

PARERE SCIENTIFICO

Indirizzare gli investimenti per favorire lo sviluppo tecnologico del Paese

L'assegnazione delle frequenze come leva di politica industriale: il ruolo strategico degli obiettivi di investimento nel processo di assegnazione dei diritti d'uso dello spettro radio

Cesare Pozzi e Davide Quaglione

Aprile 2026

Sommario

Executive Summary	1
L'assegnazione come leva di politica economico-industriale	1
Il criterio: valore sistemico, esternalità e concorrenza per il mercato.....	1
Le evidenze a sostegno della tesi.....	1
Rischi e controindicazioni	2
Il contesto italiano	3
Quattro obiettivi strategici come contenuto sostanziale dell'assegnazione.....	3
Il contesto italiano e la compensazione intertemporale	5
Fondamento normativo e conclusione.....	6
1. Premessa e oggetto del parere.....	8
2. Il fondamento economico: dall'onere per i diritti d'uso al valore dell'infrastruttura.....	10
2.1 Il diritto d'uso come leva di politica economico-industriale	10
2.2 Il rendimento dinamico dello spettro.....	11
2.3 Le esternalità della connettività e il valore del tempo	13
3. La concorrenza per il mercato come chiave di lettura	15
4. Le evidenze a sostegno della tesi	16
4.1 La riflessione AGCOM sul 2029	16
4.2 La letteratura scientifica e le esperienze comparate.....	17
4.3 Il quadro europeo e il precedente francese	20
4.4 Le aste multiobiettivo: fondamenti teorici, vantaggi e criticità strutturali	23
4.4.1 Le basi teoriche: dalle aste di prezzo alle scoring auctions	23
4.4.2 I vantaggi teorici dell'incorporazione di obiettivi non monetari	24
4.4.3 Le criticità strutturali: complessità, verificabilità e enforcement	25
4.4.4 Il rischio di opportunismo strategico.....	26
4.4.5 Implicazioni per il disegno della procedura	27
5. Il contesto italiano	29
6. Quattro obiettivi strategici come contenuto sostanziale dell'assegnazione	32
6.1 Rapido dispiegamento del 5G Standalone.....	33
6.2 Rafforzamento della copertura lungo le arterie stradali e ferroviarie.....	36
6.3 Sviluppo dell'edge computing	38

6.4 Consolidamento degli investimenti in ricerca e sviluppo.....	39
7. Il controvalore per la collettività dell'assegnazione <i>investment-driven</i>: un esercizio di quantificazione sulla base delle evidenze disponibili	42
8. Il fondamento normativo	46
9. Conclusioni	48
10. Bibliografia	50

Executive Summary

L'assegnazione come leva di politica economico-industriale

L'assegnazione dei diritti d'uso delle bande dello spettro radio italiano in scadenza al 31 dicembre 2029 apre una fase regolatoria di rilievo strutturale, poiché essa inciderà sulla configurazione delle reti mobili almeno fino al 2040, sull'intensità e sulla tempistica degli investimenti infrastrutturali, sulla disponibilità di servizi digitali avanzati, sulla capacità del sistema produttivo di trarre pienamente i benefici della trasformazione digitale. Letta in questa prospettiva, la disciplina della risorsa frequenziale assume il carattere di una leva di politica economica di eccezionale importanza, poiché orienta capitale privato verso traiettorie di investimento destinate a produrre effetti sulla produttività, sull'innovazione e sulla competitività del Paese lungo l'intero ciclo della licenza.

Il criterio: valore sistemico, esternalità e concorrenza per il mercato

Il criterio di assegnazione dei diritti d'uso deve essere costruito sul valore sistemico che la risorsa frequenziale è in grado di generare e, in particolare, sulle esternalità diffuse che essa attiva nel tessuto produttivo, nell'innovazione applicativa e nella dotazione infrastrutturale territoriale. In tale quadro, la competizione tra operatori deve essere ordinata attorno al progetto e agli impegni di utilizzazione della risorsa, in funzione della maggiore utilità collettiva, come forma di selezione concorrenziale del programma infrastrutturale più coerente con gli obiettivi di sviluppo del Paese. Il fulcro della procedura si sposta così sulla credibilità industriale degli impegni assunti, sulla loro misurabilità e sulla loro attitudine a tradurre una risorsa scarsa in capacità di rete, qualità del servizio e innovazione diffusa: la competizione tra operatori va ricondotta alla qualità e alla tempestività del progetto infrastrutturale, anziché alla (sola) capacità di corrispondere il corrispettivo più elevato.

Le evidenze a sostegno della tesi

Le evidenze che sostengono questa impostazione si articolano su più piani e risultano fra loro convergenti. La letteratura economica – dal contributo fondativo di Coase alla più recente riflessione sul *market design* – documenta che la qualità della procedura di assegnazione dipende in misura decisiva da un insieme di elementi che vanno ben al di là della capacità di estrarre una rendita statica, quando

i contesti sono caratterizzati da significative esternalità di rete. Diversi studi empirici confermano che il rendimento sociale delle infrastrutture digitali avanzate eccede largamente i ritorni appropriabili dai singoli operatori, legittimando un intervento regolatorio che internalizzi tali esternalità nella procedura. Il quadro europeo – dal White Paper del 2024 al Digital Networks Act, sino alla *Draft Opinion on a 6G Spectrum Roadmap* dell’RSPG dell’11 febbraio 2026 – muove dalla premessa che rete di accesso, core cloud-native ed edge computing costituiscano componenti interdipendenti di una medesima architettura digitale integrata, il cui rendimento sociale dipende dal grado di coordinamento tra le sue parti. In questo senso, il caso francese appare molto rilevante sotto il profilo empirico, documentando l’efficacia di un disegno costruito attorno a prevedibilità temporale, obblighi territoriali e riequilibrio concorrenziale.

Rischi e controindicazioni

Allo stesso tempo non vanno sottovalutati i potenziali profili di criticità di meccanismi di assegnazione che superano la logica delle aste di prezzo. La traduzione di obiettivi pubblici in criteri contrattualmente efficaci richiede che obblighi, metriche di adempimento, *milestone* temporali e apparato sanzionatorio siano predeterminati in termini trasparenti, proporzionati, non discriminatori e verificabili. In effetti, obblighi formulati in modo generico, controlli tardivi o sanzioni deboli rischiano di generare esiti indesiderati. A ciò si aggiunge il rischio di opportunismo strategico – sopravvalutazione degli impegni in sede di gara e successiva richiesta di rinegoziazione – contro il quale la procedura deve prevedere meccanismi di verifica periodica, garanzie finanziarie proporzionate e trattamento sanzionatorio effettivamente applicabile. Sul versante opposto, rileva l’esigenza di una valutazione rigorosa della sostenibilità economico-finanziaria degli impegni assunti dagli aggiudicatari: offerte eccessivamente onerose o condizioni di gara che trasferiscano sugli operatori un livello di rischio incompatibile con la redditività attesa degli investimenti possono compromettere la realizzazione degli obblighi infrastrutturali e, nei casi estremi, generare rischi di insolvenza con ricadute sistemiche – discontinuità del ciclo degli investimenti, deterioramento della copertura e della qualità del servizio, riassegnazioni inefficienti della risorsa, elevati costi di coordinamento regolatorio. A ciò si aggiunge la necessità di preservare un’adeguata tenuta delle dinamiche competitive, anche sotto il profilo di un’equa

distribuzione della risorsa tra gli operatori: un disegno allocativo che concentri il peso del confronto sugli impegni infrastrutturali va accompagnato da presidi idonei a evitare che la centralità di tali impegni si traduca, di fatto, in una compressione degli spazi competitivi, con effetti riflessi sulla qualità dell'offerta e sulle condizioni dei mercati a valle. La procedura deve pertanto valorizzare la capacità dell'operatore di tradurre stabilmente la risorsa frequenziale in capacità infrastrutturale effettiva, secondo un equilibrio credibile tra obblighi, rischio**, ** sostenibilità industriale e tenuta del quadro concorrenziale. La tenuta dell'architettura istituzionale e la coerenza economica del disegno allocativo costituiscono, in questa prospettiva, le condizioni congiunte di efficacia del modello.

Il contesto italiano

Il contesto italiano presenta tratti di specificità che accentuano la pertinenza dell'impostazione qui sostenuta. Il calo del 27 per cento dei ricavi del settore rispetto al 2012, la contrazione del margine disponibile per servizio del debito, fiscalità e remunerazione del capitale (da oltre 10 a 1,2 miliardi di euro nel 2024) e la flessione del 26 per cento degli investimenti privati in termini reali dal 2019 delineano un perimetro nel quale una procedura concentrata sulla massimizzazione dell'introito immediato irrigidirebbe il sentiero degli investimenti nella fase di maggiore rilievo per la traiettoria tecnologica nazionale.

Quattro obiettivi strategici come contenuto sostanziale dell'assegnazione

Il nucleo propositivo del parere consiste nell'individuazione delle quattro direttrici strategiche che dovrebbero costituire il contenuto sostanziale dell'assegnazione del 2029. In coerenza con le priorità del Decennio Digitale, con il Digital Networks Act e con la *Draft Opinion* dell'RSPG, esse definiscono congiuntamente il perimetro degli impegni infrastrutturali sui quali ordinare la competizione tra operatori.

Il rapido dispiegamento del 5G Standalone costituisce la precondizione architettonica affinché le funzionalità distintive della quinta generazione – network slicing, latenza ultra-bassa, affidabilità garantita, integrazione nativa con l'edge – divengano pienamente operative. Il valore socioeconomico del 5G si concentra nelle applicazioni industriali e nei casi d'uso *mission-critical* che presuppongono l'architettura SA; una base *Non-Standalone*, ancora prevalente in Italia, non intercetta che una frazione del potenziale stimato dalla letteratura specialistica, la

quale proietta un contributo del 5G al PIL europeo dell'ordine di 1.300 miliardi di dollari entro il 2030. Il 5G SA rappresenta, inoltre, la condizione infrastrutturale imprescindibile di qualsiasi evoluzione credibile verso il 6G.

Il rafforzamento della copertura e della qualità del servizio lungo le principali arterie stradali e ferroviarie interessa un ambito nel quale la divergenza tra ritorno privato e rendimento sociale assume ampiezza particolarmente elevata. Continuità e affidabilità del servizio lungo autostrade, linee ad alta velocità, gallerie, stazioni e nodi logistici abilitano la mobilità connessa, i sistemi cooperativi di trasporto intelligente, la guida assistita, la continuità dei servizi pubblici essenziali e la riduzione dei costi di frizione lungo le direttrici a maggiore intensità di traffico. In Italia, questo profilo si iscrive in un quadro regolatorio già definito: il disciplinare di gara del 2018, in attuazione della delibera AGCOM n. 231/18/CONS, ha associato ai diritti d'uso della banda 700 MHz obblighi di copertura riferiti alle principali direttrici di trasporto stradale e ferroviario e ai nodi connessi, incluse stazioni, porti e aeroporti. La scadenza del 2029 offre dunque l'occasione per rivisitare e ammodernare quell'impianto, in coerenza con l'evoluzione della domanda di mobilità connessa, con l'integrazione dei corridoi nazionali nella rete paneuropea di trasporto e con il progressivo arricchimento dei parametri prestazionali attesi dagli utenti finali. La questione di fondo rimane la capacità della procedura di assegnazione di far emergere, e di tradurre in impegno verificabile, il valore sociale generato dalla copertura di questi ambiti. Le esperienze francese (New Deal Mobile) e tedesca dimostrano come tali esternalità, strutturalmente trascurate da meccanismi di assegnazione prevalentemente basati sul corrispettivo iniziale, possano essere internalizzate attraverso obblighi geografici e prestazionali misurabili, con soglie minime di capacità e *milestone* temporali definiti.

Lo sviluppo dell'edge computing riflette il progressivo integrarsi, entro una medesima architettura infrastrutturale, di rete di accesso, core *cloud-native*, capacità computazionale distribuita e servizi verticali avanzati. Il core *cloud-native* e il *network slicing* del 5G SA costituiscono l'infrastruttura di accesso naturale dei nodi edge; l'edge, a sua volta, trasforma la capacità di rete in capacità computazionale prossima al punto d'uso, moltiplicando il rendimento economico di ogni porzione di banda assegnata. Le stime di mercato – MarketsandMarkets proietta il comparto globale a 249 miliardi di dollari entro il 2030 – confermano la

portata significativa della transizione. Per il sistema produttivo italiano, un tessuto distribuito di nodi edge, integrato con reti 5G SA e interoperabile con distretti manifatturieri, porti, interporti, aeroporti e grandi nodi logistici, può costituire la piattaforma di una nuova politica industriale della connettività.

Il consolidamento degli investimenti in ricerca e sviluppo nel sistema Italia radica nel Paese le competenze, le piattaforme e le capacità industriali necessarie a presidiare la generazione tecnologica successiva. Il baricentro dell'economia delle reti si sposta dal solo hardware verso software, virtualizzazione, automazione, intelligenza artificiale applicata alle reti e interoperabilità *cloud-edge*; la catena del valore 5G-6G mobilita investimenti stimati in circa 235 miliardi di dollari annui a livello globale, mentre il mercato 6G è atteso in crescita da 4 a 69 miliardi di dollari tra il 2030 e il 2035. La procedura di assegnazione può utilmente valorizzare programmi verificabili di R&S, partenariati con università e centri di ricerca, sperimentazioni industriali, partecipazione a Horizon Europe e alla *Smart Networks and Services Joint Undertaking*, con sperimentazioni su porzioni di spettro dedicate. In sostanza, un Paese che giunga al 2030 privo di una base 5G SA consolidata, di nodi edge distribuiti e di una comunità di ricerca attiva si collocherebbe come importatore passivo di tecnologie sviluppate altrove, con evidenti implicazioni in termini di dipendenza tecnologica e vulnerabilità strategica.

Il contesto italiano e la compensazione intertemporale

L'architettura di assegnazione dei diritti d'uso costruita attorno a impegni infrastrutturali cogenti – dispiegamento del 5G Standalone, copertura delle arterie di trasporto, sviluppo dell'edge computing, consolidamento della ricerca e sviluppo – genera un ritorno pubblico la cui natura si articola su un piano distinto, e potenzialmente ben più consistente, da quello dell'incasso monetario concentrato nel momento dell'aggiudicazione tipico dei meccanismi basati su aste di prezzo. Tale ritorno prende corpo in capitale infrastrutturale effettivamente dispiegato sul territorio, in capacità produttiva aggiuntiva per imprese, amministrazioni e famiglie, in esternalità di produttività diffusa e, per via indiretta, in gettito fiscale derivante dall'espansione della base imponibile attivata dagli investimenti. Esso si distribuisce inoltre lungo l'intero arco temporale della durata della licenza, si condiziona alla realizzazione verificabile degli impegni assunti e mobilita – attraverso i

moltiplicatori documentati dalla letteratura – una quota del valore economico complessivo del sistema che eccede largamente la sola componente frequenziale.

Nel parere è stato condotto un esercizio di quantificazione che, muovendo dai moltiplicatori consolidati nella letteratura empirica e integrandoli con le più recenti stime istituzionali di ITU, World Bank, GSMA e PwC, consente di collocare l'ordine di grandezza del controvalore attivabile da un'assegnazione investment-driven. Applicando al caso italiano un incremento dello 0,3 per cento del PIL – coerente con le proiezioni riferite al contributo del 5G in un'economia avanzata europea – si ottiene, sulla base del PIL 2025, un prodotto aggiuntivo annuo dell'ordine di 5-6 miliardi di euro; con un'aliquota di prelievo fiscale e contributivo del 42 per cento, il gettito incrementale associato si colloca tra 2 e 2,5 miliardi di euro l'anno. Si tratta di un flusso ricorrente e cumulativo, che sull'orizzonte decennale della licenza si colloca in ordini di grandezza suscettibili di superare abbondantemente l'incasso una tantum conseguibile con una procedura (prevalentemente) centrata sul corrispettivo iniziale. Il New Deal Mobile francese, la conversione in impegni di investimento dell'89 per cento del valore dell'asta 5G brasiliana del 2021, l'allocazione giapponese senza corrispettivi iniziali con copertura del 98,1 per cento della popolazione al 2024 confermano il medesimo principio di traslazione del valore pubblico dall'introito una tantum al rendimento infrastrutturale diffuso.

Fondamento normativo e conclusione

Il modello proposto trova pieno fondamento nell'ordinamento vigente. La possibilità di associare ai diritti d'uso obblighi specifici, la rilevanza attribuita dal diritto europeo alla prevedibilità temporale e alla promozione degli investimenti, l'apertura già manifestata da AGCOM verso requisiti prestazionali avanzati e la coerenza di tali strumenti con gli obiettivi del Decennio Digitale compongono un tessuto normativo idoneo a sostenere meccanismi di assegnazione tesi alla massimizzazione del valore sociale generato. I principi cardine di trasparenza, neutralità tecnologica, proporzionalità, uso efficiente dello spettro, tutela della concorrenza, mantengono pieno rilievo entro una procedura che selezioni gli operatori sulla base della qualità, della credibilità e della tempistica di messa a terra degli impegni infrastrutturali assunti. La letteratura avverte, al contempo, che l'efficacia del modello dipende interamente dalla tenuta dell'architettura istituzionale, individuando tra le principali

criticità da affrontare quelle legate ad obblighi formulati in modo generico, controlli tardivi o apparati sanzionatori deboli.

1. Premessa e oggetto del parere

La definizione delle condizioni per l'assegnazione dei diritti d'uso dello spettro radio costituisce, in ogni assetto istituzionale ed economico, una decisione di policy che va ben oltre la dimensione della singola procedura. Essa incide sulla traiettoria degli investimenti infrastrutturali per l'intera durata della licenza, modella gli incentivi economici degli operatori e condiziona la capacità del Paese di accedere in modo pieno e tempestivo ai benefici della transizione digitale, riducendo il rischio di consolidare divari di produttività e competitività difficilmente reversibili, dal 5G Standalone all'edge computing, sino alla preparazione dell'infrastruttura necessaria per il 6G. In questa materia, il contenuto economico della decisione regolatoria risiede soprattutto negli effetti cumulativi che essa determina sul ciclo degli investimenti, sulla qualità delle reti, sulla diffusione territoriale dei servizi avanzati e, in ultima istanza, sulla competitività del sistema produttivo.

Le considerazioni sviluppate nel presente parere, pur radicate nel contesto regolatorio italiano e sollecitate dal processo di consultazione avviato da AGCOM in vista dell'assegnazione dei diritti d'uso in scadenza nel 2029, esprimono una tesi di carattere generale. L'assegnazione dei diritti d'uso delle frequenze, tanto per bande in scadenza quanto per le nuove, può e dovrebbe essere configurata come leva di sviluppo infrastrutturale e tecnologico, secondo una logica nella quale il valore pubblico della risorsa frequenziale viene apprezzato alla luce del rendimento economico e industriale che essa è in grado di generare lungo l'orizzonte della licenza, più che del solo corrispettivo monetario introitato nel momento iniziale dell'attribuzione.

Nel dettaglio, il contesto regolatorio entro cui questa riflessione si colloca è definito, anzitutto, dalle due consultazioni pubbliche promosse da AGCOM con la delibera n. 247/24/CONS e con la delibera n. 154/25/CONS, dedicate rispettivamente alle misure regolamentari e alle opzioni di assegnazione concernenti i diritti d'uso in scadenza al 31 dicembre 2029 (AGCOM 2024; AGCOM 2025). In attesa della ulteriore consultazione annunciata dall'Autorità, tali atti evidenziano come la fase che si apre rivesta un'importanza cruciale per la competitività dei sistemi Paese e richieda, di conseguenza, una riflessione che superi la logica della mera revisione amministrativa, per riconoscere nell'assegnazione dello spettro una leva di sviluppo

infrastrutturale, industriale e tecnologico di lungo periodo. Il punto teorico può essere formulato in termini semplici, benché le sue implicazioni siano profonde. Una procedura competitiva pienamente coerente con i principi di trasparenza, neutralità tecnologica, proporzionalità, uso efficiente della risorsa e tutela della concorrenza può attribuire rilievo centrale agli impegni infrastrutturali assunti dagli operatori, come peraltro ampiamente previsto dal Codice degli Appalti. La competizione verrebbe così ordinata attorno alla qualità economica e industriale del progetto di utilizzazione della risorsa, anziché concentrarsi prevalentemente sulla capacità di corrispondere il corrispettivo più elevato. In presenza di criteri misurabili, metriche verificabili, controlli periodici attendibili e un apparato sanzionatorio credibile, il contenuto economico della controprestazione può assumere la forma di investimenti più rapidi, più consistenti e più funzionali all'interesse generale di quanto sarebbe in grado di assicurare una procedura costruita attorno alla massimizzazione dell'introito iniziale (Pogorel 2018; Myers 2023).

La conseguenza più avanzata di questa impostazione è la piena ammissibilità, sul piano economico, di schemi nei quali l'attribuzione dei diritti d'uso avvenga anche senza esborso *upfront* a carico degli operatori. L'azzeramento del corrispettivo iniziale esprimerebbe, in tale ipotesi, una scelta di ricomposizione intertemporale del valore pubblico dello spettro: la rinuncia all'introito immediato verrebbe ricondotta alla produzione di un rendimento infrastrutturale più elevato, incorporato nell'anticipazione degli investimenti, nell'accrescimento della capacità digitale disponibile per imprese e territori, nel miglioramento della qualità delle reti e negli effetti fiscali e socioeconomici generati da una base produttiva più connessa, innovativa e competitiva. La risorsa frequenziale verrebbe così valorizzata attraverso la trasformazione del titolo d'uso in un programma industriale vincolante, capace di convertire un bene pubblico scarso in capitale infrastrutturale, capacità tecnologica e crescita sistemica lungo l'intero orizzonte della licenza.

La letteratura empirica documenta che le ricadute per la collettività di questa impostazione sono ampie e misurabili, in quanto investono la produttività del sistema economico, la diffusione territoriale della connettività, la logistica, la mobilità, la ricerca e la capacità innovativa del Paese (Koutroumpis 2019; Briglauer et al. 2025; World Bank 2025). La decisione sulle frequenze in scadenza nel 2029

investe quindi direttamente la qualità della traiettoria infrastrutturale che lo Stato intende imprimere al Paese, in un ecosistema digitale nel quale rete di accesso, core, architetture cloud-native, edge computing e processi di standardizzazione verso il 6G tendono progressivamente a integrarsi.

È in questa chiave che il presente parere si sofferma specificamente su quattro direttrici strategiche – che riflettono priorità già fissate a livello europeo per l’evoluzione delle reti mobili e dei servizi digitali avanzati – suscettibili di costituire il contenuto sostanziale dell’assegnazione:

1. il rapido dispiegamento del 5G Standalone;
2. il rafforzamento, in continuità con gli obblighi già previsti nel precedente ciclo 5G, della copertura e della qualità del servizio lungo le principali arterie stradali e ferroviarie
3. ;
4. lo sviluppo dell’edge computing;
5. il consolidamento degli investimenti in ricerca e sviluppo nel sistema Italia.

Ciascuna di esse presenta un fondamento economico autonomo, ma considerate congiuntamente concorrono a definire un modello di assegnazione nel quale il titolo d’uso delle frequenze diviene leva di crescita industriale, di competitività sistemica e di sovranità digitale.

Il complesso delle argomentazioni che seguono si propone pertanto di verificare, alla luce della letteratura economica teorica, delle evidenze empiriche, delle esperienze regolatorie comparate e del quadro normativo europeo e nazionale, le condizioni alle quali un simile disegno possa risultare analiticamente fondato, istituzionalmente credibile e giuridicamente praticabile.

2. Il fondamento economico: dall’onere per i diritti d’uso al valore dell’infrastruttura

2.1 Il diritto d’uso come leva di politica economico-industriale

La teoria economica delle assegnazioni dei diritti d’uso dello spettro radio ha progressivamente consolidato una lettura secondo la quale le procedure competitive

costituiscono efficaci strumenti di assegnazione e di *price discovery*, capaci di utilizzare le informazioni disperse presso gli operatori e di ridurre la discrezionalità amministrativa nella selezione degli assegnatari. Il contributo di questa tradizione, che va dalla riflessione fondativa di Coase alla più recente letteratura sul *market design*, è essenziale e fornisce la base analitica per comprendere il ruolo della competizione nell'accesso a una risorsa scarsa (Coase 1959; Cramton 2013; Cramton et al. 2011).

L'evoluzione della riflessione teorica e regolatoria ha tuttavia messo in luce che la qualità economica dell'assegnazione dello spettro va valutata entro un perimetro più ampio dei soli ricavi da aggiudicazione. È il regolatore a definire la struttura dei lotti, l'orizzonte temporale dei diritti d'uso, l'ampiezza geografica, gli obblighi di copertura e di qualità, i meccanismi di uso effettivo, le condizioni di accesso e la stessa articolazione del corrispettivo: l'insieme di questi elementi determina il contenuto economico del bene posto in competizione. In questa prospettiva, il titolo d'uso delle frequenze assume la natura di leva di politica economico-industriale quando il regolatore vi incorpora obiettivi di sviluppo tecnologico, diffusione territoriale della connettività, rafforzamento della capacità infrastrutturale e sostegno all'innovazione (Myers 2023; GSMA 2024).

Tale impostazione riflette una caratteristica strutturale delle industrie a rete. L'assegnazione della risorsa frequenziale incide in modo determinante sul contesto competitivo del mercato e sull'intera traiettoria di investimento. La configurazione dei diritti, il loro orizzonte temporale e gli obblighi che li accompagnano incidono sul profilo temporale del deployment, sull'intensità della concorrenza infrastrutturale, sulla qualità dei servizi e sulla capacità del sistema economico di assorbire e utilizzare tecnologie complementari. Per questa ragione, l'assegnazione dello spettro è questione che va più opportunamente e correttamente ricondotta all'ambito delle scelte di politica economico-industriale, nel quale il criterio di efficienza va tenuto in ovvia considerazione, ma all'interno di una valutazione di efficacia che la risorsa è in grado di generare nel corso del suo impiego.

2.2 Il rendimento dinamico dello spettro

Prima di addentrarsi nei profili più analitici, è utile richiamare alcuni elementi concettuali che caratterizzano le *economics* in gioco, così da delineare il contesto –

composto di vincoli, complementarità e trade-off intertemporali – in cui la decisione regolatoria si colloca. Nei mercati mobili avanzati, caratterizzati da costi elevati, indivisibili e in larga misura irrecuperabili, da forte intensità di capitale e da una domanda ancora in formazione per i servizi più sofisticati, la struttura economica della procedura di assegnazione incide direttamente sulla traiettoria del deployment. Le frequenze generano valore solo quando vengono integrate in un sistema di investimenti complementari: da un lato, gli investimenti propriamente infrastrutturali in siti, densificazione, backhaul, core di rete, virtualizzazione e sicurezza; dall'altro, gli investimenti tecnologici e applicativi che appartengono all'ecosistema digitale più ampio, come software di orchestrazione, nodi edge, piattaforme cloud-native, sistemi di gestione intelligente delle risorse e servizi verticali avanzati.

Il rendimento sociale del diritto d'uso si manifesta, dunque, nel corso del suo utilizzo, perché è nel tempo che questi diversi livelli di investimento si combinano, generano effetti di rete diretti e indiretti e alimentano la domanda di servizi complementari. La risorsa frequenziale acquista piena produttività economica quando infrastruttura di accesso, capacità computazionale distribuita, applicazioni industriali e servizi digitali avanzati evolvono con sufficiente concomitanza sistemica; per questo, le tempistiche di deployment diventano decisive nell'attivare e nel modulare gli spillover generati dalla risorsa.

Se si concorda su queste premesse, ne discende che la massimizzazione del corrispettivo *upfront* concentra il valore della risorsa in un momento nel quale gli effetti di rete, le complementarità infrastrutturali e le esternalità descritte non si sono ancora manifestati. Inoltre, un'elevata onerosità della licenza può incidere sulla struttura finanziaria degli operatori e sul profilo intertemporale degli investimenti, restringendo i margini economici entro cui si realizza il ciclo di deployment dal quale dipende il rendimento sociale dello spettro. La scelta regolatoria riguarda dunque il modo in cui il valore pubblico della risorsa viene composto nel tempo e reso disponibile all'economia.

In altre parole, ciò che sotto il profilo economico rileva è che il diritto d'uso dello spettro non produce utilità pubblica in quanto tale, ma attraverso l'infrastruttura che consente di costruire e l'ecosistema tecnologico di cui alimenta la dinamica

evolutiva. La frequenza radio inutilizzata o sottoutilizzata è una risorsa formalmente assegnata ma economicamente sterile; una frequenza associata a un percorso credibile e rapido di investimento diviene invece il supporto di una capacità produttiva diffusa, in grado di generare benefici che eccedono largamente il perimetro del mercato retail delle comunicazioni elettroniche, tema al quale è dedicata la sezione successiva (Pogorel 2018; Marsden, Ihle, and Traber 2017).

Ne deriva l'esigenza che il processo di selezione e assegnazione includa una valutazione rigorosa della sostenibilità economico-finanziaria degli impegni assunti dagli aggiudicatari. Offerte eccessivamente onerose, oppure condizioni di gara tali da trasferire sugli operatori un livello di rischio incompatibile con la redditività attesa degli investimenti, possono compromettere la realizzazione degli obblighi infrastrutturali e accrescere, nei casi estremi, il rischio di insolvenza dell'aggiudicatario. A questa esigenza si affianca, con pari rilievo, quella di assicurare a ciascun operatore una dotazione spettrale adeguata a sostenere una traiettoria di investimento efficiente e duratura: la credibilità degli impegni infrastrutturali presuppone, a monte, una base di risorse frequenziali sufficiente a esprimerne il rendimento industriale ed alimentare una dinamica competitiva sana. Un simile esito – al pari del precedente – assumerebbe rilievo sistemico, poiché determinerebbe discontinuità nel ciclo degli investimenti, possibile deterioramento della copertura e della qualità del servizio, riassegnazioni inefficienti della risorsa e costi di coordinamento regolatorio particolarmente elevati, con effetti penalizzanti per utenti, imprese e pubbliche amministrazioni. La procedura di assegnazione dovrebbe pertanto valorizzare la capacità dell'operatore di trasformare stabilmente la risorsa frequenziale in capacità infrastrutturale effettiva, secondo un equilibrio credibile tra obblighi, rischio, sostenibilità industriale e adeguatezza della dotazione spettrale.

2.3 Le esternalità della connettività e il valore del tempo

Le infrastrutture digitali presentano una struttura di esternalità positive di ampia portata, poiché i benefici che esse generano eccedono sistematicamente il perimetro dei ritorni appropriabili dall'operatore. La divergenza tra rendimento privato e rendimento sociale costituisce il fondamento economico dell'intervento regolatorio nella struttura degli incentivi all'investimento e conferisce una base analitica

autonoma alla tesi secondo cui la qualità dell'assegnazione va valutata anche alla luce di tali effetti esterni.

La letteratura empirica conferma queste dinamiche con analisi convergenti. Koutroumpis, replicando un modello a equazioni simultanee su un panel OCSE relativo al periodo 2002–2016, stima che l'adozione della banda larga abbia accresciuto il PIL dell'area del 4,34 per cento, con rendimenti positivi ma decrescenti associati all'aumento della velocità di connessione (Koutroumpis 2019). La World Bank documenta che un incremento di dieci punti percentuali nella penetrazione della banda larga produce un aumento dell'1,2 per cento del PIL reale pro capite nei Paesi sviluppati (Qiang, Rossotto, and Kimura 2009). La ricerca condotta da Ericsson, Arthur D. Little e Chalmers University of Technology rileva che il raddoppio della velocità di banda larga accresce il PIL dello 0,3 per cento nell'area OCSE (Ericsson, Arthur D. Little, and Chalmers University of Technology 2011). Più di recente, Briglauer et al., su dati OCSE 2002–2020, stimano che un incremento dell'1 per cento nell'adozione della banda larga mobile produca una crescita del PIL pro capite compresa tra 0,092 e 0,102 per cento, con effetti cumulativi più pronunciati per le reti fisse in fibra (Briglauer et al. 2025). Nella stessa direzione si collocano le più recenti analisi istituzionali dell'ITU, della World Bank e dell'OECD, che insistono sulla necessità di accelerare la diffusione della connettività di qualità e di orientare le politiche pubbliche al deployment effettivo, quale condizione per la cattura dei benefici di produttività, innovazione e inclusione territoriale associati alla trasformazione digitale (ITU 2025; World Bank 2025; OECD 2025).

A questa struttura di esternalità si aggiunge una dimensione temporale di rilievo autonomo. Nel caso delle infrastrutture di rete, come accennato sopra, il valore economico dell'investimento dipende dalla sua entità e, in modo altrettanto decisivo, dal momento in cui esso viene realizzato. Anticipare la disponibilità di reti ad alte prestazioni significa anticipare i benefici di produttività, sperimentazione industriale, integrazione logistica e diffusione dell'innovazione che tali reti rendono possibili. La tempistica del deployment incorpora, dunque, un valore economico proprio, perché determina il momento a partire dal quale l'economia può cominciare a beneficiare dei guadagni di efficienza e delle complementarità tecnologiche rese possibili dalla nuova infrastruttura.

Si delinea, in questa prospettiva, un trade-off intertemporale tra la rendita concentrata nel corrispettivo di aggiudicazione e il rendimento pubblico complessivo che si produce lungo l'orizzonte della licenza: una parte del valore teoricamente estraibile ex ante può essere più utilmente ricondotta a un percorso di valorizzazione distribuito nel tempo, nel quale il rendimento della risorsa si manifesta attraverso una più rapida espansione della capacità di rete, la diffusione territoriale della connettività avanzata e gli effetti esterni favorevoli sul sistema produttivo (Qiang, Rossotto, and Kimura 2009; Koutroumpis 2019; Briglauer et al. 2025; World Bank 2025; OECD 2025).

3. La concorrenza per il mercato come chiave di lettura

Il percorso argomentativo sin qui sviluppato ha messo in luce come il valore pubblico dello spettro discenda in misura decisiva dalla capacità di trasformare il diritto d'uso in investimenti infrastrutturali tempestivi, diffusi e ad alta intensità di esternalità. In questo quadro, il modo in cui viene organizzata la competizione per l'accesso alla risorsa diventa un elemento centrale della decisione di politica industriale. È entro questo passaggio, dalla valorizzazione statica della risorsa alla selezione del programma infrastrutturale più idoneo a massimizzarne il rendimento sociale, che la procedura di assegnazione mostra solidi punti di contatto con la logica della concorrenza per il mercato.

Come noto, nelle gare per il mercato, il potere pubblico seleziona, tra più offerte concorrenti, il soggetto che assume l'impegno di realizzare una determinata funzione o opera secondo le condizioni più favorevoli per la collettività, entro un quadro di vincoli definiti ex ante. Ebbene, anche nell'assegnazione delle frequenze il regolatore compie una scelta di questa natura. La scarsità della risorsa, la necessità di assicurare un uso efficiente e coordinato dello spettro, la definizione ex ante delle condizioni che conformano il diritto d'uso, la durata temporale dell'attribuzione e la presenza di finalità pubbliche conferiscono alla procedura una struttura che eccede quella di una semplice alienazione. Quando il disegno delle modalità di assegnazione attribuisce rilievo agli impegni di investimento, alla qualità delle prestazioni, alla rapidità del deployment e alla capacità di produrre benefici

infrastrutturali diffusi, la competizione tra operatori viene ordinata attorno al progetto di utilizzazione della risorsa che presenta la maggiore utilità collettiva.

È proprio in questa chiave che l'assegnazione dello spettro può essere letta come una forma di selezione concorrenziale del programma infrastrutturale più coerente con gli obiettivi di sviluppo del Paese. Il fulcro della procedura si sposta così sulla credibilità industriale degli impegni assunti, sulla loro misurabilità e sulla loro attitudine a tradurre una risorsa scarsa in capacità di rete, qualità del servizio e innovazione diffusa. In tale prospettiva, la concorrenza per il mercato fornisce la cornice entro cui la competizione tra operatori viene ricondotta alla qualità del progetto infrastrutturale, anziché alla sola capacità di corrispondere il corrispettivo più elevato.

4. Le evidenze a sostegno della tesi

4.1 La riflessione AGCOM sul 2029

La seconda consultazione pubblica di AGCOM offre una conferma istituzionale di particolare rilievo al ragionamento fin qui esposto, pur collocandosi, nel testo dell'Autorità, entro la specifica ipotesi del rinnovo integrale dei diritti d'uso. Nell'illustrare tale opzione, AGCOM osserva espressamente che gli oneri di aggiudicazione derivanti da una procedura competitiva risulterebbero superiori ai contributi dovuti in caso di rinnovo e che le risorse economiche così risparmiate potrebbero essere destinate ad accelerare gli investimenti necessari a un più rapido sviluppo delle reti sul territorio nazionale (AGCOM 2025). La stessa delibera precisa che tali impegni di investimento dovrebbero tradursi in requisiti prestazionali avanzati, richiamando, a titolo esemplificativo, la densificazione dei siti radiomobili, la realizzazione di reti 5G Standalone, il ricorso ad architetture distribuite di edge computing e il pieno sfruttamento dei meccanismi di network slicing (AGCOM 2025).

L'importanza di questi passaggi risiede nel mostrare che il regolatore italiano considera ormai pienamente concepibile un modello nel quale il valore pubblico dello spettro venga apprezzato in termini di investimenti, qualità del servizio, capillarità della copertura, capacità di rete e rapidità del deployment, secondo la logica – qui auspicata – nella quale la valorizzazione della risorsa frequenziale viene

misurata in funzione del suo rendimento infrastrutturale lungo la durata della licenza. La riflessione AGCOM sul 2029 presenta dunque un interesse che va oltre la specifica alternativa tra rinnovo, proroga o nuova assegnazione, poiché rende plausibile, in termini giuridici e regolatori, una procedura *investment-driven*. Allo stesso tempo, deve essere chiaro che l'efficacia del modello può essere strettamente condizionata dal quadro dei vincoli regolatori entro i quali gli operatori sono chiamati ad operare, e che gli obiettivi auspicati potrebbero non essere di fatto raggiungibili senza un loro adeguamento. Ad esempio, nel contesto italiano l'obiettivo di densificazione dei siti radiomobili presuppone l'allineamento al riferimento europeo dei limiti all'esposizione ai campi elettromagnetici da radiofrequenze di 61 V/m (peraltro adottato in gran parte degli Stati membri). L'innalzamento della soglia nazionale a 15 V/m introdotto recentemente va nella giusta direzione, ma risulta insufficiente a costruire una prospettiva di investimenti rapidi, efficienti ed economicamente sostenibili e, di riflesso, a dare credibilità all'impianto sanzionatorio (si veda la sezione 4.4.5).

4.2 La letteratura scientifica e le esperienze comparate

La riflessione regolatoria che emerge dal caso italiano trova un fondamento analitico robusto nella letteratura economica internazionale e nelle esperienze comparate di assegnazione dello spettro, che convergono nel ridimensionare la centralità della massimizzazione del corrispettivo *upfront* come criterio dominante di disegno delle procedure di assegnazione.

Sul piano teorico, Pogorel formalizza un meccanismo di assegnazione nel quale la fee viene modellata come funzione inversa dello sforzo di investimento, sostenendo che il disegno delle procedure dovrebbe essere riallineato agli obiettivi economici e sociali del deployment (Pogorel 2018). Marsden, Ihle e Traber, attraverso un'analisi econometrica su un panel di operatori europei, forniscono evidenza statistica di un legame tra costi elevati di acquisizione dello spettro, minori investimenti di rete e prezzi più elevati per i consumatori, mettendo in discussione l'ipotesi secondo cui le fee di spettro si comporterebbero come puri costi sommersi privi di effetti reali sull'allocazione delle risorse (Marsden, Ihle, and Traber 2017).

Passando alle evidenze empiriche comparative, Kuś e Massaro, analizzando sedici aste europee per la banda 3,4–3,8 GHz, documentano come i regolatori abbiano

progressivamente spostato il baricentro delle procedure dagli introiti agli obblighi di copertura e qualità, rilevando altresì che nei Paesi caratterizzati da prezzi di riserva più elevati l'apertura concorrenziale si è rivelata più debole (Kus and Massaro 2022). Inoltre, nell'articolo il caso italiano del 2018 viene richiamato come esperienza paradigmatica degli effetti che esborsi particolarmente onerosi possono esercitare sul successivo dispiegamento delle reti 5G (si tornerà sul punto *infra*). Howell e Potgieter, mediante un'indagine comparata su Canada, Nuova Zelanda, Sudafrica e Stati Uniti, mostrano a loro volta che scarsità artificiale, assetti allocativi distortivi e oneri elevati tendono a riflettersi negativamente, nel tempo, su copertura, qualità e condizioni di offerta (Howell and Potgieter 2025). In direzione analoga, Copenhagen Economics, esaminando le aste 5G europee, osserva che la combinazione tra obblighi di copertura stringenti e strutture di corrispettivi più flessibili produce esiti di deployment superiori rispetto a procedure orientate alla sola massimizzazione del corrispettivo iniziale, purché gli impegni siano definiti in termini misurabili e verificabili (Copenhagen Economics 2021).

Un riscontro ulteriore proviene dalla riflessione di policy promossa da GSMA e dalle esperienze censite dall'OECD. Già il report GSMA del 2017, costruito su un database di 325 assegnazioni relative a 60 Paesi tra il 2000 e il 2016, documenta che livelli elevati di spesa per lo spettro si associano a reti di qualità inferiore, a una minore diffusione dei servizi dati mobili, a prezzi retail più elevati e a perdite di benessere per i consumatori. La simulazione controfattuale contenuta nel rapporto stima che, nei Paesi caratterizzati da prezzi dello spettro superiori alla mediana globale, un riallineamento a quest'ultima avrebbe potuto generare un incremento di benessere dell'ordine di 250 miliardi di dollari a parità di potere d'acquisto. Il medesimo documento contesta, inoltre, in termini espliciti l'idea che il costo delle frequenze sia neutro in quanto *sunk*, osservando che esborsi iniziali troppo elevati comprimono i rendimenti attesi, irrigidiscono i vincoli di finanziamento e si riflettono sulle decisioni di investimento lungo l'intera durata della licenza. In linea con questa impostazione, la GSMA, nel documento di best practice sulle aste del 2024, avverte che procedure mal progettate – con prezzi di riserva artificialmente elevati, lotti di dimensione inadeguata o restrizioni di accesso non giustificate – rischiano di comprimere gli investimenti di rete e di trasferire i costi dell'inefficienza allocativa sui consumatori finali (GSMA 2017; GSMA 2024a). In un documento precedente, dedicato

espressamente alla copertura mobile, la stessa GSMA sostiene che, in sede di assegnazione delle licenze, i governi dovrebbero attribuire priorità al miglioramento della copertura rispetto alla massimizzazione del gettito e considerare forme di riduzione del prezzo dello spettro in cambio di obblighi mirati. Il report del 2017 consente di precisare ulteriormente questo punto, poiché mostra che il rapporto tra pricing e obblighi non è additivo in senso neutrale: quando i prezzi di riserva restano elevati e gli obblighi sono ambigui, eccessivi o duplicati su tutti gli operatori, l'effetto complessivo equivale a un aggravio ulteriore del costo di accesso alla risorsa, con riduzione dello spazio concorrenziale nella procedura e compressione degli investimenti successivi. Nella direzione opposta, il medesimo report richiama casi nei quali gli oneri di copertura vengono concentrati sulle bande più idonee, attribuiti in modo condiviso o selettivo e compensati da prezzi di riserva più contenuti o da meccanismi di sconto implicito, così da evitare duplicazioni inefficienti e preservare le risorse destinate al deployment. Il ventaglio degli strumenti censiti dalla GSMA comprende, coerentemente, assegnazioni a costo molto basso o nullo, riduzioni delle fee annuali e rimborsi di una quota predeterminata dei costi corrisposti *upfront* a fronte di impegni di copertura in aree designate, secondo un approccio che riconosce le difficoltà economiche strutturali del deployment nelle aree a più basso rendimento privato (GSMA 2017; GSMA 2020). Il *Mobile Economy Eurasia 2024* conferma la medesima impostazione con riferimento specifico a quella regione, insistendo sul nesso tra sostenibilità economica del deployment, ampliamento della copertura e capacità delle reti mobili di sostenere gli obiettivi di digitalizzazione e di crescita economica nelle aree ancora scarsamente servite (GSMA 2024b).

Una sistematizzazione ulteriore delle esperienze nazionali di modulazione del prezzo dello spettro in funzione di obiettivi di investimento è offerta dal *Digital Regulation Handbook* dell'ITU, che documenta un numero significativo di precedenti nei quali il corrispettivo per i diritti d'uso è stato ridotto, compensato o sostituito da impegni infrastrutturali. In Svezia, l'aggiudicatario di un blocco nella banda 700 MHz con obblighi di copertura e di deployment ha ottenuto un credito di 300 milioni di corone svedesi sul prezzo dello spettro, in cambio del rispetto dei requisiti e del miglioramento del servizio nelle aree scarsamente servite. Negli Stati Uniti, per la banda 3,5 GHz, la FCC ha previsto uno sconto del 15 per cento sul prezzo di aggiudicazione per gli operatori che servono aree prevalentemente rurali. In

Colombia, la legge di modernizzazione delle telecomunicazioni consente agli operatori di corrispondere fino al 40 per cento del costo delle licenze frequenziali mediante *in-kind payments*, ossia investimenti diretti in infrastrutture di rete nelle aree rurali designate, con impegni di deployment quinquennali verificabili (ITU 2020). La varietà di questi meccanismi conferma che il principio dell'assolvimento del corrispettivo mediante controprestazioni infrastrutturali trova applicazione operativa in ordinamenti e tradizioni regolatorie anche profondamente diversi tra loro.

Nella medesima prospettiva si colloca il rapporto OECD del 2022, che richiama il caso del Brasile come esempio di assegnazione 5G costruita entro una logica esplicitamente diversa da quella della mera massimizzazione del gettito, con obblighi di copertura, impegni di investimento e interventi sul backhaul in fibra orientati ad accrescere la disponibilità di connettività mobile su scala territoriale ampia. Lo stesso rapporto fa riferimento al caso francese come esempio di assegnazione decennale delle bande 900, 1800 e 2100 MHz accompagnato da impegni di investimento concordati con gli operatori e finalizzati ad accelerare la copertura mobile (OECD 2022). A questi casi si aggiungono le sistematizzazioni di Sumanasena, che richiamano in particolare l'esperienza austriaca come esempio di framework *investment-friendly* compatibile con una procedura competitiva e con obiettivi di uso efficiente dello spettro, purché il disegno istituzionale sia sufficientemente robusto da evitare comportamenti opportunistici e ritardi attuativi (Sumanasena 2020).

La convergenza tra questi contributi è significativa. Il punto economicamente rilevante risiede nella qualità della struttura incentivante che la procedura incorpora e nella sua capacità di convertire una risorsa scarsa in capacità infrastrutturale effettiva. Entro questa cornice, la modulazione dell'onerosità della licenza può costituire uno strumento di assegnazione efficiente quando il regolatore intenda internalizzare esternalità territoriali, infrastrutturali e tecnologiche che il mercato remunera in misura insufficiente.

4.3 Il quadro europeo e il precedente francese

Il quadro europeo conferisce ulteriore coerenza all'impostazione qui sostenuta. Il paper di AREL iscrive esplicitamente lo spettro entro una più ampia questione di

politica industriale, sicurezza e autonomia strategica, osservando che la persistente frammentazione delle politiche nazionali di assegnazione limita la capacità del continente di mobilitare investimenti su larga scala, sostenere l'innovazione e sviluppare servizi avanzati in modo coordinato. In questa prospettiva, AREL propone il passaggio a un sistema coordinato di aste europee nel quale la Commissione detenga un potere di veto o di parere vincolante a garanzia dell'armonizzazione, con l'obiettivo di semplificare l'accesso allo spettro e creare incentivi strutturali per investimenti e consolidamenti transfrontalieri. Nel medio termine, il paper ipotizza il trasferimento della competenza esclusiva sulla politica dello spettro alla Commissione europea, mantenendo in capo agli Stati membri il controllo sulla dimensione economica delle aste, mentre la pianificazione strategica, l'armonizzazione e le valutazioni di sicurezza verrebbero ricondotte al livello europeo. La pertinenza di una simile proposta è accentuata dalla sovrapposizione – per alcune bande della cosiddetta FR3 individuate dalla WRC-23 come candidate per le future reti 6G – tra frequenze destinate alle operazioni NATO e frequenze potenzialmente allocabili a usi civili, circostanza che illustra l'intreccio crescente tra telecomunicazioni, difesa e sicurezza collettiva e la necessità di un quadro europeo coerente e anticipatorio per evitare di frammentare il dispiegamento del 6G e compromettere sia la competitività industriale sia l'interoperabilità delle capacità di difesa all'interno dell'Alleanza Atlantica (AREL 2025).

Sul piano istituzionale, il White Paper della Commissione del febbraio 2024, la Relazione sullo stato del Decennio digitale 2025 e la successiva iniziativa sul Digital Networks Act muovono dalla medesima premessa: reti, cloud ed edge computing tendono a configurarsi come componenti di una medesima infrastruttura abilitante, la cui evoluzione richiede maggiore prevedibilità, integrazione regolatoria e investimenti di lungo periodo (Commissione europea 2024; Commissione europea 2025; Commissione europea 2026). Sul versante della pianificazione frequenziale di medio termine, la Draft Opinion on a 6G Spectrum Roadmap dell'RSPG dell'11 febbraio 2026 identifica la banda upper 6 GHz come risorsa primaria per il 6G in Europa e colloca la disponibilità delle condizioni tecniche e regolatorie entro il 2030, circostanza che attribuisce al ciclo di assegnazione del 2029 un rilievo che va oltre il consolidamento del 5G e investe direttamente la preparazione infrastrutturale della generazione successiva (RSPG 2026).

Entro questa cornice, il precedente francese assume particolare rilievo perché mostra come l'assegnazione dei diritti d'uso possa essere costruita attorno a un pacchetto coerente di prevedibilità temporale, obblighi territoriali e riequilibrio concorrenziale. La consultazione AGCOM del 2025 ricostruisce i lineamenti del caso francese evidenziando canoni rimasti invariati, obblighi di copertura più stringenti e una contestuale riorganizzazione delle dotazioni frequenziali volta a garantire condizioni di concorrenza più equilibrate tra i quattro operatori mobili nazionali. In tale assetto, i nuovi impegni – aggiunta del 4G ai siti 2G e 3G, copertura delle principali tratte stradali e ferroviarie, estensione del servizio a 5.000 nuove località, miglioramento della qualità del servizio e della copertura indoor – si inscrivono in una cornice nella quale la riallocazione delle bande 900, 1800 e 2100 MHz ha accompagnato la ridefinizione degli obblighi, fornendo ai vincitori portafogli frequenziali più bilanciati e, con ciò, condizioni più simmetriche per sostenere il ciclo di investimento richiesto. Il New Deal Mobile ha poi offerto una verifica empirica di questo impianto: al 30 settembre 2024 risultavano attivati 3.231 nuovi siti 4G multi-operatore nell'ambito del targeted coverage scheme, mentre gli obblighi lungo i corridoi di trasporto proseguono fino al 2031.

La decisione n. 2019-1386 di ARCEP conferma ulteriormente la coerenza di questa impostazione. L'assegnazione della banda 3,4–3,8 GHz per il 5G venne articolata in una prima fase con blocchi iniziali subordinati ad impegni specifici e in una successiva fase competitiva per i blocchi residui, così da combinare obiettivi di copertura, qualità e prevedibilità con una competizione regolata in modo sostenibile. In questo contesto, l'attenzione di ARCEP al livello dei prezzi di riserva appare pienamente coerente con l'obiettivo di preservare la capacità di partecipazione di tutti i candidati e di non pregiudicare gli equilibri concorrenziali già acquisiti nel mercato francese, condizione essenziale affinché l'assunzione degli obblighi d'investimento potesse gravare su una pluralità effettiva di operatori. La Francia offre così un caso nel quale il valore pubblico della licenza viene apprezzato lungo l'intero ciclo di deployment, entro una logica che collega copertura, qualità del servizio, riequilibrio delle dotazioni frequenziali e sviluppo infrastrutturale con una struttura dei meccanismi di assegnazione capace di indirizzare risorse verso obiettivi industriali e territoriali chiaramente identificati.

4.4 Le aste multiobiettivo: fondamenti teorici, vantaggi e criticità strutturali

4.4.1 Le basi teoriche: dalle aste di prezzo alle scoring auctions

Il fondamento teorico delle procedure di asta multiobiettivo risiede nella possibilità di estendere il criterio di aggiudicazione oltre la sola dimensione del prezzo. La letteratura sulle multidimensional auctions e sulle scoring auctions mostra che, quando per il committente pubblico rilevano attributi ulteriori rispetto al corrispettivo monetario, l'aggiudicazione può essere effettuata sulla base di una funzione di punteggio che combina prezzo e caratteristiche non monetarie dell'offerta, secondo lo schema formalizzato da Che e approfondito, tra gli altri, da Asker e Cantillon (Che 1993; Asker and Cantillon 2008; Asker and Cantillon 2010).

Laffont e Tirole, e successivamente Asker e Cantillon in un diverso contributo, hanno sviluppato questa intuizione chiarendo che le proprietà del meccanismo dipendono in misura decisiva dalla struttura dell'informazione privata detenuta dai partecipanti e dalla capacità del committente di attribuire correttamente valore alle diverse componenti dell'offerta (Laffont and Tirole 1987; Asker and Cantillon 2008).

Trasposta alle assegnazioni dei diritti d'uso dello spettro, questa letteratura suggerisce che la procedura può essere disegnata in modo da valutare congiuntamente la componente monetaria dell'offerta e la qualità del progetto industriale attraverso cui l'operatore intende valorizzare la risorsa. Nei modelli più orientati agli obiettivi di investimento, la componente monetaria può essere fortemente ridimensionata, assumere una funzione residuale o persino azzerata, se assorbita da impegni industriali idonei a generare valore pubblico lungo l'orizzonte della licenza.

La difficoltà teorica e pratica consiste nel fatto che gli operatori differiscono simultaneamente per struttura di costo, dotazione infrastrutturale, capacità finanziaria, copertura geografica, qualità del management e possibilità di esecuzione del piano dichiarato. Volendo usare il gergo tecnico-economico degli studiosi dei meccanismi d'asta, potremmo dire che i "tipi" sono, dunque, intrinsecamente multidimensionali. Conseguentemente, in questo contesto, il valore aggiunto di una *scoring auction* dipende in misura cruciale dalla qualità dell'informazione che il regolatore è in grado di incorporare nella funzione di punteggio.

I lavori sperimentali più recenti mostrano, inoltre, che la maggiore sofisticazione teorica di tali meccanismi comporta un aumento significativo della complessità cognitiva per i partecipanti. Ferraro e coautori documentano che, quando lo spazio strategico si espande dalla sola dimensione del prezzo alla combinazione prezzo-qualità, l'efficienza del meccanismo e l'utilità del regolatore possono discostarsi sensibilmente dalle previsioni teoriche, proprio a causa dell'onere decisionale imposto ai partecipanti (Ferraro et al. 2025). Questa evidenza invita a leggere con cautela ogni trasposizione meccanica della *scoring auction*.

4.4.2 I vantaggi teorici dell'incorporazione di obiettivi non monetari

I vantaggi delle procedure multiobiettivo emergono con nettezza quando gli obiettivi pubblici sono formulati in termini chiari e verificabili. Il principale argomento a loro favore risiede, evidentemente, nella possibilità di allineare gli incentivi privati degli operatori con finalità di interesse generale definite dal regolatore. In una procedura centrata esclusivamente sul corrispettivo monetario, l'asta tende ad assegnare lo spettro all'operatore disposto a pagare di più; tale esito non coincide necessariamente con l'operatore in grado di generare il maggior valore sociale attraverso l'uso della risorsa (Cramton 2013).

L'introduzione di criteri non monetari nella regola di aggiudicazione consente, in linea di principio, di incorporare nella selezione dell'assegnatario una quota delle esternalità positive generate dal progetto industriale, che una competizione imperniata esclusivamente sul prezzo lascerebbe fuori dal perimetro valutativo della procedura.

Le simulazioni controfattuali condotte da Jalili Shani e coautori sull'asta canadese 3800 MHz illustrano con particolare chiarezza il potenziale di questi meccanismi: sconti calibrati sugli oneri per i diritti d'uso e commisurati al livello di deployment prescelto possono generare configurazioni nelle quali il sacrificio di ricavo pubblico immediato è più che compensato da risultati superiori in termini di copertura e valore sociale (Jalili Shani et al. 2025). L'evidenza simulativa suggerisce dunque che la rinuncia a una quota del corrispettivo *upfront* può essere più che compensata, in termini di benessere sociale, dai risultati di copertura e investimento ottenibili quando la procedura incorpora tali obiettivi nella regola di aggiudicazione.

4.4.3 Le criticità strutturali: complessità, verificabilità e enforcement

I vantaggi teorici delle procedure multiobiettivo convivono, tuttavia, con criticità strutturali, strettamente interrelate tra loro, che ne condizionano la praticabilità e l'efficacia.

Il primo ordine di problemi riguarda la complessità del disegno del meccanismo. I diritti d'uso delle frequenze danno luogo a relazioni di lungo periodo collocate in un ambiente caratterizzato da incertezza tecnologica, mutamento delle condizioni di mercato e impossibilità di prevedere ex ante tutte le contingenze rilevanti. La teoria dei contratti incompleti offre qui una chiave interpretativa particolarmente utile poiché stabilisce un nesso teorico indiscutibile: quando il contratto non può specificare e rendere verificabili tutte le dimensioni dell'impegno, il valore dell'accordo dipende in misura crescente dalla capacità delle istituzioni di monitorare, adattare e far rispettare gli obblighi nel tempo (Grossman and Hart 1986; Hart and Moore 1988; Hart 1995).

Il secondo nucleo di criticità concerne la verificabilità degli impegni. Un obiettivo può essere osservabile dalle parti e, insieme, difficilmente verificabile in modo oggettivo nell'ambito di un procedimento amministrativo o giurisdizionale. Nella pratica delle assegnazioni di spettro, la definizione stessa degli obblighi può nascondere ambiguità sostanziali. Un target di copertura espresso in termini percentuali sulla popolazione cambia radicalmente significato a seconda della scala geografica utilizzata, della soglia minima di segnale, delle condizioni di propagazione di riferimento, del livello di servizio richiesto o della banda considerata ai fini della verifica. La qualità dell'enforcement dipende, di conseguenza, dalla precisione con cui tali metriche vengono definite ex ante.

Il terzo nucleo di criticità riguarda l'enforcement. Anche quando la violazione degli obblighi è accertata, l'applicazione delle sanzioni può incontrare resistenze di natura tecnica, amministrativa, politica e giuridica. La revoca della licenza, pur teoricamente disponibile, presenta costi sistemici elevati e tende perciò a essere poco credibile come rimedio ordinario. Il rapporto del Radio Spectrum Policy Group sui metodi di assegnazione e l'analisi del Government Accountability Office sugli obblighi di dispiegamento della rete (*buildout requirements*) imposti dalla FCC convergono nel ritenere che tali obblighi possano risultare efficaci nel contrastare

fenomeni di accaparramento dello spettro (*spectrum hoarding*) e nell'incentivare l'avvio del servizio, ma mostrino limiti significativi quando vengono caricati di obiettivi più ambiziosi, come la copertura di aree scarsamente remunerative o la promozione di configurazioni tecnologiche avanzate (RSPG 2009; GAO 2014).

Una difficoltà ulteriore riguarda il coordinamento tra struttura degli obblighi e struttura del corrispettivo. La letteratura di policy più attenta al disegno concreto delle assegnazioni mostra che obblighi formulati in modo ambiguo o eccessivamente oneroso, se non accompagnati da un adeguato aggiustamento dei prezzi di riserva e da una chiara allocazione delle responsabilità tra operatori, producono effetti equivalenti a un aumento del prezzo minimo della licenza. Ne deriva un duplice rischio: nella fase di gara si restringe lo spazio della concorrenza e si accresce la probabilità di esiti distorti o fragili; nella fase successiva si assottigliano le risorse disponibili per investimenti ulteriori in capacità, qualità e copertura. L'implicazione, sul piano del disegno, è che gli obblighi più gravosi dovrebbero essere ricondotti alle bande tecnicamente più adatte, evitare duplicazioni infrastrutturali inefficienti nelle aree non economiche e, ove necessario, poter essere assolti in forma condivisa o selettiva, con una corrispondente modulazione del prezzo della risorsa. Quando questo bilanciamento manca, la procedura tende a cumulare sul medesimo operatore due oneri che insistono sulla stessa base finanziaria e finisce per indebolire il sentiero di investimento che intende promuovere (GSMA 2017).

4.4.4 Il rischio di opportunismo strategico

Una criticità ulteriore, che merita un autonomo approfondimento, riguarda il rischio di opportunismo strategico nella formulazione degli impegni. Tale rischio emerge con particolare evidenza nelle procedure comparative, ma permane anche nelle procedure d'asta quando la regola di aggiudicazione incorpora promesse di investimento o obblighi qualitativi di esecuzione differita.

In un meccanismo multiobiettivo, ciascun partecipante è incentivato a presentare il piano di investimento più ambizioso compatibile con le proprie risorse immediate, nella consapevolezza che le sanzioni per l'inadempimento sono spesso differite nel tempo, parzialmente negoziabili e, in molti casi, meno onerose del costo di una mancata aggiudicazione. L'asimmetria informativa tra regolatore e operatore circa

la reale capacità di esecuzione del piano dichiarato configura un classico problema di selezione avversa: il meccanismo tende così a premiare i piani più aggressivi, anche quando risultano meno realistici sul piano della loro effettiva attuabilità.

4.4.5 Implicazioni per il disegno della procedura

Le evidenze teoriche e le esperienze regolatorie esaminate suggeriscono che l'efficacia delle procedure multiobiettivo dipende in misura determinante dalla qualità dell'architettura istituzionale che le accompagna. Cinque condizioni appaiono necessarie, pur senza esaurire il problema.

La prima concerne la configurazione concorrenziale della procedura e l'adeguatezza delle dotazioni frequenziali poste nella disponibilità dei partecipanti. Quando la selezione è costruita attorno a obblighi di investimento standardizzati o comparabili, l'architettura allocativa deve porre ciascun operatore in condizione di assumerli su basi realistiche e proporzionate, evitando che asimmetrie eccessive nella disponibilità della risorsa precludano ex ante la possibilità di concorrere efficacemente al loro assolvimento. Il punto attiene alla costruzione di un level playing field sufficientemente solido da consentire una competizione effettiva sulla qualità dei progetti, sulla credibilità industriale e sulla capacità esecutiva. Entro questo quadro, il riequilibrio delle dotazioni frequenziali, l'adozione di limiti di aggiudicazione, la strutturazione di pacchetti minimi coerenti e, ove opportuno, la previsione di misure pro-competitive assumono rilievo in quanto condizioni che rendono gli obblighi d'investimento esigibili nei confronti di una pluralità di operatori e ne distribuiscono in modo proporzionato il contributo al raggiungimento degli obiettivi di policy. Il caso francese mostra con particolare chiarezza questo nesso: la ridefinizione degli obblighi di copertura e qualità è stata accompagnata da un contestuale riequilibrio delle risorse frequenziali, così da rendere sostenibile l'assunzione degli impegni da parte di tutti e quattro gli operatori nazionali entro una struttura concorrenziale più bilanciata.

La seconda riguarda la misurabilità degli obiettivi. Gli impegni devono essere formulati in termini quantitativi verificabili, con metriche definite ex ante, metodologie di misurazione standardizzate e scadenze intermedie tali da consentire una valutazione progressiva del grado di adempimento. L'esperienza francese, con

obiettivi cadenzati e monitoraggio periodico, offre sotto questo profilo un modello di riferimento.

La terza riguarda la credibilità del sistema sanzionatorio. Le sanzioni devono essere proporzionate al vantaggio derivante dall'inadempimento e concepite in modo tale da non risultare interamente negoziabili ex post. In assenza di tale condizione, il meccanismo tende a trasformarsi in una promessa non vincolante, nella quale il costo dell'impegno non mantenuto viene trasferito sulla collettività. Rientrano in tale valutazione anche i vincoli esogeni che incidono sulla stessa possibilità tecnica di adempiere. Infatti, quando il conseguimento degli obiettivi dipende di fatto da presupposti regolatori ulteriori – come nel caso, sopra citato, dell'allineamento ai livelli europei dei limiti all'esposizione ai campi elettromagnetici necessario a consentire la densificazione efficiente e il pieno impiego della capacità spettrale – il mancato rispetto degli impegni non può essere imputato integralmente all'operatore. Se la procedura configurasse la densificazione come obbligo prestazionale sanzionabile in assenza di un contestuale riallineamento dei limiti di esposizione al riferimento europeo, l'eventuale inadempimento finirebbe infatti per dipendere da un vincolo tecnico esterno al controllo dell'operatore. Ne risulterebbe compromesso il nesso tra impegno assunto e concreta possibilità di adempierlo, dal quale dipende la coerenza dell'intero impianto sanzionatorio. La credibilità del sistema richiede, dunque, che le obbligazioni siano commisurate a un contesto amministrativo e tecnico effettivamente abilitante, così da distinguere l'inadempimento imputabile all'assegnatario da quello determinato da vincoli normativi esterni.

La quarta riguarda la coerenza temporale delle verifiche. Un sistema di monitoraggio che operi soltanto alla scadenza finale dell'impegno interviene troppo tardi per correggere tempestivamente le deviazioni dal piano dichiarato. La previsione di milestone intermedie, accompagnate da conseguenze graduate in caso di mancato rispetto, riduce il rischio di inadempimenti irreversibili e rafforza la credibilità complessiva della procedura.

La quinta riguarda la semplicità relativa del meccanismo. Una procedura eccessivamente complessa rischia di compromettere sia la comprensibilità per i partecipanti sia la controllabilità da parte del regolatore. In questa materia può

risultare preferibile una procedura nella quale il corrispettivo assuma una funzione fissata o residuale e la competizione si concentri su un numero limitato di impegni chiaramente misurabili, piuttosto che una scoring auction pienamente multidimensionale caricata di troppe variabili.

In sostanza, la qualità di una procedura multiobiettivo dipende dalla precisione con cui un numero limitato di obiettivi essenziali viene reso credibile, osservabile e sanzionabile entro una configurazione allocativa che ponga i partecipanti nelle condizioni di assumere gli impegni richiesti secondo un assetto concorrenziale equilibrato e compatibile con la sostenibilità industriale degli investimenti, più che dall'estensione del numero di variabili incorporate nel punteggio.

5. Il contesto italiano

Le condizioni teoriche sin qui ricostruite acquistano particolare rilievo se lette alla luce del contesto nazionale entro cui dovrà maturare la decisione sul 2029. L'Italia ha conseguito risultati rilevanti in termini di copertura 5G della popolazione, attestandosi ai primi posti in Europa, e dispone quindi di una base infrastrutturale ampia, costruita anche grazie alla diffusione delle precedenti generazioni di rete e alla tempestività con cui è stato avviato il ciclo 5G (AGCOM 2024). A questo elemento quantitativo si accompagna tuttavia un profilo qualitativo più problematico: le reti oggi operative sono in larga misura basate su architetture Non-Standalone e la transizione verso il 5G Standalone – dalla quale dipendono funzionalità native come network slicing, latenza ultra-bassa e qualità del servizio garantita – resta ancora in fase embrionale, con la conseguenza che una parte significativa del potenziale economico e industriale della nuova generazione mobile non si è ancora tradotta in deployment effettivo né in applicazioni avanzate su scala adeguata (AGCOM 2024). Il problema regolatorio del 2029 si colloca dunque in una fase nella quale il Paese dispone già di una rete estesa, ma deve ancora compiere il salto qualitativo necessario a rendere quella base coerente con gli standard di una connettività ad alte prestazioni, abilitante per casi d'uso industriali, logistici e *mission-critical* (cioè, applicazioni o servizi la cui interruzione avrebbe effetti gravi sulla sicurezza, sulla continuità operativa o su altri servizi essenziali).

A questo quadro tecnologico si sommano condizioni economiche settoriali che accrescono ulteriormente la rilevanza della scelta pubblica. La prima consultazione AGCOM richiama esplicitamente gli effetti prodotti, negli anni successivi all'asta del 2018, dalla pandemia, dal peggioramento del quadro macroeconomico e geopolitico, dalla compressione dei margini nel mercato delle comunicazioni elettroniche e dall'avvio di una fase di consolidamento del settore (AGCOM 2024). Su questo sfondo, il Rapporto ASSTEL 2025 documenta che gli operatori italiani hanno sostenuto una spesa complessiva di 6,6 miliardi di euro per l'acquisto delle frequenze 5G, con un corrispettivo unitario nella banda 3,4-3,8 GHz pari a circa sette volte quello del secondo Paese europeo più oneroso, in un confronto che evidenzia un'anomalia strutturale nel profilo di costo delle licenze italiane. Lo stesso rapporto formula, di conseguenza, la richiesta di una revisione immediata dei criteri di assegnazione dello spettro in un'ottica sostenibile e coerente con la redditività effettiva dei servizi 5G. Per le frequenze in scadenza al 2029, esso auspica in particolare un'assegnazione dei diritti d'uso con orizzonte al 2037 priva di oneri di aggiudicazione, così da consentire agli operatori di effettuare gli investimenti necessari al potenziamento qualitativo della rete. Nel medesimo rapporto, la filiera richiama il ruolo sistemico delle telecomunicazioni nella modernizzazione e nella sovranità digitale del Paese, osservando che gli investimenti annuali in reti e digitalizzazione restano elevati mentre i ritorni risultano sempre più compressi, con una contrazione dei ricavi del 15 per cento e dei margini del 35 per cento nell'ultimo decennio (Asstel et al. 2025).

Il Manifesto per la crescita digitale dell'Italia sviluppa la medesima diagnosi in termini ancora più netti. La filiera delle telecomunicazioni vi è descritta come un ecosistema industriale da circa 200.000 addetti, pari al 2 per cento del PIL e a circa 7 miliardi di euro di investimenti annui, gravato tuttavia da costi divenuti scarsamente coerenti con la redditività attesa dei servizi e da quasi 80 miliardi di euro spesi nell'ultimo decennio tra nuove infrastrutture e licenze. In questa cornice, la richiesta di una revisione dell'assegnazione delle frequenze in chiave non onerosa viene collegata direttamente all'esigenza di ristabilire condizioni minime di sostenibilità economica per un nuovo ciclo di investimenti, con un richiamo esplicito a quanto già avviato da altri Paesi europei negli ultimi mesi, dove le procedure di rinnovo e di assegnazione sono state ridisegnate in coerenza con la redditività

effettiva dei servizi e con la necessità di preservare la capacità di investimento degli operatori (Asstel 2025). Tali prese di posizione assumono rilievo perché segnalano, in modo convergente, l'esistenza di un vincolo economico che il regolatore sarà chiamato a considerare nella definizione del futuro assetto dei diritti d'uso delle frequenze.

In questo contesto, il caso italiano del 2018, letto alla luce della già menzionata analisi comparata di Kuś e Massaro, assume un valore paradigmatico. L'elevato livello dei corrispettivi d'asta ha mostrato come procedure fortemente orientate all'estrazione di valore immediato possano comprimere le risorse disponibili per la fase successiva, nella quale il valore dello spettro viene tradotto in infrastruttura, capacità di rete e qualità del servizio (Kuś and Massaro 2022). La stessa consultazione AGCOM del 2025 registra che vari partecipanti hanno indicato nel 31 dicembre 2037 l'orizzonte temporale coerente con il ritorno degli investimenti e hanno proposto una riduzione dell'onerosità dei diritti d'uso a fronte di specifici impegni di investimento rivolti a copertura, qualità e sviluppo ulteriore delle reti 5G (AGCOM 2025). Il rilievo di tale orizzonte temporale si accresce se si considera, come meglio argomentato nella sezione 6.1, che il passaggio dall'architettura NSA al 5G SA richiede investimenti che eccedono la logica del semplice upgrade incrementale e coinvolgono il ridisegno dell'architettura di rete, dei processi operativi e dei presidi di sicurezza. La durata dei diritti d'uso incide, per questa ragione, anche sulla possibilità di accompagnare la transizione tecnologica senza comprimere il valore residuo degli asset già installati.

Una procedura di assegnazione per il 2029 che assorbisse nuovamente una quota eccessiva di risorse nel corrispettivo *upfront* rischierebbe, in tale contesto, di irrigidire il sentiero degli investimenti proprio nella fase in cui sono più determinanti per il sistema-Paese. La questione regolatoria del 2029 investe quindi, in modo diretto, la coerenza tra struttura economica del settore e traiettoria tecnologica che il Paese intende perseguire fino al 2040. È precisamente in questo quadro che il contesto italiano rende particolarmente convincente la tesi sviluppata nel presente parere: la scelta regolatoria del 2029 incide, insieme, sull'assetto futuro dei diritti d'uso, sulle condizioni economiche e industriali della loro attribuzione e sulla qualità del modello infrastrutturale con cui il Paese intende presentarsi all'appuntamento del 2030 e preparare il terreno per il ciclo tecnologico successivo.

6. Quattro obiettivi strategici come contenuto sostanziale dell'assegnazione

I quattro obiettivi strategici assunti in questa sede come criteri guida – il rapido dispiegamento del 5G Standalone, il rafforzamento della copertura e della qualità del servizio lungo le principali arterie stradali e ferroviarie, lo sviluppo dell'edge computing e il consolidamento degli investimenti in ricerca e sviluppo – riflettono le priorità delineate nei documenti di programmazione nazionale ed europea e nelle più recenti analisi dell'AGCOM (AGCOM 2025; Commissione europea 2024; RSPG 2026). La procedura incorpora tali obiettivi nella struttura della competizione e li utilizza come criterio per apprezzare il rendimento pubblico della risorsa frequenziale. In questa prospettiva, l'assegnazione concorre a determinare la traiettoria infrastrutturale del Paese. L'analisi che segue associa a ciascun obiettivo il fondamento tecnico-scientifico, le evidenze quantitative disponibili e le principali stime di impatto economico desunte dalla letteratura accreditata (AGCOM 2025; Commissione europea 2024; RSPG 2026).

Prima di procedere all'analisi dei singoli obiettivi è utile esplicitare un criterio qualitativo destinato a informare la valutazione degli impegni di investimento assunti dagli aggiudicatari. Sul piano del rendimento pubblico della risorsa frequenziale, gli importi dichiarati dagli operatori non concorrono in misura omogenea alla formazione del valore atteso dall'assegnazione. Gli interventi riconducibili alla manutenzione evolutiva, al rinnovo tecnologico e all'aggiornamento di infrastrutture di rete già dispiegate – ciclo tipico degli operatori storici, portatori di un patrimonio di asset stratificato e in larga misura ammortizzato – presentano un contenuto di innovazione marginale e una ricaduta sul sistema economico sensibilmente inferiore a quelli propri del nuovo deployment, dell'estensione geografica della rete e dell'introduzione di componenti architetture di generazione successiva, ciclo tipico degli operatori impegnati nella costruzione della propria infrastruttura. Nell'apprezzare il contenuto degli impegni di investimento, la procedura dovrebbe quindi distinguere, in sede di valutazione e di punteggio, tra Capex sostitutivo e Capex addizionale, riconoscendo al secondo un rendimento pubblico marginale superiore e calibrando di conseguenza la struttura dei criteri di selezione. In assenza di tale distinzione, la valutazione tenderebbe ad

attribuire un medesimo rilievo regolatorio a programmi che generano effetti economici, tecnologici e distributivi sensibilmente eterogenei, comprimendo la capacità della procedura di operare come effettiva leva di sviluppo infrastrutturale e di ingresso competitivo.

6.1 Rapido dispiegamento del 5G Standalone

Il 5G Standalone costituisce la condizione architetturale che consente alle funzionalità distintive della quinta generazione – network slicing, latenza ultra-bassa, affidabilità garantita, integrazione nativa con l'edge computing – di diventare pienamente operative. La sua rilevanza economica si estende ben oltre il mercato retail, poiché abilita l'inserimento delle reti mobili nelle catene produttive ad alta intensità digitale, nei sistemi di automazione industriale, nella logistica avanzata e nei contesti *mission-critical* nei quali la qualità del servizio deve essere definita in termini prestazionali rigorosi e verificabili. È su questo terreno che il passaggio dall'architettura NSA all'architettura SA assume il significato di una soglia infrastrutturale: al di qua di essa, il 5G resta in larga parte una tecnologia di continuità; al di là di essa, diviene una piattaforma per servizi verticali, processi industriali integrati e nuove complementarità tra rete, software e calcolo distribuito.

Va peraltro adeguatamente sottolineato che il carattere di tale passaggio va colto nella sua esatta dimensione industriale. Il dispiegamento del 5G SA si configura come un'evoluzione architetturale profonda, che investe il core di rete, i processi di provisioning dei servizi, l'impianto di cybersecurity, la gestione del ciclo di vita dei dati e la logica di orchestrazione end-to-end. I tempi di realizzazione, i fabbisogni di competenze specialistiche e i profili di rischio tecnologico sono strutturalmente superiori a quelli propri di un aggiornamento software delle funzioni già presenti nelle reti Non-Standalone. La portata economica di questa trasformazione rafforza due implicazioni regolatorie direttamente rilevanti per la procedura del 2029. La prima riguarda la durata dei diritti d'uso: il ciclo di ammortamento richiesto da una transizione di tale profondità giustifica un orizzonte di licenza più ampio e coerente con il profilo di ritorno degli investimenti, in linea con quanto previsto dalla Direttiva (UE) 2018/1972 e con le sollecitazioni emerse nella stessa consultazione AGCOM, dove vari partecipanti hanno individuato nel 2037 la scadenza minima compatibile con il ritorno degli investimenti necessari (AGCOM 2025). La seconda riguarda il

trattamento degli asset già dispiegati nel ciclo NSA: la configurazione della procedura dovrebbe contemplare meccanismi di continuità infrastrutturale idonei a preservare il valore contabile ed economico delle componenti già acquisite, evitando che la transizione produca una svalutazione anticipata della base infrastrutturale esistente e un conseguente disincentivo a proseguire negli investimenti più qualificanti della transizione stessa.

Ciò precisato, la transizione resta ancora largamente da compiere. Il White Paper della Commissione del 2024 colloca la copertura 5G SA al di sotto del 20 per cento delle aree popolate dell'Unione e l'RSPG conferma che l'adozione procede in modo lento e profondamente disomogeneo tra gli Stati membri, con il rischio che il divario tra Paesi precoci e Paesi in ritardo si consolidi proprio nel ciclo di assegnazione in corso (Commissione europea 2024; RSPG 2026). Questa asimmetria ha rilievo economico immediato, poiché la velocità con cui gli operatori realizzano core network di nuova generazione e rendono disponibili servizi a qualità garantita incide direttamente sulla capacità dei sistemi produttivi nazionali di sperimentare e scalare applicazioni avanzate.

Le rilevazioni più recenti confermano un certo ritardo strutturale e, insieme, segnalano che il ciclo di investimento è ormai entrato in una fase selettiva. Ookla e Omdia documentano che, entro la fine del 2025, ottantatré operatori a livello globale avevano dispiegato core network 5G SA, con la spesa in software per funzioni di core network orientata per il 63,6 per cento verso architetture di quinta generazione. La regione EMEA attraversa una fase di adozione accelerata, con un tasso di crescita annuo composto della spesa per software di 5G core pari al 16,7 per cento nel quinquennio 2025-2030, quasi il doppio della media globale dell'8,8 per cento, mentre il Nord America ha già oltrepassato il picco di investimento nel 2025, a seguito dei lanci commerciali di AT&T e Verizon. Il divario tra regioni riflette strategie di spettro differenziate, profili di investimento eterogenei e gradi disomogenei di ottimizzazione end-to-end delle reti, con implicazioni dirette sulla competitività dei rispettivi sistemi economici nel medio periodo (Ookla e Omdia 2026).

Le stime di impatto economico del 5G convergono su ordini di grandezza che conferiscono alla transizione verso l'architettura SA una portata macroeconomica di

primo piano. Lo studio IHS Markit commissionato da Qualcomm proiettava già nel 2019 un output economico globale abilitato dal 5G pari a 13.200 miliardi di dollari entro il 2035, con una catena del valore capace di generare 3.600 miliardi di dollari e sostenere 22,3 milioni di posti di lavoro, stime che, pur elaborate in una fase ancora embrionale del deployment SA, continuano a costituire un riferimento nella letteratura di settore. Analisi successive ne hanno confermato l'ordine di grandezza: PwC stima un contributo al PIL globale di 1.300 miliardi di dollari entro il 2030, con impatti concentrati nel settore sanitario, nelle utilities e nella manifattura; ABI Research attribuisce alla sola connettività 5G un contributo di 508 miliardi di dollari entro il medesimo orizzonte, con il settore manifatturiero destinato ad assorbire quasi un terzo del totale grazie all'automazione, alla robotica e ai sistemi di controllo industriale abilitati dall'architettura standalone (IHS Markit for Qualcomm 2019; PwC 2021; ABI Research 2024).

Il GSMA Mobile Economy 2026 quantifica il contributo complessivo delle tecnologie mobili a 7.600 miliardi di dollari nel 2025, pari al 6,4 per cento del PIL globale, con una crescita prevista a 11.300 miliardi entro il 2030, trainata dall'adozione del 5G, dell'intelligenza artificiale e delle tecnologie digitali correlate. Per la regione Asia-Pacifico, nella quale la Cina rappresenta il mercato più avanzato nell'adozione del 5G SA, GSMA Intelligence stima un impatto economico dell'ecosistema 5G pari a 2.000 miliardi di dollari entro il 2030, con il settore manifatturiero a trainare il 40 per cento di tale impatto. A queste stime aggregate si affianca un'evidenza empirica particolarmente interessante: Aron, Ukhaneva e Sun stimano che ogni punto percentuale di incremento nella penetrazione del 5G produca una crescita del PIL pro capite statunitense dello 0,035 per cento, equivalente a circa 9,2 miliardi di dollari annui (GSMA 2026; GSMA Intelligence 2025; Aron, Ukhaneva, and Sun 2021).

Pur fondate su metodologie e perimetri differenti, queste stime convergono nell'indicare che il valore economico del 5G si concentra nelle applicazioni industriali, nei servizi verticali e nei casi d'uso avanzati che presuppongono l'architettura standalone, una frazione del potenziale che le reti NSA ancora prevalenti in Europa non riescono a intercettare in misura adeguata. Il rapido dispiegamento del 5G SA si configura, per questa ragione, come l'obiettivo di investimento prioritario del ciclo di assegnazione in corso, con target temporali

definiti, indicatori prestazionali verificabili e meccanismi sanzionatori proporzionati. La sua rilevanza risulta ulteriormente amplificata dal fatto che l'architettura SA costituisce la preconditione infrastrutturale di qualsiasi evoluzione credibile verso il 6G (Commissione europea 2024; RSPG 2026).

6.2 Rafforzamento della copertura lungo le arterie stradali e ferroviarie

La connettività mobile lungo le principali infrastrutture di trasporto investe direttamente profili di sicurezza pubblica, efficienza logistica, integrazione territoriale e attrattività economica del sistema-Paese. Si tratta di un ambito nel quale la divergenza tra ritorno privato e rendimento sociale assume un'intensità particolarmente elevata, poiché una quota significativa dei benefici generati dalla copertura esorbita dal perimetro appropriabile dal singolo operatore e si diffonde, con carattere sistemico, sull'insieme delle attività che si svolgono lungo le grandi direttrici della mobilità. Continuità e affidabilità del servizio lungo autostrade, linee ferroviarie, gallerie, stazioni e nodi logistici incidono sulla qualità dell'esperienza d'uso dei passeggeri, sulla resilienza dei servizi essenziali, sulla tracciabilità dei flussi, sulla sincronizzazione delle catene di fornitura e sulla possibilità di abilitare applicazioni sempre più sofisticate di mobilità connessa. In questo contesto, la disponibilità di reti mobili adeguate sostiene i sistemi cooperativi di trasporto intelligente, la guida assistita, i servizi informativi in tempo reale, la gestione dinamica del traffico, la manutenzione predittiva delle infrastrutture, la continuità delle comunicazioni in situazioni di emergenza e, più in generale, la riduzione dei costi di frizione lungo le direttrici a maggiore intensità di traffico.

Nel caso italiano, tale profilo si iscrive in un quadro regolatorio già definito. Il disciplinare di gara del 2018, in attuazione della delibera AGCOM n. 231/18/CONS, ha infatti associato ai diritti d'uso della banda 700 MHz obblighi di copertura riferiti alle principali direttrici di trasporto stradale e ferroviario e ai nodi connessi, incluse stazioni, porti e aeroporti. La scadenza del 2029 acquista rilievo, in questa prospettiva, quale passaggio nel quale quell'impianto può essere consolidato, aggiornato e reso coerente con un ambiente tecnologico e applicativo sensibilmente mutato: cresce la domanda di continuità del servizio in mobilità, si approfondisce l'integrazione dei corridoi nazionali nella rete paneuropea dei trasporti, si innalzano i parametri prestazionali attesi dagli utenti e si amplia il numero di funzioni

economiche e pubbliche che dipendono dalla qualità della connettività lungo tali assi infrastrutturali. Il problema regolatorio consiste, pertanto, nella capacità della procedura di assegnazione di ricondurre questo rendimento sociale entro obblighi esigibili, misurabili e temporalmente scanditi, così da renderlo effettivamente incorporabile nel disegno allocativo del 2029.

La Commissione europea ha qualificato i corridoi 5G come uno dei Multi-Country Projects della strategia del Decennio Digitale e ha sostenuto, attraverso il programma CEF Digital, il dispiegamento di infrastrutture lungo le reti transeuropee di trasporto TEN-T. La Connected and Automated Mobility abilitata dal 5G viene considerata dalle istituzioni europee un fattore determinante per il miglioramento della sicurezza stradale, per l'ottimizzazione dei flussi di traffico e per la riduzione delle emissioni. Nel terzo bando CEF Digital sono stati conclusi accordi di finanziamento per 128 milioni di euro a sostegno di 31 progetti lungo i corridoi transfrontalieri, con l'obiettivo di contribuire alla costruzione di una rete paneuropea di corridoi 5G entro il 2027 (Commissione europea 2025).

La copertura lungo le infrastrutture lineari richiede una pianificazione radio specifica, che tenga conto dell'effetto Doppler alle alte velocità, della necessità di handover frequenti e continui e delle caratteristiche propagative delle diverse bande frequenziali. Notoriamente, le bande sotto il gigahertz garantiscono ampia copertura con minore densificazione di siti, mentre le bande medie forniscono la capacità aggiuntiva necessaria nei nodi di traffico più intensi. La gestione dinamica dello spettro propria dell'architettura SA consente di integrare queste componenti in modo più efficiente, riducendo i costi infrastrutturali complessivi del dispiegamento lungo le direttrici. In questo ambito, il vantaggio economico dell'architettura SA si misura anche nella possibilità di allocare in modo più flessibile capacità, priorità e qualità del servizio in relazione ai diversi usi della rete.

Le esperienze regolatorie più avanzate hanno già tradotto questa esigenza in obblighi concreti e misurabili. Il già richiamato precedente francese del New Deal Mobile e le misure adottate in Germania – dove la copertura delle infrastrutture lineari è stata ricondotta a obblighi geografici e prestazionali con soglie minime di capacità e tempi di adempimento definiti – confermano la possibilità di

internalizzare, nella procedura di assegnazione, esternalità positive che la pressione competitiva sul solo corrispettivo tenderebbe strutturalmente a trascurare.

La procedura di assegnazione del 2029 offre dunque l'occasione di strutturare una competizione orientata verso il progetto più credibile di copertura e qualità lungo queste direttrici, attribuendo rilievo a programmi di deployment geografico, livelli minimi di prestazione, continuità del servizio in mobilità e capacità di integrazione con applicazioni di mobilità intelligente. In tale contesto, il rafforzamento della copertura lungo le arterie stradali e ferroviarie assume il rilievo di un investimento produttivo a beneficio dell'intero sistema economico, prima ancora che di un obbligo accessorio di servizio (Commissione europea 2025; ARCEP 2025).

6.3 Sviluppo dell'edge computing

Il valore economico delle reti mobili avanzate dipende in misura crescente dalla possibilità di processare dati in prossimità del luogo in cui essi vengono prodotti o utilizzati. Riduzione della latenza, affidabilità operativa e supporto ad applicazioni real-time richiedono un'architettura congiunta di spettro, rete e calcolo distribuito, nella quale 5G SA ed edge computing si integrano come componenti sinergiche. Il core cloud-native e le funzionalità di network slicing del 5G SA costituiscono l'infrastruttura di accesso naturale per i nodi edge; l'edge computing, a sua volta, trasforma la capacità di rete in capacità computazionale distribuita, moltiplicando il valore economico di ogni MHz assegnato.

Le stime di mercato confermano la portata di questa trasformazione. MarketsandMarkets stima il mercato globale dell'edge computing a 168 miliardi di dollari nel 2025, in crescita a 249 miliardi entro il 2030, con un tasso annuo composto dell'8,1 per cento; il segmento degli edge data center crescerebbe, nello stesso arco temporale, da 51 a 109 miliardi di dollari, trainato dalla domanda di infrastrutture a bassa latenza per applicazioni di intelligenza artificiale, Internet of Things e realtà immersiva. Global Market Insights prevede per l'intero comparto un tasso di crescita annuo del 28 per cento tra il 2026 e il 2035, con il settore manifatturiero destinato a investire oltre 200 miliardi di dollari in applicazioni IoT per processi industriali entro il 2030. Ulteriori stime di settore convergono nel descrivere una crescente adozione di architetture edge ibride, fondate sull'integrazione tra elaborazione locale e risorse cloud in configurazioni flessibili e

adattive (MarketsandMarkets 2025a; MarketsandMarkets 2025b; Global Market Insights 2025).

Per l'Italia, lo sviluppo dell'edge computing in connessione con le reti 5G SA rappresenta un'opportunità di politica industriale di rilievo primario. Un tessuto di nodi edge distribuiti sul territorio, integrati con reti mobili ad alta capacità, può costituire la piattaforma infrastrutturale per ecosistemi verticali avanzati – manifattura intelligente, sanità digitale, gestione delle reti energetiche, logistica predittiva, porti, interporti, aeroporti, smart cities – in coerenza con l'impostazione europea che tende a ricondurre reti, cloud ed edge computing entro una medesima architettura infrastrutturale (Commissione europea 2024; Commissione europea 2026).

Il rendimento pubblico di questo asse si misura nella capacità di rendere disponibili, su scala territoriale ampia, risorse computazionali prossime al punto d'uso e interoperabili con le reti mobili di nuova generazione. Una procedura che attribuisca rilievo agli impegni relativi ai nodi edge, alle funzioni cloud-native e all'integrazione con distretti industriali, porti, interporti e grandi nodi logistici valorizza una componente essenziale della nuova infrastruttura digitale nazionale. Affinché tali impegni producano effetti strutturali, essi dovranno prevedere un dispiegamento coerente con le architetture 5G SA, standard di interoperabilità definiti ex ante e la realizzazione di piattaforme aperte, così da evitare configurazioni proprietarie che frammentino l'ecosistema e ne limitino la scalabilità (AGCOM 2025; MarketsandMarkets 2025a; Global Market Insights 2025).

6.4 Consolidamento degli investimenti in ricerca e sviluppo

L'economia delle reti mobili si orienta verso un baricentro nel quale software, virtualizzazione, automazione, intelligenza artificiale applicata alle reti, interoperabilità cloud-edge e casi d'uso verticali assumono un peso crescente rispetto alla sola infrastruttura fisica. A livello internazionale sono già in corso i lavori preparatori per la generazione successiva, con la definizione della visione e dei requisiti tecnici per i sistemi IMT-2030 (6G) in sede ITU-R e nei consorzi di standardizzazione. Le scelte compiute in questa fase influenzeranno la posizione competitiva di Paesi e imprese nel decennio successivo, poiché determineranno chi

disporrà delle competenze, delle piattaforme e delle capacità industriali necessarie a presidiare la generazione tecnologica successiva.

La dimensione degli investimenti in gioco conferisce a questo asse una rilevanza sistemica. IHS Markit stima che la catena del valore 5G investirà in media 235 miliardi di dollari l'anno in ricerca e sviluppo e spesa in conto capitale a livello globale per espandere e rafforzare la base tecnologica. Il mercato 6G, ancora nella fase iniziale di definizione, viene stimato in crescita da circa 4 miliardi di dollari nel 2030 a circa 69 miliardi entro il 2035, con un tasso di crescita annuo composto del 76,9 per cento. L'intensità di questa dinamica rende evidente che gli investimenti indirizzati oggi verso ricerca, sperimentazione e sviluppo di competenze avanzate produrranno effetti cumulativi sulla capacità di presidiare i mercati e gli standard della prossima generazione (IHS Markit for Qualcomm 2019; Research and Markets 2025).

L'RSPG, nella Draft Opinion on a 6G Spectrum Roadmap dell'11 febbraio 2026, incoraggia espressamente la comunità accademica e l'industria a far progredire la ricerca su tecnologie 6G sostenibili e a integrare tali avanzamenti nel processo di standardizzazione. Lo stesso documento colloca l'avvio del 6G su scala europea entro il 2030 e sottolinea la necessità di rendere tecnicamente e regolatoriamente idonee le bande già armonizzate per i futuri sviluppi della nuova generazione mobile. La proiezione temporale di questa indicazione investe direttamente il disegno della procedura del 2029. Data la natura in larga parte ancora indeterminata dei requisiti tecnici destinati a emergere nelle fasi finali di standardizzazione del 6G – in relazione tanto alle condizioni di condivisione tra servizi, quanto alle modalità di integrazione con le architetture cloud-edge e ai profili di efficienza energetica – l'assegnazione dovrebbe incorporare clausole di uso flessibile che consentano, entro un perimetro definito ex ante di compatibilità tecnica, di salvaguardia della concorrenza e di non interferenza con gli obblighi assunti, di adeguare progressivamente l'impiego delle frequenze assegnate alle esigenze della nuova generazione mobile. La previsione di simili margini di adattamento risponde a un principio di proporzionalità regolatoria, poiché obblighi infrastrutturali calibrati sulle configurazioni 5G Standalone rischiano, in assenza di un dispositivo di revisione tecnica, di tradursi in un vincolo alla loro successiva evoluzione, comprimendo la capacità del sistema di accompagnare in modo

tempestivo il passaggio alla generazione successiva e riducendo il rendimento pubblico della licenza nella seconda metà del suo orizzonte temporale.

In questo quadro, un Paese che giunga al 2030 privo di una base 5G SA consolidata, di nodi edge distribuiti e di una comunità di ricerca attiva nella standardizzazione si troverà nella posizione di importatore passivo di tecnologie sviluppate altrove, con evidenti implicazioni in termini di dipendenza tecnologica e vulnerabilità strategica (RSPG 2026).

La procedura di assegnazione può utilmente valorizzare programmi verificabili di ricerca e sviluppo, partenariati con università e centri di ricerca, sperimentazioni industriali, sviluppo di competenze tecnologiche avanzate e partecipazione ai programmi europei, da Horizon Europe alla Smart Networks and Services Joint Undertaking, sino alla sperimentazione di nuove tecnologie su porzioni di spettro dedicate. In questo contesto, la nozione di sovranità tecnologica acquista un contenuto industriale più preciso quando viene collegata alla promozione di architetture aperte e disaggregate, nelle quali l'intelligenza della rete si distribuisce tra componenti interoperabili e moduli software separabili dall'hardware. Un disegno regolatorio che attribuisca rilievo a investimenti in piattaforme aperte, interfacce standardizzate e soluzioni disaggregate – inclusi gli sviluppi riconducibili alla traiettoria Open RAN – favorisce la formazione di un indotto europeo nei segmenti a maggiore intensità di conoscenza, attenuando la posizione di dipendenza strutturale del sistema-Paese dai grandi fornitori integrati extraeuropei e consolidando le condizioni industriali di una effettiva autonomia tecnologica di lungo periodo.

In tale prospettiva, il titolo d'uso delle frequenze diviene una leva di radicamento della capacità innovativa nazionale e indirizza risorse e competenze verso traiettorie coerenti con il ciclo tecnologico che conduce dal 5G avanzato al 6G. Il consolidamento degli investimenti in ricerca e sviluppo assume così il valore di una componente essenziale della sovranità tecnologica del Paese, poiché contribuisce a determinare il grado di autonomia con cui l'Italia potrà partecipare alla definizione degli standard, allo sviluppo delle applicazioni e alla costruzione del proprio ecosistema industriale digitale (IHS Markit for Qualcomm 2019; Research and Markets 2025; RSPG 2026).

7. Il controvalore per la collettività dell'assegnazione *investment-driven*: un esercizio di quantificazione sulla base delle evidenze disponibili

L'analisi svolta nelle sezioni precedenti ha descritto i quattro canali attraverso i quali un'assegnazione orientata agli investimenti è in grado di generare valore pubblico: dispiegamento del 5G Standalone, copertura delle arterie di trasporto, sviluppo dell'edge computing, consolidamento della ricerca e sviluppo. Ciascun asse presenta stime di impatto autonome e già rilevanti. Il punto che merita un approfondimento dedicato – e che risulta decisivo per la credibilità dell'intero impianto – riguarda la questione se il controvalore economico e fiscale generato da tali investimenti sia in grado di compensare, e a quale orizzonte temporale, i mancati introiti derivanti dalla rinuncia al corrispettivo d'asta ovvero dalla sua forte riduzione. Le evidenze disponibili non consentono, naturalmente, una stima puntuale di tale compensazione, che dipenderebbe da variabili proprie del contesto nazionale e dalla configurazione specifica della procedura. È tuttavia possibile costruire un esercizio di quantificazione fondato sui parametri desumibili dalla letteratura accreditata, dal quale emerge che l'ordine di grandezza del rendimento socioeconomico e fiscale attivabile rende la compensazione sufficientemente plausibile e coerente con le stime prodotte su scale e orizzonti diversi.

Il punto di partenza è il moltiplicatore macroeconomico degli investimenti in infrastrutture digitali. La letteratura convergente in materia è ampia. Koutroumpis, su un panel OCSE relativo al periodo 2002–2016, stima che la penetrazione della banda larga abbia generato un incremento cumulativo del PIL pari al 4,34 per cento (Koutroumpis 2019). Czernich, Falck, Kretschmer e Woessmann, su dati europei, documentano che un aumento di dieci punti percentuali nella penetrazione della banda larga produce un incremento del PIL pro capite annuo compreso tra lo 0,9 e l'1,5 per cento. Le analisi di PwC proiettano un contributo del 5G al PIL europeo dell'ordine di 1.300 miliardi di dollari entro il 2030, con impatti concentrati nella sanità, nelle utilities e nella manifattura (PwC 2021). A livello continentale, Analysys Mason stima un rapporto costi-benefici del deployment 5G in Europa pari a 4,5 a 1. Nella medesima direzione si collocano le già citate stime di IHS Markit, ABI Research e GSMA, che attribuiscono al 5G un output economico globale dell'ordine di 13.200 miliardi di dollari entro il 2035 e un contributo delle tecnologie mobili al

PIL mondiale pari a 7.600 miliardi nel 2025, in crescita a 11.300 miliardi entro il 2030 (IHS Markit for Qualcomm 2019; ABI Research 2024; GSMA 2026).

La portata di queste stime acquista significato specifico per il presente parere quando, a fini puramente indicativi, si tenta di tradurle in termini di gettito fiscale per un'economia delle dimensioni di quella italiana. La GSMA quantifica il contributo fiscale diretto dell'ecosistema mobile globale in circa 810 miliardi di dollari nel 2025, suddivisi tra imposte sul lavoro e contributi previdenziali, IVA sui servizi, imposte sui dispositivi e imposte societarie (GSMA 2026). In Europa, l'ecosistema mobile genera circa 100 miliardi di euro annui di gettito pubblico. Se si applicano al caso italiano – a titolo di esercizio e con tutte le cautele che un'estrapolazione di questo genere richiede – le elasticità stimate dalla letteratura, un incremento del PIL dello 0,3 per cento annuo, ordine di grandezza coerente con le proiezioni citate per l'impatto del 5G in un'economia avanzata europea, corrisponderebbe, sulla base del PIL italiano 2025, a circa 5-6 miliardi di euro di prodotto aggiuntivo. Con un'aliquota media di prelievo fiscale e contributivo nell'ordine del 42 per cento, il gettito incrementale associato si collocherebbe indicativamente tra 2 e 2,5 miliardi di euro l'anno. Si tratta, è bene ribadirlo, di un ordine di grandezza derivato dalla letteratura e non di una stima puntuale. Ciò che rileva, ai fini del ragionamento qui sviluppato, è che tale flusso sarebbe ricorrente e cumulativo, a fronte di un'entrata da corrispettivo che è per sua natura una tantum.

Il confronto con l'ordine di grandezza dei corrispettivi d'asta è a questo punto istruttivo. L'asta italiana del 2018 ha prodotto un incasso complessivo di circa 6,55 miliardi di euro, a fronte di un target iniziale di 2,5 miliardi, con un corrispettivo unitario nella banda 3,4-3,8 GHz tra i più elevati nel confronto europeo. Se, in un esercizio controfattuale, si ipotizza che la quota eccedente il target – circa 4 miliardi di euro – fosse stata mantenuta nella disponibilità degli operatori e reinvestita in infrastrutture, l'applicazione dei moltiplicatori documentati dalla letteratura suggerisce che il ritorno economico complessivo, nell'arco della licenza, sarebbe potuto risultare largamente superiore all'introito iniziale, generando un flusso di gettito fiscale indiretto il cui ordine di grandezza appare compatibile con quello del corrispettivo incassato in un'unica soluzione, se non superiore nel medio periodo. A questa inferenza si affianca il riscontro internazionale offerto dal report GSMA/NERA del 2017, che, pur su un perimetro metodologico diverso, mostra come

la riduzione dei costi di spettro nei Paesi collocati oltre la mediana si associ, anche al netto dei minori ricavi d'asta, a un incremento netto del benessere dei consumatori e a prezzi retail più contenuti. Lo studio GSMA sulle politiche di pricing dello spettro in Europa, pubblicato nel dicembre 2025, muove nella medesima direzione stimando che una riforma delle procedure di riassegnazione potrebbe liberare tra 20 e 30 miliardi di euro a livello continentale, i quali, se reinvestiti in infrastrutture, consentirebbero l'upgrade delle reti europee al 5G Standalone e genererebbero fino a 75 miliardi di euro di PIL aggiuntivo nel decennio, con un moltiplicatore implicito di circa 2,5 euro di PIL per ogni euro non incassato come corrispettivo. Lo stesso rapporto documenta che i costi cumulativi dello spettro rappresentano oggi l'8 per cento dei ricavi ricorrenti degli operatori mobili europei, triplicati in un decennio, e che un rapporto costi-spettro/ricavi più elevato di dieci punti percentuali si associa a una copertura inferiore fino a sei punti percentuali e a velocità di download inferiori dell'8 per cento (GSMA 2017; GSMA 2025b).

È ancor più importante in questa fase rilevare che la grandezza speculare a questo rendimento è il costo dell'inazione. Ogni ritardo nella transizione al 5G Standalone comporta il differimento dell'attivazione delle esternalità descritte nelle sezioni precedenti, per effetto del disallineamento nei processi con cui evolvono le dimensioni complementari e sinergiche: ad esempio, i servizi verticali non vengono abilitati, l'edge computing non trova la rete di accesso di cui necessita, i corridoi di trasporto non raggiungono la qualità prestazionale richiesta dalla mobilità connessa, la ricerca e sviluppo non dispone dell'infrastruttura sperimentale adeguata. Sulla base delle stime aggregate disponibili in letteratura, il costo-opportunità annuo del ritardo nella transizione al 5G SA può essere collocato, come ordine di grandezza, tra lo 0,2 e lo 0,4 per cento del PIL – corrispondente, per un'economia delle dimensioni di quella italiana, a 4-8 miliardi di euro di crescita non realizzata e a un mancato gettito nell'ordine di 1,7-3,4 miliardi. Poiché tale costo si accumula anno dopo anno, la scelta di comprimere le risorse degli operatori attraverso corrispettivi elevati al momento dell'assegnazione produce un effetto permanente di sottoinvestimento infrastrutturale il cui onere ricade, in ultima istanza, sull'intera economia.

A rafforzare questa lettura concorrono le evidenze comparative già richiamate. Il New Deal Mobile francese ha dimostrato che la rinuncia a corrispettivi elevati,

compensata da impegni di investimento misurabili e monitorati e prevedendo misure di ribilanciamento delle dotazioni frequenziali per assicurare concorrenzialità del mercato, ha prodotto un'espansione infrastrutturale il cui controvalore eccede largamente il mancato incasso. Il Brasile ha convertito l'89 per cento del valore della propria asta 5G del 2021 in obblighi di investimento, con risultati di deployment che hanno anticipato di oltre un anno le scadenze previste. Il Giappone ha assegnato le frequenze 5G senza corrispettivi iniziali, ottenendo una copertura del 98,1 per cento della popolazione entro il 2024 e un tasso di investimento tra i più elevati al mondo. Ciascuno di questi casi illustra il medesimo principio: la rinuncia alla rendita immediata consente allo Stato di trasferire la valorizzazione della risorsa dal piano dell'introito *una tantum* a quello del rendimento infrastrutturale diffuso, destinato a tradursi in PIL aggiuntivo, base imponibile più ampia, occupazione qualificata e gettito ricorrente.

Il Rapporto Draghi sulla competitività europea del settembre 2024 ha elevato questa analisi al rango di raccomandazione di policy a livello continentale, osservando che le politiche sullo spettro negli Stati membri sono state per lo più orientate alla massimizzazione del corrispettivo e che la durata limitata delle licenze non serve altro scopo reale se non offrire ai governi un'opportunità di incassare nuovamente al rinnovo. Il Digital Networks Act della Commissione, all'art. 29, traduce questa impostazione in norma prospettica, prevedendo la possibilità che i corrispettivi versati vengano rimborsati in funzione del raggiungimento di impegni predeterminati di investimento (Commissione europea 2026).

In questa cornice, l'argomento fiscale a sostegno di un'assegnazione *investment-driven* può essere sintetizzato come segue. Il corrispettivo d'asta è un'entrata *una tantum*, concentrata nel momento dell'attribuzione, che sottrae risorse al ciclo di investimento e comprime il rendimento infrastrutturale della licenza per l'intera sua durata. Il ritorno socioeconomico e fiscale degli investimenti abilitati dalla risorsa frequenziale è, al contrario, un flusso cumulativo e crescente, che si manifesta attraverso PIL aggiuntivo, gettito fiscale indiretto, occupazione qualificata, produttività del sistema produttivo e competitività internazionale. L'esercizio complessivo, pur fondato su parametri desunti dalla letteratura e non su una modellizzazione specificamente calibrata sul caso italiano, indica che l'ordine di grandezza del rendimento socioeconomico e fiscale attivabile da un'assegnazione

orientata agli investimenti è, su un orizzonte decennale coerente con la durata della licenza, compatibile con quello dei corrispettivi cui lo Stato rinuncerebbe – e verosimilmente superiore, nella misura in cui gli effetti cumulativi si dispiegano nel tempo. La solidità di questa indicazione dipende, naturalmente, dalla precisione, dalla misurabilità e dalla coerenza dell'apparato di enforcement di cui si è argomentata la necessità nella sezione 4.4.

8. Il fondamento normativo

L'approccio proposto trova un fondamento normativo già disponibile nel quadro europeo e nazionale vigente. La Decisione (UE) 2022/2481, istitutiva del programma strategico per il Decennio Digitale 2030, colloca la diffusione di infrastrutture digitali avanzate tra gli obiettivi strutturali dell'Unione e assegna alla connettività ad alte prestazioni una funzione abilitante rispetto alla competitività, alla trasformazione produttiva e alla coesione territoriale. Nello stesso orizzonte si inserisce la Direttiva (UE) 2018/1972, che ha ridisegnato il quadro europeo delle comunicazioni elettroniche attribuendo particolare rilievo alla prevedibilità regolatoria, alla durata sufficientemente lunga dei diritti d'uso e alla possibilità di corredare tali diritti di obblighi relativi alla copertura, all'uso effettivo, alla qualità del servizio e all'accesso. Il processo di revisione avviato dalla Commissione con il Digital Networks Act si colloca in linea di continuità con questo impianto e ne accentua il profilo *investment-oriented*, nella direzione di un ecosistema infrastrutturale più integrato tra reti, cloud ed edge computing (Unione europea 2018; Unione europea 2022; Commissione europea 2026).

Un riscontro ulteriore, di particolare interesse per l'oggetto del presente parere, proviene dall'art. 29 della proposta di regolamento sul Digital Networks Act, che interviene direttamente sulla struttura economica dei contributi per i diritti d'uso dello spettro. Il paragrafo 5 prevede che i pagamenti siano applicati soltanto quando lo spettro sia effettivamente disponibile per l'uso e che sia data la possibilità di corrisponderli in rate annuali. Il paragrafo 6 dispone inoltre che fees annuali o una tantum possano, su richiesta, essere rimborsate in funzione del raggiungimento di commitments predeterminati da parte del titolare del diritto d'uso, a condizione che la possibilità e il tasso di rimborso siano trasparenti, equi, non discriminatori e resi

noti in anticipo rispetto a qualsiasi procedura di selezione, assegnazione, rinnovo o revisione (Commissione europea 2026).

La portata di questa previsione è considerevole, perché il legislatore europeo prospetta in termini espressi la fungibilità tra corrispettivo monetario e controprestazione infrastrutturale, ricondotti entro una medesima architettura regolatoria nella quale l'onerosità della licenza diviene modulabile in funzione degli impegni effettivamente assolti.

Nel quadro nazionale, il Codice delle comunicazioni elettroniche recepisce questa impostazione e offre all'amministrazione e all'autorità di regolazione strumenti sufficientemente ampi per associare ai diritti d'uso contenuti prestazionali coerenti con obiettivi di sviluppo infrastrutturale. Entro tale cornice, la salvaguardia di un adeguato livello di concorrenza nel mercato assume rilievo centrale – al punto che una parte autorevole del dibattito regolatorio la riconosce come il criterio guida delle scelte allocative in materia di spettro – e orienta, in modo diretto, la conformazione delle procedure di assegnazione, la definizione degli obblighi e la struttura delle condizioni d'uso della risorsa frequenziale. In tale prospettiva, la disciplina vigente consente di collegare all'assegnazione obblighi di uso effettivo, copertura e accesso, nonché misure pro-competitive e meccanismi idonei a prevenire fenomeni di accaparramento della risorsa. Il rilievo di questa cornice risiede nel fatto che essa permette di strutturare il titolo d'uso delle frequenze come rapporto regolatorio ad alta intensità di contenuto, nel quale la procedura di assegnazione persegue, congiuntamente, l'esigenza di preservare dinamiche concorrenziali adeguate, di sostenere l'efficienza dinamica e di indirizzare lo sviluppo tecnologico del Paese.

Le delibere AGCOM n. 247/24/CONS e n. 154/25/CONS si collocano pienamente entro questo perimetro e ne offrono, come si è argomentato sopra, una traduzione applicativa già molto avanzata, che spazia dagli obblighi di uso effettivo, copertura e accesso sino alla connessione diretta tra configurazione della procedura e qualità del ciclo di investimenti successivo, con il richiamo esplicito ad architetture 5G Standalone, edge computing, densificazione dei siti e pieno utilizzo del network slicing (AGCOM 2024; AGCOM 2025). Il quadro regolatorio nazionale, letto in questa evoluzione, appare dunque già orientato verso una concezione del diritto

d'uso nella quale il valore della risorsa frequenziale viene apprezzato anche alla luce del suo rendimento infrastrutturale e tecnologico lungo la durata della licenza.

La praticabilità giuridica di una procedura multiobiettivo richiede, naturalmente, che criteri di selezione, metriche di adempimento, milestone temporali e apparato sanzionatorio siano predeterminati in modo trasparente, proporzionato, pro-competitivo, non discriminatorio e verificabile. È precisamente su questo terreno che il quadro vigente offre le basi necessarie per un disegno regolatorio robusto. La possibilità di associare ai diritti d'uso obblighi specifici; la rilevanza attribuita, nel diritto europeo, alla prevedibilità temporale e alla promozione degli investimenti; l'apertura già manifestata da AGCOM verso requisiti prestazionali avanzati; la coerenza di tali strumenti con gli obiettivi del Decennio Digitale e con la traiettoria europea verso il 5G avanzato e il 6G compongono, nel loro insieme, un contesto normativo pienamente idoneo a sostenere una procedura *investment-driven*.

In questa prospettiva, il fondamento normativo del modello proposto si colloca nell'interpretazione sistematica dei principi dell'ordinamento alla luce della funzione economica della risorsa frequenziale. Trasparenza, concorrenza, proporzionalità, neutralità tecnologica e uso efficiente dello spettro mantengono pieno rilievo entro una procedura che selezioni gli operatori sulla base della qualità, della credibilità e della rapidità degli impegni infrastrutturali assunti. È entro questa possibilità, già aperta dal quadro europeo, recepita dal diritto interno e sviluppata nella riflessione AGCOM sul 2029, che il modello proposto nel presente parere trova il suo fondamento normativo compiuto.

9. Conclusioni

La ricognizione della letteratura economica, delle evidenze istituzionali, delle stime di impatto, del quadro europeo e delle esperienze regolatorie comparate converge su una conclusione precisa: la procedura di assegnazione dei diritti d'uso dello spettro in vista della scadenza del 2029 deve essere ricondotta a una visione strategica dello sviluppo infrastrutturale del Paese, entro la quale la competizione selezioni il progetto di utilizzazione della risorsa capace di generare il maggior valore pubblico complessivo.

Le stime disponibili mostrano che il valore socioeconomico del 5G si concentra nelle applicazioni industriali e nei casi d'uso avanzati che presuppongono l'architettura standalone; che il mercato dell'edge computing cresce a tassi molto sostenuti; che gli investimenti nella catena del valore 5G-6G prefigurano una nuova fase di competizione industriale e tecnologica a scala globale (IHS Markit for Qualcomm 2019; PwC 2021; ABI Research 2024; GSMA 2026; MarketsandMarkets 2025a; Global Market Insights 2025; Research and Markets 2025). Le evidenze considerate lungo il parere convergono altresì nel mostrare che il controvalore socioeconomico e fiscale degli investimenti attivati da un'assegnazione orientata agli obiettivi – misurato in termini di PIL aggiuntivo, gettito indiretto e costo-opportunità evitato – è in grado di compensare, su un orizzonte decennale, i corrispettivi cui lo Stato rinunciarebbe, trasformando una rinuncia apparente in un investimento a rendimento crescente.

La letteratura sulle aste multiobiettivo induce, tuttavia, a una precisazione essenziale sul piano della policy. L'efficacia di questo modello dipende dalla traduzione degli obiettivi pubblici in criteri pro-competitivi, misurabili, metriche di adempimento verificabili, controlli periodici credibili e sanzioni effettivamente applicabili. È su questo terreno che si misura la tenuta istituzionale dell'impianto. Obblighi formulati in modo generico, controlli tardivi o apparati sanzionatori deboli riducono l'impegno non monetario a una promessa priva della necessaria cogenza e ne attenuano la capacità di orientare il comportamento degli operatori nel corso della licenza. Tale architettura, peraltro, esprime pienamente la propria efficacia soltanto quando gli obblighi sono costruiti entro condizioni tecnico-regolatorie realmente abilitanti e quando la durata della licenza conserva un grado adeguato di elasticità rispetto all'evoluzione tecnologica. Nel caso italiano, ciò rinvia da un lato alla coerenza tra impegni di densificazione e disciplina dei campi elettromagnetici; dall'altro, alla necessità che il ciclo autorizzativo del 2029 non irrigidisca la futura transizione verso il 6G in un insieme di vincoli definiti prima che le relative esigenze tecniche siano compiutamente emerse.

In conclusione, l'assegnazione delle frequenze può divenire una leva effettiva di crescita industriale, competitività e sovranità digitale a condizione che sia sorretta da un'architettura istituzionale definita con precisione, da obblighi coerenti con le effettive condizioni di adempimento e da un quadro regolatorio capace di

accompagnare l'evoluzione tecnologica. È in questa prospettiva che la decisione sulle frequenze in scadenza nel 2029 assume il rilievo di una scelta di politica economico-industriale in senso pieno, destinata a incidere sulla posizione dell'Italia nel ciclo tecnologico che conduce dal 5G avanzato al 6G.

10. Bibliografia

ABI Research. 2024. *5G Contribution to Global Economic Activity*. Market Data Report.

AGCOM (Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni). 2024. *Delibera n. 247/24/CONS. Consultazione pubblica sulle misure regolamentari concernenti l'assegnazione delle frequenze radio per sistemi terrestri di comunicazioni elettroniche i cui diritti d'uso scadono il 31 dicembre 2029*.

———. 2025. *Delibera n. 154/25/CONS. Consultazione pubblica sulle opzioni regolamentari concernenti l'assegnazione delle frequenze radio per sistemi terrestri di comunicazioni elettroniche i cui diritti d'uso scadono il 31 dicembre 2029*.

Andreyanov, Pasha, e Dmitry Krasikov. 2024. "Scoring and Favoritism in Optimal Procurement Design." Working paper.

ARCEP (Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse). 2019. *Décision n° 2019-1386, 21 novembre 2019*.

———. 2025. "New Deal for Mobile: A Successful Gambit of Nationwide and High-Quality Ultrafast Mobile Coverage." Press release, January 14, 2025.

AREL. 2025. *Much More than a Network*.

Aron, Debra, Olga Ukhaneva, e Christina Sun. 2021. *The Economics of 5G Deployment in the "Race" to 5G*. Charles River Associates.

Asker, John, e Estelle Cantillon. 2008. "Properties of Scoring Auctions." *RAND Journal of Economics* 39 (1): 69–85.

———. 2010. "Procurement When Price and Quality Matter." *RAND Journal of Economics* 41 (1): 1–34.

Asstel. 2025. *Manifesto per la crescita digitale dell'Italia*.

Asstel. 2025. *Rapporto sulla Filiera delle Telecomunicazioni in Italia. Edizione 2025*.

Briglauer, Wolfgang, Carlo Cambini, Klaus Gugler, e Volker Stocker. 2025. "Economic Benefits of New Broadband Network Coverage and Service Adoption." *Industrial and Corporate Change* 34 (4): 696–724.

- Che, Yeon-Koo. 1993. "Design Competition through Multidimensional Auctions." *RAND Journal of Economics* 24 (4): 668–80.
- Coase, Ronald H. 1959. "The Federal Communications Commission." *Journal of Law and Economics* 2: 1–40.
- Commissione europea. 2024. *White Paper. How to Master Europe's Digital Infrastructure Needs?* COM(2024) 81 final.
- . 2025. *State of the Digital Decade 2025*.
- . 2026. *Digital Networks Act*.
- Copenhagen Economics. 2021. *5G Spectrum Auctions in Europe—Policy Objectives and Auction Design*. Copenhagen: Copenhagen Economics.
- Cramton, Peter. 2013. "Spectrum Auction Design." *Review of Industrial Organization* 42 (2): 161–90.
- Cramton, Peter, Evan Kwerel, Gregory Rosston, e Andrzej Skrzypacz. 2011. "Using Spectrum Auctions to Enhance Competition." *Journal of Law and Economics* 54 (S4): S167–S188.
- Ericsson, Arthur D. Little, e Chalmers University of Technology. 2011. *Socioeconomic Effects of Broadband Speed*.
- Ferraro, Simona, et al. 2025. "Bidding on Price and Quality: An Experiment on the Complexity of Scoring Rule Auctions." *Review of Economics and Statistics* 107 (3): 755–72.
- GAO (Government Accountability Office). 2014. *Spectrum Management: FCC's Use and Enforcement of Buildout Requirements*. GAO-14-236.
- Global Market Insights. 2025. *Edge Computing Market Report 2026–2035*.
- Grossman, Sanford J., e Oliver D. Hart. 1986. "The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration." *Journal of Political Economy* 94 (4): 691–719.
- GSMA. 2017. *Effective Spectrum Pricing: Supporting Better Quality and More Affordable Mobile Services*. London: GSMA.
- . 2020. *Driving the Digital Revolution with Improved Mobile Coverage*. London: GSMA.
- . 2024a. *Spectrum Auction Best Practice*. London: GSMA.
- . 2024b. *The Mobile Economy Eurasia 2024*. London: GSMA.
- . 2025. *Spectrum Pricing and Renewals in Europe*. London: GSMA.

- . 2026. *The Mobile Economy 2026*.
- GSMA Intelligence. 2025. *The Mobile Economy China 2025*.
- Hart, Oliver D. 1995. *Firms, Contracts, and Financial Structure*. Oxford: Clarendon Press.
- Hart, Oliver D., e John Moore. 1988. "Incomplete Contracts and Renegotiation." *Econometrica* 56 (4): 755–85.
- Howell, Bronwyn E., e Petrus H. Potgieter. 2025. "Using Spectrum Set-Asides to Address Distributional Objectives." *Telecommunications Policy* 49: 102957.
- IHS Markit for Qualcomm. 2019. *The 5G Economy: How 5G Will Contribute to the Global Economy*.
- ITU (International Telecommunication Union). 2020. *Digital Regulation Handbook*. Co-published with the World Bank. Geneva: ITU.
- . 2025. *The Impact of Digital Transformation on the Economy*.
- Jalili Shani, Sara, Kris Joseph, Michael B. McNally, e James R. Wright. 2025. "Beyond Revenue and Welfare: Counterfactual Analysis of Spectrum Auctions with Application to Canada's 3800MHz Allocation." *arXiv* preprint.
- Koutroumpis, Pantelis. 2019. "The Economic Impact of Broadband: Evidence from OECD Countries." *Telecommunications Policy* 43 (5): 471–79.
- Kuś, Agnieszka, e Maria Massaro. 2022. "Analysing the C-Band Spectrum Auctions for 5G in Europe." *Telecommunications Policy* 46: 102286.
- Laffont, Jean-Jacques, e Jean Tirole. 1987. "Auctioning Incentive Contracts." *Journal of Political Economy* 95 (5): 921–37.
- MarketsandMarkets. 2025a. *Edge Computing Market—Forecast to 2030*.
- . 2025b. *Edge Data Center Market—Forecast to 2030*.
- Marsden, Robert, Janina Ihle, e Theresa Traber. 2017. *The Impact of High Spectrum Costs on Mobile Network Investment and Consumer Welfare*. Bad Homburg: WIK-Consult.
- Myers, Geoffrey. 2023. *Spectrum Auctions: Designing Markets to Benefit the Public, Industry and the Economy*. London: LSE Press.
- OECD. 2022. *Developments in Spectrum Management for Communication Services*. Paris: OECD Publishing.
- . 2025. *Closing Broadband Connectivity Divides for All*. Paris: OECD Publishing.

Ookla e Omdia. 2026. "A Global Reality Check on 5G Standalone and 5G Advanced in 2026." Joint Research Report, February 16.

Pogorel, Gérard. 2018. *Spectrum 5.0: Re-Thinking Spectrum Awards for Optimal 5G Deployment*. Paper presented at the Spectrum 5.0 Seminar, Paris, October 5, 2018.

PwC. 2021. *The Global Economic Impact of 5G*.

Qiang, Christine Zhen-Wei, Carlo M. Rossotto, e Kaoru Kimura. 2009. "Economic Impacts of Broadband." In *Information and Communications for Development 2009*, 35–50. Washington, DC: World Bank.

Research and Markets. 2025. *6G Market Size, Competitors, Trends and Forecast to 2035*.

RSPG (Radio Spectrum Policy Group). 2009. *Report on Assignment and Pricing*. RSPG09-298.

———. 2026. *Draft RSPG Opinion on a 6G Spectrum Roadmap*. RSPG26-004 FINAL.

Sumanasena, Abhaya. 2020. *An Investment-Friendly Framework for Spectrum Awards: A Review of Approaches and Outcomes*. London: techUK.

Unione europea. 2018. *Direttiva (UE) 2018/1972 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, che istituisce il codice europeo delle comunicazioni elettroniche*.

———. 2022. *Decisione (UE) 2022/2481 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 dicembre 2022, che istituisce il programma strategico per il Decennio Digitale 2030*.

World Bank. 2025. *Digital Progress and Trends Report 2025*.