurali EFFETTI FISSI (anno)	(4) Comuni rurali EFFETTI FISSI (regione_anno)
tot_dum_ubb	0.000302 (0.000797)	0.000993 (0.000813)	0.00739*** (0.000753)	0.00939*** (0.000742)
log_imprese	0.0588*** (0.0129)	0.0959*** (0.0149)	0.0567*** (0.00594)	0.0602*** (0.00614)
Constant	17.92*** (0.0817)	17.73*** (0.0937)	16.23*** (0.0287)	16.25*** (0.0294)
Observations	20,546	20,546	39,410	39,410
R-squared	0.999	0.999	0.999	0.999

Robust standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 21 – Confronto tra tipologie di comune con effetti fissi

4.3.2 METODO IV

Nell'analisi IV delle piccole città sono state svolte diverse regressioni, inserendo man mano i controlli con le variabili di interazione, che sono sempre risultati significativi (output 22). L'impatto che è emerso in ognuna è positivo e significativo. In particolare, controllando per la popolazione e i laureati l'impatto è molto alto ed è pari a 19,5%. Tuttavia, inserendo i controlli sul tasso di occupazione, l'impatto diminuisce enormemente, arrivando a 3,7%.

VARIABLES	(1) Piccole città (regione_anno)	(2) Piccole città (regione_anno) + laureati	(3) Piccole città (regione_anno) + popolazione	(4) Piccole città (regione_anno) + laureati e popolaz	(5) Piccole città (regione_anno) + t. occupaz	(6) Piccole città (regione_anno) + laureati e t. occupaz
tot_dum_ubb	0.0961*** (0.0110)	0.105*** (0.0120)	0.189*** (0.0317)	0.195*** (0.0330)	0.0354*** (0.00732)	0.0378*** (0.00732)
log_imprese	0.0390** (0.0171)	0.0577*** (0.0166)	0.0500** (0.0203)	0.0651*** (0.0198)	0.0494*** (0.0155)	0.0661*** (0.0148)
Observations	20,542	20,534	20,534	20,534	20,542	20,534
R-squared	-1.091	-1.236	-3.677	-3.881	-0.060	-0.043
Number of ISTAT_numerico	2,570	2,569	2,569	2,569	2,570	2,569

Robust standard errors in parentheses
*** p<0.01, **
p<0.05, * p<0.1

Output 22 – Confronto tra tipologie di comune con IV

Per quanto riguarda l'analisi sui comuni rurali, si riporta l'output di regressione 23. Salta immediatamente all'occhio che il numero di regressioni svolte è decisamente più basso. Questo è dovuto al fatto che sono state eliminate le regressioni con i controlli mancanti poiché le variabili di regressioni risultavano non significative. Con l'aggiunta del solo controllo della popolazione si può affermare che l'impatto nei comuni rurali della fibra sul PIL è significativo ed è pari a 16,4%, probabilmente sovrastimato a causa della mancanza di altri controlli.

VARIABLES	(1) Comuni rurali (regione_anno)	(2) Comuni rurali (regione_anno) + popolazione
tot_dum_ubb	0.170*** (0.0282)	0.164*** (0.0515)
log_imprese	0.0516*** (0.00712)	0.0513*** (0.00684)
Observations	39,400	39,398
R-squared	-1.167	-1.080
Number of ISTAT_numerico	4,936	4,935

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 23 – Confronto tra tipologie di comune con IV

4.4 ANALISI DELL'IMPATTO DELLA FIBRA SUL PIL (REDDITO IMPONIBILE)

Come accennato all'inizio del capitolo 4 il PIL comunale può essere calcolato in due modi: il primo modo è sicuramente più fedele alla definizione standard di PIL, secondo cui il Prodotto Interno Lordo è dato dalla somma dei redditi lordi dell'economia. Il secondo modo invece tiene conto di tutte le deduzioni fiscali che si sottraggono al reddito complessivo: si tratta deduzioni previste dallo Stato, come le ritenute previdenziali e assistenziali e altri redditi. Il reddito imponibile è di fatto il reddito su cui si pagheranno le tasse. Tali deduzioni possono essere più o meno consistenti in un comune in base alla tipologia di contribuenti. È interessante quindi ripetere l'intera analisi utilizzando come variabile di interesse il PIL calcolato come reddito imponibile e vedere se emergono differenze significative rispetto all'analisi con il PIL dato dalla somma dei redditi lordi.

4.4.1. METODO OLS

Il modello utilizzato è esattamente quello già presentato nel paragrafo 4.1.1, con le stesse variabili di controllo. Di conseguenza sarà presentato direttamente l'output finale (output 24). In colonna 1 e 2 si trovano i risultati che erano emersi con il PIL dato dalla somma dei redditi lordi, in colonna 3 e 4 i risultati che si ottengono con il PIL calcolato come reddito imponibile. Come ci si poteva aspettare i risultati sono abbastanza simili.

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	log_gdp (anno)	log_gdp (regione_anno)	log_gdp_imponib (anno)	log_gdp_imponib (regione_anno)
tot_dum_ubb	-0.00491** (0.00196)	0.0193*** (0.00157)	-0.00216 (0.00194)	0.0218*** (0.00157)
log_popolaz	0.977*** (0.000688)	1.003*** (0.000571)	0.972*** (0.000684)	0.997*** (0.000561)
log_altit	-0.0112*** (0.000522)	-0.000864* (0.000452)	-0.0119*** (0.000519)	-0.00230*** (0.000454)
laureati	3.243*** (0.0309)	3.735*** (0.0260)	3.323*** (0.0306)	3.807*** (0.0255)
tasso_occupazione	2.749*** (0.00895)	0.902*** (0.0139)	2.667*** (0.00882)	0.859*** (0.0138)
Constant	8.114*** (0.00824)	8.813*** (0.00843)	8.178*** (0.00826)	8.867*** (0.00846)
Observations	62,155	62,155	62,155	62,155
R-squared	0.987	0.993	0.987	0.993

Robust standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 24 – Analisi regressione OLS con il PIL calcolato in due modi differenti

Controllando per i trend annuali in colonna 1 l'impatto è molto significativo e negativo. Il segno negativo rimane controllando per i trend annuali anche nel secondo caso (colonna 3), ma ora tale impatto non risulta più significativo. Controllando invece per i trend regionali l'impatto della copertura della banda ultra-larga risulta essere significativo con un livello pari all'1%, poiché si deve rifiutare l'ipotesi nulla che β_1 sia uguale a 0. In questo caso se il comune è coperto dalla fibra, il reddito imponibile comunale aumenta del 2,1%, leggermente più alto dell'impatto che si avrebbe sul reddito complessivo (1,9%).

Controllando per tutti i fattori idiosincratici del comune che non variano nel tempo sul comune si arriva a risultati non troppo differenti (output 25). In tutti i casi l'impatto è significativo e positivo e, in particolare, controllando per trend regionali, l'impatto è più basso rispetto ai soli trend annuali: se il comune è coperto il PIL aumenta di circa 1,26%.

VARIABLES	(1) log_gdp FE (anno)	(2) log_gdp FE (regione_anno)	(3) log_gdp_imponib FE (anno)	(4) log_gdp_imponib FE (anno)
tot_dum_ubb	0.0145*** (0.000506)	0.0133*** (0.000477)	0.0140*** (0.000512)	0.0126*** (0.000488)
log_imprese	0.0730*** (0.00534)	0.0804*** (0.00557)	0.0649*** (0.00543)	0.0695*** (0.00568)
Constant	16.81*** (0.0289)	16.81*** (0.0299)	16.85*** (0.0294)	16.86*** (0.0305)
Observations	61,990	61,990	61,990	61,990
R-squared	1.000	1.000	0.999	1.000

Robust standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 25 – Analisi regressione OLS con Effetti Fissi con il PIL calcolato in due modi differenti

4.3.2 METODO IV

Utilizzando il metodo di stima a variabili strumentali si ottiene un impatto positivo e significativo nella regressione con dummy annuali (output 26). Tale impatto risulta anche molto elevato e pari a 21,8%. Tuttavia, tale regressione IV che controlla per i trend annuali non sembra funzionare correttamente dal momento che il coefficiente del logaritmo delle imprese è negativo. È probabile che il controllo annuale non basti ma serva il controllo a livello regionale, visti i diversi trend che caratterizzano le regioni. In colonna 3 dell'output 27 emerge infatti un impatto significativo e pari a +6,45%. Anche il logaritmo delle imprese ha segno positivo del coefficiente.

In conclusione, quindi non si evidenziano particolari differenze tra i risultati delle regressioni con variabile di interesse la somma dei redditi lordi del comune e i risultati delle regressioni in cui il PIL è dato dal reddito imponibile.

VARIABLES	(1) OLS (anno)	(2) FE (anno)	(3) IV (anno)
tot_dum_ubb	-0.00216 (0.00194)	0.0140*** (0.000512)	0.218*** (0.0110)
log_popolaz	0.972*** (0.000684)		
log_altit	-0.0119*** (0.000519)		
laureati	3.323*** (0.0306)		
tasso_occupazione	2.667*** (0.00882)		
log_imprese		0.0649*** (0.00543)	-0.0866*** (0.0109)
Constant	8.178*** (0.00826)	16.85*** (0.0294)	
Observations	62,155	61,990	61,976
R-squared	0.987	0.999	-2.875
Number of ISTAT_ numerico			7,761

Robust standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 26 – Analisi regressione IV con il PIL calcolato in due modi differenti

VARIABLES	(1) OLS (regione_anno)	(2) FE (regione_anno)	(3) IV (regione_anno)
tot_dum_ubb	0.0218*** (0.00157)	0.0126*** (0.000488)	0.0645*** (0.00349)
log_popolaz	0.997*** (0.000561)		
log_altit	-0.00230*** (0.000454)		
laureati	3.807*** (0.0255)		
tasso_occupazione	0.859*** (0.0138)		
log_imprese		0.0695*** (0.00568)	0.0442*** (0.00603)
Constant	8.867*** (0.00846)	16.86*** (0.0305)	
Observations	62,155	61,990	61,976
R-squared	0.993	1.000	-0.167
Number of ISTAT_numerico			7,761

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Output 27 – Analisi regressione IV con il PIL calcolato in due modi differenti

CONCLUSIONI

L'obiettivo di questo elaborato di tesi è stato analizzare la relazione tra le nuove tecnologie a banda larga e la crescita dell'economia a livello locale, in particolare testare l'esistenza o meno di un impatto significativo (ed il suo segno) della fibra sul PIL comunale.

È stata eseguita inizialmente un'analisi della letteratura corrente, per capire se il problema era stato già analizzato in altre paesi d'Europa e del Mondo e che risultati si erano ottenuti. Successivamente è stata fatta un'analisi dei dati: il primo dataset che è stato creato si basava sul PIL comunale e sul PIL pro capite medio, insieme ad una serie di altre informazioni demografiche sul comune. Il secondo dataset conteneva i dati già forniti da Telecom Italia sulla diffusione della tecnologia a banda ultra-larga a livello comunale.

L'analisi del modello econometrico è stata sviluppata a partire da una iniziale stima tramite il metodo OLS, e resa più accurata tramite il ricorso al modello a effetti fissi. Si è andati quindi ad analizzare il problema ricercando una possibile endogeneità intrinseca, dovuta a possibili shock esterni, non osservabili, che influenzano la fibra ed il PIL. La rete ultra-veloce influenza sicuramente la crescita economica locale in determinate aree ma, allo stesso tempo, gli investimenti in banda larga possono essere influenzati dal tasso di crescita di tali territori. Tramite il metodo dell'event study è emersa effettivamente una non casualità della fibra rispetto al PIL: questo risultato porta alla certezza che la stima più accurata è data dal metodo a variabili strumentali, che è in grado di arginare il problema di endogeneità e il problema dei fattori omessi non osservabili. Il metodo delle variabili strumentali ha permesso di ottenere stimatori consistenti.

Alla luce dei risultati ottenuti, si può sicuramente affermare che la banda larga ha un impatto positivo e significativo sullo sviluppo economico locale. Essa, infatti, influenza in modo significativo il PIL comunale, sia calcolato come somma dei redditi lordi dell'economia, sia calcolato come reddito imponibile.

Andando più in profondità nell'analisi si è deciso di differenziare il dataset di partenza in base all'appartenenza del comune alle tre macroaree geografiche: Nord, Centro e Sud. I

risultati in OLS, confermati poi dalle analisi IV, hanno dimostrato che l'impatto positivo e significativo che era emerso a livello nazionale è valido a prescindere dalla fascia geografia. Infatti, eseguendo le regressioni solo sui comuni del Nord, poi solo su quelli centrali e infine solo su quelli meridionali, è emerso un impatto sempre significativo e positivo. A parità di variabili di controllo inserite, tale impatto sembra essere leggermente più elevato al centro Italia.

Infine, si è deciso di distinguere i comuni in base al grado di urbanizzazione, che classifica i comuni in città, piccole città e comuni rurali. Sono state quindi ripetute le regressioni con nuovi campioni: il primo costituito solamente dai comuni con medio grado di urbanizzazione (piccole città), il secondo solamente dai comuni con basso grado di urbanizzazione (zone rurali). Quello che è emerso è che nei comuni a medio grado di urbanizzazione i controlli inseriti funzionano correttamente e hanno permesso di stimare un impatto della fibra sul PIL pari a 3,8%. Al contrario, nei comuni in zone rurali, i controlli sulle variabili time invariant perdono di significatività e l'impatto che deriva dall'analisi IV è molto significativo e consistente, pari a 16,4%. Per la mancanza di controlli sufficienti si stima che tale impatto sia un po' sovrastimato, ma è molto probabile che sia comunque maggiore di quello che si verifica nelle piccole città. Tuttavia, come emerso nel capitolo 3, la diffusione della fibra nei comuni in zone rurali e soprattutto nei comuni ad altitudini maggiori di 600 metri, che rappresentano naturalmente aree meno attraenti per gli investitori, dovrebbe essere opportunamente stimolata. Queste zone, infatti, potrebbero essere quelle maggiormente favorite dalla disponibilità di fibra ottica. Le aziende che vi operano infatti, potrebbero sfruttare la disponibilità di banda ultra-larga per rimanere competitive sul mercato senza doversi spostare in aree più attrattive, alimentando un già problematico fenomeno di spopolamento di queste aree.

La quasi totalità degli studi in letteratura mostrano una correlazione positiva tra la penetrazione della tecnologia e lo sviluppo economico, ma i risultati presentano una variabilità piuttosto ampia. L'impatto risultante nel presente elaborato oltre che positivo e significativo è anche abbastanza consistente rispetto a quanto era emerso in studi di altri paesi. La variabilità di questo dato è dovuta a numerosi fattori: l'utilizzo di dataset e parametri differenti, bias dovuti alla scarsa disponibilità dei dati o a una granularità troppo bassa delle informazioni.

In generale, la spiegazione dietro a questo impatto significativo e positivo passa attraverso diverse strade. Un primo beneficio diretto che si può verificare grazie all'introduzione della banda-larga è la creazione di posti di lavoro per la realizzazione o il potenziamento dell'infrastruttura di rete. In Italia l'ammontare dell'investimento necessario per la creazione di una rete nazionale a banda larga è stimato tra 9 e 24 miliardi di euro, a seconda del tipo di tecnologia adottata e della velocità di connessione garantita. Tali investimenti producono lavoro necessario alla progettazione, produzione di hardware e software, posa e manutenzione della rete fisica. Gli altri benefici diretti agiscono come spillover, esternalità positive che impattano soggetti privati o consumatori e imprese non direttamente coinvolti. In ambito privato, la rete ultra-veloce porta come beneficio principale l'aumento della "produttività domestica" e del miglioramento della qualità della vita, aspetti che però sono difficilmente convertibili nel modello. In ambito industriale, la fibra ha sicuramente un forte impatto sulle imprese, poiché va ad impattare fortemente sulle comunicazioni e sul trasferimento di informazioni, aumentandone la produttività e quindi i ricavi. Inoltre l'evoluzione del Broadband Internet e le sue molteplici applicazioni in ambito industriale rappresentano uno stimolo all'innovazione nell'impresa. Infine, come ben evidenziato dal Gruppo TIM: "L'obiettivo nel medio-lungo periodo deve rimanere la crescita e la capacità dell'impresa di sfruttare l'infrastruttura da *prosumer*: solo le aziende capaci di sfruttare a pieno i benefici offerti dalle nuove tecnologie saranno portate a considerare lo strumento IT come risorsa, anziché come *commodity*, innovando per differenziarsi e crescere e ad aumentando di conseguenza la forza lavoro nel medio-lungo periodo."

Bibliografia

- [1] Abrardi L., Cambini C., (2018). *Ultra-fast broadband investment and adoption: A survey*. Telecommunications Policy.
- [2] Cambini C., Sabatino L. *“Digital Highways and Firm Turnover: Evidence from Italy”*
- [3] Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., Woessmann, L., (2011). *Broadband Infrastructure and Economic Growth*. The Economic Journal, 121(552), 505-532.,
- [4] Kolko J., *“Broadband and Local Growth”*, Public Policy Institute of California, Agosto 2010
- [5] Ford G, *“Is faster better? Quantifying the relationship between broadband speed and economic growth”*, February 2018.
- [6] Briglauer W., Dürr N., Gugler K., *“A retrospective study on the regional benefits and spillover effects of high-speed broadband networks: Evidence from German counties”*, International Journal of Industrial Organization, November 2020.
- [7] Feasey R., Bourreau M., Nicolle A., *“State aid for broadband infrastructure in Europe”*, Novembre 2018.
- [8] Briglauer W., Gugler K., *“Go for Gigabit? First Evidence on Economic Benefits of (Ultra)Fast Broadband Technologies in Europe”*, July 2017.
- [9] Gruber, J., Hätönen, P., Koutroumpis, P., *“Broadband access in the EU: An assessment of future economic benefits”*, August 2014.
- [10] Tim Netbook 2018, 2019 e 2020
- [11] Banca d'Italia, *“Banda Larga e Reti di Nuova Generazione”*, Agosto 2012.
- [12] Camera dei deputati, *“Le infrastrutture di comunicazione mobile e la banda ultralarga”*, Gennaio 2021.

[13] Confindustria Verona, *“Banda Larga, un asset strategico per la competitività del territorio”*, Aprile 2012.

[14] European commission, *“Socio-economic benefits of high speed broadband”*

[15] Corte dei conti europea *“La banda larga negli Stati membri dell’UE: nonostante i progressi, non tutti i target di Europa 2020 saranno raggiunti”*, 2018

[16] Confindustria, *“Servizi e Infrastrutture per l’Innovazione Digitale del Paese”*

[17] Icom *“Tutte le strade portano al digitale”*, ottobre 2020

[18] Istat, *“Rapporto sul territorio 2020: ambiente economia e società”*

[19] Borusyak, *“Revisiting Event Study Designs, with an Application to the Estimation of the Marginal Propensity to Consume”*, Aprile 2018.

[20] Istituto Nazionale di Statistica, *“Annuario statistico italiano 2019”*, Dicembre 2019

Sitografia

<https://www.agcom.it/>

<https://www.agendadigitale.eu/>

<https://bandaultralarga.italia.it/>

<https://www.camera.it>

<https://www.confindustria.it>

<https://www.flashfiber.it/>

<https://www.interno.gov.it/it>

<https://www.istat.it>

<https://www.mise.gov.it>

<https://www.opensignal.com/italy>

<https://www.pmi.it/>

<https://www.stata.com/>

<https://www.statalist.org>

<https://www.tim.it/>

<https://wholesale.telecomitalia.it/>

<https://www1.finanze.gov.it/finanze3/>

<https://ec.europa.eu/eurostat/>

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/informazioni-sul-paese-italia>

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il Professor Carlo Cambini, relatore di questa tesi, per la disponibilità che ha avuto nei miei confronti fin dall'inizio, per avermi spronata e per avermi dato preziosi consigli e insegnamenti, non solo riguardanti la tesi, ma l'intero percorso di laurea magistrale.

Inoltre, ringrazio il Professor Lorien Sabatino per avermi guidata passo passo in questo lavoro e per non avermi mai fatto mancare aiuto e supporto.

Ringrazio Alberto, compagno di vita, di viaggi, di avventure. Se sono qui, se sono come sono, è anche un po' merito tuo. Sei il mio sole.

Dedico questo traguardo alla mia meravigliosa famiglia: senza di voi non sarebbe stato possibile tutto questo. GRAZIE!